

استفاده از تکنیک های سنجش از راه دور در ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل

MPSIAC در حوزه آبخیز آزاد رود

فرشاد میردار هریجانی آزهارا چتر سیماب²

۱: کار شناس ارشد آبخیزداری، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیز داری

۲: کار شناس ارشد خاکشناسی، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیز داری

چکیده :

در زمینه فرسایش و عرضه رسوب با استفاده از داده های دورسنجی در ایران مطالعات کمی صورت گرفته است. با استفاده از داده های ماهواره ای لندست ETM+ و تصحیح هندسی تصاویر با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه ، از باند ۷ برای تهیه لایه زمین شناسی، و از شاخص NDVI برای تهیه شاخص پوشش ، از اکستنشن Arc CN برای به دست آوردن CN و نهایتا استخراج عامل چهارم و ترکیب باندی ۴۳۲ برای تهیه نقشه کاربری اراضی و تهیه عامل های ۶ و ۷ استفاده شد. برای ارزیابی فرسایش سطحی و رودخانه ای از روش BLM استفاده شد.

با انالیز این داده ها ، میزان رسوب ویژه با روش MPSIAC ، حدود ۱.۳۱ تن در هکتار در سال ارزیابی گردید. که حدود ۱.۷ برابر رسوب اندازه گیری شده توسط ایستگاه هیدرومتری می باشد. اختلاف اندکی بین نتایج حاصله از داده های ماهواره ای و آمار ایستگاه هیدرومتری ، ملاحظه می شود.

در نتیجه استفاده از داده های ماهواره ای علاوه بر سرعت بالا، از میزان هزینه زمانی و مالی نیز می کاهد، لذا استفاده از داده های ماهواره ای در ارزیابی فرسایش و رسوب در حوزه ها پیشنهاد می شود.

کلید واژه : فرسایش و رسوب، تصاویر ماهواره ای، سیستم اطلاعات جغرافیایی، آزاد رود

زمین به عنوان یکی از منابع قابل دسترس بشر برای ادامه حیات، پدیده ای پویا و در حال تغییر است. جهت دادن این تغییرات به سمت و سوی مطلوب انسان ها همیشه و در همه حال ممکن نیست. فرسایش خاک یکی از همین تغییرات طبیعی است که امروزه به علت استفاده نابخردانه از اراضی توسط انسانها از وضعیت کند و طبیعی خود خارج شده و حالتی سریع و تشدید شونده یافته است. تأثیرات مستقیم فرسایش خاک بر زندگی انسانها به اشکال مختلفی خودنمایی می کند. از دسترس خارج شدن اراضی جنگلی، مرتعی و زراعی و کاهش بازده آنها، تشدید امکان بروز سیل، زمین لغزه و انباشتگی از رسوبات و در نهایت برگشت ناپذیری برخی از این صدمات نمونه ای از این تاثیرات نامطلوب است.

منابع زمینی و هواشناسی با سنجنده ها و اهداف گوناگون که در طول موج های مختلف و با قدرت تفکیک فضائی، رادیومتری، طیفی و زمانی متفاوت از زمین تصویر تهیه می کنند، حجم عظیمی از اطلاعات و تصاویر را در اختیار کاربر ان قرار داده است. این عوامل نیز به نوبه خود باعث پیشرفت تکنیک های پردازش تصاویر شده است و محققین را به استفاده بهینه از این طلاعات تشویق نموده است.

استفاده از پردازش رقومی تصاویر بعنوان یک ابزار کمکی از دهه ۱۹۷۰ در نقشه برداری خاک آغاز شد. بیشتر تحقیقات انجام شده به کمک تصاویر ماهواره ایی در زمینه فرسایش خاک در قالب طرح های نقشه برداری خاک انجام شده است. همچنین بیشتر مطالعات انجام شده در مورد فرسایش خاک که در آنها از GIS استفاده شد. با معادله جهانی فرسایش (RUSLE) و سایر مدل های ارزیابی سرو کار دارد.

ماتیو و همکاران (۱۹۷۳)، از تصاویر چند طیفی هوائی برای بررسی کلاس ه های مختلف فرسایش، در سری های خاک استفاده کردند و در این بررسی از تکنیک ها و مدل های کامپیوتری استفاده نمودند. نتایج حاصله با نقشه های تهیه شده از عکسهای هوائی ۱:۶۰۰۰ مقایسه شد و نتایج بسیار رضایتبخشی بدست آمد.

بوکو و والنزولا (۱۹۸۸) با استفاده از تصاویر Spot، TM و GIS به بررسی فرسایش خندقی در منطقه مکزیکو پرداختند. این محققین در نهایت با بررسی های انجام شده به این نتیجه رسیدند که مناطق فرسایش یافته بدون نیاز به بارزسازی، مقدماتی مانند نسبت گیری، قابل طبقه بندی هستند.

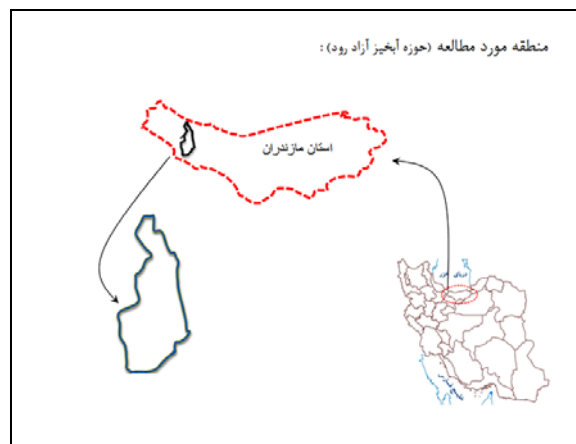
جاگر (۱۹۹۴)، در تحقیق خود در منطقه ای در آلمان با استفاده از مدل از USLE و قابلیت های GIS نسبت به محاسبه و برآورد میزان هدر رفت خاک اقدام کرد. در این تحقیق وی از مدل رقومی ارتفاع (DEM) برای محاسبه فاکتور LS در مدل USLE استفاده نمود.

دویدوی و همکاران (۱۹۹۷) تحقیقی به منظور بررسی قابلیت سنجنده های چند طیفی در تهیه نقشه فرسایش در هندوستان انجام دادند. در این بررسی از داده های Spot-MLA و TM

MSS، که بطور همزمان از منطقه مورد مطالعه برداشته شده بودند استفاده نمودند. نتایج نشان که صحت طبقه بندی در تصویر MSS کمترین و در تصویر SPOT بیشترین مقدار می باشد.

موقعیت محدوده مطالعاتی

قلمرو مطالعاتی، منطقه‌ای کوهستانی در بخش شمال کشور، با وسعتی برابر ۲۲۸۸۵/۸ هکتار و در محدوده‌ای با مختصات جغرافیایی $۱۹^{\circ} ۵۴'$ تا $۵۰^{\circ} ۱۸'$ ، $۰۴'$ تا ۵۱° طول شرقی و $۲۶'$ تا $۳۶'$ عرض شمالی در محدوده تقسیمات سیاسی استان مازندران قرار گرفته است فاصله تقریبی از شهرنشتارود حدود ۱۲ کیلومتر می باشد. بلندترین نقطه منطقه مطالعاتی با ارتفاع ۴۴۰۷ متر در بخش جنوبی واقع و پست‌ترین نقطه آن در بخش شمالی حوزه با ارتفاع ۳۷ متر قرار گرفته اند.



روش تحقیق

برای ارزیابی فرسایش و رسوب در این حوزه و ارزیابی فاکتورهای ۹ گانه مدل MPSIAC، می توان روش تحقیق را در مراحل زیر خلاصه نمود:

- بررسی مطالعات پایه
 - بازدید صحرایی برای تعیین نقاط کنترل زمینی و نمونه برداری
 - استخراج داده ها از تصاویر ماهواره ای
 - آنالیز داده های ماهواره ای و نقشه ها با نرم افزارهای Erdas Imaging و GIS
- ابتدا تصاویر ماهواره ای ETM+ سال ۲۰۰۲ با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با حدود ۱۲ نقطه با خطای حدود ۰.۷ پیکسل تصحیح هندسی گردیده سپس سایر آنالیزها و تصحیحات بر روی آن انجام می شود. برای سریع تر شدن فرایند آنالیزها با استفاده از ابزار AOI در محیط ERDAS محدود مطالعاتی بر روی تصویر ماهواره ای مشخص می شود.

نتایج

۱- ارزیابی عامل زمین شناسی

استفاده از باند ۷، پیکسل هایی با ارزش رقومی یکسان با روش طبقه بندی نظارت نشده دسته بندی شده، سپس با استفاده از نقشه زمین شناسی سازندهای حوزه مشخص گردیده و خروجی نهایی استخراج شد. ارزش نهایی طبق معادله این عامل و ارزش هر سازند (فیض نیا، ۱۳۷۴) به صورت جدول زیر ارزیابی شد.

واحد سنگی	امتیاز	کلاس فرسایش پذیری
pr	۱	خیلی مقاوم
Cm ₁ و K ₁	۲	
	۳	مقاوم
K ₂ ^{vl} .EK ^v .CM.TRe ^{dl} .TR2-3 ^{sl} .Pn	۴	
K ₂ ^{lv} .K ₂ ^l .K ₂ ^{vl} .PE.TR3 ^{ls} .TRe ^{ml}	۵	متوسط
Pd,TRjs	۶	
	۷	حساس
	۸	
Q ₂ ^{bl} .Q ₂ ² .Q _s .Q ₂	۹	خیلی حساس
Q,Q ₂ ¹	۱۰	

۲- ارزیابی عامل خاک

برای بررسی این عامل با استفاده از نمونه برداری صحرائی، میزان K تعیین گردید (رفاهی، ۱۳۸۴) و نمره نهایی طبق جدول زیر منظور شد.

جزء واحد رانسی	عمق (CM)	درصد مواد آلی % OM	ساختار خاک Structure	Sand درصد 2-0.05	درصد ذرات Silt	درصد ذرات Clay	نقد پذیری خاک Permeability	ضریب فرسایشی خاک
M1-1			توده سنگی (۲۰ در صد سطح خاکدار)					۰.۰۲
M2-1	۰-۷	۶.۰۲	فشرده (Massive)	۴۰.۲۸	۳۸.۴۶	۲۱.۲۵	۳	۰.۴۵
M2-2	۰-۵	۲.۴۷	مکعبی زاویه دار	۱۲.۷۶	۴۰.۴۲	۴۶.۸	۳	۰.۳۰
M5-1	۰-۴	۱۳.۸۱	مکعبی زاویه دار	۳۰.۲۳	۳۱.۱۷	۳۸.۰۵	۳	۰.۳۲
M5-2	۰-۹	۴.۷۷	مکعبی زاویه دار	۱.۳۸	۵۰	۴۰.۶۲	۳	۰.۳۵
M5-3	۰-۸	۴.۹۳	منشوری	۴۰.۵۷	۳۰.۷۳	۲۸.۶۸	۳	۰.۳۳

H5-1	۰-۱۲	۵.۷۵	مکعبی زاویه دار	۱۴.۳۷	۴۸.۶۲	۳۶.۹۹	۳	۰.۳۶
T2-1	۰-۱۲	۳.۹	مکعبی زاویه دار	۳۱.۹۵	۳۹.۱۷	۲۸.۸۶	۳	۰.۳۱
X1-1	بستر سنگلاخی رودخانه							۰.۰۵

3- عامل آب و هوا

برای نمره دهی به این عامل از بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ سال که بیشترین همبستگی را با فرسایش پذیری خاک دارد، استفاده شد.

بدین منظور با استفاده از معادلات زیر ابتدا نقشه همباران منطقه در محیط GIS با استفاده از منوی Spatial Analysis ترسیم می شود.

$$Y = -0.325H + 1412 \quad \text{برای ارتفاعات تا ۲۴۰۰ متر}$$

$$Y = 0.138H + 268/4 \quad \text{برای ارتفاعات بیش از ۲۴۰۰ متر}$$

$$R = \text{con}(\text{dem} \leq 2400, ((-0/325 \times \text{dem}) + 1412), ((0/138 \times \text{dem}) + 268/4)$$

جهت بررسی تواتر بارش های حداکثر ۲۴ ساعته در محیط نرم افزاری HYFA مناسب ترین توزیع آماری انتخاب و مقادیر حداکثر بارش های ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲ساله تعیین گردید. آنگاه جهت تعمیم حداکثر بارش های ۲۴ ساعته ایستگاههای منطقه به محدوده مورد مطالعه مبادرت به برآورد معادله گرادیان حداکثر بارش ۲۴ ساعته با ارتفاع گردید (میردار هریجانی، ۱۳۹۰).

$$p_2 d_{\max} = -0.030 H + 106/9 \quad \text{برای ارتفاع کمتر از ۲۴۰۰ متر}$$

$$p_2 d_{\max} = 0.001 H + 29/94 \quad \text{برای ارتفاع بیش از ۲۴۰۰ متر}$$

که در آن :

$$p_2 d_{\max} = \text{حداکثر باندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله (میلیمتر)}$$

$$H = \text{ارتفاع منطقه بر حسب متر (که از نقشه مدل رقومی ارتفاع بدست می آید)}$$

نقشه بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ساله حوزه آبخیز مورد مطالعه در محیط GIS از طریق فرمول زیر وبا استفاده از رابطه های بالاتهیه گردید .

$$P_6(2) = \text{con}(\text{dem} \leq 2400, ((-0/030 \times \text{dem}) + 106/9), ((0/001 \times \text{dem}) + 29/94)$$

سپس با استفاده از فرمول $Y_3 = 0/2X_3$ نقشه Y_3 را ترسیم می کنید.

۴- تعیین شاخص رطوبت خاک برای تعیین عامل رواناب

برای تعیین این عامل از اکستنشن Arc CN در محیط Arc GIS استفاده شد. این اکستنشن دارای دو ورودی گروه هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی می باشد. از این طریق CN هر گروه معین و سپس CN وزنی حوزه محاسبه شد (مهدوی، ۱۳۸۶).

در مرحله بعد با استفاده از روش S.C.S ارتفاع رواناب محاسبه می شود. در نهایت با فرمول $Y_4 = 0/2X_4$ (نقشه $X_4 = 0/03R + 50QP$) ترسیم شد.

۵- ارزیابی عامل توپوگرافی

برای تهیه لایه شیب از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، مدل DEM استخراج شده و با همگن کردن این مدل با دو بار فیلتر کردن، فایل تصویری جدیدی در محیط Erdas Imaging ساخته شد سپس با استفاده از spatial Analyses نقشه شیب به صورت رستری به دست آمد.

۶- تعیین شاخص پوشش گیاهی برای عامل پوشش زمین

برای تهیه لایه شاخص پوشش گیاهی با استفاده از دو باند ۳ و ۴ و با استفاده از معادله ۶ شاخص پوشش در محدوده +۱ تا -۱ ایجاد گردید.

$$NDVI = \frac{\text{band 4} - \text{band 3}}{\text{band 4} + \text{band 3}}$$

با توجه به طبقه بندی پوشش بر روی تصویر و طبق بازدید صحرایی درصد اراضی لخت مشخص شد. عدد ۱- معرف اراضی لخت و فاقد هرگونه پوشش گیاهی است و عدد ۱+ برای اراضی جنگلی دارای پوشش گیاهی متراکم هستند می باشد. به دلیل اینکه عدد ۱- و ۱+ بسیار به هم نزدیک هستند بنابراین برای طبقه بندی NDVI فرمول فوق را در عدد ۱۲۷ ضرب بعد نتیجه با ۱۲۸ جمع می شود. در نتیجه تصاویر حاصل دارای دامنه وسیعی از ارزش عددی (بین ۱+ تا ۲۵۵) می باشد (حسن زاده ۱۳۸۷).

۷- ارزیابی لایه کاربری خاک

برای تهیه این لایه از روی تصاویر ماهواره ای، ابتدا با استفاده از باندهای ۴، ۳ و ۲ یک تصویر رنگی کاذب تهیه، سپس با استفاده از طبقه بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال نقشه کاربری منطقه با دقت قابل قبولی تهیه شد (حسن زاده ۱۳۸۷).

سپس با استفاده از طرح جنگلداری وسامانه های عرفی مراتع منطقه میزان تاج پوشش گیاهی در اراضی جنگل و مرتع مشخص شد. و نقشه Y7 تهیه شد.

۸- ارزیابی عامل فرسایش سطحی

این عامل به استناد برداشت ها و مشاهدات میدانی، و با استفاده از روش BLM سازمان مدیریت اراضی امریکا نقشه اولیه فرسایش تعیین گردید (رفاهی ۱۳۸۴). که از روی آن نقشه Y8 تهیه شد.

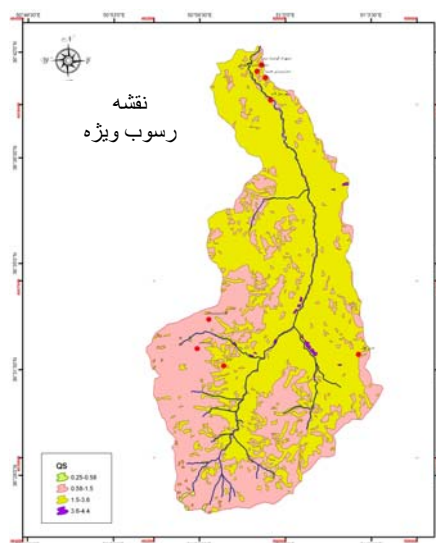
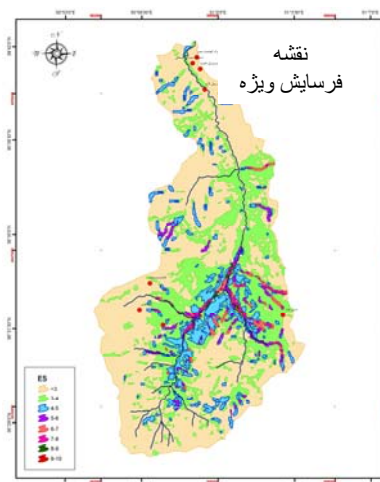
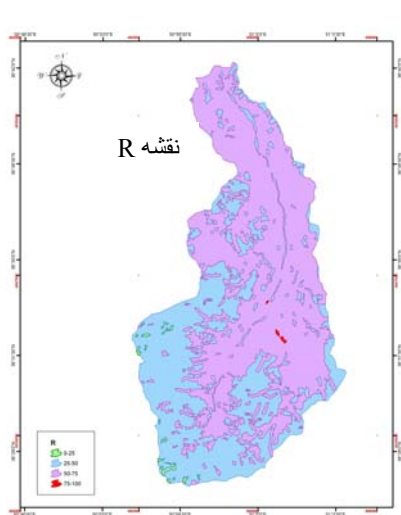
۹- ارزیابی عامل فرسایش رودخانه ای

به استناد جدول BLM و نقشه اولیه فرسایش نقشه امتیاز عامل فرسایش رودخانه ای و انتقال رسوب (رفاهی ۱۳۸۴). تحت عنوان (Y9) در محیط GIS با فرمت برداری تهیه و سپس برای انالیز نهایی این لایه به فرمت سلولی تبدیل گردید.

برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب

با تلفیق لایه های فوق، نقشه نهایی فرسایش حوزه به دست آمد. با توجه به اینکه تعدادی از نقشه ها دارای فرمت برداری و تعدادی دارای فرمت رستری هستند ابتدا تمامی نقشه ها به فرمت رستر تبدیل شده سپس در محیط GIS تمامی لایه ها روی هم قرار می گیرند و نقشه R تهیه می شود. سپس با استفاده از فرمول $Qs = 18.6^{0.036R}$ میزان رسوب و نقشه آن تهیه شد.

که با توجه به روی هم اندازی لایه های فوق میزان رسوب ویژه حوزه ۱.۳۱ تن در هکتار در سال برآورد گردید (رفاهی ۱۳۸۴).



بحث و نتیجه گیری :

مطالعات بر روی حوضه های کوهستانی در کشور ما همواره با مشکلات عدیده ای رو برو بوده است که همواره کارشناسان را بر آن می دارد که روشی را برای مطالعه عوارض کوهستانی در کشور پیدا کنند تا برنامه ریزی بسیار دقیق تری را برای حفاظت از این واحدها ژئومورفولوژیکی تهیه نمایند. در سالیان اخیر با توسعه سیستم های تصویر برداری فضایی و قابلیت دسترسی به این داده ها کارشناسان را بر آن داشته است که از این داده ها استفاده نمایند.

مقایسه آمار رسوب سنجی به دست آمده از ایستگاه رسوب سنجی با روش MPSIAC نشان می دهد که اختلاف کمی بین آنها وجود دارد. که این اختلاف نیز می تواند به دلایل زیر باشد:

۱- به کارگیری داده های ماهواره ای برای برآورد فرسایش و رسوب باید از قدرت تفکیک بالایی برخوردار باشند لذا با داده های موجود که قدرت تفکیک مناسبی ندارند می تواند باعث ایجاد خطا شود.

۲- یا ممکن است به دلیل خطا در تفسیر داده های ماهواره ای باشد.

۳- و همچنین برای مطالعه کارهای فرسایش و رسوب بایستی از تصاویر روز (سال ۲۰۱۰) استفاده نمود.

منابع:

- ۱) حسن زاده، ر. بیدخوری، ع. سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS - مبانی و آموزش نرم افزار Arc GIS. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد- ۱۳۸۷ - ۲۹۶ صفحه)
- ۲) رفاهی، ح. (۱۳۸۲). فرسایش آبی و کنترل آن - چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران - ۵۵۱ صفحه.
- ۳) فیض نیا، سادات (۱۳۷۴). مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷.
- ۴) مهدوی، م. هیدرولوژی کاربردی (جلد دوم) انتشارات دانشگاه تهران، سال ۱۳۸۶، ۴۳۷ صفحه
- ۵) میردار هریجانی، ف. (۱۳۹۰) پایان نامه کارشناسی ارشد، برآورد و مقایسه پتانسیل رسوبدهی فرسایش آبی مدل‌های MPSIAC و EPM با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آزاد رود نشتارود)

- 1- Bocco, G. & C.R. Valenzuela .1988. Integration of GIS and image processing in soil erosion studies using ILWIS. ITC Journal VOL.4.PP.309-318.
- 2- Dwivedi, R.S., T. Ravisankar, I. Venkataatnams, R. L. Karalf, S. P. Gawande, K. V. Seskagiri Rao, S. Senchaudhary, K. R. Bhaumik, & K. K. Mukharjee. 1997. The inventory and Monitoring of eroded Lands using remote sensing data. INT. J. Remote sensing. Vol.18.No. 1.PP.107-119.
- 3- Jager, S. 1994. Modeling regional Soil erosion susceptibility using the universal soil loss equation and GIS. conserving Soil resource. European Prespective Selected Papers from the first international congress of the European Society for soil conservation.
- 4- Mathews, H.L., R.L. Cunningham, J. E. Cripa & T.R. West. 1973. Application of Multispectral remote sensing to soil survey research in southern pennsylvania. Soil sci .soc. Am. Proc .37: 88-93.