

## Evaluation of the Sediment Yield in Small Watersheds of Arid Rangeland in the Northeast of Iran (Case Study: Sanganeh Soil Conservation Research Station)

Hamzeh Noor<sup>1\*</sup>, Mahmood Arabkhedri<sup>2</sup>, Ali Dastranj<sup>1</sup>

1- Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Department, Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Centre, Mashhad, Iran

2- Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

\* Corresponding author: H.Noor@areeo.ac.ir

(Received: 24 June 2023

Revised: 05 August 2023

Accepted: 09 September 2023)

### Extended Abstract

**Introduction:** Accelerated soil erosion and severe sediment production disrupt the natural balance in watersheds and have off-site impacts on river channels and downstream reservoirs. There are different estimates of soil erosion and sediment yield in Iran. However, what the researchers agree on is that it is more than tolerable erosion. Rangelands cover more than half of Iran, and poorly covered lands play a large role in flood and sediment production. Therefore, the study of hydrology and soil erosion is necessary for sustainable use of pastures. The prerequisite for these studies is long-term monitoring of sediment, runoff, vegetation, soil, etc. A careful review of previous studies on rangeland hydrology shows that most studies have focused on the effect of grazing management at the plot scale or have used simulation approaches and experimental models, as well as in a short period of time. Therefore, it is very necessary to conduct scientific research using long-term monitoring data in experimental watersheds. In this regard, the present study was proposed with the aim of evaluating the sediment yield of small watersheds in pastures with grazing exclusion vs. overgrazing. The results of this research can provide useful information to researchers, promoters, planners, and ranchers.

**Materials and methods:** Sanganeh Soil Conservation Research Station (SSCRS) with an area of 30 ha was established about 25 years ago in Kalat County (Razavi Khorasan Province, Iran). In addition to measuring erosion in plots and monitoring vegetation, by building several ponds at the outlets of six small watersheds (SWs), their runoff and sediment yields have also been recorded since 2006. The present study was conducted with the aim of evaluating the erosion and sediment production of these SWs (1200 to 17000 m<sup>2</sup>). For this purpose, the runoff and sediment of 69 events were collected at the outlets of six SWs. Also, the time series of NDVIs were calculated for SSCRS, adjacent rural and nomadic (outside the village) rangelands on a seasonal scale. To determine the time series of NDVIs, all satellite images of the study area were downloaded and after pre-processing and corrections, the images were processed. Then, the soil erosion amounts of SWs were estimated in terms of the sediment delivery ratio of the study area (Noor, 2020) based on the average sediment yields (according to their long period of 15 years). In the next step, the amounts of soil erosion obtained were compared to the amounts of tolerable soil erosion for arid climate rangelands proposed by Skouti Oskouei and Arabkhedri (2018). Finally, the soil erosion of two similar watersheds, one in the overgrazing area (E6) and the other in the grazing exclusion area (E4), were compared.

**Results and Discussion:** The results showed that NDVI is influenced by livestock grazing intensity. The highest value of this index was observed in the grazing exclusion area (E1 to E5 SWs), then in the Sanganeh village rangeland (E6 SW), and the lowest value was observed in the nomadic rangelands. In terms of time scale, the biggest difference in NDVIs between overgrazing and grazing exclusion areas was observed in spring. The results of the investigation of sediment production indicated an inverse and non-linear relationship between the specific sediment yield and the area of SWs. This study showed that the amount of soil erosions in E2, E3 and E6 SWs are more than tolerable erosions which suggests the need for more conservation measures. Finally, the comparison of two similar SWs (E4 vs. E6) indicate a significant reduction in annual sediment yield (582%) due to grazing exclusion in the area. Also, the results showed that the sediment productions of E6 SW in the spring and autumn seasons are significantly higher than E4 at 1% and 5% levels, respectively. Furthermore, it is remarkably (but non significant) higher than the E4 SW in the winter season.

**Conclusion:** Grazing exclusion in SSCRS rangeland led to a significant reduction in erosion and sediment production compared to overgrazing condition outside the station. However, in some SWs, the erosion amounts were still more than the tolerable values, which indicates the difficulty of restoration of destroyed rangelands on steep slopes with sensitive formations in arid climate. Implementation of management measures including scientific grazing (especially in spring) is necessary to reducing damage caused by floods and sediments.

**Keywords:** Experimental watersheds, NDVI, Rangeland exclusion, Sanganeh, Specific sediment yield

Citation: Noor, H., Arabkherdi, M., & Dastranj, A. (2023). Evaluation of the Sediment Yield in Small Watersheds of Arid Rangeland in the Northeast of Iran (Case Study: Sanganeh Soil Conservation Research Station). *Integrated Watershed Management*, 3(3), 35-48. doi: 10.22034/iwm.2023.2005363.1088

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



## ارزیابی رسوب‌دهی آبخیزهای کوچک در مراتع خشک شمال شرق کشور (مطالعه موردی: پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه)

حمزه نور<sup>۱\*</sup>، محمود عرب‌خداری<sup>۲</sup>، علی دسترنج<sup>۱</sup>

۱- استادیار، بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- استاد، گروه مهندسی حفاظت آب‌و خاک، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، تهران، ایران

\*نویسنده مسئول: H.Noor@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی فرسایش و تولید رسوب در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه واقع در شمال شرق استان خراسان رضوی طرح‌ریزی شد. برای این منظور، رواناب و رسوب ۶۹ واقعه در خروجی شش زیرآبخیز کوچک مرتعی (با مساحت حدود ۱۲۰۰ الی ۱۷۰۰۰ مترمربع) جمع‌آوری شد. هم‌چنین شاخص NDVI برای پایگاه مذکور و مراتع روستایی و عشایری مجاور آن محاسبه شد. نتایج نشان داد که مقدار NDVI تحت تأثیر شدت چرای دام قرار دارد. به‌گونه‌ای که حداکثر مقدار این شاخص در منطقه قرق (زیرحوضه‌های E1 تا E5)، سپس در مرتع متعلق به روستائیان سنگانه (زیرحوضه E6) و حداقل آن نیز در مراتع مورد چرای دام عشایر (خارج از محدوده روستا) مشاهده شد. از نظر زمانی، بیش‌ترین اختلاف NDVI بین دو منطقه قرق و تحت چرای دام به فصل بهار مربوط بود. نتایج بررسی رسوب‌دهی زیرحوضه‌ها، دلالت بر رابطه معکوس و غیرخطی بین رسوب‌دهی ویژه و مساحت زیرحوضه‌ها داشت. در ادامه، مقدار فرسایش خاک در منطقه مورد مطالعه با استفاده از نسبت تحویل رسوب و داده‌های رسوب اندازه‌گیری شده، محاسبه و با استاندارد نسبت تحویل رسوب بومی کشور، مقایسه شد. نتایج نشان داد که در زیرحوضه‌های E2، E3 و E6 میزان فرسایش خاک بیش‌تر از فرسایش قابل تحمل است. در نهایت، نتایج مقایسه دو زیرحوضه قرق و تحت چرای دام (E4 و E6) دلالت بر کاهش معنی‌دار رسوب‌دهی سالانه در اثر قرق مرتع (۵۸۲ درصد) داشت. هم‌چنین، نتایج نشان داد که تولید رسوب زیرحوضه تحت چرای E6 در فصل‌های بهار و پاییز به ترتیب در سطوح ۱٪ و ۵٪ و در فصل زمستان به‌صورت غیر معنی‌دار از زیرحوضه قرق E4 بیش‌تر است.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز آزمایشی، NDVI، قرق مرتع، سنگانه، رسوب ویژه

استناد: نور، ح.، عرب‌خداری، م.؛ و دسترنج، ع. (۱۴۰۲). ارزیابی رسوب‌دهی آبخیزهای کوچک در مراتع خشک شمال شرق کشور (مطالعه موردی: پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۳)، ۴۸-۳۵.

### حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

## مقدمه

فرسایش خاک نتیجه برهم‌کنش عوامل متعددی شامل خصوصیات بارش، خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و عملیات مدیریتی است (Bennett, 2001; Arabkhedri, 2014). در این میان نوع کاربری و بهره‌برداری از اراضی عامل بسیار مهمی در کنترل فرآیندهای هیدرولوژی در زیست‌بوم‌های مختلف است (Refahi, 2001). مراتع بیشترین مساحت را در میان انواع کاربری‌ها در کشور تشکیل می‌دهند، این اراضی توان تولید علوفه برای حدود ۳۷ میلیون واحد دامی را دارند و از این نظر اهمیت اقتصادی فراوانی دارند (Mesdaghi, 2003). از سوی دیگر با توجه به موقعیت مکانی مراتع که عمدتاً در اراضی شیب‌دار باقی مانده‌اند، نقش آن‌ها در تعدیل جریان‌های سطحی و کنترل فرسایش خاک مشخص می‌گردد. با این حال بین مراتع مختلف از نظر پاسخ هیدرولوژی با توجه به نوع مدیریت و بهره‌برداری از آن‌ها تفاوت‌هایی وجود دارد. پژوهش‌های پیشین در داخل و خارج از کشور بر اهمیت شیوه‌های مختلف مدیریت مرتع بر میزان رسوب حوزه‌های آبخیز دلالت دارد. در این زمینه تاکنون تحقیقات بسیاری به ارزیابی اثر مدیریت مختلف مراتع بر خصوصیات خاک (Akhzari et al., 2016; Jeffrey, 2005) و پوشش گیاهی (Khaledi Darvishan et al., 2018; Li et al., 2011; Liu et al., 2017; Parvini et al., 2018; Samadi-Khangah et al., 2021; Sanjari et al., 2010; Trueblood, 2007) پرداختند. نتایج این محققین وابسته به شرایط محیطی منطقه، طول مدت و نحوه مدیریت مرتع گزارش شده است. از سوی دیگر، بررسی دقیق پژوهش‌های پیشین در رابطه با اثر شیوه‌های مدیریت اراضی مرتعی بر نحوه پاسخ هیدرولوژیک نشان می‌دهد که اغلب مطالعات به بررسی اثر مدیریت چرا و قرق در مقیاس کرت با ابعاد مختلف (Bartley et al., 2010; Hawdon et al., 2008; Khaledi et al., 2016) و یا استفاده از رویکردهای شبیه‌سازی و مدل‌های تجربی (Ghoddousi et al., 2006; Parvini et al., 2018) و هم‌چنین طی دوره زمانی کوتاه

پرداخته‌اند. این در حالی است که مطالعات محدودی در سطح جهان اثر این اقدامات مدیریتی بر خصوصیات خاک و پوشش گیاهی توأم با تغییرات پاسخ هیدرولوژیک در مقیاس آبخیزهای کوچک (Bartley et al., 2010; Pilon et al., 2017; Sanjari et al., 2010) را مدنظر داشته‌اند؛ بنابراین ضروری است تحقیقات علمی با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری‌شده و طولانی‌مدت حاصل از حوزه‌های آبخیز کوچک مدنظر قرار گیرد تا از این طریق اثر قرق و چرای دام بر تولید رسوب با داده‌های ثبت‌شده روشن شود. اطلاعات طولانی‌مدت پایش حوزه‌های آبخیز از طریق حوضه‌های تحقیقاتی میسر است. باید توجه داشت که تأسیس ایستگاه‌های تحقیقاتی و حوضه‌های آزمایشی که در واقع نوعی آزمایشگاه صحرایی هستند به‌عنوان یک ضرورت در سطح جهان و ایران شناخته شده است. در این آبخیزها با توجه به وسعت و سامانه‌های اندازه‌گیری موجود در آن‌ها می‌توان انواع فرسایش خاک و فرآیندهای حمل و ترسیب رسوب را با استفاده از انواع کرت‌ها، فلوم‌ها و میخ‌های فرسایشی، مطالعه نمود (Toy et al., 2002). در این میان آغاز فعالیت‌های علمی در پایگاه تحقیقات سنگانه کلات با اندازه‌گیری فرسایش خاک و تولید رواناب در مقیاس کرت در سال ۱۳۷۵ همراه بود. با گذشت زمان و ایجاد نیازهای تحقیقاتی جدید، ثبت داده در مقیاس آبخیزهای کوچک درون محدوده قرق و سپس احداث کرت‌های فرسایشی در منطقه غیر قرق و تجهیز یک حوضه به سامانه جمع‌آوری رواناب و رسوب در دستور کار محققین قرار گرفت.

با توجه به اندازه‌گیری رسوب‌دهی در مقیاس رگبار در حوضه‌های قرق و تحت چرای دام، امکان بررسی طولانی‌مدت رسوب‌دهی در این منطقه فراهم است. در این راستا، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی رسوب‌دهی از آبخیزهای کوچک مرتعی تحت چرای دام و قرق در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه کلات طرح‌ریزی شده است. ارزیابی مقایسه‌ای عرصه‌های مرتعی قرق شده و تحت چرای

آزادانه دامها می‌تواند اطلاعات مفیدی در اختیار محققین، مروجین، برنامه‌ریزان و بهره‌برداران قرار دهد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه با نصب ۸۰ کرت فرسایش در سال ۱۳۷۵ در عرصه‌ای به مساحت حدود ۳۰ هکتار احداث شد (شکل ۱). زمین‌شناسی پایگاه تحقیقات سنگانه مربوط به ناحیه کپه داغ است. سازندهای سرچشمه و سنگانه بخشی از سازند رسوبی یال‌های شمالی و جنوبی این چین‌خوردگی (ناودیس) را تشکیل می‌دهند (Rangavar, 2006). مراتع پایگاه سنگانه و مناطق مجاور (شکر کلات) قشلاقی بوده و استفاده‌کنندگان آن عشایر و روستائیان منطقه هستند. دامداران عشایر معمولاً دام‌های خود را از ۲۵ آذرماه هر سال تا ۲۵ فروردین‌ماه سال بعد در این مراتع چرا می‌دهند و در بقیه سال فقط مورد استفاده دام‌های روستایی قرار می‌گیرد (Noor & Arabkhedri, 2023). بر اساس مطالعات انجام‌شده (Abbasi, 2015) تپ غالب پوشش گیاهی حوضه، درمنه بوده است. درصد پوشش گیاهی در شیب‌های شمالی و جنوبی به ترتیب ۶۰ و ۲۵ درصد تخمین زده شده است.

متوسط بارش این منطقه طی دوره ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۰ و بر اساس داده‌های ثبت‌شده توسط باران‌نگار، ۱۹۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. بارش در این منطقه به‌صورت پراکنده و طی دوره ۵ ماهه (دی‌ماه الی اردیبهشت‌ماه) ریزش می‌نماید. دوره خشک در این منطقه از اواسط اردیبهشت‌ماه آغاز شده و گاهی تا اواخر پاییز ادامه دارد. بر اساس گزارش Abbasi (2015)، اقلیم منطقه خشک است.

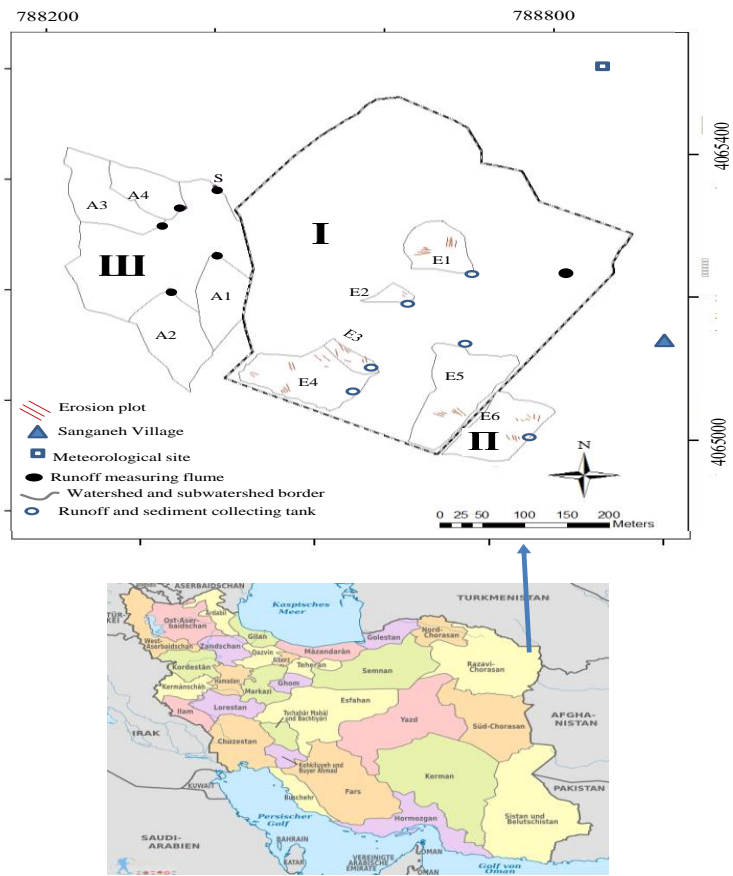
با توجه به بررسی‌های صحرائی و نتایج آزمایشگاهی و نیز رژیم رطوبتی و حرارتی، به روش Soil

Taxonomy دو رده خاک انتی‌سول و اریدی‌سول در محل شناسایی و تفکیک شدند. تحت گروه‌های تشخیص داده شده از این رده‌ها Lithicxerorthents, Haplic xerorthents و Haplic calciorthids هستند. تغییرات اسیدیته بین ۷/۲ تا ۸/۳، هدایت الکتریکی ۱ تا ۸ میلی‌موس بر سانتی‌متر، میزان آهک ۰/۳ تا ۱۰/۴ درصد و گچ این اراضی صفر تا ۱۹ درصد است (Rangavar, 2006).

### سامانه‌های اندازه‌گیری رواناب و رسوب در پایگاه تحقیقات سنگانه

در سال ۱۳۸۵ پنج حوزه آبخیز کوچک به‌گونه‌ای در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه انتخاب شدند که تعداد مناسبی کرت فرسایشی در محیط داخلی آنها وجود داشته باشد. همچنین در این سال به‌منظور بررسی اثرات ناشی از چرای دام بر رواناب و رسوبدهی آبخیزها، در خارج و هم‌جوار پایگاه نیز یک حوضه انتخاب و در داخل آن ۱۲ کرت اندازه‌گیری رواناب و تلفات خاک نصب شد. به‌منظور جمع‌آوری رواناب و رسوب تولیدی، در انتهای آبخیزهای شش‌گانه نیز مخازن جمع‌آوری رواناب و رسوب با ظرفیت مناسب نصب گردید. به‌این ترتیب، در این پایگاه تحقیقاتی تعداد شش حوضه کوچک (مشمول بر ۳۴ کرت از ۹۲ کرت موجود) برای اندازه‌گیری هدررفت خاک، تولید رواناب و رسوبدهی وجود دارد که یک حوضه کوچک به همراه ۱۲ کرت فرسایشی در منطقه چرای آزاد و سایر مناطق، قرق هستند. شکل ۲ نمایی از آبخیزهای کوچک را نشان می‌دهد.

شش حوضه کوچک مذکور از مساحت‌های متفاوتی برخوردارند. مساحت کوچک‌ترین حوضه E2، ۱۱۹۰ مترمربع و بزرگ‌ترین آنها حوضه E5، ۱۶۹۱۷ مترمربع است. متوسط شیب حوضه‌ها از ۲۷ درصد (E6) تا ۶۳/۵ درصد (E2) متغیر است. جدول ۱ مشخصات فیزیوگرافی این حوضه‌ها را نشان می‌دهد.

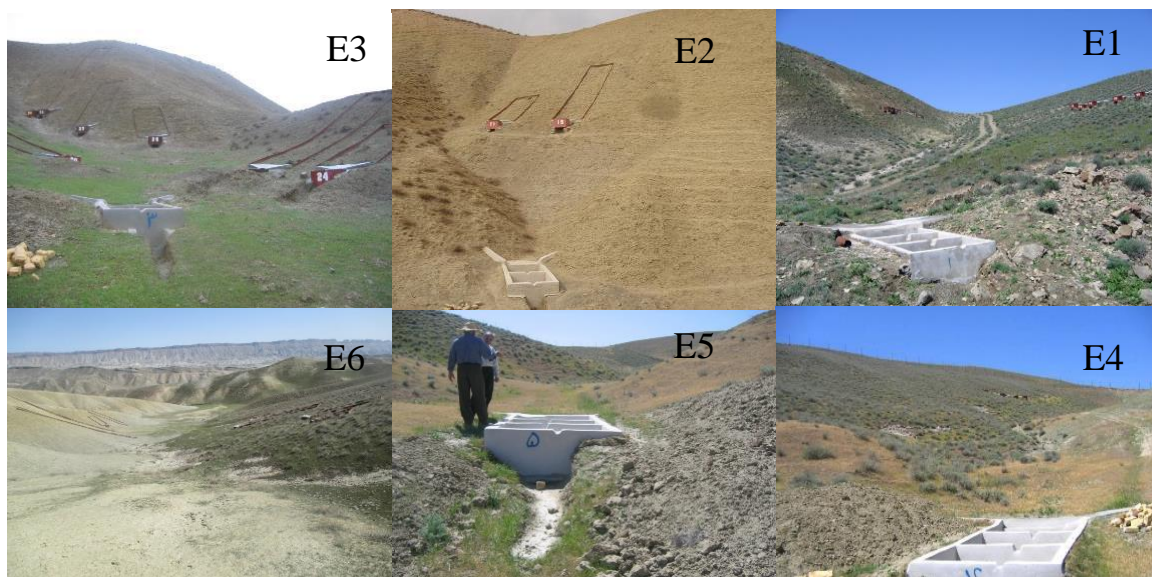


شکل ۱- موقعیت پایگاه تحقیقاتی سنگانه در شهرستان کلات، استان خراسان رضوی و اجزاء اصلی آن  
 Figure 1-Location of Sanganeh research station in Kalat county, Razavi Khorasan province and its main components

جدول ۱- مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌های شش‌گانه پایگاه تحقیقات سنگانه کلات  
 Table 1- Physiographic characteristics of the six watersheds of sanganeh kalat station

نحوه مدیریت Management type	شیب متوسط (درصد) Average slope (%)	طول آبراهه (متر) Length of waterway (m)	محیط (متر) Perimeter (m)	مساحت (مترمربع) Area (m <sup>2</sup> )	حوضه Watershed
قرق*	40	79	287	4308	E1
قرق*	63	42	162	1190	E2
قرق*	47	67	190	1468	E3
قرق*	31	92	482	11996	E4
قرق*	29	179	592	16917	E5
چرای مفراط**	27	79	412	10397	E6

\* Grazing enclosure \*\* Excessive grazing



شکل ۲- نمایی از شش آبخیز کوچک در پایگاه تحقیقات سنگانه  
Figure 2- The pictures of studied watersheds in Sanganeh research station

### روش تحقیق

به منظور نیل به اهداف تحقیق در ابتدا به بررسی شاخص پوشش گیاهی منطقه قرق و تحت چرای دام پرداخته شد. در ادامه، تحلیل کلی داده‌های هدررفت خاک و رسوب‌دهی اندازه‌گیری شده در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه مدنظر قرار گرفت. در نهایت، مقایسه هدررفت خاک و تولید رسوب در حوضه تحت چرای آزاد دام (E6) و یک حوضه قرق با شرایط مشابه (E4) صورت پذیرفت.

### الف) تعیین سری زمانی شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

به منظور تعیین سری زمانی شاخص NDVI تمامی تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه دانلود و پس از پیش‌پردازش و انجام تصحیحات، اقدام به پردازش تصاویر شد. انجام این مراحل توسط کاربر، مستلزم صرف زمان بسیار زیادی است. در سال‌های اخیر برنامه تحت وب Google Earth Engine تمامی مراحل فراخوان تصاویر، پردازش و محاسبات موردنیاز را طی بازه زمانی تعریف‌شده توسط کاربر، انجام می‌دهد. لازم به توضیح است سه نوع مدیریت در مراتع منطقه شکرکلات (پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه نیز جزو آن است) وجود دارد که شامل قرق مرتع (عرصه

پایگاه و ۵ حوضه آبخیز کوچک آن)، عرضه مورد بهره‌برداری توسط دام‌های روستائیان (حوضه E6) و منطقه تحت چرای دام عشایر است؛ بنابراین در این تحقیق به مقایسه سری زمانی شاخص NDVI در این سه بخش پرداخته می‌شود.

### ب) ارزیابی کلی رسوب‌دهی در منطقه مورد مطالعه

داده‌های ثبت‌شده در حوضه‌های کوچک از سال ۱۳۸۵ تاکنون (به جز دو سال که داده‌برداری صورت نگرفته است) در دسترس است. مقدار تولید رسوب در هر شش حوضه کوچک موجود در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه مورد ارزیابی قرار گرفت. به عبارتی اطلاعات رسوب‌دهی از منطقه قرق و همچنین محدوده تحت چرای دام روستائیان در دسترس است. باین حال اطلاعات اندازه‌گیری فرسایش خاک و رسوب‌دهی در منطقه تحت چرای دام عشایر موجود نمی‌باشد.

### ج) مقایسه مقادیر فرسایش خاک منطقه با میزان فرسایش قابل تحمل خاک

به این منظور از مقادیر فرسایش قابل تحمل خاک تعیین شده برای مراتع خشک و نیمه‌خشک ایران که به‌وسیله Sokouti Oskouei and Arabkhedri (2018) با استناد به میزان خاکسازگی و دو معیار عمق خاک و نوع عامل

### نتایج

#### نتایج پایش شاخص پوشش گیاهی

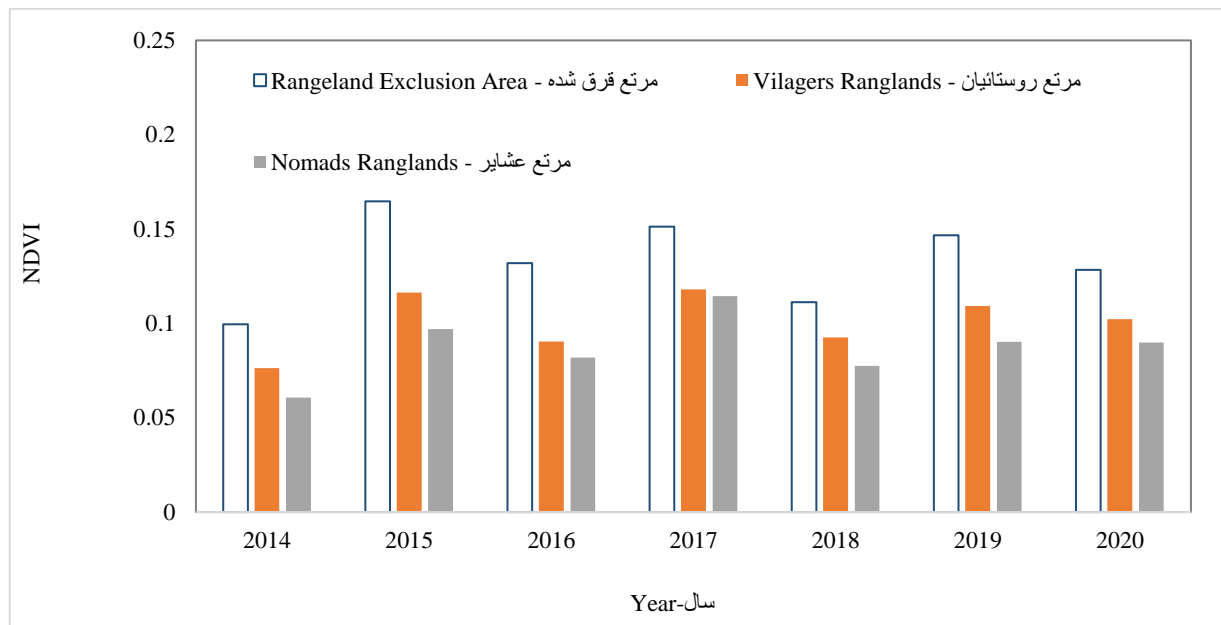
همان‌گونه که بیان شد، با توجه به شرایط نحوه مدیریت مراتع در منطقه شکرکلات، در این بخش از تحقیق تمامی تصاویر موجود ماهواره لندست ۸ برای محدوده پایگاه سنگانه، محدوده تحت مدیریت روستائیان و محدوده تحت بهره‌برداری عشایر، مورد تحلیل قرار گرفت و NDVI این سه محدوده برای هر تصویر محاسبه شد. لازم به توضیح است بیش از ۲۵۰ تصویر لندست ۸ از اواسط سال ۲۰۱۳ تا ابتدای سال ۲۰۲۱ (کل تصاویر موجود ماهواره لندست ۸) برای محدوده مورد مطالعه فراخوانده و مورد تحلیل قرار گرفت.

محدودکننده بومی‌سازی شده است، استفاده شد. همچنین به‌منظور برآورد میزان فرسایش خاک در هر یک از آبخیزهای کوچک مورد بررسی از داده‌های رسوب‌دهی (با توجه به دوره طولانی ۱۵ سال آن‌ها) و نسبت تحویل رسوب برای منطقه مورد مطالعه (Noor, 2020) استفاده شد.

#### د- مقایسه فرسایش خاک و تولید رسوب در اراضی

##### قرق و تحت چرای دام

یکی از اهداف این تحقیق بررسی تفاوت رسوب‌دهی در دو منطقه قرق و تحت چرای آزاد دام در وقایع بارش مشابه است. برای این منظور آبخیز قرق E4 با شرایط تقریباً مشابه حوضه تحت چرای آزاد دام E6 (از نظر مساحت، شیب و شرایط زمین‌شناسی)، انتخاب و هدررفت خاک و تولید رسوب آن‌ها با استفاده از آزمون آماری t-جفتی مقایسه شد.



شکل ۲- مقایسه میانگین NDVI سالانه مراتع مختلف منطقه مورد مطالعه

Figure 3- Comparing the average annual NDVI of different rangelands in the study area

جدول ۲ مقایسه تغییرات فصلی NDVI در هر سه منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، شاخص NDVI در تمامی فصل‌ها در منطقه قرق بالاتر از دو منطقه تحت چرای دام‌ها است. همچنین در تمامی مناطق، فصل بهار بالاترین مقدار NDVI و فصل پاییز کم‌ترین مقدار را دارا می‌باشند.

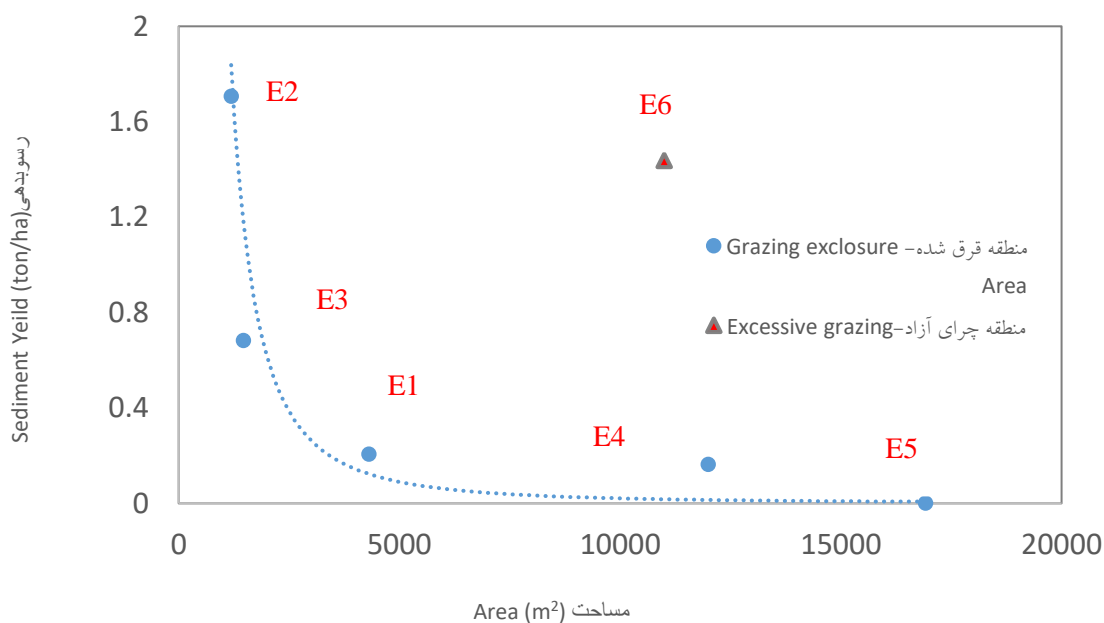
جدول ۲- میانگین فصلی شاخص NDVI در سه مرتع مورد مطالعه  
Table 2- Seasonal NDVI values in three studied rangelands

NDVI			فصل
محدوده چرای دام‌های عشایر Nomads' Ranges	محدوده چرای دام‌های روستائیان Villagers Ranges	محدوده قرق Grazing enclosure Area	Season
0.112	0.124	0.178	بهار Spring
0.085	0.091	0.126	تابستان Summer
0.069	0.075	0.110	پاییز Fall
0.076	0.108	0.127	زمستان Winter

اطلاعات باران-نگار مستقر در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه، متوسط بارش سالانه و متوسط عامل فرسایش باران به ترتیب ۱۹۳ میلی‌متر و ۱۰/۳ (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) به دست آمد. شکل ۴ رابطه رسوب‌دهی ویژه (متوسط رسوب سالانه در واحد سطح) و مساحت در شش حوضه کوچک مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

#### تحلیل رسوب‌دهی در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه

طی دوره ۱۳۸۵ تاکنون در مجموع ۶۹ واقعه بارش منجر به تولید رواناب حداقل در یکی از آب‌خیزهای کوچک موجود در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه ثبت شده است. بر اساس



شکل ۴- ارتباط رسوب‌دهی ویژه و مساحت در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه

Figure 4- Relationship between specific sediment yield - area in Sanganeh soil conservation research station

## ارزیابی فرسایش قابل تحمل

مقادیر داده‌های ثبت شده رسوب‌دهی، فرسایش خاک برآورد شده و فرسایش قابل تحمل مربوط به اراضی مرتعی در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- مقایسه متوسط فرسایش سالانه آبخیزهای آزمایشی سنگانه با مقدار قابل تحمل فرسایش خاک برای اراضی مرتعی

Table 3- Comparison of the average annual erosion of Sanganeh experimental watersheds to the tolerable soil erosion for rangelands

فرسایش قابل تحمل (تن در هکتار در سال)** Tolerable soil erosion (ton/ha/y)	فرسایش (تن در هکتار در سال) Soil erosion (ton/ha/y)	نسبت تحویل رسوب (درصد)* SDR (%)	رسوب‌دهی (تن در هکتار در سال) Sediment yield (ton/ha/y)	حوضه Watershed
0.50	0.35		0.20	E1
0.75	2.87		1.70	E2
0.50	1.15	56.33	0.68	E3
0.50	0.27		0.16	E4
1.00	0.00		0.00	E5
0.50	2.42		1.43	E6

Based on Noor (2020)\*

Based on Sokouti Oskoei and Arabkhedri (2018)\*\*

انتخاب شدند. در این میان حوضه E4 قرق بوده و حوضه E6 مورد چرای دام‌های روستائیان قرار می‌گیرد. نتایج ارزیابی اثر نوع مدیریت مرتع این دو آبخیز بر رسوب‌دهی متوسط سالانه و رسوب‌دهی متوسط برخی از فصول تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۴).

## ارزیابی مقایسه‌ای رسوب‌دهی در محدوده تحت چرا

## و قرق

همان‌گونه که در روش تحقیق بیان شد، به‌منظور ارزیابی اثر قرق بر هدررفت خاک و رسوب‌دهی، دو حوضه تقریباً مشابه (E4 و E6) در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه

جدول ۴- مقایسه آماری میزان رسوب‌دهی اندازه‌گیری شده در دو آبخیز کوچک مورد مطالعه

Table 4- Statistical comparison of the amount of sediment yield measured in two small watersheds

تعداد واقعه Number of Events	سطح معنی‌داری The significance level	زمان Time
31	0.001**	بهار Spring
1	-	تابستان Summer
21	0.004*	پاییز Fall
16	0.123 <sup>ns</sup>	زمستان Winter
69	0.003*	کل داده‌ها Total

\* و \*\*: وجود اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد -ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

\* and \*\*: Significant at 5 and 1 percent levels respectively-ns: Non significant

## بحث

نتایج ارائه‌شده در شکل ۳ به خوبی نشان می‌دهد که مقدار عددی NDVI با افزایش شدت چرای دام‌ها کاهش یافته است به گونه‌ای که مقدار متوسط سالانه NDVI در محدوده قرق بیش‌ترین و در منطقه چرای دام عشایر کم‌ترین است. این نتایج با یافته‌های Kamali Maskooni et al. (2020) در مراتع محمدآباد جیرفت و Salmanbayati et al. (2018) در مراتع عباس‌آباد همدان هماهنگی دارد. به گونه‌ای که درصد پوشش گیاهی در منطقه قرق از منطقه چرای متوسط (مربوط به دام روستائیان) بیش‌تر است. همچنین در منطقه چرای متوسط نیز درصد پوشش گیاهی وضعیت بهتری نسبت به منطقه چرای شدید (مربوط به دام عشایر) دارد.

طبق نتایج مندرج در جدول ۲ بیش‌ترین اختلاف مقدار NDVI بین منطقه قرق و مناطق تحت چرای دام‌ها در فصل بهار و پاییز اتفاق افتاده است. در فصل بهار میزان پوشش گیاهی مراتع منطقه به حداکثر خود می‌رسد، در این حالت در منطقه قرق، چرای دام‌ها وجود ندارد ولی در منطقه محدوده روستائیان و عشایر (خروج عشایر از منطقه نیمه اردیبهشت است) چرای دام‌ها وجود دارد و باعث کاهش تراکم پوشش گیاهی در منطقه خواهد شد. از سوی دیگر در فصل پاییز در منطقه قرق، بقایای پوشش گیاهی پس از دوره تابستان (دوره خشک) سطح خاک را تا حدی محافظت می‌کند، ولی در مناطق تحت چرای دام، سطح خاک تقریباً لخت می‌ماند. باید توجه داشت که در فصل پاییز، NDVI هر سه منطقه در حداقل خود هستند و پس‌از آن با شروع بارش، به تدریج مقدار پوشش گیاهی و NDVI در فصل زمستان در حال افزوده شدن است.

شکل ۴ نشان‌دهنده آن است که با افزایش مساحت آبخیز، میزان رسوب‌دهی ویژه به صورت نمایی کاهش می‌یابد. در تحقیقات پیشین نیز، در اغلب موارد، با افزایش مساحت، مقدار رواناب و رسوب ویژه (در واحد سطح) روند کاهشی گزارش شده است (Noor et al., 2018; Noor & Arabkhedri, 2020). با این حال شکل ۴ به خوبی نشان

می‌دهد که چرای دام در حوضه E6 باعث شده است تا رابطه بین مساحت - رسوب ویژه تغییر نماید. به گونه‌ای که حوضه E6 (چرای آزاد دام‌ها) به دلیل شرایط مدیریتی متفاوت از پنج حوضه دیگر (قرق)، خارج از رابطه نمایی کاهنده قرار گرفته است.

تفاوت زیاد بین رسوب‌دهی ویژه در حوضه‌های مختلف (شکل ۴) نیاز به توضیح دارد. حوضه E5 دارای عمق خاک بین ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر است و همچنین پوشش گیاهی مناسبی دارد. این حوضه بزرگ‌ترین مساحت بین شش حوضه را دارد. مجموع عوامل مذکور باعث شده است که میزان تولید رسوب در این حوضه بسیار کم و ناچیز باشد. لازم به توضیح است که به طور کلی وقایع منجر به تولید رواناب در حوضه E5 بسیار کم است. از سوی دیگر حوضه E2 به دلیل وجود دامنه فاقد پوشش گیاهی و مساحت بسیار کم (کوچک‌ترین حوضه) بالاترین مقدار رسوب‌دهی ویژه را در طی دوره مورد بررسی نشان داد. حوضه E6 در اثر چرای آزاد دام‌ها، رسوب‌دهی ویژه بالایی دارد. به عنوان جمع‌بندی می‌توان بیان نمود که خصوصیات حوضه شامل عمق خاک (Blanco & Lal, 2008)، وضعیت پوشش گیاهی (Fazli & Noor, 2013) و شیب و مساحت حوضه (Noor & Arabkhedri, 2020) بر میزان رسوب‌دهی ویژه حوضه‌های مختلف در واقعه فرساینده مورد مطالعه اثرگذار بوده‌اند.

بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ در منطقه قرق شده میزان فرسایش در حوضه‌های E1، E4 و E5 کم‌تر از فرسایش قابل تحمل است. این نتایج نشان می‌دهد که در مناطق خشک کشور در صورت حذف عوامل تخریب‌کننده منابع طبیعی، امکان ایجاد تعادل بین فرآیندهای خاک‌سازی و فرسایش خاک وجود خواهد داشت. با این حال در حوضه‌های E2 و E3 پس از ۲۵ سال قرق، همچنان مقدار فرسایش بالاتر از محدوده قابل تحمل است که نشان‌دهنده کند بودن روند احیاء حوضه‌های تخریب‌شده است.

بهار (متوسط شدت ۳۰ دقیقه‌ای بارش‌ها ۱۰/۹ میلی‌متر در ساعت) نسبت به پاییز (متوسط شدت ۳۰ دقیقه‌ای بارش‌ها ۵/۷ میلی‌متر در ساعت) و زمستان (متوسط شدت ۳۰ دقیقه‌ای بارش‌ها ۳/۸ میلی‌متر در ساعت) شدیدتر هستند. همچنین Wang *et al.* (2004) در چین نیز تغییرات فصلی تولید رسوب در بین تیمارهای قرق و تحت چرا را گزارش نمودند. ایشان حداکثر اختلاف را در فصل بهار مشاهده نمودند.

در این راستا، Bartley *et al.* (2010) اثر مدیریت چرا بر میزان رسوب تولیدی در مقیاس حوزه آبخیز در کشور استرالیا را معنی‌دار نشان نداد و دلیل آن تأمین رسوب از مناطق با پوشش کم‌تر از ده درصد در منطقه قرق شده، عنوان نمودند. از سوی دیگر Ghoddousi *et al.* (2006) با استفاده از مدل‌های تجربی، اثر قرق بر میزان کاهش رسوب‌دهی حوضه را ۱۷۰ درصد گزارش نمودند. همچنین Khaledi *et al.* (2010) Sadeghi *et al.* (2010) افزایش ۱۶۲ درصدی و Darvishan *et al.* (2018) افزایش ۱۲۱/۴۳ درصدی میزان هدررفت خاک در منطقه تحت چرا نسبت به منطقه قرق شده را گزارش نمودند.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقدار NDVI تحت تأثیر شدت چرای دام در منطقه قرار دارد. به‌گونه‌ای که حداکثر مقدار این شاخص در منطقه قرق شده و حداقل آن نیز در مراتع با چرای شدید (منطقه چرای دام عشایر) مشاهده شده است. نتایج همچنین نشان داد که تولید رسوب در آبخیزهای کوچک واقع در مراتع خشک موردبررسی وابسته به مساحت است، به‌گونه‌ای که رابطه مساحت حوضه و رسوب‌ویژه (رسوب در واحد سطح) به‌صورت نمایی و کاهنده است. به عبارتی با افزایش مساحت از مقدار رسوب‌دهی ویژه کاسته می‌شود. باین‌حال تغییر مدیریت از قرق به چرای دام (در حوضه E6) باعث تغییر روابط رسوب ویژه-مساحت شد. تحلیل هدررفت خاک در منطقه و

بررسی وضعیت پوشش گیاهی پایگاه سنگانه نشان می‌دهد علی‌رغم قرق ۲۵ ساله منطقه، برخی از دامنه‌های پرشیب متشکل از شیل‌ها، دارای پوشش گیاهی بسیار کمی می‌باشند. به عبارتی، قرق منطقه توانسته است که پوشش گیاهی را در مناطقی که سابقاً دارای پوشش گیاهی بوده‌اند، بهبود دهد. باین‌حال برخی از دامنه‌ها که عموماً دارای فرسایش بالایی نیز هستند طی دوره قرق و به‌صورت طبیعی افزایش پوشش گیاهی نداشته‌اند. در این زمینه Bartley *et al.* (2010) بیان می‌دارد که در دامنه‌هایی با پوشش گیاهی کم‌تر از ده درصد، قرق مرتع اثر کمی بر کاهش فرسایش خاک داشته است. از سوی دیگر مطابق انتظار در منطقه چرای آزاد میزان فرسایش خاک بالاتر از حد قابل تحمل است. در این رابطه می‌توان تأثیر چرای دام در افزایش رسوب را به کاهش تراکم پوشش گیاهی در اثر چرای دام و کاهش نفوذپذیری خاک به دلیل لگدکوبی خاک توسط دام‌ها نسبت داد (Noor *et al.*, 2020).

نتایج ارائه‌شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که در کل دوره، رسوب تولیدی در تیمار چرا ۵۸۲ درصد مقادیر اندازه‌گیری شده در تیمار قرق بوده است. لازم به توضیح است که بخش عمده‌ای از اختلاف ایجادشده ناشی از یک رگبار شدید در منطقه است. بدون در نظر گرفتن واقعه فرساینده مذکور، تفاوت تولید رسوب در آبخیز چرای آزاد و قرق نسبی برابر با ۲۲۵ درصد است. در مقیاس فصلی، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بیش‌ترین اختلاف معنی‌دار در فصل بهار ( $P \leq 0.01$ ) رخ داده است و فصل پاییز در رتبه دوم قرار می‌گیرد. درحالی‌که در فصل زمستان بین دو حوضه اختلاف معنی‌دار دیده نشد.

دلیل بیش‌ترین اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در فصل بهار را می‌توان به چرای دام‌ها، لگدکوبی و جابجایی خاک در منطقه تحت چرا و در نتیجه بالا رفتن ذرات آماده فرسایش به همراه بارش‌های شدید و رطوبت بالای خاک نسبت داد. در این زمینه نتایج بررسی شدت ۳۰ دقیقه‌ای بارش‌های فصل‌های مختلف در پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه کلات توسط Noor (2020) نشان داد که بارش‌های فصل

می‌شود. برنامه‌ریزی برای ایجاد چرای اصولی در مراتع و کاهش فشار چرا در فصل بهار (طبق نتایج دارای بیشینه اختلاف بین تیمار قرق و چرا دیده شده است) می‌تواند میزان هدررفت خاک را به شدت کاهش دهد. مطمئناً وقوع سیلاب‌های متعدد و آسیب رساندن به راه‌های ارتباطی در اثر بهره‌برداری غیراصولی از مراتع منطقه بوده است و اجرای اقدامات مدیریتی نظیر چرای علمی به نوعی سرمایه‌گذاری برای کاهش خسارت‌ها سیلاب و رسوبات همراه آن است. این تحقیق در زیست‌بوم مرتع خشک در شمال شرق کشور انجام شد، در انتخاب مناطق قرق و تحت چرای دام سعی بر آن شد حداکثر شباهت از نظر توپوگرافی، خاک و... بین دو منطقه وجود داشته باشد باین‌حال در طبیعت شرایط کاملاً مشابه وجود ندارد و ممکن است برخی از اختلافات موجود در نتایج مربوط به عدم تشابه کامل دو منطقه مورد مطالعه باشد. همچنین انجام تحقیقات در سایر مراتع کشور و شناسایی وضعیت فرسایش خاک و تولید رسوب در آن‌ها اطلاعات مفیدی به منظور مدیریت مراتع در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد.

#### سیاسگزاری

این پژوهش در قالب پروژه تحقیقاتی ۹۹۰۳۱۴-۱۴-۰۲۹-۲-۴۳، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به انجام رسیده است. نگارندگان بدین‌وسیله از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به دلیل پشتیبانی‌های مختلف ایشان در طول انجام پژوهش، صمیمانه قدرانی می‌کنند.

#### References

- Abbasi, A.A. (2015). Calibration of EPM empirical model efficiency through sediment survey of small reservoirs in north east of Iran. Final Research Report, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 125 pp. (In Persian)
- Akhzari, D., Sori, L. & Omidvari, Sh. (2016). Studying the effect of grazing on soil physicochemical properties in a summer rangeland (case study: Zagheh Rangeland, Lorestan Province). *Rangeland*, 3(1), 19-32. (In Persian)
- Arabkhedri, M. (2014). A review on major water erosion factors in Iran. *Land Management*, 2(1), 17-26 (In Persian)
- Bartley, R., Wilkinson, S.N., Hawdon, A.A., Abbott, B.N. & Post, D.A. (2010). Impacts of improved grazing land management on sediment yields. Part 2: Catchment response. *Journal of Hydrology*. 389(3), 249-259.

مقایسه آن‌ها با مقدار قابل تحمل فرسایش خاک مورد توجه قرار گرفت و نتایج نشان‌دهنده آن است که فرسایش خاک در منطقه مورد مطالعه در سه آبخیز قرق شده E1، E4 و E5 کم‌تر از حد قابل تحمل فرسایش خاک است که به معنی بالاتر بودن سرعت خاک‌سازی از فرسایش خاک است. به این ترتیب انتظار می‌رود منطقه به سمت ثبات و پایداری بیش‌تر پیش برود. باین‌حال، در حوضه‌های قرق شده E2 و E3 میزان فرسایش خاک از حد قابل تحمل فرسایش بیش‌تر است. دلیل این موضوع، عدم استقرار پوشش گیاهی در برخی دامنه‌های پرشیب پس از گذشت حدود ۲۵ سال قرق است. این موضوع شکننده بودن زیست‌بوم مرتعی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک کم‌باران را نشان می‌دهد. همچنین نتایج این بخش از تحقیق نشان داد که چرای بی‌رویه دام‌ها در مراتع سنگانه موجب ایجاد فرسایش خاک بیش‌تر از حد قابل تحمل آن می‌شوند. در نهایت مقایسه اثر قرق مرتع بر رسوب‌دهی حوضه آبخیز نشان داد که در کل دوره، رسوب تولیدی در تیمار چرا ۵۸۲ درصد بیش‌تر از مقادیر اندازه‌گیری شده در تیمار قرق بوده است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

در مراتع مناطق خشک مانند منطقه مورد مطالعه، برای استقرار گیاه علاوه بر قرق، استفاده از روش‌های احیاء و اصلاح مراتع به‌ویژه امکان ذخیره رطوبت در خاک نیز پیشنهاد می‌شود. قرق مرتع (در صورت رفع موانع اجتماعی) برای کنترل هدررفت خاک و افزایش پایداری زیست‌بوم‌های مرتعی خشک (که تولید علوفه ناچیزی دارند) پیشنهاد

- Bennett, H.H. (2001). *Soil conservation, Agrobios*, New Delhi.
- Blanco, H. & Lal, R. (2008). *Principles of Soil Conservation and Management*. Springer Science.
- Fazli, S. & Noor, H. (2013). Storm-wise sediment yield prediction using hillslope erosion model in semi-arid abundant lands. *Soil & Water Res*, 8, 42-48.
- Ghoddousi, J., Tavakoli, M., Khalkhali, S.H. & Soltani, M.J. (2006). Assessing effect of rangeland exclusion on control and reduction of soil erosion rate and sediment yield. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 73, 136-142. (In Persian)
- Hawdon, A., Keen, R.J., Post, D.A. & Wilkinson, S.N. (2008). Hydrological recovery of rangeland following cattle exclusion, *Sediment Dynamics in Changing Environments IAHS Publ.* 325, Christchurch New Zealand, pp. 532-539.
- Jeffrey J. Y. (2005). Effects of grazing exclusions on rangeland vegetation and soils, east central Idaho. *Western North American Naturalist*, 65(1), 91-102.
- Kamali Maskooni, E., Behzad, A. & Amiri, I. (2020). Effect of Different Grazing Intensities on Diversity and Plants Cover Composition in Semi-Arid Grazing (Case study: Mohammad Abad, Jiroft). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(2), 287-297. (In Persian)
- Khaledi Darvishan, A.V., Ghorghi, J.H., Katebikord, A., Mohammad Amini, H., Gholami, L., Karamzadeh, A., Bahmani, A & Saedi, F. (2018). Effect of enclosure on runoff, sediment concentration and soil loss in erosion plots in Khamsan representative watershed of Kurdistan province. *Journal of Water and Soil Conservation*. 24(6), 243-255. (In Persian).
- Darvishan, A. K., Gholami, L., Ghorghi, J. H., Spalević, V., Kord, A. K. & Amini, H. M. (2016). Effect of enclosure on runoff, sediment concentration and soil loss in erosion plots. *Agrofor*, 1(1), 49-57.
- Li, Y., Zhao, H., Zhao, X., Zhang, T., Li., Y. & Cui, J. (2011). Effects of grazing and livestock exclusion on soil physical and chemical properties in desertified sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. *Journal of Environment Earth Science*, 63, 771-783.
- Liu, J., Wu, J., Su, H., Gao, Z. & Wu, Z. (2017). Effects of grazing exclusion in Xilin Gol grassland differ between regions. *Ecological engineering*, 99, 271-281.
- Mesdaghi, M. (2003). *Rangeland management in Iran. Astane Ghods Publication*, Imam Reza University, 156 pages. (In Persian).
- Noor, H. & Arabkhedri, M. (2020). The Influence of Hillslope Length and Direction on Runoff and Soil Loss Under Natural Rainfall in an Arid Region. *Jwmr*, 11 (22), 254-262. (In Persian).
- Noor, H. & Arabkhedri, M. (2023). Prediction of Soil Erosion and Sediment Delivery Ratio using RUSLE at Sanganeh Soil Conservation Research Station. *Water and Soil Management and Modelling*, 3(1), 42-53. (In Persian).
- Noor, H., Rajaei, S.H., Bagherian Kalat, A. & Sedigh. R. (2018). Analyzing temporal and spatial scale effect on sediment yield of micro-watershed in Sanganeh area. *Extension and Development of Watershed Management*, 6(21), 37-42. (In Persian).
- Noor, H. (2020). Evaluation of Variation in Sediment Delivery Ratio based on Plot and Micro-Watershed Scales Data in Sanganeh Watershed. Final report of research project, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*. (In Persian).
- Noor, H., Bagherian Kalat, A. & Abbasi, A. (2020) Evaluation of sediment yield under open grazing and enclosure micro-watersheds, case study: Sanganeh area of Kalat. *Watershed Engineering and Management*, 12(2), 505-513. (In Persian).
- Parvini, S., Jafarian, Z. & Kavian, A. (2018). Simulation Effects of Soil and Water Conservation in Rangelands on Runoff Characteristics Using HEC-HMS Model (A Case Study: Rangelands of Meikhoran Watershed, Kermanshah Province). *JWSS*. 2018; 22 (2), 81-95. (In Persian).
- Pilon, C., Moore Jr, P. A., Pote, D. H., Pennington, J. H., Martin, J. W., Brauer, D. K. & Lee, J.

- (2017). Long-term effects of grazing management and buffer strips on soil erosion from pastures. *Journal of environmental quality*, 46(2), 364-372.
- Rangavar, A. (2006). Investigation and comparison of runoff and soil loss between experimental plots and small catchments in order to use in watershed areas scale. Research Final Report, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 165 pages. (In Persian).
- Refahi, H.G. (2001). Water erosion and its control. *Tehran University Publisher*, 625 pages. (In Persian).
- Sadeghi, S.H.R., Mohammadpour, K. & Dianatitilaki, G.A. (2010). Sediment yield variability in free grazing and short term exclosure treatments in Kodir summer rangeland. *Rangeland*, 4(3), 484- 493. (In Persian).
- Salmanbayati, T., Hosseini, Z., Rashtian, A. & Alirezaee, H. (2018). Comparing the accuracy of different vegetation cover sampling methods in remote sensing indices (Case Study: Abbas Abad Hamedan). *Rangeland*, 12(2), 169-179. (In Persian).
- Samadi-Khangah, S., Ghorbani, A., Cho- ukali, M., Moameri, M., Badrzadeh, M. & Moatamedi, J. (2021). Effect of Grazing Exclosure on Vegetation Characteristics and Soil Properties in the Mahabad Sabzepoush Rangelands, Iran. *ECOPERSIA*. 2021;9(2),139-152.
- Sanjari, G., Yu, B., Ghadiri, H., Ciesiolka, C.A. & Rose, C.W. (2010). Effects of time-controlled grazing on runoff and sediment loss. *Soil Research*. 47(8), 796-808.
- Sokouti Oskoe, R. & Arabkhedri, M. (2018). Developing a Suitable Method for Determining Soil Loss Tolerance in Iran. *Land Management Journal*, 6(1), 1-19. (In Persian)
- Toy, T.J., Foster, G.R. & Renard, K.G. (2002). Soil erosion: processes, prediction, measurement, and control. *John Wiley & Sons*.
- Trueblood, D.C. (2007). Soil-vegetation relationships at rangeland exclosures in the gardner saltbush vegetation type of the Big Horn Basin, Wyoming. *University of Wyoming*, 106p.
- Wang, Z.Y., Hang, G.Q. & Gao. J. (2004). Modeling of vegetation-erosion dynamics in watershed systems. *Journal of Environmental Engineering*, 130, 792-800.