

## Comparing of the Runoff and Sediment of Different land uses in Gachsaran and Aghajari formations under Rain simulation

Hamzeh Saeediyan<sup>1\*</sup>, Hamid Reza Moradi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran

<sup>2</sup> Professor, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

### Abstract

#### Introduction

Sediment Production in catchment area subject to very much factors, the one of these factors are not correct use of the lands. Environmental characteristics such as amount and intensity of precipitation, the degree of slope and accumulation of aqueducts in production of runoff and sediment is effective. Sediment production in a watershed depends on several factors, one of the most important of which is inappropriate and unprincipled use of lands. Different environmental issues also have different effects on sediment production. Aghajari formation consists of gray and brown calcareous sandstone, gypsum red marl, and siltstone. Its main section spreads from Omidiyeh to the Aghajari oil field and it has a thickness of 2965 meters. Gachsaran formation has a thickness of about 1600 meters. A viewpoint of lithology is consisting. Statistical studies in the mentioned regions show that the absolute maximum air temperature is 46 °C, the absolute minimum temperature is -6.7 °C and the annual temperature average is 20.8 °C. The annual rainfall average is 636 mm.

#### Materials and Methods

In order to investigate sensitivity to the erosion and sediment yield the various land uses of Aghajari and Gachsaran deposits, part of Margha and Kuhe Gach watersheds areas in Izeh Township was elected. This investigation to determine productivity runoff and sediment in 6 points and three times replicates in Gachsaran formation and in 7 points and with three times replicates in Aghajari in the various intensities of precipitation 0.75, 1, and 1.25 mm in minute in three land uses range, the residential and agricultural lands to help kamphorst rain simulator do. These experiments were carried out in Aghajari and Gachsaran formations at the end of spring and after harvesting in agricultural lands, and in order to create homogeneous conditions for rainfall simulation, there was no vegetation at plot level in Aghajari and Gachsaran formations. In this study, samples were randomly identified and harvested. Also, all information related to different studies in the studied watershed including climate and geology were used in this study. Spss and Excel software were used to perform all statistical analysis.

#### Results and Discussion

Comparing runoff and sediment in two formations showed that in the low intensities of precipitation formation type in runoff and sediment has more interference. Whatever precipitation increases, the difference to at least it seems. It is also recommended that due to the high erosion and sedimentation of these two formations, reservoir of large dams is not located in these two formations because at a very short distance or the reservoirs of these dams are filled with sediment. Or they become so salty that they cause huge damage to downstream areas or cause dangerous landslides in the dam reservoir, which will eventually lead to dam breakage and ultimately devastating floods by pushing large volumes of water into the dam body.

#### Conclusion

In addition, research results showed that erosion and sediment rates in land uses of Gachsaran formation is more than Aghajari formation land uses due to Ec and more distance gypsum hardpan than soil surface. However, two formation of viewpoint run off rates proximately had similar trend. The results also showed that due to high erosion and sedimentation of these two formations, reservoir of small and large dams is not located in these two formations.

**Keywords:** Rain simulator, Sediment production, Aghajari formation, Gachsaran formation, Soil erosion.

**Article Type:** Short Scientific Report

\*Corresponding Author, E-mail: Hamzah.4900@yahoo.com

**Citation:** Saeediyan, H., & Moradi, H.R. (2022). Comparing of the Runoff and Sediment of Different land uses in Gachsaran and Aghajari formations under rain simulation. *Water and Soil Management and Modeling*, 2(2), 55-68.

DOI: 10.22098/MMWS.2022.9802.1065

DOR: 20.1001.1.27832546.1401.2.2.5.2

Received: 06 November 2021, Received in revised form: 27 November 2021, Accepted: 28 November 2021, Published on line: 3 May 2022

*Water and Soil Management and Modeling*, Year 2022, Vol. 2, No. 2, pp. 55-68

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)





## مقایسه رواناب و رسوب سازندهای گچساران و آغاچاری تحت شبیه سازی باران در کاربری های مختلف اراضی

حمزه سعیدیان<sup>۱\*</sup>، حمید رضا مرادی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران  
<sup>۲</sup> استاد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

### چکیده

تولید رسوب حوزه آبخیز، تابع عوامل مختلفی است که یکی از آن ها عدم استفاده صحیح از اراضی است. خصوصیات محیطی نظیر مقدار و شدت بارش، درجه شیب و تراکم آبراهه ها نیز در تولید رواناب و رسوب مؤثرند. در این تحقیق به منظور بررسی حساسیت به فرسایش و رسوبزایی کاربری های مختلف سازند گچساران و آغاچاری، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ و مرغا در شهرستان ایذه به ترتیب با مساحت ۱۲۰۲ و ۱۶۰۹ هکتار انتخاب شد. رواناب و رسوب تولیدی در شش نقطه و با سه تکرار در سازند گچساران و در هفت نقطه و با سه تکرار در سازند آغاچاری در شدت های مختلف ۱۰/۷۵ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه تحت سه کاربری مرتع، منطقه مسکونی و اراضی کشاورزی به کمک دستگاه باران ساز کامفورست انجام شد. مقایسه رواناب و رسوب در این دو سازند نشان داد که در شدت های بارش کم جنس سازند در رواناب و رسوب دخالت بیش تری دارد. هرچه شدت بارش افزایش یابد، اختلافات به حداقل خود می رسد. هم چنین نتایج تحقیق به طور کلی نشان داد که مقدار فرسایش و رسوب در کاربری های سازند گچساران به دلیل هدایت الکتریکی بالاتر و فاصله زیادتر سخت لایه گچی از سطح خاک در نقاط نصب باران ساز بیش تر از کاربری های سازند آغاچاری است، ولی از نظر میزان رواناب دارای روند تقریباً مشابهی هستند. هم چنین نتایج نشان داد به علت فرسایش و رسوب بسیار بالای این دو سازند به هیچ وجه مخزن سدهای کوچک و بزرگ در این دو سازند قرار نگیرد.

واژه های کلیدی: باران ساز، تولید رسوب، سازند آغاچاری، سازند گچساران، فرسایش خاک

نوع مقاله: گزارش کوتاه علمی

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Hamzah.4900@yahoo.com

استناد: سعیدیان، ح.، و مرادی، ح. م. (۱۴۰۱). مقایسه رواناب و رسوب سازندهای گچساران و آغاچاری تحت شبیه سازی باران در کاربری های مختلف اراضی. مدل سازی و مدیریت آب و خاک، ۲(۲)، ۵۵-۶۸.  
DOI: 10.22098/MMWS.2022.9802.1065  
DOR: 20.1001.1.27832546.1401.2.2.5.2



تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۵، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۹/۰۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۲/۱۳  
مدل سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۱، دوره ۲، شماره ۲، صفحه ۵۵ تا ۶۸  
ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی © نویسندگان

## ۱- مقدمه

رواناب و فرسایش خاک می‌تواند تحت تأثیر راهبردهای مدیریتی حوزه‌های آبخیز قرار گیرد. رواناب سطحی و فرسایش خاک حاصل از بارندگی، تابعی از مقدار و شدت بارندگی، تبخیر و تعرق، ویژگی‌های پوشش و خاک، کاربری اراضی و توپوگرافی است (Mousavi and Raisian, 1999). تولید رسوب در یک حوزه آبخیز به عوامل مختلفی بستگی دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، استفاده نامناسب و غیراصولی از اراضی است. خصوصیات محیطی مختلف نیز در تولید رسوب اثرات متفاوتی دارند. چنانچه سهم مشارکت انواع استفاده از زمین در میزان رسوب‌دهی مشخص و قابل توجه باشد، با ارائه روش‌های مدیریتی در بهره‌برداری از زمین‌ها، می‌توان از شدت فرسایش و رسوب‌دهی حوزه‌های آبخیز کاست. نتیجه حاصل از این اقدام‌ها، قابل ارائه بودن دستورالعمل‌های اجرایی برای برنامه‌های آبخیزداری خواهد بود. مطالعات نشان داده است که علاوه بر آن که تولید رواناب و رسوب تحت تأثیر تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک تغییر می‌یابد (Mohammadi and Kavian, 2010). قابلیت خاک در تولید رواناب و رسوب در طی زمان نیز ثابت نیست، بلکه با تغییرات اقلیم و ویژگی‌های خاک و باران تغییر می‌یابد. در طی سال‌های متمادی محققان مختلف، تحقیقات گسترده‌ای بر روی روابط بین میزان فرسایش و رسوب‌دهی از جمله نوع و تغییرات استفاده از زمین در سراسر دنیا انجام داده و به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. در مطالعه‌ای (Naeth and Chanasyk 1996) بر روی رواناب و رسوب مراتع آلبرتای کانادا نشان داد که بسته به شدت چرخه مقدار رواناب سه تا ۱۰۵/۷ برابر و رسوب سه تا ۱۰ برابر حالت طبیعی افزایش می‌یابد. نوع محصول کاشته شده در اراضی مزروعی نیز بر مقدار رواناب و فرسایش خاک مؤثر است. در مطالعه‌ای (Mc Cool 1999) از طریق کرت‌های آزمایشی نشان داد که مدیریت زراعی بر روی نفوذ و رواناب مؤثر بوده، اما تأثیر خیلی مهم‌تر آن بر روی فرسایش خاک است. در مطالعه‌ای دیگر (Dabney et al. 2000) اثرات مدیریت پوشش گیاهی و خصوصیات خاک بر روی رواناب و رسوب از طریق کرت و زیر حوزه‌های کوچک را مورد بررسی قرار داد و نتیجه‌گیری کرد که مقدار رواناب در یک حوزه دو تا سه هکتاری، دو برابر بیش‌تر از کرت‌های آزمایشی به سطح ۸۰ متر مربع است. در ایران نیز در مطالعه‌ای (Azamy 2002) اثر پوشش گیاهی بر تولید رواناب و رسوب را در هفت تیمار، شامل پنج تیمار مرتعی چرای کم‌تر از ظرفیت، چرای بیش از ظرفیت، قرق، چرای مطابق ظرفیت و وضعیت چرای فعلی و دو تیمار زراعی گندم و جو بررسی نمود و به این نتیجه دست یافتند که بین دو گروه اصلی تیمارها؛ یعنی مرتع و زراعت اختلاف معناداری وجود دارد و در گندم و جو،

میزان رواناب و رسوب به ترتیب ۱/۵ و ۲/۵ برابر متوسط تیمارهای مرتعی است. در مطالعه‌ای (Ebrahimi et al. 2010) تأثیر بهره‌برداری‌های مختلف در فرسایش و رسوب را بررسی نمودند. آن‌ها بیش‌ترین میزان رسوب را به ترتیب در اراضی دیم، مرتع و اراضی آبی دانستند. در مطالعه‌ای (Agharazi and Ghodoosi 2001) رابطه کاربری اراضی و شیب در ایجاد فرسایش و تولید رسوب بررسی کردند. نتایج نشان داد که کاربری مرتع کم‌ترین مقدار فرسایش و شخم رها شده بیش‌ترین میزان فرسایش و زراعت مقدار حد واسط فرسایش را به همراه دارد. در مطالعاتی (Wallas et al. 2013) و (Khazaee et al. 2013) در حوزه جنگلی البرز و در خاک‌های اسپانیا به این نتیجه رسیدند که در فصول تر از جمله اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار به دلیل افزایش ذخیره رطوبتی خاک و کاهش نفوذپذیری خاک، تولید رواناب و رسوب بالا بود. در مطالعه‌ای (Sadeghi et al. 2015) کاهش غلظت رسوب و هدر رفت خاک را با استفاده از تیمارهای آلی و غیرآلی در کرت‌های یک در شش متری بررسی کردند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی بارش با شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت در شیب ۳۰ درصد نشان داد که مالچ بقایای گیاهی در بین دو تیمار کود و پلی آکریلامید بیش‌ترین تأثیر (۴۵ درصد) را در کاهش غلظت رسوب دارند. در مطالعه‌ای (Aghabeigi et al. 2014) رسوب و رواناب در تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی با استفاده از شبیه‌ساز باران در کرت ۰/۰۹ مترمربعی بررسی کردند. نتایج آزمون دانکن و رگرسیون چندمتغیره نشان داد که علف‌زار، رواناب و رسوب بیش‌تری نسبت به بوته‌زار دارد، اما آستانه وقوع رواناب در علف‌زار نسبت به بوته‌زار کم‌تر بود. همچنین جهت، درجه شیب و خصوصیات خاک (فسفر، هدایت الکتریکی، کلسیم و رس) بر رواناب و رسوب و زمان آستانه وقوع اثر معناداری دارند. (Soni et al. 2017) در حوزه آبریز چاکرار در هند نشان داد که فاکتورهای فرم حوضه، نسبت گردی و نسبت طول شاخه اصلی از پارامترهای مؤثر بر فرسایش و تولید رسوب هستند. نتایج پژوهش (Zhao et al. 2019) با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران نشان داد که پوشش گیاهی هدر رفت خاک را در پلات کنترل کرده و ضریب بتا را حدود ۸۸ تا ۹۹ درصد کاهش می‌دهد هم‌چنین شدت بارش با تأثیر بر حجم رواناب در کنترل مقدار هدر رفت خاک مؤثر است. با این همه می‌توان ادعان نمود که متوسط میزان فرسایش در کشور بین هفت و حداکثر ۱۶ تن در هکتار در سال است که با توجه به مساحت ایران، فرسایش سالانه کشور معادل ۱۵/۱ - ۲/۶۴ میلیارد تن خواهد بود که رقم بسیار بالایی است (Mosaffae and Talebi, 2014). هدف این پژوهش تعیین میزان تفاوت رواناب و رسوب در کاربری‌های مختلف سازندهای

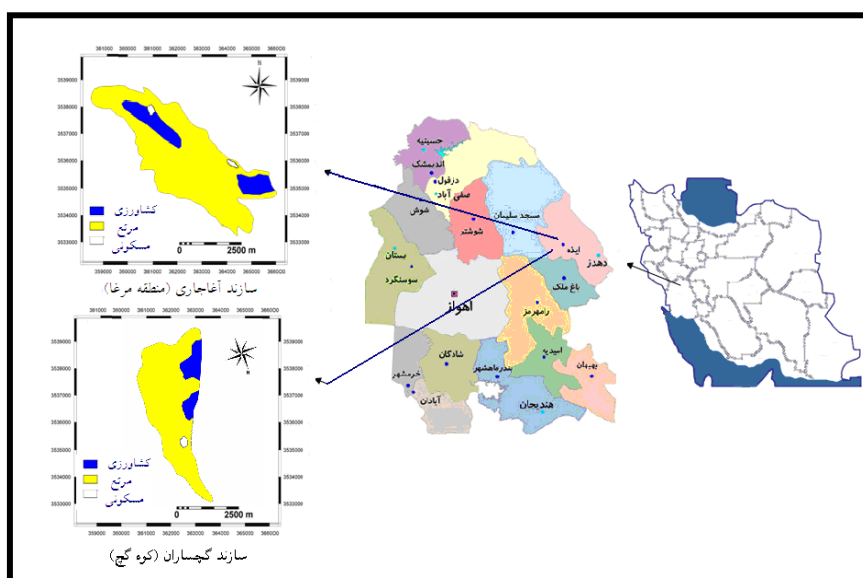
دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و منطقه کوه گچ دارای مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۴۷ دقیقه و ۹ ثانیه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۲ ثانیه شمالی هستند (شکل ۱). بررسی‌های آماری در منطقه‌های مذکور نشان می‌دهد که حداکثر مطلق درجه حرارت هوا ۴۶ درجه سانتی‌گراد، حداقل مطلق درجه حرارت ۶/۷- درجه سانتی‌گراد و میانگین درجه حرارت سالانه ۲۰/۸ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالانه بالغ بر ۶۳۶ میلی‌متر است. میانگین رطوبت نسبی سالانه ۴۱ درصد است. طول دوره خشک ۱۸۴ روز، که شروع آن فروردین و پایان آن مهر ماه است. وضعیت طبیعی مناطق کوهستانی و طبق تقسیم‌بندی آمبرژه در منطقه نیمه خشک معتدل قرار دارد.

آغاچاری و گچساران است که با استفاده از باران‌ساز و عملیات میدانی انجام شد و همچنین تأکید می‌کند که سازندهای آغاچاری و گچساران به علت فرسایش‌پذیری فوق‌العاده زیاد نباید در مخزن سدهای با حجم‌های مختلف به خصوص سدهای بزرگ قرار گیرند؛ چون باعث هدر رفت سرمایه‌های طبیعی، انسانی و مالی می‌شود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه، بخشی از حوزه آبخیز مرغا و کوه گچ شهرستان ایذه در استان خوزستان است که به ترتیب دارای مساحت ۱۶۰۹ و ۱۲۰۲ هکتار مساحت است. منطقه مرغا دارای مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۵



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و استان خوزستان

Figure 1- Position of the studied areas on the map of Iran and the Kuzestan province

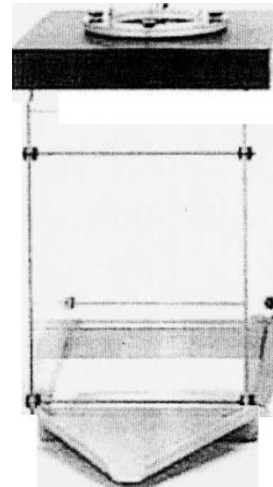
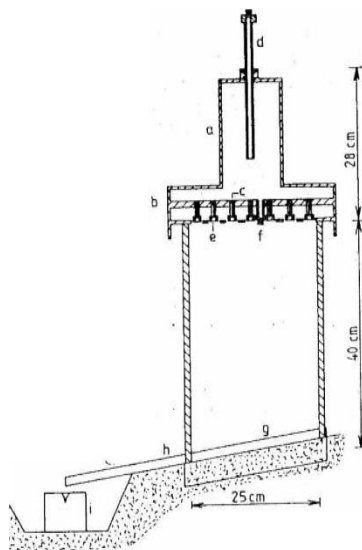
آغاچاری، ضخامت آن ۲۹۶۵ متر اندازه‌گیری شده است. وجود مارن‌های ژئیس‌دار، این سازند را حساس به انواع فرسایش به خصوص فرسایش‌های سطحی، شیباری، هزار دره و حرکت‌های توده‌ای کرده است. به دلیل این‌که در روی مارن، ماسه سنگ و سیلت قرار گرفته، در مناطقی که این سنگ‌ها از بین رفته باشند مارن‌ها در سطح قرار گرفته و شرایط اقلیمی، به‌ویژه بارش موجب ایجاد فرسایش آبی در این سازند می‌شود (Ahmadi, 1999). برای انجام این تحقیق، نقشه‌های مورد نیاز، نظیر نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، کاربری اراضی، شیب و داده‌های بارش از سازمان‌های جغرافیایی نیروی‌های مسلح و سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه شد. در این

### ۲-۲- روش تحقیق

از فرسایش‌پذیرترین سازندهای گروه فارس، سازندهای گچساران و آغاچاری است. سازند گچساران از نظر سنگ‌شناسی مشتمل بر حدود ۱۶۰۰ متر نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ، آهک و مقداری شیل است. سن سازند گچساران میوسن پایینی است. سازند آغاچاری به‌طور هم‌شیب روی سازند میشان قرار دارد. در صورتی‌که کنگلومرای بختیاری به‌طور دگرشیب سازند آغاچاری را می‌پوشاند. این سازند حد فاصل پلیوسن و میوسن را تشکیل می‌دهد (Ahmadi, 1999). سازند آغاچاری شامل ماسه سنگ آهکی قهوه‌ای، خاکستری و مارن قرمز ژئیس‌دار و سیلت سنگ است و در مقطع اصلی آن، در مسیر جاده امیدیه به میدان نفتی

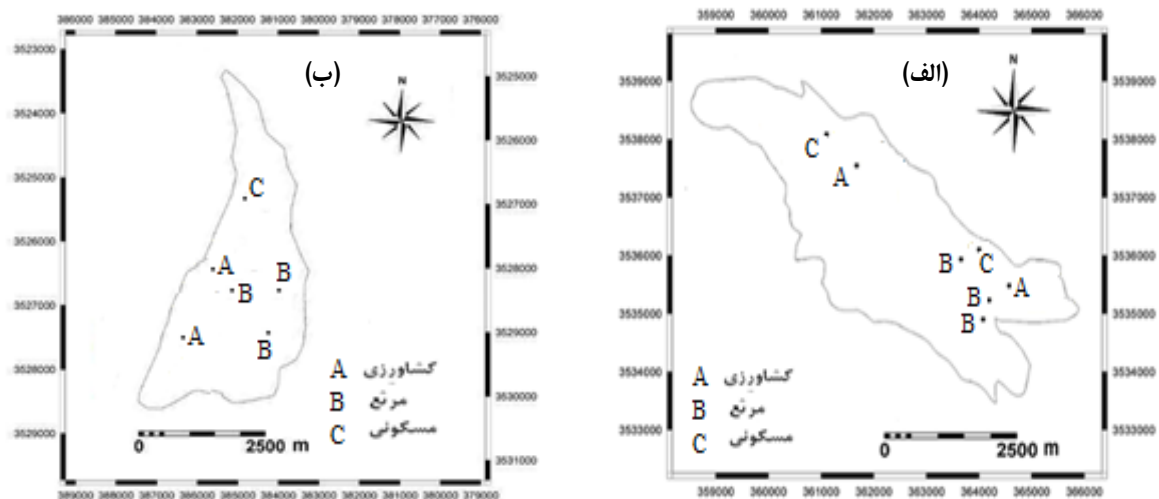
هم‌چنین برای تحقیقات خاک مناسب و استفاده از آن به‌منظور تعیین فرسایش‌پذیری نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد محسوب می‌گردد (Kamphorst, 1987). مساحت کرت‌های آزمایشی برابر ۶۲۵ سانتی‌متر مربع و با شیب هموار (نزدیک به صفر) انتخاب شد (شکل ۲). هم‌چنین به‌علت تامین شدت بارش یکنواخت و همگن در طول آزمایشات مختلف شبیه‌سازی باران و فراهم نمودن شرایط یکسان برای کلیه آزمایش‌ها، از باران‌ساز استفاده شد (Zehetabian, 1999).

تحقیق میزان فرسایش خاک به روش کرت‌های آزمایشی اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی فرسایش‌پذیری نهشته‌های سازند آغاچاری و گچساران در مناطق مورد مطالعه از یک دستگاه شبیه‌ساز باران صحرائی (مدل تهیه شده در دانشگاه کشاورزی واگنینگن هلند) ساخته شده توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آب‌خیزداری کشور استفاده شد. شبیه‌ساز باران مورد استفاده کاملاً استاندارد بوده و به‌راحتی قابل حمل است. این شبیه‌ساز باران برای تعیین خصوصیات فرسایشی خاک، میزان نفوذ آب و



شکل ۲- نمایی کلی از باران‌ساز مورد استفاده در این پژوهش

Figure 2- A general view of the rain simulator used in this research



شکل ۳- موقعیت نمونه‌برداری با استفاده از شبیه‌ساز باران، الف) منطقه کوه گچ سازند گچساران، ب) منطقه مرغا سازند آغاچاری

Figure 3- Sampling position using rain simulator a) Kohe-gach region, Gachsaran formation, b) Margha region, Aghajari formation

سه تکرار برای به‌کارگیری باران‌ساز مشخص و به همین تعداد نمونه رسوب برداشت شد. این آزمایش‌ها در سازندهای آغاچاری

با توجه به هزینه و زمان، در هفت سطح و در هر سطح سه تکرار در سازند آغاچاری و در سازند گچساران نیز شش سطح و با

ظرف هر نمونه یادداشت و ثبت شد. علاوه بر این برای کنترل شدت بارش، به‌طور مرتب سطح آب در مخزن آب کنترل شد. پس از اتمام آزمایش، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و رسوب موجود در نمونه جدا و پس از خشک نمودن در آون تحت حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد توزین شد. همچنین حجم رواناب خروجی از کرت نیز به‌وسیله ظرف مدرج اندازه‌گیری شد (Raisian, 2005). بدین ترتیب، نتایج میزان رسوب و رواناب در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه برای هر آزمایش حاصل شد. در این تحقیق، نمونه‌ها به‌صورت تصادفی مشخص و برداشت شد. همچنین از کلیه اطلاعات مربوط به مطالعات مختلف در حوزه آبخیز مورد مطالعه شامل اقلیم و زمین‌شناسی در این تحقیق استفاده شد. به‌منظور انجام کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS و Excel استفاده شد. برای مقایسه مؤلفه‌های مختلف فرسایش مانند رسوب، رواناب، میزان نفوذپذیری خاک و شروع آستانه رواناب و فرسایش از آزمون‌های t غیرجفتی و من ویتنی استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

در هر یک از کاربری‌های اراضی سازندهای آغاچاری و گچساران آزمایش‌های شبیه‌ساز باران انجام گرفت تا رواناب و رسوب، میزان نفوذپذیری و شروع آستانه رواناب و فرسایش تعیین شود که در جدول‌های ۱ تا ۴ و شکل‌های ۴ تا ۱۳ به آن‌ها اشاره شده است.

و گچساران در آخر فصل بهار و پس از برداشت محصول در زمین‌های زراعی انجام شدند و برای ایجاد شرایط همگن برای شبیه‌سازی باران، پوشش گیاهی نیز در سطح کرت در سازندهای آغاچاری و گچساران وجود نداشت. در سازند آغاچاری دو سطح مربوط به کاربری زراعی (به‌علت وجود دو کاربری زراعی جداگانه)، دو سطح مربوط به کاربری مسکونی (به‌علت وجود دو کاربری مسکونی جداگانه و تقریباً متوسط جمعیت) و سه سطح مربوط به کاربری مرتع (به‌علت وجود سطح زیاد کاربری مرتع و همچنین تغییرات توپوگرافی زیاد) و در سازند گچساران دو سطح مربوط به کاربری زراعی (به‌علت وجود دو کاربری زراعی جداگانه)، یک سطح مربوط به کاربری مسکونی (به‌علت وجود یک کاربری مسکونی خیلی کم جمعیت) و سه سطح مربوط به کاربری مرتع (به‌علت وجود سطح زیاد کاربری مرتع و تغییرات عمقی زیاد خاک‌های تشکیل شده در این سازند) است (شکل ۳). در زمین‌های زراعی سازندهای گچساران و آغاچاری مناطق مورد مطالعه معمولاً گندم و جو کشت می‌شود. در این آزمایش از شدت‌های بارش ۰/۷۵، یک و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد که بر اساس بارش متوسط منطقه و بر اساس دوره بازگشت ۱۰ ساله و مدت زمان یک ساعته انتخاب شدند. پس از انتخاب و آماده نمودن محل آزمایش و نصب و تنظیم باران‌ساز، شیر مخزن را باز نموده و به محض مشاهده ریزش باران از صفحه ریزش، کرنومتر روشن شد. در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه، میزان رواناب و رسوب خارج شده از کرت جمع‌آوری و در ظروف شماره‌گذاری شده به‌صورت جداگانه نگه‌داری شد. همچنین وضعیت کرت، شرایط رطوبتی و موقعیت جغرافیایی محل انجام آزمایش و شماره

جدول ۱- مقایسه تغییر رواناب در کاربری‌های مختلف سازندهای گچساران و آغاچاری

Table 1 - Comparison of runoff change in different land uses of Gachsaran and Aghajari formations

رواناب (سی سی)			کاربری	سازند
شدت ۱.۲۵ میلی‌متر در دقیقه	شدت ۱ میلی‌متر در دقیقه	شدت ۰.۷۵ میلی‌متر در دقیقه		
0.160	0.022*	0.000*	مرتع	گچساران - آغاچاری
0.950	0.066	0.112	زراعی	گچساران - آغاچاری
0.304	0.271	0.007*	مسکونی	گچساران - آغاچاری

\* در سطح پنج درصد معنادار است.

جدول ۲- مقایسه تغییر رسوب در کاربری‌های مختلف سازندهای گچساران و آغاچاری

Table 2 - Comparison of sediment change in different land uses of Gachsaran and Aghajari formations

رسوب (گرم)			کاربری	سازند
شدت ۱.۲۵ میلی‌متر در دقیقه	شدت ۱ میلی‌متر در دقیقه	شدت ۰.۷۵ میلی‌متر در دقیقه		
0.008*	0.004*	0.000*	مرتع	گچساران - آغاچاری
0.002*	0.000*	0.002*	زراعی	گچساران - آغاچاری
0.024*	0.000*	0.024*	مسکونی	گچساران - آغاچاری

\* در سطح پنج درصد معنادار است.

جدول ۳- مقایسه تغییر نفوذ پذیری در کاربری‌های مختلف سازندهای گچساران و آغاچاری

Table 3 - Comparison of infiltration change in different land uses of Gachsaran and Aghajari formations

نفوذ پذیری (سی سی)			کاربری	سازند
شدت 1.25 میلی‌متر در دقیقه	شدت 1 میلی‌متر در دقیقه	شدت 0.75 میلی‌متر در دقیقه		
0.304	0.023*	0.000*	مرتع	گچساران - آغاچاری
0.160	0.066	0.119	زراعی	گچساران - آغاچاری
0.95	0.271	0.007*	مسکونی	گچساران - آغاچاری

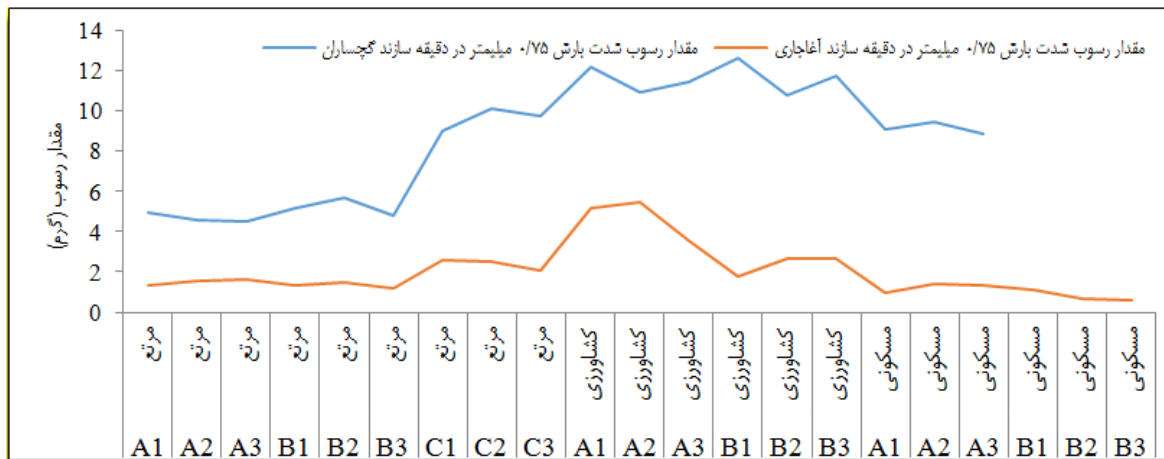
\* در سطح پنج درصد معنادار است.

جدول ۴- مقایسه تغییر شروع آستانه رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف سازندهای گچساران و آغاچاری

Table 4 - Comparison of runoff and erosion threshold change in different land uses of Gachsaran and Aghajari formations

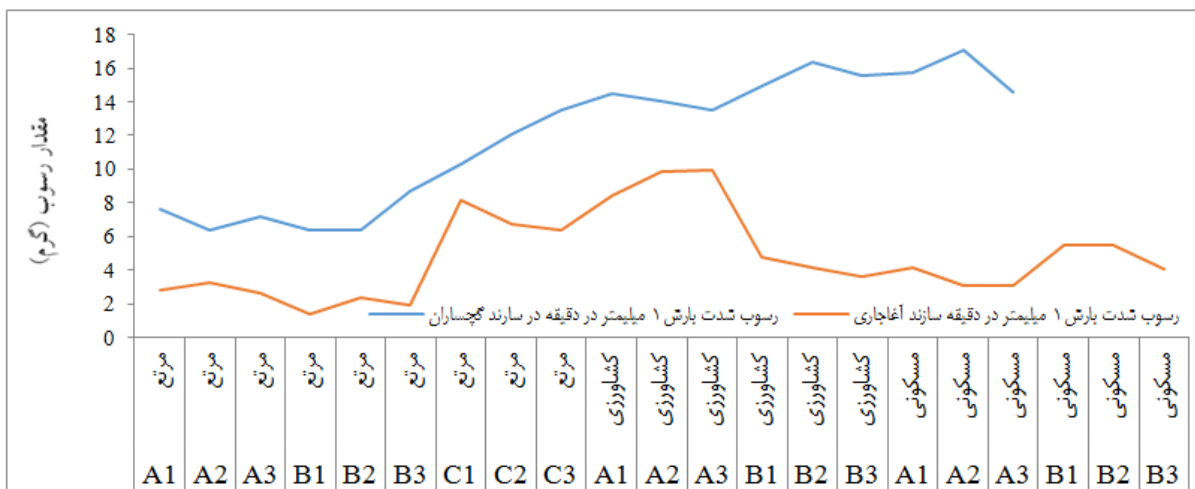
شروع آستانه رواناب و فرسایش (دقیقه)			کاربری	سازند
شدت 1.25 میلی‌متر در دقیقه	شدت 1 میلی‌متر در دقیقه	شدت 0.75 میلی‌متر در دقیقه		
0.258	0.489	0.730	مرتع	گچساران - آغاچاری
0.240	0.065	0.093	زراعی	گچساران - آغاچاری
0.905	1.000	0.714	مسکونی	گچساران - آغاچاری

\* در سطح پنج درصد معنادار است.



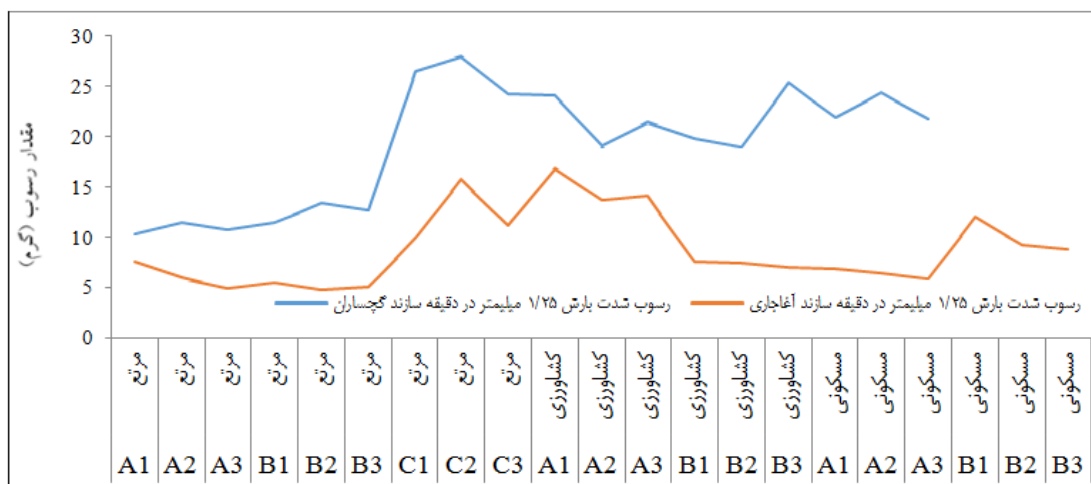
شکل ۴- مقایسه رسوب تولیدی در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در سازندهای گچساران و آغاچاری

Figure 4- Comparison of sediment produced in rainfall intensity of 0.75 mm/min in Gachsaran and Aghajari formations

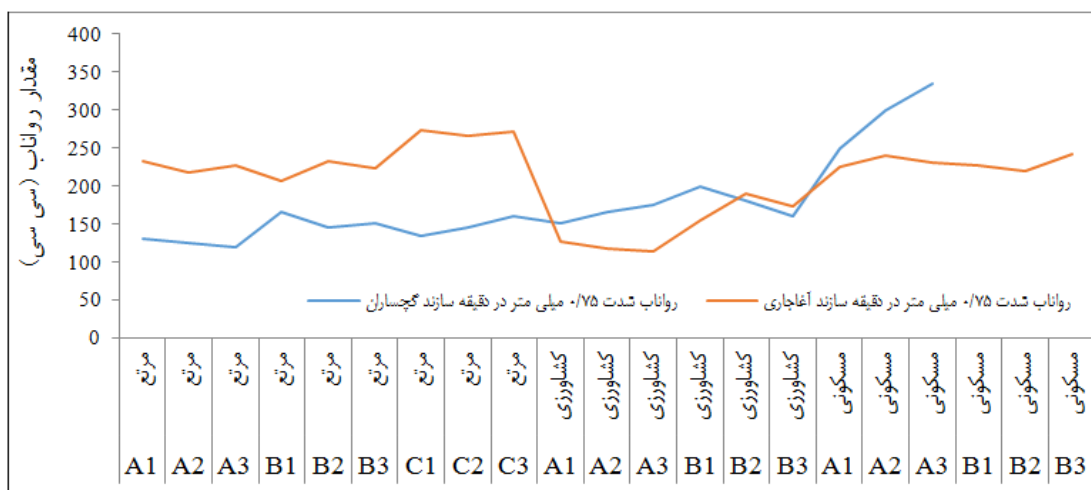


شکل ۵- مقایسه رسوب تولیدی در شدت بارش ۱ میلی‌متر در دقیقه در سازندهای گچساران و آغاچاری

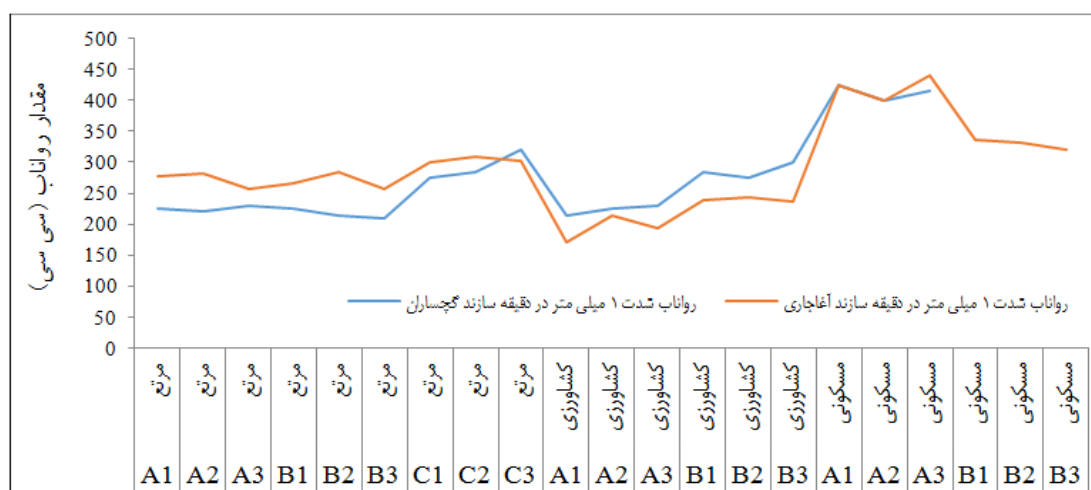
Figure 5- Comparison of sediment produced in rainfall intensity of 1 mm/min in Gachsaran and Aghajari formations



شکل ۶- مقایسه رسوب تولیدی در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در سازندهای گچساران و آغاچاری  
Figure 6- Comparison of sediment produced in rainfall intensity of 1.25 mm/min in Gachsaran and Aghajari formations

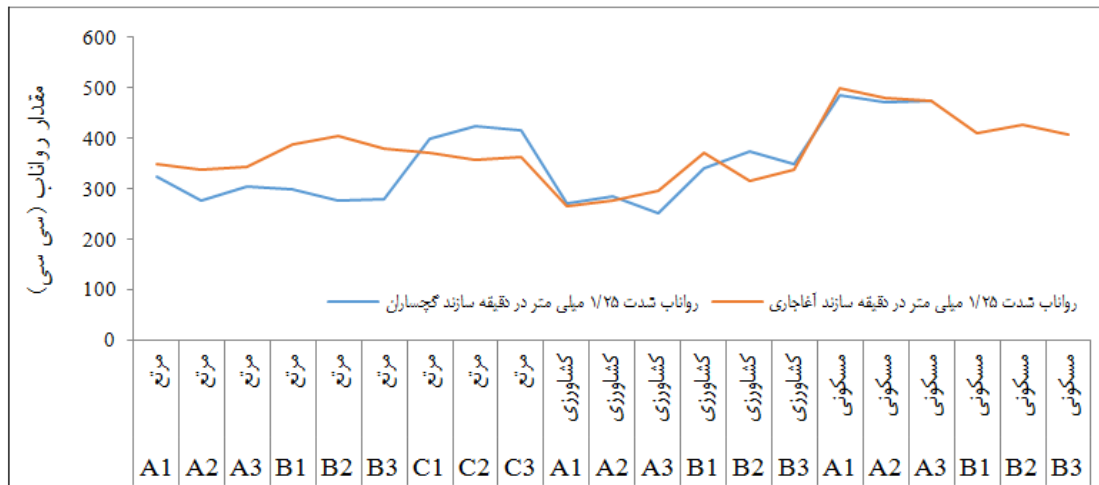


شکل ۷- مقایسه میزان رواناب در شدت ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در سازندهای گچساران و آغاچاری  
Figure 7- Comparison of runoff at intensity of 0.75 mm/min in Gachsaran and Aghajari formations

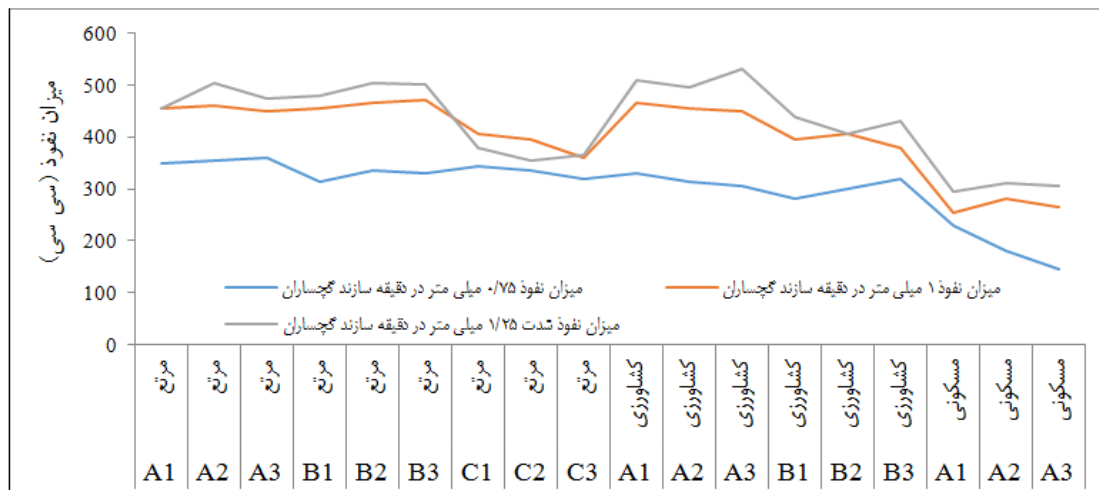


شکل ۸- مقایسه میزان رواناب در شدت ۱ میلی‌متر در دقیقه در سازندهای گچساران و آغاچاری  
Figure 8- Comparison of runoff at intensity of 1 mm/min in different Gachsaran and Aghajari formations

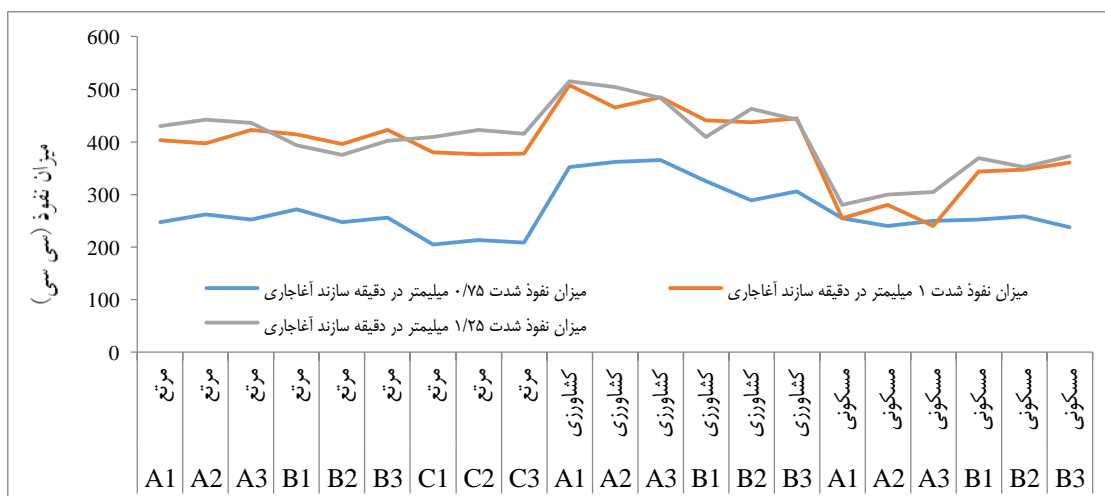




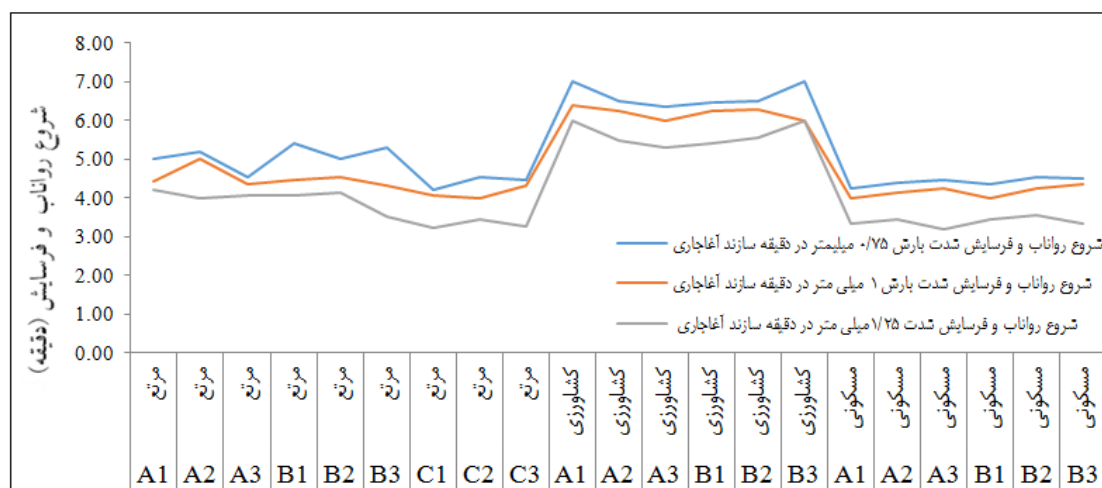
شکل ۹- مقایسه میزان رواناب در شدت ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در سازندهای گچساران و آغاچاری  
Figure 9- Comparison of runoff at intensity of 1.25 mm/min in Gachsaran and Aghajari formations



شکل ۱۰- مقایسه میزان نفوذ در کاربری‌های مختلف سازند گچساران  
Figure 10- Comparison of infiltration rate in different land uses of Gachsaran Formation



شکل ۱۱- مقایسه شروع رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف سازند گچساران  
Figure 11- Comparison of runoff and erosion threshold in different land uses of Gachsaran Formation



شکل ۱۲- مقایسه میزان نفوذ در کاربری‌های مختلف سازند آغاچاری

Figure 12- Comparison of infiltration rate in different land uses of Aghajari Formation

(2002) که معتقد است مقدار رواناب زیاد با تولید رسوب بیش‌تر همراه است مغایرت دارد، در حالی که با نتایج تحقیقات Celik (2005) و Fullen (1991, 1992, 1998) مبنی بر این‌که خاک‌های مرتعی رواناب و رسوب کمی تولید می‌کنند مطابقت دارد. تولید رسوب در شدت ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در سه کاربری تفاوت معناداری را نشان داد. در این پژوهش در سازند گچساران به وضوح می‌توان نقش سخت لایه گچی و فاصله‌ای که از سطح خاک دارد در تمام کاربری‌های مورد مطالعه مشاهده کرد و تأثیر گچ موجود در آن را در فرآیند فرسایش درک کرد. تحلیل رسوب‌دهی و فرسایش‌پذیری کاربری‌های مختلف سازند آغاچاری در سه شدت بارش ۰/۷۵، یک، ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه نشان داد که بیش‌ترین رسوب مربوط به کاربری مسکونی در شدت ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه است. این نتایج با تحقیق Choudhary et al. (1997) مطابقت دارد. ولی در شدت یک و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه کم‌ترین رسوب مربوط به کاربری مرتع است (اشکال ۴، ۵ و ۶). کاربری مسکونی از لحاظ رسوب‌زایی مابین این دو کاربری قرار گرفت. در کاربری مسکونی به‌علت کوبیدگی خاک که معمولاً به‌علت رفت و آمد انسان و احشام و ماشین‌آلات صورت می‌گیرد، خاک دارای تراکم و فشردگی زیادی است و در نتیجه باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب می‌شود البته این کوبیدگی خاک در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دیگر خاک نیز قطعاً مؤثر است که در فرآیندهای مختلف فرسایش نمود پیدا می‌کند. مقایسه رسوب تولیدی در شدت بارش ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در سازند گچساران در هر سه کاربری به مراتب بیش از سازند آغاچاری است که این تفاوت در کاربری زراعی به حداکثر

سازندهای گچساران و آغاچاری از مهم‌ترین سازندهای موجود در کشور هستند که مطالعات مختلف زمین‌شناسی بر روی آن‌ها از نظر سطحی و عمقی صورت گرفته است و در مجموع سازندهای گچساران (Fathizadeh et al., 2016) و آغاچاری حساسیت بالا نسبت به فرسایش و رسوب دارند. مقایسه مؤلفه‌های مختلف فرسایش در سازندهای گچساران و آغاچاری تا حدودی نمایشی دقیق از روندهای مختلف فرآیند فرسایش در کاربری‌های مختلف مرتعی، زراعی و مسکونی هر دو سازند را نشان می‌دهد که در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است و وجه تمایز این پژوهش با پژوهش‌های دیگر نیز همین است. تحلیل رسوب‌دهی و فرسایش‌پذیری کاربری‌های مختلف سازند گچساران در سه شدت بارش ۰/۷۵، یک، ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه نشان داد که بیش‌ترین رسوب مربوط به کاربری زراعی و کم‌ترین رسوب مربوط به کاربری مرتع است. این نتایج با یافته‌های تحقیق Choudhary et al. (1997) مطابقت دارد. البته تعدادی از نقاط نمونه‌برداری شده در کاربری مرتع دارای رسوب تولیدی زیاد هستند که به‌علت فاصله زیادتر سخت لایه گچی از سطح خاک نسبت به سایر نقاط می‌تواند باشد. کاربری مسکونی از لحاظ رسوب‌زایی مابین دو کاربری زراعی و مرتعی قرار گرفت. در کاربری زراعی به‌علت شخم خاک و در نتیجه زیر و رو شدن و در نهایت سست شدن خاک، بارش حتی با شدت کم هم باعث فرسایش و تولید رسوب زیاد می‌شود. ولی در کاربری مرتع به‌علت وجود سخت لایه گچی در فاصله کم‌تری نسبت به سطح خاک دارای کم‌ترین میزان رسوب است. در نتیجه باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب می‌شود. این افزایش رواناب با رسوب زیادی همراه نیست. این نتایج با تحقیقات Khajeh

میلی‌متر در دقیقه در مقایسه کاربری‌های دو سازند دارای اختلاف معناداری نیست. میزان رواناب در شدت ۰/۷۵ میلی‌متر در دقیقه در مقایسه کاربری‌ها با یکدیگر دارای اختلاف معناداری است (جدول ۱). نتایج حاصل از بررسی زمان شروع رواناب و فرسایش به‌دست آمده در طی آزمایش‌های باران‌ساز در سازندهای گچساران و آجاجاری نشان داد که حداقل زمان شروع رواناب و فرسایش مربوط به کاربری مسکونی و حداکثر زمان شروع رواناب و فرسایش مربوط به کاربری زراعی است که در هر سه شدت یاد شده این مطلب صادق است. علت این موضوع هم به شرایط خاک در هر کاربری برمی‌گردد. شروع رواناب و فرسایش در هر سه شدت بارش ۰/۷۵، یک و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در کاربری‌های مختلف اختلاف معناداری را نشان داد. به‌علت نفوذ بیش‌تر در کاربری زراعی زمان شروع رواناب و فرسایش به مراتب افزایش می‌یابد، اما در کاربری مسکونی با کاهش میزان نفوذ، زمان شروع رواناب و فرسایش کاهش می‌یابد (شکل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳). به‌طور کلی کم‌ترین مقدار رسوب در سازندهای گچساران و آجاجاری مربوط به کاربری‌های مسکونی و مرتعی و بیش‌ترین مقدار رسوب مربوط به کاربری زراعی است. در کاربری مسکونی به‌علت تراکم خاک رواناب افزایش می‌یابد، ولی مقدار رسوبی که حمل می‌شود کم است. بنابراین، مقدار رسوب نسبت به کاربری زراعی کم‌تر است. در کاربری‌های سازندهای گچساران و آجاجاری رواناب ایجاد شده کم است، ولی همان مقدار روانابی که تولید می‌شود رسوب زیادی را ایجاد می‌کند که این باعث افزایش مقدار رسوب می‌شود. طبق نتایج، نفوذپذیری در کاربری مسکونی به‌علت تراکم توده خاک، کم‌ترین میزان ولی در کاربری زراعی به‌علت افزایش خلل و فرج خاک بیش‌ترین میزان است. در مجموع کاربری مرتع رواناب و رسوب کم‌تری ایجاد کرد که با نتایج محققان نتایج تحقیقات (Celik و Fullen (1991, 1992, 1998 مبنی بر این که خاک‌های مرتعی رواناب و رسوب کمی تولید می‌کنند مطابقت دارد. استفاده از شبیه‌سازهای باران کوچک مقیاس به‌علت حمل آسان و شرایط نصب راحت‌تر و همچنین ایجاد محیط همگن برای اندازه‌گیری فرسایش خاک مناسب هستند، ولی با توجه به این که فرسایش خاک یک فرآیند وابسته به مقیاس است؛ بنابراین، لازم است اندازه‌گیری‌های فرسایش خاک در مقیاس‌های بزرگ و کوچک انجام شود (Bagarello et al., 2018).

#### ۴- نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر علاوه بر مطالعات زمین‌شناسی سازندهای آجاجاری و گچساران، به مطالعات مربوط به فرسایش و رسوب این دو سازند به‌علت قرارگیری این دو سازند در برخی مخازن

می‌رسد که به دلیل به‌هم خوردن سطح خاک و وجود املاح و نمک و همچنین فاصله زیاد سخت لایه گچی از سطح خاک در این کاربری در سازند گچساران است که باعث افزایش فرسایش و در نهایت میزان رسوب تولیدی می‌شود. در کاربری مرتع اختلاف بین دو سازند در حداقل است که به دلیل وجود سخت لایه گچی در کاربری مرتع سازند گچساران و سنگریزه‌های فراوان در لایه زیر سطحی خاک در کاربری مرتع سازند آجاجاری است که باعث کاهش فرسایش می‌شود. در شدت بارش یک میلی‌متر در دقیقه رسوب تولیدی در کاربری مسکونی اختلاف زیادی را در دو سازند نشان می‌دهد و در سازند گچساران به مراتب بیش‌تر است. در شدت بارش ۱/۲۵ میلی‌متر دقیقه اختلاف بین رسوب تولیدی در کاربری‌های اراضی حداقل است که این نشان می‌دهد اختلاف وسیع در شدت‌های بارش زیاد به‌علت همگنی بارش، کم‌تر است و اختلاف رسوب کاربری‌ها در شدت‌های کم‌تر به‌علت ناهمگنی بارش، بیش‌تر است. رسوب تولیدی در تمام مقایسه‌های کاربری‌های دو سازند اختلاف معناداری را نشان می‌دهد (جدول ۲). در کاربری‌های مختلف سازند گچساران از نظر میزان رواناب، کاربری مسکونی در هر سه شدت بارش ۰/۷۵، یک، ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه بیش‌ترین رواناب را دارا است. حداقل رواناب در هر سه شدت یاد شده مربوط به کاربری زراعی به‌علت نفوذپذیری بیش‌تر است که تقریباً دارای اختلاف جزئی با کاربری مرتع است. در کاربری مسکونی عاملی که باعث افزایش رواناب می‌شود فشردگی خاک و نفوذناپذیری است که با نتایج محققان (Burwell et al. (1966 مطابقت دارد. در کاربری‌های مختلف سازند آجاجاری از نظر میزان رواناب، کاربری مسکونی در هر سه شدت ۰/۷۵، یک، ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه بیش‌ترین رواناب را دارا است. حداقل رواناب در هر سه شدت یاد شده مربوط به کاربری زراعی است (شکل‌های ۷، ۸ و ۹). مقایسه میزان رواناب در دو سازند نشان داد که کاربری مرتع در سازند آجاجاری دارای رواناب بیش‌تری نسبت به سازند گچساران است که به بافت رسی خاک و میزان زیاد رس در سازند آجاجاری برمی‌گردد. ولی در کاربری زراعی و مسکونی میزان رواناب در سازند گچساران بیش‌تر است که به‌علت شخم سطحی خاک و وجود لایه سخت در این سازند است. در شدت‌های یک و ۱/۲۵ میلی‌متر دقیقه اختلاف رواناب در کاربری‌های مختلف دو سازند کم‌تر است و حتی در مواردی یکسان هستند. این نشان می‌دهد که در شدت بارش کم، جنس سازند در تولید رواناب دخالت گسترده‌ای دارد و همین‌طور که شدت بارش زیاد می‌شود دخالت جنس سازند در میزان رواناب کم‌تر می‌شود. در شدت‌های خیلی زیاد شدت بارش نقش تعیین‌کننده در مقدار تولید رواناب دارد. میزان رواناب در شدت ۱/۲۵

خاک دارد نشان داده شد، ولی به مراتب در روی دامنه‌ها و کم شدن فاصله نصب نقاط شبیه‌ساز باران از قله تپه‌ها و نمایان شدن سخت لایه گچی در سطح خاک و مقاومتی که در مقابل فرسایش و رسوب ایجاد می‌کند، فرسایش و رسوب سازند گچساران به مراتب کم‌تر از سازند آغاچاری می‌شود. همچنین توصیه می‌شود به علت فرسایش و رسوب بسیار بالای این دو سازند به هیچ وجه مخزن سدهای کوچک و بزرگ در این دو سازند قرار نگیرد؛ چون در فاصله بسیار کوتاهی یا مخازن این سدها پر از رسوب می‌شوند و یا آن قدر آب آن‌ها شور می‌شوند که باعث خسارت هنگفتی به مناطق پایین دست می‌شوند و یا این که باعث لغزش‌های خطرناک در مخزن سد می‌شوند که در نهایت با فشار حجم زیادی از آب به بدنه سد منجر به شکسته شدن سد و در نهایت سیلاب‌های ویرانگر خواهد شد.

سدهای بزرگ توجه ویژه‌ای شده است که این تحقیق نیز بر روی فرسایش و رسوب این دو سازند در کاربری‌های مختلف متمرکز است. به طور کلی نتایج نشان داد تولید رسوب در سازند گچساران بیش‌تر از سازند آغاچاری در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی است، اما رواناب در دو سازند تقریباً روند مشابهی را طی می‌کند. علت افزایش تولید رسوب در سازند گچساران هدایت الکتریکی بسیار بالا (به علت وجود نمک و همچنین آزمایش‌های انجام شده) و فاصله زیاد سخت لایه گچی در کاربری‌های مختلف از سطح خاک در محل نصب باران‌ساز است. میزان نفوذ در کاربری زراعی هر دو سازند گچساران و آغاچاری بسیار زیاد است. شروع رواناب و فرسایش در کاربری مسکونی در هر دو سازند کم‌ترین مقدار و میزان رسوب در کاربری کشاورزی بالاترین مقدار در هر دو سازند نشان داده شد. نتایج نشان داد هر چند که در کاربری مختلف، میزان رسوب سازند گچساران بسیار بیش‌تر از آغاچاری به علت نقش سخت لایه گچی و فاصله‌ای که از سطح

## منابع

رئیس‌یان، ر. (۱۳۸۴). بررسی میزان فرسایش و رسوب در حوزه گرگک با استفاده از باران‌ساز مصنوعی. گزارش نهایی طرح کاربردی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۵۶ صفحه.

زرگر، ا. (۱۳۷۴). بررسی تأثیر بارندگی، پاره‌ای از ویژگی‌های هندسی و مدیریت اراضی بر مقدار رواناب کل آبخیز. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۴۸ صفحه.

زهتابیان، غ. (۱۳۷۸). مقایسه رواناب و میزان رسوب در سازند مارن لهری با استفاده از دستگاه باران‌ساز در زیر حوضه گلال مورت. گزارش نهایی طرح کاربردی، دانشگاه تهران، ۱۰۷ صفحه.

فتحی‌زاده، ح.، کریمی، ح.، و توکلی، م. (۱۳۹۵). نقش حساسیت فرسایش سازندهای زمین‌شناسی در فرسایش و تولید رسوب (مطالعه موردی: زیر حوزه‌های رودخانه دویرج در استان ایلام). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱۳(۷)، ۱۹۳-۲۰۸.

مصفايي، ج.، و طالبي، ا. (۱۳۹۳). نگاهی آماری به وضعیت فرسایش آبی در ایران. مجله ترویج و توسعه آبخیزداری، ۵، ۹-۱۹.

موسوی، ف.، و رئیس‌یان، ر. (۱۳۷۸). تأثیر پوشش گیاهی، شیب و شدت بارندگی بر رواناب در چند حوزه آبخیز استان چهارمحال و بختیاری. مجله کشاورزی ایران، ۱۸(۲)، ۱۶۹-۱۸۴.

ابراهیمی، ن. ج.، داوودی، ا.، و قدوسی، ج. (۱۳۸۰). بررسی اثر متفاوت مزایای کاربری اراضی روی فرسایش و رسوب حوزه آبخیز کهریزک در اراک. کنفرانس مدیریت اراضی، فرسایش خاک و توسعه پایدار، دانشگاه اراک.

احمدی ایلخچی، ع.، حاج عباسی، م. ح.، و جلالیان، ا. (۱۳۸۱). اثر تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به دیم‌کاری بر تولید رواناب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوارهان، چهارمحال و بختیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۶(۳)، ۱۰۳-۱۱۴.

احمدی، ح. (۱۳۷۸). ژئومورفولوژی کاربردی: فرسایش آبی (جلد ۱). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۷ صفحه.

اعظمی، ا. (۱۳۸۱). بررسی اثر پوشش گیاهی بر روی رواناب و رسوب، اولین گردهمایی دو روزه در زمینه پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده با پلات‌های فرسایشی، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

خزایی، م.، صادقی، س. ج. ر.، و میرنیا، س. خ. (۱۳۹۲). مقایسه میزان تولید رواناب و فرسایش خاک در خاک‌های جنگلی. ششمین سمینار ملی مدیریت حوزه آبخیز، دانشگاه تهران.

خواجه، م. (۱۳۸۱). بررسی رسوب شناسی، محیط رسوبی و تولید رسوب نهشته‌های کواترنری در رود گرگان. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، علوم و تحقیقات تهران.

## References

Aghabeigi Amin, S., Moradi, H.R., & Fattahi, B. (2014). Sediment and Runoff Measurement in Different Rangeland Vegetation Types using Rainfall Simulator. *ECOPERSIA*, 2(2), 525-538.

Agharazi, H., & Ghodoosi, C. (2001). Investigating the relationship of between land use and slope with

soil erosion and sediment production. Proceedings of the National Conference on Land Management, Soil erosion and sustainable development, Arak, Iran, Pp. 362-375.

Ahmadi Ilkhchi, A.S., Haj Abbasi, M.H., & Jalalian, A. (2002). The Effect of Range Land Use Change to dry farming on Runoff Production,

- Loss and Soil Quality in Dorahean, Chaharmahal va Bakhtiari. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 6(4), 103-114 (in Persian).
- Ahmadi, H. (1999). *Applied Geomorphology: Water Erosion (Volume 1)*. Second Edition: Tehran University Press, 77 pages (in Persian).
- Azamy, A. (2002). Investigating of Vegetation Effect on Runoff and Sediment. Proceedings of The first two-day Gathering in the field of research projects carried out with erosion plots. Final report of research project, Soil and Watershed Conservation Research Center (in Persian).
- Bagarello, V., Ferro, V., Keesstra, S., Comino, J.R., Pulido, M., & Cerda, A. (2018). Testing simple scaling in soil erosion processes at plot scale. *Catena*, 167, 171-180.
- Burwell, R.E., Allmaras, R.R., & Sloneker, L.L. (1966). Structural Alteration of soil Surface by tillage and rainfall. *Journal Soil Water Conservation*, 21, 313 – 327.
- Celik, I. (2005). Land-use Effects on Organic Matter and Physical Properties of Soil in a Southern Mediterranean Highland of Turkey. *Soil & Tillage Research*, 83, 270-277.
- Choudhary, M.R., Lal, A.R., & Dick, W.A. (1997). Long- term tillage effects on runoff and soil erosion under simulated rainfall for a central ohio soil. *Soil & Tillage Research*, 42, 175 - 184.
- Dabney, S. M., Raper, R. L., Meyer, L. D., & Murphree, C. E. (2000). Management and subsurface effects on runoff and sediment yield from small watersheds. *International Journal of Sediment Research*, 15, 217-232.
- Ebrahimi, N.G., Davoodi, A., & Ghoddoosi, J. (2001). Investigating the effect of different land use advantages on erosion and sediment of Gharakh Kahrizak watershed in Arak. Proceedings of the National Conference on Land Management - Soil Erosion and Sustainable Development, Arak, Iran (in Persian).
- Fathizadeh, H., Karimi, H., & Tavakoli, M. (2016). The Role of Sensitivity to Erosion of Geological Formations in Erosion and Sediment Yield (Case Study: Sub-Basins of Doiraj river in ilam province). *Journal of Watershed Management*, 7(13), 193-208 (in Persian).
- Fullen, M.A. (1991). A Comparison of Runoff and Erosion Rates on Bare Arable and Grassed Loamy Sand Soils. *Soil Use and Management*, 7, 136-139.
- Fullen, M.A. (1992). Erosion Rates on Bare Loamy Sand Soils in East Shropshire, UK. *Soil Use and Management*, 8, 157-162.
- Fullen, M.A. (1998). Effects of Grass Ley Set-Aside on Runoff, Erosion and Organic Matter Levels in Sandy Soils in East Shropshire, UK. *Soil and Tillage Research*, 46, 43-51.
- Kamphorst, A. (1987). A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 35, 407-415.
- Khajeh, M. (2002). Survey of sedimentology, sedimentary environment and sedimentation production of Quaternary deposits in Gorgan Rood. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Tehran, Iran (in Persian).
- Khazaei, M., Sadeghi, S.H.R., & Mirnia, S.Kh. (2013). Comparison of runoff and soil erosion in forest soils. 6th Nation Seminar on Watershed Management Science and Management. College of Natural Resources and Marine Sciences, Tehran, Iran (in Persian).
- Mc Cool, D.K. (1999). Winter runoff and erosion on northwestern USA cropland. Agriculture Engineer, USDA- ARS Washington state University, Pullmanwa.
- Mohammadi, M., & Kaviani, E. (2010). Temporal variation of runoff and sediment in the plot scale. 12th. Iranian Soil.
- Mousavi, S.F., & Raisian, R. (1999). Effect of vegetation cover, slope and rainfall intensity on runoff in some watersheds of chaharmahal and bakhtiari province. *Iran Agricultural Research*, 18(2), 169 – 184.
- Mosaffaei, C., & Talebi, A. (2014). A Statistical Look at the Status of Water Erosion in Iran. *Journal of Watershed Management Extension and Development*, 5, 9-19.
- Raisian, R. (2005). Surveying of erosion and sediment content in the Gregok field using artificial rain simulation. Final report of research project, Soil and Watershed Management Research Institute, 156 pages (in Persian).
- Naeth, M., & Chanasyk, D. (1996). Runoff and Sediment Yield under Grazing in Foothills Fescue Grassland of Alberta. *Journal of The American Water Resources Association*, 32, 89-95.
- Sadeghi, S.H.R., Gholami, L., Homaei, M., & Darvishan, A.K. (2015). Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. *Solid Earth*, 6, 445-455.
- Soni, S., (2017). Assessment of morphometric characteristics of Chakrar watershed in Madhya Pradesh India using geospatial technique. *Applied Water Science*, 7(5), 2089-2102.
- Wallas, P.H., Duson L.J., & Miyaer I.G. (2013). Yearly soil erodibility variation in Sevil. *Soil*

- Science Society of America Journal*, 25, 321-329.
- Zargar, A. (1995). *Investigating The Effect of Rainfall on Geometric Characteristics and land management on Total Runoff*. First Edition: Forestry and Rangeland Research Publications, 48 pages (in Persian).
- Zehtabian, Gh. (1999). Comparison of runoff and sediment content in Marl Lehbari Formation using a rain-simulation device in the Golam Mort Sub-basin. Final report of research project, Tehran University, 107 pages (in Persian).
- Zhao, B., Zhang, L., Xia, Zh., Xu, W., Xia, L., Liang, Y., & Xia, D. (2019). Effects of rainfall intensity and vegetation cover on erosion characteristics of a soil containing rock fragments slope. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1-14.