

Research Paper



Estimation of Sedimentation and Erosion Potential of the Damghan Rud Watershed Using the Hydrophysical Model (Csy)



Gholamreza Maghami Moghimi ^{*1}, Yasman Horasani², Shahrbanoo Binaian³



This paper is an open access and licenced under the CC BY NC licence.



DOI: 10.22034/HYD.2023.54658.1669

Reference to this article: Maghami Moghim, Gh; Horasani, Y; Binaian, Sh (2023). Estimation of Sedimentation and Erosion Potential of the Damghan Rud Watershed Using the Hydrophysical Model (Csy). *Hydrogeomorphology*, 10(35): 47-65.

Keywords

Erosion, Hydrophysical model, Sedimentation Potential, Watershed, Damghan River

Receive Date: 2022/12/27

Accept Date: 2023/05/20

Available: 2023/07/21

ABSTRACT

Today, soil erosion is one of the important problems in catchments, lakes behind the dam, various agricultural areas and natural resources, which also causes land degradation, reduced soil fertility and filling the reservoir of dams. Due to climatic conditions, the erosion process in Iran requires more attention because in this country, soil formation occurs in the long run and its destruction in the short term. The best place to control soil erosion is catchments. It is necessary to pay attention to catchments in the erosion process, especially catchments whose rivers flow into lakes behind dams or play an important role in providing drinking water to a city or region. In this study, using the hydrophysical model (CSY), the sedimentation potential of Damghan River watershed in the southern slopes of Alborz was calculated. The results of this study showed that the Namakeh sub-basin has the highest and the Dibaj sub-basin has the lowest sedimentation potential. The Kalateh Rudbar basin is also in moderate conditions. Therefore, the Namakeh basin is more vulnerable to erosion and should be properly managed by implementing soil protection plans and proper management of the erosion process in this basin.

* Corresponding Author: Gholamreza Maghami Moghim

E-mail: gh.maghami@du.ac.ir

1. Associate Professor, Faculty of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran.

2. M.Sc. in Meteorology, Kharazmi University, Tehran, Iran.

3. M.Sc. in Economic Geology, Damghan University, Damghan, Iran.

Extended Abstract

1- Introduction

Erosion is the movement of soil from one place to another. This process is necessary for nature with a natural and normal process, but if it goes beyond its normal process, it causes irreparable problems in the territory of forests, pastures, watersheds, and lakes behind dams, and reduced soil fertility. Due to climatic conditions, the phenomenon of erosion in Iran needs more attention because of soil formation in the long run and its destruction in the short term in this country. To reduce the problems caused by erosion, it is necessary to know the sedimentation potential of catchments to control and manage erosion. In Iran, this important process has been investigated in significant studies, the most important of which include those on the Golabad Ardestan basin (Mahmoud Abadi 2003), Chandab Varamin basin (Feyznia 2003), the Zyarat basin (Tajgardan 2008), Asemanabad basin (Jahani 2008), Bandar Anzali (Uromiaie 2008), Chardavol basin (Ahmadi 2017), and the Shirin Darreh dam watershed in Bojnourd (Feridani Bardaskan 2015). The Damghan River is one of the important catchments of the southern slopes of Alborz, and field studies show severe erosion in this basin. However, its sedimentation and erosion potential have so far been less considered by researchers. This research aims to determine the erosion and sedimentation potential of this river using a hydrophysical model to use the results to control and manage erosion and reduce its risks in this basin.

2- Methodology

The Damghan River catchment, with an area of 657.26 square kilometers, is located 30 km north of Damghan City. This basin consists of three sub-basins, namely Kalateh Rudbar, Dibaj, and Namkeh, and is located in the southern Alborz according to the geological units of Iran. The region has a semiarid climate according to the Coupen Climate Classification. The average annual temperature and rainfall are 23.54 °C and 138 mm, respectively. To conduct this research, the study area was first identified and demarcated using aerial photographs, satellite images, and topographic maps. Information about the geology of the region was extracted using the geological map of 1:100000, and its topographic information was extracted from the topographic map of 1:50000 of the regions. Vegetation information of the region was obtained from the Natural Resources Organization of Semnan province and Damghan City, and its meteorological information was obtained from the synoptic meteorological station of Damghan City. Maps of the area were drawn with Arc map software. The main methodology of this paper is related to the hydrophysical method (CSY). To obtain the value of this index, the sedimentation potential coefficient (CSY) was first calculated for all sub-basins of this river. The results were used to determine the percentage of sedimentation potential of each sub-basin relative to the sedimentation potential of the whole basin. The following equation was used to calculate the (CSY) value.

$$Csy = A.R.E.V.P$$

In this equation:

A: Basin area

R: Topography (slope) of the basin

E: Basin erosion capability

V: Vegetation of the basin

P: Average annual rainfall of the basin in mm

3- Results and Discussion

According to this equation, the area factors (A) were calculated for the Kalateh Rudbar basin (75.67), Dibaj (82.54), and Namake (65.19). The topographic factors (R) were obtained for Kalateh Rudbar

(0.085), Dibaj (0.060), and Namake (0.091). The erodibility factors (E) were estimated for Kalateh Rudbar (5.90) Dibaj (4.911), and Namake (6.39). The vegetation factors (V) were determined for Kalateh Rudbar (0.074), Dibaj (0.079), and Namake (1249). The precipitation factors (P) were calculated for Kalateh Rudbar (115.01) Dibaj (161.98), and Namake (140.3). By calculating the above factors in the studied basins, the sedimentation potential coefficients for the Kalateh Rudbar basin, Dibaj, and Namake were 322.96, 311.224, and 664.268, respectively.

Then, the percentage of sedimentation potential of the hydrological unit (sy) was calculated for the studied basins, with values of 24.87, 23.96, and 51.15 for Kalateh Rudbar, Dibaj, and Namake, respectively.

4- Conclusions

According to the results of the studied hydrophysical model (CSY) in the Damghan basin, the percentage of this potential was calculated for Namake (51.15), Kalateh Rudbar (23.96), and Dibaj (24.87) sub-basins. According to these calculations, the amount of sediment potential in the Namake basin is more than those in the other two sub-basins, mainly because of the high erodibility coefficient of geological formations and the greater slope of this sub-basin. A significant result of this study is that the Namakeh basin, despite more vegetation due to the slope and high sensitivity of its formations, has more potential for sedimentation, and vegetation alone cannot control erosion in this basin. On the other hand, Dibaj has the lowest percentage of sedimentation potential. The Kalateh Rudbar sub-basin is in moderate conditions. Therefore, the Namakeh basin is more vulnerable to erosion, and the implementation of soil protection control plans in this sub-basin should be a priority.

5-References

- Ahmadi, M., Mokhtari, D., Hejazi, A., & Nikosrasht, M. (2017). Comparison of WEPP and hydro physical models for estimating soil erosion and sediment production (Case study: Chardavol watershed). *Environmental Erosion Research*, 7 (3): 1-24
- Faridani Bardaskan, F., Zarei, A., Farid Hosseini, A., & Alizadeh, A. (2015). Comparison of EPM and CSY models in calculating erosion and sedimentation of arid and semi-arid regions: Shirin Dareh catchment, Bojnourd city, Khorasan province North, Iran. *Geographical Research*, [online] 30 (2 (consecutive 117)), pp.227-242.
- Feyznia, S., Sharifi, F., & Zare, M. (2003). Sensitivity of formations to erosion in Chandab Varamin watershed. *Research and Construction*, [online] 16 (4 (p. 61) in *Natural Resources*), pp.33-38
- Mahmoud Abadi, M. (2003). Erosion risk zoning in Golabad watershed Ardestan using geographic information system and remote sensing techniques, Master's Thesis, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, p.140
- Tajgardan, T., Ayoubi, Sh., & Shetabi J (2008). Estimation of erosion and sedimentation using satellite data and GIS using MPSIAC model. Case study of Ziarat watershed. *Journal of Research and Construction in Natural Resources*, No. 79. Pages 37 to 45
- Urmia, A., & Karim Khani, A. (2008). Evaluation of erodibility and sedimentation capacity in Bandar Anzali. *Earth Sciences*, 18 (69), 44-55.

مقاله پژوهشی



برآورد پتانسیل‌های رسوب‌دهی و فرسایش حوضه آبریز دامغان رود با استفاده از مدل هیدروفیزیکی (CSY)



غلامرضا مقامی مقیمی^{۱*}، یاسمن هراسانی^۲، شهربانو بینائیان^۳



این مقاله به صورت دسترسی باز و با لایسنس CC BY NC کرییتیو کامنز قابل استفاده است.



ارجاع به این مقاله: مقامی مقیمی، غلامرضا؛ هراسانی، یاسمن؛ بینائیان، شهربانو (۱۴۰۲). برآورد پتانسیل‌های رسوب‌دهی و فرسایش حوضه آبریز دامغان رود با استفاده از مدل هیدروفیزیکی (CSY). *هیدروژئومورفولوژی*، ۱۰ (۳۵): ۴۷-۶۵.

DOI: 10.22034/HYD.2023.54658.1669



چکیده

امروزه فرسایش خاک از معضلات مهم در حوضه‌های آبریز، دریاچه‌های پشت سد، فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی محسوب می‌شود که همه ساله باعث تخریب اراضی، کاهش حاصلخیزی خاک و پرشدن مخازن سدها می‌گردد. به دلیل شرایط اقلیمی و ژئومورفولوژیکی فرایندهای فرسایشی در کشور ایران توجه بیشتری را می‌طلبد زیرا در این کشور، تشکیل خاک در زمان طولانی و تخریب آن در کوتاه مدت انجام می‌شود. بهترین مکان برای کنترل فرسایش خاک، حوضه‌های آبریز می‌باشد. توجه به حوضه‌های آبریز در فرایند فرسایش به خصوص حوضه‌هایی که رودهای آنها به دریاچه‌های پشت سدها می‌ریزند و یا نقش مهمی در تهیه آب آشامیدنی یک شهر یا منطقه مسکونی دارند ضروری تر است. در این تحقیق با استفاده از مدل هیدروفیزیکی (CSY) پتانسیل رسوب‌دهی حوضه آبریز دامغان رود در دامنه‌های جنوبی البرز در استان سمنان و شمال شهرستان دامغان محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد هر چند کل این حوضه از نظر فرسایش و رسوب‌دهی در ردیف حوضه‌های با فرسایش زیاد قرار می‌گیرد اما این شرایط در تمامی زیر حوضه‌های آن یکسان نیست. از این نظر زیر حوضه نمکه بیشترین و زیر حوضه دیباج کمترین درصد پتانسیل رسوب‌دهی را در این حوضه دارند. زیر حوضه کلاته رودبار نیز در شرایط متوسطی قرار دارد. بنابراین زیرحوضه نمکه نسبت به دو زیر حوضه دیگر نسبت به فرایندهای فرسایش آسیب پذیرتر بوده و باید با اجرای طرح‌های حفاظت از خاک و مدیریت مناسب فرایند فرسایش در این حوضه به درستی مدیریت گردد.

کلیدواژه‌ها

فرسایش، مدل هیدروفیزیکی، درصد پتانسیل رسوب‌دهی، حوضه آبریز دامغان رود

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۳۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰

* نویسنده مسئول: غلامرضا مقامی مقیمی

رایانامه: gh.maghami@du.ac.ir

۱- دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران.

۱- مقدمه

فرسایش عبارت است از جابجایی خاک از مکانی به مکان دیگر و به هر طریق ممکن، این فرایند با روند طبیعی و عادی سبب خسارت زیاد نمی‌گردد، اما اگر از روند عادی خود فرا تر رود، باعث به وجود آمدن مشکلات جبران ناپذیری در قلمروی جنگل‌ها و مراتع، حوضه‌های آبریز، دریاچه‌های پشت سد و کاهش میزان حاصلخیزی خاک خواهد شد. تغییرات میزان فرسایش و رسوب حوضه یکی از مهمترین عواملی است که بر بخشهای مختلف زیست انسانی و حیات طبیعی تأثیر می‌گذارد و پیش بینی این تغییرات بصورت کمی، که عمدتاً تحت نوسانات دمایی و تغییر اقلیم در مناطق مختلف صورت می‌گیرد، جهت کنترل میزان فرسایش و رسوب در دوره‌های آتی ضروری هست (بی‌غم و همکاران، ۲۰۲۳: ۱۰۷-۱۲۶). آگاهی از میزان فرسایش و رسوب دهی یک رود می‌تواند در کاهش خسارات ناشی از این فرایند تأثیر قابل توجهی داشته باشد. هرچند ممکن ترین و آسان ترین روش در این زمینه اندازه‌گیری رسوبات توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری رسوب در ایستگاه‌های هیدرومتریک می‌باشد ولی از آنجایی که نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری برای همه حوضه‌ها مقدور نیست، بنابراین برآورد میزان فرسایش و رسوب دهی حوضه آبریز با استفاده از مدل‌های تجربی می‌تواند برنامه‌ای مناسب برای حفاظت از خاک و پیشگیری از آثار مخرب فرسایش تلقی گردد. به دلیل اهمیت این فرایند در ابعاد مختلف زندگی انسانی محققان زیادی در این زمینه به مطالعه پرداخته‌اند.

نخستین بار پنک ۱ در سال ۱۸۹۴ میلادی برای توضیح پیدایش دره‌ها از کلمه اروژن^۱ (فرسایش) استفاده نمود (رفاهی، ۱۹۹۶: ۱۵). موریس دیویس^۲ در سال ۱۸۹۹ چرخه فرسایش را ارائه داد این چرخه دارای مراحل جوانی، بلوغ و پیری بود. با گذشت زمان و افزایش نیاز به محصولات کشاورزی و افزایش فرسایش، نیاز به مطالعات علمی در این زمینه افزایش یافت و روش‌های علمی متعددی ارائه گردید. روشهای برآورد تولید رسوب، نخست برای استفاده در بخش کشاورزی طراحی شده بود به همین دلیل بیشتر توجه‌ها معطوف فرسایش خاک می‌شد. بر این اساس، اولین معادله با عنوان هدررفت جهانی خاک یا USLE مطرح شد (ویس کمیر^۴ و اسمیت^۵، ۱۹۷۸: ۵۸). به دنبال آن، این مطالعات در سراسر جهان رونق یافت. با گذشت زمان و استفاده از مطالعات تجربی، مشخص شد که این مطالعات در بسیاری از نواحی جهان نزدیکی زیادی با داده‌های مشاهده‌ای دارد (بایتس^۶ و همکاران، ۲۰۱۰: ۴۳۲-۴۲۵).

در ایران نیز به دلیل اهمیت فرسایش خاک مطالعات قابل توجهی در این زمینه انجام شده است. در بین روش‌های تجربی برآورد رسوب روش MPSIAC مدت زمان بیشتری مورد توجه محققان ایرانی بوده است. در یک مطالعه که با استفاده از این روش و کمک GIS و سنجش از دور در حوضه آبریز گل‌آباد اردستان انجام شد میزان رسوب تولیدی این حوضه ۳۵۶/۴ تن در کیلو متر مربع در سال برآورد شد (محمود آبادی، ۲۰۰۳: ۱۴۰). در مطالعه‌ای مشابه، میزان فرسایش در حوضه آبریز زیارت در استان گلستان با استفاده از مدل MPSIAC مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد با استفاده از این روش و کمک مشاهدات صحرایی و تصاویر ماهواره‌ای می‌توان مقدار رسوب را با دقت بالایی برآورد نمود (تاجگردان و همکاران، ۲۰۰۸: ۴۵-۳۷). همچنین مقدار فرسایش و رسوب حوضه آبریز آسمان‌آباد با استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده مورد بررسی قرار گرفت نتیجه این پژوهش نشان داد بیش از ۴۷ درصد این حوضه در کلاس فرسایش بالا قرار می‌گیرد (نادری، ۲۰۱۲: ۴۵). هر چند در مطالعات هیدروژئومورفولوژیکی روش PSIAC یک روش قدیمی محسوب می‌شود اما در مقایسه با برخی از روش‌ها از جمله روش EPM روش مناسبی برای برآورد رسوب در شرایط طبیعی یک حوضه محسوب می‌شود (قضاوی و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۲۶-۱۱۷).

یکی از عوامل موثر در میزان فرسایش، حساسیت سنگ‌ها در مقابل فرسایش است تأثیر این عامل روی فرسایش در حوضه چن‌داب و رامین مطالعه و مشخص شد که در بین سازندهای زمین‌شناسی این حوضه، سازندهای قرمز بالایی، قرمز پایینی، هزاردره و آبرفت تهران به ترتیب بیشترین و سازند کرج کمترین حساسیت را در این زمینه را دارند (فیض‌نیا، ۲۰۰۳: ۳۸-۳۳). همچنین در پژوهشی دیگر که با استفاده از روش شبکه‌بندی و وزن دهی در محدوده بندر انزلی انجام شد مشخص گردید که دو عامل سنگ‌شناسی و پوشش گیاهی بیشترین تأثیر را در کنترل فرسایش داشته است (ارومیه‌ای، ۲۰۰۸: ۵۵-۴۴). یکی از روش‌های جدید تجربی برآورد رسوب در ایران روش هیدروفیزیکی می‌باشد این روش در برخی از حوضه‌های آبریز ایران مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه برآورد رسوب در حوضه آبریز سد شیرین دره در استان خراسان شمالی اشاره نمود در این مطالعه مشخص گردید بیشتر مناطق این حوضه که دارای پتانسیل فرسایش زیاد و بسیار زیاد هستند از سازندهای سرچشمه (Ksr)، سنگانه (Ksn) و رسوبات کواترنری (Q) تشکیل شده‌اند (فریدانی بردسکن و همکاران، ۲۰۱۵: ۲۲۷-۲۴۲). همچنین از این روش برای برآورد رسوب در رودخانه سامان رود از زیر حوضه‌های دریاچه قم استفاده شد در این پژوهش با مقایسه دو روش هیدروفیزیکی و ژئومورفولوژیکی مشخص شد که روش ژئومورفولوژی برای برآورد پتانسیل فرسایش در این حوضه مناسب تر است (حجازی و همکاران، ۲۰۱۹: ۹۳-۷۵). مدل wepp نیز در برخی از حوضه‌های ایران مورد استفاده قرار گرفته است از جمله این مطالعات می‌توان به کاربرد این مدل برای برآورد تولید رسوب در حوضه ی آبریز چرداول اشاره نمود نتایج این مطالعه نشان داد مقدار رسوب برآورد شده به عدد مشاهده‌ای در ایستگاه هیدرومتری نزدیکتر است (احمدی و

1-Penk

2- Erosion

3-Moris Davis

4- Wischmeier

5- Smith

6-Baets

همکاران، ۲۰۱۷: ۱-۲۴). وسعت حوضه های آبریز به عنوان یکی دیگر از عوامل موثر در رسوبدهی مورد توجه محققان بوده است در مطالعه ای که در حوضه آبریز کارده در استان خراسان رضوی انجام شد مشخص شد که هر چه مساحت حوضه بیشتر باشد پتانسیل های رسوب دهی آن نیز بیشتر خواهد بود (نژاد سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۶: ۷۰-۸۳).

تغییر کاربری اراضی نیز به عنوان یک فاکتور موثر در میزان رسوب حوضه های آبریز مورد توجه محققان ایرانی بوده است جدیدترین مطالعه انجام شده در این زمینه مربوط به حوضه آبریز اوجان چای در استان آذربایجان شرقی می باشد در این مطالعه تأثیر این عامل در رسوبدهی با استفاده از مدل SWAT مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که این مدل می تواند نتایج رضایت بخشی در این زمینه داشته باشد بر این اساس، غلظت رسوب در این حوضه به میزان ۱/۵ تن در هکتار در سال افزایش یافته است (رضایی مقدم و همکاران، ۲۰۲۲: ۱-۲۴). هر چند رودخانه دامغان رود یکی از حوضه های آبریز مهم دامنه های جنوبی البرز محسوب می شود و مطالعات میدانی نشان از فرسایش شدید در این حوضه را دارد (شکل ۱). اما تا به حال پتانسیل رسوب دهی و فرسایشی آن مورد توجه محققان قرار نگرفته است. این امر می تواند مشکلات زیادی برای مردم ساکن در این منطقه ایجاد نماید به خصوص اینکه این حوضه به دلیل وجود مراتع و زمین های کشاورزی مرغوب مورد توجه دامداران قرار دارد، همچنین به دلیل اینکه این رودخانه در سد شاهچراغی دامغان تخلیه می گردد و این سد نقش مهمی در تأمین آب این شهرستان دارد، محاسبه میزان فرسایش و رسوب دهی آن جهت مدیریت و بهره برداری اصولی از منابع طبیعی و کاهش مضرات فرسایش و کاهش هزینه ها امری ضروری محسوب می شود.



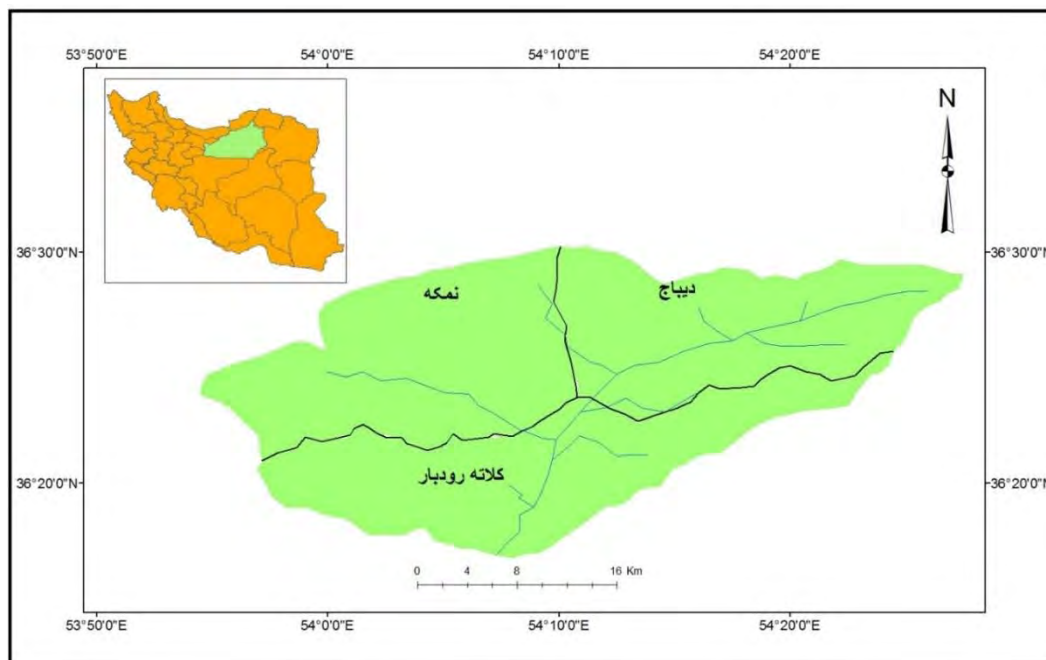
شکل (۱): فرسایش شدید در منطقه مورد مطالعه (زیر حوضه کلاته رودبار)

Figure (1): Severe erosion in the study area (Kalateh Rudbar sub-basin)

۲- مواد و روشها

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

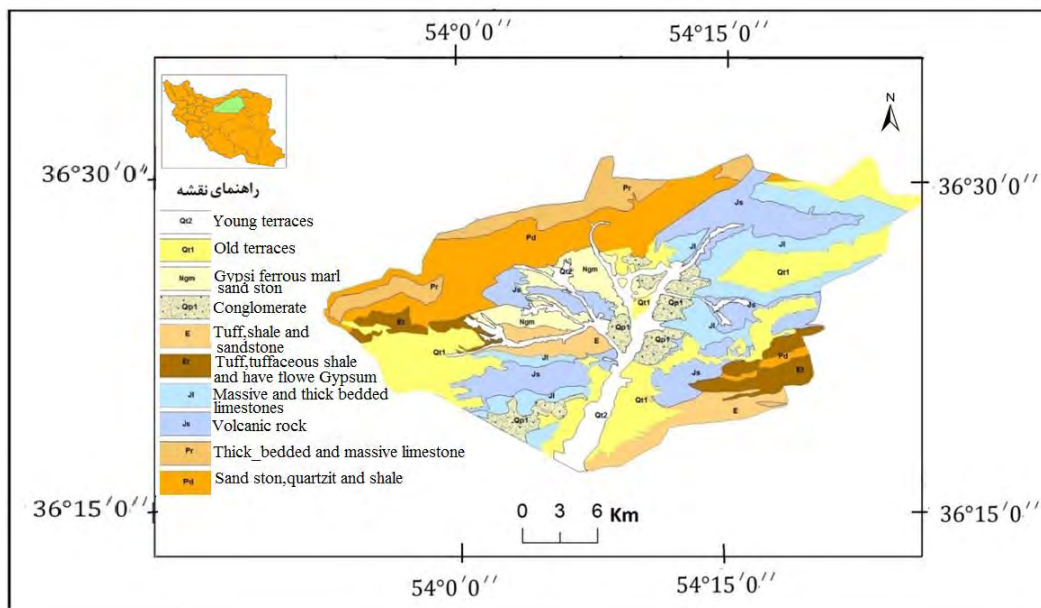
حوضه آبریز دامغان رود با مساحت ۶۵۷/۲۶ کیلومتر مربع در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان دامغان در استان سمنان قرار دارد و از نظر مختصات جغرافیایی بین عرض جغرافیایی $36^{\circ} 16' 34''$ تا $36^{\circ} 32' 02''$ شمالی و طول جغرافیایی $53^{\circ} 54' 11''$ تا $54^{\circ} 28' 10''$ شرقی قرار گرفته است (شکل ۲). حداکثر ارتفاع این حوضه ۳۵۱۰ و حداقل آن ۱۳۱۰ متر می باشد. این حوضه از سه زیر حوضه کلاته رودبار، دیباج و نمکه به ترتیب با مساحت های ۲۲۳/۲۱، ۲۴۸/۸، ۱۸۵/۲۵ کیلومتر مربع تشکیل شده است. جاده دامغان-گلوگاه مهمترین راه دسترسی به این منطقه می باشند.



شکل (۲): موقعیت جغرافیایی حوضه دامغان رود
Figure (2): Geographical location of Damghan river basin

۲-۱-۱- زمین شناسی منطقه

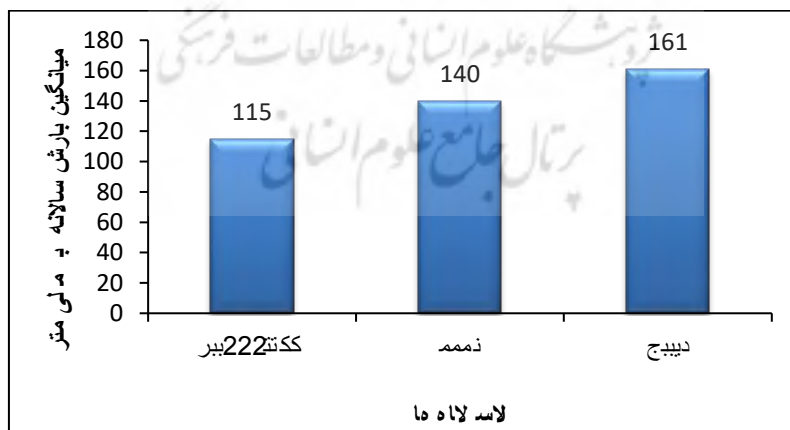
منطقه مورد مطالعه از نظر واحد های زمین شناسی ایران در منطقه البرز جنوبی قرار می گیرد. این قسمت که به بخش البرز استان سمنان (دامنه های جنوبی البرز) معروف می باشد مورفولوژی خشن و مرتفعی دارد. در این بخش چین ها به صورت تاقدیس و ناودیس های باریک و طولی هستند که عموماً پهلوی جنوبی آنها در اثر عملکرد گسل های رانندگی بریده و به سمت جنوب جابجا شده اند. حوضه مورد مطالعه به عنوان بخشی از زون البرز شرقی، به احتمال زیاد همانند سایر نقاط البرز، بعد از رویداد تکتونیک سیمیرین پیشین (کارنین نورین) حرکات کوهزایی خود را تجربه نموده است. شرایط قاره ای حاکم بر این مناطق همراه با پیشرویه های کوتاه مدت دریا منجر به رسوبگذاری طبقات شیل و ماسه سنگ زغالدار سازند شمشک با ضخامت متغیر چند متر تا بیش از سه هزار متر همراه با میان لایه های آهکی شده است (آقانی، ۲۰۰۴: ۲۸۵-۲۹۰). گدازه های بازالتی چشمه علی در شمال غرب دامغان، بر روی یک افق فرسایشی قرمز رنگ در حدفاصل توالی کربناته سازند الیکا و شیل و ماسه سنگ سازند شمشک مشاهده می شود. تشکیل این افق فرسایشی با روند شرقی - غربی بر روی سازند الیکا، حاکی از برقراری دوره خشکی زایی در طی تریاس میانی و غلبه شرایط اقلیمی استوایی و فرسایش آهک های دولومیتی و رسی سازند الیکا است. پس از ته نشست سازند الیکا و ایجاد افق فرسایشی ناشی از هوازدگی و فرسایش این سازند، با جاری شدن گدازه در محیط رسوبگذاری، این واحد بازالتی بر روی توالی کربناته الیکا تشکیل شده است. در اوایل تریاس فوقانی، پائین آمدن مجدد سطح آب دریا های آزاد سبب ایجاد شرایط آب و هوایی گرم و خشکی زایی دیگری گردیده است (رحیم پور و اسماعیلی، ۲۰۰۷: ۱۲۳-۱۰۷). هوازدگی و فرسایش مکرر سنگ های بازالتی در این شرایط آب و هوایی سبب تشکیل افق فرسایشی دیگری با رسوبات قرمز رنگ ماسه ای، سیلتی، سیلتستونی و با ضخامت ۱۰-۸ متر بر روی این گدازه ها شده است (جمشیدی، ۲۰۱۰: ۱۵۹). در منطقه کلاته رودبار، توده نفوذی با ترکیب گابرویی به رنگ سبز تیره تا خاکستری و با وسعت تقریبی ۱ کیلومتر مربع، به صورت پراکنده به درون بخش قاعده سازند شمشک تزریق شده و شیلها و ماسه سنگ های این بخش از سازند شمشک را قطع کرده است. سیل دیابازی منطقه طزره به رنگ خاکستری و با ضخامت متغیر ۱ تا ۱۵ متر، درون شیل های بخش زیرین سازند شمشک نفوذ کرده است، به طوری که، آثار پختگی و تغییر رنگ ناشی از نفوذ و حرارت توده در رسوبات شیلی سازند شمشک در بخش بالا و پائین دیده میشود برونزد این سنگها در بعضی قسمتها به صورت دایک می باشد (جمشیدی و قاسمی، ۲۰۱۱: ۵۵-۵۲). از نظر سازندهای زمین شناسی مهمترین سازندهای تشکیل دهنده منطقه (جدول ۳) عبارتند از سازند (js) یا شمشک مرکب از شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ با بقای گیاهی که در قسمت های مختلف منطقه پراکنده شده است. این سازند از نظر مقاومت در برابر فرسایش بر اساس استاندارد های موجود در رده b یا نسبتاً حساس قرار می گیرد و با مساحت ۱۰۲ کیلومتر مربع بیشترین مساحت منطقه را به خود اختصاص می دهد. سازند لار (jl) مرکب از آهک های کوره ای با توده های ضخیم که از نظر حساسیت در مقابل فرسایش در حد متوسط و در گروه C قرار می گیرد این سازند با وسعت ۹۷ کیلومتر مربع از نظر وسعت در رده دوم قرار می گیرد و سازند (qt1) یا پادگانه های آبرفتی قدیم در گروه A با حساسیت بالا قرار دارد و با ۹۰ کیلومتر مربع سومین سازند زمین شناسی منطقه از نظر وسعت محسوب می شود.



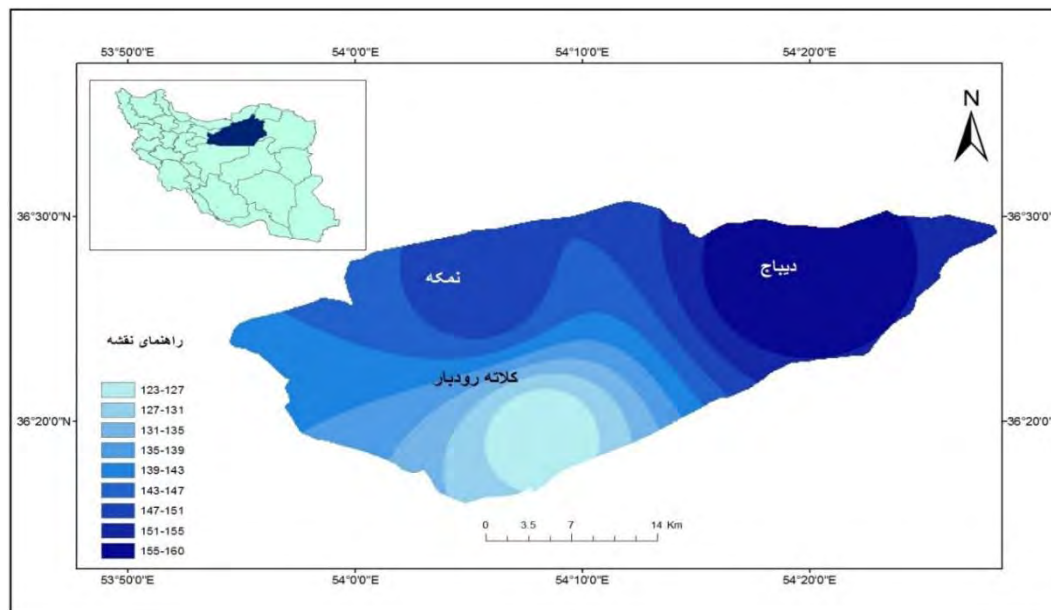
شکل (۳): نقشه زمین شناسی منطقه (منبع: نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان)
 Figure (3): Geological map of the region (Source: Damghan geological map 1:100000:)

۲-۱-۲- آب و هوای منطقه

بدون شک آب و هوا مهمترین عامل موثر در فرسایش محسوب می گردد بنابراین مطالعه آن در پژوهش های مربوط به فرسایش ضروری به نظر می رسد. بر اساس طبقه بندی کوپن منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک می باشد. میانگین دمای آن در یک دوره آماری ۱۹ساله (۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱) ۲۳/۵۴ درجه سانتیگراد، گرمترین ماه آن تیرماه با متوسط دمای ۳۶/۸۱ درجه سانتیگراد و سردترین ماه آن دی ماه با معدل دمای ۸/۱۲ درجه سانتیگراد است. از نظر بارش، میانگین سالانه بارش منطقه ۱۳۸ میلی متر می باشد مقدار بارش در زیر حوضه های منطقه یکسان نیست. این مقدار در حوضه دیباج ۱۶، در حوضه نمکه ۱۴۰ و در حوضه کلاته رودبار ۱۱۵ میلیمتری باشد (شکل ۴ و ۵). در بین عناصر آب و هوایی پس از دما و بارش روز های یخبندان بیشترین تأثیرات را در فرایند فرسایش دارند. بر اساس آمار سازمان هواشناسی استان سمنان این فرایند در منطقه از اواخر آبان شروع شده و در دی ماه به حداکثر می رسد در اسفند از میزان آن کاسته شده و در فروردین به اتمام می رسد.



شکل (۴): نمودار میانگین بارش سالانه زیر حوضه های دامغان رود (منبع: اداره آب و هواشناسی دامغان ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱)
 Figure (4): Graph of average annual rainfall Damghan sub basins (Source: Damghan Meteorology Department 2002 to 2021)



شکل (۵): نقشه خطوط همبارش حوزه آبریز دامغان رود
 Figure (5): Map of rainfall lines in Damghan River catchment

۲-۲- داده ها و ابزار پژوهش

جهت انجام این تحقیق ابتدا منطقه مورد مطالعه با استفاده از عکس های هوایی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۵۵ و نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح برگه های کلاته رودبار، تویه، دیباچ، نمکه و کیاسر مشخص و مرز بندی شد. سپس مرز زیرحوضه ها نیز با استفاده از خط الرأس ها و خطوط تقسیم آب مشخص گردید. اطلاعات مربوط به زمین شناسی منطقه با استفاده از نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ و اطلاعات توپوگرافی آن با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه استخراج گردید، اطلاعات پوشش گیاهی منطقه از سازمان منابع طبیعی استان سمنان و شهرستان دامغان و اطلاعات هواشناسی از اداره آب و هوای شهرستان دامغان بدست آمد. جهت تکمیل مطالعات زمین شناسی، توپوگرافی و گیاه شناسی منطقه، مطالعات میدانی مورد استفاده قرار گرفت. در مطالعات میدانی از پوشش گیاهی، آبرفت ها و سازندهای زمین شناسی عکس برداری شد همچنین ارتفاع برخی از نقاط زیر حوضه ها با GPS اندازه گیری شد. نقشه های مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Arc map ترسیم گردید.

۲-۳- روش تحقیق

اساس این تحقیق را مطالعات کمی تشکیل می دهد. جهت انجام این مطالعات از مدل هیدروفیزیکی استفاده گردید امور مربوط به مساحتی حوضه با استفاده از نقشه های توپوگرافی انجام شد. بخشی از این مطالعه به صورت کتابخانه ای انجام شد در این مطالعات ابتدا تعاریف و مفاهیم مورد نیاز از کتاب ها، مجلات و سایت های اینترنتی فیش برداری گردید. همچنین برخی از اطلاعات کتابخانه ای مورد نیاز از اسناد نوشتاری موجود در سازمان های منابع طبیعی و آب منطقه ای استان سمنان استخراج گردید. از مطالعات میدانی جهت عکس برداری و مشاهده میزان رسوبات در هریک از زیر حوضه ها استفاده شد.

بخش اصلی روش شناسی این مقاله مربوط به مدل هیدروفیزیکی یا (CSY) می باشد برای برآورد پتانسیل ها و میزان فرسایش مدل های تجربی زیادی از سوی محققان ارائه شده است که مدل رسوبدهی نسبی یا هیدروفیزیکی (CSY) با توجه به ویژگی های این منطقه می تواند پتانسیل های رسوب دهی این حوضه را برآورد نماید. این روش با مقایسه وضعیت هیدروفیزیکی حاکم در زیر حوضه های مختلف یک حوضه آبریز، مقدار نسبی رسوب دهی هریک از زیر حوضه ها را مشخص می نماید. در این شاخص ابتدا باید ضریب پتانسیل رسوب دهی (CSY) را برای کلیه زیر حوضه های یک رود محاسبه و با استفاده از نتایج بدست آمده درصد پتانسیل رسوب دهی هر زیر حوضه نسبت به پتانسیل رسوب دهی کل حوضه تعیین می گردد برای محاسبه مقدار (CSY) از معادله ۱ استفاده شد.

$$Csy = A.R.E.V. P$$

(۱)

در این مدل

A: مساحت حوضه

R: توپوگرافی (شیب) حوضه

E: قابلیت فرسایش حوضه

V: پوشش گیاهی حوضه

P: متوسط بارش سالانه حوضه به میلیمتر (احمدی، ۲۰۱۲: ۶۸۸).

بر اساس معادله فوق ابتدا بایستی پارامتر مساحت را برای هر زیر حوضه مشخص نمود مساحت حوضه بر اساس معادله ۲ به دست می آید.

$$A = A^S \quad (2)$$

در این رابطه:

A: وسعت حوضه آبریز به کیلومتر مربع

S: ضریب تناسب، ضریب ثابتی است که بین ۰/۶ تا ۱ متغیر می باشد.

این مقدار برای حوضه های وسیع عدد ۰/۶ و برای حوضه های کم وسعت عدد ۱ می باشد. برای طبقه بندی حوضه ها از نظر وسعت، تعاریف متفاوتی ارائه شده است. برخی محققان حوضه های کمتر از ۱۰۰ کیلومتر مربعی را در ردیف حوضه های کم وسعت، حوضه های بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر را در ردیف حوضه های متوسط و حوضه های وسیع تر از ۱۰۰۰ کیلومتر را در ردیف حوضه های وسیع قرار داده اند. براساس برخی منابع حوضه های کمتر از ۴۰ کیلومتر مربع در ردیف حوضه های کوچک و حوضه های بزرگتر از ۴۰ کیلومتر مربع در ردیف حوضه های بزرگ قرار می گیرند (علیزاده، ۲۰۱۵: ۲۴۱). برخی منابع نیز حوضه های کمتر از ۲۵۶ کیلومتر را حوضه کوچک، حوضه های ۲۵۶ تا ۲۵۶۰ کیلومتر را حوضه متوسط و حوضه های بیشتر از ۲۵۶۰ کیلومتر را حوضه وسیع معرفی می نمایند (صلبی و همکاران، ۲۰۲۰: ۳۷). از آنجایی که محققان عدد مشخص را برای طبقه بندی حوضه ها از نظر وسعت ارائه نداده اند بهتر است این ضریب با استفاده از جدول ضرایب مشخص برای وسعت های متغیر (جدول ۱) مشخص گردد.

برای بدست آوردن عامل توپوگرافی (R) از معادله ۳ استفاده گردید.

$$R = H/L \quad (3)$$

در این معادله:

H: اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست ترین نقطه حوضه است که با استفاده از نقشه های توپوگرافی، تصاویر ماهواره ای و مطالعات میدانی می توان آن را بدست آورد.

L: طولی ترین محور حوضه به متر می باشد. این پارامتر را نیز می توان با استفاده از نقشه های توپوگرافی به دست آورد. برای این منظور بیش ترین و کمترین ارتفاع و طول بزرگترین دره هر حوضه با استفاده از نقشه ۱/۵۰۰۰۰ توپوگرافی بدست می آید، سپس این مقدار بر طول بزرگترین رودخانه تقسیم می گردد و عامل توپوگرافی مشخص می گردد.

عامل فرسایش پذیری حوضه مورد مطالعه (E) با استفاده از معادله ۴ محاسبه می گردد.

$$E = \sum A \quad (4)$$

که در آن :

A: وسعت زیر حوضه یا واحد هیدرولوژیکی

e: ارزش کمی فرسایش پذیری گروه های مختلف طبقات تشکیل دهنده زمین

a: وسعت هر یک از طبقات با قابلیت فرسایش مختلف

برای بدست آوردن میزان فرسایش پذیری از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی استفاده شد و مساحت هر یک از سازندها با استفاده از این نقشه و مطالعات میدانی محاسبه گردید.

برای تعیین عامل پوشش گیاهی (V) از معادله ۵ استفاده شد.

$$VAA(1/\sum aaaaa aa) \quad (5)$$

که در آن :

A: وسعت زیر حوضه واحد هیدرولوژیک

V: درصد تراکم گیاهی

a: وسعت مربوط به هریک از تراکم های گیاهی

عامل بارش(P)

عبارت است از میانگین مقدار بارندگی سالانه بر حسب میلیمتر که با استفاده از داده های ایستگاه های هوا شناسی منطقه مورد مطالعه به دست آمد.

درصد پتانسیل رسوبدهی واحد هیدرولوژیک(SY)

این شاخص با استفاده از معادله ۶ محاسبه می شود:

$$SY = CSY \times 100 \quad (6)$$

CSY کل حوضه / واحد زیر حوضه = SY

۳- یافته ها و بحث

۳-۱- پتانسیل رسوب دهی حوضه های منطقه مورد مطالعه

برای محاسبه مدل هیدروفیزیکی (CSY) ابتدا باید ضریب پتانسیل رسوب دهی (CSY) را برای کلیه زیر حوضه های یک رود محاسبه نمود و با استفاده از نتایج آن درصد پتانسیل رسوب دهی هر یک از زیر حوضه ها را نسبت به پتانسیل رسوب دهی کل حوضه تعیین کرد. برای محاسبه مقدار (CSY) از معادله ۱ (CSY= A.R.E.V.P) استفاده شد. اولین گام در این معادله محاسبه مساحت زیرحوضه های مورد مطالعه بود که با استفاده از معادله شماره ۲ و جدول ۱ محاسبه و ضریب تناسب با توجه به مساحت حوضه های منطقه و جدول ۱، ۰/۰۸ در نظر گرفته شد با توجه به این ضریب مساحت هر زیر حوضه مشخص گردید (جدول ۲).

جدول (۱): ضریب تناسب تجربی حوضه های فرعی (S) (احمدی، ۲۰۱۲).

Table (1): Experimental fit coefficient of sub-basins (s) (Ahmadi, 2007).

نسبت وسعت حوضه فرعی به حوضه اصلی	ضریب تناسب
۵ به ۱	۱
۲۰ به ۱	۰/۹
۵۰ به ۱	۰/۸
۷۰ به ۱	۰/۷
۱۰۰ به ۱	۰/۶

جدول (۲): عامل مساحت حوضه های مورد مطالعه
Table (2): Area factor of the studied basins

نمکه	دیباچ	کلاته رودبار	زیرحوضه
۱۸۵/۲۵	۲۴۸/۸	۲۲۳/۲۱	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)
۶۵/۱۹	۸۲/۵۴	۷۵/۶۷	عامل مساحت (a)

بعد از مساحت حوضه، عامل توپوگرافی (R) با استفاده از معادله ۳ تعیین گردید. برای این منظور بیشترین و کمترین ارتفاع و طول بزرگترین دره، هر زیرحوضه با استفاده از نقشه ۱/۵۰۰۰۰ توپوگرافی و مطالعات میدانی منطقه بدست آمد، سپس این مقدار بر طول بزرگترین محور حوضه تقسیم شد و عامل توپوگرافی برای هر زیرحوضه به دست آمد (جدول ۳).

جدول (۳): عامل توپوگرافی حوضه های مورد مطالعه
Table (3): Topographic factor of the studied basins

عامل توپوگرافی	طول بزرگترین محور حوضه آبریز	کمترین ارتفاع	بیشترین ارتفاع	زیر حوضه
۰/۰۸۵	۲۴۰۰۰	۱۳۱۰	۳۳۵۰	کلاته رودبار
۰/۰۶۰	۲۹۵۰۰	۱۷۱۶	۳۵۱۰	دیباچ
۰/۰۹۱	۲۰۰۰۰	۱۳۶۵	۳۲۰۲	نمکه

عامل فرسایش پذیری (E) با استفاده از معادله (۴) و نقشه زمین شناسی منطقه (شکل ۵) به دست آمد (جدول ۴-۱)

جدول (۴-۱): میزان فرسایش پذیری سازند های زیرحوضه دیباچ
Table (4_1): Erosion rate of Dibaj basin formations

ردیف	علامت سازند	سن تقریبی	سنگ های تشکیل دهنده	نام سازند	فرسایش پذیری	ارزش کمی	مساحت (km ²)
۱	k2	کرتاسه	آهک		۰/۶۷۳	۵	۳۳/۵
۲	jL	ژوراسیک	آهک های توده ای و ضخیم	لار	۱/۱۸	۴	۷۳/۵
۳	Js	ژوراسیک	شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ با بقای گیاهی	شمشک	۰/۲۸	۲	۳۴
۴	Qp1	ترشیاری	کنگومرا		۰/۲۲۳	۳	۱۸/۵
۵	Pr	پرمین	آهک	روته	۰/۱۶	۴	۱۰
۶	Dcg	دونین	آهک، آهک مارنی، شیل، ماسه سنگ		۰/۷۰۳	۶	۲۹/۱۵
۷	Qt1	کواترنر	پادگانه های قدیمی		۰/۳۱۱	۷	۱۱/۰۵
۸	Qt2	کواترنر	پادگانه های جوان		۰/۶۷۹	۹	۱۸/۷۵
۹	Ngm	ترشیاری	مارن، ژبیس و ماسه سنگ		۰/۱۷۵	۶	۷/۲۵
۱۰	Qal	کواترنر	آبرفت جدید		۰/۵۲۷	۱۰	۱۳/۱

جدول (۲-۴): فرسایش پذیری زیر حوضه نمکه
Table (4_2): Erosion of the Namakeh basin

ردیف	علامت سازند	سن تقریبی	سنگ های تشکیل دهنده	نام سازند	قابلیت فرسایش پذیری	ارزش کمی	مساحت (m2)
۱	E	ترشیاری		کرج	۰/۱۹	۳	۱۱/۵
۲	ET		توف، شیل، ماسه سنگ، گدازه	کرج	۰/۷۹	۸	۱۸/۱
۳	Js	ژوراسیک	شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ با بقای گیاهی	شمش ک	۰/۱۷	۲	۱۵/۲۵
۴	Qp1	ترشیاری	کنگلوما		۰/۰۴	۳	۲/۲۵
۵	Pr	پرمین	آهک	روته	۰/۳۰	۴	۱۲/۳۵
۶	Dcg	دونین	آهک، آهک مارنی، شیل، ماسه سنگ		۱/۵۳	۷	۴۰/۲۵
۷	Qt1	کواترن	پادگانه های قدیمی		۱/۳۷	۷	۳۶/۲
۸	Qt2	کواترن	پادگانه های جوان		۰/۱۳	۹	۲/۶
۹	Ngm	ترشیاری	مارن، ژپس و ماسه سنگ		۰/۷۵	۶	۲۳
۱۰	Qal	کواترن	آبرفت جدید		۰/۸۶	۱۰	۱۵/۷۵
۱۱	Pd	پرمین	ماسه سنگ و شیل		۰/۲۶	۶	۸

جدول (۳-۴): فرسایش پذیری زیر حوضه کلاته رودبار
Table (4_3): Erodibility of Kalateh Rudbar

ردیف	علامت سازند	سن تقریبی	سنگ های تشکیل دهنده	نام سازند	قابلیت فرسایش پذیری	ارزش کمی	مساحت (km2)
۱	E	ترشیاری	توف و شیل و سنگ گچ	کرج	۰/۰۷	۳	۵/۲۵
۲	Js	ژوراسیک	شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ با بقای گیاهی	شمشک	۰/۳۶	۲	۴۰/۲۵
۳	Qp1	ترشیاری	کنگلوما		۰/۰۵	۳	۴
۴	Qt1	کواترن	پادگانه های قدیمی		۱/۱۲	۷	۳۶
۵	Qt2	کواترن	پادگانه های جوان		۲/۱	۹	۵۲/۲۵
۶	Qal	کواترن	آبرفت جدید		۰/۵۱	۸	۱۴/۲۵
۷	jL	ژوراسیک	آهک های توده ای و ضخیم	لار	۰/۳۲	۴	۱۸
۸	Tr	تریاس	آهک	روته	۰/۱۸	۵	۶/۲۵
۹	Jd	ژوراسیک	آهک و آهک مارنی	دلیچای	۰/۲۰	۵	۸/۷۵
۱۰	Ngm	ژوراسی	مارن و گچ		۰/۵۶	۶	۲۱
۱۱	Et	ترشیاری	توف، گدازه و ماسه سنگ	کرج	۰/۴۳	۵	۱۹/۲۱

برای بدست آوردن میزان فرسایش پذیری از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی استفاده شد نتایج بدست آمده (جدول ۵) نشان داد زیر حوضه نمکه نسبت به دو حوضه دیگر از سازند های حساس تر نسبت به فرسایش برخوردار است.

جدول (۵): قابلیت فرسایش پذیری زیرحوضه های مورد مطالعه

Table (5): Erodibility of the studied basins

نمکه	دیباچ	کلاته رودبار	زیرحوضه
۶/۳۹	۴/۹۱۱	۵/۹۰	قابلیت فرسایش (E)

عامل پوشش گیاهی (V) با استفاده از رابطه ۵ به دست آمد (جدول ۶).

جدول (۶-۱): پوشش گیاهی زیر حوضه دیباچ (منبع: منابع طبیعی دامغان)
Table (6-1): Dibaj vegetation (Source: Damghan Natural Resources)

نوع پوشش گیاهی	مساحت (km ²)	درصد تراکم
درمنه - فستوکا	۳۲/۵	۴۵/۹۱
فستوکا	۰/۴۰	۰/۴۳
درمنه	۲۶	۴۰
اسپرس - فستوکا	۱۸/۷۳۸	۳۰/۷۶
درمنه - اسپرس	۳/۷۰۵	۵/۵۶
گون - اسپرس	۲/۶۱۴	۴
گون - فستوکا	۴/۸۵	۲

جدول (۶-۲): پوشش گیاهی زیر حوضه نمکه (منبع: منابع طبیعی دامغان)
Table (6-2): Vegetation of Namakeh (Source: Damghan Natural Resources)

نوع پوشش گیاهی	مساحت (km ²)	درصد تراکم
درمنه - دشتی	۷/۸۷	۵/۰۴
درمنه - کندر	۳/۸۷	۲/۴۷
درمنه - کوهی	۴/۷۶	۳/۰۴
درمنه - کوهی بالشتکی	۱۵/۹۵	۱۰/۲۱
کندر - درمنه	۱۲/۷۳	۸۱/۱۵
کندر - جامعه	۲/۴۶	۱/۵۸
جامعه - درمنه	۱۶/۵۸	۱۰/۶۲
گراس - دائمی	۴/۷۱	۳/۰۲
گراس - بالشتکی	۲۹/۹۸	۱۹/۱۸
درمنه - سلم	۳/۴۶	۲/۲۱
درمنه - بالشتکی	۳/۲۴	۲/۸۹
درمنه - دشتی کوهی	۲/۵	۱/۶

جدول (۳-۶): پوشش گیاهی زیر حوضه کلاته رودبار (منبع منابع طبیعی دامغان)

Table (6-3): Vegetation of Kalateh Rudbar (Damghan Natural Resources Source)

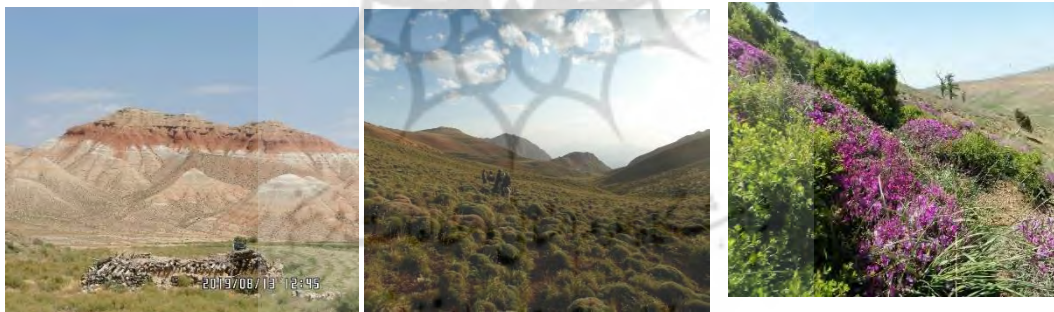
نوع پوشش گیاهی	مساحت (km2)	درصد تراکم
درمنه - دشتی	۵/۳۹	۴۰
درمنه	۲۰/۲۹	۳۹/۶
درمنه - دشتی پیچک خاردار	۱۰	۳۹
درمنه - کوهی	۱۲/۴۲	۳۳/۳۳
درمنه - کوهی بالشتکی	۱۶/۳۵	۳۴/۵
درمنه - کوهی گراس	۱۵/۲۷	۳۲/۴
گیاه شور	۸/۴۶	۹/۰۵
کندر - جامه دار	۷/۴۳	۷/۷۸

جدول (۴-۶): عامل پوشش گیاهی حوضه های مورد مطالعه

Table (6-4): Vegetation factor of the studied basins

نمکه	دیباج	کلاته رودبار	زیر حوضه
۰/۱۲۴۹	۰/۰۷۹	۰/۰۷۴	عامل پوشش گیاهی (۷)

برای محاسبه پوشش گیاهی از اطلاعات موجود در اداره منابع طبیعی استان سمنان و مطالعات میدانی استفاده شد بر اساس این مطالعات، پوشش گیاهی در حوضه نمکه بیشترین و در کلاته رودبار کمترین مساحت حوضه را دربر می گیرد از این نظر حوضه دیباج در شرایط متوسط قرار دارد (جدول ۴-۶ و شکل ۶).



شکل (۶): پوشش گیاهی قسمت هایی از زیر حوضه های منطقه مورد مطالعه زیر حوضه نمکه (سمت راست)، زیر حوضه دیباج (تصویر وسط) و زیر حوضه کلاته رودبار (سمت چپ).

Figure(6): Vegetation of parts of the sub-basins of the study area: Namkeh sub-basin (right), Dibaj sub-basin (middle image) and Kalateh Rudbar sub-basin (left) .

عنصر بارش تعامل عمیق، پیچیده و مداومی با سایر عناصر و عوامل اقلیمی دارد (فلاح و همکاران، ۲۰۱۷: ۳۹-۵۷) به همین دلیل به همین دلیل نقش قابل توجهی در فرایندهای فرسایشی خواهد داشت. عامل بارش (P) منطقه با توجه به دادهای سازمان آب و هواشناسی (جدول ۷) و اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی سینوپتیک دامغان مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، زیر حوضه دیباج بیشترین میزان بارش و کلاته رودبار کمترین بارندگی سالانه را دارند. در کل بارش منطقه به دلیل واقع شدن در دامنه های جنوبی البرز زیاد نیست بارش کم در دامنه های جنوبی ارتفاعات نیمه شمالی کشور به واسطه موقعیت باد پناهی این ارتفاعات می باشد (مقامی مقیم، ۲۰۱۵: ۱۲۹-۱۴۷).

جدول (۷): متوسط بارش سالانه زیر حوضه های مورد مطالعه

Table (7): Average annual rainfall under the studied basins

نمکه	دیباچ	کلاته رودبار	زیر حوضه
۱۴۰/۳	۱۶۱/۹۸	۱۱۵/۰۱	میزان بارش (p)

با محاسبه پارامترهای فوق در حوضه های مورد نظر ضریب پتانسیل رسوب دهی برای هر یک از آن ها محاسبه شد (جدول ۸) براین اساس حوضه نمکه بیشترین ضریب پتانسیل رسوب دهی را به خود اختصاص می دهد.

جدول (۸): ضریب پتانسیل رسوب دهی حوضه های مورد مطالعه

Table (8): Sedimentation potential coefficient of the studied basins

نمکه	دیباچ	کلاته رودبار	زیر حوضه
۶۶۴/۲۶۸	۳۱۱/۲۲۴	۳۲۲/۹۶	Csy

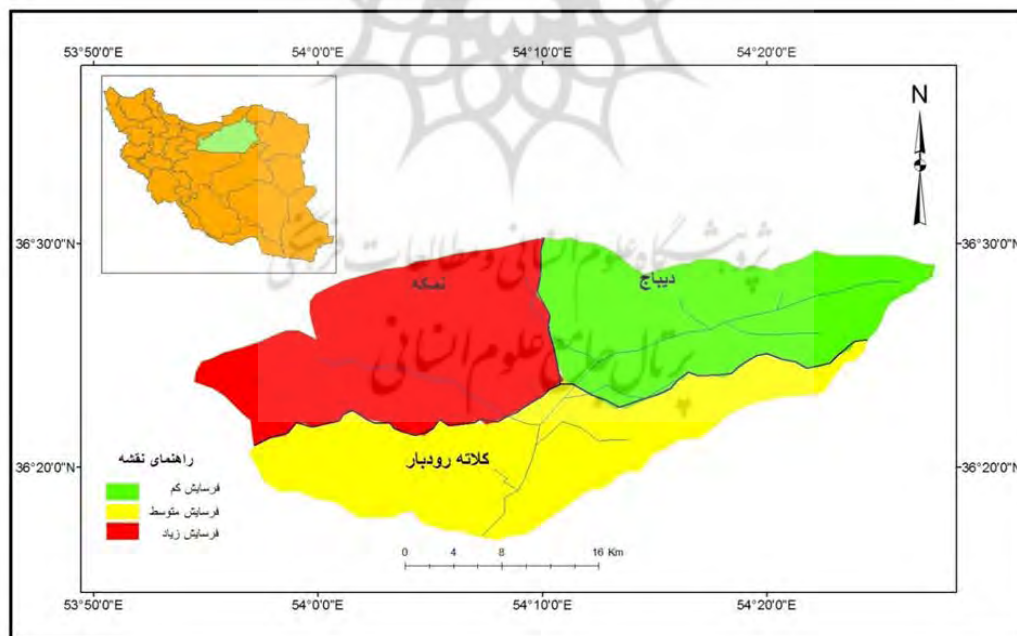
درصد پتانسیل رسوبدهی واحد هیدرولوژیک (Sy) با استفاده از رابطه ۶ محاسبه و نتایج آن در جدول شماره ۹ درج گردید

جدول (۹): درصد پتانسیل رسوب دهی و فرسایش حوضه های مورد مطالعه

Table (9): Percentage of sedimentation and erosion potential of the studied basins

نمکه	دیباچ	کلاته رودبار	زیر حوضه
۵۱.۱۵	۲۳.۹۶	۲۴.۸۷	Sy

با توجه به مطالعات میدانی (شکل ۶ و ۱) و نقشه پتانسیل رسوب دهی منطقه (شکل ۷)، زیر حوضه های مورد مطالعه فرسایش پذیری زیادی را تجربه می نمایند بر اساس این اطلاعات پتانسیل رسوب دهی در حوضه نمکه حداکثر، در حوضه آبریز دیباچ حداقل و در حوضه کلاته رودبار متوسط می باشد .



شکل (۷): نقشه پتانسیل رسوب دهی زیر حوضه های دامغان رود

Figure (7): Sedimentation potential map of Damghan River sub-basins.



شکل (۸): حجم زیاد آبرفت در زیر حوضه های نمکه تصویر سمت راست، زیر حوضه کلاته رودبار تصویر وسط و زیر حوضه دیباج تصویر سمت

چپ

Figure (8): High alluvial volume in the Namake basins of the image on the right, Kalateh Rudbar basin in the middle

۴- نتیجه گیری

بررسی نتایج حاصل از مطالعات میدانی به خصوص بازدیدهای انجام شده از حجم آبرفت ها و اندازه گیری سطحی حجم مواد حمل شده در انتهای هر یک از زیر حوضه ها و مصاحبه با مسئولان مرتبط در ادارات منابع طبیعی و آب منطقه ای و مقایسه آن با مدل هیدروفیزیکی پتانسیل رسوبدهی در حوضه دامغان رود نشان داد که اگر پارمترهای معرفی شده این مدل به درستی اندازه گیری شود، روش مناسب و مطمئنی در این زمینه محسوب می گردد. در این روش عامل مساحت زیر حوضه ها، به خصوص انتخاب ضریب تناسب، حساسیت بیشتری دارد و اگر محاسبات آن به درستی انجام نشود نتایج قابل قبولی نخواهد داشت و نتایج به دست آمده از واقعیت فاصله خواهد گرفت. بر این اساس این ضریب برای حوضه مورد مطالعه ۰/۸ در نظر گرفته شد و با انجام ادامه محاسبات این روش ضریب پتانسیل رسوب دهی برای سه زیر حوضه این رود مشخص گردید، که مقدار آن برای زیرحوضه نمکه ۵۱/۱۵ درصد، برای کلاته رودبار ۲۴/۸۷ درصد و برای دیباج ۲۳/۹۶ درصد به دست آمد. براین اساس میزان پتانسیل رسوبدهی درحوضه نمکه بالا تر از دو زیر حوضه دیگر است دلیل پتانسیل زیاد فرسایش در این زیر حوضه، ضریب بالای فرسایش پذیری سازندهای زمین شناسی و شیب بیشتر این زیر حوضه نسبت به دو زیر حوضه دیگر یعنی کلاته رودبار و دیباج می باشد. هرچند پوشش گیاهی این زیر حوضه نسبت به دو زیر حوضه دیگر بیشتر است اما این عامل به تنهایی نتوانسته است عامل شیب زیاد و فرسایش پذیری بالای سازندهای زمین شناسی آن را تعدیل نماید و تأثیر قابل توجهی در کاهش پتانسیل رسوب دهی آن داشته باشد. در مقابل زیر حوضه دیباج کمترین پتانسیل رسوب دهی را دارد، دلیل کم بودن ضریب فرسایش در این زیر حوضه، وجود سازندهای سخت و صخره ای در آن است که آن را در مقابل فرایندهای فرسایشی محافظت کرده است. هرچند میزان بارش این زیر حوضه نسبت به دو زیر حوضه دیگر بیشتر است اما این عامل به تنهایی نتوانسته پتانسیل های فرسایشی این حوضه را افزایش دهد. زیرحوضه کلاته رودبار نسبت به دو زیر حوضه دیگر این رود پتانسیل فرسایش و رسوب دهی متوسطی دارد، چون شیب آن نسبت به دو زیر حوضه دیگر کمتر است همچنین وجود پوشش سنگی در برخی از مناطق این حوضه سبب کاهش ضریب پتانسیل فرسایش شده است. هر چند بالا بودن میزان پتانسیل های رسوب دهی در حوضه دامغان رود و زیرحوضه های آن ارتباط نزدیکی با میزان رسوب دهی حال حاضر این حوضه دارد و مطالعات میدانی این ارتباط و همبستگی را تأیید می نماید. اما در همه حوضه ها به خصوص حوضه هایی که عملیات آبخیزداری درستی برای آن اعمال شده است ممکن است پتانسیل بالای رسوب نشانه رسوب دهی بالا در آن حوضه نباشد. بنابراین نتایج حاصل از این روش در حوضه هایی که کمتر در معرض فعالیت های انسانی قرار دارند کاربردی تر خواهد بود در حالیکه در حوضه هایی که بیشتر در معرض فعالیت های انسانی قرار دارند نتایج این روش بایستی با دقت و ملاحظات بیشتری مورد استفاده قرار گیرد.

- Aghanbati, A. (2004). *Geology of Iran, Geological Survey of Iran, first edition*
- Ahmadi, h. (2012). Water erosion. *Applied Geomorphology, University of Tehran press. Vol.1.* 688p.
- Ahmadi, M., Mokhtari, D., Hejazi, A., & Nikosrasht, M. (2017). Comparison of WEPP and hydro physical models for estimating soil erosion and sediment production (Case study: Chardavol watershed). *Environmental Erosion Research*. 7 (3): 1-24
- Alizadeh, A. (2015). *Principles of Applied Hydrology, Imam Reza University Press, 40th Edition, Mashhad, Iran.*
- Baets, S., & Poesen, J. (2010). Empirical models for predicting the erosion-reducing effects of plant roots during concentrated flow erosion, *Geomorphology* 118: 425-432.
- Bigham, A., Hejazi, S., Rezaei Moghaddam, M., Yarahmadi, J., Karami, F. (2023). Simulating the future state of erosion and sedimentation under the influence of climate change (case study: Hajiler River Basin). *Hydrogeomorphology*, 9(33), 126-107. doi: 10.22034/hyd.2022.53017.1652.
- Faridani Bardaskan, F., Zarei, A., Farid Hosseini, A., & Alizadeh, A. (2015). Comparison of EPM and CSY models in calculating erosion and sedimentation of arid and semi-arid regions: Shirin Dareh catchment, Bojnourd city, Khorasan province North, Iran. *Geographical Research, [online]* 30 (2 (consecutive 117)), pp.227-242.
- Fallah Ghalhari, G., Kadkhoda, E. (2017). The Evaluation of the Spatial Structure of Mashhad Plain Precipitation in the Last Half-Century. *Hydrogeomorphology*, 4(11), 39-57.
- Feyznia, S., Sharifi, F., & Zare, M. (2003). Sensitivity of formations to erosion in Chandab Varamin watershed. *Research and Construction, [online]* 16 (4 (p. 61) in Natural Resources), pp.33-38.
- Ghazavi, R., Vali, A., Maghami, Y., Abdi, J. & Sharafi, S. (2012). Comparison of EPM, MPSIAC and PSIAC models in estimating erosion and sediment using GIS. *Geography and Development, [online]* 10 (27), pp.117-126.
- Hejazi, A., Faraji Monfared, A., & ahmadi M. (2019). The study of sediment and soil erosion using hydro physical model and comparison with geomorphology model (Case study: saman watershed, Nobaran, markazi Province). *arkazi Province). Geographical space*, 19 (68): 93-75.
- Jamshidi, k. (2010). Study of Magmatism of the Shemshak Formation Basis in the Eastern Alborz Zone, *M.Sc. Thesis, Shahroud University of Technology*, p 159.
- Jamshidi, K., & Ghasemi, H. (2011). Geology and geochemistry of basalt rocks at the base of Shemshak Formation in Tazreh, Kalateh Rudbar and Cheshmeh Ali areas (north and northwest of Damghan), *15th Iranian Geological Society Conference*, Tehran, <https://civilica.com/doc/135552>.
- Maghami Moghim, Gh. (2014). Investigation of the effects of the current climate on alluvial fans of the southern slopes of Aladagh in northeastern Iran. *Journal of Spatial Planning*, 4 (13), 129-147.
- Mahmoud Abadi, M. (2003). Erosion risk zoning in Golabad watershed Ardestan using geographic information system and remote sensing techniques, *Master's Thesis*, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, p.140.
- Naderi, F., Karimi, H., & Naseri, B. (2012). Soil erosion potential zoning in Aseman Abad Watershed by Erosion Index", *Watershed Management Research*, 23, 89, 2012, 44-51. magiran.com/p1033192.
- Nejad Soleiman, H., Minaei, M. & Gholizadeh, V. (2016). Investigation of sediment production potential by hydrophysical method using GIS in Kardeh catchment', *Geographical Sciences (Applied Geography)*, 12 (25), pp. 70-83.
- Rahim Pourbanab, H., & Ismaili, D. (2007). Petrography and genesis of Jajarm bauxite deposit. *Journal of Science, University of Tehran*, 33 (1), pp.107-123.
- Refahi, H. (1996). *Water erosion and its control*, University of Tehran Press.
- Rezaei Moghaddam, M., Mokhtari, D., Samandar, N. (2022). Detection of the effect of land use change trends on discharge and sediment Simulated with SWAT model in Ojan Chay watershed. *Hydrogeomorphology*, 9(30), 24-1. doi: 10.22034/hyd.2021.42595.1557.
- Salbi, M, AS., Parsai, L., & Parsamehr, M. (2020). *Flood Prediction, Agricultural Education Publication, First Edition, Iran, Tehran.*

- Tajgardan, T., Ayoubi, Sh., & Shetabi J (2008). Estimation of erosion and sedimentation using satellite data and GIS using MPSIAC model. Case study of Ziarat watershed. *Journal of Research and Construction in Natural Resources*, No. 79. Pages 37 to 45.
- Urmia, A., & Karim Khani, A. (2008). Evaluation of erodibility and sedimentation capacity in Bandar Anzali. *Earth Sciences*, 18 (69), 44-55.
- Wischmeier, W.H., & Smith, D. (1978). predicting rainfall erosion. *Losses: a guide to Washington, Dc*, 58 pages.

