

ارزیابی خطر فرسایش آبی حوضه آبخیز سلج انبار با استفاده از مدل CORINE

زهرا چترسیماب^{۱*}، محمد عقیقی، فرشادمیردار هریجانی^۲، فرناز براتی^۳

۱- دانشجوی دکتری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
(z_simab@yahoo.com)

مدیرکل دفتر آبخیزداری و حفاظت خاک، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور
۲- کارشناس ارشد، معاون دفتر حفاظت خاک و کنترل فرسایش، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور

۳- دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
(fbarati1365@yahoo.com)

چکیده

فرسایش خاک یکی از مشکلات زیست محیطی در مناطق مختلف جهان و ایران محسوب می شود که سالانه موجب افت و از بین رفتن حجم وسیعی از خاکهای حاصلخیز در سراسر دنیا میشود. تعیین مناطق با خطر فرسایش بالا جهت انجام اقدامات مناسب برای پیشگیری از شدت فرسایش در حوزه آبخیز سدها حائز اهمیت می باشد. مدل گرین مدلی جهت تخمین و ارزیابی خطر فرسایش خاک است. ورودی این روش، برای محاسبه فرسایش واقعی خاک لایه های فرسایش پذیری، فرسایش دهنده گی، شیب و کاربری اراضی می باشد. بدین منظور بر اساس شاخص فرساینده گی از طریق شاخص فورنیه و شاخص خشکی فائو - یونپ تهیه شد. همچنین فرسایش پذیری خاک نیز بر اساس بافت، میزان سنگریزه و عمق برآورد شد در این مدل از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور جهت تهیه پارامترهای ورودی مدل استفاده شد. این پژوهش در حوزه آبخیز سلج انبار واقع در استان مازندران و شهرستان تنکابن انجام شد. نتایج پژوهش نشان حدود ۳٪ منطقه دارای خطر فرسایش زیاد می باشد و منطقه به علت داشتن پوشش گیاهی خوب حدود ۵۴ درصد منطقه در کلاس کم و خیلی کم از لحاظ خطر فرسایش پذیری خاک واقع می شود. و حدود ۴۲ درصد منطقه نیز دارای خطر فرسایش پذیری متوسط می باشد. مناطقی با ریسک بالا تا متوسط فرسایش در نواحی مرکزی حوزه آبخیز سلج انبار قرار دارد. مناطق دارای خطر فرسایش واقعی بالا در حوزه آبخیز سلج انبار در نواحی با بیشترین بارش، بیشترین شیب و می باشد. در این مدل به پوشش گیاهی به عنوان عامل حفاظت از خاک توجه خاصی می شود.

واژه های کلیدی: خطر فرسایش، مدل CORINE، GIS و سلج انبار

مقدمه

فرسایش خاک یک مشکل جدی در سراسر جهان به علت اثرات نامطلوب اقتصادی و محیط زیستی می‌باشد. از جمله این اثرات می‌توان به کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش بهره‌وری زمین، و کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی عمومی مخازن اشاره نمود (Eroglu و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش حجم مخازن باعث می‌شود حجم آب کمتری برای تامین آب و آبیاری وجود داشته باشد در نتیجه اگر شدت و توزیع فضایی فرسایش خاک شناخته شده باشد، اقدامات مدیریتی که موجب کاهش فرسایش خاک می‌شود، می‌تواند به طور موثری در حوزه موثر واقع شود (Herath و Ananda، ۲۰۰۳). بیش از ۷۰ درصد مساحت ایران را محیط‌های خشک و نیمه خشک در بر گرفته است. فرسایش خاک یک فرایند پیچیده و خطر ژئومورفولوژیکی بالقوه است و مقدار آن بازتابی از نحوه مدیریت زمین و شاخص‌های محیطی تخریب به شمار می‌رود. همچنین به دلیل خاصیت تشدید شونده‌گی و اثرات چند جانبه آشکار و نهان محیط زیستی، به سلطان زمین شهرت یافته است (روستایی و همکاران، ۱۳۸۹). فرسایش پذیری خاک، قابلیت ذاتی خاک برای از دست رفتن، توسط عوامل فرسایش می‌باشد. پدیده فرسایش خاک تابعی از قابلیت جدا شدن ذرات تشکیل دهنده قشر سطحی خاک، همزمان با تغییر مکان آنها توسط عوامل انتقال است (حسین و همکاران، ۲۰۰۷). روش‌های تحقیق فرسایش از طریق بازدیدهای منظم میدانی با نظارت طولانی مدت، نیازمند منابع مالی، زمان و منابع نیروی انسانی است. از طرفی ارزیابی دقیق و به موقع فرسایش خاک و توزیع فضایی برای برنامه ریزی حفاظت در شرایط ضروری حائز اهمیت است. شبیه سازی فرایند فرسایش یک روش موثر در تحقیق و بررسی میزان فرسایش می‌باشد. برای شبیه سازی از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) بهره گرفته می‌شود (Mingyong، ۲۰۱۲). تکنولوژی GIS یک ابزار قدرتمند در ارزیابی محیط زیست از طریق ویژگی‌های پیشرفته آن برای جمع آوری، ذخیره، دستکاری و نمایش داده‌های فضایی است (Burrough، ۱۹۸۶). از تکنولوژی RS برای ارائه اطلاعات پوشش زمین با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر رقومی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Yuksel و همکاران، ۲۰۰۸). در تحقیقات زیادی از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه‌های تخریب و فرسایش اراضی استفاده شده است. بنابراین، ترکیب روش‌های RS، GIS و مدل CORINE، امکان ارزیابی فرسایش خاک و توزیع فضایی آن با هزینه‌های معقول و دقت بهتر در مناطق بزرگتر را فراهم می‌کند. (Bayramin و همکاران، ۲۰۰۵)، در مطالعاتی در آنکارا با مدل گرین، با کمک تصاویر ماهواره طی ۵ دوره مختلف از سال ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۳ خطر فرسایش خاک را بررسی کردند. نتایج پژوهش ایشان حاکی از آن بود که فرسایش خاک در آنکارا در سال ۲۰۰۳، به بیشترین حد خود رسیده و بیش از ۸۵٪ منطقه مورد مطالعه در کلاس بالای فرسایش واقعی خاک قرار دارد. (Dengiz و همکاران، ۲۰۰۴)، خطر فرسایش خاک را در منطقه گلباسی^۱، در جنوب آنکارا با استفاده از مدل گرین تخمین زدند. نتایج به دست آمده نشان دهنده این بود که بیشتر سطح منطقه دارای خطر فرسایش کم، ۲۳.۸ درصد خطر فرسایش متوسط و تنها ۱٪ دارای خطر فرسایش خیلی زیاد است. (Yuksel و همکاران، ۲۰۰۸)، با کمک نرم افزار GIS و RS نقشه فرسایش خاک حوضه سد کارتیکیا^۲ در ترکیه را بر اساس مدل گرین تهیه کردند. نتایج به دست آمده از حوضه سد نشان داد و در حدود ۰.۳۳ درسی منطقه در کلاس کم، ۳۵٪ درصد در کلاس متوسط و ۳۰٪ در کلاس بالای فرسایش خاک واقع شده است. (Aydin و همکاران، ۲۰۱۰). بر اساس مدل گرین در محیط GIS فرسایش خاک در حوضه سد استانبول را بررسی کردند. طبق تحقیقات ایشان، فرسایش خاک در حوضه سد از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳ از ۱۷٪ تا ۲۷٪ افزایش داشته است. (سپهر و هنرمند نژاد، ۱۳۹۱) به بررسی نقشه خطر فرسایش واقعی خاک با استفاده از مدل گرین اصلاح شده در منطقه جهرم پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد بیش از ۸۰ درصد حوزه آبخیز دارای خطر متوسط و بالا برای فرسایش بالقوه خاک است؛ در حالیکه حوضه مذکور از فرسایش واقعی خاک نسبتاً کمتری برخوردار است. فرسایش واقعی خاک در منطقه مطالعه شده، حدود ۲۰٪ در کلاس بالا قرار دارد.

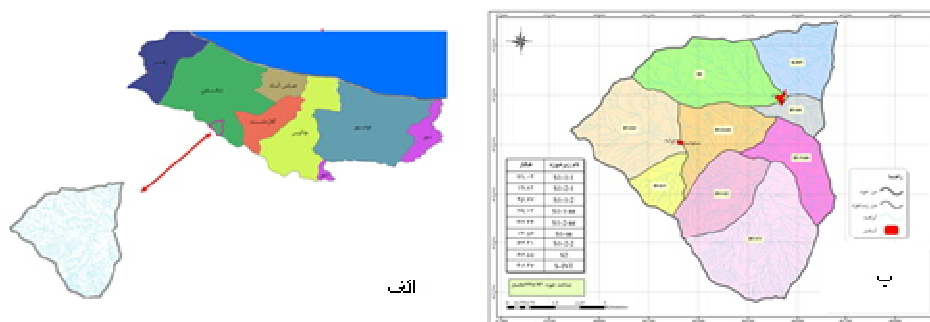
(جوادی و همکاران، ۱۳۹۴). نقشه برآورد خطر فرسایش خاک را به روش کرینه با استفاده از سنجش از دور و GIS در حوزه آبخیز آزاد رود پرداختند و نتایج آنها نشان داد که حدود ۰.۲۶ از سطح منطقه دارای شدت فرسایش شدید، حدود ۰.۶۴ از سطح منطقه دارای شدت فرسایش متوسط بوده و تنها حدود ۱۰ درصد از سطح منطقه دارای فرسایش کم می‌باشد. (انتظاری و حیدری، ۱۳۹۳) به مقایسه

1 Globasi
2 Kartalkaya

مدل های CORINE و SLEMSA در تخمین فرسایش خاک در حوضه تنگ سرخ شیراز پرداختند. مقایسه این دو مدل نشان می دهد که مدل کرین با توجه به اینکه به جزئیات بیشتری می پردازد از دقت بیشتری برخوردار بوده و عامل شیب مهم ترین فاکتور در افزایش میزان فرسایش در حوضه است. هدف از این مطالعه مشخص نمودن توزیع فضایی پتانسیل فرسایش و خطر واقعی فرسایش در منطقه است. در نهایت، ارزیابی و اولویت بندی مناطق مهم برای اتخاذ اقدامات پیشگیرانه مناسب برای جلوگیری از فرسایش خاک می باشد.

منطقه مورد مطالعه

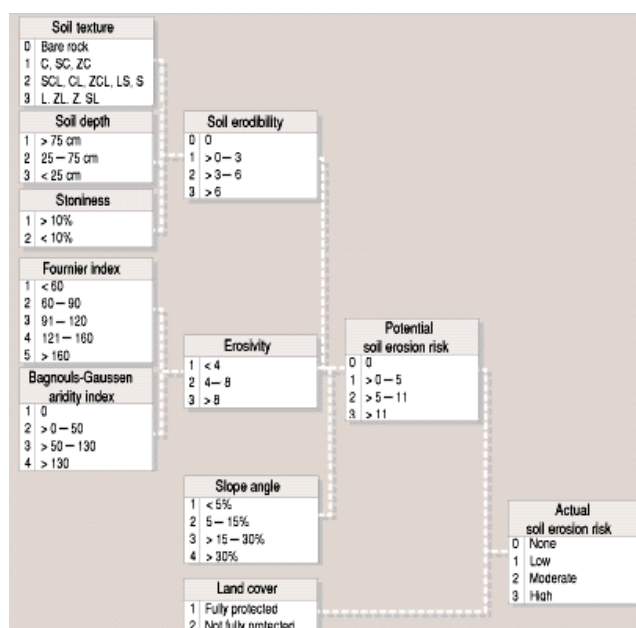
حوزه آبخیز سلج انبار از نظر تقسیمات کشوری در ناحیه غرب استان مازندران، در مرز شهرستان تنکابن با قزوین واقع گردیده است (شکل ۱). روستاهای داخل حوضه شامل مران، سلج انبار و کلام لات (حرآباد) می باشد و در اطراف حوضه می توان به روستای یوج و سرن اشاره کرد. این حوضه با مساحت ۴۲۲۸/۹۲ هکتار در محدوده جغرافیایی $50^{\circ}46'10''$ تا $50^{\circ}51'35''$ طول شرقی و $36^{\circ}23'19''$ تا $36^{\circ}27'60''$ عرض شمالی واقع شده است.



شکل (۱) نقشه محدوده مطالعاتی

مواد و روش ها:

یکی از مدل های کاربردی تخمین فرسایش خاک و نمایش توزیع فضایی فرسایش خاک، روش کرین می باشد. این مدل بر پایه معادله جهانی افت خاک (USLE)، توسعه و بسط داده شده است. لازم به ذکر است که مدل گرین اولین بار توسط مایکل کریکی^۲ در سال ۲۰۰۱ به کار گرفته شده است. این روش برای محاسبه فرسایش واقعی خاک به عوامل فرسایش پذیری، فرسایش دهندگی، شیب و پوشش گیاهی یا کاربری اراضی نیازمند می باشد. مراحل مدل گرین اصلاح شده که در این پژوهش ملاک عمل قرار گرفته است، در شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل (۲): مراحل اجرایی مدل CORINE

لایه فرسایش پذیری خاک:

برای تهیه لایه فرسایش پذیری خاک سه فاکتور اصلی عمق خاک، بافت خاک و میزان سنگ و سنگریزه مورد نیاز است (Parlak, ۲۰۰۳). از لحاظ بافت خاک، خاکهای رس شنی، خاک رس یا خاکستر به عنوان خاک رس شناخته می شوند و ذاتاً به دلیل انسجام بالای آنها دارای فرسایندهایی کم می باشد. در مقابل، خاکهای لومی شنی، لومی، سیلتی لومی و سیلتی به طور معمول به دلیل عدم انسجام و پایداری کم بسیار در مقابل فرسایش حساس هستند.

عمق خاک به دو دلیل به عنوان عامل مهمی در فرسایش خاک شناخته می شود. اولاً خاکهای عمیق عمدتاً حجم بیشتری از آب را نسبت به خاکهای کم عمق جذب و نگهداری می کنند و ثانیاً، از دست دادن خاک در خاکهای عمیق کمتر می باشد. میزان سنگریزه همچنین ممکن است قابل توجه باشد، هرچند که اثر آن با توجه به شرایط تغییر می کند: پوشش سطحی سنگها ممکن است خاک را از تکه تکه شدن باران محافظت کند، اما هنگامی که روان آب شروع می شود، سنگ ممکن است باعث آشفته گشتگی شود و بنابراین شدت فرسایش را بیشتر می کند.

نحوه تهیه لایه فرسایندهایی خاک از طریق رابطه ذیل است:

(۱) کلاس بافت خاک * کلاس عمق خاک * کلاس میزان سنگ = شاخص فرسایندهایی خاک

(۲) لایه فرسایش دهندگی:

در این مطالعه، به منظور تهیه نقشه فرسایش دهندگی از شاخص فورنیه (رابطه ۲، ۳، ۴) و شاخص خشکی (۵) استفاده شده است.

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{\sum_{i=1}^{12} P_i} \quad (2)$$

$$R = \frac{0.0739F^{1.847}}{17.2}, \quad F < 55 \text{ mm} \quad (3)$$

$$R = \frac{95.77 - 6.081F + 0.4770F^2}{17.2}, \quad F \geq 55 \text{ mm} \quad (4)$$

در این رابطه R، عامل فرسایندهایی باران (مگاژول میلی متر در هکتار ساعت سال)، P_i ، بارندگی ماهانه به میلی متر، P، بارندگی سالانه به میلی متر و F شاخص اصلاح شده فورنیه است.

با توجه به اینکه شاخص فورنیه نمی تواند تنش رطوبتی را در نظر بگیرد و بنابراین از شاخص خشکی فائو- یونپ استفاده می شود

(Arnoldus, ۱۹۸۰). شاخص خشکی فائو - یونپ ۴ بیانگر عملکرد همزمان تبخیر و بارش در فرسایش دهندگی یک منطقه است. شاخص مذکور را که بر حسب متوسط بارش سالانه به متوسط تبخیر و تعرق سالانه است، نشان می دهد (اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰).

$$\frac{P}{EPT}$$

(۵)

P: متوسط بارش سالانه و EPT: متوسط تبخیر و تعرق

برای تهیه لایه نقشه فرسایش دهندگی از رابطه (۶) استفاده می شود.

(۶) کلاس شاخص فورنیه* کلاس شاخص خشکی فائو- یونپ= شاخص فرسایش

لایه شیب منطقه:

برای تهیه نقشه شیب از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، نقشه طبقات رقومی ارتفاعی (DEM) با اندازه سلولی ۱۰ متر تهیه می شود و با استفاده از DEM نقشه منطقه بر اساس کلاس های روش CORINE تهیه می شود.

لایه پوشش گیاهی:

پوشش گیاهی احتمالاً مهمترین عنصر در مدل های فرسایش است، چرا که تنها عامل است که می تواند در طول زمان تغییر کند. این رو، این فرصت را برای کنترل فرسایش فراهم می آورد. اطلاعات دقیق و قابل اعتمادی در مورد استفاده از زمین و پوشش گیاهی باید به عنوان ورودی به مدل وارد شود. از سنجش از دور می توان برای تهیه نقشه کاربری زمین استفاده کرد. و سپس بر اساس روش CORINE به دو کلاس تقسیم می شود.

سپس نقشه پتانسیل فرسایش خاک منطقه (خطر فرسایش بالقوه) از تلفیق نقشه فرسایش پذیری خاک (Soil Erodibility)، فرسایش دهندگی (Soil Erosivity) و نقشه شیب، حاصل شده است. جهت برآورد میزان خطر فرسایش واقعی، نیازمند محاسبه میزان فرسایش بر پایه پوشش گیاهی منطقه می باشد. از این رو در این پژوهش، پس از تهیه نقشه خطر فرسایش بالقوه، جهت تهیه نقشه خطر فرسایش بالفعل یا واقعی از نقشه پوشش بهره گرفته شده است. در نهایت نقشه خطر فرسایش واقعی خاک، از تلفیق نقشه خطر فرسایش بالقوه (پتانسیل) خاک و نقشه پوشش گیاهی، حاصل می شود.

نتایج و یافته های تحقیق

در ابتدا با کمک نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی منطقه، نقشه طبقات رقومی ارتفاعی و سپس با استفاده از نقشه DEM نقشه شیب منطقه در چهار کلاس تهیه گردید (جدول ۱). با توجه به اینکه عامل شیب به عنوان لایه اصلی در برآورد میزان خطر فرسایش بالقوه خاک محسوب شده است کلاس بندی شیب با توجه به مدل کرین در منطقه صورت گرفت و نقشه آن تهیه گردید (شکل ۳).

جدول (۱): مساحت و درصد طبقات شیب در حوزه سلج انبار

طبقات شیب	کد کلاس	مساحت (Ha)	%
<5	1	29.96	0.70
5-15	2	406.33	9.53
15-30	3	1599.84	37.52
>30	4	2227.69	52.25

برای برآورد تبخیر و تعرق ماهانه و متوسط بارندگی سالانه منطقه سلج انبار از ایستگاه های سینوپتیک سیاه بیشه، کدیر، پل ذغال، نهالستان کلاردشت، گلستان محله دوهزار، کورکورسر نوشهر، سینوپتیک نوشهر، عباس آباد تنکابن و بلده نور استفاده گردید و بر اساس آمار این ایستگاه ها گرادیان تبخیر و تعرق (رابطه ۷) و با رندگی سالانه (رابطه ۸) منطقه به دست آمد.

$$T = 0.3184H + 297.41$$

(۷)

⁴ Transeau (FAO/UNEP)

$$P=0.1843H+223.8$$

(人)

جهت رسم نقشه هم تبخیر (شکل ۴) و همباران (شکل ۵) از معادله گردایان سالانه برآورد شده و مدل رقومی ارتفاع در محیط نرم افزاری Arc GIS استفاده گردید. سپس با استفاده از رابطه ۵ نقشه شاخص خشکی فائو - یونپ (شکل ۶) تهیه می گردد. با توجه به مدل CORINE تمامی منطقه در کلاس ۲ قرار می گیرد. براساس شکل ۴ حداکثر و حداقل متوسط تبخیر در منطقه به ترتیب برابر با ۱۴۷۰ و ۸۱۴ میلی متر می باشد. و همچنین بر اساس شکل شماره ۵ حداکثر و حداقل بارندگی برابر با ۷۳ و ۴۳ میلیمتر است. سپس بر اساس شاخص خشکی فائو - یونپ کل منطقه در کلاس ۲ قرار می گیرد.

شاخص فورنیه بر اساس رابطه‌های ۲ الی ۴ در حوزه سلج انبار به دست آمد (شکل ۷) و سپس با توجه به مدل CORINE و نقشه شاخص فورنیه تمامی منطقه دارای شاخص فرساینده‌گی کمتر از ۶۰ می‌باشند در نتیجه تمامی منطقه در کلاس ۱ قرار می‌گیرد. با استفاده از رابطه ۶ نقشه فرساینده‌گی حوزه آبخیز سلج انبار تهیه شد. که با توجه به شکل ۷ و شکل ۶ کل منطقه در کلاس ۱ فرساینده‌گی قرار می‌گیرند.

در مرحله بعد برای تهیه نقشه فرسایش پذیری مربوط به خاک، اطلاعات مربوط به عمق، بافت خاک و سنگ و سنگریزه مربوط به اجزاء واحد اراضی تهیه شده و بر اساس شکل ۱ و رابطه ۱، نقشه فرسایش پذیری خاک (شکل ۷) تهیه شد.

جدول (۲): مساحت و درصد کلاس فرسایش پذیری خاک در حوزه سلج انبار

کلاس فرسایش پذیری خاک	مساحت (Ha)	%
< ۰	۱۷۷۰.۰۴	۴۱.۸۶
۰-۳	۴۹۶.۹۳	۱۱.۷۵
۳-۶	۱۷۳۸.۵۷	۴۱.۱۱
> ۶	۲۲۳.۳۹	۵.۲۸
سلج انبار	۴۲۲۸.۹۳	۱۰۰

سپس نقشه پتانسیل فرسایش خاک منطقه (خطر فرسایش بالقوه) از تلفیق نقشه فرسایش پذیری خاک (شکل ۸)، فرسایش دهندگی و نقشه شیب (شکل ۳)، حاصل شده است. در جدول ۳ مساحت و درصد هر یک از طبقات پتانسیل فرسایش خاک آورده شده است (شکل ۹).

جدول (۳): مساحت و درصد کلاسی طبقات یتانسیل فرسایش خاک در حوزه سلج انبار

کد کلاس	شرح کلاس	مساحت (Ha)	%
0	خیلی کم	1767.2	41.8
1	کم	547.1	12.9
2	متوسط	1720.4	40.7
3	زیاد	190.7	4.5
سلج انبار		4225.5	100.0

جهت برآورد میزان خطر فرسایش واقعی، نیازمند تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه می‌باشد. سپس با توجه به کاربری منطقه و مدل CORINE نقشه پوشش گیاهی منطقه به دو کلاس حفاظت شده به طور کامل و حفاظت نشده به طور کامل تقسیم می‌شود (حدها ۴، شکل ۱۰).

جدول (۴): مساحت و درصد کلاس فرسایش پذیری خاک در حوزه سلج انبار

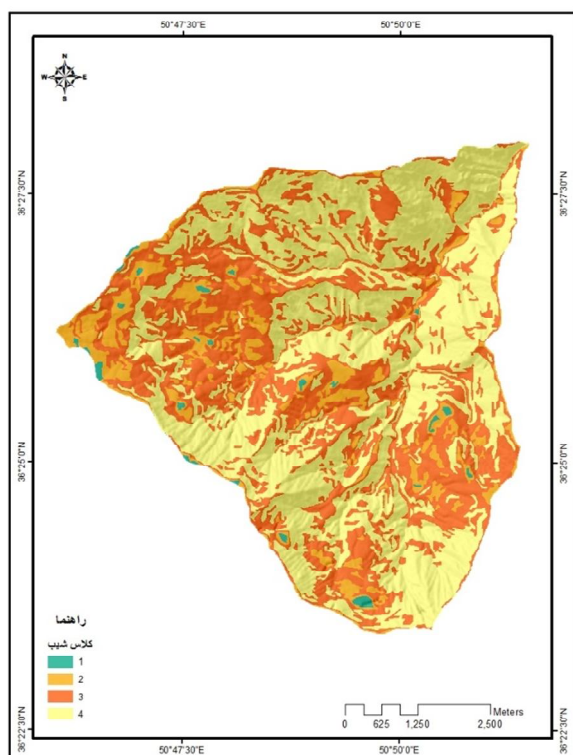
کد کلاس	شرح کلاس	مساحت (ha)	%
1	محافظت شده	3857.79	91.22
2	محافظت نشده	371.14	8.78
سلج انبار		4228.93	100.00

در نهایت نقشه خطر فرسایش واقعی خاک، از تلفیق نقشه خطر فرسایش بالقوه (پتانسیل) خاک و نقشه پوشش گیاهی، حاصل می شود (جدول ۵) (شکل ۱۱).

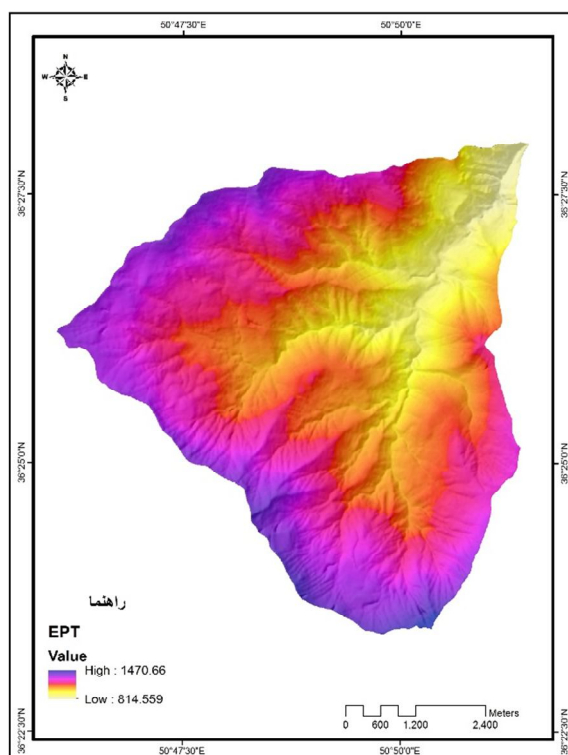
جدول (۵): مساحت و درصد کلاس خطر فرسایش واقعی خاک در حوزه سلج انبار

کد کلاس	شرح کلاس	مساحت (Ha)	%
0	خیلی کم	1767.2	41.8
1	کم	524.9	12.4
2	متوسط	1792.7	42.4
3	زیاد	140.7	3.3
سلج انبار		4225.5	100.0

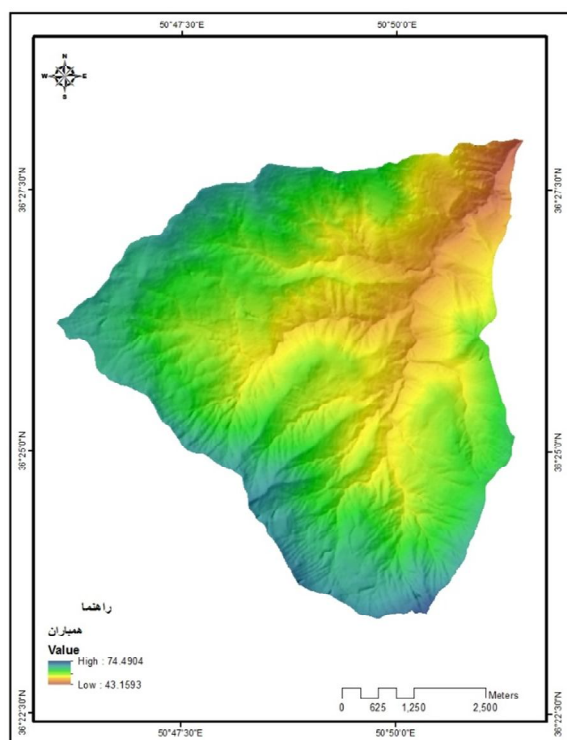
بر اساس جدول شماره ۵ حدود ۳٪ منطقه دارای خطر فرسایش زیاد می باشد و منطقه به علت داشتن پوشش گیاهی خوب حدود ۵۳ درصد منطقه در کلاس کم و خیلی کم از لحاظ خطر فرسایش پذیری خاک واقع می شود. و حدود ۴۲ درصد منطقه نیز دارای خطر فرسایش پذیری متوسط می باشد که در این نواحی و مکان هایی با خطر فرسایش بالا بایستی برای کنترل فرسایش خاک عملیات های مناسب مکانیکی و بیولوژیکی انجام شود.



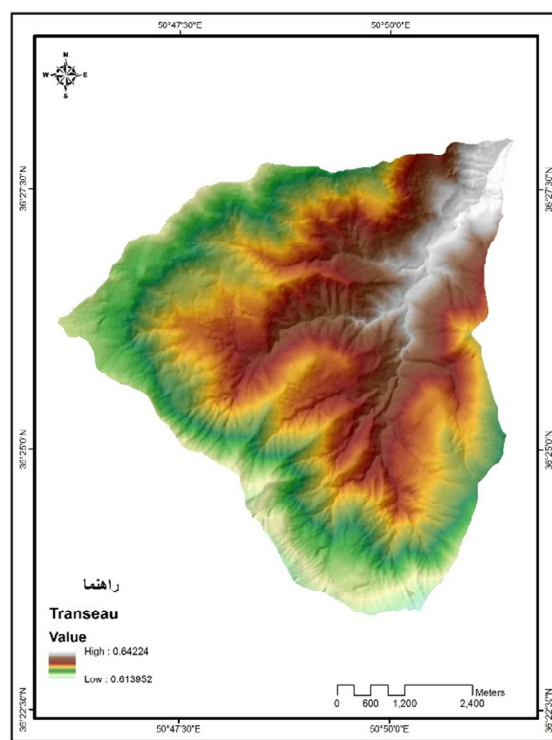
شکل ۴: نقشه طبقه بندی شیب منطقه



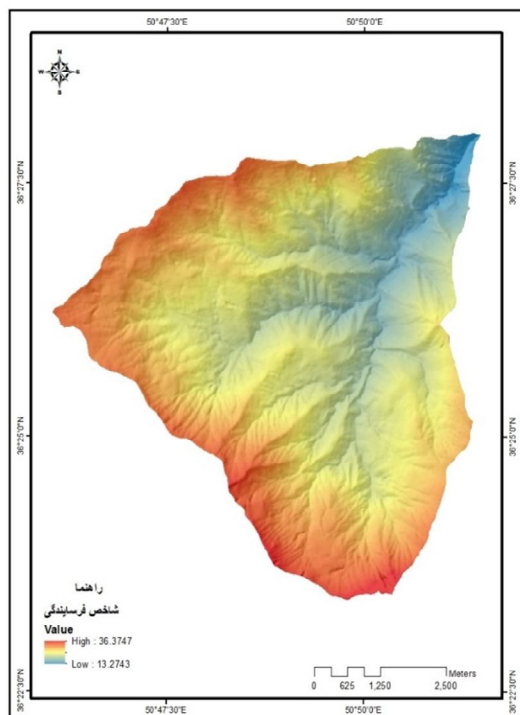
شکل ۳: نقشه هم تبخیر منطقه



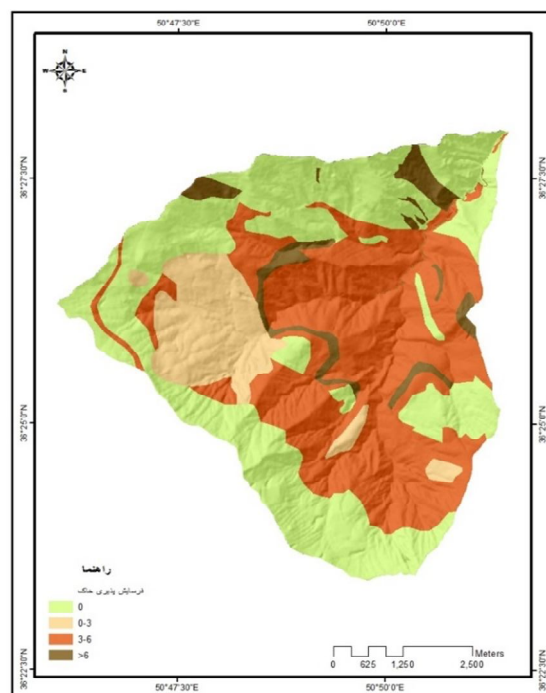
شکل ۶: نقشه متوسط بارندگی منطقه - همباران



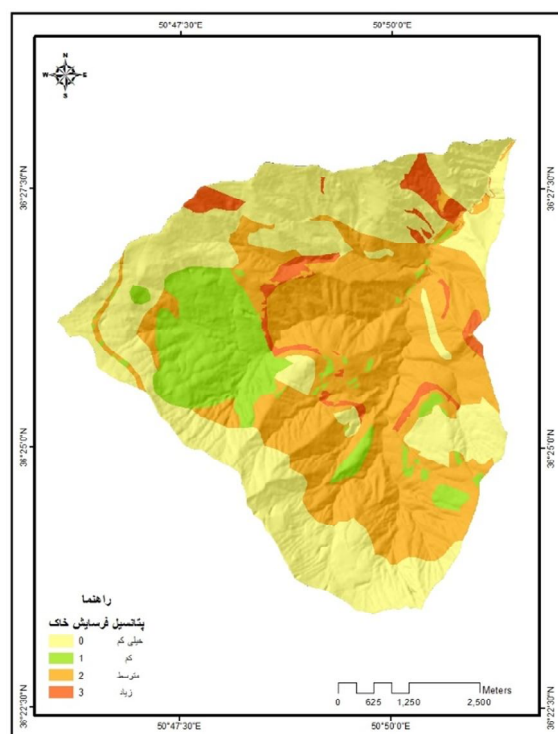
شکل ۵: نقشه شاخص خشکی فائو - یونپ



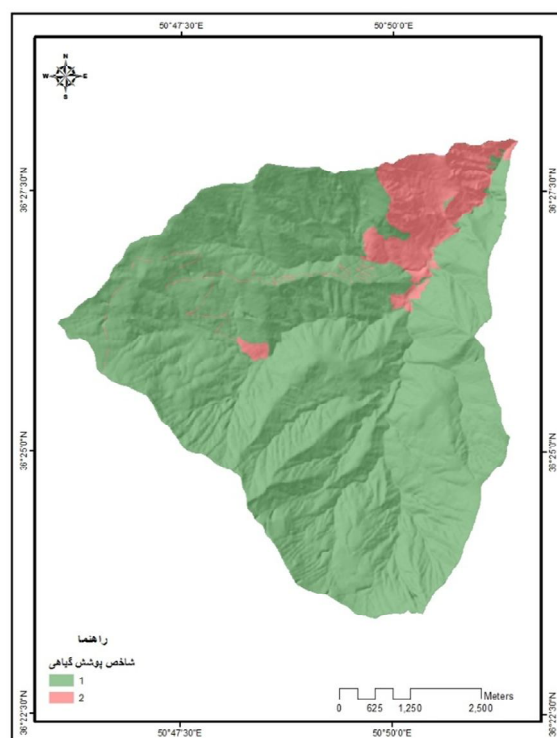
شکل ۸: نقشه شاخص فرسایش -



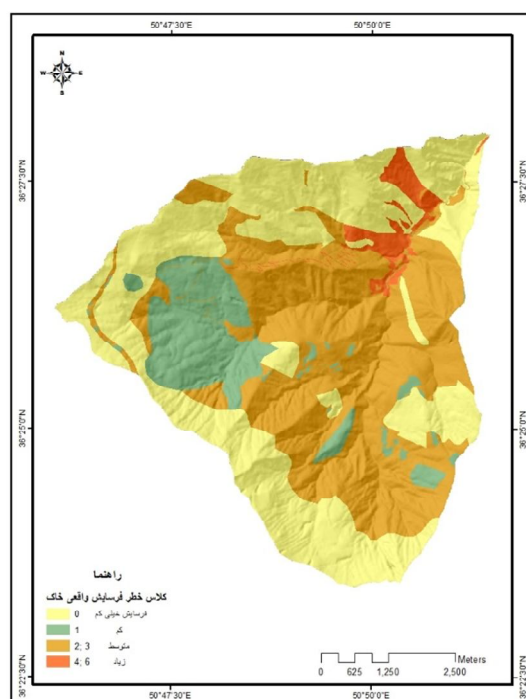
شکل ۷: نقشه فرسایش پذیری



شکل ۱۰: نقشه پتانسیل فرسایش خاک



شکل ۹: نقشه امتیاز پوشش گیاهی



شکل ۱۱: نقشه خطر فرسایش واقعی خاک

بحث و نتیجه گیری:

پس از بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌ها، نقشه فرسایش واقعی خاک حوزه آبخیز سلج انبار تهیه شده است. با توجه به شکل ۱۱ و شکل ۱۰ مشخص می‌شود منطقه از لحاظ پتانسیل فرسایش خاک و فرسایش واقعی خاک تا حدودی شبیه هم می‌باشد و فقط در حدود ۱.۳ درصد منطقه با سهل انگاری و عدم تمهیدات لازم به سرعت جای خود را از کلاس متوسط به کلاس زیاد که جبران‌ناپذیر خواهد بود، می‌دهد.

نتایج بر نقش بسیار زیاد پوشش گیاهی در فرسایش خاک تاکید می‌نماید. بنابراین با اجرا کردن اقدامات حفاظتی و ممنوع کردن بهره‌برداری از مناطق حساس خاک، فرسایش خاک به میزان زیادی کاهش خواهد یافت. عامل‌های شیب، بارندگی و فرسایش‌پذیری خاک از جمله عوامل ذاتی و تعیین کننده حساسیت خاک نسبت به فرسایش است، ولی مهار دو عامل دیگر، یعنی پوشش گیاهی و مسائل حفاظتی در دست انسان است.

منابع

- انتظاری، م، غلام حیدری، ح، (۱۳۹۳)، مقایسه مدل‌های SLEMSA و CORINE در تخمین فرسایش خاک (مطالعه موردی: حوضه تنگ سرخ شیراز)، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۳۹۳؛ ۱۸ (۳): ۱-۲۸
- جوادی، م، ر، میردار هریجانی، ف، چترسیماب، ز، (۱۳۹۴)، تعیین نقشه برآورد خطر فرسایش به روش کرینه با استفاده از تلفیق تکنیک سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آزاد رود). نخستین کنفرانس بین المللی محیط زیست و منابع طبیعی. موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی، شیراز، ایران-۱۶ شهریور ۱۳۹۴.
- سپهر، ع، هنرمندنژاد، س، (۱۳۹۱)، تهیه نقشه خطر فرسایش واقعی خاک با استفاده از مدل گرین اصلاح شده (مطالعه موردی: حوضه آبخیز جهرم)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۱.

Bayramin, I., G. Erpul., H.E. Erdogan., 2006. Use of CORINE Methodology to Assess soil Erosion Risk in the Semi- Arid Area of Beypazari. Ankara, Turk J Agric 30, 81-100

- Aydin, A., H.B. Tecimen., 2010. Temporal soil erosion risk evaluation: a CORINE methodology application at Elmalı dam watershed. Istanbul, Environmental Earth Science journal 61, 1457-1465
- Yuksel, AI., R. Gundogan, A.E. Akay., 2008. Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaras, Turkey. *Sensors* 8, 4851-4865
- Dengiz, O., S. Akgul., 2004. Soil erosion risk assessment of the Golbasi environmental protection area and its vicinity using the CORINE model. *Turk J Agric* 29, 439-448.
- Ananda J, Herath G (2003) Soil erosion in developing countries: asocio-economic appraisal. *J Environ Manage* 68:343-353
- Eroglu H, Cakir G, Sivrikaya F, Akay AE (2010) Using high resolution images and elevation data in classifying erosion risks of bare soil areas in the Hatila Valley Natural Protected Area, Turkey. *Stoch Environ Res Risk Assess* 24:699-704
- Ekhtesasi, MR., A. Sepehr., 2012. Methods and models of desertification assessment and mapping, Yaz University press, first edition, 290p.
- Rostaei, S., Nikjou, MR., A. Habibzadeh 2011. Investigation of Soil erodibility of Bejoshan Chay Basin based on Fuzzy-GIS. *Journal of Geography and planning, Tabriz University* 33, 147-173.
- Hussein, HH. , HT., Kariem and A.K., Othman (2007), soil erodibility in northern Iraq using natural runoff plot data, *journal soil and Tillage Research*.94-220-228.
- Foneir (1960): Soil erosion soil conservation by Morgan.
- Arnoldus, H.M.J. (1980). An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. In: De Boedt, M., Gabriels, D. Eds., *Assessment of Erosion*. Chichester, New York, 127-132.
- Parlak, M., Y. Dincsoy., K. Seyrek., 2003. Determination of Erosion Risk According to CORINE Methodology (a case study: KURTBOGAZI DAM). *International Congress on River Basin Management*, Istanbul, March 2003.