

Quantitative Measurement of Runoff Erosion Potential on Slopes of Mountainous Areas (Case study: Atash Beig Sub basin)

Maryam BayatiKhatibi^{1✉}, Behrooz Sari Sarraf²

1. Professor of Geomorphology, Department of GIS and RS, Faculty of Planning and Environment Science, Tabriz University, Tabriz, Iran
✉ E-mail: M_bayati@tabrizu.ac.ir
2. Professor of Climatology, Faculty of Planning and Environment Science, Tabriz University, Tabriz, Iran
E-mail: b.sarraf@tabrizu.ac.ir



How to Cite: BayatiKhatibi, M; & Sari Sarraf, B. (2022). Quantitative Measurement of Runoff Erosion Potential on Slopes of Mountainous Areas (Case study :Atash Beig Sub basin). *Geography and Development*, 20 (67), 82-102.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22111/J10.22111.2022.6921>

Received:

20 October 2020

Received in revised form:

17 January 2022

Accepted:

19 February 2022

Published online:

24 May 2022

Keywords:

Runoff,
Liner erosion,
Runoff power,
Flow velocity,
Atash-Beig catchment.

ABSTRACT

The runoffs at the surface of the domains make the first erosions and, in severe cases, create visible erosions at the surface of the domains. These hydrodynamic forces if running on the slopes with weak formations, will have extraordinary power to erode and create multiple slopes. Observing and examining the erosion traits of runoffs at the sloping surfaces and the factors involved in changing their traits can make possible the protection of these surfaces in a principled way, and with the help of examining these factors and runoffs' way of flowing on the slopes, the erosion rate and sediment yield rate can be achieved and by estimating the amount of fatigue produced by the runoffs, the necessary measures can be taken to maintain the domains. The surface of the sub-basin areas of the Atash Beig (located on the eastern suburbs of Sahand and in a geographical location '00 ° 37 to' 20 ° 37 north latitude and '45 ° 46 to' 15 ° 47 east longitude) is disturbed by runoffs. Gullies erosion can be studied in relation to current runoffs' properties...). In this article, the properties of runoffs have been studied and calculated by the experimental equations (v_1, T_c, Tr, \dots). The results of this study show that runoffs have very different velocities in various parts of the catchment area. Finally, with the use of appropriate equations, the gullies erosion at the catchment area (CTI) have been estimated and the related maps were prepared.



© the Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

1. Introduction

Domains are, in fact considered as the most important source of hydrodynamic and hydro geomorphological factors, and the primary focus of runoffs. In other words, the runoffs, as the important hydrogeomorphic agents, perform the initial erosions at the surface of the domains. The formation of multiple trenches and slopes at the flat surface results in such an erosion. The formation of such erosion forms reflects the exacerbation of linear erosion and the abrasion of

runoff at steep slopes. The erosion of the slopes by runoffs is related to several factors. The consideration of the characteristics of runoff at steep slopes and the factors involved in changing their characteristics can make it possible to protect these levels and, using the results of this study, the factors and method of runoff run on the slopes can be estimated by estimating the erosion level and by estimating the amount of erosion from runoff wear, the necessary measures are taken to maintain the slopes.

The limits of Atash Beig drainage basin are among the important areas for cultivating various types of dry and wet crops in Sahand Mountain basin. Exacerbated and accelerated gullies erosion can lead to irreparable damage. From this perspective, the investigation of the eroded areas Soil is affected by runoff and due to the development of gullies. In this research, we have tried to investigate and estimate the amount of runoff and the amount of erosion with the help of related relationships.

2. Methods and Materials

In this research, maps of topography, geology, soil, lithology, vegetation, soil samples and all necessary data such as discharge, sediment, rainfall and land use, and calculations related to the measurement and evaluation of parameters took place and for Data compilation required for measurements of different dimensions of surface gliding during field visits. Using the Wicver model as the rule of multi-criteria decision-making, erosion range was zoned by runoff in the basin.

To examine and distinguish the contribution of different factors to the erosion of tilt levels, the basin was first divided into several sub-basins and computations were segregated in these sub-basins. Finally, calculations were made using the EROS model and utilizing the GIS technique and related software, and various maps were derived from the calculations.

The length and gradient of the domain regulates the time of focusing on the slopes of the slopes of the domains and thus the ability to track the runoff at the domain level. In this paper, the very simple relation 1 is used to determine the focus time in the range of the study area:

$$\text{Eq(1)} \quad T_c = 5 / 3L$$

In this research, both the basin and the Great Ditches range of runoff power are determined according to the relationship between the area of the water catchment area and the slope of runoff power levels.

$$\text{Eq (2)} \quad \text{CTI} = \ln (A_s / \tan\beta)$$

In the study of gully erosion, it is very important to obtain information on the capacity of the runoff to determine their erosion potential. In view of this

importance, using the following equation, calculate the amount of runoff capacity at both the catchment area and in the range of large gullies. Has been.

$$\text{Eq(3)} \quad T = (A_s / 22.13)^{0.6} (\sin\beta / 0.00896)^{1.3}$$

3. Results and Discussion

The results indicate that the volume of runoff at the basin level is high, that is, in most parts, it is more than 3 . The congestion of water in most of the basin area is more than 3. The highest density in Upper basins, especially sub-basins 7 and sub-basins 18, can be seen . It also shows a map that is located in the middle sections of the sub-basin of density and volume of streams.

In the upstream parts of the Big Breeze basin, especially in subregions 6 and 7, time is a long focus. But in other parts of the basin, time is the focus of time. In other words, runoffs quickly drain their water towards the slopes. This means In areas with higher runoff rates, concentrated waters have a lot of erosion potential in the range of slopes. As the concentration map shows , the concentration of runoff is different in different parts of the basin . This difference It is surely reflected in erosion.

The time of displacement of runoff in different parts of the basin is very different . In the middle part of the basin, this is a long time. The information shown in the map shows that on the left side of the main rivers, at the slope The runoff reaches the bottom of the slopes in a shorter time. This means that these runoffs have less time for infiltration and much of the runoff is transmitted down the range. Also, the graphical diagrams indicate this Which is also increased by increasing the slope of runoff .

In this study, in the basin area, the runoff power is determined according to the area of the catchment area and the slope of the runoff power levels using the CTI relationship. If the CTI is greater than 5, this means that the water The results of the calculations and estimates are presented in the diagram above and the map. These results show that the CTI in parts of the basin is above threshold 5. This This means that in parts of the runoff basin, they have enough power to wear the slopes. Drawings show that runoffs are more than abrasive in the middle parts of the basin.

4. Conclusion

Due to the fact that lithological, topographic and ... characteristics vary in different sub-basins, the delay time, displacement rate, and thus erosion rate and runoff are also different. Usually what is the ultimate goal of the study of the characteristics of runoffs Is the estimate of the degree of erosion or so-called survey of footprints, which disturb the slopes at steep slopes and set their ridges in the river bed. In this research, the level of runoff power basin was studied considering the area of the catchment basin and the slope of runoff power levels. The results of the calculations and calculations showed that the CTI in the parts of the basin is higher than the threshold of 5. This means that in parts of the runoff basin, it has

enough power to slip the slopes, and this power in the middle part of the basin is more than the other parts of the basin. In fact, the middle parts of the basin have more talent for linear erosion and For this reason, slopes need more protection measures. It should be noted that the slopes of this sub-basin are considered to be the best rangelands in the country and are allocated to the cultivated slopes. With the change of climate and the decline in groundwater levels and the reduction of vegetation cover, slopes will be exacerbated and thus the slopes will be more vulnerable to erosion.

Keywords: Runoff, Liner erosion, Runoff power, Flow velocity, Atash-Beig catchment.

5. References

- Bayati Khatibi, Maryam (2006) Characteristics and Controlling factors of gully erosion, case study Ahar-Meskinshar. *Geography and Development*, Vol 4, No 7, 115-136.
https://gdj.usb.ac.ir/article_3803_71a1c2b62090b48b0f15109b57ea505c.pdf
- Bayati Khatibi, Maryam (2006). The role of drainage density and difference in high relative relief on the occurrence of valley, landslides in semi-arid mountain, *Moders*, Vol 10, No 2, 59-83.
<https://hsm.sp.modares.ac.ir/article-21-11443-fa.html>
- Bouaziz, M., Mathias Leidig, Richard Gloaguen (2011). Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia, *Geoscience Frontiers*, 2(2): 237e245.
<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2011.03.004>
- Bracken, L.J. (né e Bull), M.J. Kirkby (2005). Differences in hillslope runoff and sediment transport rates within two semi-arid catchments in southeast Spain, *Geomorphology*, 68: 183-200.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.11.013>
- Carlos Alberto Ceretta, Eduardo Giroto, Cledimar Rogério Lourenzi, Gustavo Trentin, Renan Costa Beber Vieira, Gustavo Brunetto (2010). Nutrient transfer by runoff under no tillage in a soil treated with successive applications of pig slurry, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139: 689-699.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.10.016>
- Cerdan, Y., Bissonnais, A., Couturier, H., Bourennane, V., Souchère. (2002). Rill erosion on cultivated hillslopes during two extreme rainfall events in Normandy, France, *Soil and Tillage Research*, Volume 67, Issue 1, August 2002, 99-108.
[https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00045-4](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00045-4)
- Cline, M. G (1961). The changing model of soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25:442-446.
<https://doi.org/10.2136/sssaj1961.60009x>
- Feng, X., Yafeng Wang., Liding Chen., Bojie Fu., Gangshuan Bai. (2010). Modeling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments of the Chinese Loess Plateau, *Geomorphology*, 118: 239-248.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.01.004>
- Fei, Kai Longzhou Deng, Tianyu Sun, Liping Zhang, Yanhong Wu, Xiaojuan Fan, Yayue Dong. (2019). Runoff processes and lateral transport of soil total carbon induced by water erosion in the hilly region of southern China under rainstorm conditions, *Geomorphology*, 340: 143-152.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.05.006>

- Hatma Suryatmojo, Fujimoto Masamitsu, Takahisa, Mizuyama (2013). Effects of selective logging methods on runoff characteristics in paired small headwater catchment , *Procedia Environmental Sciences*,17: 221-229.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.032>
- Hayas. ,Antonio. ,Adolfo Peña, Tom Vanwallegem (2019). Predicting gully width and widening rates from upstream contribution area and rainfall: A case study in SW Spain, *Geomorphology*, 341:130-139.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.05.017>
- Jenny, H. (1960). *Hilgard and the Birth of Modern Soil Science*, Generico.(book).
<https://www.amazon.com/Hilgard-Birth-Modern-Soil-Science/dp/B001UELMB6>
- Gardner, R.A.M. and A.J. Gerrard .(2003). Runoff and soil erosion on cultivated rainfed terraces in the Middle Hills of Nepal, *Applied Geography* 23(1): 23-45.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2002.10.001>
- Govers,G., Rafael Giménez Kristof Van Oost (2007). Rill erosion: Exploring the relationship between experiments,modeling and field observations *Earth-Science Reviews*, 84: 87-102.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.06.001>
- Lesschen, J., J. M. Schoorl., L. H. Cammeraat (2009). Modelling runoff and erosion for a semi-arid catchment using a multi-scale approach based on hydrological connectivity,*Geomorphology*, 109: 174-183.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.02.030>
- Miler,M.F.(1946). Early Investigations Dealing with Water Runoff and Soil Erosion,*Agronomy Journal*,7:657-660.
<https://doi.org/10.2134/agronj1946.00021962003800070010x>
- Nearing, M.A., M.H. Nichols, J.J. Stone, K.G. Renard, and J.R. Simanton. (2007). Sediment yields from unit-source,semiarid watersheds at Walnut Gulch. *Water Resources Research* 43: W06426.
<https://doi.org/10.1029/2006WR005692>
- Rijsdijk ,Anton , L.A. Sampurno Bruijnzeel , C. Kukuh Sutoto.(2007). Runoff and sediment yield from rural roads, trails and settlements in the upper Konto catchment, East Java, Indonesia *Geomorphology*, 87 :28-37.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.040>
- RiesI, J. B. Marzoff. (2003). Monitoring of gully erosion in the Central Ebro Basin by large-scale aerial photography taken from a remotely controlled blimp, *Catena*, Vol.50, Issues 2-4, 1 January 2003, 309-328.
[https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(02\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(02)00133-9)
- Ruhe,R.V.(1970).Soil geomorphology studies 1953-1970,Manuscript on file ,Iowa state university Agronomy library, Ames, 12.
<http://doi.org/identities/lccn-no88002620>
- Sheng-ming Ren , Bo Sun, Yin Liang (2011). Quantitative Analysis on the Influence of Long-term Soil and water conservation Measures Harnessing on Runoff and Sediment Yield of Watershed, *Procedia Environmental Sciences*, 10 :1732- 740.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.272>
- Vieira ,D.C.S., M.C. Malvar, C. Fernández, D. Serpa, J.J. Keizer. (2016).Annual runoff and erosion in a recently burn Mediterranean forest – The effects of plowing and time-since-fire,*Geomorphology*, 270: 172-183.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.042>
- Vandekerckhove. L., Poeson, D. Oostwoud. J. Nachtergaele, C. (2000). Teresholds for gully initiation and sedimentation in Europe, *Earth Surf. Process. Landforms* 25, 1201-1220 (2000).
<https://bibliotecadigital.ipb.pt/>



سنجش کمی توان فرسایشی روانابها در سطوح شیبدار نواحی کوهستانی مطالعه موردی: زیرحوضه آتش‌بیگ

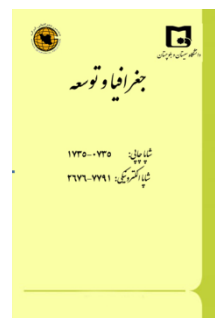
دکتر مریم بیاتی خطیبی^{۱*} دکتر بهروز ساری صراف^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

روانابها در سطوح دامنه‌ها اولین کندوکاری را انجام می‌دهند و در صورت تشدید، آشفته‌گی‌های قابل‌ملاحظه‌ای در سطح دامنه‌ها ایجاد می‌کنند. این نیروهای هیدرودینامیک در صورت جاری شدن بر روی شیب‌هایی با سازه‌های سست، از قدرت فوق‌العاده‌ای برای کندوکاری و ایجاد شیارهای متعدد برخوردار می‌شوند. توجه و بررسی ویژگی‌های سایشی روانابها در سطوح شیبدار و عوامل دخیل در تغییر ویژگی‌های آنها، می‌تواند حفاظت این سطوح را به‌طور اصولی ممکن سازد و با توسل به نتایج حاصل از بررسی این عوامل و نحوه جریان روانابها بر روی دامنه‌ها، می‌توان میزان فرسایش و رسوب حاصل را برآورد کرد و با برآورد میزان فرسایش حاصل از سایش روانابها تدابیر لازم را در جهت حفظ دامنه‌ها اتخاذ کرد. سطح دامنه‌های زیرحوضه آتش‌بیگ (واقع در دامنه‌های شرقی سهند و در موقعیت جغرافیایی $37^{\circ} 00'$ تا $37^{\circ} 20'$ عرض شمالی و $45^{\circ} 46'$ تا $47^{\circ} 15'$ طول شرقی) توسط آبکندها بسیار آشفته شده‌است. فرسایش آبکندی در رابطه با ویژگی‌های رواناب‌های جاری قابل‌مطالعه است. در این مقاله با استفاده از معادلات تجربی ویژگی‌های روانابها مطالعه و محاسبه شده‌است (v_i, T_c, T_r, \dots). نتایج نشان‌دهنده این است که در بخش‌های مختلف زیرحوضه روانابها متأثر از عوامل دیگر سرعت متفاوتی دارند. در نهایت با استفاده از معادلات متناسب فرسایش آبکندی در سطح حوضه برآورد (CTI) و نقشه‌های مربوط ترسیم شده‌است. این نتایج نشان می‌دهد که میزان CTI در بخش‌هایی از حوضه بالاتر از آستانه ۵ است. این بدین معنی است در بخش‌هایی از حوضه روانابها از قدرت کافی برای سایش شیبها برخوردارند. نقشه ترسیمی نشان می‌دهد که در بخش‌های میانی حوضه، روانابها بیشتر از قدرت سایشی برخوردار هستند.

جغرافیا و توسعه، شماره ۶۷، تابستان ۱۴۰۱
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۱
تاریخ بازنگری داوری: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰
صفحات: ۸۲-۱۰۲



واژه‌های کلیدی:
رواناب، فرسایش آبکندی، توان روانابها، سرعت جریان، حوضه آتش‌بیگ.

مقدمه

توسط روانابها با عوامل متعددی در رابطه است. توجه و بررسی ویژگی‌های روانابها در سطوح شیبدار و عوامل دخیل در تغییر ویژگی‌های آنها، می‌تواند حفاظت این سطوح را امکان‌پذیر سازد و با توسل به نتایج حاصل از بررسی این عوامل و نحوه جریان روانابها بر روی دامنه‌ها، می‌توان میزان فرسایش را برآورد کرد و با برآورد میزان فرسایش حاصل از سایش روانابها، تدابیر لازم در جهت حفظ دامنه‌ها را اتخاذ کرد. سابقه بررسی کمی روانابها به دهه چهل برمی‌گردد.

دامنه‌ها در واقع، منشأ ایجاد مهم‌ترین عوامل مهم هیدرودینامیکی و هیدروژئومورفولوژیکی و محل تمرکز اولیه روانابها محسوب می‌شوند. به عبارت دیگر، رواناب‌ها به‌عنوان عامل مهم هیدروژئومورفیک، کندوکاو اولیه را در سطوح دامنه‌ها انجام می‌دهند. تشکیل خندق‌ها و شیارهای متعدد در سطوح دامنه، حاصل چنین فرسایشی هستند. تشکیل چنین اشکال فرسایشی، از تشدید فرسایش خطی و از قدرت سایشی روانابها در سطوح شیبدار حکایت می‌کنند. فرسایش دامنه‌ها

گورز و گاردنر و همکاران (Gardner et al, 2003:23) نیز فرسایش‌پذیری خاک‌ها، در اثر ایجاد شیپارها بر روی دامنه‌ها را بررسی کرد و با نظیرسازی‌های آزمایشگاهی نحوه تشکیل شیپارها و مقادیر رسوبات حاصل از آن را مطالعه کردند. هاتما و همکاران (Hatma et al., 2013:223) نیز اثر ذوب برف بر روی تشکیل شیپارها و میزان فرسایش خاک در اثر فرسایش شیپاری را مورد مطالعه قرار دادند و نقش عوامل مختلف، مانند شیب را با استفاده از مدل جهانی فرسایش خاک تحلیل کرد.

محدوده حوضه زهکشی آتش‌بیگ، از محدوده‌های مهم کشت انواع محصولات دیمی و آبی حوضه کوهستان سهند به شمار می‌آیند، فرسایش آبکندی تشدید و تسریع شده می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری در پی داشته باشد. از این نظر بررسی و شناسایی محدوده‌های تحت فرسایش خاک توسط رواناب‌ها و در اثر توسعه آبکندها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق سعی شده‌است با توسل به روابط مربوط، نحوه جریان رواناب‌ها و میزان فرسایش حاصل را بررسی و برآورد کرد.

- موقعیت جغرافیایی حوضه آتش بیگ

حوضه زهکشی آتش‌بیگ یکی از زیرحوضه‌های مهم دامنه‌های شرقی سهند است که در موقعیت جغرافیایی $37^{\circ} 00'$ تا $37^{\circ} 20'$ عرض شمالی و $45^{\circ} 46'$ تا $15^{\circ} 47'$ طول شرقی قرار گرفته‌است (شکل ۱). این زیرحوضه از زیرحوضه‌های مهم قرنقوچای در شرق کوهستان سهند است که سرچشمه حوضه جمع‌آوری آب‌ها این زیرحوضه از ارتفاعات اطراف به‌ویژه از کوه خاله اوشاغ است. در نزدیکی روستای آتش‌بیگ، دو رودخانه اصلی با نام‌های قرانقو و جیبید (اولی با سرچشمه‌گیری از کوه سهند و دومی از کوه آغ‌داغ) به هم ملحق می‌شوند و رودخانه آتش‌بیگ را تشکیل می‌دهند و درنهایت با پیوستن به رودخانه قرنقو و بعد

میلر (Miller, 1946: 659) از اولین پژوهشگرانی محسوب می‌شود که تحقیقات گسترده‌ای در زمینه نقش رواناب‌ها در میزان فرسایش خاک‌ها را آغاز کرد و تجربیات خود را در کتابی با همین عنوان «رواناب‌ها و فرسایش خاک» گردآوری و منتشر کرد. بعد از میلر، کلینه (Cline, 1961: 442-446) با انتشار کتابی با عنوان تغییرات مدل‌های مطالعه خاک^۲، جینی (Jenny, 1960: 63) با انتشار کتاب هیلگارد و زایش علم مدرن خاک^۳ و روهه (Ruhe, 1970: 12) با انتشار کتاب دیگری (مطالعات ژئومورفولوژی خاک^۴)، به غنای اطلاعات در زمینه خاک و انواع فرسایش آن افزودند (به نقل از بیاتی خطیبی، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۴: ۱۱۶). برای پیش‌بینی میزان فرسایش آبکندی، لازم است عوامل فرسایش در محیط‌های مختلف شناسایی و میزان نقش آن‌ها مورد تحلیل قرار گیرد.

واندرکرکوه و همکاران (۲۰۰۰) از پژوهشگرانی هستند که عوامل کنترل فرسایش خطی، به‌ویژه فرسایش خندقی را در محیط‌های نیمه‌خشک مدیترانه شناسایی کرده و میزان نقش آن‌ها را تحلیل کردند (Bouaziz et al., 2011: 238; Bracken, 2005: 184; Vanderkerckhove et al., 2000: 1205).

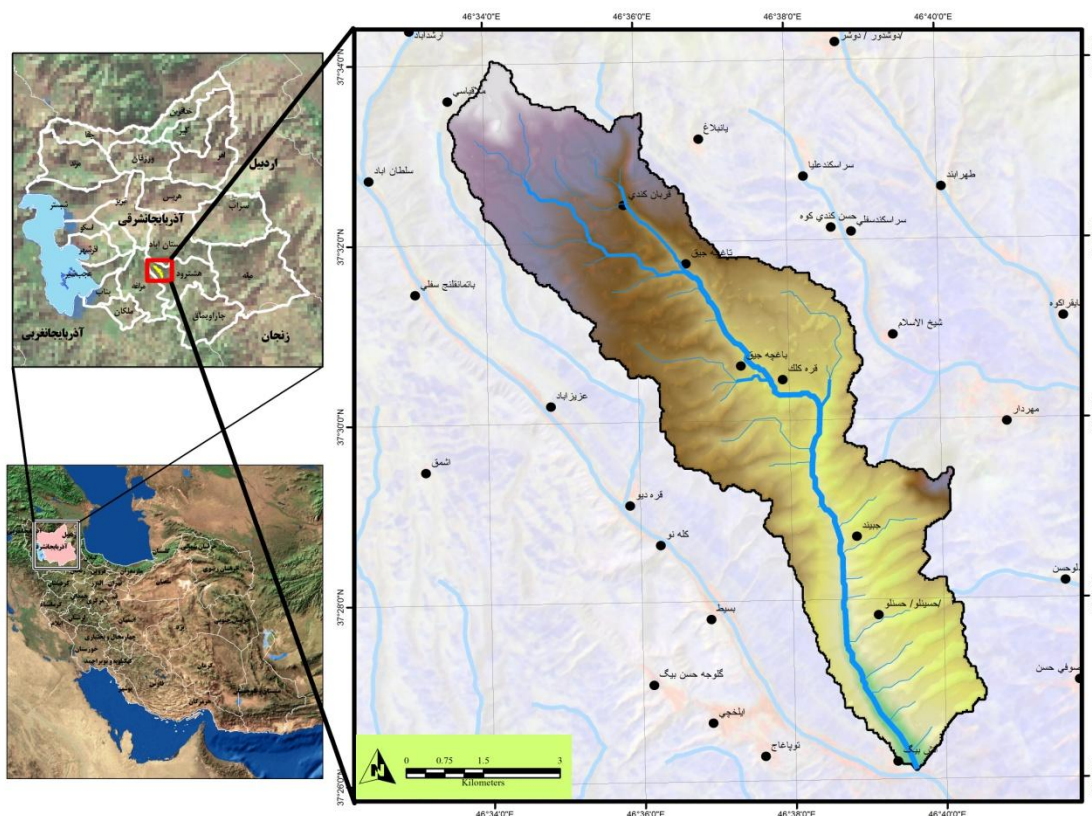
سردان و همکاران (۲۰۰۲) اثر وقوع بارندگی‌ها بر تشدید فرسایش شیپاری بر روی دامنه‌های تحت کشت را مورد بررسی قرار دادند و نقش کشت‌وکار در تشدید فرسایش شیپاری بر روی شیب‌ها را ثابت کردند. (Carlos et al., 2010: 692; Cerdan, et al., 2002: 99-108).

شنگ و همکاران و رایس و مارزولف (Sheng et al, 2011: 1734; Ries & Marzolf, 2003: 309-328) با استفاده از عکس‌های هوایی متوالی، رشد آبکندها و میزان خاک تلف‌شده را مورد تحلیل قرار دادند. فنگ و همکاران نیرینگ و پلیاکوف (Feng et al, 2010: 240; Nearing et al., 2007: 40) نیز شرایط و نحوه کندوکاری و حمل رسوبات در شیپارها را مورد بررسی قرار دادند.

1. Water runoff and soil erosion
2. Changing model of soil
3. Hilgard and birth modern soil science
4. Soil geomorphology studies

این زیرحوضه است. محدوده زیرحوضه آتش‌بیگ از محدوده‌های بسیار مهم کشت و دامپروری دامنه‌های شرقی سه‌پند محسوب می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲) به لحاظ نزدیکی به آب و حاصل‌خیزی آبرفت‌های دشت‌های سیلابی اغلب روستاها در کنار رودخانه مستقر شده‌اند.

به رود قزل‌اوزن و ارس، به دریای خزر می‌ریزند. به لحاظ اهمیت جریان رودخانه اصلی در حیات‌ساکنان این حوضه، روستاهای این زیرحوضه در اطراف رودخانه اصلی مستقر شده‌اند (روستاهای سلطان‌آباد، کرادیو، گلوجه حسن‌بیگ و...). روستای آتش‌بیگ که رودخانه اصلی نیز به این نام خوانده می‌شود، بزرگ‌ترین روستای



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آتش‌بیگ

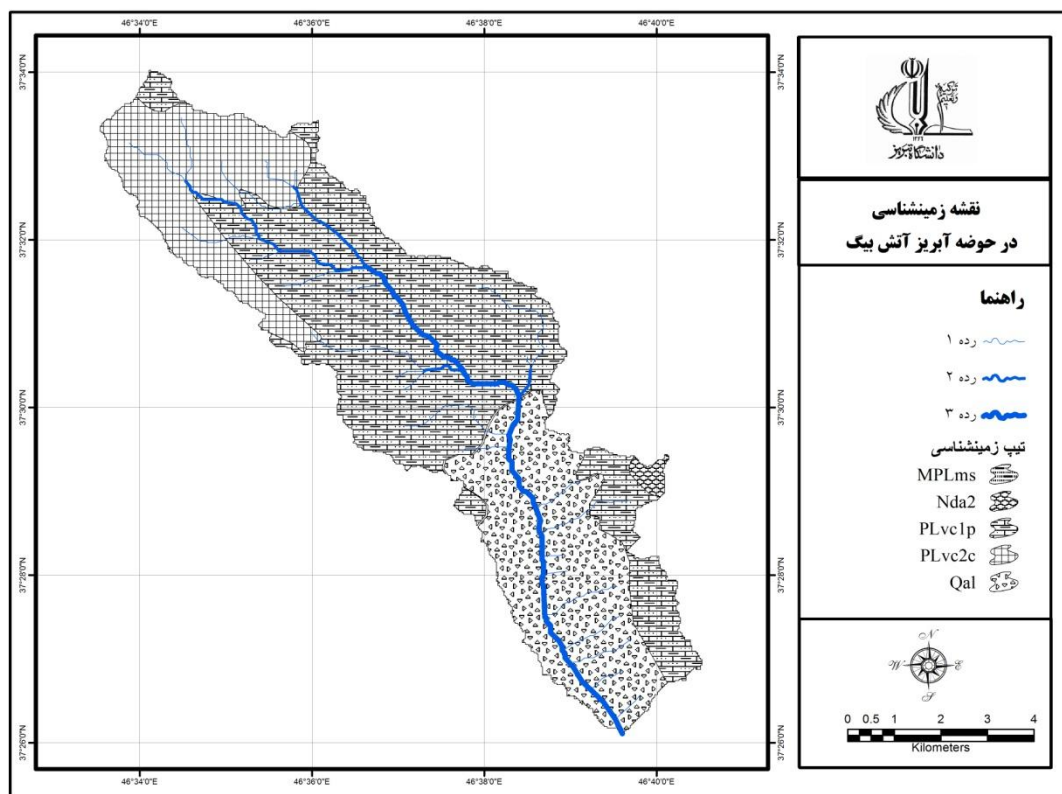
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

مشکلات خاک‌های روستا است. ولکانوسدیماترها از تشکیلات مهم این زیرحوضه محسوب می‌شود (شکل ۲). این سری متشکل از لایه‌های توف، سینریت، آبرفت‌های دانه‌درشت، لایه‌های شنی، ماسه‌ای، قلوه‌سنگی و رسی و در بعضی از نقاط همراه با کائولین است که در طی بازدیدهای میدانی در بیشتر دره‌ها تناوبی از چنین تشکیلاتی شناسایی شده‌اند. بخش اعظم این توده با توف‌ها و خاکسترهای آتشفشانی

اقلیم این محدوده مدیترانه‌ای نیمه‌خشک قرار دارد. مطابق با آمار سازمان هواشناسی شهرستان هشترود و استان آذربایجان شرقی، بیشترین و کمترین دمای هوا در گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال، به ترتیب در تیر و بهمن در محدوده ۴۱ تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد است. از نظر میزان بارش، یک منطقه نیمه‌خشک است. بیشتر خاک‌های روستای این محدوده از نظر حاصل‌خیزی متوسط به بالا بوده، اما آهک بالای خاک، از مهم‌ترین

حاصل فعالیت چشمه‌های آهک‌ساز هستند با توجه به وضعیت لایه‌بندی و ترتیب استقرار آن به کواترنر نسبت داده می‌شوند. در حالت کلی، بررسی ویژگی‌های لیتولوژیکی حوضه آتشیگ نشان می‌دهد که گسترش گنگلومراهای پلیستوسن، آبرفت‌های دوره کواترنر و مواد آذرین جدید قابل‌ملاحظه است (شکل ۲). همان‌طور که ذکر شد، سازندهای دیگری نیز در سطح حوضه وجود دارد، اما به لحاظ گستره کم آن‌ها در نقشه قابل‌ارائه نیستند.

پوشانیده شده‌است. آهک‌ها، گسترش نسبتاً قابل ملاحظه‌ای در بخش‌های غربی و جنوب‌غربی در شمال‌شرقی یافته‌اند. کنگلومرا از جمله سنگ‌های گسترده‌شده در این زیرحوضه هستند. بخش وسیعی از حوضه توسط طبقات کنگلومرای ضخیم لایه‌ای پوشیده شده‌است. واحد کنگلومرای رویی از نظر سنی جوان‌تر هستند. در حوضه مورد مطالعه، نهشته‌های نسبتاً ضخیم لایه‌ای از آهک‌های تراورتن به چشم می‌خورند که بر روی خاکسترهای ولکانیکی و طبقات کنگلومرای پلیوسن قرار گرفته‌اند. این نهشته‌ها که



شکل ۲: نقشه لیتولوژی توده کوهستانی سهند و محدوده آتشیگ

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، خاک، لیتولوژی، پوشش گیاهی، نمونه‌های خاک و همه داده‌های مورد نیاز، مانند دبی، رسوب، بارش و نحوه کاربری زمین تهیه و محاسبات مربوط به سنجش و ارزیابی پارامترها صورت گرفت و به منظور تهیه داده‌های مورد نیاز برای انجام محاسبات، اندازه‌گیری‌هایی از ابعاد مختلف آبکندهای سطحی در طی بازدیدهای میدانی انجام شد. با استفاده از مدل ویکور به عنوان قاعده تصمیم‌گیری چندمعیاری فرسایش دامنه‌ای توسط رواناب‌ها در حوضه مورد نظر پهنه‌بندی شد. برای استفاده از این مدل، مراحل زیر طی شد:

مرحله اول:

در این مرحله، ماتریس تصمیم‌گیری با توجه به تعداد معیارها به صورت رابطه زیر تشکیل خواهد شد. این ماتریس براساس n آلترناتیو و m شاخص خواهد بود که در آن عملکرد گزینه i ($i: 1, 2, 3, \dots, m$) در رابطه با معیار j ($j: 1, 2, 3, \dots, n$) است.

	x_{11}	x_{22}	x_{1n}
X_{ij}	x_{21}	x_{22}	x_{2n}

	x_{m2}	x_{m2}	x_{mn}

مرحله دوم:

بی‌مقیاس کردن یا استانداردسازی ماتریس در مرحله دوم تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. در این مرحله سعی می‌شود همه معیارها، به معیارهای بی‌بعد تبدیل شود.

مرحله سوم:

ورن‌دهی معیارها در سومین مرحله صورت می‌گیرد. به منظور وزن‌دهی به معیارها از روش‌های مختلف (مانند ANP, CRITIC, ...) و بردار ویژه آنتروپی شانون

استفاده می‌شود. در این مرحله انحراف معیار و ضریب همبستگی بین بردارها محاسبه می‌شود. با تعیین پارامترهای فوق، تضاد موجود بین معیارها با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$C_{jk} = \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk})$$

وزن هر عامل توسط رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$W_j = C_i / \sum_{k=1}^m C_{ik}$$

مرحله چهارم:

در این مرحله بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار تعیین می‌شود. بهترین مقدار (f_j) و بدترین مقدار (f_i) برای معیارها محاسبه می‌شود.

مرحله پنجم:

در این مرحله مقدار سودمندی یا حداکثر مطلوبیت (S) و مقدار تأسف (R) تعیین می‌شود.

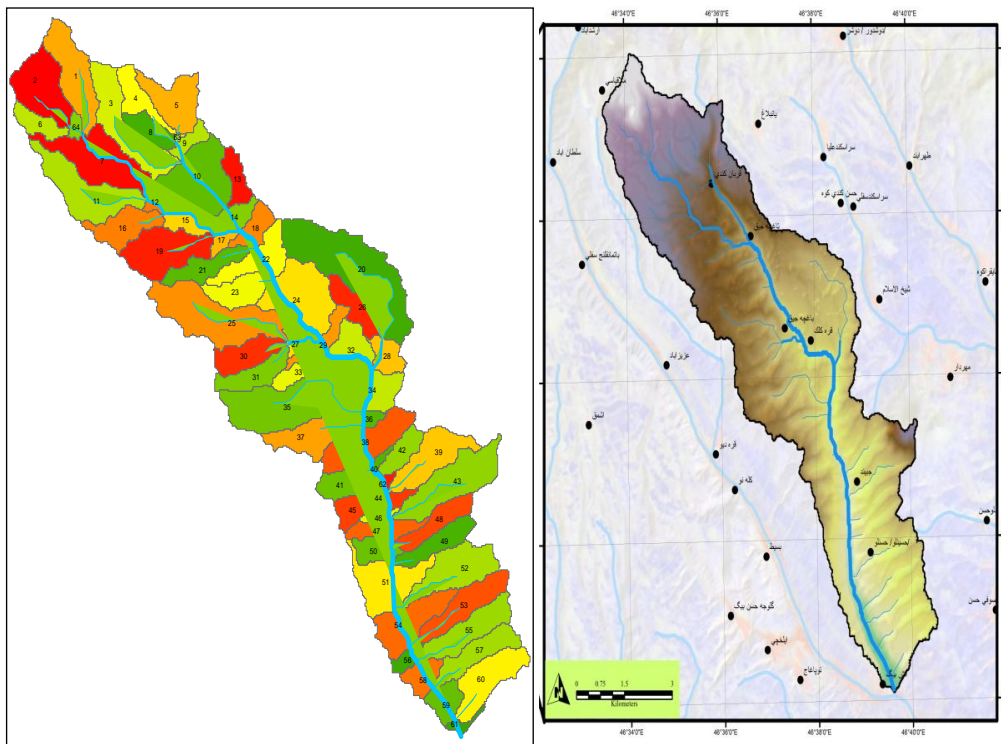
$$S_i = \sum_{i=1}^n w_j f_j - f_{ij} / f_j - f_i$$

$$R_i = \text{Max} (w_i f_i - f_{ij} / f_j - f_i)$$

مرحله ششم:

محاسبه شاخص ویکتور یا مقدار Q در این مرحله تعیین و در نهایت گزینه‌های Q, S, R به ترتیب از کوچک به بزرگ مرتب می‌شود و در نهایت گزینه برتر انتخاب می‌شود.

برای بررسی و تفکیک سهم عوامل مختلف در فرسایش سطوح شیب‌دار، ابتدا حوضه به زیرحوضه‌های متعدد تقسیم شد (شکل ۳) و محاسبات به تفکیک در این زیرحوضه‌ها صورت گرفت. در نهایت با استفاده از مدل فرسایش و بهره‌گیری از تکنیک GIS و نرم‌افزارهای مربوط، محاسبات صورت گرفته و نقشه‌های مختلف حاصل از محاسبات تهیه شد.



شکل ۳: نقشه پراکندگی مناطق روستایی (راست) و تقسیم‌بندی حوضه به زیرحوضه‌های متعدد (چپ) تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

مقاله از رابطه بسیار ساده ۱ برای تعیین زمان تمرکز در دامنه‌های محدوده مورد مطالعه استفاده شده است:

$$T_c = 5/3L \quad (۱) \text{ رابطه}$$

در رابطه (۱):

$$T_c = \text{زمان تمرکز بر حسب ساعت، } L = \text{طول آبراهه به متر}$$

۲- نحوه برآورد سرعت جابه‌جایی رواناب‌ها در سطوح شیب‌دار

سرعت و زمان جابه‌جایی رواناب‌ها در محدوده مورد مطالعه به روش رابطه ۲، تعیین شده است.

$$V_1 = 3.16 (S)^{0.5} \quad (۲) \text{ رابطه}$$

در رابطه (۲):

$$V = \text{سرعت جابه‌جایی، } S = \text{شیب سطحی به درصد}$$

علت اصلی فرسایش آبکندی بر روی دامنه‌ها و تشکیل آبکندهای اولیه، تمرکز جریان‌ات سطحی در یک مسیر واحد و افزایش توان فرسایشی آن‌ها با توجه به سرعت جریان است؛ بنابراین لازم است ابتدا هیدرولیک شیاری^۱ با استفاده از مدل‌های مربوط مورد محاسبه قرار گیرد. برای رسیدن به اهداف تحقیق سعی شده است ابتدا سرعت و زمان جابه‌جایی رواناب‌ها که علت اصلی کندوکاو دامنه‌ها هستند، با استفاده از روابط مربوط، مورد برآورد قرار گیرند:

۱- نحوه برآورد زمان تمرکز رواناب‌های منتهی به ایجاد آبکندها در سطوح شیب‌دار

طول و شیب دامنه‌ها تعیین‌کننده زمان تمرکز در بخش سطوح شیب‌دار دامنه‌ها و در نتیجه توان کندوکاوی رواناب‌ها در سطح دامنه‌ها است. در این

۳- نحوه برآورد زمان جابه‌جایی در زیرحوضه‌های محدوده مورد بررسی

زمان جابه‌جایی از طریق یک حوضه به صورت جریان صفحه‌ای یا جریان متمرکز کم‌عمق به کانال‌های آبی با استفاده از روابط متعددی قابل محاسبه است. زمان جابه‌جایی جریان‌ات صفحه‌ای در محدوده مورد مطالعه در زیرحوضه‌های محدوده مورد مطالعه از طریق رابطه ۳ محاسبه شده است:

رابطه (۳)

$$Tr = [0.42(nl)^{0.8}/p2^{0.5}(s)^{0.4}]$$

در رابطه (۳):

Tr = زمان جابه‌جایی (ساعت)، $p2$ = متوسط دوسالانه بارندگی ۲۴ ساعت = ۳،۸۴ اینچ، s = شیب (به درصد)

۴- نحوه برآورد زمان تأخیر رواناب برای رسیدن به سر آبکندها

برای تعیین زمان تأخیر و زمان تمرکز رواناب‌ها در حوضه‌ها و در محدوده‌های مورد نظر به منظور رسیدن به نتیجه مورد قبول، از روش‌ها و روابط متعدد بهره‌گیری می‌شود. یکی از معتبرترین روش مورد استفاده روش سازمان حفاظت خاک آمریکا است که برای تعیین زمان تأخیر از آن استفاده شده است (رابطه ۴).

$$L = 1^{0.8}(s+1)^{0.7}/1900y^{0.5} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در رابطه (۴):

L = زمان تأخیر حوضه بر حسب ساعت، l = طول رودخانه اصلی بر حسب فوت، y = شیب آبراهه اصلی بر حسب درصد

۵- نحوه تعیین قدرت فرسایش رواناب‌ها و سنجش توان آب‌های جاری در فرسایش آبکندها

در این تحقیق، هم در سطح حوضه و هم در محدوده خندق‌های بزرگ قدرت رواناب‌ها با توجه به

مساحت حوضه جمع‌آوری آب و شیب سطوح قدرت رواناب‌ها با استفاده از رابطه ۵ تعیین شده است.

$$CTI = \ln(As/\tan\beta) \quad \text{رابطه (۵)}$$

در رابطه (۵):

As = وسعت حوضه $(m2)$ ، β = گراد بیان حوضه، اگر CTI بیشتر از ۵ باشد، به این معنی است که در شیب‌ها، آب‌ها از قدرت سایش برخوردارند.

۶- نحوه تعیین حجم آبراهه‌ها در سطح حوضه آبریز آتش‌بیگ

پراکندگی آبراهه‌ها در سطح حوضه در واقع از میزان فرسایش‌پذیری سطوح حکایت می‌کنند. به عبارت دیگر هرچه حجم آبراهه‌ها در حوضه زیاد باشد، به منزله سطوح بیشتر برای فرسایش بیشتر است. در این تحقیق برای تعیین حجم آبراهه‌ها و تراکم آبراهه‌ها در سطح حوضه آتش‌بیگ از روابط ۶ و ۷ استفاده شده است:

$$V = 20.408L^{-0.287} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$D = \sum L/A \quad \text{رابطه (۷)}$$

در روابط (۶ و ۷):

V = حجم آبراهه‌ها، L = طول آبراهه (به متر)، A = مساحت زیرحوضه، D = تراکم آبراهه‌ها

۷- نحوه تعیین ظرفیت حمل رواناب‌ها در سطوح

تحت فرسایش خندقی با اندکس ظرفیت حمل در بررسی فرسایش خندقی و شیاری کسب اطلاع در مورد ظرفیت حمل رواناب‌ها به منظور تعیین توان فرسایشی آن‌ها بسیار مهم است. به لحاظ این اهمیت با استفاده از رابطه زیر، میزان ظرفیت حمل رواناب‌ها، هم در سطح حوضه و هم در محدوده خندق‌های بزرگ محاسبه شده است.

رابطه (۸)

$$T = (As/22.13)^{0.6} (\sin\beta/0.00896)^{1.3}$$

در رابطه (۸):

T = ظرفیت حمل روانابها، As = مساحت حوضه جمع‌آوری آب، $\sin\beta$ = شیب سطح

و از هیپسومتری بی‌بعد برای تعیین قدرت کل سایش در سطح حوضه استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق

حوضه زهکشی آتش‌بیگ نیز با دامنه‌های آشفته و با دامنه‌های کندوکاری شده با آیکندهای متعدد، از رسوب‌زاترین زیرحوضه‌ها محسوب می‌شود. رواناب‌های جاری در سطح دامنه‌های برهنه حوضه یا در سطوحی که تراکم پوشش گیاهی در آن‌ها کم است، با توان بیشتری عمل فرسایش را انجام می‌دهند. نتایج بررسی‌ها بر روی سطوح فرسایش یافته زیرحوضه آتش‌بیگ، نشان می‌دهد که با وجود وسعت کم حوضه، تعداد آبراه‌های رده یک در این زیرحوضه نسبتاً زیاد است (جدول ۱). این امر خود به‌طور غیرمستقیم حاکی

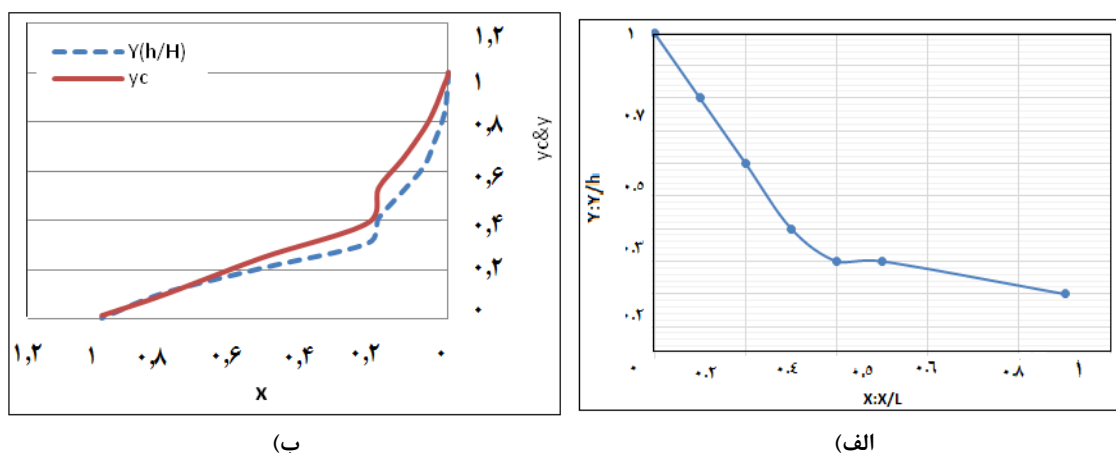
از سایش شیب‌ها توسط رواناب‌هایی است که در شیب‌ها جاری هستند.

بررسی ویژگی‌های زیرحوضه با روش هیپسومتری نیز حاکی از فعال بودن حوضه از نظر فرسایش است. نحوه قرارگیری منحنی‌های تئوریک و واقعی در شکل ۴ نشان می‌دهد که مساحتی بالغ بر ۲۷۰ کیلومتر که معادل ۵۳ درصد از مساحت حوضه است، در محدوده‌ای قرار گرفته که در آن فرایندهای فرسایشی فعالیت دارند. نقطه تعادل در این حوضه در ارتفاع ۲۱۰۰ متری قرار گرفته است. محدوده‌ای که عمل نهشته‌گذاری در آن صورت می‌گیرد، از این ارتفاع شروع شده و تا انتهای حوضه ادامه می‌یابد. این محدوده بسیار کم‌وسعت است. شکل کلی نمودار (شکل ۴-الف) نمایانگر قرارگیری حوضه در مرحله جوانی با گرایش به رسیدن به مرحله بلوغ است. بررسی شکل ۴-ب همچنین حاکی از این است که نیمرخ از نظم برخوردار نیست. این بدین معنی است که فرسایش در چنین حوضه‌ای همچنان صورت خواهد گرفت تا زمانی که تعادل نهایی حاصل شود.

جدول ۱: ویژگی‌های آبراه‌های حوضه آتش‌بیگ

۲۰۶۱۰			طول بزرگ‌ترین آبراهه (به متر)
۹۴۰			اختلاف ارتفاع (به متر)
۴/۵۶			شیب آبراهه (درصد)
۴/۰۱			زمان تمرکز (به ساعت)
۶۸	۱	رده	تعداد آبراهه در هر رده
۱۲	۲		
۳	۳		
۱	۴		
۴/۲۲			ضریب انشعاب
۱/۷۹			تراکم کل
خوب			کیفیت شیمیایی رواناب
کم			استعداد طغیانی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۳

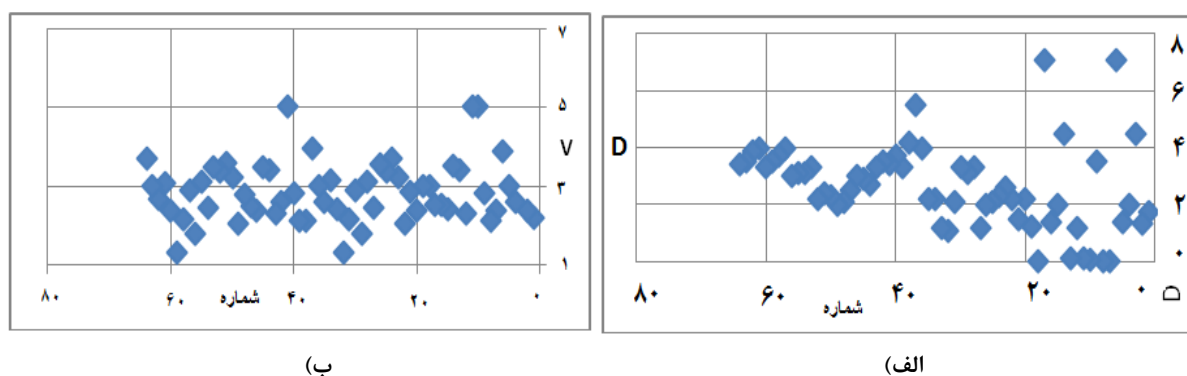


شکل ۴: الف- نمودار هیپسومتری بی‌بعد. ب- رابطه ارتفاع و طول آبراهه اصلی در حوضه آتش‌بیگ

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

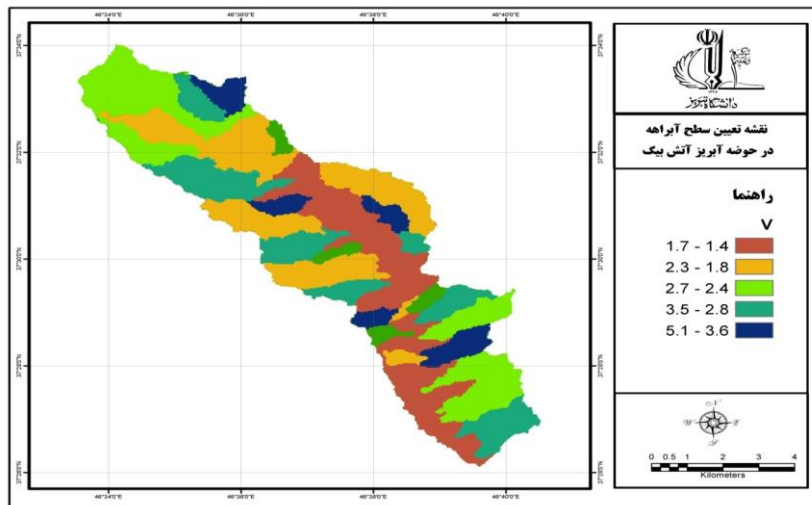
رواناب‌ها در سطح حوضه زیاد است. یعنی در بیشتر بخش‌ها بیش از میزان ۳ است (شکل ۵). تراکم آبره‌ها نیز در بخش اعظم سطح این حوضه بیشتر از مقدار ۳ است. بیشترین تراکم در حوضه‌های بالادست به‌ویژه زیرحوضه ۷ و زیرحوضه ۱۸ دیده می‌شود (شکل ۵) نقشه ترسیمی نیز نشان می‌دهد (شکل ۵) که در بخش‌های میانی زیرحوضه تراکم و حجم آبراهه‌ها در حد پایینی قرار دارد.

-تعیین حجم آبراهه‌ها در سطح حوضه آبریز آتش‌بیگ پراکندگی آبراهه‌ها در سطح حوضه در واقع از میزان فرسایش‌پذیری سطوح حکایت می‌کند. هرچه حجم آبراهه‌ها در حوضه بیشتر باشد، به منزله وجود سطوح بیشتر برای فرسایش بیشتر است. در این مقاله برای تعیین حجم و تراکم آبراهه‌ها در سطح حوضه آتش‌بیگ از روابط مربوط (رابطه ۶ و ۷) استفاده شده‌است. نتایج حاصل حاکی از این است که حجم



شکل ۵: الف- میزان تراکم زهکشی؛ ب- حجم آبراهه‌ها در زیرحوضه‌های آتش‌بیگ

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳



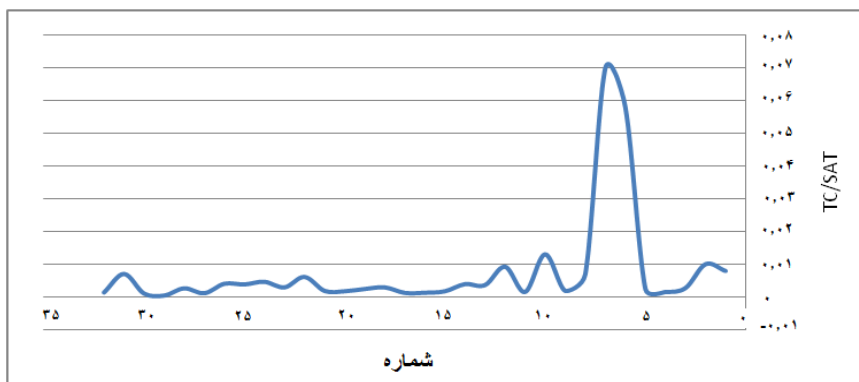
شکل ۶: نقشه حجم آبراه‌ها در سطح حوضه آتش‌بیگ

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

– برآورد زمان تمرکز رواناب‌های منتهی به ایجاد آبکندها در سطوح شیب‌دار

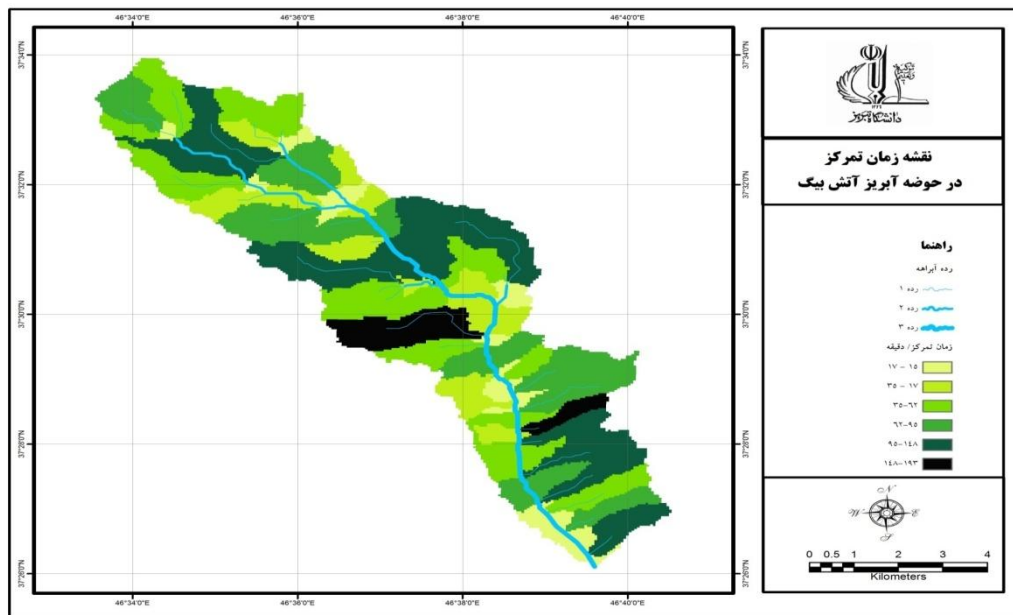
طول و شیب دامنه‌ها تعیین‌کننده زمان تمرکز در بخش سطوح شیب‌دار دامنه‌ها و در نتیجه تعیین‌کننده توان کندوکاو رواناب‌ها در سطح دامنه‌ها است. در این تحقیق از رابطه بسیار ساده (رابطه ۱) برای تعیین زمان تمرکز در دامنه‌های محدوده مورد مطالعه استفاده شده است. همان‌طور که نتایج حاصل از محاسبات در شکل‌های (۷ و ۸) نشان می‌دهد، در بخش‌های بالادست حوضه آتش‌بیگ به‌ویژه در زیرحوضه‌های ۶ و ۷ زمان تمرکز طولانی است؛ اما در

بخش‌های دیگر حوضه، زمان تمرکز در حد دقیقه است؛ به عبارت دیگر رواناب‌ها به سرعت آب‌های خود را به پای دامنه‌ها تخلیه می‌کنند. این بدین معنی است که در بخش‌هایی که سرعت رواناب‌ها بیشتر است، آب‌های متمرکز از توان فرسایشی زیادی در سطح دامنه‌ها برخوردارند. چنانکه نقشه زمان تمرکز نشان می‌دهد (شکل ۷) از نظر زمان تمرکز رواناب‌ها بخش‌های مختلف حوضه متفاوت است (شکل ۸). این تفاوت به‌طور مسلم در میزان فرسایش نیز منعکس می‌شود.



شکل ۷: نمودار زمان تمرکز رواناب‌ها در زیرحوضه‌های آتش‌بیگ (۱۳۹۳)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳



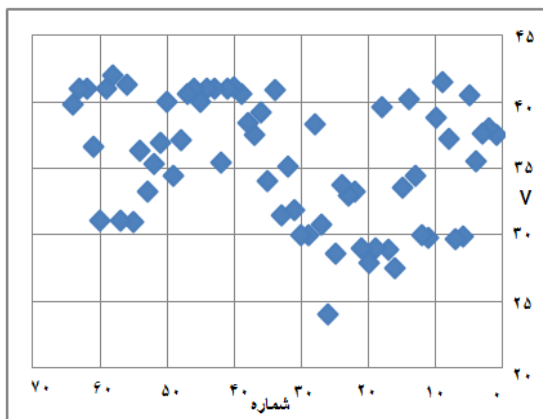
شکل ۸: نقشه میزان زمان تمرکز روانابها در سطح حوضه آتش‌بیگ

تهیه و ترسیم: نگارنگان، ۱۳۹۳

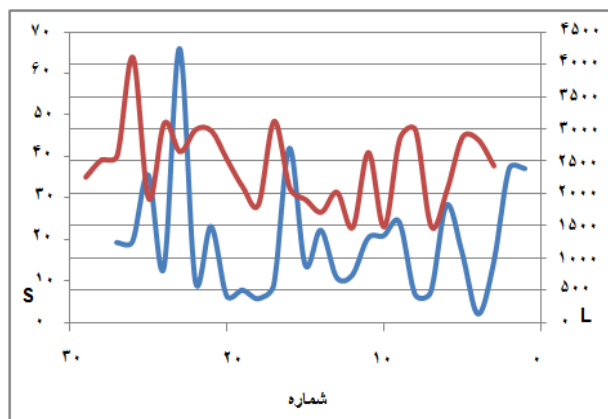
جابه‌جایی در زیرحوضه‌های واقع در بخش‌های میانی حوضه کمتر از سایر قسمت‌های حوضه آتش‌بیگ است. در بخش‌های انتهایی میزان سرعت روانابها افزایش می‌یابد. با توجه به نقشه ترسیمی (شکل ۱۰) می‌توان مشاهده کرد که در بعضی از زیرحوضه‌ها مانند زیرحوضه ۹، این سرعت به اوج می‌رسد.

برآورد سرعت جابه‌جایی روانابها در سطوح شیب‌دار

سرعت و زمان جابه‌جایی روانابها که به روش معتبری دیگری تعیین شده‌است، می‌تواند نتایج دیگری را از وضعیت جریان روانابها ارائه دهد. نتایج حاصل از برآوردها (شکل ۹) نشان می‌دهد که سرعت



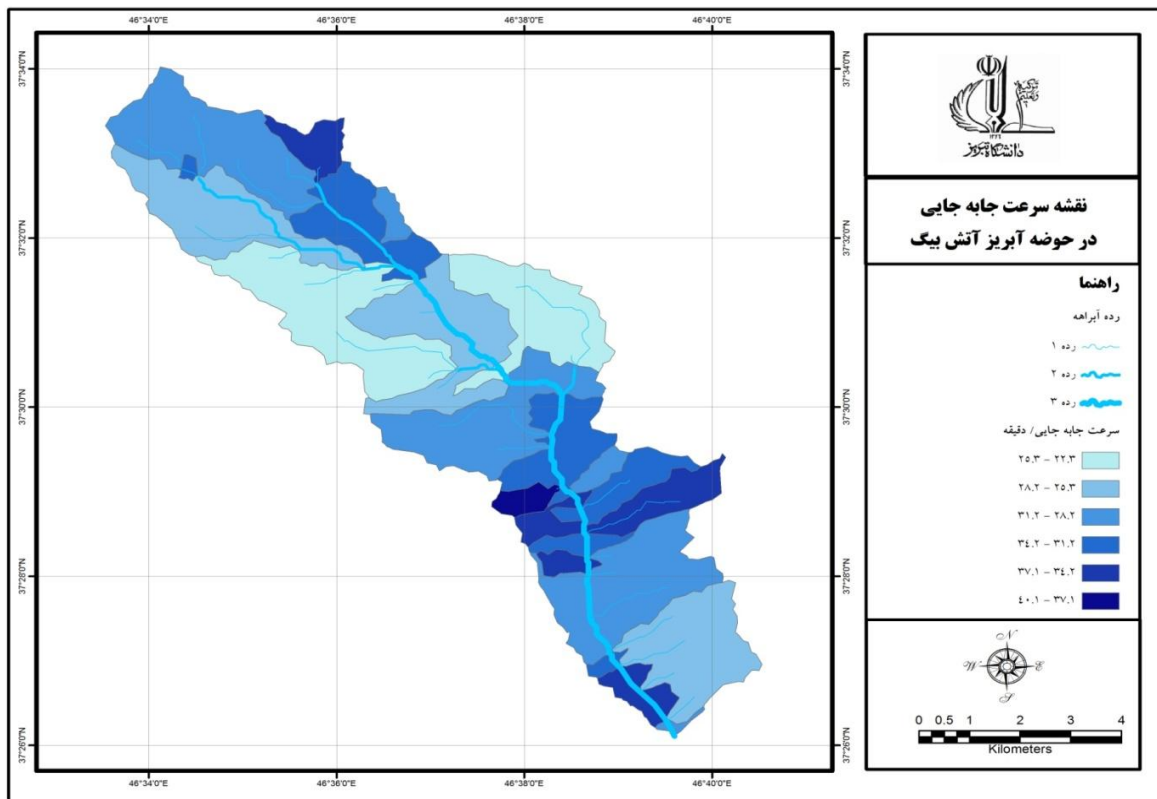
(ب)



(الف)

شکل ۹: الف- طول و شیب آبراهه‌ها؛ ب- سرعت جابه‌جایی روانابها در زیرحوضه‌های آتش‌بیگ

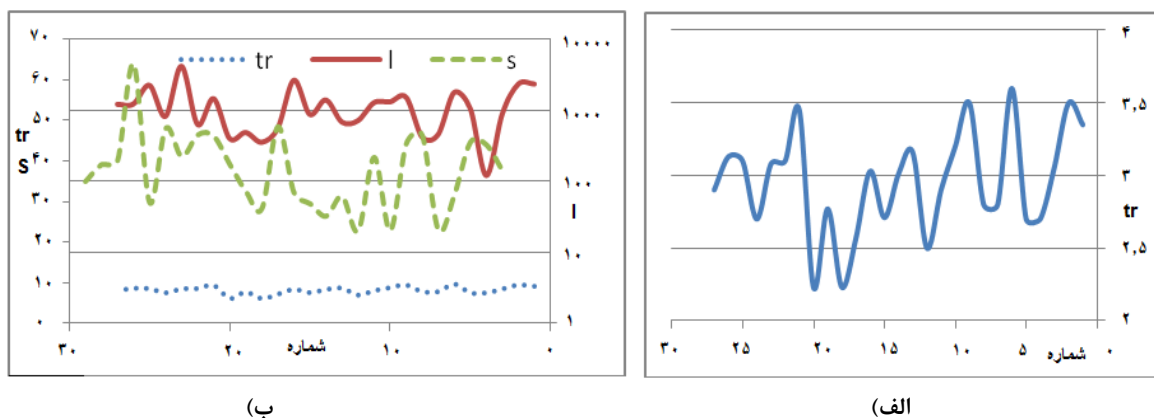
تهیه و ترسیم: نگارنگان، ۱۳۹۳



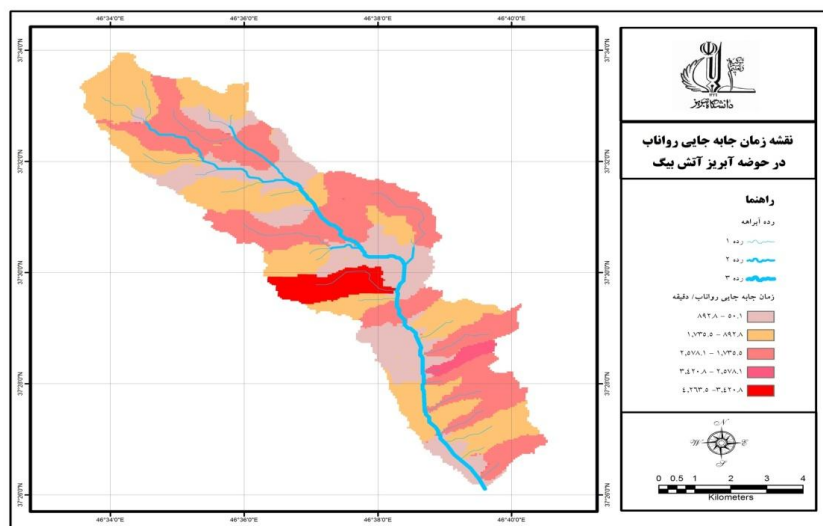
شکل ۱۰: نقشه سرعت جابه جایی روانابها در زیرحوضه های آتش بیگ
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

– برآورد زمان جابه جایی در زیرحوضه های محدوده مورد بررسی
زمانی جابه جایی جریانات سطحی تابع عوامل مختلف به ویژه شیب و بارش است. نتایج رابطه به کار گرفته شده (رابطه ۳) که زمان جابه جایی را در حوضه آتش بیگ برآورد می کند، نشان می دهد که زمان جابه جایی روانابها در بخش های مختلف حوضه مورد مطالعه بسیار متفاوت است (شکل ۱۱). در بخش میانی حوضه این زمان طولانی است. اطلاعات نمایش داده شده در

نقشه نشان می دهد (شکل ۱۱) که در طرف چپ رودخانه های اصلی، در سطح شیبها زمان رسیدن روانابها به بخش پایین دامنه ها در زمان کوتاه تری صورت می گیرد. این بدین معنی است که این روانابها زمان کمتری برای نفوذ دارند و بخش اعظم روانابها به پایین دامنه انتقال می یابد. همچنین نمودارهای ترسیمی حاکی از این است که با افزایش شیب سرعت روانابها نیز افزایش می یابد (شکل ۱۱-ب).



شکل ۱۱: الف- نمودار زمان جابه‌جایی رواناب‌ها؛ ب- رابطه‌ی زمان جابه‌جایی با شیب و طول آبراهه‌ها در زیرحوضه‌های آتش‌بیگ تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

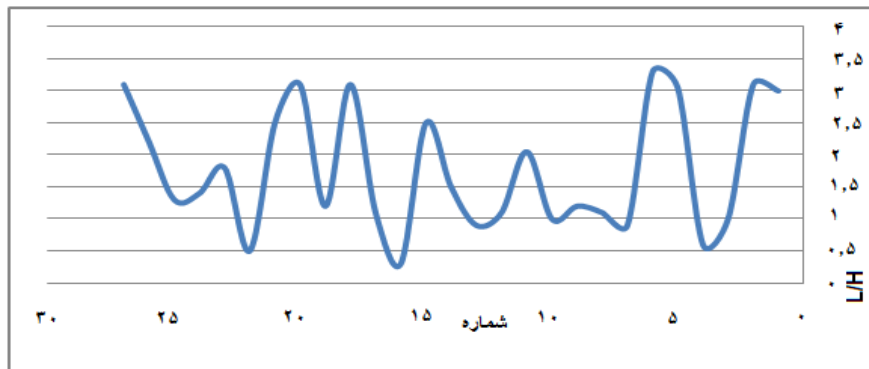


شکل ۱۲: نقشه‌ی زمان جابه‌جایی رواناب‌ها در سطح حوضه‌ی آتش‌بیگ (۱۳۹۳) تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

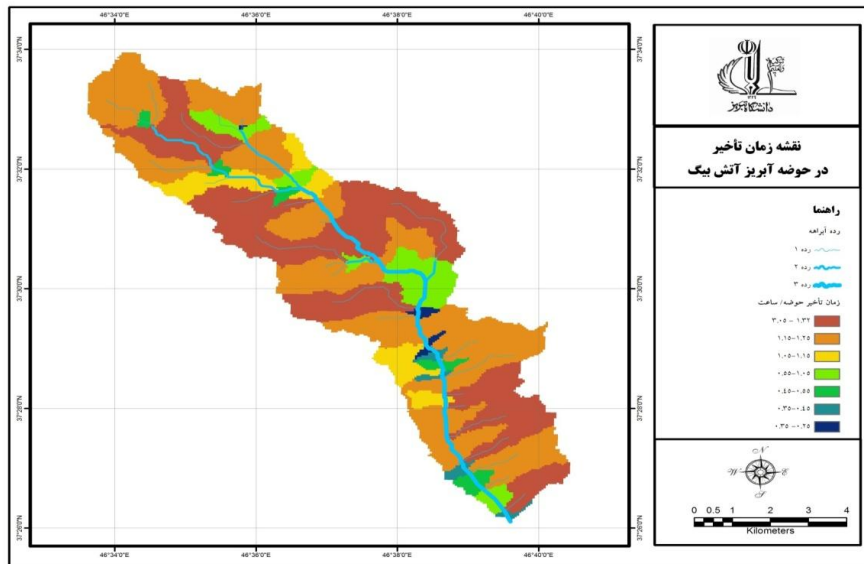
رسیدن به نتیجه‌ی مورد قبول، از روش‌ها و روابط متعدد بهره‌گیری شده‌است (رابطه ۴). یکی از معتبرترین روش‌های مورد استفاده، روش سازمان حفاظت خاک آمریکا است که برای تعیین زمان تأخیر از آن استفاده شده‌است. بررسی اطلاعات ارائه‌شده در شکل ۱۳ با استفاده از رابطه‌ی مربوط، نشان می‌دهد که زمان تأخیر رسیدن رواناب‌ها به آبراهه‌های پایین‌تر در بخش‌های مختلف حوضه‌ی آتش‌بیگ با توجه به تفاوت در عوامل و فاکتورهای دخیل، متفاوت است (شکل ۱۴).

نقشه‌ی ترسیمی (شکل ۱۲) نشان می‌دهد سرعت جریان در بخش میانی بسیار زیاد است. یعنی در این قسمت باید انتظار فرسایش دامنه‌ای شدیدی داشت. یعنی شرایط از نظر شرایط دامنه‌ای (عوامل دخیل در ایجاد رواناب‌های سریع) مانند طول و شیب دامنه برای ایجاد رواناب‌های قوی و سریع مساعد است.

- برآورد زمان تأخیر رواناب برای رسیدن به سرخندق‌ها برای تعیین زمان تأخیر و زمان تمرکز رواناب‌ها در حوضه‌ها و در محدوده‌های مورد نظر و به‌منظور



شکل ۱۳: نمودار زمان تأخیر روانابها در زیرحوضه‌های آتش‌بیگ تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳



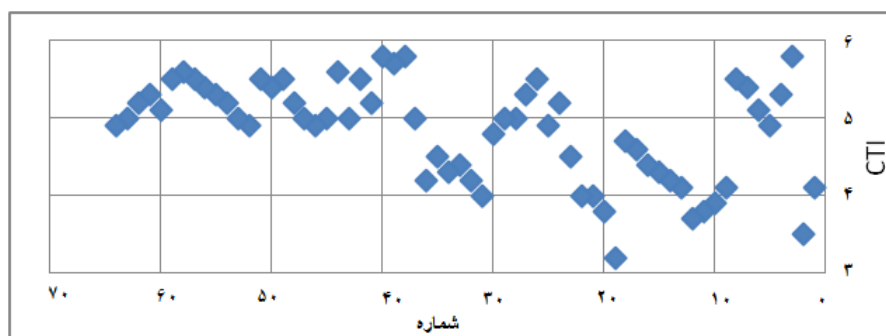
شکل ۱۴: نقشه زمان تأخیر روانابها در سطح زیرحوضه آتش‌بیگ تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

شده‌است. اگر CTI بیشتر از ۵ باشد، به این معنی است که در شیب‌ها آب‌ها از قدرت سایش برخوردارند. نتایج بررسی‌ها و محاسبات و برآوردها با رابطه فوق در قالب نمودار و نقشه (شکل ۱۶) ارائه شده‌است. این نتایج نشان می‌دهد که میزان CTI در بخش‌هایی از حوضه بالاتر از آستانه ۵ است. این بدین معنی است که در بخش‌هایی از حوضه روانابها از قدرت کافی برای سایش شیب‌ها برخوردارند. نقشه ترسیمی (شکل ۱۶) نشان می‌دهد که در بخش‌های میانی حوضه، روانابها بیشتر از قدرت سایشی برخوردار هستند.

روانابها در رابطه با عوامل دخیل از قدرت فرسایشی متفاوتی برخوردارند. مقدار رسوب حاصل از سایشی چنین رواناب‌هایی نیز متفاوت خواهد بود. در این تحقیق سعی شده‌است با توسل به روابط مختلف، میزان فرسایش حاصل از جریان روانابها برآورد شود.

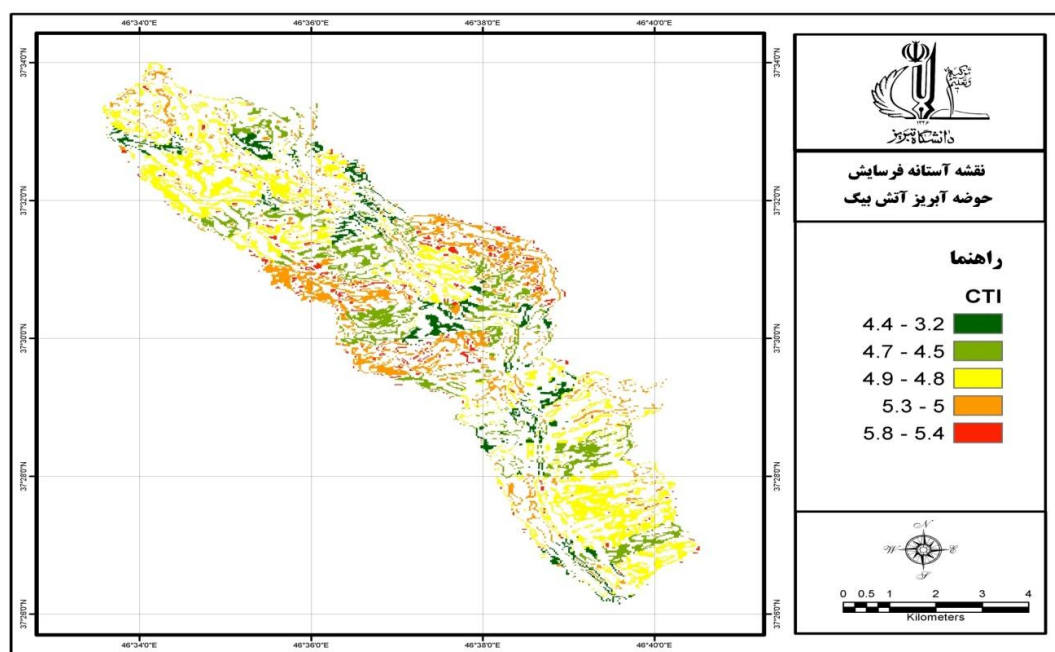
- تعیین قدرت فرسایش روانابها و سنجش توان آب‌های جاری برای فرسایش خطی

در این تحقیق در سطح حوضه، قدرت روانابها با توجه به مساحت حوضه جمع‌آوری آب و شیب سطوح قدرت روانابها با استفاده از رابطه CTI تعیین



شکل ۱۵: نمودار میزان CTI در زیرحوضه‌های آتش‌بیگ

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳



شکل ۱۶: نقشه میزان CTI با آستانه فرسایش در سطح آتش‌بیگ

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

نتیجه

باید میزان و شدت فرسایش خطی که توسط رواناب‌ها صورت می‌گیرد با حساسیت زیاد مدنظر قرار گیرد. براین اساس و به‌منظور بررسی دقیق فرسایش سطوح شیب‌دار در زیرحوضه آتش‌بیگ، ویژگی‌های رواناب‌های سطحی مورد بررسی کمی قرار گرفت. نتایج محاسبات و بررسی‌ها نشان داد که سطحی که در اختیار شبکه زهکشی است، بسیار قابل‌ملاحظه است. با توجه به اینکه ویژگی‌های لیتولوژیکی، توپوگرافیکی و... در قسمت‌های مختلف زیرحوضه متفاوت است، زمان تأخیر، سرعت جابه‌جایی و در نتیجه میزان و قدرت فرسایشی رواناب‌ها

رواناب‌ها در رابطه با ویژگی‌های اقلیمی، لیتولوژیکی، توپوگرافیکی، پوشش گیاهی و پدولوژیکی حوضه‌های زهکشی، تعیین‌کننده میزان فرسایش خاک از سطوح شیب‌دار هستند؛ به‌همین دلیل در بررسی میزان رسوب‌زایی رودخانه‌ها یا نحوه سایش در سطوح شیب‌دار، باید ابتدا ویژگی رواناب‌ها مورد بررسی قرار گیرد. زیرحوضه آتش‌بیگ با فرسایش خطی تشدید شده و با رودخانه‌های بسیار رسوبی و گل‌آلود از جمله زیرحوضه‌هایی است که در بحث حفاظت خاک و مراتع

سایش شیب‌ها برخوردار بوده و این قدرت در بخش‌های میانی حوضه، بیشتر از سایر قسمت‌های حوضه است. در واقع بخش‌های میانی حوضه استعداد بیشتری برای فرسایش خطی دارند و به همین دلیل دامنه‌ها نیاز بیشتری به اقدامات حفاظتی دارند. دامنه‌های این زیرحوضه از بهترین مراتع کشور محسوب می‌شوند و پای دامنه‌های به کشت اختصاص می‌یابند. با تغییر اقلیم و افت سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش سطح پوشش گیاهی از دامنه‌ها فرسایش تشدید خواهد شد و در نتیجه دامنه‌ها بیشتر در معرض تهدید فرسایش قرار خواهند گرفت.

نیز متفاوت است. معمولاً آنچه هدف نهایی از بررسی ویژگی‌های رواناب‌ها است، برآورد میزان فرسایش یا به اصطلاح بررسی ردپایی است که با آشفته‌گی دامنه‌ها در سطوح شیب‌دار برجای می‌گذارند و برداشته‌های خود را در بستر رودخانه‌ها برجای می‌گذارند. در این تحقیق در سطح حوضه قدرت رواناب‌ها با توجه به مساحت حوضه جمع‌آوری آب و شیب سطوح قدرت رواناب‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی‌ها و محاسبات و برآوردها نشان داد که میزان CTI در بخش‌هایی از حوضه بالاتر از آستانه ۵ است. این بدین معنی است که در بخش‌هایی از حوضه رواناب‌ها از قدرت کافی برای

منابع

بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۵). ویژگی‌های خندق‌ها و عوامل کنترل‌کننده فرایندهای خندق‌زایی، جغرافیا و توسعه. شماره ۷ صفحات ۱۳۶-۱۱۵.

<https://doi.org/10.22111/gdij.2006.3803>

بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۵). بررسی و تحلیل فرسایش آبراهه‌ای با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی، مدرس علوم انسانی. شماره ۴۵. صفحات ۱۰۱-۸۳.

<https://doi.org/modares.ac.ir/article-21-11443-fa.html>

حلبیان، امیرحسین؛ مجید جاوری؛ زینب اکبری؛ گلپهار اکبری (۱۳۹۶). ارزیابی کارایی مدل درختان تصمیم‌گیری در برآورد رسوبات معلق رودخانه‌ای، مطالعه موردی حوضه رودخانه میمه، جغرافیا و توسعه. شماره ۴۹. صفحات ۹۶-۸۱.

<https://doi.org/10.22111/gdij.2017.3452>

کلاله، غفاری (۱۳۹۷). پهنه‌بندی شدت فرسایش با استفاده از مدل SWOT در حوضه سد قشلاق، جغرافیا و توسعه. شماره ۵۰. صفحات ۷۴-۵۵.

<https://doi.org/10.22111/gdij.2018.3553>

کاوایل، عطاله؛ راضیه عسگریان؛ تاروش ناطقی؛ زینب جعفریان؛ عطا صفری (۱۳۹۳). ارزیابی مدل‌های PSIC، FSM، EPM، سرخ‌آباد استان مازندران. فضای جغرافیای. شماره ۴۸. صفحات ۷۹-۵۷.

<http://doi.org/100.825-space.iau-ahar.ac.ir>

References

Bouaziz, M., Mathias Leidig, Richard Gloaguen (2011). Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia, *Geoscience Frontiers*, 2(2): 237e245.

<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2011.03.004>

Bracken, L.J. (ne'e Bull), M.J. Kirkby (2005). Differences in hillslope runoff and sediment transport rates within two semi-arid catchments in southeast Spain, *Geomorphology*, 68:183-200.

<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.11.013>

Carlos Alberto Ceretta, Eduardo Giroto, Cledimar Rogério Lourenzi, Gustavo Trentin, Renan Costa Beber Vieira, Gustavo Brunetto (2010). Nutrient transfer by runoff under no tillage in a soil treated with successive applications of pig slurry, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139: 689-699.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.10.016>

Cerdan, Y., Bissonnais, A., Couturiera, H., Bourennanea, V., Souchère. (2002). Rill erosion on cultivated hillslopes during two extreme rainfall events in Normandy, France, *Soil and Tillage Research*, Volume 67, Issue 1, August 2002, 99-108.

[https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00045-4](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00045-4)

- Cline, M. G (1961). The changing model of soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25:442-446.
<https://doi.org/10.2136/sssaj1961.60009x>
- Feng, X., Yafeng Wang., Liding Chen., Bojie Fu., Gangshuan Bai. (2010). Modeling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments of the Chinese Loess Plateau, *Geomorphology*, 118: 239-248.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.01.004>
- Fei ,Kai Longzhou Deng, Tianyu Sun, Liping Zhang, Yanhong Wu, Xiaojuan Fan, Yayue Dong. (2019). Runoff processes and lateral transport of soil total carbon induced by water erosion in the hilly region of southern China under rainstorm conditions, *Geomorphology*, 340: 143-152.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.05.006>
- Hatma Suryatmojo, Fujimoto Masamitsu, Takahisa, Mizuyama (2013). Effects of selective logging methods on runoff characteristics in paired small headwater catchment , *Procedia Environmental Sciences*, 17: 221-229.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.032>
- Hayas. ,Antonio. ,Adolfo Peña, Tom Vanwallegem (2019). Predicting gully width and widening rates from upstream contribution area and rainfall: A case study in SW Spain, *Geomorphology*, 341:130-139.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.05.017>
- Jenny, H. (1960). *Hilgard and the Birth of Modern Soil Science*, Generico.(book).
<https://www.amazon.com/Hilgard-Birth-Modern-Soil-Science/dp/B001UELMB6>
- Gardner, R.A.M. and A.J. Gerrard. (2003). Runoff and soil erosion on cultivated rainfed terraces in the Middle Hills of Nepal, *Applied Geography* 23(1): 23-45.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2002.11.001>
- Govers, G., Rafael Giménez Kristof Van Oost (2007). Rill erosion: Exploring the relationship between experiments, modelling and field observations *Earth-Science Reviews*, 84: 87-102.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.06.001>
- Lesschen, J., J. M. Schoorl., L. H. Cammeraat (2009).. Modelling runoff and erosion for a semi-arid catchment using a multi-scale approach based on hydrological connectivity, *Geomorphology*, 109: 174-183.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.02.030>
- Miler, M.F. (1946). Early Investigations Dealing with Water Runoff and Soil Erosion, *Agronomy Journal*, 7:657-660.
<https://doi.org/10.2134/agronj1946.00021962003800070010x>
- Nearing, M.A., M.H. Nichols, J.J. Stone, K.G. Renard, and J.R. Simanton. (2007). Sediment yields from unit-source, semiarid watersheds at Walnut Gulch. *Water Resources Research* 43: W06426.
<https://doi.org/10.1029/2006WR005692>
- Rijsdijk ,Anton , L.A. Sampurno Bruijnzeel , C. Kukuh Sutoto. (2007). Runoff and sediment yield from rural roads, trails and settlements in the upper Konto catchment, East Java, Indonesia *Geomorphology*, 87: 28-37.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.040>
- Ries I, J. B. Marzoff. (2003). Monitoring of gully erosion in the Central Ebro Basin by large-scale aerial photography taken from a remotely controlled blimp, *Catena*, Volume 50, Issues 2-4, 1 January 2003, 309-328.
[https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(02\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(02)00133-9)
- Ruhe, R.V. (1970). *Soil geomorphology studies 1953-1970*, Manuscript on file, Iowa state university Agronomy library, Ames, 12.
<http://doi.org/identities/lccn-no88002620>
- Sheng-ming Ren , Bo Sun, Yin Liang (2011). Quantitative Analysis on the Influence of Long-term Soil and water conservation Measures Harnessing on Runoff and Sediment Yield of Watershed, *Procedia Environmental Sciences*, 10: 1732-1740.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.272>
- Vieira ,D.C.S., M.C. Malvar, C. Fernández, D. Serpa, J.J. Keizer. (2016). Annual runoff and erosion in a recently burn Mediterranean forest – The effects of plowing and time-since-fire, *Geomorphology*, 270: 172-183.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.042>
- Vandekerckhove, L., Poesson, D. Oostwoud J. Nachtergaele, C. (2000). Teresholds for gully initiation and sedimentation in Europe, *Earth Surf. Process. Landforms* 25, 1201-1220 (2000).
<https://bibliotecadigital.ipb.pt/>