



فصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهش‌های فرسایش محیطی

سال دوم، شماره ۸، زمستان ۱۳۹۱، صص ۳۵-۴۸

www.magazine.hormozgan.ac.ir

کاربرد داده‌های IRS، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تعیین متغیرهای موثر در مدل EPM (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تنگ بستانک)

محمد کاظمی^{۱*}، احمد نوحه‌گر^۲، پیمان رضائی^۳

۱- نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان، mohamad.kazemi86@Gmail.com

۲- استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ahmad.nohegar@Gmail.com

۳- استادیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، peiman_rezaei@yahoo.com

چکیده

یکی از مدل‌های شناخته شده در برآورد فرسایش و رسوب مدل EPM است. در تحقیق حاضر کارایی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بهینه‌سازی متغیرهای مدل یاد شده و محاسبه فرسایش ویژه، کل و همچنین رسوب‌دهی با مطالعه موردی در حوزه آبخیز تنگ بستانک شیراز مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور از قابلیت‌های سنجش از دور در بالا بردن دقت متغیرهای ضریب کاربری، ضریب حساسیت زمین‌شناسی و ضریب حساسیت فرسایش و همچنین ترکیب این اطلاعات در محیط GIS با لایه شیب متوسط حوزه به منظور مدل‌سازی صحیح استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشتر سطح حوزه دارای خطر فرسایش شدید می‌باشد، این سطح معادل ۳۶۰۹/۲۵ هکتار است و پس از آن کلاس خطر فرسایش متوسط با ۴۰/۹۲٪ بیشترین سطح از حوزه را بخود اختصاص داده است. کلاس خطر فرسایش خیلی شدید با ۰/۲۱٪ کمترین سطح را بخود اختصاص داده است. با تحلیل‌های رستری و استفاده از RS و GIS میزان فرسایش ویژه ۱۱۷۴/۸۹ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال و ۸۶۹/۴۱ متر مکعب بر کیلومتر در سال برای این حوزه فاقد آمار برآورد گردید. نتایج نشان داد استفاده از داده‌های حاصل در مقایسه با روش‌های سنتی و قضاوت کارشناسی دقت بیشتری را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی:

مدل EPM، فرسایش و رسوب، تصویر ماهواره‌ای، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱- مقدمه

فرسایش خاک یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی و کشاورزی در جهان محسوب می‌شود و تأثیرات مخربی بر تمام اکوسیستم‌های منابع طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد (بای‌پوردی، ۱۳۷۲ و عنبرانی، ۱۳۷۷). رشد روزافزون جمعیت ایران در ۴۰ سال اخیر و نیاز روز افزون به توسعه‌ی منابع غذایی، موجب استفاده بی‌رویه و بیش از توان اکولوژیکی منابع طبیعی کشور شده است. این روند به تشدید فرایند تخریب منابع آب و خاک منجر شده است. فرسایش عبارت از جابجایی مواد حاصل از هوازدگی سنگ و خاک که تحت تأثیر عواملی چون آب، باد، نیروی ثقل و یخچال‌های طبیعی انجام می‌شود، این مواد نهایتاً رسوبگذاری می‌شوند (احمدی، ۱۳۸۵ و رفاهی، ۱۳۸۵). بر اساس گزارش سازمان خواربار جهانی (فائو)، مساحت زمین‌هایی که در ایران تحت فرسایش آبی قرار دارد ۲۶/۴ میلیون هکتار تخمین زده شده است (شکل‌آبادی، ۱۳۷۹). با رشد سریع و همه جانبه زندگی انسان بر سرعت فرسایش خاک در قرن بیستم افزوده شده است. شدت و مقیاس فرسایش خاک در آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی با ۳۰ تا ۴۰ تن در هکتار در سال بیشترین و در اروپا و آمریکای شمالی با ۱۳ تن در هکتار در سال کمترین است (بایرامین، ۲۰۰۳ و برایان، ۲۰۰۰). شدت فرسایش خاک در یک خاک جنگلی دست نخورده ۰/۰۰۴ تا ۰/۰۰۵ تن در هکتار در سال است. این در حالی است که در بهترین شرایط، تنها ۱ تن در هکتار در سال خاک تشکیل می‌گردد. عوامل تشدید فرسایش خاک معمولاً به چهار پارامتر اقلیم، پستی و بلندی، پوشش گیاهی و خاک و نیز اثر متقابل آنها بستگی دارد (لافلان، ۱۹۹۸). در برآورد کمی و کیفی میزان فرسایش و رسوب از روش‌ها و مدل‌های گوناگونی از جمله مدل EPM^۱ استفاده می‌شود، که در این بین دقت در محاسبه پارامترهای موثر در مدل‌های تجربی تأثیر بسزایی در ارزیابی صحیح از این مدل‌ها، خصوصاً در حوزه‌های فاقد آمار رسوب‌سنجی دارد. مدل مذکور بر مبنای ۴ عامل ضریب فعلی فرسایش، ضریب استفاده از زمین، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش و شیب متوسط حوزه استوار می‌باشد که برای اولین بار توسط زوران گاوریلویچ در سال ۱۹۸۸ بکار برده شد. در دهه اخیر استفاده از سنجش از دور رایج شده است. تصاویر لندست با سنجنده‌ی TM و یا IRS و تکنیک آنالیز GIS^۲ می‌تواند برای تهیه نقشه‌های تخریب و فرسایش اراضی مورد استفاده قرار گیرد. زابو^۳ (۱۹۹۸)، مورگان^۴ (۱۹۷۸)، برنی^۵ (۱۹۹۷) و آلکرونا^۶ (۱۹۸۸) موفق به کاربرد اطلاعات RS^۷ برای تعیین پوشش گیاهی و کاربری اراضی مرتبط با فرسایش شدند. بوجی^۸ (۱۹۹۵) میلوارد و مرسی^۹ (۱۹۹۹)، جنگ^{۱۰} (۱۹۹۹) در تحقیقات خود، موفق به کاربرد تکنیک‌های RS و GIS برای تعیین خطر فرسایش خاک شدند. اوزل و همکاران^{۱۱} (۱۹۹۹) تحقیقی را در حوزه دالامان در کشور ترکیه با استفاده از مدل ICONA برای تعیین خطر فرسایش‌پذیری حوزه بالادست سد یوسوفلی انجام شد، کلاس فرسایش‌پذیری منطقه‌ی مورد مطالعه با وسعت ۱۵۲۵۰۰۰ هکتار و با استفاده از مدل ICONA و تصاویر

^۱ Erosion Potential Model

^۲ Geographic Information System

^۳ Szabo

^۴ Morgan

^۵ Berney

^۶ Ahlcrona

^۷ Remote sensing

^۸ Bojie

^۹ Millward and mersey

^{۱۰} jong

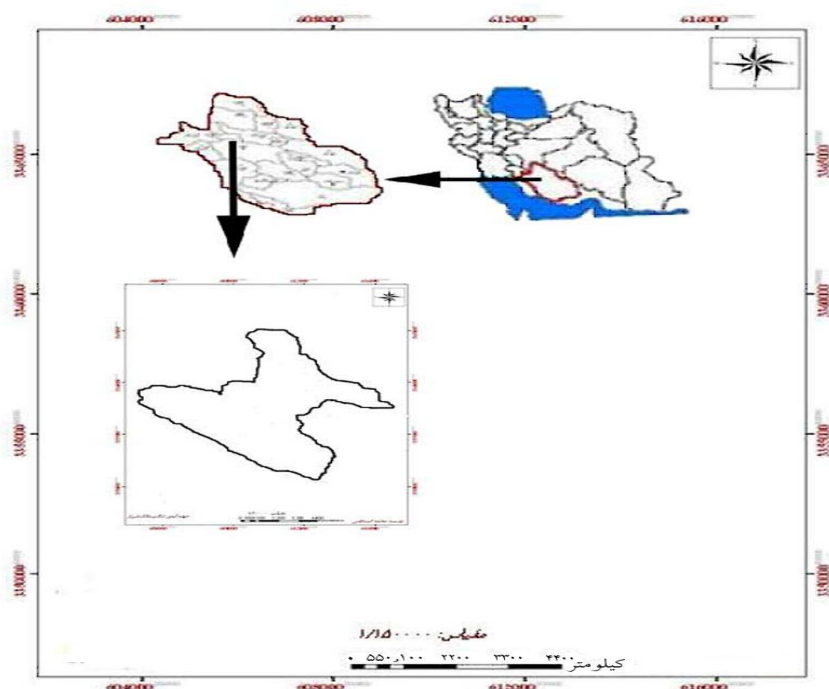
^{۱۱} Ozel

لندست، سنجنده‌ی TM و شاخص NDVI، تعیین و برآورد شد. در مطالعه‌ی دیگری که در کشور میانمار انجام شد، خطر فرسایش‌پذیری منطقه با استفاده از مدل ICONA و با بکارگیری تصاویر لندست، سنجنده‌ی TM و شاخص NDVI برآورد شد.

در این پژوهش نیز به لحاظ تجربه‌ی محققان پیشین بر کارایی این مدل در زمینه‌ی ارزیابی میزان فرسایش و رسوب و تأکید بر بالا بردن دقت پارامترهای این مدل با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیائی در حوزه‌ی آبخیز تنگ بستانک در سال ۲۰۰۷ از مدل مذکور بهره گرفته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

حوزه‌ی مورد مطالعه در این پژوهش، تحت عنوان حوزه آبخیز تنگ بستانک در حدود ۸۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان شیراز و در موقعیت جغرافیائی $30^{\circ} 16' 33''$ شرقی و $52^{\circ} 13' 36''$ تا $30^{\circ} 25' 18''$ شمالی واقع شده است. این حوزه از نظر تقسیمات حوزه‌های آبریز کشوری، جزء حوزه آبریز نیریز و شیراز بوده که آب‌های آن پس از وارد شدن به رودخانه کر، وارد دریاچه بختگان می‌شود. شکل (۱)، موقعیت منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت محدوده مطالعاتی

این مدل بر اساس فرایندهای فرسایشی که نتیجه روابط متقابل سنگ مادر، خاک، پستی و بلندی، اقلیم و نوع بهره‌برداری از اراضی می‌باشد. با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و امتیازدهی بر اساس جداول پیش‌بینی شده فرسایش منطقه برآورد می‌گردد. در این مدل چهار مشخصه شامل ضریب کاربری اراضی (X_a)، ضریب فرسایش حوزه آبخیز (Ψ) که وضعیت فعلی فرسایش را نشان می‌دهد، نحوه امتیازدهی به عوامل مختلف در جدول استاندارد آن (رفاهی، ۱۳۸۵) مشخص شده است، ضریب حساسیت خاک و زمین شناسی به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه (I) در واحدهای مختلف اراضی در نقشه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه ضریب کاربری اراضی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای آی آر اس سنجنده P6 و فنون سنجش از

دور مورد بررسی قرار گرفت. اولین قدم شناسایی نواحی دارای پوشش گیاهی خوب و ضعیف و تفکیک آنها از یکدیگر بود که بدین منظور از شاخص پوشش گیاهی NDVI و تبدیل آن به نقشه درصد پوشش گیاهی طبق رابطه $CP=(NDVI+1)*50$ (آهنی، ۱۳۸۵) صورت گرفت و همراه با بازدیدهای میدانی مورد ارزیابی و آنالیز همبستگی قرار گرفت. بدین منظور پس از برداشت پوشش زمین در نقاط مختلف که از لحاظ پوشش گیاهی وضعیت‌های متنوعی داشتند و ثبت دقیق مکان هر نقطه، داده‌های زمینی برای تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای فراهم گردید. درصد تاج پوشش گیاهی نقاط انتخاب شده با همبستگی ۰/۸۸ بصورت رابطه $y=15/8+51/4$ محاسبه گردید. سپس از تصویر ماهواره آی آر اس P6 سال ۲۰۰۵ برای تهیه نقشه ضریب کاربری اراضی استفاده شد. از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ (شبکه هیدروگرافی و شبکه راه‌ها) سازمان نقشه‌برداری کشور جهت تصحیح خطای ژئومتری استفاده گردید. تصحیح مکانی^{۱۲} از اصول اولیه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد، معادله آفاین در تصحیح مکانی بدلیل برآورد چهار مولفه اصلی موقعیت و مقیاس نقاط، کشیدگی و چرخش آنها از کارایی مطلوب‌تری برخوردار است (متر، ۲۰۰۵). حداقل نقاط کنترل زمینی برای تصحیح مکانی بر اساس درجه توابع چند جمله‌ای روش ولبرگ (۱۹۹۰) برآورد گردید (معادله ۱).

$$K=(N+1)(N+2)/2 \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله K حداقل نقاط مورد نیاز و N درجه تابع چند جمله‌ای است. با استفاده از نقاط کنترل زمینی و نیز معادله آفاین^{۱۳} که یک تابع خطی است برای تصویر P6 با ۱۴ نقطه تصحیح مکانی انجام گرفت. برای تصاویر مذکور مجذور میانگین مربعات خطا^{۱۴} برابر ۰/۱۰۶ بوده است. همچنین خطای رادیومتری به روش نسبی انجام گرفت و نیز برای بارزسازی رادیومتری از الگوریتم مستطیل‌های معادل^{۱۵} بر اساس معادله ۲ استفاده گردید. از آنجایی که اتمسفر بر روی طول موج‌های کوتاه‌تر از $0.5 \mu m$ بیشترین و طول موج‌های بلندتر، کمترین تاثیر را دارد و همچنین پراکنش اتمسفری سبب پائین آمدن تباين در تصاویر می‌شود (آهنی، ۱۳۸۵ و لو و وانگ، ۲۰۰۷)، برای رفع این مشکل از مستطیل‌های معادل استفاده گردید.

$$Y = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} * 255 \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن Y: شماره درجات روشنایی خروجی، X: شماره درجات روشنایی ورودی، X_{\min} : شماره درجات روشنایی حداقل و X_{\max} : شماره درجات روشنایی حداکثر می‌باشد. طول موج‌های تصاویر ماهواره‌ای دارای همبستگی مثبت یا منفی هستند. وجود همبستگی بین باندهای تصاویر، بیانگر وجود اطلاعات مشترک است یعنی هر قدر همبستگی بین باندها بیشتر باشد میزان اطلاعات بیشتری به صورت مشترک وجود دارد (هانگ، ۲۰۰۲؛ متر، ۲۰۰۵). استفاده از خصوصیات آماری نمونه‌های آموزشی یا تعلیمی^{۱۶}، متداول‌ترین روش انتخاب بهترین باندها از مجموع باندهای اخذ شده می‌باشد (علوی پناه، ۱۳۸۳؛ نجفی دیسمانی، ۱۳۷۷). برای این منظور از فاکتور شاخص مطلوب^{۱۷} (علوی پناه، ۱۳۸۲) استفاده شد (معادله ۳). در این روش ترکیب باندی را که بالاترین مقادیر فاکتور شاخص مطلوب را داشت بعنوان بهترین ترکیب انتخاب گردید.

¹ Geometric Correction

² Affin

³ Root Mean Squar Error (RMSE)

⁴ Histogram Equalization

¹ Training area

² Optimum Index Factor (OIF)

معادله (۳):

$$OIF = \frac{\sum_{j=1}^3 SDi}{\sum_{j=1}^3 |CCj|}$$

که در آن: $\sum_{j=1}^3 SDi$ = مجموع انحراف معیارهای سه باند و $\sum_{j=1}^3 |CCj|$ = مجموع قدر مطلق ضرایب همبستگی بین دو باند از سه باند می‌باشد. پس از انتخاب بهترین ترکیب باندی نمونه‌های تعلیمی تهیه شدند. در انتخاب نمونه‌ها سعی شد اغلب از مناطق همگن نمونه‌برداری گردد تا ارزش‌های طیفی پیکسل‌های تصویر با نمونه‌های آموزشی مقایسه شود و به این ترتیب پیکسل‌ها در طبقات قابل تفکیک قرار داده شوند. قابل ذکر است که در این نمونه‌گیری از اطلاعات نقشه پوشش گیاهی که ذکر آن رفت جهت نمونه‌گیری مطمئن از انواع پوشش گیاهی سطح زمین از جمله مراتع متوسط یا جنگل با زیر اشکوب مرتع ضعیف استفاده شد. با توجه به اطلاعات موجود از منطقه و همچنین تهیه نمونه‌های تعلیمی به کمک سیستم موقعیت‌یاب جهانی^{۱۸} و با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش بیشترین احتمال، نقشه ضریب کاربری برای منطقه مورد نظر تهیه گردید. با استفاده از ماتریس درهمی واریانس - کوواریانس (فودی، ۱۹۹۲)، صحت لایه‌های تهیه شده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای برآورد گردید. ارزیابی صحت کلی از روش پیشنهادی دلایان و اسمیت (۱۹۹۹) استفاده شد (معادله ۴).

$$(\sum P_{ii}): OA = 1/N \quad \text{معادله (۴)}$$

که: OA: صحت کلی، N: تعداد کل پیکسل‌های آزمایشی، $\sum P_{ii}$: مجموع پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده. که مقدار صحت کلی ۰/۸۷ بدست آمد. برای ارزیابی ضریب کاپا از روش پیشنهادی فودی (۱۹۹۲) استفاده شد،

$$K = (OA - 1/q) / (1 - 1/q) \quad \text{معادله (۵)}$$

که: K: ضریب کاپا و q: پیکسل‌های درست طبقه‌بندی نشده، که مقدار ضریب کاپا ۰/۸۵ بدست آمد. در نهایت حدود اطمینان کلاس‌های طبقه‌بندی شده براساس روش جنسن (۲۰۰۵) در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد بر اساس معادله (۶) برآورد گردید.

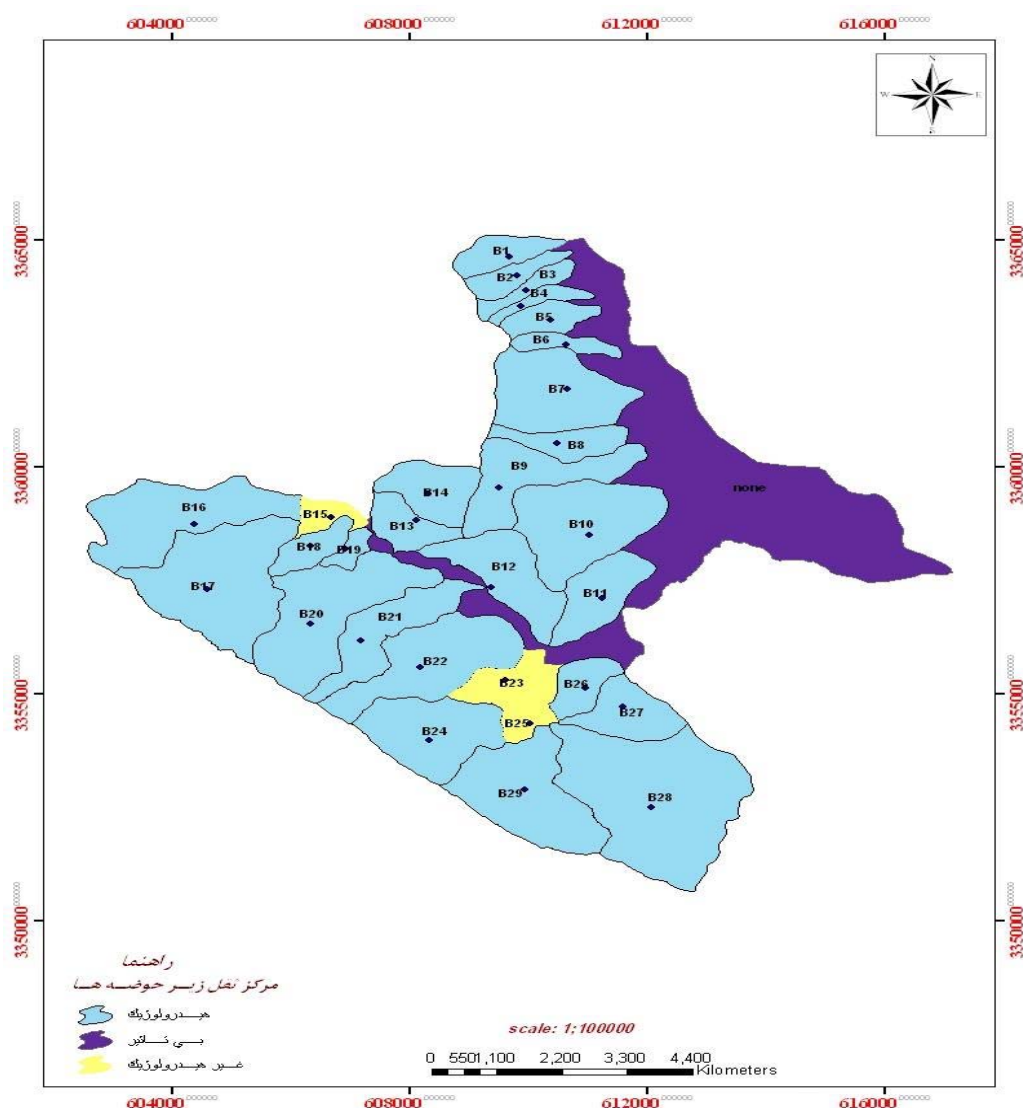
$$S = P - (Z(PQ/N))^{0.5} + (50/N) \quad \text{معادله (۶)}$$

در این معادله، r: درصد سطوح آماری و P: درصد نمونه‌های درست طبقه‌بندی شده و Q: درصد نمونه‌های غلط طبقه‌بندی شده که از رابطه $Q = (100 - P)$ برآورد گردید. N: تعداد نمونه، Z: مقادیر تبدیل شده r بر اساس جدول Z که از رابطه

$$Z = (100 - r) / 100 \quad \text{همچنین S: درصد حداقل اطمینان می باشد (افشین‌نیا، ۱۳۷۲)}.$$

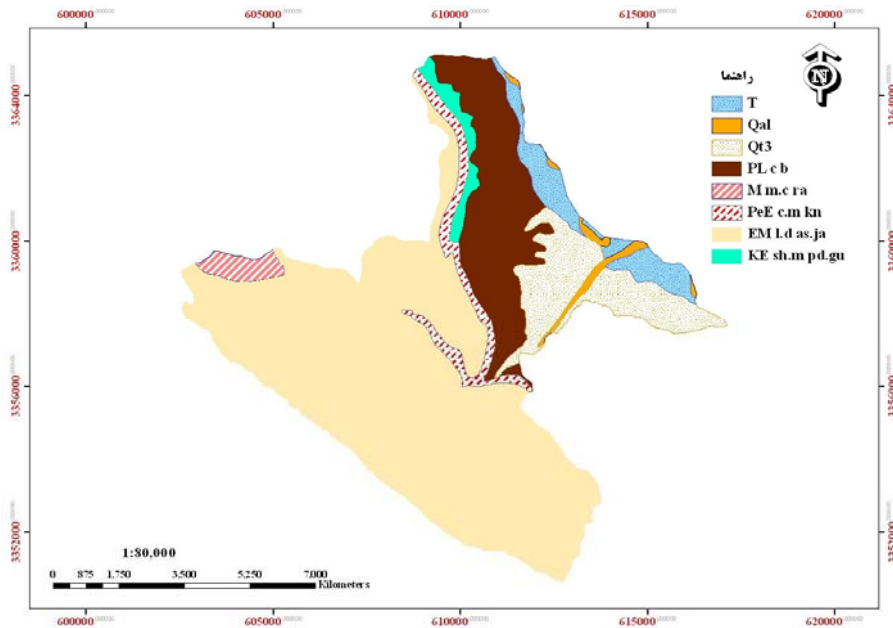
در گام بعد لایه اطلاعاتی شیب متوسط حوزه در واحدهای مختلف اراضی با استفاده از DEM حوزه آبخیز به روش TPSS که از لایه‌های مرز حوزه، شبکه آبراهه‌ها، نقاط ارتفاعی و خطوط توپوگرافی درون‌یابی و با استفاده از توانمندی نرم افزار GIS تهیه شد. قابل ذکر است که نقشه زیرحوزه‌ها با توجه به لایه مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Hydro تهیه شد.

³ Global Position System (GPS)



شکل ۲. نقشه زیرحوضه‌های حوزه آبخیز تنگ بستانک و مراکز ثقل آنها

همچنین ضریب حساسیت خاک و زمین‌شناسی به فرسایش که با استفاده از رقومی کردن نقشه خاکشناسی در محیط نرم‌افزار GIS و استفاده از پارامترهای تن، الگو و بافت تصویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه سازندهای حوزه که از الگوی تراکم و زهکشی آبراهه‌ها جهت جدا کردن واحدهای زمین‌شناسی و نیز استفاده از فیلتر بالاگذر برای جداسازی سازندها استفاده شد تا لبه هر سازند از سازند دیگر شناخته شود. در این مطالعه برای مطالعه زمین‌شناسی و شناخت واحدها از هم از شاخص OIF به منظور ترکیبات رنگی درست و کارآمد استفاده شد و از ترکیب باندهی ۴۳۲ را برای پوشش گیاهی و ۵۴۱ برای زمین‌شناسی استفاده گردید.



شکل ۳. نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز تنگ بستانک

همچنین با کارایی نرم افزار گوگل ارت (Google earth) و اضافه کردن نقشه مرز حوزه آبخیز بشکل KML Layer در این محیط و بستن پلی‌گون‌های مختلف جهت محاسبه ضریب فرسایش منطقه و بازدیدهای میدانی جهت تهیه نقشه اشکال فرسایشی و تطبیق و مقایسه این لایه‌های اطلاعاتی در نهایت لایه اطلاعاتی ضریب فرسایش حوزه بدست آمد. بعد از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مذکور از هم‌پوشانی این لایه‌ها نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش بدست آمد. به‌منظور تعیین شدت فرسایش (Z) هر یک از واحدهای کاری از معادله ۷ استفاده شد:

$$z = Y + Xa(\Psi + I^5) \quad \text{(معادله ۷)}$$

Z : فاکتور فرسایش‌پذیری حوزه، Y : ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش، I : شیب متوسط حوزه به درصد، Ψ : ضریب فرسایش سطحی حوزه. پس از تهیه نقشه فرسایش‌پذیری حوزه بروش ذکر شده به‌منظور برآورد متوسط سالانه فرسایش ویژه که بیانگر میزان خاکی است که از بستر خود جدا شده و انتقال یافته است (معادله ۸):

$$Wsp = T * H * \pi * Z^{1/5}$$

Wsp : متوسط فرسایش ویژه بر حسب متر مکعب بر کیلومتر مربع در سال، T : ضریب درجه حرارت، Π : عدد پی برابر ۳/۱۴، Z : ضریب شدت فرسایش منطقه، H : ارتفاع متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی‌متر. در رابطه بالا پارامترهای T و H بر اساس گرادبان ارتفاع ایستگاه‌های هواشناسی محدوده مطالعاتی و متوسط بارش سالانه آنها و نیز متوسط درجه حرارت سالانه این ایستگاه‌ها و طبق این قانون که رابطه مستقیمی بین بارش و درجه حرارت با ارتفاع وجود دارد برآورد گردید. در این رابطه‌ها مدل رقومی ارتفاع جایگزین متغیر یعنی پارامتر ارتفاع شده و مورد تحلیل رستری جهت قرارگیری در فرمول فرسایش ویژه قرار گرفت (معادله ۹):

$$P = 0.2936H + 12.33$$

$$r = 0.76$$

الف) رابطه ارتفاع - متوسط بارش سالانه

با استفاده از معادله (۹) و قرار دادن لایه اطلاعاتی مدل رقومی ارتفاع در این رابطه، لایه اطلاعاتی بارش متوسط سالیانه حوزه تهیه گشت و با تحلیل رستری صورت گرفته بروی آن مقدار میانگین بارش سالانه برابر ۶۰۹ میلی متر برآورد گردید.

(ب) رابطه ارتفاع - متوسط دمای سالانه (معادله ۱۰):

$$T = -0/0076 + 29/22$$

$$r = -0/95$$

با توجه به معادله (۱۰) و قرار دادن لایه اطلاعاتی مدل رقومی ارتفاع در این رابطه، لایه اطلاعاتی دمای متوسط سالیانه تهیه گشت و با تحلیل رستری صورت گرفته از آن، مقدار میانگین دمای سالانه برابر ۱۳/۵ درجه سانتیگراد برآورد گردید. با قرار دادن این مقدار در معادله (۱۱)، ضریب درجه حرارت محاسبه می‌شود.

$$T = (t/10 + 0/1)^{0/5} \quad \text{(معادله ۱۱)}$$

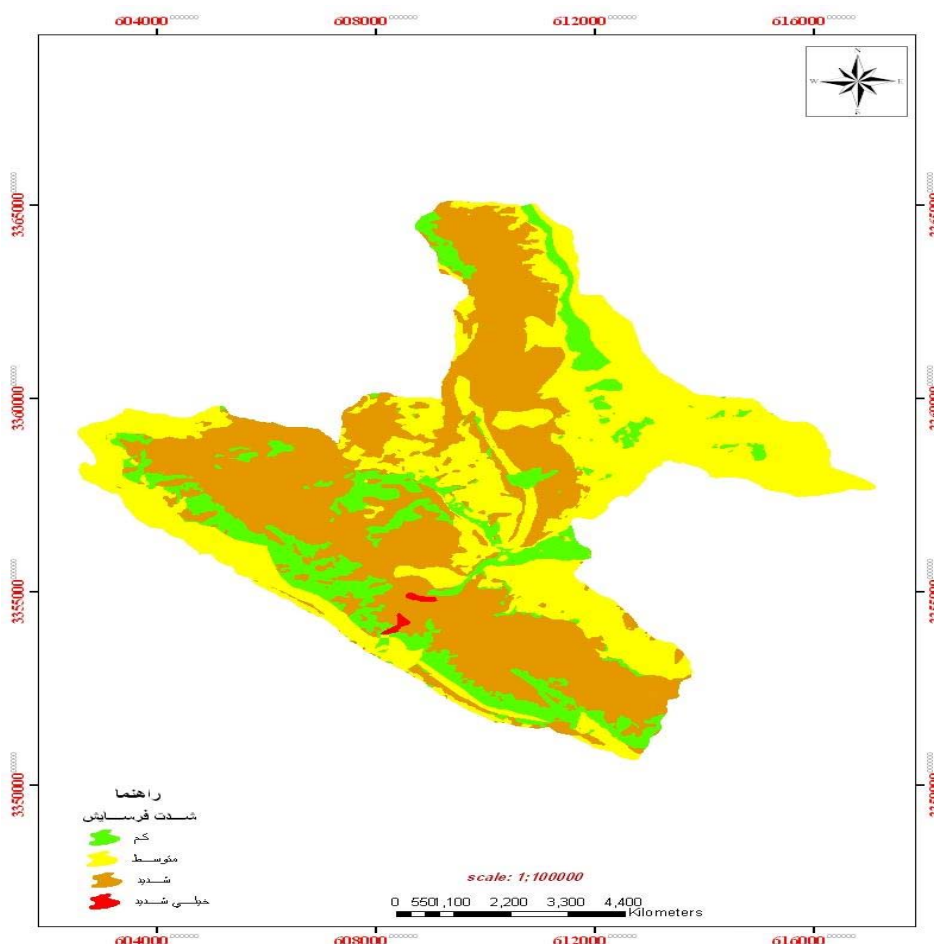
مقدار وزنی ضریب شدت فرسایش منطقه برابر ۰/۶۴ بدست آمد. با توجه به محاسبات صورت گرفته مقدار فرسایش ویژه برابر ۱۱۷۴/۸۹ بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع می‌باشد. در این مدل برای تبدیل فرسایش به رسوب از ضریب رسوبدهی ویژه اسفاده می‌گردد که از معادله (۱۲) استخراج می‌شود.

$$Ru = \frac{4*(P+D)^{0/5}}{(L+10)} \quad \text{(معادله ۱۲)}$$

در این معادله Ru ضریب رسوبدهی، P محیط حوزه بر اساس کیلومتر، D متوسط اختلاف ارتفاع که از تفاضل ارتفاع متوسط حوزه بر اساس کیلومتر و ارتفاع نقطه خروجی بر اساس کیلومتر بدست می‌آید، L طول حوزه بر اساس کیلومتر که میزان این ضریب ۰/۷۴ برآورد گردید. با استفاده از معادله (۱۳) می‌توان فرسایش ویژه را به رسوب ویژه تبدیل کرد. (معادله ۱۳):

$$Gsp = Wsp * Ru$$

که مقدار رسوب ویژه ۸۶۹/۴۱ متر مکعب بر کیلومتر در سال بدست آمد. مقدار رسوب کل حوزه با استفاده از معادله (۱۴) بدست می‌آید، (معادله ۱۴): $GS = F * Wsp$ که در این رابطه F سطح حوزه بر حسب کیلومتر مربع می‌باشد. که مقدار ۹۶۰۲۳/۷۵ متر مکعب در سال بدست آمد.

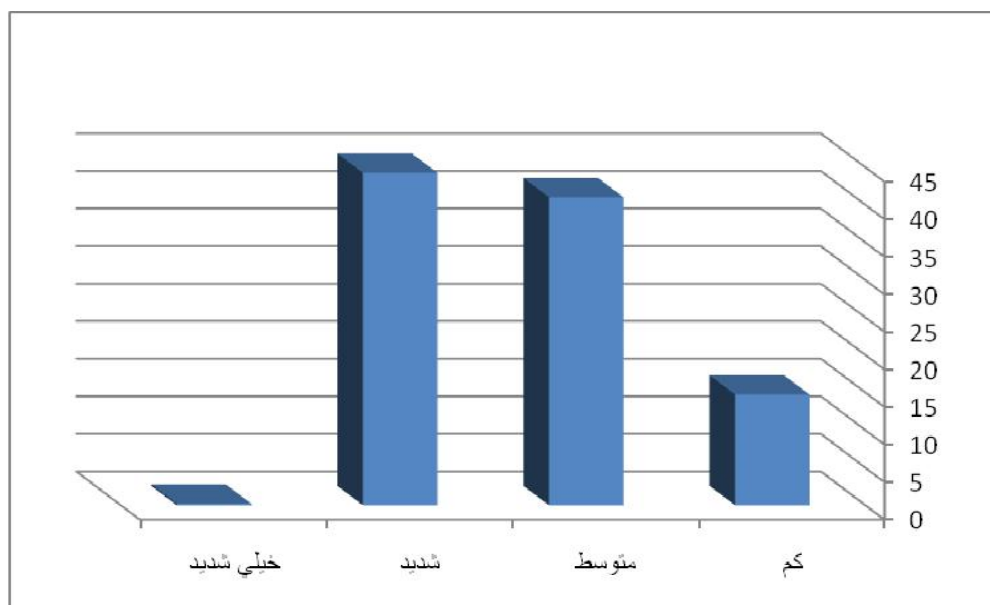


شکل ۴. نقشه پهنه بندی خطر فرسایش حوزه آبخیز تنگ بستانک

۳- بحث و نتایج

با توجه به اهمیت مسأله پهنه‌بندی فرسایش و برآورد رسوب در حوزه آبخیز تنگ بستانک به دلیل وجود دریاچه سد درودزن در پایین دست حوزه در این تحقیق نقشه پهنه‌بندی فرسایش و برآورد رسوب حوزه آبخیز منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. در این مدل می‌توان از تکنیک‌های RS و GIS به خوبی استفاده نمود. فاکتورهای زیادی می‌توانند با به کارگیری فناوری‌های جدید مثل RS و GIS به آسانی تجزیه، تحلیل و ارزیابی شوند. روش RS، ابزار بسیار قوی و کارآمد برای جمع‌آوری و مشاهده‌ی اطلاعات پوشش زمین و کاربری اراضی می‌باشد. همچنین ابزار GIS برای پردازش مقادیر زیاد اطلاعات مکانی با دقت مناسب و فراهم نمودن بیشتر اطلاعات مربوط به فرسایش خاک، بسیار مفید می‌باشد. این مدل به دلیل استفاده از همین تکنیک‌ها به ویژه در مناطقی که مساحت زیادی دارند و مناطقی که اطلاعات کافی در مورد آنها وجود ندارد و همچنین دسترسی به آنها به دلایلی از جمله صعب‌العبور بودن ممکن نمی‌باشد، بسیار موثر است. اجرای این مدل فرسایشی، می‌تواند به شناسایی مکان‌هایی که تحت تأثیر فرسایش هستند کمک کند و با شناسایی این مکان‌ها، مدیریت لازم جهت کنترل و کاهش فرسایش خاک اعمال شود. با تحلیل‌های صورت گرفته مشخص شد که بیشتر سطح حوزه در رده شیب ۳۰-۶۰ درصد واقع

است و با کوچکترین تغییر در تاج پوشش گیاهی خطر فرسایش بالا خواهد بود لذا بیشتر سطح حوزه که معادل ۴۴/۱۶٪ از سطح آن می‌باشد دارای خطر فرسایش شدید است، همچنین ۴۰/۹۲٪ از سطح حوزه خطر فرسایش متوسط، ۱۴/۶۹٪ از سطح حوزه خطر فرسایش کم و مقدار ۰/۲۱٪ از مساحت حوزه را کلاس خطر فرسایش خیلی شدید بخود اختصاص داده‌اند. این در حالیست که ۱۱۷۴/۸۹ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال فرسایش ویژه و ۸۶۹/۴۱ متر مکعب بر کیلومتر در سال رسوب ویژه می‌باشد. رسوب کل محاسبه شده در یکسال برای این حوزه ۹۶۰۲۳/۷۵ متر مکعب بوده است. همچنین نتایج نشان داد کمترین میزان فرسایش کل مربوط به زیرحوزه‌های B4 و B19 به ترتیب با ۱۰۵/۹۵ و ۱۵۷/۰۲ (تن/سال) و بیشترین میزان فرسایش کل مربوط به زیرحوزه‌های B28 و B17 به ترتیب با ۳۸۸۲/۲۱ و ۲۵۱۴/۳۱ (تن/سال) می‌باشد و همچنین B7 و B18 به ترتیب با مقادیر ۳/۹۹ و ۲/۶۹ بیشترین و کمترین مقادیر فرسایش ویژه را بخود اختصاص داده‌اند. نتایج این تحقیق در ارتباط با استخراج فاکتور ضریب کاربری و پوشش گیاهی به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای مدل برآورد رسوب EPM، بیانگر این نکته می‌باشد که شاخص پوشش گیاهی NDVI همبستگی خوبی با تاج پوشش گیاهی نشان می‌دهد (۸۸ درصد) بطوری که نتایج این تحقیق با تحقیق دراک و زانگ (۱۹۹۷) مطابقت نشان می‌دهد. راستگو و همکاران (۱۳۸۳) دلیل کمتر بودن دقت مدل EPM در مقایسه با دیگر مدل‌های تجربی نظیر MPSIAC اعمال نظرهای کارشناسی در امتیازدهی می‌دانند که با تکنیک‌های سنجش از دور این عامل را می‌توان کمتر نمود. نتایج جندقی و بای (۱۳۸۷) نشان داد که این مدل در حوزه‌های آبخیز بزرگ در مقایسه با حوزه‌های متوسط و کوچک دقت کمتری دارد و لذا استفاده از آن برای حوزه‌های بزرگ توصیه نمی‌شود.



نمودار(۱): نمودار درصد مساحت طبقات شدت فرسایش حوزه آبخیز تنگ بستانک

۴- نتیجه گیری

فاکتورهای کاربری اراضی و پوشش زمین از مهمترین فاکتورهای موثر در برآورد فرسایش و رسوب مدل تجربی EPM می‌باشند. این فاکتورها با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای دارای دقت بالا، قابل استخراج بوده و استخراج آنها نسبت به روش‌های سنتی به بازدید میدانی کمتری احتیاج دارد. همچنین همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی مدل EPM با استفاده از توابع همپوشانی بر مبنای رستری GIS، بدلیل اینکه سلول به سلول انجام می‌گیرد، باعث بالا رفتن دقت می‌گردد، در صورتیکه در روش‌های سنتی همپوشانی بیش از دو یا سه لایه پیچیدگی خاصی ایجاد می‌کند. پیشنهاد می‌گردد جهت برآورد دقیق‌تر فرسایش و پهنه‌بندی خطر آن در حوزه‌های فاقد آمار از RS جهت محاسبه پارامترهای مدل‌های فرسایشی استفاده و سپس این اطلاعات با صرف کمترین زمان و هزینه در محیط GIS تجزیه و تحلیل و ترکیب گردند.

۵-مراجع

۱. احمدی، ح.، ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۳۴ ص.
۲. افشین نیا، م.، ۱۳۷۲. روش‌های آماری و کاربرد آن در علوم، انتشارات آتا، شماره ۱۹، چاپ اول، ۶۲۲ ص.
۳. آهنی، ح.، ۱۳۸۵. ارزیابی خطر فرسایش آبی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فنون دورکاوی، مدل جهانی فرسایش در حوزه آبخیز رحیم آباد فسا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۱۲۱ ص.
۴. بای‌وردی، م.، ۱۳۷۲. فیزیک خاک، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۶۷۲.
۵. جندقی، ن. و م. بای.، ۱۳۸۷. ارزیابی مدل کمی EPM جهت برآورد فرسایش و رسوب در استان گلستان (مطالعه موردی حوزه آبخیز تول بنه-گرگان)، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۶. راستگو، س.، ۱۳۸۳. مقایسه دو روش EPM و MPSIAC در برآورد رسوب حوزه آبخیز تنگ کشت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۷. شکل‌آبادی، م.، ۱۳۷۹. بررسی فرسایش‌پذیری نسبی خاک برخی از سازندهای زمین‌شناسی و رابطه آن تعدادی از خصوصیات فیزیکی با و شیمیایی خاک‌ها در حوزه آبخیز گل‌آباد؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۸. رفاهی، ح.، ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران چاپ پنجم، شماره ۲۲۹۸.
۹. علوی‌پناه، س. ک.، ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۸ صفحه.
۱۰. عنبرانی، ج.، ۱۳۷۷. تخمین رواناب در حوزه‌های آبخیز دریای خزر؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۱. نجفی‌دیسفانی، م.، ۱۳۷۷. پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۴۲۲ ص.
12. Ahlcróna, E. 1988. The impact of climate on land transformation in central Sudan Unpublished Ph.D. thesis. Lund University, Lund, Sweden.
13. Bayramin, I., O. Dengiz., O. Baskan., and M. Parlak, 2003. Soil erosion assessment with ICONA model: Case study, Beypazari area, and Turk. *J. Agric. For.*, 27: 105-116.
14. Bryan, R.B. 2000. Soil erodibility and processes of water erosion on hill slope Geomorph. 32: 385-415.
15. Bojie, F.u., W. Xilin., and H. Gulinck., 1995. Soil erosion types in the loess hill and gully area of China. *Journal of Environmental Science*, 7: 266-272.
16. Berney, O., F. Gallart, J.C. Griesbach, L.R. Serrano, J.D.R. Sinago., and A. Giordano., 1997. Guidelines for mapping and measurement of rainfall-Induced erosion processes in the mediterranean coastal areas. Priority actions programme, regional activity centre, plit, Croatia.
17. Dellepiane, S. G., and P.C. Smith., 1999. Quality assessment of image classification algorithms for, land cover mapping: A review and a proposal for a cost based approach. *International Journal of Remote Sensing*, 20, 8, 1461- 1486.
18. Drake, N., and A. Zhang, 1997. Modelling soil erosion at global and regional scale using remote sensing and GIS techniques In: Atkinson (ed.) spatial analysis for remote sensing and GIS, Wiley, Chichester.
19. Foody, G.M., 1992. On the compensation for chance agreement in Image classification accuracy assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 58, 1459-1460.

20. Ghorbani, A., D. Bruce. F. Tiver., and C. Brien., 2006. Biological soil crusts classification using ground-level spectra. In Proceeding of the 27th Asian Remote Sensing Conference, Ulaanbaatar, Mongolia.
21. Huang, C., B. Wylie., L. Yang., C. Homer., and G. Zylstra., 2002, Derivation of a Tasseledcap transformation based on Landsat 7 at satellite reflectance. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 1741-1748.
22. Jensen, J. R., 2005, Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Englewood Cliffs, NJ: Prentice –Hall.
23. Jong, S.M., M.L. Paracchini, F. Bertolo, S. Folving, J. Megier, and A.P.J. de Roo, 1999. Regional assessment of soil erosion using the distributed model SEMMED and remotely sensed data. *Catena*. Special issue: Soil erosion modeling at the catchment scale, 37: 291-308.
24. Laflan, J.M., and E.J. Rose., 1998. Methodologies for assessment of soil degradation due to water erosion, In: Lal, R., W.E.H., Blum, C.V. Valentine and B.A., Stewart (eds.), *Methods for assessment of soil degradation*, CRC Press Boca Raton pp: 31-56.
25. Lu. D., and Q. Weng., 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*. 28, 5, 823–870.
26. Mather, P. M., 2005, Computer processing of remotely–sensed images, 3rd Ed, John Wiley & Sons, Ltd. pp319.
27. Millward, A.A., and J.E. Mersey., 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. *Catena*, 38: 109-129.
28. Morane, P., G. Wang., and G. Gertner., 1996. Spatial uncertainly analysis for mapping soil erodibility based on joint sequential simulation, *Catena*, 53: 65-78.
29. Ozel, M.E., O. DoŪan., N. K. kakar., and H. YŪldŪrŪm., 1999. Dalaman HavzasŪ Erozyon Haritalama Pilot Projesi, TEMA. Ūstanbul.
30. Rode, M., and H.G. Frede., 1997. Modification of AGNPS for agricultural land and climate conditions in central Germany. *Journal of Environmental Quality*, 26: 165-172.
31. Stehman, S.V., 2004. A critical evaluation of the normalized error matrix in map accuracy assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70, 743–751.
32. Szabo, J., L. Pasztor., Z. Suba., and G. Varallyay., 1998. Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping. Proceedings of the 16th International Congress of Soil Science, Montpellier, France, 20-26 August, pp: 63-75.
33. Wolberg. G., 1990. Digital image warping. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, pp 318.



Quarterly Journal of
Environmental Erosion Researches
No. 8, winter 2013, pp: 35-48
www.magazine.hormozgan.ac.ir

Use of IRS, RS and GIS Data to Estimate EPM Parameters Case study: Tange Bostanak watershed

Kazemi. M^{1*}, Nohegar. A², Rezaie. P³

- 1- *Corresponding author: PhD Student of Watershed Management, University of Hormozgan
- 2- Professor, Faculty of Environment, University of Tehran
- 3- Assistant Professor, Faculty of Basic Sciences, University of Hormozgan

Abstract

The use of new methods of Remote Sensing (RS) and Geographical Information System (GIS) in zoning the water erosion in a particular geographical area (Tang-e-Bostanak catchment area) constitutes the main subjects of this study. In this regard, the production, combination, and composition of effective information layers in identifying these zones have been noted, highlighting the capacity of Geographical Information System and remote sensing. In this study the erosion and sediment rates of Tange Bostanak watershed was estimated on the basis of EPM method. In this model environmental factors were studied with RS and GIS. In EPM model the yearly specific erosion rate is 1174/89 and the sediment yield rate is 869/41. There have been high, medium, and very high erosion risks at 58/9, 40/92 and 0/21 percent of basin area respectively. The result achieved indicate that using EPM model with use of RS and GIS is acceptable in estimating erosion and sediment.

Keywords:

EPM Model, Erosion and sediment, Satellite Image, Tange Bostanak