بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده PSIAC (مطالعه موردی حوزه آبخیز نوژیان)

• **مسعود داوری**، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس
• **حسین‌علی بهرامی**، استادیار دانشگاه تربیت مدرس
• **جمال قدوسی**، استادیار پژوهش مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۸۳

Email: bahramih@modares.ac.ir

چکیده

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده در ایران، مدل PSIAC اصلاح شده از جمله مدل‌های برآورد تولید رسوب به شمار می‌آید که در ارزیابی فرسایش و رسوب حوزه‌های فاقد آمار و اطلاعات از دقت نسبتاً خوبی برخوردار است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، از این مدل بیشتر از دیگر مدل‌ها برای مطالعه و بررسی فرسایش خاک و تولید رسوب در طرح‌های منابع طبیعی و آبخیزداری استفاده شده است. در این پژوهش، برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز نوژیان با استفاده از مدل PSIAC اصلاح شده و با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفته است. برای اجرای مدل MPSIAC با به‌کارگیری اصول و مفاهیم همگنی واحدهای کاری، حوزه آبخیز مورد مطالعه به ۵۲۷ واحد کاری همگن تفکیک شده سپس با بررسی هر یک از عوامل نه‌گانه مدل اقدام به برآورد فرسایش و تولید رسوب در آنها شده است. نتیجه به‌دست آمده نشانگر این است که میزان رسوب برآورد شده با استفاده از مدل MPSIAC حدود ۴۸۹۳۷۲ تن در سال می‌باشد. با توجه به اینکه میزان رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه رسوب‌سنجی معادل ۸۱۲۴۱۰ تن در سال است، بین مقدار رسوب برآورد شده با استفاده از مدل و میزان رسوب اندازه‌گیری شده اختلاف فاحشی معادل ۳۲۳۰۳۸ تن در سال وجود دارد. اختلاف موجود بیانگر این واقعیت است که از یک‌سو نمی‌توان با اطمینان لازم از این مدل هم‌چنانکه در اغلب طرح‌های مطالعاتی- اجرایی آبخیزداری استفاده شده بهره‌گیری نمود و از سوی دیگر باید برای اختلاف فاحش به دست آمده دلایل منطقی وجود داشته باشد. بررسی دلایل اختلاف در برآورد تولید رسوب نشان داده است که منشأ اصلی، در نارسایی و عدم کفایت جداول پایه و روش تعیین امتیاز هر یک از عوامل لحاظ شده در مدل است که نمی‌تواند پاسخگوی کلیه شرایط و وضعیت حاکم بر منطقه مورد مطالعه باشد. از این‌رو ضرورت دارد پیش از آنکه با اطمینان اقدام به رد یا قبول نتیجه حاصل از به‌کارگیری این مدل نمود، در آبخیزهای معرف کشور کالیبره کردن مدل در تطبیق کامل با شیوه‌های ابداع آن مد نظر قرار گرفته سپس اقدام به واسنجی آن نمود.

کلمات کلیدی: تولید رسوب، حوزه آبخیز، واحدهای کاری همگن، مدل MPSIAC، GIS

Pajouhesh & Sazandegi No:67 pp: 88-103

Assessing the amount of sediment yield in watershed level using MPSIAC model (A case study in Nojian watershed)

By: M. Davari, M. Sc Student of Tarbiat Modarres Univ. Bahrami, H. A. Assistant Professor of Tarbiat Modarres Univ. Ghodoosi, J. Assistant Professor of Soil Conservation and Watershed Management Research Center.

The research studies in Iran have shown that the MPSIAC model for estimating erosion and sediment yield in

Archive of SID
www.SID.ir

watershed level, is one of the most common empirical models which has been widespreadly used in comparison to the other models on ungauged watersheds of Iran. A reason for use of this model is only because of the accuracy of the obtained result. In this study, erosion and sediment yield rates was estimated by MPSIAC model using geographic information system (GIS) in the Nojian watershed basin. In order to run the model, the watershed area was divided to 527 homogenous units and the nine factors used in model, were assist in each unit. The results of this study indicate that amount of sediment yield in the study area is about 489372 Tn y-1. Considering the amount of the observed sediment yield of the watershed, which is about 812410 Tn y-1, the amount of estimated sediment yield is significantly differs by 323038 Tn y-1. The observed difference can not consider as this mean that the model should or should not be employed in watershed projects. It seems that there must be a rational reason(s) for difference between the observed and estimated amount of sediment yield. The results of the evaluation on the observed difference were shown that it should has the root in structure of the model as well as its related tables for rating and weighting of the factors included in the model. Because it appears that, the tables of the model used for rating and weighting of the included factors are not complete and can not be used in areas were the characteristics of given watershed are not similar to the development area of the model. It can be concluded that in order to accept or reject the result of the sediment yield estimation using the MPSIAC model with high confidence, the model first should be calibrated based on the existing condition of the Iran's watershed.

Keywords: Sediment yield, Watershed basin, Homogeneous unit, MPSIAC, GIS.

مقدمه

بـه طور کلـی تلاش‌های انجام شـده در بررسـی مدل‌های بـرآورد رسـوب با مشـکلات اساسـی روبرو بوده که مهمترین آنها به اهداف مورد نظـر باز می‌گردد. عمدتاً مدل‌هـای موجود از نظر هدف دارای تفاوت قابل توجهـی می‌باشـند. تحقیقات Onstad (۲۳) نشـان داده که اسـتفاده از مدل‌ها، اغلب برای دسـتیابی به سـه هدف شـامل برنامه‌ریزی برای مهار فرسـایش، برنامه‌ریزی و طراحـی برای منابع آب و بالاخـره برنامه ریزی در مورد کنترل کیفی آبهای سـطحی بوده است. نکته اساسی در استفاده از مدل‌های برآورد فرسـایش و تولید رسـوب، علاوه بر دستیابی به مقادیر فرسـایش و تولید رسوب انتخاب مناسـب‌ترین مدل به ویژه در حوزه‌های فاقد آمار رسوب‌سـنجی می‌باشـد که در این زمینه بتواند پاسخگوی نیاز باشـد. بررسی انجام شده در زمینه کالیبراسیون و واسنجی انواع مدل‌های برآورد فرسـایش و تولید رسـوب حاکی از این است که صحت و دقت هر یک بر اساس مقادیر ثبت شده رسوب مورد آزمون قرار گرفته است. مشکل اساسی که در رد یا عدم رد مدل‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب وجود دارد به صحت و دقت مقدار رسوب اندازه‌گیری شده و صحت و دقت مقدار رسوب برآورد شده به وسیله مدل مورد استفاده بستگی دارد (۲۱).

پژوهش‌های انجام شـده در این خصوص حاکی از این اسـت که اکثر آمار رسـوب ثبت شده با اسـتفاده از انواع ابزار اندازه‌گیری و با به‌کارگیری روش‌هـای مختلف تجزیـه و تحلیل داده‌ها نمی‌تواند عاری از خطا باشـد (۲۵). به طور کلی دقت ابزار مورد اسـتفاده بـرای اندازه‌گیری، روش‌های اندازه‌گیـری به ویژه عدم توان‌منـدی در اندازه‌گیری بار کـف، زمان‌های نمونه‌برداری و طول دوره‌آماری از منابع بروز خطا در داده‌های اندازه‌گیری شده شناسایی شده‌اند (۲۱ ، ۲۵).

از طرف دیگر با فرض صحت مقادیر رسـوب اندازه‌گیری شـده تأمین داده‌هـای مربوط به عوامل لحاظ شـده در هر یک از مدل‌هـا نیز می‌تواند منبعی برای بروز خطا در برآورد مقادیر رسـوب باشد. این موضوع از یکسو بـه تخصص فرد یا گروه اسـتفاده کننـده از مدل و مهارت‌هـای آنان و از سـوی دیگر به دقت بررسـی هر یک از عوامل لحاظ شده در مدل بستگی دارد. چالش‌های بیان شـده نشـان می‌دهد که یکی از عمده‌ترین مشکلات در اسـتفاده از انواع مدل‌های برآورد رسـوب به ویژه مدل‌های تجربی نظیر مـدل MPSIAC، تعیین میزان اطمینان به صحت نتایج آنها در محل مورد اسـتفاده می‌باشـد (۲۱). اما با توجه به اصول و مبانی مدل‌های تجربی به ویـژه مدل MPSIAC که پایه و اسـاس برآورد تولید رسـوب را به صورت عددی در رابطه با هر یک از عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش و رسوب مدنظر قرار داده و نمره‌دهی به هر یک از عوامل در آنها متکی بر روابط رگرسیونی است می‌توان نتیجه گرفت که در استفاده از چنین مدل‌هایی، تطبیق روابط رگرسیونی لحاظ شده در مدل با محل ابداع آنها امری ضروی و گریز ناپذیر اسـت. به عبارت دیگر، چنانچه مدل‌های مورد بحث در مناطقی اسـتفاده گردند که تطبیق و هم‌خوانی با شرایط ابداع مدل را نداشته باشند بی‌تردید نمی‌توان انتظار دستیابی به برآورد دقیقی از تولید رسوب را داشت.

بررسـی پژوهش‌های انجام شـده در مورد واسـنجی مـدل PSIAC و MPSIAC نشـان می‌دهد که اغلب پژوهشـگران بدون در نظر گرفتن لزوم تطبیـق منطقه مـورد مطالعه با روابط به‌کارگرفته شـده در مدل و جداول نمره‌دهی مربوط به آنها اقدام به واسـنجی مدل مورد بحث کرده و سـعی در اثبـات نتیجه به دسـت آمده نموده‌اند. مثال بـارز این موضوع تطبیق و تکمیل امتیاز یا نمره‌دهی به عامل زمین‌شناسی می‌باشد که از طریق روش تعیین حساسـیت سنگها به فرسایش انجام می‌گیرد. دلیل به کارگیری این روش بر دفـع عدم کفایت جدول به کار گرفته شـده درمدل اصلی توجیه

Archive of SID

www.SID.ir

شـده، این در حالی اسـت که در مدل اصلی برای توصیف نمره‌دهی به این عامل نوع سـنگ، سـختی، میزان درز و شکاف و میزان هوادیدگی سنگ‌ها مدنظر بوده که دارای تطبیق با روش تعیین حساسیت سنگ‌ها به فرسایش نمی‌باشـد. به طور مثال می‌توان به پژوهش‌های انجام شده توسط باقرزاده کریمی(۳)، فـرجی (۱۵)، طهماسـبی‌پور (۱۴)، اسدی (۲)، پاک‌پرور (۵)، شیخ حسنی (۱۲)، صارمی(۱۳)، نیـــک‌جو (۱۹)، سرخوش (۱۱)، قادری چوکانلو (۱۷)، بیات (۴)، رزمجو (۷) و نپی لشـکریان (۱۸) اشاره نمود که در آنهـا مدل‌های PSIAC و MPSIAC واسـنجی گردیـده و اغلب به این نکته اشاره شده که به رغم وجود اختلاف بین رسوب برآورد شده با رسوب اندازه‌گیری شـده، این مدل‌ها دارای صحت و دقت قابل قبولی می‌باشـند. شاید اگر هدف از استفاده مدل‌های MPSIAC و مدل‌های تجربی مشابه به نحوی که توسـط Onsted (۲۲) بیان شد مشخص می‌گردید چنین نتایجی می‌توانسـت تا حدودی قابل اعتماد باشد. اما به دلیل در نظر گرفتن اهداف کلی آبخیزداری و عدم تفکیک موضوع فرسـایش خاک از فرسایش و اینکه مدل‌هایـی نظیر مدل MPSIAC نمی‌توانند بـرآورد کننده نیازها در زمینه فرسایش خاک باشند (۲۰) نتیجه‌گیری‌های انجام شده از تحقیقات مذکور نمی‌توانند چندان قابل اعتماد باشند. از این‌رو هدف از تحقیق حاضر افزون بر ارزیابـی صحت نتیجه حاصل از به‌کارگیری مـدل MPSIAC در برآورد فرسایش و تولید رسوب مشخص کردن نارسائی‌های مدل و تعیین مواردی بوده اسـت که لحاظ آنها می‌تواند موجب افزایش دقت و صحت مدل مورد بحث شود.

ویژگی‌های عمومی‌منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز نوژیان یکی از زیرحوزه‌های رودخانه دز می‌باشـد که محل خروجی آن به رودخانه سـزار و ایسـتگاه راهآهن کشور در ۷۳ کیلومتری شهرسـتان خرم آباد منتهی می‌شود. این منطقه از نظر موقعیت جغرافیایی بین حـــد فاصل ″۸ ′۶ °۳۳ تا ″۰۰ ′۱۷ °۳۳ عرض شمالی و ″۱۴ ′۲۳ °۴۸ تا ″۴۸ ′۳۹ °۴۸ طول شـرقی واقع شده اسـت. محدوده حوزه از شمال به کوه سـفید و کوه کلا، از شمال شرق به کوه تاف، از شرق و جنوب شرق به رودخانه دز و کوه چلن، از جنوب به کوه سرور و از غرب به کوه هشتاد پهلو، محصور گردیده است. مساحت این حوزه با استفاده از نرم‌افزار ILWIS۳/۱[1] بالغ بر ۳۴۰/۰۷ کیلومتر مربع می‌باشد. ارتفاع بلندترین نقطه ۲۹۹۱ متر و ارتفاع محل خروجی آن در محل ایستگاه راه آهن کشور ۷۷۰ متر از سطح دریا می‌باشد. شکل -۱ موقعیت حوزه آبخیز نوژیان را نشان می‌دهد.

معرفی مدل MPSIAC

از میان مدل‌های تجربی که به ایران وارد شـده‌اند مدل PSIAC بیش از سـایر مدل‌ها مورد توجه قرار گرفته اسـت. این مدل از حدود ۳۰ سـال پیش به ایران وارد شـده و به اسـتناد اینکه در مدل مذکور تعداد بیشتری از عوامل مؤثر در رخداد فرسـایش لحاظ شـده و در ضمن نتایج حاصل از بکارگیری این مدل در چند حوزه آبخیز جواب مناسـبی داشته است مورد اسـتفاده قـرار گرفته و هنوز نیز مورد اسـتفاده قرار می‌گیـرد. مدل اولیه PSIAC توسـط Johnson و Gebhardt(۲۲) اصلاح شده و مدل اصلاحی با عنوان MPSIAC ارائه شـده اسـت (۱ ، ۸). در این مدل با نمره‌دهی به هر یک از عوامل نه‌گانه مؤثر بر رسوب‌دهی نسبت به برآورد کیفی و کمی‌تولید رسوب اقدام می‌شود. این عوامل شامل زمین‌شناسی سطحی، خاک، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری اراضی، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌باشند(۲۲).

برآورد تولید رسوب با استفاده از MPSIAC

پس از تعیین نه عامل در نظر گرفته شده در مدل MPSIAC، مجموع این نمرات (R)، درجه یا شـدت رسـوب‌دهی را مشـخص می‌کند (جدول ۲)، بعد از تعیین درجه رسـوبدهی برآورد تولید رسـوب با استفاده از مدل MPSIAC به‌وسیله رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

رابطه (۱)

$$Q_s = 18.6\, e^{0.0353R}$$

در این رابطه Qs میزان تولید رسـوب (m^3/km^2) و R درجه رسـوبدهی یا مجموع نمرات عوامل نه گانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در انجام این تحقیق از مواد و روش‌های زیر استفاده شده است.

الف- مواد

۱ -نقشه‌های پایه شامل نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ ارتش جمهوری اسـلامی‌ایران و سازمان نقشه‌برداری کشور، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سـال ۱۳۳۵ و ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۴۶ منطقه مورد مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای لندسـت- TM سـال ۱۳۷۷، نقشـه‌های زمین‌شناسـی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ سـازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت استفاده از اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مؤسسـه تحقیقات خـاک و آب وزارت جهاد کشـاورزی، آمار و و اطلاعات هواشناسـی تهیه شده از سازمان هواشناسی کشور و آمار هیدرومتری تهیه شده از شرکت توسعه منابع آب (تماب).

۲ - بسته‌های نرم‌افزاری۱/۳ ILWIS و V۲R

ب- روش تحقیق

بکارگیری این مدل با اسـتفاده از سیسـتم اطلاعات جغرافیایی CIS[2] مستلزم این است که برای هر عامل مؤثر در فرسایش لایه اطلاعاتی مربوطه تهیه شـود. لذا با اسـتفاده از نقشـه‌های پایه، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز شـامل زمین شناسی، خاک شناسی، آب و هوا، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری اراضی، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب تهیه گردید. سپس واحدهای همگن در هریک از لایه‌های اطلاعاتی از هم تفکیک و امتیاز هر واحد بر اسـاس روابط پیش‌بینی شـده در مدل MPSIAC به سیسـتم وارد گردید که نتایج در نقشه‌های۱ الی ۸ و جداول ۳ الی ۱۱ ارائه شده است. پس از وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی، از تلفیق آنها نقشـه واحد کاری با ۵۲۷ واحد بدسـت آمد. با توجه به اینکه در هر واحد کاری فاکتورهای لحاظ شده در مدل MPSIAC مشابه بوده و وزن هر کدام از آنها مشـخص است، می‌توان به‌سـادگی آنها را با هم جمع نموده و مقدار درجـه رسـوب‌دهی (R) را در هر واحد کاری محاسـبه کرد. یا به عبارتی

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱- روابط تعیین نمره عوامل نه‌گانه مدل Johnson (MPSIAC و Gebhardt، ۱۹۸۲)

ردیف	عامل	مهمترین خصوصیات موردنظر
۱	زمین‌شناسی سطحی Surface geology	y۱=x۱ ،x۱ شاخصی از فرسایش زمین‌شناسی که بر اساس خصوصیات سختی، هوازدگی، شکستگی و نوع سنگ از گزارش‌های زمین‌شناسی بدست میآید.
۲	خاک Soil	y۲=۱۶/۶۷x۲ ،x۲ ضریب فرسایش‌پذیری خاک (K) در معادله جهانی برآورد تلفات خاک (USLE) است
۳	اقلیم Climate	y۳=۰/۲x۳ ،x۳ مقدار بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله به میلی‌متر که از گزارش‌های هواشناسی بدست می‌آید.
۴	رواناب Runoff	x۴، y۴=۰/۲x۴ برابر با مجموع ارتفاع رواناب سالانه به میلی‌متر ضربدر ۰/۰۳ و دبی جریان اوج سالانه به متر مکعب در ثانیه در کیلومتر مربع ضربدر ۵۰ می‌باشد.
۵	پستی و بلندی Topography	y۵=۰/۳۳x۵ ،x۵ تندی شیب به درصد است
۶	پوشش زمین Ground cover	y۶=۰/۲x۶ ،x۶ برابر با درصد خاک لخت میباشد
۷	کاربری اراضی Land use	y۷=۲۰-۰/۲x۷ ،x۷ برابر با درصد تاج پوشش گیاهی است
۸	وضعیت فعلی فرسایش Upland erosion	y۸=۰/۲۵x۸ ،x۸ برابر با مجموع نمرات عامل سطحی خاک (SSF) است که از روش دفتر مدیریت اراضی آمریکا (BLM) بدست میآید
۹	فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب Channel erosion and sediment transport	y۹=۱/۶۷x۹ ،x۹ برابر با نمره فرسایش خندقی عامل سطحی خاک(SSF) است

وزن‌های سلولی (Pixels) هم مختصات را با هم ترکیب و تلفیق نمود، تا لایه جدیدی به نام لایه درجه رسوب‌دهی حاصل گردد. بدین ترتیب با جمع نمرات بدست آمده درجه رسوب‌دهی برای واحدهای کاری محاسبه گردید. سپس رسوب سالانه هر واحد برحسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال محاسبه و نقشه مربوطه (نقشه ۹) تهیه گردید. با احتساب وزن مخصوص رسوبات (در منطقه مورد مطالعه حدود g/cm^3 ۱/۶ رسوب ویژه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال بدست آمد. پس از تهیه نقشه میزان رسوب‌دهی حوزه، با انداختن لایه مرز زیرحوزه‌ها برروی این نقشه،درجه رسوب‌دهی و رسوب ویژه هر یک از واحدها محاسبه گردید. نتایج مربوط به

جدول ۲- کلاسهای فرسایش و شدت رسوب‌دهی در مدل MPSIAC

کلاس فرسایش و رسوب‌دهی	رسوب‌دهی(m^3/km^2)	امتیاز (R)
خیلی زیاد	>۱۴۲۹	>۱۰۰
زیاد	۴۷۶-۱۴۲۹	۷۵-۱۰۰
متوسط	۲۳۸-۴۷۶	۵۰-۷۵
کم	۹۸-۲۳۸	۲۵-۵۰
جزئی	<۹۵	۰-۲۵

محاسبات ضریب رسوب‌دهی، مقادیر تولید رسوب و شدت رسوب‌دهی در جدول۱۲ و شکل ۲ ارائه شده است.

تعیین رسوب اندازه‌گیری شده مربوط به منطقه تحقیق

برای دستیابی به مقدار رسوب مبنا، جهت مقایسه نتایج حاصل از برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل انتخابی، اقدام به بررسی داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل نمونه‌های رسوب مواد معلق در ایستگاه کشورگردیده است. بر مبنای میزان غلظت مواد رسوبی کلیه نمونه‌های برداشت شده از سال ۱۳۴۷ در ایستگاه هیدرومتری یاد شده و تبدیل این غلظتها به وزن مواد رسوبی روزانه، اقدام به تعیین روابط بین مواد رسوبی و دبی متوسط روزانه گردیده است. که نتیجه در شکل ۳ در قالب تغییرات مقدار رسوب معلق نسبت به تغییرات دبی نشان داده شده است. تحلیل شکل ۳ حاکی از این است که تغییرات دبی رسوب در محدوده‌های مختلف دبی آب یکسان نبوده و کلاً شدت تغییرات رسوب‌دهی رودخانه غیرخطی و تقریباً نمایی می‌باشد. به طوری که روابط بین دبی آب و دبی رسوب در آبخیز نوژیان بر اساس متوسط میزان رسوب روزانه به شرح زیر می‌باشد.

الف- برای دبی‌های کمتر از ۳/۶ m^3/s

$$Qs=11/28 .Qw^{1/5753} \quad (2)$$

ب- برای دبی‌های مساوی یا بیشتر از ۳/۶ m^3/s و مساوی یا کمتر m^3/s

Archive
www.SID.ir

جدول ۳- امتیاز عامل زمین شناسی سطحی در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

نوع سازند	آسماری	امیران	بنگستان	گورپی	گچساران	کشکان	تلهزنگ	رسوبات آبرفتی
امتیاز	۴	۹	۸/۵	۹	۱۰	۸	۵	۱

جدول ۴- امتیاز عامل خاک در واحدهای خاکی در زیر حوزهای آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل اقلیم	۴	۴	۴	۴	۴	۴

۵۰/۸۸

$Qs=۴/۲۷ .Qw^{۲/۳۳۳۳}$ (۳)

ج- برای دبی‌های بیشتر از ۵۰/۸۸ m^3/s

$Qs=۵۱۷/۹۳ Qw^{۱/۱۱۲۲}$ (۴)

شایان ذکر است که در روابط فوق Qs: میزان رسوب (t/day) و Qw: میزان دبی آب (m^3/s) می‌باشد. بر این اساس، برای برآورد میانگین دراز مدت رسوب روزانه، سالانه و رسوب ویژه ایستگاه رسوب‌سنجی کشور، از داده‌های دبی روزانه با در نظر گرفتن روابط شدت رسوب‌دهی حاصل از نمونه‌های برداشت شده به شرح بیان شده در روابط ۲ تا ۴ استفاده شده است. بر این اساس مشخص شده است که مقدار بار رسوب معلق ثبت شده در این ایستگاه طی دوره آماری سی‌ساله بالغ بر ۲۰۳۱۰۲۵۵ تن بوده که با افزایش میزان ۲۰٪ بار کف معادل ۴۰۶۲۰۵۱ تن، میزان رسوب کل بالغ بر ۲۴۳۷۲۳۰۶ تن می‌باشد (جدول ۱۳) به این ترتیب با احتساب دوره آماری ۳۰ ساله میانگین رسوب سالیانه حوزه آبخیز بالغ بر ۸۱۲۴۱۰ تن است، که معادل ۲۳۸۹ تن در کیلومتر مربع در سال می‌باشد. از این‌رو، مقدار ذکر شده به عنوان مقدار مبنا برای مقایسه نتایج برآورد فرسایش و رسوب مدل انتخابی قلمداد شده است.

مقایسه رسوب برآورد شده به روش MPSIAC با آمار رسوب

همانطور که قبلاً بیان گردید بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های رسوب‌سنجی بار رسوب معلق خارج شده از حوزه طی یک دوره سی‌ساله بالغ بر ۲۴۳۷۲۳۰۶ تن بوده است. به این ترتیب میانگین رسوب سالیانه حوزه ۸۱۲۴۱۰ تن بوده است که با احتساب ۳۴۰ کیلومترمربع مساحت منطقه مورد مطالعه مقدار رسوب تولیدی در واحد سطح حوزه آبخیز معادل ۲۳۸۹ تن در کیلومتر مربع در سال می‌باشد.

نتایج جدول (۱۲) نشان می‌دهد که رسوب تخمینی در مدل MPSIAC برابر ۳/۴۸۹۳۷۲ t/y برآورد گردیده است که برابر ۰/۶۲ آمار رسوب مشاهده‌ای است.

با توجه به مقدار رسوب برآورد شده با استفاده از مدل MPSIAC (جدول ۱۳) و شکل -۴ ملاحظه می‌گردد که مقدار رسوب برآورد شده حدود ۳۲۳۰۳۸ تن کمتر از مقدار رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه رسوب‌سنجی می‌باشد به عبارت دیگر اختلاف به دست آمده معادل ۳۹/۷۶ درصد می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

بدیهی است نتیجه به دست آمده را نمی‌توان به سادگی و با اطمینان به مفهوم رد یا تأیید دقت یا عدم دقت کاربرد مدل مورد بحث قلمداد نمود. زیرا مدل MPSIAC در کشوری با شرایط اقلیمی و ویژگی‌های زمین محیطی متفاوت ابداع شده‌است. بنابراین ضرایب و عوامل لحاظ شده در این مدل به احتمال زیاد با شرایط ایران سازگاری و مطابقت کامل ندارد. به عنوان مثال، با توجه به تنوع سازندهای زمین شناسی جدول ارائه شده برای تعیین امتیاز عامل زمین شناسی سطحی پاسخگوی نیازها نمی‌باشد. علاوه بر این، بیشتر روابط رگرسیونی ارائه شده در مدل MPSIAC نیز به‌صورت خطی است، در حالی که مسئله خطی بودن رابطه بین فرسایش و عوامل لحاظ شده در مدل نمی‌تواند با توجه به اصول و مفاهیم ثابت شده در مورد پدیده فرسایش درست باشد. به عنوان مثال، مقدار فرسایش خاک با درجه شیب زمین رابطه خطی ندارد، بلکه این رابطه به‌صورت نمایی است (۸). همچنین در مدل MPSIAC برای تعیین عامل خاک از ضریب فرسایش‌پذیری خاک (K) در معادله جهانی تلفات خاک استفاده می‌شود که در آن تأثیر سنگ و سنگ‌ریزه در فرسایش‌پذیری مدنظر قرار نمی‌گیرد. در حالی که این خصوصیت می‌تواند در مناطقی که دارای خاک‌های سنگ و سنگریزه‌دار می‌باشند اثر قابل توجهی بر کاهش میزان فرسایش‌پذیری خاک داشته باشد (۶).

از طرف دیگر شاخص‌هایی که در مدل MPSIAC برای اقلیم (مقدار بارش ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله) و رواناب (ارتفاع رواناب سالانه و

Archive of SID
www.SID.ir

دبی جریان اوج سالانه) در نظر گرفته شده است تنها برای مناطق دارای رژیم بارانی مناسب بوده و منطبق با شرایط آب و هوای دارای رژیم های برفی و بارانی نیست (۶). در آبخیز نوژیان به دلیل ریزش برف به‌ویژه در اواخر فصل پاییز و در طول زمستان و ماندگاری برف در مناطق کوهستانی تا اواسط فصل بهار که مستند بر آمار هواشناسی منطقه است، به طور معمول سیلاب‌های شدید و رواناب‌های پرحجم در اثر ذوب برف و ریزش بارندگی در مواقعی که زمین پوشیده از برف است حاصل می‌شوند. بدیهی است در چنین شرایطی نمی‌توان انتظار داشت که به‌کارگیری این مدل دارای نتیجه مطلوب باشد. به‌همین دلیل استفاده از این مدل موجب برآورد مطلوبی از وضعیت فرسایش و تولید رسوب درآبخیز نگردیده است. علاوه بر این درصد تاج پوشش گیاهی به‌عنوان شاخص کاربری اراضی در نظر گرفته شده است. ولی این شاخص تنها برای اراضی مرتعی مناسب بوده و برای سایر کاربری‌ها از جمله جنگل و اراضی کشاورزی که دارای ویژگی‌های خاصی از نظر تاج پوشش گیاهی هستند، مناسب نیست (۱). در آبخیز نوژیان با توجه به وجود پهنه‌های تحت پوشش جنگل و گستره اراضی زراعی، این موضوع در عدم برآورد مطلوب فرسایش و رسوب بی تأثیر نبوده است. افزون بر این در مناطق سنگلاخی و سنگ و سنگریزه‌دار که درصد خاک لخت و پوشش گیاهی کم است عامل کاربری نمی‌تواند منعکس کننده تأثیر این عامل در رخداد فرسایش باشد. زیرا در چنین مناطقی خاک لخت و قابل فرسایش زیاد وجود نداشته و پوشش سنگ و سنگریزه‌ای زمین را پوشانده است. به دلیل محافظت خاک توسط سنگ و سنگریزه امکان رخداد فرسایش و تولید رسوب بسیار کم است (۸). نتیجه حاصل از مطالعات خاک‌شناسی و ژئومورفولوژی آبخیز نوژیان مبین این است که در این آبخیز به دلیل وجود رخنمون‌های سنگی و وضعیت زمین شناسی، سطح زمین در اغلب نقاط پوشیده از سنگ و سنگریزه بوده که مانع از رخداد فرسایش توسط بارندگی‌ها و رواناب‌های سطحی می‌شود. از اینرو، عدم لحاظ این موضوع در مدل MPSIAC یکی دیگر از دلایل نامناسب بودن این مدل در برآورد فرسایش و تولید رسوب در مناطق مشابه می‌تواند باشد.

در مدل MPSIAC برای محاسبه عامل فرسایش رودخانه‌ای از عامل فرسایش خندقی استفاده می‌شود. این مسئله دارای دو اشکال عمده شامل محاسبه مضاعف عامل فرسایش خندقی در مدل و منظور نشدن میزان واقعی فرسایش رودخانه‌ای و سهم آن در تولید رسوب است (۸، ۱۰).

اشکال دیگری که بر مدل MPSIAC وارد است، منظور نشدن رسوبات ناشی از زمین لغزشها، خزش، ریزش و در کل حرکت توده‌ای خاک است (۹، ۲۴). بررسی‌های به عمل آمده در حوزه آبخیز نوژیان نشان می‌دهد که ۲۹/۳ درصد آبخیز نوژیان دارای رخساره لغزشی است که سهم قابل ملاحظه‌ای در تولید رسوب منطقه مورد مطالعه دارد (۱۶)، که در برآورد فرسایش و تولید رسوب در مدل MPSIAC مد نظر قرار نمی‌گیرد.

بنابراین علت عدم تطبیق مقادیر فرسایش و رسوب برآورد شده با استفاده از مدل MPSIAC با آمار رسوب اندازه‌گیری شده ممکن است ناشی از دلایل زیر باشد.

۱ - به‌کارگیری مدل تجربی MPSIAC با ضرایب و جداول خاص مربوط به آنها که حاصل شرایط و ویژگی‌های ابداع آنها است، در اکثر موارد کفایت نیازها را ننموده و با خصوصیات سایر مناطق تطبیق نمی‌نماید. به نحوی که در مناطقی که از ضرایب و جداول کالیبره نشده استفاده گردیده نتایج حاصله رضایت بخش نبوده است (حکیمخانی، ۱۳۸۱).

۲ -عدم انجام اندازه‌گیری‌های کافی، دقیق و مستمر در ایستگاه‌های رسوب‌سنجی. به طور مثال در اکثر ایستگاه‌های رسوبسنجی به دلیل نمونه‌گیری غیر خودکار در طول شب و حتی روز در مواقع سیلابی، داده‌ها نمونه جامع و فراگیری از جامعه آماری نمی‌توانند باشند. به همین دلیل افزون بر عدم اندازه‌گیری بار کف، داده‌های رسوب معلق نیز در اغلب موارد نمی‌تواند منجر به آگاهی کامل مقدار رسوبات خارج شده از حوزه‌های آبخیز باشد. علاوه بر این قسمت عمده رسوب ممکن است توسط چند سیل بزرگ حمل شود که در بسیاری از موارد به استناد آمارهای رسوب‌سنجی موجود در کشور از جمله داده‌های رسوب‌سنجی آبخیز نوژیان، در موقع بروز سیلاب از حمل رسوب نمونه‌برداری نمی‌شود. بنابراین نمونه‌های

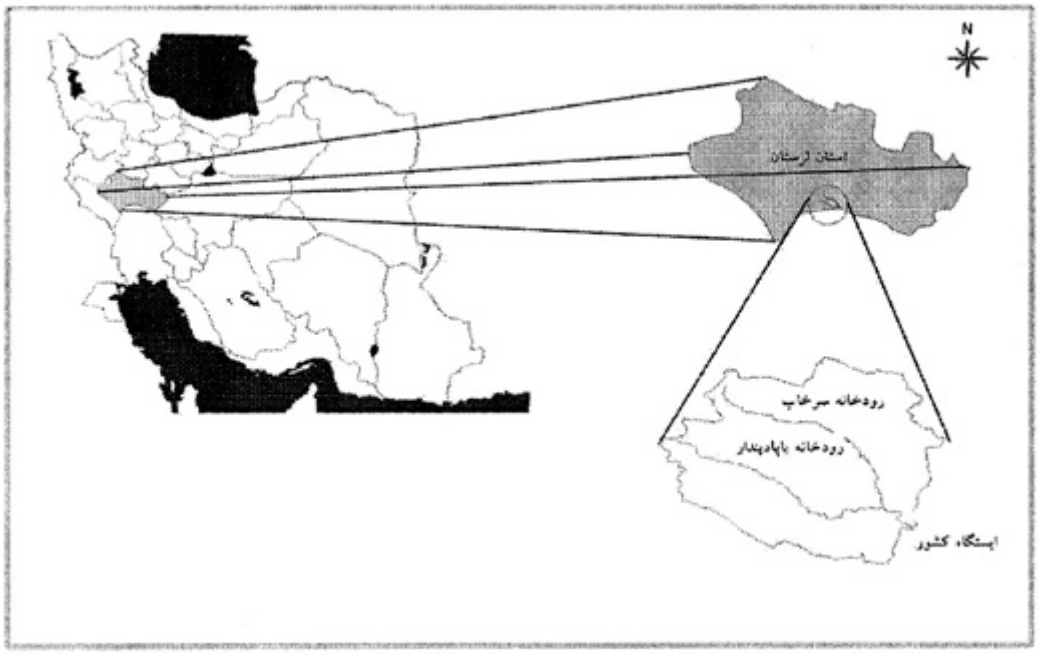
جدول ۵- امتیاز عامل اقلیم در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

واحدهای خاک	واحد ۱	واحد ۲	واحد ۳	واحد ۴	واحد ۵	واحد ۶	واحد ۷	واحد ۸	واحد ۹	واحد ۱۰
نمره عامل خاک	۲/۵۰۰۵	۳/۸۸۴۱	۲/۷۵۰۵	۲/۹۸۳۹	۳/۵۵۰۷	۳/۰۰۰۶	۲/۷۹۲۲	۲/۹۸۳۹	۲/۸۹۳	۳/۳۳۴۰

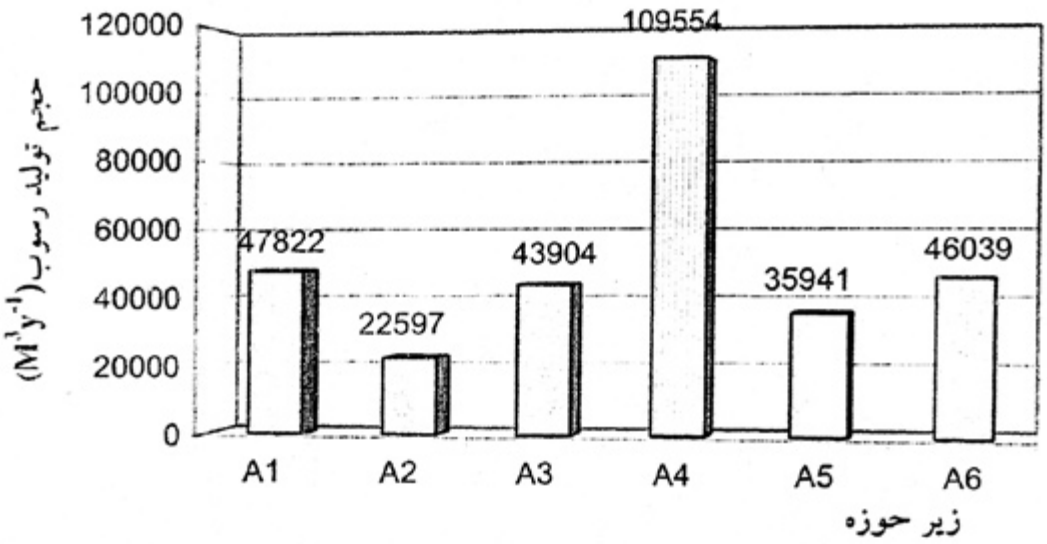
جدول ۶- امتیاز عامل رواناب در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل رواناب	۷/۶۸۸	۷/۴۴۵	۷/۲۷۳	۷/۹۵۸	۷/۶۹۴	۷/۵۲۰

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۱- موقعیت حوزه آبخیز نوژیان



شکل۲- نمودار مقادیر تولید رسوب در هر یک از زیرحوزه‌های آبخیز نوژیان با استفاده از مدل MPSIAC

www.SID.ir

موجود نمی‌توانند معرف شرایط سیلابی و مجموع روند حمل رسوبات باشند. بدیهی است این موضوع موجب عدم امکان ارزیابی صحیح و دقیق مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب می‌شود.

۳ - داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای اجرا کردن مدل ممکن است از اعتبار کافی برخوردار نباشد. به عنوان مثال استفاده از نقشه‌های با مقیاس نامناسب به‌ویژه کوچک نقش تعیین کننده‌ای در دقت برآوردها دارد. از آنجا که برای تهیه بعضی از لایه‌های موردنیاز، از نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استفاده شده است که عملاً امکان اصلاح آنها با استفاده از عکس‌های هوایی و یا حتی بازدیدهای میدانی وجود ندارد. بنابراین ممکن است واحدهای کوچکتری در حوزه وجود داشته باشند که در نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ امکان نمایش آنها وجود نداشته، ولی در عین حال تأثیر زیادی در تولید رسوب داشته‌اند.

۴ - برای تعیین صحیح امتیازهای مربوط به هر یک از عوامل لحاظ شده در مدل MPSIAC به وجود افرادی با تخصص‌های مختلف از جمله زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، هیدرولوژی، پوشش گیاهی و فرسایش و رسوب نیاز می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دقت و صحت مقادیر فرسایش و تولید رسوب برآوردی با استفاده از مدل مورد بحث بستگی کامل به تخصص، مهارت و تجربه افرادی دارد که از این مدل استفاده می‌نمایند.

با شرح مطالب فوق آنچه که می‌تواند قابل ذکر باشد این است که بخش اعظم خطا و اشتباه۶ در برآورد رسوب توسط مدلMPSIAC مربوط به عدم کالیبره شدن آن در شرایط مختلف ایران از جمله حوزه آبخیز نوژیان می‌باشد. از این‌رو ضرورت دارد چنین مدل‌هایی قبل از به‌کارگیری در برنامه‌های کنترل فرسایش، آبخیزداری وکنترل رسوب کالیبره شوند. به طوری که تنها در این صورت است که می‌توان اقدام به واسنجی مدل نمود و صحت و دقت مدل را مورد ارزیابی قرار داد. بنابراین با توجه متفاوت بودن نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده در مورد واسنجی مدل MPSIAC و با استناد به نتایج تحقیق حاضر، استفاده از این مدل به‌صورت گسترده نمی‌تواند از نظر علمی‌قابل توجیه باشد. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که آنچه که در زمینه ارزیابی مدل‌های تجربی فرسایش و رسوب آنهم در قالب پایان نامه‌های کارشناسی ارشد در زمینه معرفی مناسب‌ترین مدل انجام شده است نمی‌تواند چندان قابل اعتماد باشد.

پاورقی‌ها

1- Integrated Land and Water Information System.

2- Geographic Information System.

منابع مورد استفاده

۱ - احمدی، حسن. ۱۳۷۴؛ ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول (فرسایش آبی)، انتشارات دانشگاه تهران.

۲ - اسدی، سید مجتبی. ۱۳۷۴؛ بررسی کاربرد روش PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب زیرحوزه B۲ آبخیز سد زاینده‌رود اصفهان با بهره‌گیری از روش کیفی ژئومورفولوژی، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران.

۳ - باقرزاده کریمی، مسعود. ۱۳۷۲؛ بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک‌های سنجش از دور و GIS در مطالعات فرسایش خاک، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تربیت مدرس.

۴ - بیات، رضا. ۱۳۷۸. بررسی کارایی مدل‌های MPSIAC و E.P.M در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان رود به کمک GIS، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران.

۵ - پاکپرور، مجتبی. ۱۳۷۴؛ ارزیابی روش‌های PSIAC و E.P.M در برآورد رسوب و تعیین پراکنش فرسایش در قسمتی از حوزه سد لتیان، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران.

۶ - حکیم‌خانی، شاهرخ. ۱۳۸۱؛ مروری بر مطالعات و پایان‌نامه‌های انجام شده بر روی مدل تجربیPSIAC در ایران و بررسی ایرادهای وارده بر آنها و تهیه دستورالعمل استفاده از آن، (سمینار دوره دکتری آبخیزداری)، دانشگاه تهران.

۷ - رزمجو، پیمان. ۱۳۷۹؛ بررسی کارایی روش PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب در سه حوزه آبخیز سدهای کرج، لار و لتیان، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۸ - رفاهی، حسینقلی. ۱۳۷۵؛ فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.

۹ - زکی‌زاده، حمید رضا ۱۳۷۳؛ بررسی عوامل مؤثر در حرکت توده‌ای حوزه آبخیز دریاچه ولشت و نحوه پیشگیری و کنترل آن، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۰ - سبحانی، بهمن. ۱۳۷۶؛ تجزیه و تحلیل قابلیت رسوب‌دهی حوزه آبخیز آقلاقانچای، با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۱ - سرخوش، احمد. ۱۳۷۵؛ بررسی کارایی مدل MUSLE در برآورد رسوب و مقایسه آن با مدل MPSIAC در حوزه آبخیز درکه، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران.

۱۲ - شیخ‌حسنی، حسین. ۱۳۷۴؛ بررسی پتانسیل تولید رسوب در واحدهای فرسایشی حوزه آبخیز سد مخزنی طالقان، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳ - صارمی، حسین. ۱۳۷۴؛ بررسی پتانسیل فرسایش و رسوب حوزه مرکزی سد درودزن با استاده از مدل‌های تجربی و ریاضی، (پایان نامه کارشناسی ارشد)، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد نجف آباد.

۱۴ - طهماسبی‌پور، ناصر. ۱۳۷۳؛ کاربرد و ارزیابی مدل جدید پسیاک (MPSIAC) برای تهیه نقشه فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز جاجرود (لوارک) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۵ - فرجی، محمد. ۱۳۷۳؛ بررسی رابطه شدت فرسایش و تولید رسوب با واحدهای ژئومورفولوژی (کیفی) و روشهای PSIAC و E.P.M در حوزه بابا احمدی خوزستان، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

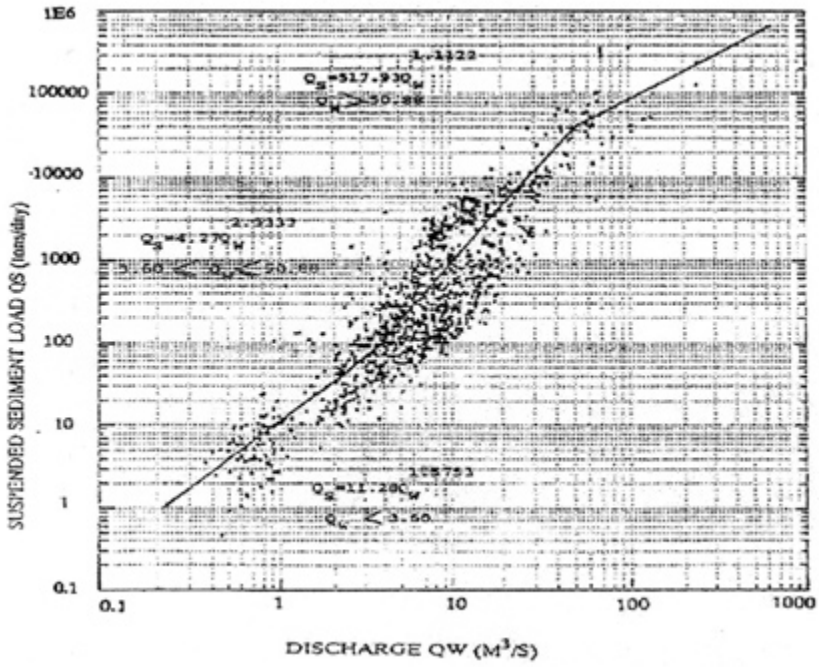
۱۶ - فرهادی‌نژاد، طاهر. غیومیان، جعفر. شریعت رضوی، محسن. ۱۳۸۱؛ ارزیابی خطر زمین لغزش در حوزه نوژیان (سرخاب). با استفاده از GIS، طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان لرستان.

۱۷ - قادری چوکانلو، حسن. ۱۳۷۷؛ برآورد میزان فرسایش و تخمین بار رسوب با استفاده از مدل‌های تجربی در حوزه آبخیز قزلقان، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

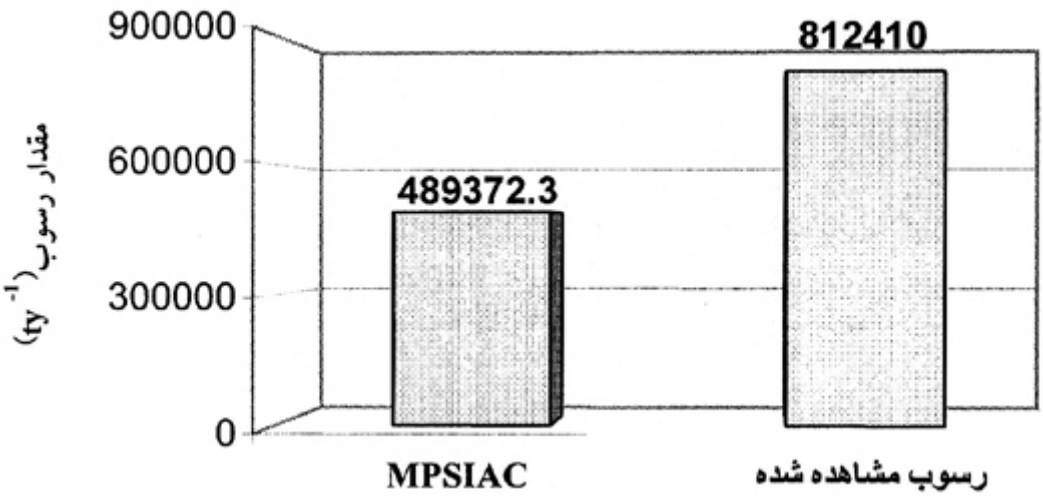
۱۸ - نبی لشکریان، سعید. ۱۳۷۹؛ بررسی اثرات کاربری اراضی در فرسایش خاک و رسوب‌دهی حوزه آبخیز ماسوله رودخانه در گیلان، (پایان‌نامه

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- نمودار شدت غلظت مواد رسوبی (t/day) نسبت به تغییرات آبدهی (m۳/s) در ایستگاه کشور



شکل ۴- نمودار مقایسه رسوب برآورد شده از مدل MPSIAC با آمار رسوب اندازه‌گیری شده

www.SID.ir

جدول ۷- امتیاز عامل شیب در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل شیب	۱۴/۰۳	۱۳/۹۲	۱۵/۶۷	۱۲/۲۵	۱۲/۰۱	۱۲/۱۳

جدول ۸- امتیاز عامل پوشش زمین در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل پوشش زمین	۴/۵	۲/۶	۱۶	۱۸	۱۳	۷

جدول ۹- امتیاز عامل استفاده از اراضی در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل استفاده از اراضی	۱۶/۰۸	۱۴/۰۶	۱۷/۲۱	۱۷/۸۸	۱۶/۱۸	۱۵/۶۳

جدول ۱۰- امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش	۱۹/۷۵	/۲۵ ۱۷	۲۲	۲۲/۵	۲۱/۵	۱۹/۲۵

جدول ۱۱- امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب در زیر حوزه‌های آبخیز نوژیان

زیر حوزه	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
امتیاز عامل فرسایش رودخانهای و حمل رسوب	۲۵/۰۵	۲۱/۷	۲۳/۳	۲۵	۲۱/۳	۲۱/۳

www.SID.ir

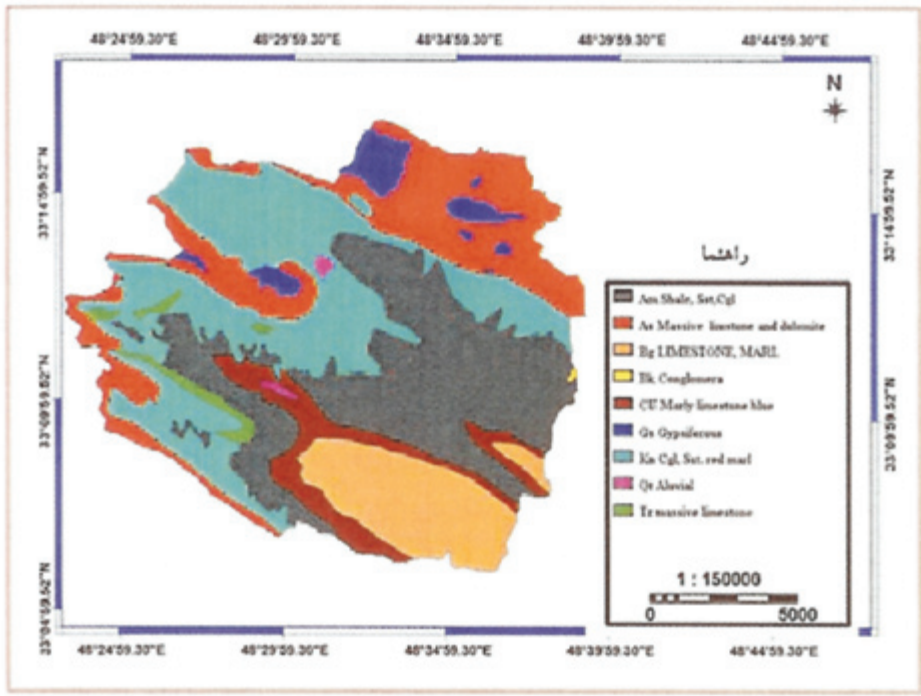
جدول۱۲- اطلاعات مربوط به محاسبه ضریب رسوب‌دهی و تولید رسوب با استفاده از مدل MPSIAC در زیر حوزه‌های منطقه مورد مطالعه

زیر حوزه	R	مساحت (ha)	مساحت (km)	Qs(m³/km²)	Qs(t/ha)
A۱	۹۹/۸۰	۷۰۶۶/۹۲	۷۰/۶۶۹۲	۶۷۵/۱۰	۱۰/۸۲
A۲	۸۸/۲۰	۵۰۷۸/۰۵	۵۰/۷۸۰۵	۴۴۵/۲۷	۷/۱۲
A۳	۱۱۲/۷۸	۴۰۰۲/۳۳	۴۰/۰۲۳۳	۱۰۷۸/۴۳	۱۷/۲۵
A۴	۱۲۲/۸۵	۷۲۲۷/۸۲	۷۲/۲۷۸۲	۱۵۴۹/۹۰	۷۹/۲۴
A۵	۱۰۸/۴۰	۳۸۱۵/۶۴	۳۸/۱۵۶۴	۹۲۰/۶۲	۱۴/۷۲
A۶	۹۹/۸۲	۶۸۱۶/۶۹	۶۸/۱۶۶۹	۶۷۶/۱۲	۱۰/۸۲
کل حوزه	۱۰۵/۴۰	۳۴۰۰۷/۴۵	۳۴۰/۰۷۴۵	۸۹۹/۵۲	۱۴/۳۹

جدول ۱۳- مقدار رسوب سالیانه ثبت شده در ایستگاه کشور طی دوره آماری۱۳۴۲ لغایت ۱۳۷۲

سال آبی	مجموع آورد سالیانه (t)	وزن رسوب (t/km۲)
۴۲-۴۳	۵۱۸۷۰۳	۱۵۲۶
۴۳-۴۴	۳۴۹۸۶۴	۱۰۲۹
۴۴-۴۵	۹۸۱۷۵۶	۲۸۸۸
۴۵-۴۶	۶۷۵۸۶	۱۹۹
۴۶-۴۷	۴۹۲۱۹۵	۱۴۴۸
۴۷-۴۸	۱۵۸۳۷۶۱	۴۶۵۸
۴۸-۴۹	۲۵۵۳۱	۷۵
۴۹-۵۰	۸۴۴۶۸۲	۲۴۸۴
۵۰-۵۱	۱۶۷۹۲۱۱	۴۹۳۹
۵۱-۵۲	۲۹۵۲۵۲	۸۶۸
۵۲-۵۳	۷۱۹۲۰۸	۲۱۱۵
۵۳-۵۴	۱۸۹۹۲۴	۵۵۹
۵۴-۵۵	۵۷۲۵۸۱	۱۶۸۴
۵۵-۵۶	۹۲۳۸۸	۲۷۲
۵۶-۵۷	۲۶۸۹۹۷	۷۹۱
۵۷-۵۸	۲۴۳۴۴۰	۷۱۶
۵۸-۵۹	۶۳۳۹۸۵	۱۸۶۵
۵۹-۶۰	۵۷۱۶۳۸	۱۶۸۱
۶۰-۶۱	۱۴۳۹۸۴	۴۲۳
۶۱-۶۲	۱۴۶۹۵۰	۷۲۶
۶۲-۶۳	۶۵۵۲۲	۱۹۳
۶۳-۶۴	۴۵۱۷۱۲	۱۳۲۹
۶۴-۶۵	۸۷۸۷۰۱	۲۵۸۴
۶۵-۶۶	۱۰۲۶۹۲۶	۳۰۲۰
۶۶-۶۷	۳۵۹۳۹۷۶	۱۰۵۷۱
۶۷-۶۸	۴۴۸۷۹۸	۱۳۲۰
۶۸-۶۹	۷۴۷۴۴۳	۲۱۹۸
۶۹-۷۰	۲۸۷۳۰۶	۸۴۵
۷۰-۷۱	۱۱۷۴۴۰۸	۳۴۵۴
۷۱-۷۲	۱۱۱۳۸۱۹	۳۲۷۶

www.SID.ir



نقشه ۱- زمین شناسی حوزه آبخیز نوژیان

Archive

کارشناسی ارشد)، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۹ - نیکجو، محمد رضا. ۱۳۷۴؛ ارزیابی کاربرد مدل PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز دریانچای، (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

20- Hadley, R. F.1984.,Measuring and predicting soil erosion. In, R. F. Hadley and D. E. Walling, (Eds), Erosion and sediment yields some methods of measurement and modeling. GeoBooks, Norwich. UK, P. 1-14.

21- Hadley, R. F ., Lal, R., Onstad, C. A., Walling, D. E., Yair, A. 1985.,Recent development in erosion and sediment yield studies, UNESCO, Paris, 127P.

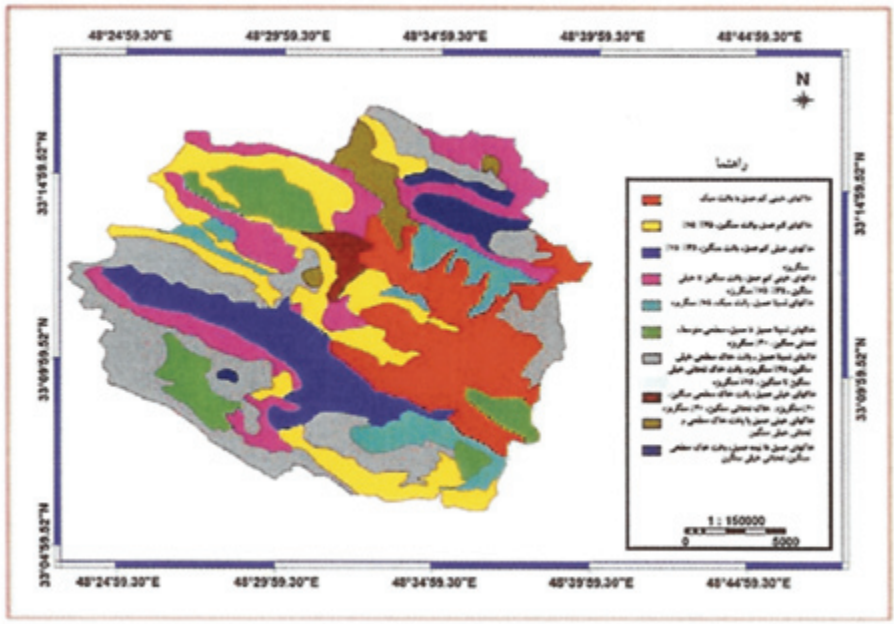
22- Johnson, C.W and Gebhardt, K. A .1982., Predicting sediment yields from rangelands. In proceedings of workshop on estimating erosion and sediment yield on rangelands, Tucson, Arizona, March 1981 US Department of Agriculture, Agriculture Reviews and Manuals, Western Series , No. 26, P. 145-146.

23- Onstad, C. A.1984., Modeling of sediment yield . In: Hadley, R. F. and D. E. Walling, (Eds), Erosion and sediment yield: some methods of measurement and modeling. GeoBooks, Norwich. P. 71-89.

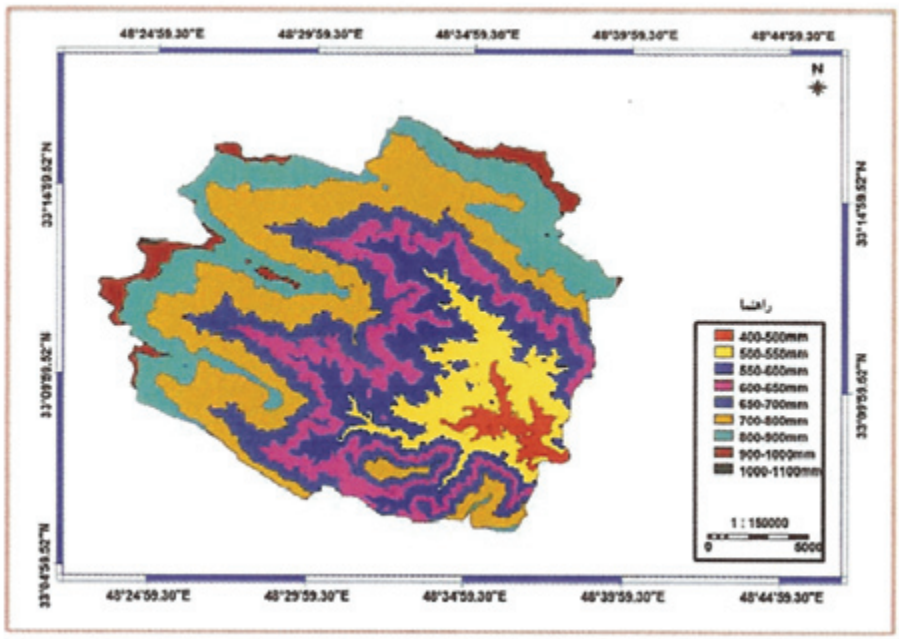
24- Satterland, R. J.1972., Wild land Watershed Management. The Ronald Press Company. New York. 370PP.

25- Waliing, D. E., Webb, B. W.1988., The reliability of rating curve estimate of suspended sediment yield: Some further comments. In: Sediment Budgets (Pro. Of Porto Symp. Dec. 1988) IAHS Pub., No. 174, pp. 337-350.

www.SID.ir

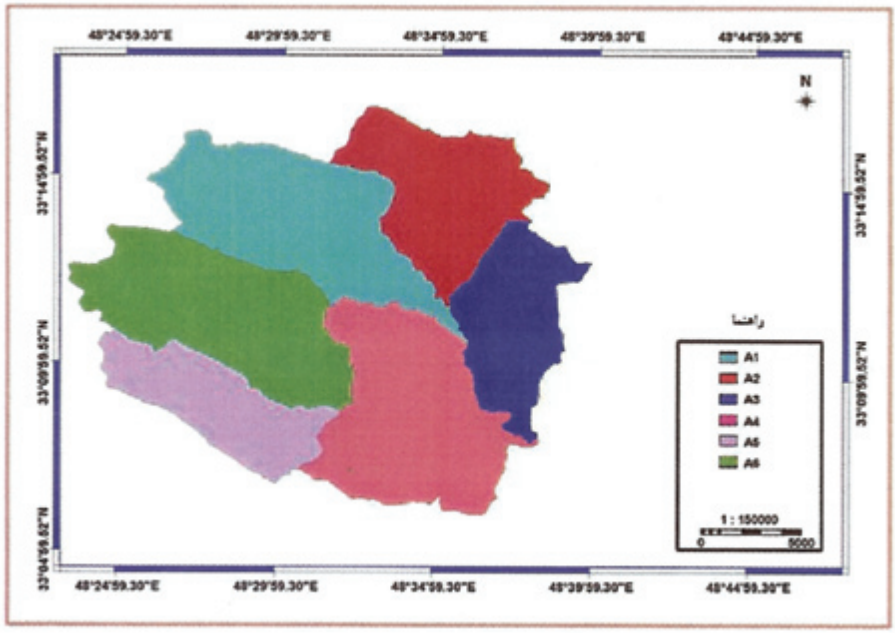


نقشه ۲- خاک شناسی حوزه آبخیز نوژیان

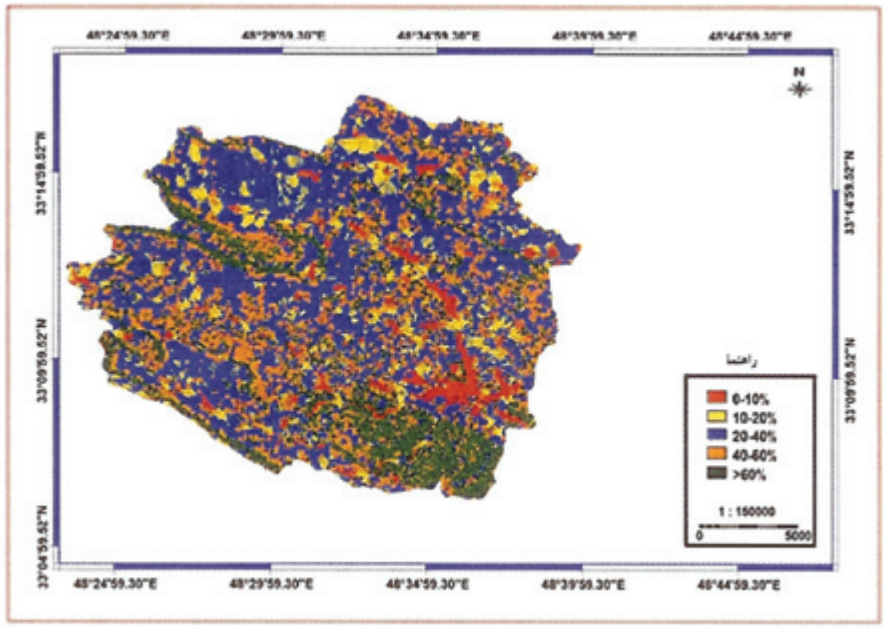


نقشه ۳- خطوط هم باران حوزه آبخیز نوژیان

www.SID.ir

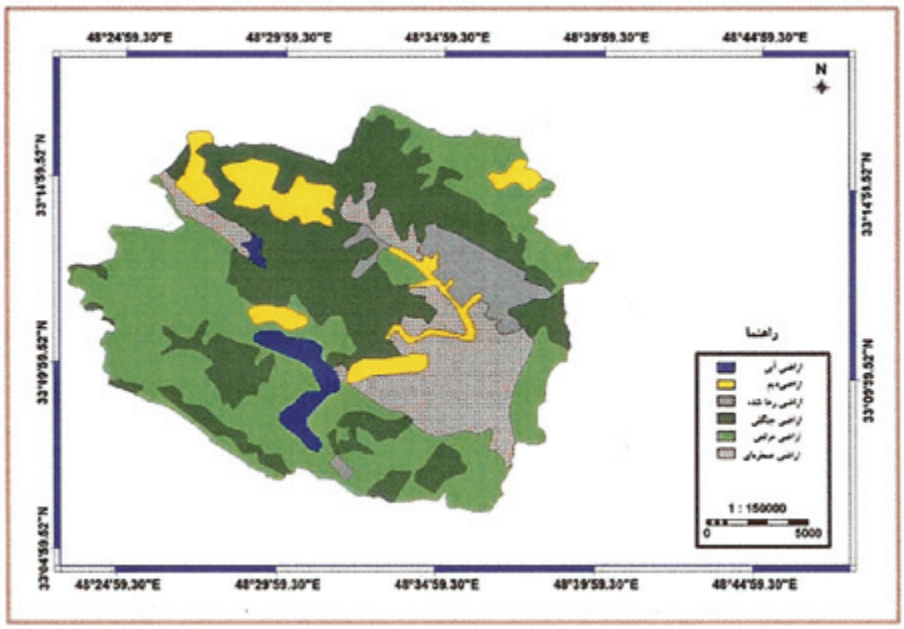


نقشه ۴- واحدهای هیدرولوژیک حوزه آبخیز نوژیان

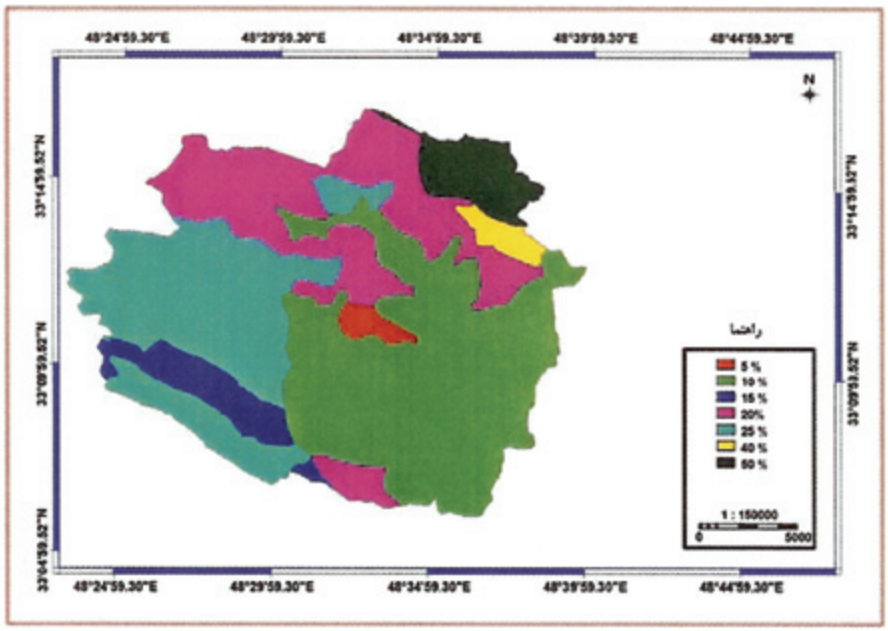


نقشه ۵- شیب حوزه آبخیز نوژیان

www.SID.ir



نقشه ۶- استفاده از اراضی حوزه آبخیز نوژیان



نقشه ۷- درصد پوشش گیاهی حوزه آبخیز نوژیان

www.SID.ir