



Investigating the Sustainability and Interactive Effects of Physical-chemical Properties of Erosion-sensitive Marl and Rangeland Vegetation in Arid and Semiarid Areas (Case Study: Shahrood Town)

Ebrahim Yousefi Mobarhan¹ | Hamidreza Peyrowan²

1. Corresponding Author, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Semnan, Iran. E-mail: e.yousefi.m@gmail.com
2. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. E-mail: hrpeyrowan@yahoo.com

Article Info

ABSTRACT

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 02 Feb 2022

Received in revised form:
20 Feb 2022

Accepted: 21 Feb 2022

Available online: 05 April
2022

Keywords:

BLM Method,
Dominant Plant Type,
Erodibility,
Gypsiferous Marl,
Marl Formations.

Marni Formations have little vegetation in most arid and semi-arid regions due to special physical and chemical properties. The establishment of coverage on them faced several limitations. To properly understand the state of ecosystems in arid and semi-arid regions, it is necessary to understand the dynamic relationship between vegetation and soil. The aim of this study is to identify the established plant species and to investigate the interactive effects of physical-chemical characteristics of erosion-sensitive marl and rangeland vegetation in marl formations in three regions (Taroud Roads, Bakran and Riabad) of Shahrood city; so that after delimiting the marl lands on topographic maps and using geological maps, soil sampling was performed to determine the characteristics and to measure the vegetation canopy. Moderate erodibility in Marni formations in three areas, Taroud Roads, Bakran and Riabad, was done using BLM model. The results show that in general, the erosion status by BLM method in Bakran region with the highest percentage of vegetation is in the lower class and in the area of Taroud Roads and Riabad is in the middle class. The results of correlation between physicochemical indices of soil and vegetation showed that the canopy factor was related to soil factors including gypsum percentage (CaSo₄) and clay percentage at 99% and 95% confidence levels, respectively affecting each other. Clay in marl soil of Shahrood city is one of the most important factors that play an important role in the establishment of vegetation. The important point is that in all three regions, there is an abundance and predominant species of Artemisia plain and, without a doubt, this rangeland species can be considered as the most compatible plant species in the areas covered by marl formations.

Cite this article: Yousefi Mobarhan, E., Peyrowan, H. (2022). Investigating the Sustainability and Interactive Effects of Physical-chemical Properties of Erosion-sensitive Marl and Rangeland Vegetation in Arid and Semiarid Areas (Case Study: Shahrood Town). *Geography and Environmental Sustainability*, 12 (1), 57-74. DOI: 10.22126/GES.2022.7322.2499



© The Author(s).

DOI: 10.22126/GES.2022.7322.2499

Publisher: Razi University

بررسی پایداری و اثرات متقابل خصوصیات فیزیکی - شیمیایی مارن حساس به فرسایش و پوشش گیاهان مرتعی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: شهرستان شاهرود)

ابراهیم یوسفی مبرهن^۱ | حمیدرضا پیروان^۲

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران. رایانامه: e.yousefi.m@gmail.com

۲. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: hrpeyrowan@yahoo.com

اطلاعات مقاله چکیده

سازندهای مارنی در اغلب مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل خصوصیات خاص فیزیکی و شیمیایی، پوشش گیاهی اندکی دارند و استقرار پوشش بر روی آن‌ها با محدودیت‌های متعددی روبه‌رو است. جهت درک صحیح وضعیت اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه خشک، شناخت رابطه پویای بین پوشش گیاهی و خاک لازم است. این تحقیق با هدف شناسایی گونه‌های گیاهی استقرار یافته و بررسی اثرات متقابل خصوصیات فیزیکی - شیمیایی مارن حساس به فرسایش و پوشش گیاهان مرتعی در سازندهای مارنی سه منطقه (جاده طرود، بکران و ری‌آباد) شهرستان شاهرود انجام گرفت. به طوری که پس از تحدید اراضی مارنی بر روی نقشه‌های توپوگرافی و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، نمونه برداری از خاک برای تعیین خصوصیات و اندازه‌گیری تاج پوشش گیاهی انجام شد. میزان فرسایش پذیری متوسط در سازندهای مارنی سه منطقه جاده طرود، بکران و ری‌آباد با استفاده از مدل BLM صورت گرفت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد به طور کلی وضعیت فرسایش به روش BLM در منطقه بکران بالاترین درصد پوشش گیاهی در طبقه کم و در منطقه جاده طرود و ری‌آباد در طبقه متوسط قرار می‌گیرد. نتایج همبستگی بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی خاک و پوشش گیاهی نشان داد عامل تاج پوشش گیاهی با عوامل خاکی شامل درصد گچ (CaSo4) و درصد رس به ترتیب در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ۹۵ درصد ارتباط داشته و از همدیگر متأثر می‌شوند در ضمن گچ و رس موجود در خاک مارنی شهرستان شاهرود از مهم‌ترین عواملی است که در میزان استقرار پوشش گیاهی نقش بسزایی ایفا می‌کنند. نکته مهم آن است که در هر سه منطقه، گونه فراوان و غالب درمنه دشتی بوده و بدون تردید این گونه مرتعی را می‌توان سازگارترین گونه گیاهی در نواحی تحت پوشش سازندهای مارنی در نظر گرفت.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۳/۱۱/۱۴۰۰

تاریخ بازنگری: ۰۱/۱۲/۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۰۲/۱۲/۱۴۰۰

دسترسی آنلاین: ۱۷/۱۰/۱۴۰۱

کلیدواژه‌ها:

تیپ گیاهی غالب،

روش BLM،

سازندهای مارنی،

فرسایش پذیری،

مارن گچی.

استناد: یوسفی مبرهن، ابراهیم؛ پیروان، حمیدرضا (۱۴۰۱). بررسی پایداری و اثرات متقابل خصوصیات فیزیکی - شیمیایی مارن حساس به فرسایش و پوشش گیاهان مرتعی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: شهرستان شاهرود). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۲ (۱)، ۵۷-۷۴.

DOI: 10.22126/GES.2022.7322.2499



© نویسنده‌گان.

ناشر: دانشگاه رازی

مقدمه

واژه مارن، بیانگر نوع خاصی از سنگ‌ها و رسوبات حاصلخیز بوده که اجزاء اصلی آن کربنات کلسیم یا آهک رس‌دار که متشکل از مقادیر متغیر رس، کلسیت و آراگونیت است. مارن‌ها و نهشته‌های حاصل از آن‌ها حساس‌ترین سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش و تخریب هستند (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۹) و بخش وسیعی از عرصه‌های فرسایش‌پذیر کشور را تشکیل داده‌اند (بیروان و همکاران، ۱۳۹۱). سازندهای با لیتولوژی مارن، گل‌سنگ (مادستون)، توف و نهشته‌های تبخیری از سازندهایی هستند که خاک حاصل از آن‌ها معمولاً از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نامناسب بوده و از نفوذپذیری اندکی برخوردارند (باقریان کلات و همکاران، ۱۳۹۹)؛ لذا، استقرار پوشش گیاهی در این گونه خاک‌ها معمولاً با محدودیت‌های زیادی مواجه است و غالباً فاقد پوشش گیاهی بوده و یا پوشش گیاهی بسیار فقیری دارند (باقریان کلات، ۱۳۸۸). افزون بر این، سازندهای مارنی در پدیده بیابان‌زایی نقش اصلی دارند که در نوع تبخیری آن‌ها شدیدتر است (واعظی و همکاران، ۱۳۹۷).

فرایندهای فرسایشی در مارن‌ها به دلیل ناچیز بودن نفوذپذیری و نبود پوشش گیاهی به‌ویژه در تپه‌های مارنی، بسیار فعال است (باقریان کلات و همکاران، ۱۳۹۹). سازندهای مارنی در حوزه‌های آبخیز همواره مشکل‌ساز بوده و یکی از مهم‌ترین منابع تولیدکننده رسوب به حساب می‌آیند (Mathys et al., 2003؛ شکل‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۲، باقریان کلات و همکاران، ۱۳۹۹، سلیمان‌پور و همکاران، ۱۳۹۹ و عسگری و همکاران، ۱۴۰۱). از اشکال مختلف فرسایش به‌ویژه فرسایش هزار دره‌ای، یکی از خصوصیات بارز در عرصه‌های مارنی است (Roswell, 2002؛ بیروان و اسدی، ۱۳۸۴).

مطالعه اشکال فرسایش در مارن‌ها، نشان داده است که ارتباطی مابین اشکال فرسایش، طبقات و بعضی خواص شیمیایی خاک وجود دارد، به‌طوری‌که فرسایش ورقه‌ای، خندقی، و هزار دره و بیشترین تراکم خندق در مارن‌هایی قابل‌مشاهده است که نسبت جذب سدیم و محلولیت آن‌ها بالا باشد (امامی و بیروان، ۱۴۰۰). مارن‌ها در انواع مختلف آهکی، نمکی و گچی هستند و در نتیجه تحت شرایط اقلیمی مختلف، نوع و درصد پوشش گیاهی متفاوت از خود نشان می‌دهند. برای مثال در شمال سرخه، در مارن‌های گچی، نوعی گون خاص به نام گون گچی رویش دارد که در صورت شناسایی ویژگی‌های محیطی منطقه، می‌توان در شرایط مناسب، این گونه را در سایر پهنه‌های مارنی مشابه استقرار داد و از فرسایش کاست.

در خصوص میزان فرسایش و رسوب‌زایی سازندهای مارنی، پژوهش‌هایی مبتنی بر اندازه‌گیری‌های صحرایی به انجام رسیده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات، سکوتی و رزاقی (۲۰۱۵)، رضائی (۲۰۱۷)، رستمی و همکاران (۲۰۱۹)، مددی و پیروزی (۱۳۹۵) جعفرزاده و همکاران (۱۳۹۶) و حشمتی و همکاران (۱۳۹۹) (Jantzi et al., 2017; Moosdorf et al., 2018; Gourfi et al., 2018; Bamiki et al., 2020; Shaban et al., 2013; Ray & Buryilo, 2014) اشاره کرد. همچنین پیرامون تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها بر رسوب‌زایی می‌توان به تحقیقاتی محدودی از جمله قدیمی عروس‌محله (۱۳۸۸)، (Rienks et al., 2000)، عباسی (۱۳۸۴)، بشیری و کاوسی داودی (۱۳۹۶) و امامی و بیروان (۱۴۰۰) اشاره نمود. به‌طوری‌که مشخص گردید از بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مارن‌ها، اسیدیت، درصد گچ و درصد شن نمونه‌ها، اختلاف معناداری در بین انواع مختلف فرسایش دارد (سلماسی و بیروان، ۱۳۹۱).

در این تحقیق مهم‌ترین اجزا این عرصه‌ها یعنی پوشش گیاهی و عوامل محیطی مؤثر بر آن به‌عنوان بهترین عامل برای حفاظت و احیاء عرصه‌های مارنی و توسعه پایدار مطالعه می‌شود.

در ادامه به برخی به پژوهش‌هایی که به استقرار پوشش و رابطه آن با عرصه‌های مارنی پرداخته شده است اشاره می‌شود؛ بررسی‌های تمرناش و همکاران (۱۳۸۸)، نشان می‌دهد گونه‌های *Suaeda fruticosa* و *Chenopodium album* بیشترین همبستگی را با نسبت جذب سدیم داشته، گونه‌های *Aellenia glauca* علاوه بر آن، با هدایت الکتریکی و میزان سیلت و گچ نیز همبستگی بالایی برقرار کرده‌اند. نتایج بررسی طایمان و ذبیحی (۱۳۹۰) بر روی مارن‌های قم نشان داد که شوری و بافت خاک از عوامل اصلی محدودکننده رشد گونه‌های گیاهی این مناطق محسوب شده و فقط دو گونه *Stipagrostis plumosa* و *Tamarix aphylla* به ترتیب با شنی و شور بودن خاک واکنش مثبت نشان می‌دهند. تحقیقات شکراللهی و همکاران (۱۳۹۳) نشان می‌دهد که از میان عوامل خاکی، بافت، ازت، فسفر، اسیدیت و لاشبرگ، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پوشش تاجی

بوده و ویژگی‌های ماده آلی، فسفر، اسیدیته و هدایت الکتریکی نیز مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تراکم گونه‌های گیاهی هستند. بررسی‌های جوادی و همکاران (۱۳۹۵) حاکی از آن است که بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی، همبستگی معنی‌دار وجود دارد. مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی مؤثر در تفکیک جنس‌های رویشی منطقه مورد مطالعه، سنگ‌ریزه، رس، سیلت، شن، گچ، آهک، اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی، پتاسیم و ارتفاع از سطح دریا بوده و هر گونه گیاهی باتوجه به منطقه رویش، نیازهای بوم‌شناختی و دامنه بردباری، با بعضی از ویژگی‌های خاک رابطه دارد. بررسی‌های امامی و همکاران (۱۳۹۷) در پوشش گیاهی مستقر بر اراضی مارنی شهرستان بروجن نشان داد که رسوبات این دو پهنه از نظر میزان اسیدیته (pH)، کربنات کلسیم (TNV)، سدیم (Na) و کلر (Cl) و برخی عامل‌های فیزیکی از جمله ذرات شن، ماسه و سیلت دارای اختلافات معنی‌داری هستند. نکته مهم آن است که در هر چهار تیپ گیاهی شناسایی و تفکیک شده، گونه فراوان و غالب گون (As) است و بدون تردید می‌توان این گونه مرتعی را سازگارترین گونه گیاهی در نواحی تحت پوشش سازندهای مارنی در نظر گرفت. سکوتی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی نقش گونه‌های مرتعی مستقر بر روی سازندهای مارنی در حوضه آبخیز شهرستان خوی پرداختند. نتایج بررسی نشان داد بین تاج پوشش گیاهی و عوامل خاکی درصد سیلت و رس به‌اضافه شوری وزن ظاهری خاک تحت تأثیر هم قرار دارد. نتایج بررسی آقارسی و همکاران (۱۳۹۷) در مناطق مارنی بازرجان تفرش نشان داد که در عملیات آبخیزداری برای مارن کرتاسه و ائوسن به‌راحتی می‌توان بوته‌کاری انجام داد و تولید رواناب، رسوب و فرسایش را کاهش داد.

عدم وجود مطالعات دقیق پوشش گیاهی و تنوع گیاهی موجود در این مناطق همچنین شناسایی گونه‌های مستقر بر انواع مارن‌ها با تاکید بر عملکرد توسعه پایدار و کنترل فرسایش از دلایل اصلی لزوم اجرای مطالعه حاضر است. همچنین این امکان میسر می‌شود که از اطلاعات به‌دست‌آمده برای معرفی روش‌های احیایی متناسب با منطقه استفاده شود و نیز مناسب‌ترین گونه‌های گیاهی بومی در پروژه‌های بیولوژیک احیاء پوشش گیاهی معرفی شود. همان گونه که در مرور منابع اشاره شد مقالات تحقیقی در مورد سازندهای مارنی زیاد است و بررسی سوابق پژوهشی حاکی از آن است که عرصه‌های مارنی، دارای فرسایش‌پذیری زیاد و منشأ تولید رسوبات به‌حساب می‌آیند ولی در مورد شناخت پوشش گیاهی آن‌ها تحقیقات زیادی انجام نشده است بنابراین، ضروری است، بررسی‌های دقیق‌تری در این زمینه صورت گیرد. سازندهای مارنی منطقه شاهرود از یک‌سو، نسبت به پدیده فرسایش حساس بوده و از سوی دیگر، به دلیل بالا بودن میزان املاح گچ و نمک در آن‌ها موجب فرسایش و انتقال املاح به پایین‌دست منطقه می‌شوند. باتوجه به نقش پوشش گیاهی در توسعه پایدار و کنترل فرسایش خاک، پژوهش حاضر باهدف بررسی ویژگی‌های مهم خاک‌های مارنی و شناسایی جنس‌های گیاهی غالب بر روی این خاک‌ها همچنین اثرات متقابل ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و پوشش گیاهی پهنه‌های مارنی در شهرستان شاهرود به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

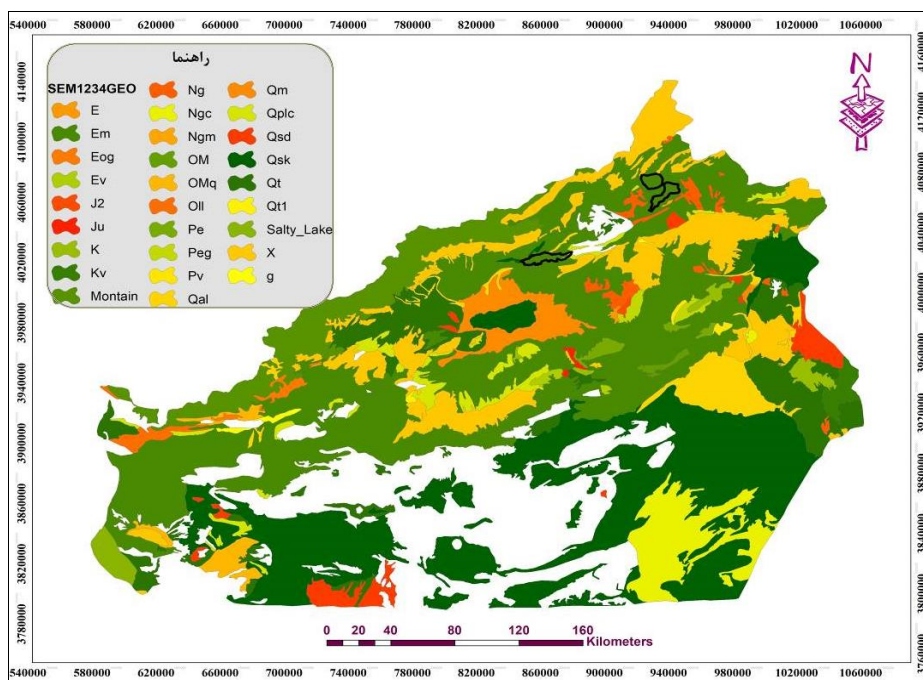
معرفی منطقه مورد مطالعه

شاهرود، در حدفاصل دو نوع آب‌وهوای خشک و کویری، در جنوب و مرطوب و پرباران در شمال جای گرفته که آب‌وهوایی مطبوع برای این شهر فراهم کرده و آن را در ردیف خوش آب‌وهواترین شهرهای ایران قرار داده است. این شهرستان در حاشیه شمالی دشت کویر و در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز با موقعیت جغرافیایی ۲۵ دقیقه و ۳۶ درجه عرضی و ۵۸ دقیقه و ۵۴ درجه طولی با ارتفاعی معادل ۱۳۸۰ متر از سطح دریا در شمال خاوری استان سمنان واقع شده است. قدیمی‌ترین رخنمون‌ها در منطقه مربوط به دوره پرمین شامل ماسه‌سنگ و شیل و آهک سازندهای دورود و روتنه است که با دگر شیبی موازی روی نهشته‌های قدیمی‌تر قرار گرفته‌اند. نهشته‌های کرتاسه بالا در منطقه دارای گسترش زیادی است و ضخامت آن به حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ متر می‌رسد. این نهشته‌ها شامل مارن‌های توده‌ای است که گاهی لایه‌های نازک آهک نیز در آن مشاهده می‌شود. واحدهای چینه‌شناسی سنگی استان در دامنه سنی پرکامبرین (سنگ‌های دگرگونی) تا کواترنر گسترش یافته‌اند. به دلیل ویژگی مارنی سازندهای دوران سوم استان، انواع فرسایش اغلب در این واحدها رخ داده است. نقشه

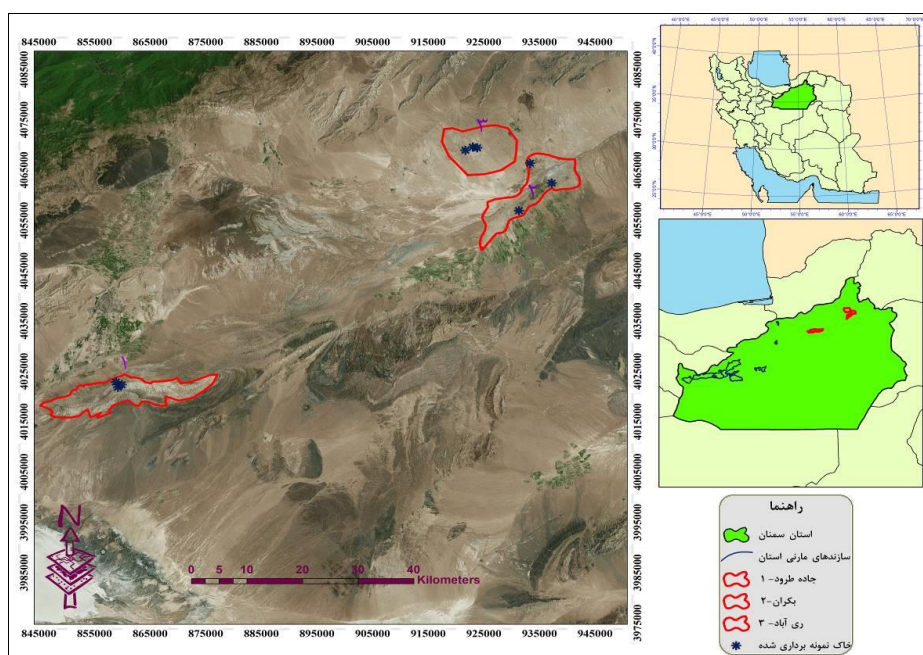
زمین‌شناسی استان سمنان و موقعیت جغرافیایی منطقه و محدوده سازندهای مارنی شهرستان شاهرود به ترتیب در شکل ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

داده‌های مورد استفاده

برای انجام این پژوهش، ابتدا اقدام به جمع‌آوری اطلاعات، آمار و سوابق مطالعاتی و پژوهشی شده و سپس با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (شکل ۱)، تصاویر ماهواره‌ای (برای کنترل مرز سازندها و واحدهای مارنی)، اقدام به تهیه نقشه واحدهای مارنی استان گردید. سپس مطالعات زمین‌شناسی صحرایی به منظور تدقیق نقشه‌های موجود و تعیین محدوده‌های گسترش سازندهای مارنی در شهرستان شاهرود انجام پذیرفت.



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی استان سمنان



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه و محدوده سازندهای مارنی شهرستان شاهرود

روش مطالعه

در این تحقیق از روش BLM^۱ که توسط دفتر مدیریت اراضی آمریکا ابداع شده است استفاده گردید. این مدل وضعیت فرسایش را برحسب جمع نمرات عوامل هفت‌گانه در یک جدول امتیازدهی عوامل سطحی عرضه کرده است (صدوق و همکاران، ۱۳۹۴) و طبق جدول ۱ وضعیت کلی فرسایش مشخص می‌شود. مدل BLM شامل هفت عامل فرسایش سطحی، لاشبرگ سطحی، پوشش سنگی سطح زمین، آثار تخریب در سطح زمین، فرسایش شیاری سطحی، آثار رسوب‌گذاری حاصل از جریان و توسعه فرسایش خندقی است که برگرفته از تیپ‌های فرسایشی است (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۱. وضعیت فرسایش برحسب جمع نمرات هفت عامل

وضعیت فرسایش	جمع نمرات عوامل هفت‌گانه
جزئی	۰-۲۰
کم	۲۰-۴۰
متوسط	۴۰-۶۰
زیاد	۶۰-۸۰
خیلی زیاد	۸۰-۱۰۰

شناسایی پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه با بازدیدهای صحرایی و باتوجه به ترکیب پوشش و مساحت هر یک از تیپ‌های گیاهی، تعداد پلات (با روش آماری) و اندازه پلات (باتوجه به بزرگ‌ترین تاج پوشش گونه گیاهی موجود در تیپ گیاهی) تعیین و جهت اندازه‌گیری پوشش تاجی هر یک از گونه‌های گیاهی همچون خاک لخت و سنگ و سنگریزه و لاشبرگ به روش تصادفی - سامانمند در هر تیپ از طریق مشاهده برآورد می‌گردد. از آنجاکه گونه‌های گیاهی به طرق مختلف باعث تثبیت خاک و انواع فرسایش می‌شوند بعضی از گونه‌های گیاهی از طریق گسترش سطح تاج پوشش و بعضی از گونه‌های گیاهی از طریق توسعه ریشه و بعضی از گونه‌های گیاهی از هر دو طریق باعث تثبیت خاک و فرسایش می‌شوند، گونه‌های گیاهی مناطق مورد مطالعه براین اساس تقسیم‌بندی شد. برای بررسی فلور منطقه، طی مطالعات میدانی در فصل رویش (اسفند تا مرداد) نمونه‌های گیاهی بر اساس روش مرسوم مطالعات تاکسونومی منطقه‌ای جمع‌آوری گردید. هم‌زمان با جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی، یادداشت‌های مربوط به وضعیت بوم‌شناختی و شکل زیستی هر یک از گونه‌های گیاهی به صورت مستقیم بر روی زمین انجام شد.

همچنین به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه‌های مارنی در محل رویشگاه هرگونه گیاهی از عمق ۲۰ سانتی‌متری و به تعداد ۳ نمونه از هر منطقه تهیه شد و در مجموع تعداد ۹ نمونه خاک مارنی جهت تحلیل به آزمایشگاه آب‌و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان منتقل شد. پس از حمل نمونه‌های خاک به آزمایشگاه و آماده‌سازی آن‌ها، بافت خاک شامل درصد رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتر، اسیدیته با استفاده از PH سنج، هدایت الکتریکی با دستگاه هدایت سنج الکتریکی، غلظت کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، غلظت سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری، میزان سولفات کلسیم (گچ) به روش استون، درصد کربنات کلسیم (آهک) با استفاده از روش کلسیمتری محاسبه شد.

در این پژوهش، ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگرو - اسمیرنوف بررسی گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و تعیین همبستگی بین درصد پوشش گیاهی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مارن‌های عرصه مورد بررسی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. تغییرات پوشش گیاهی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در پهنه‌های مارنی شاهرود (جاده طرود، بکران و ری‌آباد) با استفاده از تحلیل واریانس (ANOVA) در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، انجام و در ادامه، ماتریس همبستگی بین کلیه عامل‌های فیزیکوشیمیایی و پوشش گیاهی جهت تعیین اثرات متقابل آن در مناطق سه‌گانه تعیین شد.

نتایج

- ارزیابی فرسایش پذیری به روش BLM

باتکیه بر فاکتور BLM و همراه با عملیات صحرائی و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و عکس‌های هوایی موجود، فرسایش‌پذیری مورد بررسی و ارزیابی کمی و کیفی قرار گرفت. در این بررسی بر اساس فاکتور BLM مشخص گردید که سازند مارنی شهرستان شاهرود در سه منطقه طرود، بکران و ری‌آباد به ترتیب دارای متوسط ارزش عددی ۵۸/۷، ۳۵ و ۵۱/۷ بوده که منطقه طرود و ری‌آباد در رده فرسایش‌پذیری متوسط و منطقه بکران رده فرسایش‌پذیری کم قرار می‌گیرد (جدول ۲). دورنمایی از اشکال فرسایش سازندهای مارنی در مناطق سه‌گانه شهرستان شاهرود شکل ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۲. نتایج حاصل از اجرای مدل BLM در سازند مارنی شاهرود

شدت فرسایش	امتیاز شدت فرسایش	امتیاز عامل ۷	امتیاز عامل ۶	امتیاز عامل ۵	امتیاز عامل ۴	امتیاز عامل ۳	امتیاز عامل ۲	امتیاز عامل ۱	مساحت (کیلومتر مربع)	موقعیت	منطقه
زیاد	۶۷	۶	۱۳	۱۳	۳	۸	۱۴	۱۰		جاده طرود	۱
متوسط	۴۹	۳	۱۲	۱۴	۹	۲	۶	۳	۱۳۴		
متوسط	۶۰	۳	۱۲	۱۴	۹	۸	۶	۸			
کم	۳۹	۶	۶	۹	۳	۲	۸	۵		بکران	۲
کم	۲۳	۳	۳	۳	۳	۲	۶	۳	۱۱۴		
کم	۲۹	۳	۳	۳	۳	۸	۶	۳			
متوسط	۵۴	۶	۶	۶	۳	۸	۱۴	۱۱		ری‌آباد	۳
متوسط	۵۰	۳	۶	۹	۹	۱۴	۶	۳	۱۰۲		
متوسط	۵۱	۶	۳	۱۴	۶	۵	۱۴	۳			



شکل ۳. دورنمایی از اشکال فرسایش در سازند مارنی شاهرود

- ارزیابی پوشش گیاهی در سازند مارنی شاهرود

بر اساس بازدیدهای میدانی، بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های انجام‌گرفته در سازند مارنی شهرستان شاهرود تیپ گیاهی غالب، میزان درصد تاج پوشش گیاهی، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه و خاک لخت در هر سه منطقه مورد مطالعه در تیپ گیاهی شناسایی و ارائه گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد سطوح شیب‌دار مارنی منطقه جاده طرود و ری‌آباد از تنوع فرسایش‌پذیر و بدون پوشش گیاهی و یا با پوشش گیاهی کم هستند ولی در منطقه بکران که دارای سطوح هموار و بدون شیب بوده و از درصد فرسایش‌پذیری کم و درصد تاج پوشش گیاهی بالایی نسبت به دو منطقه مورد مطالعه در سازند مارنی شهرستان شاهرود برخوردار است. نکته مهم آن است که در هر سه منطقه، گونه فراوان و غالب درمنه دشتی بوده و بدون تردید این‌گونه مرتعی را سازگارترین گونه گیاهی در نواحی تحت پوشش سازندهای مارنی در نظر گرفت. باتوجه‌به بازدید میدانی صورت‌گرفته، نمونه‌های گیاهی مستقر در سازند مارنی شاهرود در شکل ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۳. میانگین درصد پوشش سطح زمین سازند مارنی شاهرود

منطقه	سازند مارنی شاهرود	تیپ گیاهی غالب	درصد تاج پوشش گیاهی	لاشبرگ	سنگ و سنگریزه	خاک لخت
۱	جاده طرود	<i>Artemisia sieberi, Zygophyllum eurypterum</i>	۵/۴۲	۰/۸۵	۱۳/۱۷	۸۰/۵۶
۲	بکران	<i>Artemisia sieberi, Halocnemum strobilaceum</i>	۱۹/۸۴	۲/۶	۰/۳۴	۷۷/۲۲
۳	ری‌آباد	<i>Artemisia sieberi, Seidlitzia rosmarinus</i>	۴/۳۷	۰/۳۶	۲۸/۴۱	۶۶/۸۶



شکل ۴. گیاهان حفاظتی شناسایی شده در اراضی سازند مارنی شاهرود

نتایج آزمایش خاک‌های مارنی نمونه‌برداری شده

برای کمی شدن نظرات و تحلیل‌های مطرح در خصوص سازندها، واحدها و نهشته‌های مارنی در ۲ نقطه نمونه‌برداری از خاک‌های مارنی انجام شد، در این خصوص نمونه‌های تهیه شده جهت تحلیل خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج آزمایش

خاک مارنی نشان می‌دهد که بافت خاک منطقه طرود، بکران و ری‌آباد به ترتیب از نوع سیلتی رسی لومی، شنی لومی - سیلتی لومی و لومی است. خاک منطقه بکران از درصد گچ (مارن گچی) بیشتر و منطقه ری‌آباد از درصد آهک (مارن آهکی) بیشتر نسبت به دو منطقه مورد مطالعه برخوردار هستند؛ همچنین منطقه ری‌آباد هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) بالاتری نسبت به مناطق بکران و طرود دارد (جدول ۴).

جدول ۴. خلاصه نتایج آزمایش خاک در عرصه مارنی منطقه شاهرود

منطقه	موقعیت	عمق (cm)	Sand %	Silt %	Clay %	PH	EC (d.s/m)	TNV %	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	CaSO4 %
۱	جاده طرود	۰-۲۰	۱۸	۴۹	۳۳	۷/۷۱	۴/۵۵	۱۷	۲۱	۱۹	۹/۳	۱/۲۴
		۰-۲۰	۱۴	۴۹	۳۷	۷/۷۸	۴	۱۵	۱۰	۲۴	۷/۱	۳/۷۸
		۰-۲۰	۱۶	۴۹	۳۵	۷/۷۵	۴۳	۱۶	۱۵	۲۲	۸/۴	۲/۵
۲	بکران	۰-۲۰	۲۴	۵۱	۲۵	۷/۵۱	۳۲	۲۴	۲۰	۲۵	۲۹۰	۴/۲۶
		۰-۲۰	۵۴	۳۳	۱۳	۷/۳۶	۶۰	۱۴	۳۶۰	۱۴۰	۱۸۰	۴/۴۳
		۰-۲۰	۴۰	۴۰	۲۰	۷/۴۵	۴۵	۱۹	۲۵	۲۱	۱۷۵	۴/۳
۳	ری‌آباد	۰-۲۰	۴۲	۳۱	۲۷	۷/۴۵	۳۸/۱۰	۵۰	۳۸	۲۹	۳۲۰	۰/۰۶
		۰-۲۰	۳۲	۴۵	۲۳	۷/۲۰	۵۰/۶۰	۳۸	۱۰	۱۶	۵۱۰	۲/۳۴
		۰-۲۰	۳۷	۳۹	۲۴	۷/۳۰	۴۴	۴۴	۱۹	۲۰	۲۱۰	۱/۵

تغییرات پوشش گیاهی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در پهنه‌های مارنی شاهرود

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در پهنه‌های مارنی شهرستان اختلاف معنی‌داری در سطح ($P < 0/05$) بین عامل پوشش گیاهی وجود دارد همچنین از کل عامل‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در هر سه منطقه مورد مطالعه (جاده طرود، بکران و ری‌آباد) در شهرستان شاهرود به جز سیلت ($P < 0/2$) بقیه عامل‌ها شامل شن، رس، هدایت الکتریکی (EC)، آهک (TNV)، گچ ($CaSO_4$) دارای اختلاف معنی‌داری هستند و این امر باعث تفاوت در استقرار پوشش گیاهی و نوع گونه‌ها مستقر گردیده است. (جدول ۵).

جدول ۵. تجزیه واریانس خصوصیات خاک و پوشش گیاهی در مناطق سه‌گانه مورد بررسی

سطح معنی‌داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	هابین گروه
۰/۰	۴۱۸/۵۹	۲۲۷/۰۱	۲	۴۵۴/۰۲	هابین گروه
tajpooshesh		۰/۵۴	۶	۳/۲۵	هاداخل گروه
			۸	۴۵۷/۲۷	کل
		۰/۰۳۹	۴۹۵/۴	۲	۹۹۰/۸۹
sand		۸۴/۷۸	۶	۵۸۰/۶۷	هاداخل گروه
			۸	۱۴۹۹/۵۶	کل
		۰/۲۰۷	۲/۰۷	۹۰/۷۸	۲
Silt		۴۳/۸۹	۶	۲۶۳/۳	هاداخل گروه
			۸	۴۴۴/۸۹	کل
		۰/۰۰۷	۱۲/۷۸	۱۹۰/۳	۲
Clay		۱۴/۸۹	۶	۸۹/۳	هاداخل گروه
			۸	۴۷۰	کل
		۰/۰۰۲	۲۱/۰۹	۱۶۵۵/۳۲	۲
EC		۷۸/۵	۶	۴۷۱/۰۲	هاداخل گروه
			۸	۳۷۸۱/۶۶	کل

ادامه جدول ۵.

	سطح معنی داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	هابین گروه
TNV	۰/۰۰۱	۳۴/۳۱	۷۰۹	۲	۱۴۸۱	هابین گروه
			۲۰/۶۷	۶	۱۲۴	هاداخل گروه
				۸	۱۵۴۲	کل
CaSo4	۰/۰۲۹	۶/۷۵	۶/۸۵	۲	۱۳/۷۱	هابین گروه
			۱/۰۱	۶	۶/۰۹	هاداخل گروه
				۸	۱۹/۸۰	کل
SAR	۰/۰۱۸	۸/۴	۱۸۵/۵۱	۲	۳۷۱/۰۱	هابین گروه
			۲۲/۰۹	۶	۱۳۲/۵	هاداخل گروه
				۸	۵۰۳/۵۷	کل

جدول ۶ گروه بندی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی موقعیت سه گانه در پهناهای مارنی شهرستان شاهرود را بر اساس آزمون بکار برده شده (آزمون دانکن) نشان می دهد. همان طور که از جدول مشاهده می شود از بین خصوصیات فیزیکی خاک فقط درصد سیلت تمام میانگین ها در یک گروه دسته بندی شده اند که نشان می دهد بین گروه ها تفاوت معنی داری وجود ندارد. اثر عواملی مانند درصد شن، رس و هدایت الکتریکی خاک (EC) نشان می دهد که در مناطق ۲ و ۳ اختلاف معنی داری مشاهده نشده است و منطقه ۱ به تنهایی در گروهی مجزا قرار می گیرد. اما از نظر درصد آهک مناطق ۱ و ۲ از تفاوت معنی داری با منطقه ۳ برخوردار هستند. از نظر درصد گچ مناطق ۱ و ۲ در یک گروه و مناطق ۱ و ۳ در گروهی دیگر بوده که در این بین منطقه ۱ از نظر این ویژگی در حالت مشترک واقع می شود. بررسی گروه های همگنی شهرستان از نظر ویژگی تاج پوشش نشان داد درصد تاج پوشش مناطق ۱ و ۳ اختلاف معنی داری با منطقه ۲ دارد و منطقه ۲ به تنهایی در گروهی دیگر قرار گرفته است.

جدول ۶. تعیین گروه های همگن پوشش گیاهی و خاک

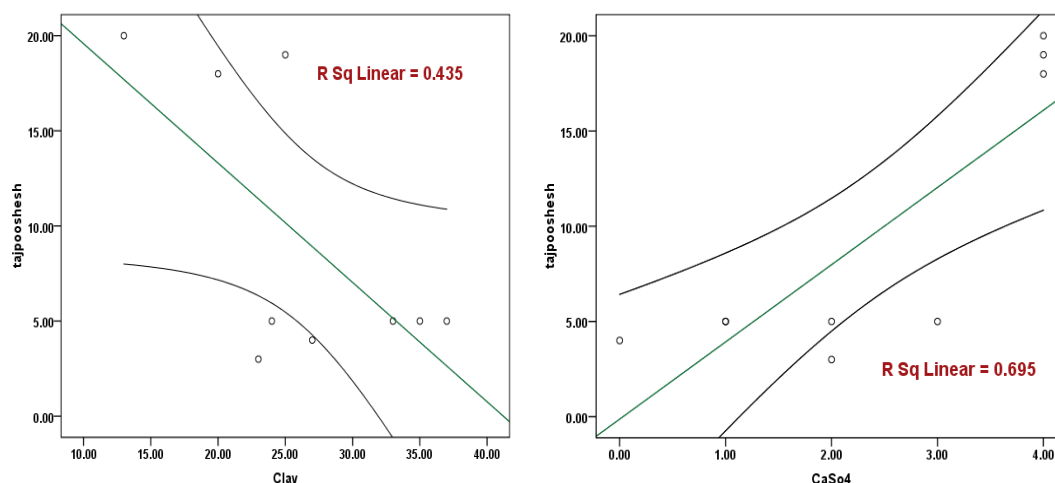
	منطقه	تعداد نمونه ها	زیرمجموعه	
			۱	۲
tajpooshesh	۳	۳	۴/۲۵	
	۱	۳	۵/۴۱	
	۲	۳		۱۹/۸۶
	داری سطح معنی		۰/۱۱	۱
Sand	۱	۳	۱۶	
	۳	۳		۳۷
	۲	۳		۹۳/۳
	داری سطح معنی		۱	۰/۷۷
Silt	۳	۳	۳۸/۳	
	۲	۳	۴۱/۳	
	۱	۳	۴۹	
	داری سطح معنی		۰/۱۱	
Clay	۲	۳	۱۹/۳	
	۳	۳	۲۴/۶۷	
	۱	۳		۳۵
	داری سطح معنی		۰/۱۴	۱

ادامه جدول ۶.

	منطقه	تعداد نمونه‌ها	زیرمجموعه	
			۱	۲
EC	۱	۳	۴/۲۸	
	۳	۳		۴۴/۲۳
	۲	۳		۴۵/۶۷
	داری سطح معنی		۱	۰/۸۵
TNV	۱	۳	۱۶	
	۲	۳	۱۹	
	۲	۳		۴۴
	داری سطح معنی		۰/۴۵	۱
CaSo4	۳	۳	۱/۳۳	
	۱	۳	۲/۵۱	۲/۵۱
	۲	۳		۴/۳۳
	داری سطح معنی		۰/۲۰	۰/۰۷
SAR	۱	۳	۰/۲۹	
	۲	۳	۶/۷۳	۶/۷۳
	۳	۳		۱۵/۹۳
	داری سطح معنی		۰/۱۴	۰/۰۵

اثرات متقابل خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مارن‌ها و پوشش گیاهی

برای بررسی اثرات متقابل عوامل خاکی و پوشش گیاهی باتوجه به کمی بودن داده‌ها از روش همبستگی استفاده شد (جدول ۷). اثرات متقابل ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مارن‌ها و پوشش گیاهی در موقعیت‌های سه گانه شهرستان شاهرود (جاده طرود، بکران و ری‌آباد) نیز بررسی شد و با توجه به خصوصیات گسترده مارن‌های گچی استان و همان‌طوری که انتظار داشتیم نتایج نشان داد عامل تاج پوشش گیاهی با ویژگی شیمیایی خاک شامل درصد گچ (CaSo4) در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و با ویژگی فیزیکی خاک شامل درصد رس در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ ارتباط داشته و از همدیگر متأثر می‌شوند (شکل ۵). همچنین عامل فیزیکی خاک شامل شن و رس، سیلت به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ با عامل شیمیایی خاک شامل شوری (EC) ارتباط دارد. لازم به ذکر است که درصد آهک (TNV) از همبستگی در سطح ۰/۰۵ با عوامل درصد گچ و نسبت جذب سدیم برخوردار است.



شکل ۵. نمودار همبستگی خصوصیات شیمیایی (گچ) و فیزیکی (رس) مارن‌ها با پوشش گیاهی

جدول ۷. همبستگی شیمیایی و فیزیکی مارن‌ها و پوشش گیاهی در مناطق سه گانه

		tajpooshesh	sand	Silt	Clay	EC	TNV	CaSo4	SAR
tajpooshesh	Pearson Correlation	۱	۰/۴۴	-۰/۱۴	-۰/۶۵*	۰/۴۴	-۰/۴۵	۰/۷۷**	-۰/۱۷
	Sig. (1-tailed)		۰/۱۱	۰/۳۶	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۰۷	۰/۳۳
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
sand	Pearson Correlation	۰/۴۴	۱	-۰/۹**	-۰/۹**	۰/۹۱**	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۳۱
	Sig. (1-tailed)	۰/۱۱		۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱۹	۰/۴۴	۰/۲۱
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
Silt	Pearson Correlation	-۰/۱۴	-۰/۹**	۱	۰/۶۴*	-۰/۷*	-۰/۴۷	۰/۲۴	-۰/۱۶
	Sig. (1-tailed)	۰/۳۶	۰/۰		۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱	۰/۲۶	۰/۳۴
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
Clay	Pearson Correlation	-۰/۶۵*	-۰/۹**	۰/۶۴*	۱	-۰/۹۴**	-۰/۱۴	-۰/۳۴	-۰/۳۹
	Sig. (1-tailed)	۰/۰۳	۰/۰	۰/۰۳		۰/۰	۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۱۵
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
EC	Pearson Correlation	۰/۴۴	۰/۹۱**	-۰/۷*	-۰/۹۵**	۱	۰/۴۱	۰/۱۸	۰/۶۱*
	Sig. (1-tailed)	۰/۱۱	۰/۰	۰/۰۲	۰/۰		۰/۱۴	۰/۳۲	۰/۰۴
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
TNV	Pearson Correlation	-۰/۴۵	۰/۳۴	-۰/۴۷	-۰/۱۴	۰/۴۱	۱	-۰/۶۹*	۰/۷۳*
	Sig. (1-tailed)	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۱	۰/۳۵	۰/۱۴		۰/۰۲	۰/۰۱
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
CaSo4	Pearson Correlation	۰/۷۷**	۰/۰۶	۰/۲۴	-۰/۳۵	۰/۱۸	-۰/۶۹*	۱	-۰/۱۹
	Sig. (1-tailed)	۰/۰۰۷	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۰۲		۰/۳۱
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
SAR	Pearson Correlation	-۰/۱۷	۰/۳	-۰/۱۶	-۰/۳۹	۰/۶۲*	۰/۷۳*	-۰/۱۹	۱
	Sig. (1-tailed)	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۳۱	
	N	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

* و ** به ترتیب در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار است.

بحث

مارن‌ها به‌عنوان حساس‌ترین ساختار در برابر فرسایش و هوازگی نقش عمده‌ای در رسوب‌زایی حوزه‌های آبخیز دارند. سازندهای مارنی در حوزه‌های آبخیز کشور همواره مشکل‌ساز بوده‌اند و یکی از مهم‌ترین منابع تولیدکننده رسوب به‌حساب می‌آیند. از آنجاکه اجرای عملیات سازه‌ای مهار فرسایش و رسوب در اراضی مارنی به سبب ویژگی‌های مکانیکی آن‌ها دشوار و یا غیرممکن است؛ بنابراین، مدیریت اراضی و مهار فرسایش و رسوب حوضه به شیوه‌ی زیستی ضروری است (سلیمان‌پور و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج اثرات متقابل عوامل خاکی (فیزیکی و شیمیایی) و پوشش گیاهی برای تعیین همبستگی در عرصه‌های مارنی شهرستان شاهرود نشان داده است که عامل تاج پوشش گیاهی با عامل خاکی اجزای بافتی خاک شامل درصد گچ (CaSo4) در سطح اطمینان ۹۹ درصد و درصد رس در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارتباط داشته است که با نتایج پژوهش سکوتی و همکاران (۱۳۹۸) و باقریان کلات و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد. در مجموع می‌توان بیان کرد که بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و درصد پوشش گیاهی در مناطق مارنی مورد پژوهش رابطه معنی‌داری وجود دارد. میزان

همبستگی بسته به گونه‌های گیاهی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها متفاوت است. یافته‌های Gallart et al., (2017); Yue et al., (2013); و تمرناش و همکاران (۱۳۸۸) و باقریان کلات و همکاران (۱۳۹۹) نیز موید این نکته است. با عنایت به این موضوع که مهم‌ترین عامل در کاهش هدررفت خاک و جلوگیری از فرسایش و تثبیت اراضی مارنی، «استقرار پوشش گیاهی سازگار» با آن‌هاست (برخورداری و همکاران، ۱۴۰۰؛ سلیمان‌پور و همکاران، ۱۳۹۹ و عسگری و همکاران، ۱۴۰۱)؛ یافته‌های این پژوهش که باتوجه به بررسی‌های صحرایی اراضی مارنی و اندازه‌گیری و بررسی وضعیت فیزیکوشیمیایی و پوشش گیاهی به دست آمد مؤید این نکته است که به‌منظور حفاظت و تثبیت اراضی مارنی لازم است به ترتیب: نسبت به تکثیر و استقرار گونه‌های غالب بوته‌ای، علفی و گندمی چندساله، و علفی و گندمی یک‌ساله در منطقه مورد مطالعه اقدام گردد. این نتایج با یافته‌های (De Soyza et al., (1997) Smith & Wischmeier, (1962); Casermeiro et al., (2004); Bestelmeyer, (2006); Bestelmeyer et al., (2006); Li et al., (2008) همکاران (۱۳۸۵)، حشمتی و همکاران (۱۳۹۹)، لطفی‌اناری و همکاران (۲۰۱۰)، مفیدی چلان و حشمتی (۲۰۱۶)، نجفیان و همکاران (۲۰۱۰)، قدسی و همکاران (۱۳۹۰)، و یاری و حشمتی (۱۳۹۴) مطابقت دارد. در این تحقیق علاوه بر بررسی اثرات متقابل خصوصیات فیزیکی - شیمیایی مارن حساس به فرسایش با پوشش گیاهان مرتعی و معرفی و شناسایی گیاهان مرتعی غالب به‌منظور حفاظت و تثبیت مارن‌ها، فرسایش‌پذیری عرصه‌های مارنی با استفاده از روش BLM تعیین گردید. باتوجه به وجود این رابطه در مناطق سه‌گانه شهرستان شاهرود و نتایج آزمون دانکن که نشان می‌دهد درصد گچ منطقه جاده طرود (منطقه ۱) تفاوت معنی‌داری با ۲ منطقه دیگر (بکران و ری آباد) ندارد و باتوجه به ویژگی‌های گیاه‌شناسی و خصوصیات طبیعی منطقه (فهرست فلورستیک) و تأکید بر این نکته که علاوه بر مسئله فرسایش‌پذیری و تولید رسوب، اراضی مارنی عمدتاً دارای نفوذپذیری ناچیز و رطوبت ناکافی به‌منظور استقرار و رشد گیاهان در خود هستند توصیه می‌شود نسبت به استقرار و تکثیر گونه مرتعی قیچ (*euryptherum Zygophyllum*) در نواحی تحت پوشش مارن در منطقه ری‌آباد (۳) اقدام شود. زیرا با مدیریت و استقرار این‌گونه‌ها، علاوه بر توسعه پایدار در حفاظت خاک، فرصت زادآوری و حفظ این‌گونه‌های گیاهی ارزشمند فراهم خواهد شد.

نتیجه‌گیری

به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار در زمینه حفاظت از خاک در حوزه‌های آبخیز با رویکرد مدیریت جامع، شناخت عناصر و عامل‌های کلیدی مهم است. مارن‌ها و نهشته‌های حاصل از آن‌ها حساس‌ترین سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش و تخریب هستند و بخش قابل توجهی از اراضی استان سمنان را سازندهای مارنی تشکیل داده‌اند.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری داده‌های موجود که از انجام آزمایش‌های خاک‌شناسی بر روی پهنه‌های مارنی مناطق سه‌گانه شهرستان شاهرود از یک‌سو و بررسی‌های پوشش گیاهی موجود بر روی پهنه‌های مذکور از سوی دیگر است، چندین نکته و رهیافت کاربردی به شرح زیر قابل‌ارائه است. وضعیت فرسایش‌پذیری متوسط در سازندهای مارنی منطقه جاده طرود و ری‌آباد باتکیه بر عامل BLM، به ترتیب دارای ارزش عددی ۵۹، ۵۲ بوده که در رده فرسایش‌پذیری متوسط قرار می‌گیرد و بر همین اساس از نظر تراکم پوشش گیاهی بسیار محدود بوده و استقرار پوشش مناسب و احیاء منطقه قبل از کنترل فرسایش، فعالیت بیهوده و بی‌ثمری خواهد بود. بر اساس نتایج آزمایش‌های خاک‌شناسی، می‌توان مارن‌های پهنه جاده طرود (منطقه ۱) را در زمره مارن‌های لومی رسی سیلنتی با بافت نسبتاً سنگین و مارن‌های پهنه بکران (منطقه ۲) لومی‌شنی با بافت نسبتاً سبک و مارن‌های پهنه ری‌آباد (منطقه ۳) با بافت لومی طبقه‌بندی کرد. بر اساس نتایج آزمایش‌های شیمیایی صورت‌گرفته و همچنین تجزیه و تحلیل‌های آماری، منطقه بکران و ری‌آباد به ترتیب از درصد گچ (مارن گچی) و درصد آهک (مارن آهکی) بیشتری نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه برخوردار هستند همچنین منطقه ری‌آباد هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) بالاتری نسبت به مناطق بکران و جاده طرود دارد.

متوسط پوشش گیاهی مناطق سه‌گانه پهنه‌های مارنی شاهرود شامل جاده طرود، بکران و ری‌آباد به ترتیب ۵/۴، ۱۹/۸ و ۴/۴ درصد است و نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در زمینه پوشش گیاهی نشان داده است که در مناطق مورد مطالعه

گیاهان یک‌ساله موجود در فلور منطقه از طرق مختلفی باعث تثبیت مارن و جلوگیری از فرسایش خاک می‌شوند و منطقه بکران با وضعیت فرسایش‌پذیری کم، دارای بیشترین درصد پوشش نسبت به دو منطقه دیگر است. مقایسه خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی خاک و پوشش گیاهی در پهنه‌های مارنی مناطق سه‌گانه شهرستان شاهرود نشان می‌دهد که متغیرهای شن، رس، قلیائیت، شوری (EC)، درصد گچ (CaSO_4)، درصد آهک (TNV) و نسبت جذب سدیم (SAR) همچنین تاج پوشش گیاهی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

همان‌طور که از تجزیه واریانس خصوصیات خاک و پوشش گیاهی انتظار داشتیم نتایج گروه‌بندی با روش دانکن نشان داد بین گروه‌ها از نظر درصد سیلت اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ولی از نظر درصد آهک مناطق ۱ و ۲ از تفاوت معنی‌دار با منطقه ۳ برخوردار بوده و از نظر درصد گچ مناطق ۱ و ۳ و مناطق ۱ و ۲ در دو گروه مجزا قرار گرفته و از اختلاف بین آنها معنی‌دار می‌باشد که در این بین منطقه ۱ از نظر این ویژگی در حالت مشترک واقع می‌شود. نتایج این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که پوشش تاجی در منطقه مورد بررسی تحت تأثیر وجود عامل فیزیکی‌شیمیایی خاک شامل درصد گچ (CaSO_4) و درصد رس است و نتایج حاصل از همبستگی بین شاخص‌های فیزیکی‌شیمیایی خاک و پوشش گیاهی نشان می‌دهد که عامل خاکی گچ و رس از عوامل تأثیرگذار بر تغییرات اجتماعات گیاهی در اراضی مارنی منطقه مورد بررسی محسوب می‌شوند؛ لذا باعث تفاوت در استقرار پوشش گیاهی و نوع گونه‌ها مستقر گردیده است.

در حوضه‌هایی که سازندهای مارنی بخش قابل‌توجهی از سازندهای زمین‌شناسی را تشکیل می‌دهند، از آنجاکه این سازندها از قابلیت فرسایش‌پذیری بیشتری نسبت به سایر سازندها برخوردارند، لذا، پیشنهاد می‌شود قبل از اجرای برنامه‌های توسعه پایدار و حفاظت خاک، ویژگی‌های مارن‌ها به‌دقت مورد بررسی قرار گرفته و برنامه‌های موردنظر متناسب با این ویژگی‌ها انتخاب شوند. از طرف دیگر، همان‌گونه که نتایج این پژوهش نیز نشان می‌دهد، هرچند که میزان پوشش گیاهی اراضی مارنی در مقایسه با سایر خاک‌ها کمتر است، اما گونه‌های گیاهی نادر اما با ارزشی وجود دارند که شناخت و معرفی چنین گونه‌هایی برای تثبیت بیولوژیکی اراضی مارنی می‌تواند اهمیت زیادی داشته باشد.

سیاسگزاری

نوشتار پیش رو مستخرج از طرح ملی "شناسایی و بررسی نقش گونه‌های مرتعی بر کنترل فرسایش در سازندهای مارنی منتخب در استان سمنان"، در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری است. نویسندگان این مقاله، بر خود فرض می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان نهایت تشکر و سپاس را اعلام دارند.

منابع

- آقاراضی، حشمت‌الله؛ میرداودی، حمیدرضا؛ پیروان، حمیدرضا؛ داودی راد، علی‌اکبر (۱۳۹۷). شناخت گیاهان حفاظتی در سطوح شیب‌دار سازندهای مارنی (مطالعه موردی مناطق مارنی بازرجان تفرش). هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبرگیر باران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- امامی، سید نعیم. (۱۳۹۸). بررسی نقش حفاظتی گونه‌های مرتعی مستقر بر روی سازندهای مارنی استان چهارمحال و بختیاری (مرحله ۱ شهرستان بروجن). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۰۳.
- امامی، سید نعیم؛ پیروان، حمیدرضا (۱۴۰۰). شاخص‌های فیزیکی‌شیمیایی مؤثر بر رسوب‌زایی مارن‌های پهنه زمین‌ساختی زاگرس، مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۳(۲)، ۳۱۰-۳۲۷.
- باقریان کلات، علی؛ فیله‌کش، اسماعیل؛ مجیدی، علیرضا (۱۳۹۹). بررسی ویژگی‌های خاک‌شناسی و پوشش گیاهی سازندهای مارنی، مطالعه موردی: مارن‌های منطقه سبزواری. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۲(۴)، ۹۴۰-۹۴۹.
- باقریان کلات، علی (۱۳۸۸). بررسی رابطه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با پوشش گیاهی بر روی سازندهای مارنی منطقه سبزواری. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۰۵.
- برخورداری، جلال؛ پیروان، حمیدرضا؛ شادفر، صمد؛ میرجلیلی، علی‌بمان؛ هاتفی، میثم (۱۴۰۰). بررسی نقش گونه‌های مرتعی در حفاظت سازندهای مارنی از فرسایش در شهرستان اردکان - استان یزد. مجله ترویج و توسعه آبخیزداری ۹(۳۳)، ۳۹-۴۵.

- بشیری، مهدی؛ کاوسی داودی، سیده مائده (۱۳۹۶). اثر پوزولان‌های طبیعی و فشردگی خاک در کنترل فرسایش مارن‌ها با استفاده از شبیه‌ساز باران صحرایی (مطالعه موردی: منطقه اسلام‌قلعه، خراسان رضوی). مرتع و آبخیزداری، ۷۰(۳)، ۶۱۹-۶۳۲.
- پیروان، حمیدرضا؛ اسدی، تورج (۱۳۸۴). مروری بر نقش عوامل فیزیکو-شیمیایی مؤثر بر اشکال فرسایش. پهنه‌های مارنی. مرکز تحقیقات و آبخیزداری، نهمین کنگره علوم و خاک ایران ۷۲.
- پیروان، حمیدرضا؛ صمدی تبریزی، امیر؛ شادفر، صمد؛ معتمد، احمد (۱۳۹۱). بررسی ویژگی‌های رسوب‌شناسی نهشته‌های نئوژن منطقه سیاه‌کوه و گچ‌آب. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۴(۴)، ۲۰۱-۲۰۷.
- تمرتاش، رضا؛ طاطیان، محمدرضا؛ ریحانی، بهجت؛ شکریان، فاطمه (۱۳۸۸). بررسی رابطه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مارنی با اجتماعات گیاهی (مطالعه موردی: دشت بیرجند). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶(۴)، ۴۸۱-۴۹۲.
- جعفرزاده اسطوخ کوهی، علیرضا؛ رضائی، پرویز (۱۳۹۶). برآورد فرسایش خاک در حوضه سفیدرود با تأکید بر نقش لندفرمها. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷(۴۴)، ۲۲۰-۲۰۱.
- جوادی، سیداکبر؛ خان آرمویی، علیرضا؛ جعفری، محمد (۱۳۹۵). بررسی ارتباط فاکتورهای پوشش گیاهی و خصوصیات خاک (مطالعه موردی پارک ملی خجیر). مرتع و آبخیزداری، ۲(۲)، ۳۵۳-۳۶۶.
- حشمتی، غلامعلی؛ کریمیان، علی‌اکبر؛ کریمی، پرویز؛ امیرخانی، معصومه (۱۳۸۶). ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی منطقه اینچه برون، استان گلستان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴، ۱۷۴-۱۸۲.
- حشمتی، مسیب؛ پیروان، حمیدرضا؛ قیطوری، محمد؛ احمدی ملاوردی، مجید؛ مرادپور، علی (۱۳۹۹). پراکنش سازندهای مارنی، کاربری اراضی و فرسایش غالب آن‌ها در استان کرمانشاه. جغرافیا و پایداری محیط، ۱۰(۴)، ۵۳-۷۲.
- سکوتی اسکوتی، رضا (۱۳۹۸). بررسی نقش گونه‌های مرتعی مستقر بر روی سازندهای مارنی در مهار فرسایش، مطالعه موردی (شهرستان خوی). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۱۲.
- سلماسی، رامین؛ پیروان، حمیدرضا (۱۳۹۱). بررسی ارتباط بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن حساس به فرسایش (M2mg) حوزه آبخیز تلخه‌رود با اشکال مختلف فرسایش. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۴(۳)، ۱۶۰-۱۶۹.
- سلیمان پور، سیدمسعود؛ پیروان، حمیدرضا؛ قهاری، غلامرضا؛ حاتمی، احمد؛ کشاورزی، حسن (۱۳۹۹). شناسایی و بررسی پوشش گیاهی سازندهای مارنی برای تعیین نقش حفاظتی آنها در غرب حوزه آبخیز مهارلو. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۲۰.
- سلیمان پور، سیدمسعود؛ پیروان، حمیدرضا؛ قهاری، غلامرضا؛ حاتمی، احمد؛ حسینی مرنندی، حمید (۱۴۰۰). معرفی گیاهان مناسب و تعیین نقش حفاظتی آن‌ها در اراضی مارنی غرب حوزه آبخیز مهارلو. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۵(۵۳)، ۳۳-۴۵.
- شکراللهی، شکوفه؛ مرادی، حمیدرضا؛ دیبانتی تیلکی، قاسم علی؛ جابرالانصار، زهرا (۱۳۹۳). بررسی رابطه گونه‌های گیاهی با عوامل اداپتیکی و فیزیوگرافی رویشگاه (مطالعه موردی: بخشی از مراتع بیلاقی پلور - مازندران). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱(۳)، ۵۴۱-۵۴۸.
- شکل آبادی، محسن؛ خادمی، حسین؛ چرخایی، امیرحسین (۱۳۸۲). تولید رواناب و رسوب در خاک‌های با مواد مادری متفاوت در حوزه آبخیز گل آباد، اردستان. علوم آب‌و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۷(۲)، ۸۵-۱۰۲.
- صدوق، سیدحسن؛ حسین‌زاده، محمد مهدی؛ آزادی، فهیمه (۱۳۹۴). پهنه‌بندی فرسایش در حوضه آبخیز کهمان با استفاده از سه مدل EPM، BLM و Fargas هیدرو ژئومورفولوژی، ۲(۲)، ۱۳۷-۱۵۴.
- طاطیان، محمدرضا؛ ذبیحی، علیرضا (۱۳۹۰). تعیین گونه‌های گیاهی معرف برخی خصوصیات خاک در مراتع کوه نمک قم با استفاده از تکنیک رسته‌بندی. محیط‌شناسی، ۳۷(۵۸)، ۲۱-۲۸.
- عابدی، مهدی؛ ارزانی، حسین؛ شهریاری، احسان؛ تانگ وی، دیوید؛ امین زاده، منصوره (۱۳۸۵). ارزیابی ساختار و عملکرد قطعات گیاهی اکوسیستم مرتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک. محیط‌شناسی، ۳۲(۴۰)، ۱۱۷-۱۲۶.
- عباسی، نوید (۱۳۸۴). بررسی طبقه‌بندی زمین‌شناسی - فرسایشی مارن‌های حوضه قزل‌اوزن سفلی در استان زنجان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۰۸.
- عسگری، شمس اله؛ پیروان، حمیدرضا؛ شادفر، صمد؛ محمدپور، ماشالله؛ طهماسبی، منوچهر (۱۴۰۱). تأثیر پوشش گیاهی مرتعی بر سازندهای مارنی در محدوده شهرستان ایلام. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۲(۶۷)، ۱۵۱-۱۳۷.
- قدسی، مرضیه؛ مصداقی، منصور؛ حشمتی، غلامعلی (۱۳۹۰). بررسی اثر گیاهان با فرم‌های رویشی مختلف بر ویژگی‌های سطح خاک

- (مطالعه موردی: مراتع نیمه استپی پارک ملی گلستان). پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۲۴ (۴)، ۶۳-۶۹.
- قدیمی عروس‌محل، فریدون؛ پورمتین، افشین؛ قدوسی، جمال (۱۳۷۸). تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها در ایجاد اشکال فرسایش. اولین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست ایران، ۹۲۹ - ۹۱۹.
- مددی، عقیل؛ پیروزی، الناز (۱۳۹۵). برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه لای چای. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶ (۴۲)، ۱۹۵-۱۷۷.
- مفیدی چلان، مرتضی؛ حشمتی، غلامرضا (۱۳۹۵). تأثیر لکه‌های اکولوژیک مختلف بر ویژگی‌های کیفی سطح خاک مطالعه موردی (حوضه صوفی چای شهرستان مراغه). اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۷ (۳)، ۱-۱۲.
- نجفیان، لیلا؛ کاویان، عطاالله؛ قربانی پاشاکلاهی، جمشید؛ تمرناش، رضا (۱۳۸۹). اثر فرم رویشی و مقدار پوشش گیاهی بر تولید رواناب و رسوب اراضی مرتعی منطقه سوادکوه مازندران. مرتع، ۴ (۲)، ۳۳۴-۳۴۷.
- نوجوان، مهدی؛ محمدی، علی‌اصغر؛ غلامی، وحید (۱۳۹۱). تعیین شدت فرسایش با استفاده از مدل‌های Fargas و BLM مورد: حوضه آبخیز بندره. جغرافیا و توسعه، ۱۰ (۲۹)، ۱۱۹-۱۳۰.
- واعظی، علیرضا؛ بیات، زهرا؛ فرومدی، مجید (۱۳۹۷). تغییرپذیری فرسایش سطحی و دانه‌بندی ذرات خاک نسبت به جهت و درجه شیب دامنه در منطقه نیمه‌خشک در غرب زنجان. مجله علوم آب‌و‌خاک، ۲۲ (۲)، ۱۴-۱.
- یاری، رضا؛ حشمتی، غلامعلی (۱۳۹۴). بررسی تأثیر ساختار مرتع بر شاخص‌های سطحی و ویژگی‌های عملکردی خاک در مناطق خشک (مطالعه موردی: مراتع روستای فتح‌آباد، شهرستان فردوس). حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۳ (۷)، ۲۹-۳۹.

References

- Abbasi, N., Abdi, A., Rezaei, A., & Ghadimi, Y. (2005). Geological classification of marls erosion in the lower Ghezel Ozan Basin in Zanjan Province. Research Final Report, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 120 (in Persian).
- Abedi, M., Arzani, H., Shahreyari, A., Tango, D., & Aminzade, M. (2007). Evaluation of structure and yield of plant parts of rangeland ecosystem in arid and semi-arid regions. *Journal of Environmental Studies*, 32(40), 117-126 (In Persian).
- AghaRazi, H., Mirdavoudi, H.R., Peyrovan, H.R., & DavoudiRad, A.A. (2019). Recognition of conservation plants in sloping surfaces of marl formations (Case study of Marni areas of Bazarjan Tafresh). *7th international conference on Rainwater Catchment Systems. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, Tehran (in Persian).
- Asgari, S., Peyrowan, H., Shadfar, S., & Mohamadpoor, M. (2020). The effect of pasture vegetation on marl formations in the Ilam city limits, *Journal of Applied Geographical Sciences Research*, 1 (2), 26-35 (In Persian).
- Bagherian Kalat, A., Ghodosi, J., Tavakoli, H., Angoshtari, H., & Filekesh, E. (2010). Investigation on relation between physico-chemical properties of soil with vegetal cover on marl formations in Sabzevar area. Research Final Report, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institut*, 94 pages (in Persian).
- Bagherian Kalat, A., Lashkaripour, G.R., Ghafoori, M., & Abbasi, A.A. (2018). Analysis of environmental factors affecting variation in interrill erosion under rainfall simulation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(4), 1573-1581.
- Bamiki, R.E., Séranne, M., Chellaï, E. H., Merzeraud, G., Marzoqi M., & Melinte-Obrinescu. M. (2020). Unraveling the accumulation and differentiation processes. *Sedimentary Geology*, 403, 55-71.
- Barkhordari, J., Peyrovan, H., Sadfar, S., Mirjalili, A.B., & Hatefi M. (2020). Investigating the Role of Rangeland Species in the protection of marl formations from erosion in Ardakan – Yazd. *Extension and Development of Watershed Managment*, 9(33), 39-45.
- Bashiri, M., Kavousi Davoudi, S. (2017). The effects of natural pozzolans and soil compaction on marls erosion control using field rainfall simulator (Case study: Islam-Qaleh region, Razavi-Khorasan). *Journal of Range and Watershed Managment*, 70(3), 619-632 (In Persian).
- Bestelmeyer, B.T. (2006). Threshold concepts and their use in rangeland management and restoration: The good, the bad, and the insidious. *Restoration Ecology*, 14(3), 325-329.
- Bestelmeyer, B.T., Ward, J.P., Herrick, J.E., & Tugel, A.J. (2006). Fragmentation effects on soil

- aggregate stability in patchy arid grassland. *Rangeland Ecological Management*, 59, 406-415.
- Casermeyro, M.A., Molina, J.A., Delacruz Caravaca, M.T., Hernando Massanet, M.I., Moreno, P.S. (2004). Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate, *Catena*, 57, 97- 107.
- De Soyza, A.G., Whitford, W.G, & Herrick, J.E. (1997). Sensitivity testing of indicators of ecosystem health. *Ecosystem Health*, 3, 44-53.
- Emami, S., & H. Peyrowan. (2021). Effective physico-chemical indices on marls sediment yield in Zagros structural zone, case study: Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Watershed Engineering and Management*, 13 (2), 310-327 (In Persian).
- Emami, S.N., Peyrowan, H.R., Shirmardi, H.A., Farzan, M., & Mohammadi, A.M. (2016). Investigation of the conservation role of rangeland species located on marl formations in Chaharmahal and Bakhtiari province (Phase 1 of Borujen city). Final Report of Research Project, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 103 (in Persian).
- Gallart, F., Marignani, M., Pérez-Gallego, N., Santi, E., & Maccherini, S. (2013). Thirty years of studies on badlands, from physical to vegetational approaches, a succinct review. *Catena*, 106, 4–11.
- Ghadimi Aroos Mahale, F., Pourmetin, F., & Qudusi, C. (1999). The effect of physical and chemical properties of marls on the formation of erosion forms. *The First Iranian Conference on Engineering and Environmental Geology*, Tehran, Tarbiat Moallem University, 919-929 (in Persian).
- Ghodsi, M., Mesdaghi, M., & Heshmati, Gh.A. (2012). Effect of different growth forms on soil surface features (Case study: Semi-steppe rangeland, Golestan National Park). *Journal of Watershed Management Research*, 93, 63-69 (In Persian).
- Gourfi, A., Daoudi, L., & Shi. Z. (2018). The assessment of soil erosion risk, sediment yield and their controlling factors on a large scale: example of Morocco. *Journal of African Earth Sciences*, 147, 281-299.
- Heshmati, Gh.A., Karimian, A.A., Karami, P., & Amikhani, M. (2007). Qualitative assessment of hilly range ecosystems potential at Inche-boron area of Golestan province, *Iran, J.Agric. Sci. Natur. Resour.*, 14 (1), 174-182 (In Persian).
- Heshmati, M., Peyrovan, H., Gheitury, M., Ahmadi Molaverdi, M., Moradpour, A. (2021). Investigating Marl Formation and their Dominant Land use and Erosion in Kermanshah Province. *Geography and Sustainability of Environment*, 10(4), 53-72 (In Persian).
- Jafarzadeh Estalkhkouhi, A., Rezaei, P. (2017). Estimation of Soil Erosion in Sefidrood Watershed by Emphasis on the Role of Landforms. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*. 17 (44), 201-221 (in Persian).
- Jantzi, H., Liébault, F., & Klotz., S. (2017). Sediment residence time in alluvial storage of black marl badlands. *Catena*, 156, 82-91.
- Javadi, S., khararmooyi, A., Jafari, M. (2016). Investigation of Relationship between Vegetation Factors and Soil Properties (Case Study: Khojir National Park). *Journal of Range and Watershed Management*, 69(2), 353-366
- Li, X.J., Li, X.R., Song, W.M., Gao, Y.P., Zheng, J.G., & Jia, R.L. (2008). Effects of crust and shrub patches on runoff, sedimentation, and related nutrient (C, N) redistribution in the decertified steppe zone of the Tengger Desert, Northern China. *Geomorphology*, 96, 221–232.
- Lotfi Anari, P., Heshmati, Gh.A., & Bahremand, A. (2010). The Effect of Different Patches and Interpatch on Infiltration Rate in an Arid Shrub Land Ecosystem. *Research Journal of Environmental Sciences*, 4, 57-63.
- Madadi, A., Piroozi, E. (2016). Estimation of Soil erosion and sediement yield in Lay Chay basin. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*. 16 (42), 177-195 (In Persian).
- Mathys, N., Brochot, S., Meunier, M., & Richard, D. (2003). Erosion quantification in the small marly experimental catchments of Draix (Alpes de Haute Provence, France). *Calibration of the ETC rainfall–runoff–erosion model*. *Catena*, 50(2-4), 527-548.
- Mofidi Chelan, M., & Heshmati, Gh.A. (2016). Effect of different Ecological patches on soil surface quality indices (case study: Sofi Chai catchment, Maragheh county). *Journal of Natural*

- Ecosystems of Iran*, 7(3), 1-12 (In Persian).
- Moosdorf, N., Cohen S., & Hagke, Ch.V. (2018). A global erodibility index to represent sediment production potential of different rock types. *Applied Geography*, 101, 36-44.
- Najafian, L., Kavian, A., Ghorbani, J. and Tamartash, R. (2010). Effect of life form and vegetation cover on runoff and sediment yield in rangelands of Savadkooch region, Mazandaran. *Journal of Rangeland*, 4(2), 334-347 (In Persian).
- Nojavan, M., Mohammadi, AA., & Gholami, V. (2012). Determination of erosion intensity using Fargas and BLM models Case: Bandar watershed. *Geography and Development Iranian Journal*, 10(29), 119-130 (In Persian).
- Peyrowan, H., & Asadi, A. (2006). A review of the role of physicochemical factors affecting the forms of erosion. Marne areas. Research and Watershed Management Center, *9th Iranian Soil and Science Congress* 72.
- Peyrowan, H., Samadi Tabrizi, A., Shadfar, S., & Motamed, A. (2013). Study of sedimentology of Neogene deposits of Siahkooch and Gachab. *Watershed Engineering and Management*, 4(4), 201-207 (In Persian).
- Rey, F., & Buryilo, M. (2014). Can bioengineering structures made of willow cuttings trap sediment in eroded marly gullies in a Mediterranean mountainous climate? *Geomorphology*, 204, 564-572.
- Rezaee, R. (2017). Classification and Determination of Erodibility Indices of Marls in Southeast of Pishva-Varamin area using Rainfall Simulator. *Arid Regions Geography Studies*, 7 (26), 53-39.
- Rienks, S.M., Botha, G.A., & Hughes. J.C. (2000). Some physical and chemical properties of sediments exposed in gully (donga) in Northern Kwazulu-Natal, South Africa and their relationship to the erodibility of the colluvial layer. *Catena*, 39(1), 11-31.
- Rostami, F., Feiznia, S., Aleali, M., Heshmati, M., & Yousefi Yegane, B. (2019). Erodibility and sedimentation potential of marly formations at the watershed scale. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 5(3), 383-398.
- Roswell, C.J. (2002). *Potential sources of sediments and nutrients: Sheet and rill erosion and phosphorus sources, state of the environmental*, technical paper series, Australia.
- Sadogh, S.H., Hosseinzade, M.M., & Azadi, F. (2015). Determining the Erosion in Kahman Drainage Basin Using EPM, BLM and Fargas Models. *Hydrogeomorphology*, 2(2), 137-154 (In Persian).
- Salmasi, R., & Peyrowan, H. (2012). Study of the relation between physico-chemical properties and erosional features of marly sediments in the Talkkeh Rood watershed. *Watershed Engineering and Management*, 4(3), 160-169 (In Persian).
- Shaban, M., Feiznia, S., Ahmadi, H., & Peyrowan, H.R. (2013). Categorization of Marl Units with New Method and Investigation of Sediment and Runoff under Field Rainfall Simulator: a case study of Taleghan watershed, Iran, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 312-319
- Sheklabadi, M., Khademi, H., & Charkhabi, A.H. (2003). Runoff and sediment yield in soils developed on different parent materials in the Golabad Watershed, Ardestan. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 7(2): 85-101 (In Persian).
- Shokrollahi, S., Moradi, H.R., & Dianati Tilaki, G.A. (2013). Effects of soil properties and physiographic factors on vegetation cover, a case study: Polur Summer Rangelands. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(4), 655-668. (In Persian).
- Smith, D.D., & Wischmeier, W.H. (1962). Rainfall erosion. *Adv. Agron.*, 14, 109-148.
- Sokouti, R. (2019). Investigation of the role of rangeland species located on marl formations in erosion control (Case study: Quratappéh watershed of Khoy city). Final report of research project, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, Tehran, Iran, 102 (In Persian)
- Sokouti, R., & Razagi, S. (2015). Erodibility and loss of marly drived soils. *Eurasian J Soil Sci* 2015, 4 (4) 279 – 286.
- Soleimanpour, S, M, Peyrowan, H, R, Ghahari, G, R, Hatami, A., Hosseini Marandi, H. (2021).

- Introducing Suitable Plants and Determining their Conservation Role in Marl Lands West of Maharloo Watershed. *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 15 (53), 33-45
- Soleimanpour, S.M. (2020). Identification and investigation of vegetation cover on marly formations for determining of their conservation role in the basins west of the Maharloo. Final report of research project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran, 120 (In Persian).
- Tamartash, R., Tatian, M.R., Reihani, B., & Shokrian, F. (2010). Investigation on relation between physicochemical characteristics of marl soils and plant communities, a case study: Birjand Plain. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 16(4), 481-492 (in Persian).
- Tatian, M., & Zabihi, A. (2011). Determination of Indicator Species of Some Soil Characteristics by Ordination Method in Kooh -e- Namak Rangelands, Qom. *Journal of Environmental Studies*, 37(58), 21-28.
- Vaezi, A., Bayat, Z., Foroumadi, M. (2018). Variability of Surface Erosion and Particle Size Distribution in Relation to Slope Aspect and Gradient in a Semi-Arid Region in West of Zanjan. *Water and soil science Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 22(2), 1-14 (In Persian).
- Yari, R., & Heshmati, Gh.A. (2016). Investigating the effect of rangelands structure on the surface indicators and soil functional attributes in arid and semiarid areas. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 3(7), 29-39 (In Persian).
- Yue, G., Zhao, L., Wang, Z., Zhang, L., Zou, D., Niu, L., & Qiao, Y. (2017). Spatial variation in biomass and its relationships to soil properties in the permafrost regions along the Qinghai-Tibet Railway. *Environmental Engineering Science*, 34(2), 130-137.