

## برآورد رسوب در حوضه آبریز سرغایه - سرنیش جنوب مشهد با استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده و سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

عفت پاسبان<sup>۱</sup>، اسداله محبوبی<sup>۱</sup>، محمد حسین محمودی قرائی<sup>۱</sup>، محمد خانه باد<sup>۲</sup>، سمیرا تقدیسی نیکبخت<sup>۳</sup>

۱- دکتری، عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی دکتری، عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

Effat\_Paseban@yahoo.com

### چکیده

این تحقیق با هدف برآورد فرسایش رسوب حوضه آبریز سرغایه - سرنیش واقع در جنوب مشهد با استفاده از تکنیکهای GIS و مدل پسیاک اصلاح شده انجام گرفته است. این مدل وضعیت فرسایش و تولید رسوب را در هر زیرحوضه بر اساس نقش نه عامل محیطی شامل زمین شناسی، خاک شناسی، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری اراضی، فرسایش سطحی و فرسایش رودخانه ای بررسی می کند. به این منظور لایه های مربوط به عوامل مدل در محیط GIS تحلیل شد و نهایتاً با استفاده از تحلیل های مکانی و همپوشانی لایه های اطلاعاتی متوسط مقدار رسوبدهی ۴,۹ تن در هکتار و شدت فرسایش در دو کلاس متوسط و شدید برآورد گردید. در این مطالعه، بخش اعظم حوضه (۹۰,۵۰۶ درصد) دارای فرسایش شدید و در سایر قسمتها فرسایش متوسط است.

واژه های کلیدی: شدت فرسایش؛ مقدار رسوبدهی؛ GIS؛ مدل MPSIAC

### Abstract

This research is performed using GIS technique and MPSIAC model in Sarghayeh - Sarnish watershed in south of Mashhad in order to estimate soil erosion and sediment yield. This model evaluates erosion and sediment yield in each of subbasins based on nine environmental factors including geology, soil, climate, run off, topography, ground cover, land use, surface and river erosion. For this purpose, the information layers dependent on model are made by GIS and finally the mean of sediment yield is estimated 4.9 ton/hec, intensity of erosion is also determined in moderate and strong class using of spatial assessments and information layers overlapping. In this study, the most of basin (90.506%) with strong erosion and others is moderate.

**Key words:** Intensity of Erosion; Sediment yield; GIS; MPSIAC model

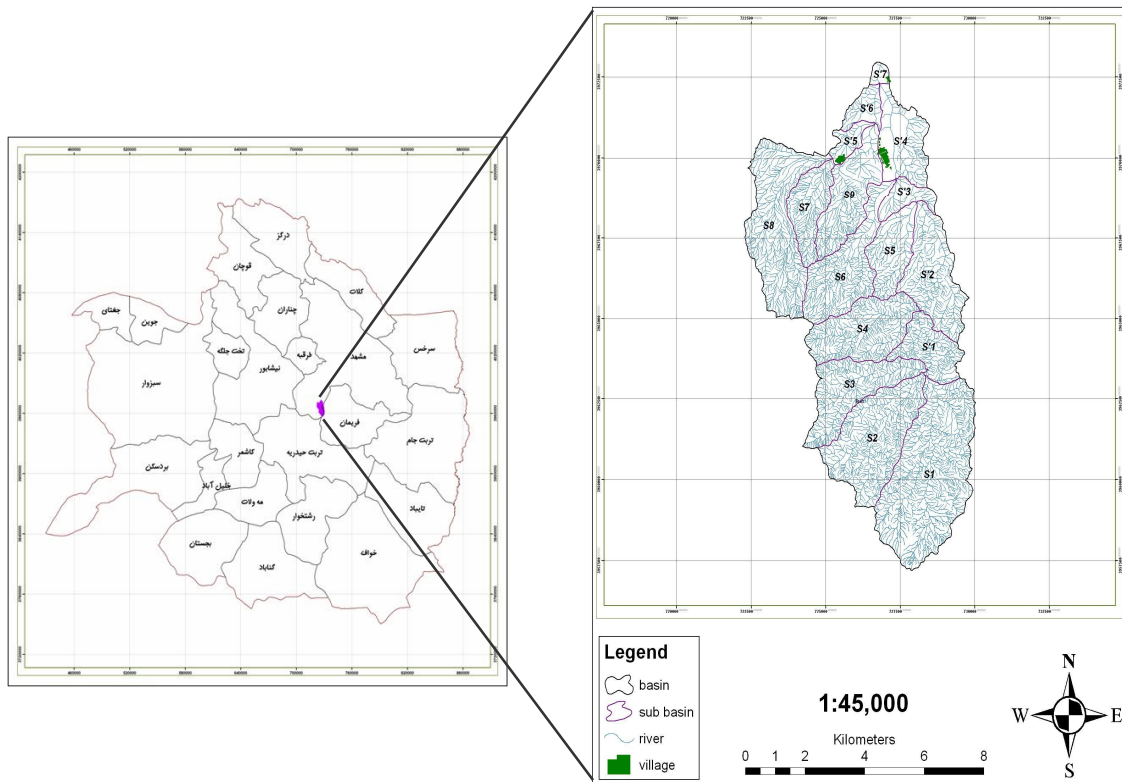
### ۱- مقدمه

فرسایش فرآیندی است که طی آن ذرات خاک از بستر خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می شوند که می تواند در انواع فرسایش آبی، بادی و یخچالی طبقه بندی شود (علیزاده، ۱۳۸۷). شرایط فرسایش موجود و مقدار تولید رسوب بستگی به عوامل موجود از قبیل فعالیتهای انسانی (کشاورزی و نابودی مراتع، تغییرات کاربری زمین، تغییر پوشش گیاهی طبیعی، عملیات معدنکاری و استخراج کانی، اصلاح و تغییر کانال)، مساحت حوضه آبریز، شیب منطقه، بافت خاک، رخصاره های زمین شناسی، میزان رواناب، دبی و توزیع زمانی و مکانی بارندگی و شدت و مدت آن دارد (Falcone et al., 2009; Szilassi et al., 2006; Lopez et al., 2001).

از آنجایی که بخش عمده ای از کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده، میزان فرسایش و رسوبدهی زیاد است (فیض نیا، ۱۳۸۷). فرسایش و هدررفت خاک یکی از عوامل اصلی در کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش محصول، رسوب مواد در آبراه ها، کانالهای آبیاری و رودخانه ها، کاهش ظرفیت مخازن سدها و عمر آنها، وقوع سیل و آلودگی محیط زیست و مسدود شدن راهها می شود.

برای تعیین میزان فرسایش و تولید رسوب در حوضه های آبریز نیاز به استفاده از مدل های مختلفی است که هر یک برای شرایط خاص ارائه شده اند. بر طبق تحقیقات مقایسه ای صورت گرفته در ارتباط با کارایی مدل های برآورد فرسایش و رسوب، مدل MPSIAC از درجه اطمینان بیشتری برخوردار است (راستگو و همکاران، ۱۳۸۵) و این مدل در ارزیابی فرسایش و رسوب حوضه های فاقد آمار و اطلاعات از دقت نسبتاً خوبی برخوردار است.

حوضه آبریز سرغایه - سرنیش در جنوب مشهد در طول شرقی  $33^{\circ} 22' 59''$  تا  $36^{\circ} 32' 59''$  و عرض شمالی  $35^{\circ} 44' 01''$  تا  $33^{\circ} 52' 33''$  قرار دارد. وسعت این حوضه  $70,654$  کیلومتر مربع و به شکل کشیده است (شکل ۱). هدف از این تحقیق ارائه نقشه پهنه بندی درجه رسوبدهی (QS) و سپس میزان تولید رسوب کل (S) برای حوضه و تهیه نقشه شدت فرسایش است.



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز سرغایه - سرنیش واقع در جنوب مشهد

## ۲- روش، بحث و بررسی

در مدل پسیاک اصلاح شده تاثیر و نقش نه فاکتور مهم و موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آبریز ارزیابی می گردد. از اینرو در این روش بسته به نقش هر عامل، عددی به آن نسبت داده می شود. این فاکتورها شامل زمین شناسی سطحی (Y1)، خاکشناسی (Y2)، آب و هوا (Y3)، رواناب (Y4)، توپوگرافی (Y5)، پوشش سطح زمین (Y6)، کاربری اراضی (Y7)، وضعیت فرسایش فعلی (Y8) و فرسایش رودخانه ای (Y9) است (جدول ۱). در این تحقیق نقش این عوامل از طریق وارد نمودن لایه های اطلاعاتی به محیط GIS، رقمی سازی و کلاسه بندی، هر یک از لایه های اطلاعاتی بررسی شده است.

پس از تعیین نمرات جدول نه گانه و محاسبه مجموع این نمرات (R)، درجه یا شدت رسوبدهی را تعیین (جدول ۲)، و سپس میزان تولید رسوب ( $Q_s$ ) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شده است.

$$Q_s = 0.253e^{0.036R}$$

رابطه (۱)

در این رابطه جرم مخصوص مخصص ظاهری رسوب ۱۳۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض شده است.

جدول ۱- روابط ارائه شده برای عوامل موثر در فرسایش و ویژگی های هر عامل در مدل (Johnson & Gebhardt, 1982) MPSIAC

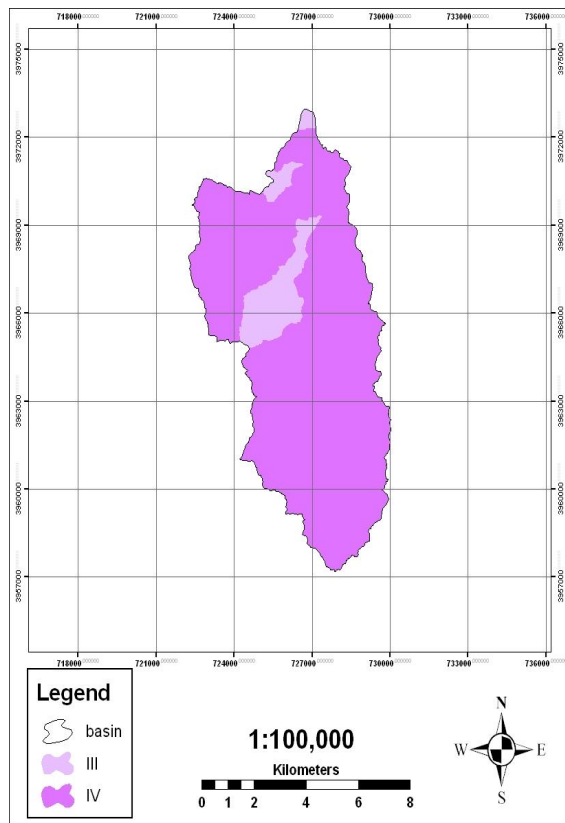
ردیف	عامل	مهمترین خصوصیات مورد نظر
۱	زمین شناسی سطحی Surface geology	۳۱-۳۱، ۳۱ شاخصی از فرسایش زمین شناسی که بر اساس خصوصیات سختی، هوازدگی، شکستگی و نوع سنگ از گزارش های زمین شناسی بدست می آید.
۲	خاک Soil	۳۲-۳۲، ۱۶/۶۷۳۲ ضریب فرسایش پذیری خاک (K) در معادله جهانی برآورد تلفات خاک (USLE) است
۳	اقلیم Climate	۳۳-۳۳، ۰/۲۳۳ مقدار بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله به میلی متر که از گزارش های هواشناسی بدست می آید.
۴	رواناب Runoff	۳۴-۳۴، ۰/۲۳۴ برابر با مجموع ارتفاع رواناب سالانه به میلی متر ضربدر ۰/۰۳ و دبی جریان اوج سالانه به متر مکعب در ثانیه در کیلومتر مربع ضربدر ۵۰ می باشد.
۵	پستی و بلندی Topography	۳۵-۳۵، ۰/۳۳۳۵ تندی شیب به درصد است
۶	پوشش زمین Ground cover	۳۶-۳۶، ۰/۲۳۶ برابر با درصد خاک لخت می باشد
۷	کاربری اراضی Land use	۳۷-۳۷، ۰/۲۳۷ برابر با درصد تاج پوشش گیاهی است
۸	وضعیت فعلی فرسایش Upland erosion	۳۸-۳۸، ۰/۲۵۳۸ برابر با مجموع نمرات عامل سطحی خاک (SSF) است که از روش دفتر مدیریت اراضی آمریکا (BLM) بدست می آید
۹	فرسایش رودخانه ای و حمل رسوب Channel erosion and sediment transport	۳۹-۳۹، ۱/۶۷۳۹ برابر با نمره فرسایش ختدقی عامل سطحی خاک (SSF) است

جدول ۲- کلاسهای فرسایش، میزان فرسایش و تولید رسوب سالانه برآوردی در مدل MPSIAC (فیض نیا، ۱۳۸۷)

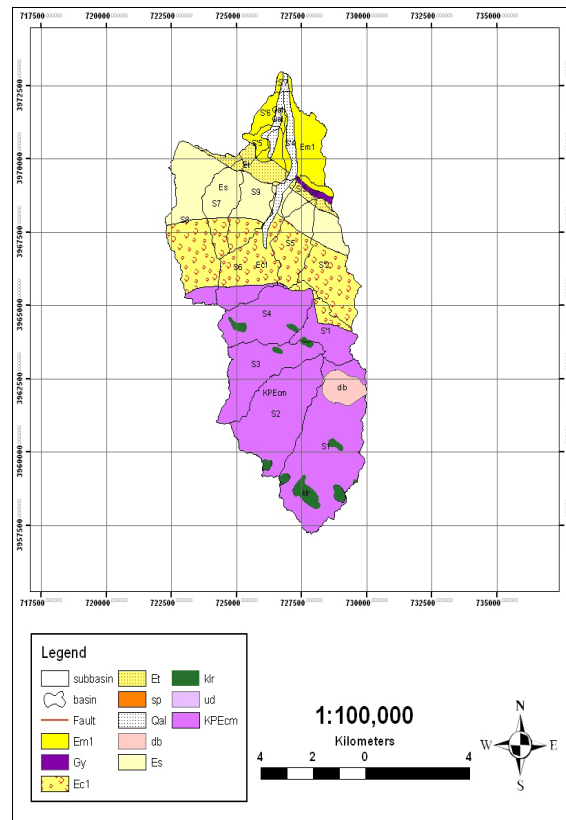
تولید رسوب سالانه برآوردی (تن در هکتار)	میزان فرسایش	کلاس فرسایش	جمع نمرات عوامل ۹ گانه (R)
< 0.6	خیلی کم	I	0 - 25
0.6 - 1.7	کم	II	25 - 50
1.7 - 3.8	متوسط	III	50 - 75
3.8 - 9	زیاد	IV	75 - 100
> 9	خیلی زیاد	V	> 100

ابتدا نقشه پایه حوضه مورد مطالعه بر روی نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تهیه شد (سازمان نقشه برداری کشور) و چهارچوب حوضه آبریز بر اساس روش کار هیدرولوژیک و دنبال کردن خط الراس ها تا محل خروجی حوضه تعیین شد. بکارگیری این مدل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مستلزم این است که برای هر عامل موثر در فرسایش لایه اطلاعاتی مربوطه تهیه شود، لذا در این مرحله لایه های اطلاعاتی مورد نیاز شامل: زمین شناسی سطحی، خاکشناسی، آب و هوا (همدم و هم بارش)، رواناب، توپوگرافی (شیب و طبقات ارتفاعی)، پوشش سطح زمین، کاربری اراضی تهیه شدند.

واحدهای زمین شناسی این منطقه شامل افیولیت ملائزه های شمال تربت حیدریه (به سن کرتاسه) در بالادست، کنگلومرا و ماسه سنگ دوران سوم در بخشهای میانی و ماسه سنگ، شیل، مارن و ژیبس (پالئوژن - نوژن) در پایین دست حوضه است (شکل ۲). قسمت بالادست حوضه به دلیل شیب زیاد و لیتولوژی خاص از فرسایش پذیری بالایی برخوردار است. شدت فرسایش در قسمت میانی حوضه به دلیل کاهش شیب و مقاومت بیشتر واحدهای سنگی کاهش یافته و در پایین دست با توجه به حضور واحدهای فرسایش پذیر نظیر شیل، مارن و ژیبس و وجود فرسایش خندقی شدت فرسایش افزایش می یابد. لازم به ذکر است که گسلها نیز در فرسایش پذیری واحدهای سنگی نقش دارند.



شکل ۳ - نقشه شدت فرسایش حوضه آبریز سرغایه - سریش



شکل ۲ - نقشه زمین شناسی حوضه آبریز سرغایه - سریش

جدول 3- امتیاز عوامل نه گانه، ثرجه و میزان رسوبدهی زیر حوضه ها در مدل MPSIAC

میزان رسوبدهی (تن در هکتار)	درجه رسوبدهی	فرسایش رودخانه ای (۷۹)	وضعیت فعلی فرسایش (۷۸)	کاربری اراضی (۷۷)	پوشش سطح زمین (۷۶)	توپوگرافی (۷۵)	رواناب (۷۴)	آب و هوا (۷۳)	خاک شناسی (۷۲)	زمین شناسی (۷۱)	زیر حوضه
4.997	82.866	0	12.79	16.17	12.51	13.645	8.516	2.4	10.135	7.27	S1
5.417	85.111	0	12.84	16.024	12.66	15.328	8.66	2.58	10.135	7.47	S2
5.478	85.422	0	11.91	15.614	13.1	16.255	8.922	2.66	10.135	7.44	S3
6.04	88.133	0	12.58	16.192	11.95	17.523	9.854	3.22	10.135	7.33	S4
4.879	82.204	7.61	11.182	19.2	4.34	10.857	11.756	3.66	7.451	6.57	S5
3.678	74.36	1.67	12.05	18.2	5.3	14.5	7.00	2.6	7.18	5.94	S6
5.04	83.108	8.56	12.64	18.74	7.46	7.412	10.272	3.36	7.468	7.45	S7
4.865	82.126	9.92	12.79	19.096	5.53	8.75	9.014	2.56	7.701	7.09	S8
5.462	85.34	10.02	13.78	18.21	9.96	6.402	9.179	2.46	7.901	7.42	S9
4.852	82.05	0	12.89	17.022	10.94	15.391	6.62	1.9	10.135	7.15	S'1
4.294	78.66	8.5	12.8	18.784	6.21	10.93	5.52	1.46	7.83	6.61	S'2
8.166	96.51	20.04	15.2	17.85	9.158	6.722	7.37	1.4	10.135	8.64	S'3
7.122	92.71	20.04	15.14	17.48	10.588	4.686	6.64	1.24	9.701	7.21	S'4
3.7	74.52	6.83	12.3	18.308	6.806	2.937	9.823	2.14	7.518	7.86	S'5
7.68	94.81	19.205	14.74	17.1	12.092	4.735	9.23	1.9	8.768	7.04	S'6
2.77	66.56	6.68	11.82	18.886	3.182	3.207	6.237	1.24	9.701	5.61	S'7

### ۵- نتیجه گیری

با تهیه و وزن دهی لایه های اطلاعاتی مربوطه درجه رسوبدهی، مقدار رسوب ویژه هر زیر حوضه و نقشه شدت فرسایش تهیه شد. بخش اعظم حوضه ( ۹۰,۵۰۶ درصد) از نظر رسوبدهی طبق مدل پسیاک اصلاح شده در کلاس شدید و بخش های کمتری از حوضه ( ۹,۴۹۴ درصد ) در کلاس متوسط قرار می گیرند. بررسی عوامل موثر در هر یک از



چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران  
و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین  
۲۵ الی ۲۷ شهریور ماه ۱۳۸۹؛ دانشگاه ارومیه



زیرحوضه‌ها نشان داد که عامل کاربری اراضی با ۲۱,۱۹۲ درصد، بیشترین تاثیر را در میزان رسوب خیزی حوضه دارد. علاوه بر این عوامل فرسایش سطحی در تمام زیر حوضه‌ها در رتبه دوم (۱۵,۵۴ درصد) و عامل توپوگرافی برای زیر حوضه‌های بالادست حوضه در مرتبه سوم قرار می‌گیرد.

## ۶- مراجع

علیزاده، الف. (۱۳۸۷). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد، چاپ ۲۴: ۷۵۰.

راستگو، س. قهرمان، ب. ثنائی نژاد، ح. داودی، ک. خداشناس، س. (۱۳۸۵). برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبریز تنگ کنشت با مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM به کمک GIS، نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۰، شماره ۱: ۱۳۶-۱۲۳.

Aksoy, H., Kavvas, M.L., (2005). A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models . *Catena* 64. 247-271.

Falcone, J.A., Carlisle, D.M., Weber, L.C., (2009). Quantifying human disturbance in watersheds: Variable selection and performance of a GIS-based disturbance index for predicting the biological condition of perennial streams. *Ecological Indicators* xxx . xxx-xxx.

Hayakawa, Y.S., Oguehi, T., (2009). GIS analysis of fluvial knickzone distribution in Japanese mountain watersheds. *Geomorphology* 111 , 27-37

Johnson, C.W., Gebhardt, K.A., (1982). Predicting sediment yield from Sagebrush Rangelands, U.S. Dept. of Agriculture, SEA, Agricultural Research Service, Agricultural Reviews and Manuals, AEW-Western Series, no 26. PP.145-156.

Lopes, V.L., Folliot, P.F., Baker, M.B., (2001). Impact of vegetative practices on suspended sediment from watershed of Arizona, *Water Resources Planning and Management*, no.121.41-47.

Szilassi, P.G., Van Romapaey, J.A., Csillag, G., (2006). Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary, *Carena*, no.68.96-108.

Tamene, L., Park, S.J., Dikau, R., Vlek, P.L.G., (2006). Analysis of factors determining sediment yield variability in the highlands of northern Ethiopia. *Geomorphology* 76. 76-91.