

## بررسی عوامل موثر بر فرسایش پذیری حوزه وارک و پهنه بندی خطر آن با استفاده از روش EMP

سیامک بهاروند<sup>۱\*</sup> و سلمان سوری<sup>۲</sup>

۱- استادیار، گروه زمین شناسی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران. (Sbbaharvand53@gmail.com)

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران

### چکیده

فرسایش خاک از جمله نگرانی‌های عمده محیط‌زیستی قرن حاضر می‌باشد. آمارها نشان می‌دهد فرسایش خاک در ایران چند برابر متوسط جهانی می‌باشد، به طوری که این موضوع به معضلی اساسی برای محیط زیست و منابع طبیعی تبدیل شده است. این تحقیق با هدف بررسی عوامل موثر بر فرسایش پذیری حوزه وارک و پهنه بندی خطر آن با استفاده از روش EMP انجام گرفته است. بدین منظور ابتدا با بازدیدهای میدانی و مطالعه تصاویر ماهواره‌ای به بررسی فرسایش پرداخته شد. سپس لایه‌های اطلاعاتی شیب متوسط حوزه، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش، کاربری اراضی و فرسایش مشاهده‌ای تهیه و در نهایت با وزندهی به لایه‌های اطلاعاتی، نقشه حساسیت خطر فرسایش منطقه تهیه گردید. نتایج پهنه بندی خطر فرسایش نشان داد که به ترتیب ۶/۳، ۵۵/۲، ۲۶/۰، ۳/۱ و ۹/۴ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، شدید و خیلی شدید قرار دارد. نقشه پهنه بندی نشان می‌دهد که مناطق حساس به فرسایش در قسمت‌های جنوب غرب، شمال غرب و بخشی از شمال منطقه، منطبق بر بخش‌های فسیل دار و درز و شکاف دار آهک آسماری با شیب نسبتاً زیاد، تمرکز دارد. با توجه به بازدیدهای میدانی، بررسی دقت سنجی روش استفاده شده در تهیه نقشه پتانسیل خطر فرسایش در سطح حوزه وارک نشان می‌دهد که روش EMP از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است.

واژگان کلیدی: استان لرستان؛ حوزه وارک؛ روش EMP؛ فرسایش.

### مقدمه

آبخیز ایران محسوب می‌شود. می‌توان از فرسایش به عنوان یکی از مهم‌ترین موانع برای دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی نام برد (Schwab et al., 1982). اکنون میزان سالانه فرسایش خاک در جهان ۷۵ میلیارد تن است که سهم ایران از آن بیش از دو میلیارد تن و حدود سه برابر فرسایش خاک در آسیا گزارش شده است. به همین خاطر متأسفانه ایران از نظر نرخ فرسایش خاک جزو سه کشور اول دنیا می‌باشد. آگاهی از میزان خطر فرسایش در حوزه‌های آبخیز، امکان شناسایی نواحی بحرانی و اولویت بندی برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی را فراهم می‌سازد. چون اطلاعات صحیح و قابل قبول از میزان کمی فرسایش در حوزه‌های آبخیز وجود ندارد، قبل از تهیه نقشه کمی

ما همواره در طبیعت با پدیده‌هایی رو به رو هستیم که عوامل متعددی در رویداد آنها موثرند. اگر تنها یک عامل باعث رویداد پدیده‌ای در طبیعت می‌شد تصمیم‌گیری درباره آن و پیش‌بینی وقوع آن بسیار ساده بود. ولی عموماً پدیده‌هایی که در طبیعت با آن روبرو هستیم دارای عوامل موثر کیفی و کمی بسیاری می‌باشند. لذا همواره جهت محاسبه احتمال وقوع یک پدیده بایستی عوامل ایجاد کننده آن را شناسایی نمود. اگر عوامل به درستی شناسایی نشوند، نقش آنها در محاسبه احتمال وقوع پدیده در نظر گرفته نشده و نتایج قابل اطمینان نخواهد بود (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹). فرسایش، همچون سایر پدیده‌های طبیعی نتیجه حضور و تاثیر متقابل عوامل گوناگون است. فرسایش یکی از مسایل و مشکلات جدی حوزه‌های

است. (شهبایی و همکاران، ۲۰۱۶). محققین دیگری با استفاده از روش EMP به مطالعه خطر فرسایش در منطقه گرمیان استان کردستان عراق پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده شدت فرسایش حوزه مورد مطالعه در کلاس متوسط تا شدید طبقه بندی شده است. (صلاح‌الدین و همکاران، ۲۰۱۶).

#### مواد و روش‌ها

##### موقعیت جغرافیایی منطقه

حوزه آبریز وارک بین طول جغرافیایی  $29^{\circ} 48'$  تا  $39^{\circ} 48'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $16^{\circ} 33'$  تا  $22^{\circ} 33'$  شمالی با مساحت  $139/9$  کیلومتر مربع در  $20$  کیلومتری جنوب شرقی شهر خرم آباد در استان لرستان قرار دارد (شکل ۱). این حوزه یکی از زیر حوزه‌های رودخانه دز می‌باشد. بلندترین نقطه ارتفاعی آن  $2803$  متر و پست‌ترین آن  $893$  متر از سطح آزاد دریا قرار دارد. از دیدگاه زمین‌ساختی گستره مورد بررسی در پهنه زاگرس چین‌خورده قرار گرفته است.

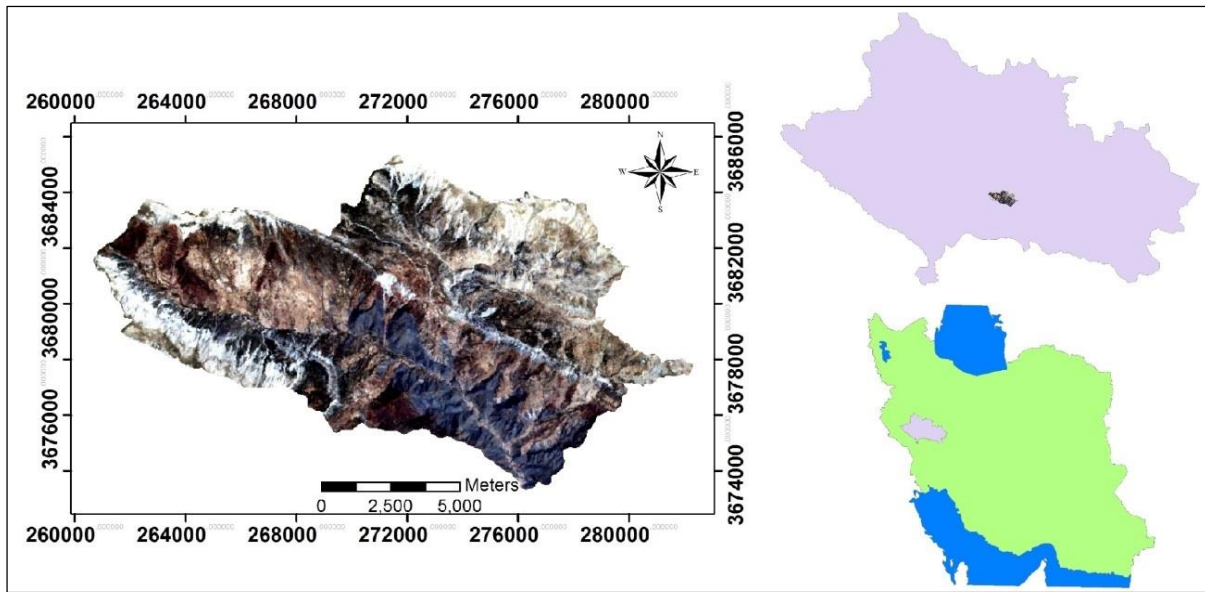
##### روش تحقیق

در این تحقیق به منظور بررسی فرسایش و تهیه نقشه عوامل موثر بر فرسایش در سطح حوزه مورد مطالعه با استفاده از روش EMP، از نقشه زمین‌شناسی منطقه، تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی استفاده شده است. روش EMP شامل تعیین شدت فرسایش در یک حوزه آبخیز، اندازه‌گیری میزان حمل رسوب و محاسبه میزان رسوب‌گذاری در قسمت‌های مختلف یک حوزه می‌باشد (قضاوی و همکاران، ۱۳۹۱) که با استفاده از اطلاعات حاصل از زمین‌های فرسایشی و اندازه‌گیری رسوب پس از ۴۰ سال تحقیق در کشور یوگسلاوی سابق به دست آمده است و برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ در کنفرانس بین‌المللی رژیم رودخانه توسط گاوریلوویچ ارایه گردیده است. بر اساس روش EMP فرآیند فرسایش، نتیجه روابط متقابل سنگ مادر-خاک، توپوگرافی و نوع بهره‌برداری از اراضی می‌باشد. در این راستا برای تهیه فرسایش پذیری منطقه مورد مطالعه، نقشه‌های کاربری

فرسایش، اغلب نیاز به برآورد حساسیت یا پتانسیل مناطق مختلف حوزه از نظر شدت فرسایش خاک و به عبارتی پهنه‌بندی پتانسیل فرسایش خاک می‌باشد (نادری و همکاران، ۱۳۸۹). لذا این تحقیق با هدف بررسی عوامل موثر بر فرسایش و پهنه‌بندی خطر این پدیده در حوزه وارک واقع در استان لرستان انجام گردیده است. به منظور پهنه‌بندی خطر فرسایش در حوزه مذکور از سیستم اطلاعات جغرافیایی و داده‌های سنجش از دور استفاده شده است تا با صرفه‌جویی در وقت و هزینه نتایج مطلوب حاصل گردد.

سابقه مطالعه فرسایش و لزوم حفاظت آب و خاک در ایران به سال ۱۳۲۷ برمی‌گردد که توسط گروهی از کارشناسان فائو به زبان انگلیسی تهیه و منتشر شده است (خیام و همکاران، ۱۳۹۲). از آن زمان تاکنون در زمینه مطالعه خطر فرسایش مطالعات متعددی در ایران و همچنین سایر نقاط جهان صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد:

رفاهی و همکاران در سال ۱۳۷۴ با استفاده از روش EPM، فرسایش‌پذیری حوزه آبخیز الموت را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که استفاده از روش مذکور می‌تواند در مطالعات فرسایش خاک موفقیت آمیز باشد. بیات و همکاران در سال ۱۳۸۰ با استفاده از روش‌های MPASIAC و EPM به برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان پرداخته است. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که در روش EPM، ۷۵ درصد با مطالعات میدانی هماهنگی دارد. به برآورد فرسایش و تولید رسوب در حوزه آبخیز زمکان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. در این مطالعه که از روش EPM استفاده شده بود نتایج به دست آمده نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر شدت فرسایش‌پذیری در کلاس خیلی شدید قرار دارد. (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج به دست آمده از مطالعه فرسایش خاک در حوزه زاب با استفاده از روش EMP نشان می‌دهد قسمت‌های شمالی حوزه که از پوشش گیاهی ضعیف‌تری برخوردار بوده است در منطقه خطر بالای فرسایش قرار گرفته



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مجزا و با بازدیدهای میدانی، نوع کاربری مشخص گردیده است.

$$NDVI = \frac{b4-b3}{b4+b3} \quad (2)$$

ضریب حساسیت خاک و سنگ به فرسایش: ویژگی فیزیکی سنگ‌ها در برابر اثرات اقلیمی و زیستی نقش تعیین کننده‌ای دارند. به عبارت دیگر سنگ‌ها و نهشته‌های غیرمترکم سطح زمین از نظر مقاومت به فرسایش در کلاس‌های مختلفی قرار می‌گیرند. بنابراین برای برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب در روش EPM لازم است. حساسیت سنگ‌ها ارزیابی گردد. به منظور تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه از تصاویر ماهواره‌ای ETM+ (ترکیب باندهای ۵۳۱) و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خرم‌آباد استفاده شده و واحدهای سنگ‌شناسی منطقه از هم مجزا گردیده است. در این تحقیق به منظور تعیین امتیاز هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی منطقه از جدول (۴) استفاده شده است.

اراضی (Xa)، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)، ضریب فرسایش منطقه ( $\Psi$ ) و شیب متوسط حوزه (I)، در محیط نرم‌افزار ArcGIS تلفیق شده و به منظور تعیین ضریب شدت فرسایش حوزه (Z) از رابطه (۱) استفاده شده است (Gavrilovic, 1988).

$$Z = Y.Xa(\Psi + I^{0.5}) \quad (1)$$

با محاسبه ضریب شدت فرسایش و قرار دادن مقدار آن در جدول استاندارد (جدول ۱) مقادیر شدت فرسایش در سطح حوزه تعیین می‌گردد.

ضریب فرسایش مشاهده‌ای: ضریب فرسایش مشاهده‌ای نشان‌دهنده وضعیت ظاهری فرسایش در سطح حوزه است. در این تحقیق با استفاده از جدول ۲ و بازدیدهای صحرائی از سطح منطقه، ضریب فرسایش مشاهده‌ای در سطح حوزه وارک تعیین گردیده است. ضریب استفاده از زمین: این ضریب مربوط به نوع کاربری اراضی است و امتیاز مربوط به کاربری‌های مختلف بر اساس جدول ۳ تعیین می‌شود. در حوزه وارک نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ETM+ و تفسیر شاخص NDVI استخراج شده است (رابطه ۲). بدین منظور با تفسیر شاخص NDVI، واحدهای کاربری اراضی از هم

جدول ۱- طبقه بندی شدت فرسایش

مقدار متوسط Z	محدوده Z	شدت فرسایش	کلاس فرسایش
۱/۲۵	$>1$	خیلی شدید	V
۰/۸۵	$1 > Z > 0/71$	شدید	IV
۰/۵۵	$0/7 > Z > 0/41$	متوسط	III
۰/۳	$0/4 > Z > 0/2$	کم	II
۰/۱	$Z < 0/19$	خیلی کم	I

جدول ۲- مقادیر ضریب فرسایش مشاهده ای

ضریب فرسایش	ویژگی های فرسایش در واحد کاری	ردیف
۱	منطقه دارای فرسایش شدید و خندق های زیاد می باشد	۱
۰/۹	حدود ۸۰ درصد از منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری باشد	۲
۰/۸	حدود ۵۰ درصد از منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری باشد	۳
۰/۷	سطح وسیعی از منطقه دارای فرسایش سطحی و حرکات توده های و به مقدار کم فرسایش خندقی و شیاری می باشد	۴
۰/۶	سطح وسیعی از منطقه دارای فرسایش سطحی بدون آثار فرسایش شدید باشد	۵
۰/۵	۵۰ درصد از منطقه دارای فرسایش سطحی می باشد	۶
۰/۴	۲۰ درصد از منطقه دارای فرسایش سطحی می باشد	۷
۰/۳	منطقه بدون فرسایش قابل ذکر باشد	۸
۰/۲	اراضی کشاورزی با فرسایش ناچیز	۹
۰/۱	اراضی بصورت جنگل و مرتع و با فرسایش ناچیز	۱۰

جدول ۳- مقادیر ضریب استفاده از زمین

ضریب استفاده از زمین	شرایط استفاده از زمین	ردیف
۱	مناطق غیر قابل کشت	۱
۰/۹	اراضی تپه ماهوری شخم خورده برای کشاورزی	۲
۰/۸	باغات میوه و درختان غیر مثمر	۳
۰/۷	باغات ایجاد شده روی بانکت و تراس	۴
۰/۶	جنگل های مخروطه و بوته زار روی اراضی فرسایش یافته	۵
۰/۵	مراتع کوهستانی	۶
۰/۴	مزارع دائمی و نباتات علوفه ای	۷
۰/۳	مراتع مناطق مرطوب	۸
۰/۲	جنگل مرغوب روی شیب های تند	۹
۰/۱	جنگل مرغوب روی شیب های مناسب	۱۰

جدول ۴- مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش

ردیف	شرایط سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی	ضریب حساسیت خاک و سنگ
۱	ماسه، سنگ ریزه، شیست، مارن دارای املاح گچ و نمک	۲
۲	لس، توف، خاک شور و قلیایی، خاک استپی	۱/۶
۳	آهک تخریب شده، رس و مارن بدون املاح	۱/۲
۴	ماسه سنگ قرمز و رسوبات فلیشی	۱/۱
۵	شیست خرد شده، میکاشیست، گنیس، شیست ارژلیت دار	۱
۶	سنگ آهک سخت، خاک های هوموس دار	۰/۹
۷	خاک های قهوه ای جنگلی و خاک های کوهستانی	۰/۸
۸	خاک های هیدرومورف سیاه و یا خاکستری	۰/۶
۹	خاک های چرنوزوم و رسوبات آبرفتی با بافت مناسب	۰/۵
۱۰	سنگ های آذرین سخت، دگرگونی و متبلور	۰/۲۵

تا ۷). بررسی نقش شیب در ایجاد فرسایش‌های منطقه نشان می‌دهد که مناطق با شیب بیشتر مستعد فرسایش بیشتری می‌باشند. در حوزه وارک بالاترین درصد شیب در قسمت‌هایی از شمال غرب و جنوب غرب منطقه واقع شده است (شکل ۴).

بررسی کاربری اراضی در سطح منطقه نشان می‌دهد که در مناطق با پوشش گیاهی بیشتر شاهد وقوع فرسایش کمتری هستیم. در حوزه وارک در اراضی جنگلی با تراکم متوسط و بالا نرخ فرسایش کمتر می‌باشد (شکل ۵).

نقشه لیتولوژی منطقه نشان می‌دهد که حوزه وارک از لیتولوژی متنوعی برخوردار است که از این میان بیشترین درصد از مساحت حوزه به سازند آسماری با لیتولوژی آهکی تعلق دارد. با توجه به تکنیک فعال و وجود گسل‌ها و شکستگی‌های متعدد در سطح منطقه و بخصوص سازند آسماری، این سازند مستعد طیف وسیعی از انواع فرسایش می‌باشد (شکل ۶). نقشه فرسایش مشاهده‌ای منطقه که با مطالعات میدانی تهیه شده است نشان می‌دهد که حوزه وارک دارای طیف وسیعی از فرسایش می‌باشد (جدول ۵) (شکل ۷).

شیب متوسط حوزه: در این مطالعه جهت استخراج نقشه درصد متوسط شیب منطقه، از نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای Aster در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است.

### بحث و نتایج

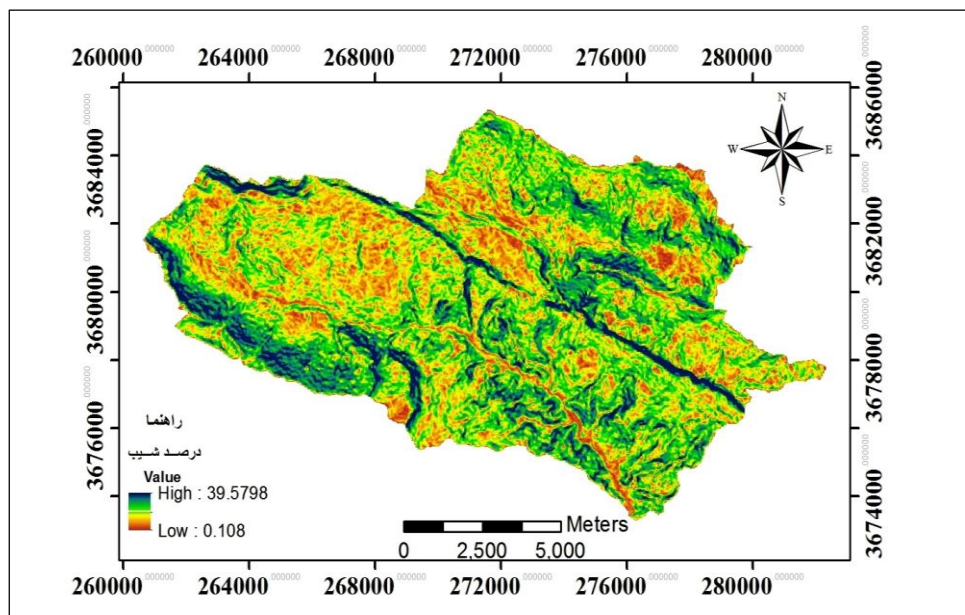
بر اساس مطالعات انجام شده در حوزه آبخیز وارک در طی دوره آماری ۲۰ ساله حداقل و حداکثر مقدار رسوب معلق به ترتیب ۰/۰۹۳ و ۷۰۹۶۷۱ تن در روز اندازه گیری شده است. تفاوت در مقادیر فوق می‌تواند بیانگر نقش عوامل مختلف از جمله فرسایش در میزان تولید رسوب باشد. بر اساس نتایج به دست آمده از بازدیدهای میدانی در سطح منطقه شاهد فرسایش سطحی، فرسایش کناری رودخانه، فرسایش آبکندی و فرسایش لغزشی می‌باشیم (اشکال ۲ و ۳). به منظور پهنه‌بندی خطر فرسایش در سطح حوزه وارک ابتدا با استفاده از مطالعات میدانی، سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های سنجنش از دور نقشه عوامل کاربری اراضی، لیتولوژی، ضریب فرسایش منطقه و درصد شیب حوزه تهیه گردیده است (اشکال ۴).



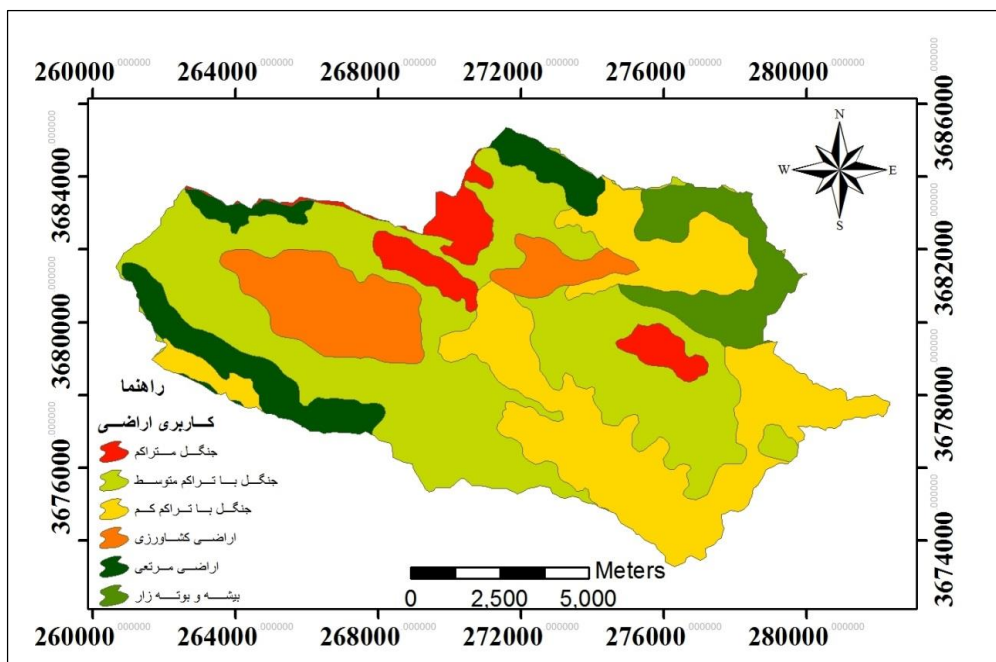
شکل ۲- فرسایش آبکندی در حوزه وارک



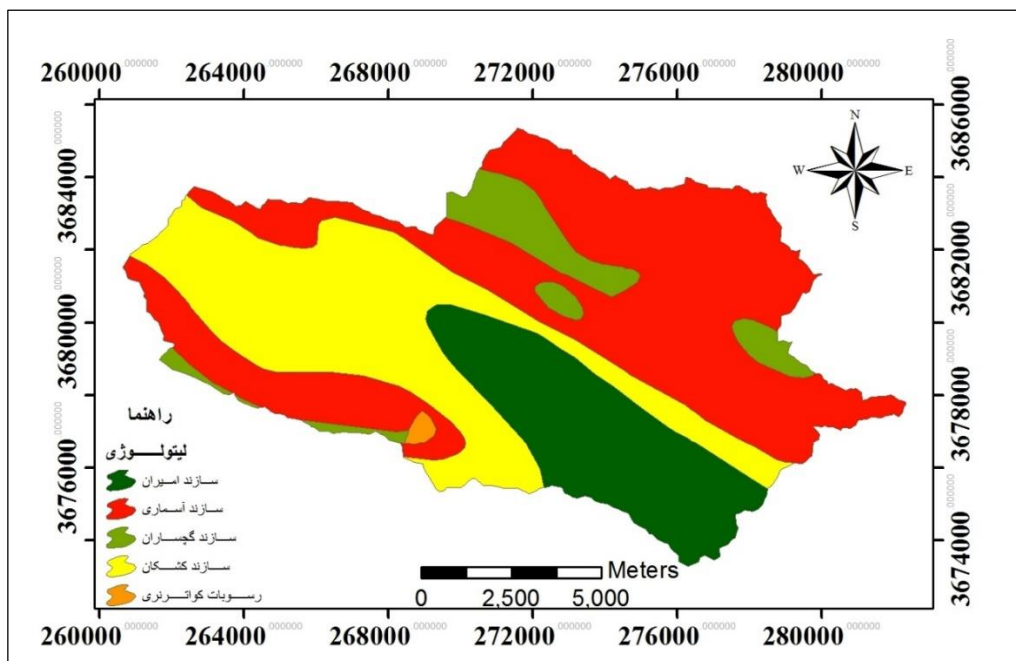
شکل ۳- فرسایش لغزشی در حوزه وارک



شکل ۴- نقشه درصد شیب در سطح حوزه مورد مطالعه



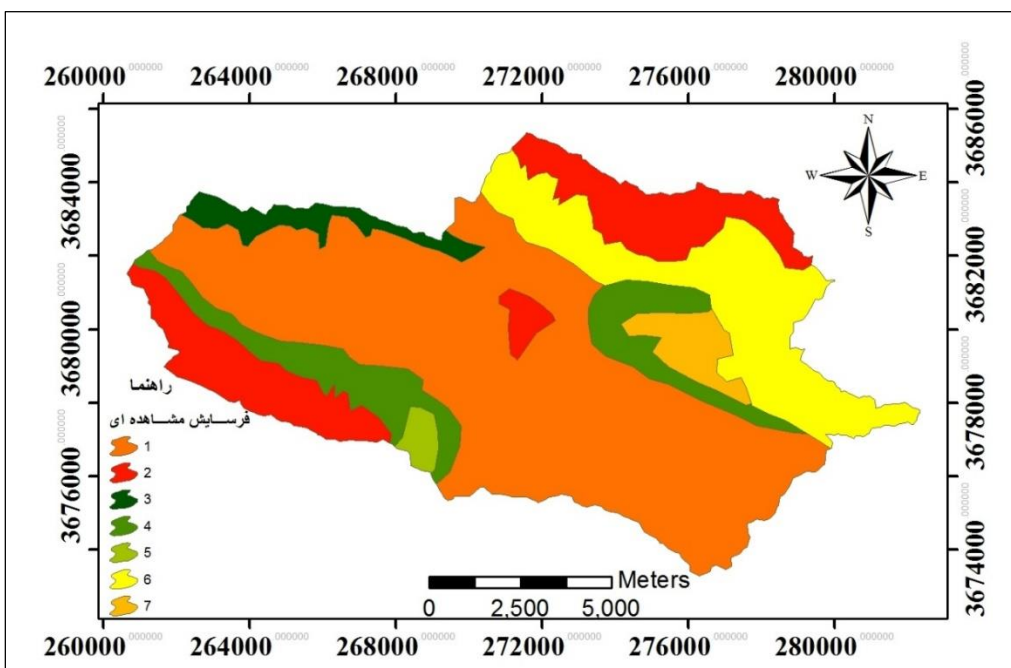
شکل ۵- نقشه کاربری اراضی در سطح حوزه مورد مطالعه



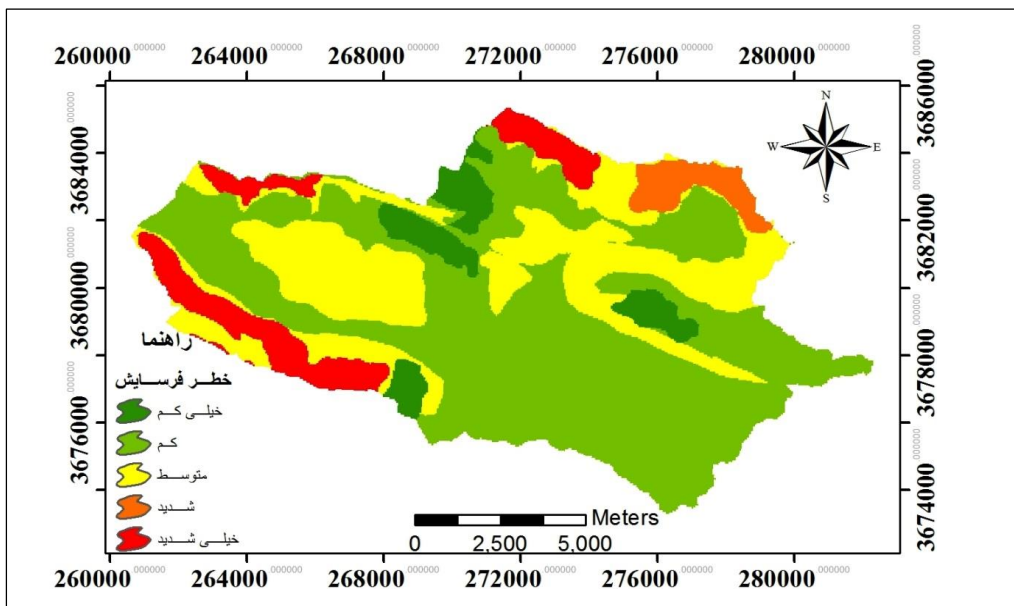
شکل ۶- نقشه لیتولوژی در سطح حوزه مورد مطالعه

جدول ۵- مشخصات فرسایش مشاهده‌ای در سطح منطقه

ردیف	فرسایش مشاهده‌ای
۱	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رویت بود ولی اغلب در کنار رودخانه ها واریزه مشاهده می شود
۲	حدود ۸۰ درصد دارای فرسایش خندقی و شیباری
۳	حدود ۵۰ درصد دارای فرسایش خندقی و شیباری
۴	کل منطقه دارای فرسایش سطحی، رسوبات واریزه ها و به مقدار کمی فرسایش خندقی و شیباری
۵	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رویت بوده و غالباً تحت پوشش جنگل است
۶	کل منطقه دارای فرسایش سطحی ولی بدون فرسایش عمیق
۷	۲۰ درصد منطقه فرسایش سطحی



شکل ۷- نقشه فرسایش مشاهده‌ای در سطح حوزه مورد مطالعه



شکل ۸- نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش در حوزه مورد مطالعه



پس از تهیه نقشه عوامل موثر بر خطر فرسایش، هریک از عوامل با استفاده از روش EPM وزن‌دهی گردید. در نهایت نقشه وزنی عوامل چهارگانه در محیط نرم‌افزار ArcGIS با استفاده رابطه (۱) تلفیق شده و نقشه خطر فرسایش در سطح حوزه بر اساس جدول (۱) طبقه‌بندی گردیده است. نتایج به دست آمده از نقشه خطر منطقه نشان می‌دهد که به ترتیب ۶/۳، ۵۵/۲، ۲۶، ۳/۱ و ۹/۴ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، شدید و خیلی شدید قرار دارد.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق به منظور پهنه‌بندی خطر فرسایش از روش EPM استفاده شده است. در این روش که بر اساس ۴ فاکتور کاربری اراضی (Xa)، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)، ضریب فرسایش منطقه ( $\Psi$ ) و شیب متوسط حوزه (I) پایه‌ریزی شده است، نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بیش از ۳۸ درصد از مساحت حوزه در پهنه‌های خطر متوسط به بالا قرار دارد که باید این مهم در امر حفاظت از خاک در اولویت کاری قرار گیرد.

بر اساس پهنه‌بندی صورت گرفته تمرکز مناطق حساس به فرسایش در قسمت‌های جنوب غرب، شمال غرب و بخشی از شمال منطقه است که منطبق بر بخش‌های فسیل‌دار و درز و شکاف‌دار آهک آسماری می‌باشد که از درصد شیب بیشتری نیز برخوردار است. بازدیدهای میدانی نشان می‌دهد که مناطق با خطر بیشتر در اراضی مرتعی قرار دارند که با توجه به چرای بیش از حد دام‌ها و کوچ فصلی عشایر، این مناطق مستعد فرسایش‌پذیری بیشتر می‌باشند. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده پهنه‌های با پتانسیل خطر کم و خیلی کم در اراضی جنگلی که دارای شیب کمتری نیز می‌باشند، واقع شده‌اند. با توجه به بازدیدهای میدانی، بررسی دقت‌سنجی روش استفاده شده در تهیه نقشه پتانسیل خطر فرسایش در سطح حوزه وارک نشان می‌دهد که روش EPM از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است. نتایج به دست آمده از این

تحقیق با مطالعات رفاهی و نعمتی (۱۳۷۴)، شهابی و همکاران (۲۰۱۶) و صلاح‌الدین و همکاران (۲۰۱۶) که روش EPM را روشی مناسب برای پهنه‌بندی خطر فرسایش قلمداد می‌کنند، منطبق بوده و با مطالعات مرادی و همکاران (۱۳۹۰)، رنگزن و همکاران (۱۳۸۷)، صدوق و همکاران (۱۳۹۴) تطابق ندارد.

### منابع

- بیات، ر.، رفاهی، ح.، درویش‌صفت، ع.، سرمیدان، ف.، (۱۳۸۰)، "بررسی کارایی مدل‌های MPSIAC و EPM در برآورد رسوب حوزه آبخیز طالقان به کمک GIS"، نشریه علوم کشاورزی ایران، دوره ۳۲، شماره ۱، ص ۲۱۷-۲۰۳.
- خیرگزاری علم و فرهنگ، (۱۳۹۳)، "بحران فرسایش، خاک ایران را می‌بلعد"، نشریه سیناپرس، شماره ۷، ص ۹-۱.
- خیام، م.، غنمی جابر، م.، صمدزاده، ر.، (۱۳۹۲)، "مقایسه کارایی مدل‌های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب‌زایی حوزه آبخیز سقزچی چای نمین"، دو فصلنامه‌ی ژئومورفولوژی کاربردی ایران، شماره ۱، ص ۱۵-۱.
- رفاهی، ح.، نعمتی، م.، ر.، (۱۳۷۴)، "بکارگیری روش EPM در مطالعه فرسایش‌پذیری و تولید رسوب حوزه آبخیز الموت‌رود"، نشریه علوم کشاورزی ایران، شماره ۲۶، ص ۴۶-۳۳.
- رنگزن، ک.، زراسوندی، ع.، حیدری، ا.، (۱۳۸۷)، "مقایسه دو مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه پگاه سرخ گنوند خوزستان با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS"، نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، ص ۱۲۳-۱۳۶.
- صدوق، س.ح.، حسین‌زاده، م.م.، آزادی، ف.، (۱۳۹۴)، "پهنه‌بندی فرسایش در حوزه آبخیز کهمان با استفاده از سه مدل EPM, BLM و Fargas"، نشریه هیدروژئومورفولوژی، شماره ۲، ص ۱۳۷-۱۵۴.
- عرفانیان، م.، قهرمانی، پ.، سعادت، ح.، (۱۳۹۲)، "تهیه نقشه خطر پتانسیل فرسایش خاک با استفاده از منطق فازی در حوزه آبخیز قرناوه گلستان"، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دوره ۷، شماره ۲۳، ص ۵۲-۴۳.
- قضاوی، ر.، ولی، ع.، مقامی، ی.، عبدی، ژ.، شرفی، س.،

(۱۳۹۱)، "مقایسه مدل‌های EPM, MPSIAC و PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از GIS"، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۲۷، ص ۱۱۷-۱۲۶.

-مرادی، ح.ر.، پورقاسمی، ح.ر.، محمدی، م.، مهدوی‌فر، م.ر.، (۱۳۸۹)، "پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (مطالعه موردی: حوزه آبخیز هراز)"، نشریه علوم محیطی، دوره ۷، شماره ۴، ص ۱۲۹-۱۴۲.

-مرادی، س.، محمدی لیمایی، س.، خانمحمدی، م.، لوهمندر، پ.، (۱۳۹۴)، "برآورد فرسایش و تولید رسوب با مدل EPM در حوزه آبخیز زمکان با استفاده از GIS"، نشریه پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۱۷، صص ۱۳-۲۶.

-مرادی، م.، غنچه‌پور، د.، نوحه‌گر، ا.، محمودی‌نژاد، و.، (۱۳۹۰)، "مقایسه مدل‌های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب"، نشریه پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۴، ص ۶۸-۵۴.

-نادری، ف.، کریمی، ح.، ناصری، ب.، (۱۳۸۹)، "پهنه‌بندی پتانسیل خاک در حوزه آبخیز آسمان‌آباد ایلام به روش شاخص فرسایش"، نشریه پژوهش و سازندگی، شماره ۸۹، ص ۴۴-۵۱.

-Gavrilovic, Z., (1988), "The use of an empirical method for calculating sediment production and transport in unstudied or torrential streams", International conference for River Regime, Pp 411-422.

-Salahuddin, S.A., Foad, A.A., Sarkawt, G.S.,

Nadhir, A.A., Knutsson, S., (2016), "GIS based soil erosion estimation using EPM method, Garmiyan area, Kurdistan region, Iraq", Journal of Civil Engineering and Architecture, (10): 291-308

-Schwab, G.O., Fangmeper, D.D., Elliot, W.J.,

Frevert, R.K., (1982), "Soil and Water Conservation Engineering", Soil Science, 134(2): 9-113.

-Shahabi, H., Salari, M., Ahmad, B.B.,

Mohammadi, A., (2016), "Soil erosion hazard mapping in central Zab basin using EPM model in GIS environment", International Journal of Geography and Geology, 5(11): 224-235.

## Investigating the Factors Affecting the Varak Basin Erosion and Its Risk Zonation Using EPM method

Siamak Baharvand<sup>\*1</sup>, Salman Soori<sup>2</sup>

1- Assistant Professor, Department of Geology, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

2- Young Researchers and Elite club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

### Abstract

Soil erosion is one of the major environmental concerns of the present century. This issue has become a major problem to the environment and natural resources, so that statistics indicate that soil erosion in Iran is several times more than global average. This research was carried out with to investigate the factors affecting the Varak area erosion and its risk zonation using the EPM method. For this purpose, field visits and satellite images studying were used to investigate the erosion. Then, the information layers of the area including average slope, soil and rock susceptibility to erosion, land use and observational erosion were prepared, and information layers were weighted and the erosion risk susceptibility map was prepared. In addition, the results from the risk zonation of the region show that 6.3, 55.2, 26, 3.1 and 9.4 percent of the region are at the erosion risk classes of very low, low, moderate, severe, and very severe, respectively. Based on the zoning, the focus of the erosion-sensitive areas are in the southwest, northwest, and a part of the north of the region, which is consistent with the fossilized and fractured parts of the Asmari lime, which has a higher slope. Considering the field observations, investigating the precision measurement of the method used to prepare the potential erosion risk map of Varak watershed indicates that the EPM method has a fairly high precision.

**Keywords:** Lorestan province, Varak Basin, EPM method, Erosion.