

## پهنه بندی فرسایش در استان گلستان با مدل PM در محیط GIS

دکتر بهروز دهبازاد

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

دکتر علیرضا شکیبیا

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

امین حسینی اصل

کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS

خدیجه مشگین\*

کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

### چکیده

در این مقاله جهت پهنه بندی خطر فرسایش از مدل EPM استفاده شد. در این مدل چهار عامل ضریب فرسایش حوضه آبخیز ( $\Psi$ )، ضریب استفاده از زمین ( $Xa$ )، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش ( $Y$ ) و شیب متوسط حوضه ( $I$ ) در برآورد میزان رسوب و پهنه بندی فرسایش موثر هستند. از آنجایی که عوامل مختلف، تأثیر و درجه اهمیت متفاوتی در فرسایش دارند هر یک از پارامترها با توجه به نسبت اهمیت به کلاسهای متفاوتی طبقه بندی و مطابق مدل فوق در محیط GIS عملیات استاندارد سازی بر روی لایه های مزبور اعمال گردید. در نهایت لایه های تهیه شده در مدل تجربی

\*نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۴۴۹۹۵۳۵

**EPM** قرار داده شده، تلفیق گردیدند و نقشه پهنه بندی خطر فرسایش حاصل شد. نتایج حاصله از این پهنه بندی نشان می دهد که حدود ۵۷٪ استان در پهنه فرسایش بسیار شدید، ۱۴٪ شدید، ۵٪ متوسط، و ۲۴٪ در طبقات کم و خیلی کم است. بخشهای جنوبی و شمال شرقی استان به واسطه داشتن سنگهای با مقاومت پایین، شیب بالا نسبت به فرسایش از حساسیت بیشتری برخوردار است. نتایج حاصل از این پهنه بندی همچنین نشان داد که در مناطق شمال غربی علی رغم حساسیت بالای تشکیلات زمین شناسی به فرسایش، میزان فرسایش پذیری این منطقه کم می باشد. این مسئله اهمیت پارامتر شیب را نسبت به زمین شناسی در ایجاد فرسایش نشان می دهد.

**کلمات کلیدی:** پهنه بندی فرسایش، استان گلستان، مدل GIS, EPM

## ۱. مقدمه

خاک یکی از منابع طبیعی مهم به شمار می آید و فرسایش آن به عنوان یکی از خطرات جدی برای توسعه می باشد. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی شود خاکها به تدریج فرسایش یافته و حاصلخیزی خود را از دست می دهند پس لازم است مناطق بحرانی و حساس به فرسایش شناسایی و اقدامات حفاظتی در آن به اجرا در آید.

به منظور اجرای برنامه های حفاظت خاک، تعیین روش های مبارزه با فرسایش و کاهش رسوب زایی و نیز محاسبه دقیق حجم سد در احداث سد های مخزنی می بایست حجم کل رسوب تولیدی سالانه در حوضه آبخیز ارزیابی و برآورد گردد. برای برنامه ریزی در حوضه آبخیز به منظور مبارزه با فرسایش و انجام هر نوع عملیات مکانیکی و بیولوژیکی برآورد فرسایش و رسوب سالانه و تهیه سیمای فرسایش خاک ضروری است. محدودیت ثبت آمار و پراکنش نامناسب ایستگاههای رسوب سنجی ضرورت استفاده از مدل های تجربی را ایجاد می نماید. پس از شناسایی مناطق حساس به فرسایش این مناطق باید در امر حفاظت از خاک در اولویت کاری قرار داشته باشند. ارزیابی خطر فرسایش یکی از روشهای ارزیابی منابع اراضی است که هدف آن تعیین و مشخص کردن اراضی است که هدر رفت خاک در آن زیاد بوده و یا خطر فرسایش آنها را تهدید می کند. از این طریق امکان تقسیم بندی اراضی به مناطق مشابه از نظر نوع و شدت خطر فرسایش فراهم می گردد که ابزار اساسی برای برنامه ریزی اصولی جهت حفاظت خاک

می باشد. به منظور اندازه گیری فرسایش و رسوب از دو روش کلی شامل روشهای مستقیم و غیر مستقیم استفاده می گردد. در روش مستقیم با استفاده از انواع ابزار آلات و وسایل اندازه گیری، میزان فرسایش و رسوب در مراحل مختلف اندازه گیری و به صورت کمی ارائه می گردد. در روش غیر مستقیم انواع مدلها و روابط تجربی و سایر پارامترهای مؤثر در ایجاد فرسایش و رسوب مورد توجه قرار می گیرد.

در این راستا جهت پهنه بندی شدت فرسایش برخی محققان از مدلهای تجربی متداول چون EPM, MPSIAC, فائو و مورگان استفاده کردند که آل شیخ و همکاران (۱۳۸۳)، اونق و همکاران (۱۳۸۵)، سبحانی (۱۳۸۰)، رفاهی (۱۳۸۴)، رنگزن (۱۳۸۷)، راستگو (۱۳۸۵)، و داروری (۱۳۸۵) از آن جمله هستند. سلیمانی (۱۳۸۴) از داده های ماهواره ای برای تعیین فرسایش پذیری استفاده کرد. فهمی و همکاران (۱۳۸۵) از روش پیشرفته وزن دهی و خوشه سازی فازی استفاده کردند. از محققانی که در پهنه بندی فرسایش از مدلهای کامپیوتری استفاده کردند می توان به احمدی و همکاران (۱۳۸۶)، ساعدی و همکاران (۱۳۸۴)، و پوزش شیرازی (۱۳۷۹) اشاره کرد.

در این مقاله برای تعیین میزان فرسایش پذیری استان از مدل EPM<sup>۷</sup> استفاده شده است. این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ در کنفرانس بین المللی رژیم رودخانه توسط گاوریلوویچ ارائه گردیده است. EPM مدلی است که قابلیت برآورد اولیه میزان بار رسوب آبراهه ها، در طرح های مربوط به سدهای در حال احداث و یا سایر سازه هایی که به نحوی به این گونه داده ها نیازمندند، دارا می باشد. علت انتخاب روش EPM به عنوان روش مناسب برای برآورد فرسایش و رسوب منطقه، سادگی و عملی بودن روش مورد نظر، میزان دانش و تجربه در این روش می باشد. چهار عامل در برآورد میزان رسوب و پهنه بندی فرسایش مؤثر هستند که عبارت است از ضریب فرسایش حوضه آبخیز ( $\Psi$ )، ضریب استفاده از زمین ( $Xa$ )، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش ( $Y$ ) و شیب متوسط حوضه ( $I$ ) که در هر کدام از واحدهای کاری مورد بررسی قرار می گیرد.

## ۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

از نظر موقعیت جغرافیایی استان گلستان بین ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از غرب به استان مازندران و دریای خزر و از شرق به استان خراسان محدود است. شهرستان گرگان (مرکز استان) از شمال به آق قلا، از جنوب به استان سمنان، از شرق به علی آباد کتول و از غرب به کردکوی محدود است. مساحت استان گلستان بالغ بر ۲۰۴۳۷/۷ کیلومتر مربع (۱/۳ درصد از کل مساحت کشور) است. استان گلستان با داشتن مناطق مرتفع که از کوهها و تپه ها با شیبهای تند و پستی بلندی های فراوان که حدود ۱۰۷۹۸۶۶ هکتار از کل استان را شامل می گردد. سنگهای تشکیل دهنده استان در زون کپه داغ، از نوع سنگهای رسوبی و بیشتر سنگهای کربناته و کمتر سنگهای تخریبی است در رشته کوههای البرز خاوری، از جنس سنگهای آذرین، سنگهای رسوبی تخریبی و سنگهای رسوبی (کربناته شیمیایی) تا عهد حاضر وجود دارد. از طرف دیگر این استان به دلیل گستردگی، به لحاظ اقلیمی دارای تنوع خاصی بوده و نواحی مختلف استان دارای اقلیم و شرایط آب و هوایی خاص آن منطقه می باشند. عواملی نظیر ناهمواری، دوری و نزدیکی به منابع رطوبتی، عرض جغرافیایی، توده های هوایی و پوشش جنگلی پارامترهایی هستند که اقلیم استان را شکل می دهند. تنوع اقلیمی و ژئومورفولوژیکی حساسیت هایی را بر محیط تحمیل می کند، که این عوامل همراه با توسعه جمعیت و بهره برداری های ناپایدار کنونی باعث تخریب محیط و در معرض خطر قرار گرفتن انسان می شود.

### ۳. مواد و روش ها

بر اساس مدل EPM فرایند فرسایش، نتیجه روابط متقابل سنگ مادر- خاک، توپوگرافی و نوع بهره برداری از اراضی می باشد. برای تولید لایه های مورد نیاز این مدل، از نقشه های تهیه شده در مراحل قبل و جداول مربوط به مدل استفاده گردید. در این راستا برای تهیه فرسایش پذیری منطقه مورد مطالعه، نقشه های کاربری اراضی (Xa)، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)، ضریب فرسایش منطقه (Ψ) و شیب متوسط

حوضه (I)، در محیط GIS با یکدیگر تلفیق شده و به منظور تعیین ضریب شدت فرسایش از رابطه شماره ۱ استفاده شده است.

$$Z=Y.Xa(\Psi+I^{0.5})$$

رابطه ۱

Z : فاکتور شدت فرسایش حوضه

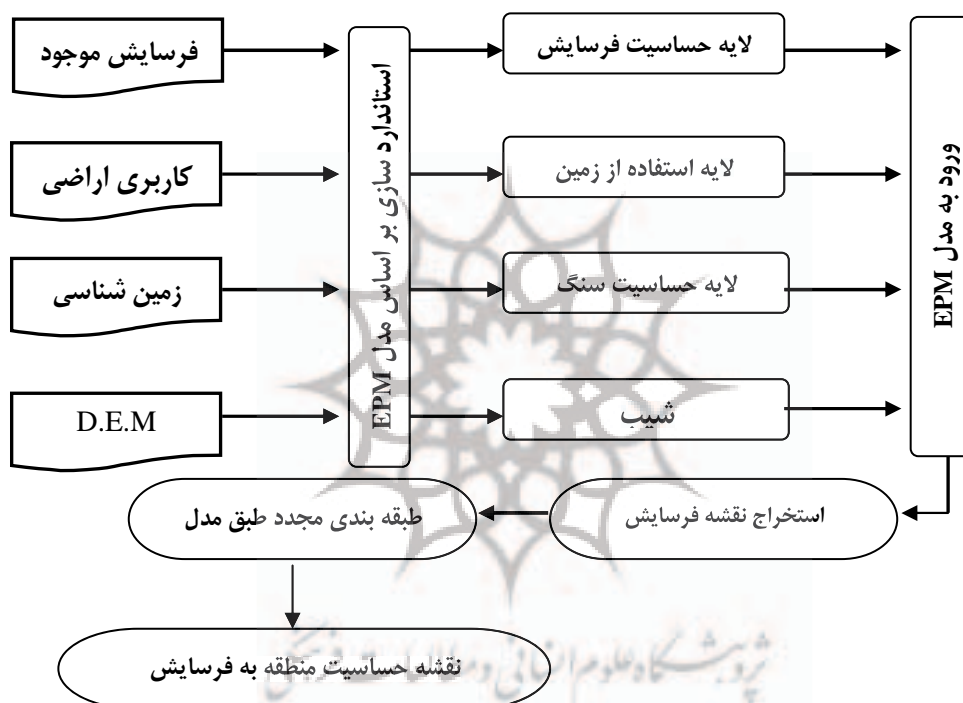
Y : ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش

Xa : ضریب استفاده از زمین

Ψ : ضریب فرسایش اولیه حوضه

I : شیب متوسط حوضه

در شکل شماره (۱) مراحل مربوط به این مدل و شرح انجام کار آن آمده است.



شکل ۱- مراحل اجرای کار در روش EPM

### ۳-۱. تولید لایه های اطلاعاتی با استفاده از سنجش از دور و GIS

#### ۳-۱-۱. حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)

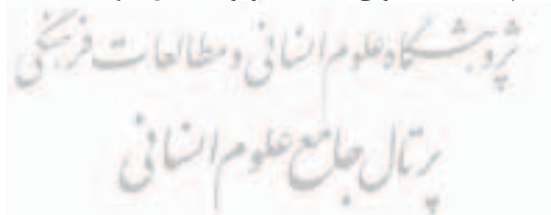
جهت تهیه این لایه، نقشه زمین شناسی استان به ده کلاس، مطابق جدول شماره ۱ طبقه بندی شد که کلاس یک مربوط به سست ترین سنگها با امتیاز ۲ و کلاس ده مربوط به مقاوم ترین آنها با امتیاز ۰/۲۵ است.

جدول ۱- جدول مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)

ردیف	شرایط سنگ شناسی و خاک شناسی	مقادیر میانگین
۱	ماسه، سنگریزه، شیست	۲
۲	لس، توف، خاک شور، خاک استپی	۱/۶
۳	سنگ آهک هوازده و مارن	۱/۲
۴	ماسه سنگ قرمز سرپانتین و رسوبات فلیشی	۱/۱
۵	پدزول، پاراپدزول، شیست خرد شده، میکا شیست، گنیس، شیست آرژیلیت دار	۱
۶	سنگ آهک سخت، لاشبرگ، خاکهای هوموسی و سیلیکات دار	۰/۹
۷	خاکهای جنگلی قهوه ای و خاکهای کوهستانی	۰/۸
۸	خاکهای باتلاقی و هیدرومورف سیاه یا خاکستری تیره	۰/۶
۹	چرنوزیوم و رسوبات آبرفتی با بافت خوب	۰/۵
۱۰	سنگ های آذرین سخت	۰/۲۵

#### ۳-۱-۲. لایه شیب (I)

این لایه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی راداری SRTM در محیط ARC-GIS تهیه شد. بدین ترتیب که ابتدا با استفاده از DEM نقشه شیب استان تهیه شد، سپس شیب متوسط در هر یک از واحدهای کاری که در این مدل حوضه آبخیز می باشد، محاسبه گردیده و در نهایت با به توان ۰/۵ شد و وارد مدل گردید.



### ۳-۱-۳. ضریب فرسایش سطحی حوضه (Ψ)

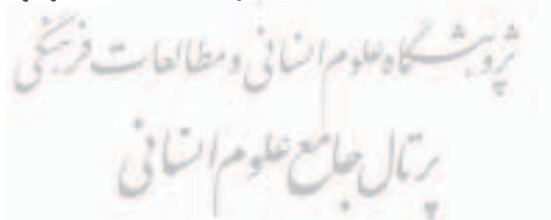
لایه بعدی مورد استفاده در این مدل لایه ضریب فرسایش سطحی حوضه است. برای تهیه این لایه، نقشه فرسایشهای موجود از سازمان منابع طبیعی استان اخذ گردید، سپس رقومی و با بررسی گزارشهای مربوطه، مطابق جدول ۲ امتیاز دهی شد.

جدول ۲- جدول مقادیر ضریب فرسایش منطقه (Ψ)

ردیف	شرایط فرسایش حوضه آبریز	مقادیر میانگین
۱	منطقه دارای خندق های زیاد و فرسایش می باشد	۱
۲	در حدود ۸۰٪ منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری می باشد	۰/۹
۳	در حدود ۵۰٪ منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری می باشد	۰/۸
۴	کل منطقه دارای فرسایش سطحی، رسوبات، واریزه ها و به مقدار کم دارای فرسایش خندقی و شیاری و فرسایش کارستی	۰/۷
۵	کل منطقه دارای فرسایش سطحی ولی بدون آثار فرسایش عمیق (خندق، شیارها، واریزه ها و ... ) می باشد	۰/۶
۶	۵۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی و بقیه بدون فرسایش	۰/۵
۷	۲۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی و بقیه بدون فرسایش	۰/۴
۸	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رویت است ولی در کنار رودخانه ها واریزه و لغزش مشاهده می شود	۰/۳
۹	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رویت است و اغلب دارای پوشش زراعی است	۰/۲
۱۰	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رویت است و غالباً تحت پوشش جنگل و گیاهان دائمی است	۰/۱

### ۳-۱-۴. کاربری و پوشش اراضی (Xa)

این لایه با استفاده از نقشه کاربری و پوشش اراضی موجود و بررسی و بهبود آن با تصویر ماهواره ای  $LANDSAT-ETM^+$  با قدرت تفکیک ۳۰ متر و جدول ۴ تهیه شد.



جدول ۳- جدول مقادیر ضریب استفاده از زمین (Xa)

مقادیر میانگین	شرایط استفاده از زمین	ردیف
۱	اراضی غیر قابل کشت و زرع و بدلدن ها (هزار دره ها)	۱
۰/۹	اراضی تپه ماهوری شخم خورده برای زراعت	۲
۰/۸	باغات میوه، تاکستانهای بدون پوشش گیاهی مرتعی	۳
۰/۷	کشتزارهای شخم خورده بر روی خطوط تراز	۴
۰/۶	جنگل های مخروطیه و فرسایش یافته و بوته زارهای ایجاد شده	۵
۰/۵	مراتع کوهستانی خشک	۶
۰/۴	مزارع دیمی و یونجه زارها	۷
۰/۳	مراتع زهکشی شده و پوشیده از گراسها	۸
۰/۲	جنگل های خوب بر روی شیب های تند	۹
۰/۱	جنگل های خوب بر روی شیب های ملایم	۱۰

## ۳-۱-۵. استخراج نقشه پهنه بندی فرسایش

در نهایت، بر اساس رابطه EPM (رابطه شماره ۱) و لایه های تهیه شده در قسمتهای قبل، نقشه فرسایش پذیری استان تهیه گردید. در ادامه بر اساس جدول استاندارد طبقه بندی شدت فرسایش (جدول ۴)، منطقه به ۵ کلاس فرسایش پذیری خیلی شدید، شدید، متوسط، کم و خیلی کم تقسیم بندی گردید.

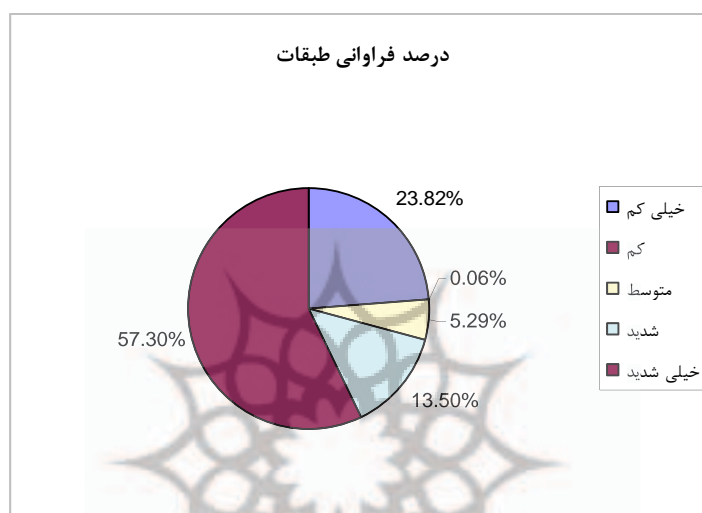
جدول ۴- جدول طبقه بندی شدت فرسایش

مقادیر متوسط Z	مقادیر حد	شدت فرسایش	طبقه بندی فرسایش
۱/۲۵	$Z > 1$	خیلی شدید	I
۰/۸۵	$1 > Z > 0/71$	شدید	II
۰/۵۵	$0/7 > Z > 0/41$	متوسط	III
۰/۳	$0/4 > Z > 0/2$	کم	IV
۰/۱	$0/19 > Z$	خیلی کم	V



#### ۴. بحث و نتایج

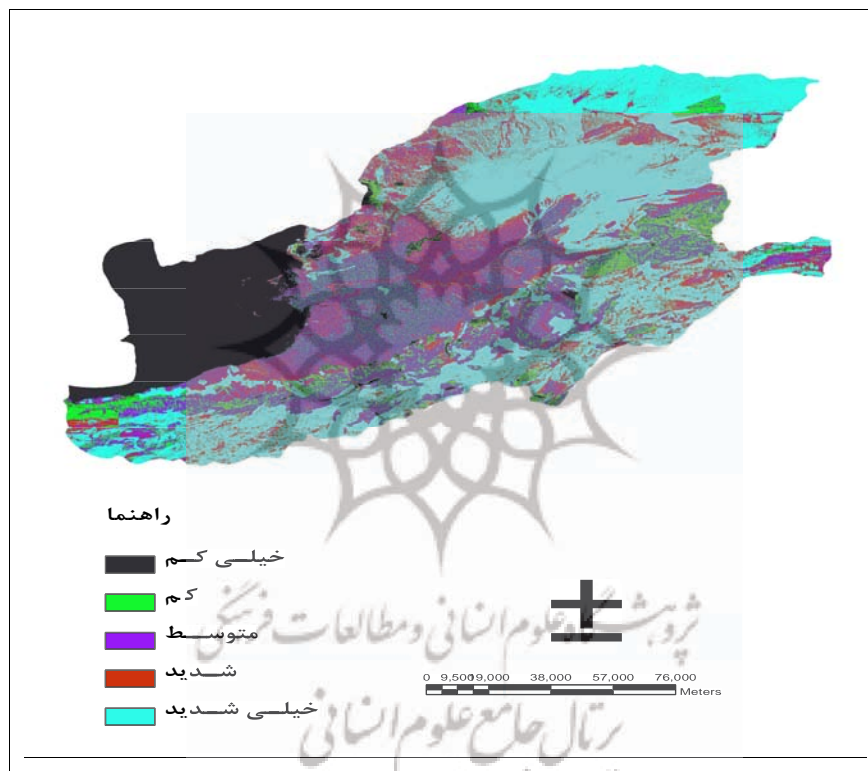
بر اساس مطالعه انجام شده، محدوده مورد مطالعه را می توان به ۵ ناحیه با فرسایش خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم بندی کرد (نقشه شماره ۱). در مدل EPM پارامترهای فرسایش سطحی حوضه و حساسیت سنگ و خاک به فرسایش از جمله مهمترین پارامترها هستند. بر اساس مطالعه انجام شده مشخص گردید بیشتر از ۵۷٪ درصد از مساحت استان دارای فرسایش خیلی شدید می باشد، که باید در امر حفاظت از خاک در اولویت کاری قرار داشته باشند. همچنین ۱۴٪ شدید، ۵٪ متوسط، و ۲۴٪ در طبقات کم و خیلی کم است. نمودار شماره ۱ درصد فراوانی هر طبقه را نشان می دهد،



نمودار ۱- درصد فراوانی طبقات در پهنه بندی فرسایش

با توجه به نقشه شماره ۱ کلاس فرسایش خیلی شدید ( I ) در جنوب و شمال شرق استان، کلاس فرسایش متوسط و شدید ( II ) ( III ) اغلب به صورت پراکنده در سطح استان مشاهده می شود. و در شمال غرب استان کلاس فرسایش کم و خیلی کم ( IV و V ) می باشد. در کلاس فرسایش خیلی شدید کاربری اراضی مرتع، کشاورزی آبی و دیم است. از لحاظ زمین شناسی سنگهای این مناطق بسیار به فرسایش حساس هستند. شیب این کلاس در بیشتر مناطق بیش از ۱۵ درصد است. فرسایش موجود در این مناطق بسیار

شدید است. در کلاس فرسایش متوسط و شدید، در اکثر نقاط شیب بین ۴۵ تا ۱۵ درصد است کاربری اراضی جنگل های واقع بر روی شیب های تند و مراتع است. سازند های موجود حساس به فرسایش هستند. فرسایش موجود در منطقه بین فرسایش شدید تا متوسط متغیر است. کلاس فرسایش کم و خیلی کم در شمال غرب استان قرار دارد و شیب آن کمتر از ۱۰ درصد است. کاربری اراضی اغلب مرتع و کشاورزی آبی می باشد. فرسایش موجود در این مناطق متوسط است. از لحاظ زمین شناسی این مناطق حساس به فرسایش بوده اما به دلیل شیب کم پتانسیل فرسایش پذیری این منطقه کم می باشد. با توجه به این مطلب می توان بیان نمود که تأثیر پارامتر شیب در شدت فرسایش بیشتر از لیتولوژی است. نتیجه حاصل از پهنه بندی همچنین نشان می دهد که بیشترین میزان فرسایش در درجه اول در مراتع و در درجه دوم در کاربری کشاورزی آبی و دیم قرار دارد.



نقشه ۱- نقشه فرسایش پذیری استان گلستان

## ۵. منابع

- ۱- احمدی، حسن، جعفری، محمد، گلکاریان، علی، ابریشم، الهام السادات، لافلن، جان، ۱۳۸۶، برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل WEPP مطالعه موردی در حوزه آبخیز باراریه نیشابور، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی
- ۲- آل شیخ، علی اصغر، نوروزی، علی اکبر، جعفری، محمدرضا، ۱۳۸۳، مدل سازی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه آبخیز چیخواب با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده و سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تحقیقات جغرافیایی
- ۳- اونق، مجید، ایوبی، شمس ا...، دادرسی سبزواری، ابوالقاسم، حسینعلی زاده، محسن، ۱۳۸۵، ارزیابی کارایی مدل فرسایشی مورگان و مورگان-فینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
- ۴- بهروز، سبحانی، ۱۳۸۰، مقایسه دو روش فائو و پسیاک اصلاح شده برای محاسبه فرسایش و رسوب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی
- ۵- بوداقپور، جدیدی، علیرضا، ۱۳۸۶، بررسی اثرات زیست محیطی فرسایش حوزه و برداشت های بی رویه شن و ماسه رودخانه کرگانرود با استفاده از روش PSIAC، علوم و تکنولوژی محیط زیست
- ۶- پوزش شیرازی، مرتضی، رفاهی، حسین قلی، شاهویی، سیدصابر، ۱۳۷۹، کاربرد مدل کامپیوتری ANSWERS برای محاسبه رواناب و تخمین فرسایش و رسوب در اراضی شیب دار کشاورزی حوزه آبخیز گرگان رود و مقایسه آن با سایر روشهای متداول، علوم کشاورزی ایران
- ۷- راستگو، سعید، قهرمان، بیژن، ثنایی نژاد، حسین، داوری، کامران، خدائشاس، سعیدرضا، ۱۳۸۵، برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز تنگ کنشت با مدل های تجربی MPSIAC و EMP به کمک GIS، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی
- ۸- رفاهی، حسینقلی، محمودآبادی، مجید، چرخابی، امیرحسین، گرجی، منوچهر، ۱۳۸۴، پهنه بندی خطر فرسایش در حوزه آبخیز گل آباد اصفهان با استفاده از مدل MPSIAC و سامانه اطلاعات جغرافیایی، علوم کشاورزی ایران
- ۹- رنگزن، کاظم، حیدری، ارسلان، زر انسوندی، علیرضا، ۱۳۸۷، پهنه بندی فرسایش و برآورد رسوب حوضه پگاه سرخ گتوند با استفاده از تکنیک GIS و RS و مدل EPM، پژوهشهای جغرافیایی

- ۱۰- ساعدی، سیامک، پذیرا، ابراهیم، روحی پور، حسن، نیشابوری، محمدرضا، ثقفیان، بهرام، صادق زاده، محمدابراهیم، ۱۳۸۴، ارزیابی مدل فرآیندی GUEST در برآورد میزان فرسایش برای یک نمونه از خاک های منطقه خواجه تبریز، علوم کشاورزی
- ۱۱- سلیمانی، کریم، بیات، فاطمه، ۱۳۸۴، به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC در زیرحوضه سفیدآب هراز، تحقیقات جغرافیایی
- ۱۲- فهمی، هدایت اله، دلیرعبدی نیا، علی، ۱۳۸۵، کاربرد خوشه سازی فازی در پهنه بندی فرسایشی، تحقیقات منابع آب ایران
- ۱۳- مختومی، عبدا...، ثروتی، محمدرضا، ۱۳۸۵، ارزیابی فرسایش نهشته های لسی در حوضه آبریز میدان جیق (استان گلستان)، پژوهش های جغرافیایی
- ۱۴- مسعود، داوری، حسین علی، بهرامی، جمال، قدوسی، ناصر، طهماسبی پور ۱۳۸۵، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوزة آبخیز نوژیان (جنوب شرقی خرم آباد)

