Research Paper

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

Gholamreza Maghami Moghimi *[1], Yasman Horasani[2], Shahrbanoo Binaian[3]

DOI: 10.22034/HYD.2023.54658.1669

Refference 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

A B S T R A C T

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 Coupon 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 Kalate 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 مقیم [1*]، یاسمن هراسانی [2]، شهربانو بینائیان [3]

DOI: 10.22034/HYD.2023.54658.1669

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

چکیده

امروزه فرسایش خاک از معضلات مهم در حوضه های آبریز، دریاچه های پشت سد، فعالیت های کشاورزی و منابع طبیعی محسوب می شود که همه ساله باعث تخریب اراضی، کاهش حاصلخیزی خاک وپرشدن مخازن سدها می‌گردد. به دلیل شرایط اقلیمی و ژئومورفولوژیکی فرایندهای فرسایشی در کشور ایران توجه بیشتری را می طلبد زیرا در این کشور، تشکیل خاک در زمان طولانی و تخریب آن درکوتاه مدت انجام می شود. بهترین مکان برای کنترل فرسایش خاک، حوضه های آبریز می باشد. توجه به حوضه های آبریز در فرایند فرسایش به خصوص حوضه هایی که رودهای آنها به دریاچه های پشت سدها می ریزند و یا نقش مهمی در تهیه آب آشامیدنی یک شهر یا منطقه مسکونی دارند ضروری تر است. در این تحقیق با استفاده از مدل هیدرو فیزیکی (CSY)[1] پتانسیل رسوب دهی حوضه آبریز دامغان رود دردامنه های جنوبی البرز دراستان سمنان و شمال شهرستان دامغان محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد هر چند کل این حوضه از نظر فرسایش و رسوب دهی در ردیف حوضه های با فرسایش زیاد قرار می گیرد اما این شرایط در تمامی زیر حوضه های 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 فرایند های فرسایش آسیب پذیرتر بوده و باید با اجرای طرح های حفاظت از خاک و مدیریت مناسب فرایند فرسایش در این حوضه به درستی مدیریت گردد.

کلیدواژه‌ها

فرسایش، مدل هیدروفیزیکی، درصد پتانسیل رسوب دهی، حوضه آبریز دامغان رود

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۳۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰

* نویسنده مسئول: غلامرضا مقامی مقیم
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 زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران.

۱- مقدمه

فرسایش عبارت است از جابجایی خاک از مکانی به مکان دیگر و به هرطریق ممکن، این فرایند با روندطبیعی و عادی سبب خسارت زیاد نمی گردد، اما اگر از روند عادی خود فرا تر رود، باعث به وجود آمدن مشکلات جبران ناپذیری در قلمروی جنگل ها و مراتع، حوضه های آبریز، دریاچه های 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 می گذارد 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 دوره های آتی ضروری هست(بی غم و همکاران،۲۰۲۳: ۱۰۷-۱۲۶). آگاهی از میزان فرسایش و رسوب دهی یک رود می تواند در کاهش خسارات ناشی از این فرایند تأثیر قابل توجهی داشته باشد. هرچند ممکن ترین و آسان ترین روش در این زمینه اندازه گیری رسوبات توسط دستگاه های اندازه گیری رسوب در ایستگاه های هیدرومتریک می باشد ولی از آنجایی که نصب دستگاه های اندازه گیری برای همه حوضه ها مقدور نیست، بنابراین برآورد میزان فرسایش و رسوب دهی حوضه آبریز با استفاده از مدل های تجربی می تواند برنامه ای مناسب برای حفاظت از خاک و پیشگیری از آثار مخرب فرسایش تلقی‌گردد. به دلیل اهمیت این فرایند در ابعاد مختلف زندگی انسانی محققان زیادی در این زمینه به مطالعه پرداخته اند.

نخستین بار پنک ۱ درسال ۱۸۹۴ میلادی برای توضیح پیدایش دره‌ها از کلمه اروژن[۲] (فرسایش) استفاده نمود (رفاهی،۱۹۹۶: ۱۵). موریس دیویس[۳] در سال ۱۸۹۹چرخه 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 روش های علمی متعددی ارائه گردید. روشهای برآورد تولید رسوب، نخست برای استفاده در بخش کشاورزی طراحی شده بود به همین دلیل بیشتر توجه ها معطوف فرسایش خاک می شد، 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 داده های مشاهده ای دارد (بایتس[۶] و همکاران ،۲۰۱۰: ۴۳۲-۴۲۵).

در ایران نیز به دلیل اهمیت فر سایش خاک مطالعات قابل توجهی در این زمینه انجام شده است. در بین روش های 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 درحوضه آبریز گل آباد اردستان انجام شد میزان رسوب تولیدی این حوضه ۳۵۶/۴ تن در کیلو متر مربع در سال بر آورد شد (محمود آبادی،۲۰۰۳:۱۴۰). در مطالعه ای مشابه، میزان فرسایش درحوضه 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 ماهواره ای می توان مقدار رسوب را با دقت بالایی بر آورد نمود (تاجگردان وهمکاران، ۲۰۰۸:۴۵ -۳۷). همچنین مقدار فرسایش و رسوب حوضه آبریز آسمان آباد 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 بالاقرار می گیرد (نادری ،۲۰۱۲:۴۵). هر چند در مطالعات هیدرولوژیکی روش PSIAC یک روش قدیمی محسوب می شود اما در مقایسه با برخی از روش ها از جمله روش EPM روش مناسبی برای برآورد رسوب در شرایط طبیعی یک حوضه محسوب می شود (قضاوی و همکاران،۲۰۱۲: ۱۲۶-۱۱۷).

یکی از عوامل موثر در میزان فرسایش، حساسیت سنگ ها در مقابل فرسایش است تأثیر این عامل روی فرسایش در حوضه چنداب ورامین مطالعه و مشخص شد که در بین سازندهای زمین شناسی 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 (فیض نیا،۲۰۰۳: ۳۸-۳۳). همچنین در پژوهشی دیگر که با استفاده ازروش شبکه بندی و وزن دهی در محدوده بندر انزلی انجام شد مشخص گردید که دو عامل سنگ شناسی و پوشش گیاهی بیشترین تاثیر را در کنترل فرسایش داشته است(ارومیه ای،۲۰۰۸ :۵۵-۴۴). یکی از روش های جدید تجربی برآورد رسوب در ایران روش هیدروفیزیکی می باشد این روش در برخی از حوضه های آبریز ایران مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله این مطالعات می توان به مطالعه برآورد رسوب در حوضه آبریز سد شیرین دره در استان خراسان شمالی اشاره نمود در این مطالعه مشخص گردید بیشترمناطق این حوضه که دارای پتانسیل فرسایش زیاد و بسیار زیاد هستند از سازندهای سرچشمه(Ksr)، سنگانه(Ksn) و رسوبات کواترنری (Q) تشکیل شده اند (فریدانی بردسکن وهمکاران،۲۰۱۵: ۲۲۷-۲۴۲). همچنین از این روش برای برآورد رسوب دررودخانه سامان رود از زیرحوضه های دریاچه قم استفاده شد دراین 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 حوضه های 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 مقداررسوب برآورد شده به عدد مشاهده ای درایستگاه 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 درمطالعه 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 درمیزان رسوب حوضه های آبریز مورد توجه محققان ایرانی بوده است جدیدترین مطالعه انجام شده در این زمینه مربوط به حوضه آبریز اوجان‌چای 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(شکل۱). 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.

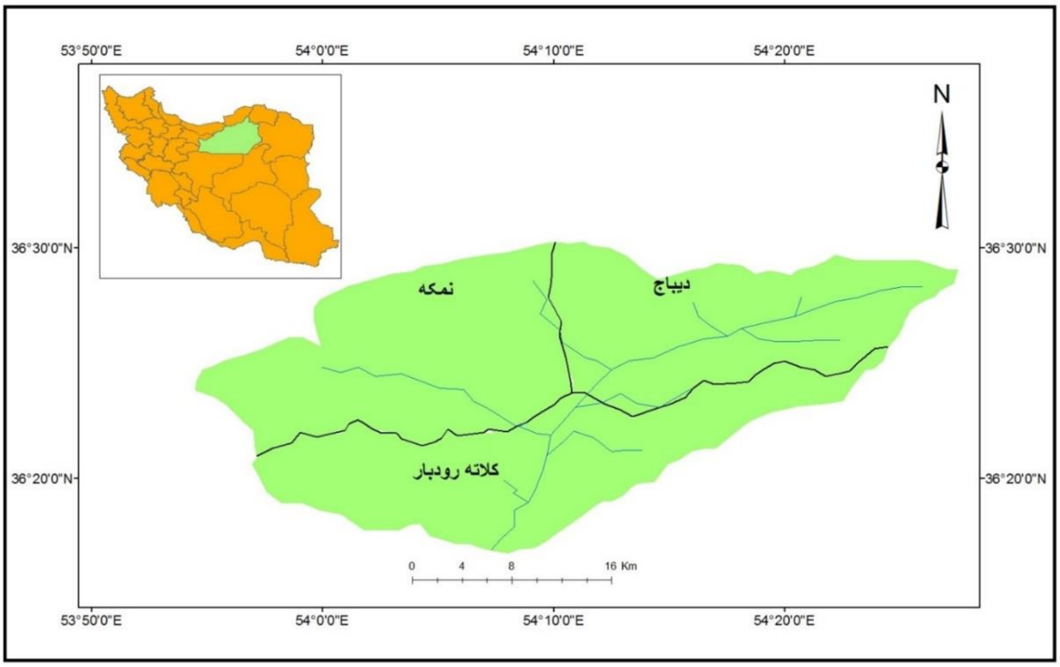
شکل (۱): فرسایش شدید در منطقه مورد مطالعه(زیرحوضه کلاته رودبار)

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 "۳۴ '۱۶ °۳۶ تا "۰۲ '۳۲ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی "۱۱ '۵۴ °۵۳ تا "۱۰ '۲۸ °۵۴ شرقی قرار گرفته است(شکل۲). حداکثر ارتفاع این حوضه ۳۵۱۰ و حداقل آن ۱۳۱۰متر 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.

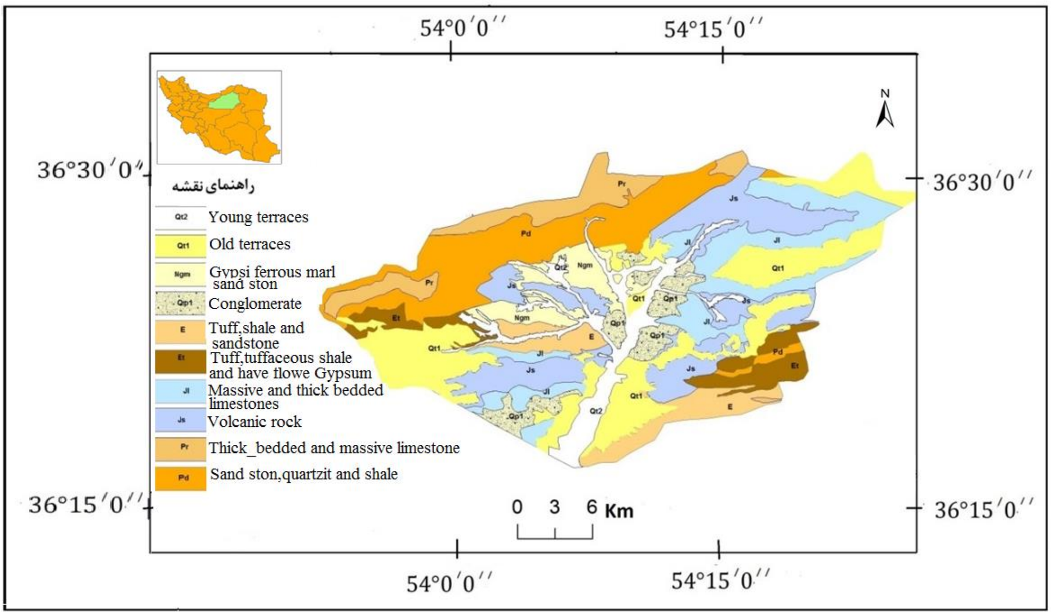


شکل(۲): موقعیت جغرافیایی حوضه دامغان رود

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 ناودیس‌های باریک و طویلی هستند که عموماً پهلوی جنوبی آنها در اثر عملکرد گسلهای راندگی 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 تکتونیکی سیمیرین پیشین (کارنین نورین) حرکات کوهزایی خود را تجربه نموده است. شرایط قاره ای حاکم بر این مناطق همراه با پیشرویهای 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 هـای آهکـی شده است(آقانباتی، ۲۰۰۴: ۲۸۵-۲۹۰).گدازههای 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 ـ غربی بر روی سازند الیکا، حاکی از برقراری دوره خشکی‌زایی در طی تریاس میانی و غلبه شرایط اقلیمی استوایی و فرسایش آهکهای 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 بـازالتی بـر روی توالی کربناته الیکا تشکیل شده است. در اوایل تریاس فوقانی، پائین آمدن مجدد سطح آب دریاهای آزاد سبب ایجاد شرایط آب و هوایی گرم و خشکیزایی دیگری گردیـده اسـت (رحـیم پـور و اسـماعیلی، ۲۰۰۷: ۱۲۳-۱۰۷). هوازدگی و فرسایش مکرر سنگهای بازالتی در این شرایط آب و هوایی سبب تشـکیل افـق فرسایشی دیگری با رسوبات قرمز رنگ ماسه ای، سـیلتی، سیلتسـتونی و بـا ضـخامت ۱۰- ۸ متـر بـر روی ایـن گدازه ها شده است (جمشیدی، ۲۰۱۰: ۱۵۹). در منطقه کلاته رودبار، توده نفوذی با ترکیب گـابرویی بـه رنـگ سـبز تیره تا خاکستری و با وسعت تقریبی ۱ کیلومتر مربـع، بـه صـورت پراکنـده بـه درون بخـش قاعـده سـازند شمشک تزریق شده و شیلها و ماسه سنگهای این بخش از سازند شمشک را قطع کرده است. سیل دیابـازی منطقه طزره به رنگ خاکستری و با ضخامت متغیر ۱ تا ۱۵ متر، درون شیلهای بخـش زیـرین سـازند 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 قسـمتهـا بـه صورت دایک می باشد (جمشیدی و قاسمی،۲۰۱۱: ۵۵-۵۲). از نظر سازندهای زمین شناسی مهمترین سازندهای تشکیل دهنده منطقه(جدول۳) 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 نسبتا 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.

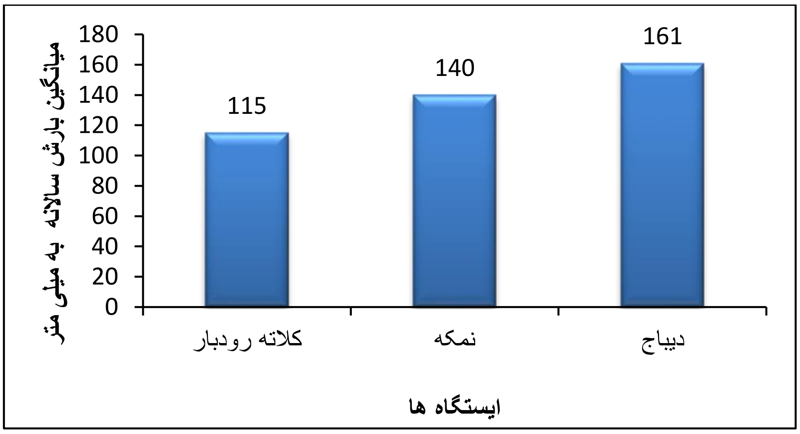


شکل(۳) : نقشه زمین شناسی منطقه (منبع : نقشه زمین شناسی۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان)

Figure (3): Geological map of the region (Source: Damghan geological map 1:100000:)

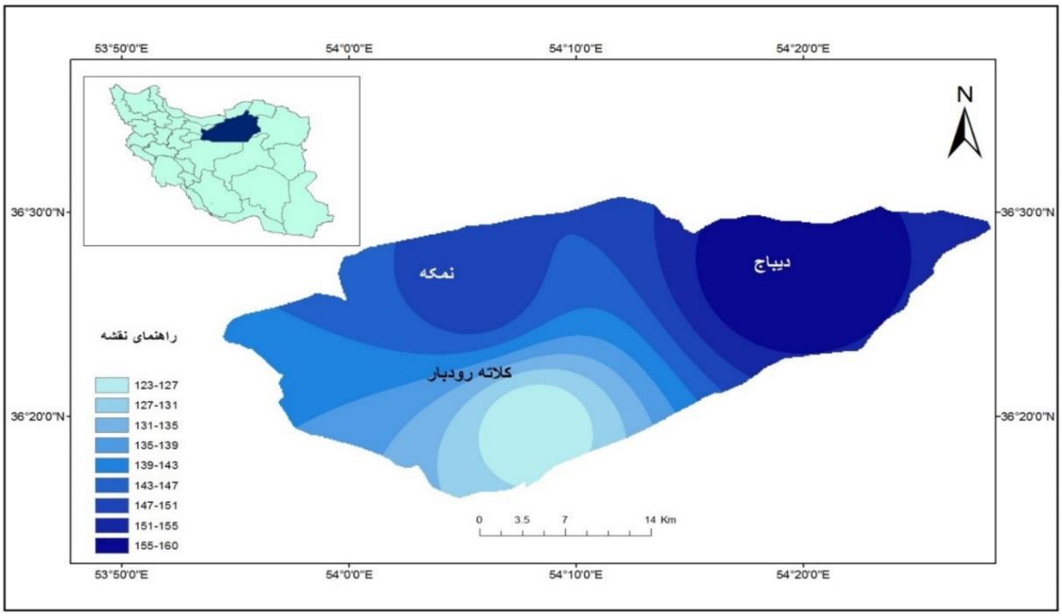
۲-۱-۲- آب و هوای منطقه

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 آماری۱۹ساله(۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱) ۲۳/۵۴ در جه 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 میلمترمی باشد(شکل۴ و۵). در بین عناصر آب و هوایی پس از دما و بارش روز های یخبندان بیشترین تأثیرات را درفرایند فرسایش دارند. بر اساس آمار سازمان هواشناسی استان سمنان این فرایند در منطقه از اواخرآبان 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 دامغان۲۰۰۲ 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 مصلح برگه های کلاته رودبار، تویه، دیباج، 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 ازسازمان منابع طبیعی استان سمنان و شهرستان دامغان و اطلاعات هواشناسی از اداره آب وهوای شهرستان دامغان بدست آمد. جهت تکمیل مطالعات زمین شناسی، توپوگرافی و گیاه شناسی منطقه، مطالعات میدانی مورد استفاده قرارگرفت. 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 افزارArc mapترسیم 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 مساحی 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 حوزه های یک رود محاسبه وبا 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 .

$$Csy= A.R.E.V.\ P \qquad (۱)$$

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، ۶۸۸:۲۰۱۲).

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.

$$A=A^{S} \quad (۲)$$

در این رابطه:

A: وسعت حوضه آبریز به کیلومتر مربع

S: ضریب تناسب، ضریب ثابتی است که بین ۰/۶تا ۱ متغییر 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 را حوضه کوچک، حوضه های ۲۵۶ تا ۲۵۶۰ را حوضه متوسط و حوضه های بیشتر از ۲۵۶۰ را حوضه وسیع معرفی می نمایند(صلبی و همکاران،۳۷:۲۰۲۰). 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 (جدول۱) مشخص گردد.

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

$$R=H/L \quad (۳)$$

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: طویل 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 وکمترین 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.

$$E=1/A \sum n1\ en\ an \quad (٤)$$

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 آورن میزان فرسایش پذیری از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی استفاده شد و مساحت هر یک ازسازندها با استفاده ازاین نقشه ومطالعات میدانی محاسبه گردید.

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

V=A (1/∑1nvnan) (۵)

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 = واحد زیر حوضه csy / کل حوضه csy × ۱۰۰ (۶)

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 حوزه 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. برای‌محاسبه-مقدار(CSY) ازمعادله۱ (Csy= A.R.E.V.P) استفاده‌شد. 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 جدول۱، ۰/۰۸در نظر گرفته شد با توجه به این ضریب مساحت هر زیر حوضه مشخص گردید (جدول۲).

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
۱به۵	۱
۱به ۲۰	۰/۹
۱به ۵۰	۰/۸
۱به ۷۰	۰/۷
۱به بیش از ۱۰۰	۰/۶

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

زیرحوضه	کلاته رودبار	دیباج	نمکه
مساحت **حوضه (کیلومترمربع)**	۲۲۳/۲۱	۲۴۸/۸	۱۸۵/۲۵
عامل مساحت(a)	۷۵/۶۷	۸۲/۵۴	۶۵/۱۹

بعد از مساحت حوضه، عامل توپوگرافی (R) با استفاده از معادله ۳ تعیین گردید. برای این منظور بیشترین وکمترین ارتفاع و طول بزرگترین دره، هرزیرحوضه با استفاده از نقشه ۱/۵۰۰۰۰ توپوگرافی و مطالعات میدانی منطقه بدست آمد، سپس این مقدار بر طول بزرگترین محور حوضه تقسم شد و عامل توپوگرافی برای هر زیرحوضه به دست آمد (جدول۳).

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

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

عامل فرسایش پذیری(E) با استفاده از معادله (۴) و نقشه زمین شناسی منطقه (شکل۵) به دست آمد جدول(۱-۴)

جدول(۴_۱): میزان فرسایش پذیری سازند های زیرحوضه دیباج
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(km2)
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	کنگلومرا		۰/۲۲۳	۳	۱۸/۵
۵	**Pr**	پرمین	آهک	روته	۰/۱۶	۴	۱۰
۶	**Dcg**	دونین	آهک،اهک 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	مارنِ، ژیپس و ماسه سنگ		۰/۱۷۵	۶	۷/۲۵
۱۰	**Qal**	کواترنر	آبرفت جدید		۰/۵۲۷	۱۰	۱۳/۱

جدول(۴_۲): 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(km2)
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	شمشک	۰/۱۷	۲	۱۵/۲۵
٤	**Qp1**	ترشیاری	کنگلومرا		۰/۰۴	۳	۲/۲۵
٥	**Pr**	پرمین	آهک	روته	۰/۳۰	۴	۱۲/۳۵
٦	**Dcg**	دونین	آهک،اهک مارنی،شیل، ماسه سنگ		۱/۵۳	۷	۴۰/۲۵
۷	**Qt1**	کواترنر	پادگانه های قدیمی		۱/۳۷	۷	۳۶/۲
۸	**Qt2**	کواترنر	پادگانه های جوان		۰/۱۳	۹	۲/۶
۹	**Ngm**	ترشیاری	مارنِ، ژیپس و ماسه سنگ		۰/۷۵	۶	۲۳
۱۰	**Qal**	کواترنر	آبرفت جدید		۰/۸۶	۱۰	۱۵/۷۵
۱۱	**Pd**	پرمین	ماسه سنگ و شیل		۰/۲۶	۶	۸

جدول(۴_۳): فرسایش پذیری زیر حوضه کلاته رودبار

Table (4_3): Erodiability 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	کنگلومرا		۰/۰۵	۳	۴
٤	**Qt1**	کواترنر	پادگانه های قدیمی		۱/۱۲	۷	۳۶
٥	**Qt2**	کواترنر	پادگانه های جوان		۲/۱	۹	۵۲/۲۵
٦	**Qal**	کواترنر	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 آورن 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 برخورداراست.

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

Table (5): Erodibility of the studied basins

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

عامل پوشش گیاهی (V) با استفاده از رابطه ۵ به دست آمد(جدول۶).

جدول(۱-۶): پوشش گیاهی زیر حوضه دیباج(منبع: منابع طبیعی دامغان)

Table (6-1): Dibaj vegetation (Source: Damghan Natural Resources)

درصد تراکم	مساحت (km2)	نوع پوشش گیاهی
۴۵/۹۱	۳۲/۵	درمنه – فستوکا
۰/۴۳	۰/۴۰	فستوکا
۴۰	۲۶	درمنه
۳۰/۷۶	۱۸/۷۳۸	اسپرس – فستوکا
۵/۵۶	۳/۷۰۵	درمنه – اسپرس
۴	۲/۶۱۴	گون – اسپرس
۲	۴/۸۵	گون – فستوکا

جدول(۲-۶): پوشش گیاهی زیر حوضه نمکه(منبع: منابع طبیعی دامغان)

Table (6-2): Vegetation of Namakeh (Source: Damghan Natural Resources)

درصد تراکم	مساحت (km2)	نوع پوشش گیاهی
۵/۰۴	۷/۸۷	درمنه – دشتی
۲/۴۷	۳/۸۷	درمنه – کندر
۳/۰۴	۴/۷۶	درمنه – کوهی
۱۰/۲۱	۱۵/۹۵	درمنه – کوهی بالشتکی
۸۱/۱۵	۱۲/۷۳	کندر – درمنه
۱/۵۸	۲/۴۶	کندر – جامعه
۱۰/۶۲	۱۶/۵۸	جامعه – درمنه
۳/۰۲	۴/۷۱	گراس – دائمی
۱۹/۱۸	۲۹/۹۸	گراس – بالشتکی
۲/۲۱	۳/۴۶	درمنه – سلم
۲/۸۹	۳/۲۴	درمنه – بالشتکی
۱/۶	۲/۵	درمنه – دشتی کوهی

جدول(۳-۶): پوشش گیاهی زیر حوضه کلاته روبار(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

زیرحوضه	کلاته رودبار	دیباج	نمکه
عامل پوشش گیاهی (v)	۰/۰۷۴	۰/۰۷۹	۰/۱۲۴۹

برای محاسبه پوشش گیاهی ازاطلاعات 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 زیرحوضه نمکه(سمت راست) ، زیرحوضه دیباج(تصویر وسط)و زیرحوضه 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) واطلاعات 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

زیرحوضه	کلاته رودبار	دیباج	نمکه
میزان بارش (p)	۱۱۵/۰۱	۱۶۱/۹۸	۱۴۰/۳

با محاسبه پارامترهای فوق در حوضه های مورد نظر ضریب پتانسیل رسوب دهی برای هر یک از آن ها محاسبه شد (جدول۸) 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

زیرحوضه	کلاته رودبار	دیباج	نمکه
Csy	۳۲۲/۹۶	۳۱۱/۲۲۴	۶۶۴/۲۶۸

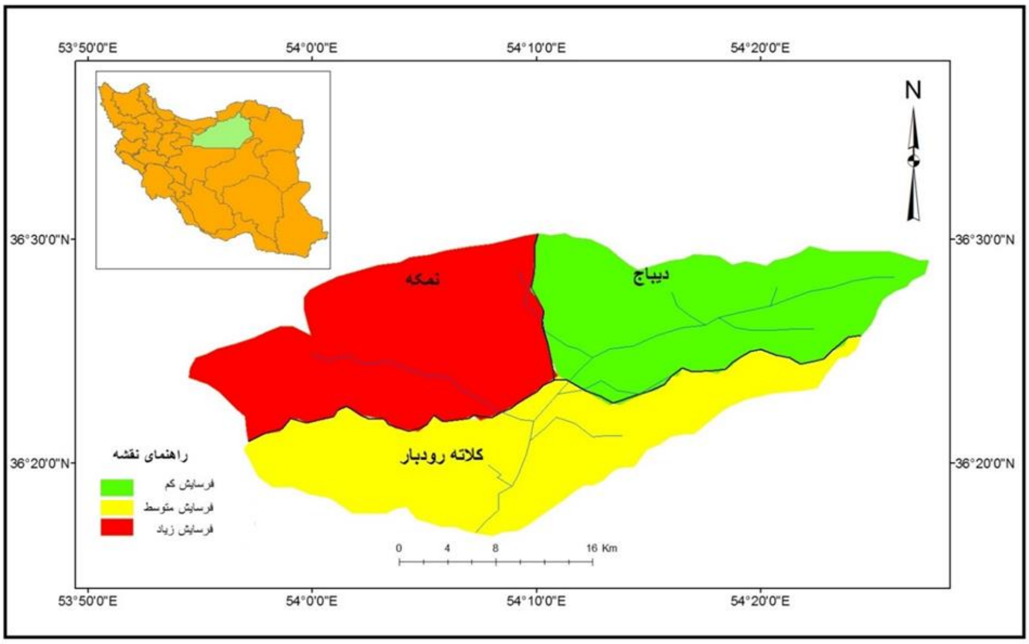
درصد پتانسیل رسوبدهی واحد هیدرولوژیک(sy) با استفاده از رابطه ٦ محاسبه و نتایج آن در جدول شماره ۹ درج گردید

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

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

زیرحوضه	کلاته رودبار	دیباج	نمکه
Sy	۲۴.۸۷	۲۳.۹۶	۵۱.۱۵

با توجه به مطالعات میدانی (شکل۶ و۱) و نقشه پتانسیل رسوب دهی منطقه (شکل۷)، زیر حوضه های مورد مطالعه فرسایش پذیری زیادی را تجربه می نمایید بر اساس این اطلاعات پتانسیل رسوب دهی در حوضه نمکه حداکثر، در حوضه آبریز دیباج 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 بازدید های 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 ودیباج 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 فرایند های 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 ی 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 بالابودن 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 پتانسل بالای رسوب نشانه رسوب دهی بالا در 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.

۵-منابع

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", *Whatershed 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.