Archive of SID

Geography and Sustainability of Environment
journal homepage: http://ges.razi.ac.ir/

Print ISSN: 2322-3197
Online ISSN: 2676-5683

Investigating Marl Formation and their Dominant Land use and Erosion in Kermanshah Province

Mosayeb Heshmati[1*], Hamidreza Peyrovan[2], Mohammad Gheitury[1], Majid Ahmadi Molaverdi[3], Ali Moradpur[4]

[1]*Department of Soil Conservation and Watershed Management, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran*
[2]*Department of Soil Conservation Soil Conservation, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran*
[3]*Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, Iran*
[4]*Department Education, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran*

ARTICLE INFO

Article Type: Research article

Article history:
Received 17 December 2020
Accepted 1 March 2021
Available online 1 March 2021

Keywords:
Aghajari Formation, Amiran Formation, Erosion Fetures, Ghasr-e-Shirin Areas, Land use Change.

Citation: Heshmati, M., Peyrovan, H., Gheitury[1], M., Ahmadi Molaverdi, M., Moradpur, A. (2021). Investigating Marl Formation and their Dominant Land use and Erosion in Kermanshah Province. *Geography and Sustainability of Environment, 10* (4), 53-72.
doi: 10.22126/GES.2021.5987.2330

ABSTRACT

Land use/cover change at the geological marl formations, especially the conversion of forest and rangeland areas to rain-fed lands and subsequent improper tillage practice has led to severe soil erosion and sedimentation, soil moisture lost, dust-blown, global warming, and water pollution. The current study aims to prepare the spatial distribution of marl formation in Kermanshah province in Iran and to assess dominant land-use, plant cover, slope, and erosion features using satellite image (SPOT 2000) and field survey. The field data have been analyzed through ArcGIS software. The results of this study reveal that there are eight major marls formations in Kermanshah province including Amiran, Aghajari, Gachsaran, Gurpi, Talezangh, Kashkan, Pabdeh, and Mishan occupying about 24.21% of province areas. Among these formations, three formations including Amiran, Kashkan, and Aghajari are the most vulnerable to degradation due to topographic conditions, high solubility, and improper land-use practices. The sensitive facies of Amiran and Kashkan Formations are more prominent in the forest and rain-fed areas with hill slope conditions. In these areas, deforestation, illegal charcoal extraction, improper agricultural and non-agricultural activities resulted in the dissolution of sensitive layered and consequently landslide incidents. Thus during each effective rainfall occurrence, there is severe erosion and siltation deliver fresh sediment in lower drainage systems affecting road, brigs, and farmlands. In gentle slope, this process causes head-cut and gully development. Aghajari formation, which covers a wide range of winter pastures in Kermanshah province, has a high potential of dissolution due to its mineralogical and soil properties increasing soil erosion and sediment yield. It is concluded that severe land use/cover change at marl formation of Zagros areas are the factors sensitive to soil erosion, sedimentation and flood hazard as well as the solution of serous crises such water deficiency and desertification.

*. Corresponding author E-mail address: m.heshmati46@areeo.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

شاپای چاپی: ۳۱۹۷-۲۳۲۲
شاپای الکترونیکی: ۵۶۸۳-۲۶۷۶

جغرافیا و پایداری محیط

وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/

پراکنش سازندهای مارنی، کاربری اراضی و فرسایش غالب آن‌ها در استان کرمانشاه

مسیب حشمتی[۱*]، حمیدرضا پیروان[۲]، محمد قیطوری[۱]، مجید احمدی ملاوردی[۳]، علی مرادپور[۴]

[۱] گروه حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
[۲] گروه حفاظت خاک، پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
[۳] گروه جغرافیا، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
[۴] گروه آموزش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

مشخّصات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله:
دریافت ۲۷ آذر ۱۳۹۹
پذیرش ۱۱ اسفند ۱۳۹۹
دسترسی آنلاین ۱۱ اسفند ۱۳۹۹

کلیدواژه‌ها:
اشکال فرسایش، تغییر کاربری، سازند امیران، سازند آغاجاری، منطقهٔ قصرشیرین.

استناد: 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.
doi: 10.22126/GES.2021.5987.2330

چکیده

تغییر کاربری سازندهای مارنی منطقهٔ زاگرس منجر به تشدید فرسایش، رسوب، هدررفت رطوبت خاک، تشدید ریزگردها، گرمایش زمین و آلودگی منابع آب شده است. هدف از نوشتار پیش رو تهیهٔ نقشهٔ پراکنش سازندهای مارنی، شناسایی کاربری اراضی و فرسایش غالب آن‌ها در استان کرمانشاه بود. نقشهٔ پراکنش سازندهای مارنی با استفاده از بررسی‌های میدانی و نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه شد؛ سپس اشکال فرسایش در هریک از سازندها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اسپات و بررسی میدانی مشخّص شد، امّا کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مشخّص شد. نتایج پژوهش نشان داد که در استان کرمانشاه هشت سازند مارنی به‌ترتیب مساحت شامل امیران، آغاجاری، گچساران، گورپی، تله زنگ، کشکان، پابده و میشان هستند که رخنمون آن‌ها ۲۴/۲۱٪ مساحت استان است؛ همچنین نتایج نشان داد که سه سازند امیران، کشکان و آغاجاری به‌دلیل شرایط توپوگرافی، حسّاسیت به انحلال و تغییر کاربری، آسیب‌پذیرترین سازندهای مارنی هستند. پدیدهٔ انحلال در مناطق جنگلی، مرتعی و دیم‌زارهای شیب‌دار دو سازند امیران و کشکان فعّال‌تر بوده و در مناطق دچار تغییر کاربری، شخم در جهت شیب، زغال‌گیری و جاده‌سازی نامناسب، موجب تشدید فرسایش بین شیاری، شیاری و زمین‌لغزش شده است؛ همچنین این بررسی‌ها نشان داد که در نقاط کم‌شیب فرایند انحلال منجر به تشکیل بالاکند در شاخه‌های فرعی خندق‌ها به‌همراه افزایش ابعاد کانال‌های آن‌ها می‌شود. بیشترین مساحت منطقهٔ قصرشیرین و ازجمله سامانهٔ کشاورزی گرمسیری روی سازند آغاجاری گسترش دارد که در نقاط دچار تغییر کاربری و تخریب شدید پوشش گیاهی آن پدیده‌های انحلال، فرسایش خندقی و رسوب‌زایی تشدید شده بود. به‌طور کلّی سازندهای مارنی منطقهٔ زاگرس به‌دلیل شرایط کانی‌شناسی، مقدار زیاد رس و سیلت به‌همراه توپوگرافی غالب ماهوری نسبت به انحلال و انواع فرسایش و زمین‌لغزش حسّاس هستند که با تغییر کاربری عرصه‌های جنگلی و مرتعی، تخریب پوشش گیاهی و شخم در جهت شیب تشدید می‌شود.

*. رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: m.heshmati46@areeo.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

مارن‌ها و نهشته‌های حاصل از آن‌ها حسّاس‌ترین سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش و تخریب هستند. بخش قابل توجّهی از اراضی تپّه‌ماهوری منطقهٔ زاگرس از سازندهای مارنی تشکیل یافته است. کاربری غالب این سازندها جنگل و مرتع است. با این وجود، تغییر کاربری به‌ویژه تبدیل عرصه‌های جنگلی و مرتعی به دیم‌زار و درپی آن شخم نامناسب و فعّالیت‌های عمرانی، خاک و لایه‌های سطحی این سازندها را نسبت به زمین‌لغرش، فرسایش خندقی، هدررفت رطوبت و تشدید انتشار کربن آلی خاک آسیب‌پذیر کرده است (حشمتی[1] و همکاران، ۲۰۱۵). این روند در حوضه‌های دارای سدهای بزرگ موجب تغییر کیفیت آب و شوری خاک نیز شده است (قبادی و همکاران، ۱۳۹۳). افزون بر این، سازندهای مارنی در پدیدهٔ بیابان‌زایی نقش اصلی دارند که در نوع تبخیری آن‌ها شدیدتر است (واعظی و فرومدی، ۱۳۹۷).

نتایج پژوهش‌های متعدّد پیرامون مشخّصات درونی (کانی‌شناسی، فیزیکی و مکانیکی) و بیرونی (فرسایش‌پذیری، پوشش گیاهی و شرایط توپوگرافی) مارن‌ها، بیانگر حسّاسیت قابل توجّه آن‌ها با درجات متفاوت به تخریب و فرسایش است. شرایط متنوّع اقلیمی، آب‌وهوایی، توپوگرافی و پوشش گیاهی منطقهٔ زاگرس موجب شده که این سازندها رخساره‌های مختلفی داشته باشند. به همین دلیل، بررسی دقیق رخساره‌های هر سازند برحسب نوع کاربری و شکل غالب فرسایش در مقیاس محلّی ضروری است تا بتوان براساس آن به اولویت‌بندی اقدامات پیشگیرانه و کنترلی ازجمله حفاظت خاک و کنترل سیل و رسوب مبادرت کرد. کانی‌های آماس‌پذیر شاخص مشترک سازندهای مارنی منطقهٔ زاگرس است و به‌همین دلیل خاک حاصل از آن‌ها نیز ازنظر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی ناپایدار هستند (کاسمس[2] و همکاران، ۲۰۰۶). اسمکتیت و پس از آن ورمیکولیت دو کانی آماس‌پذیر هستند که ساختار غالب کانی‌شناسی سازندهای مارنی عرصه‌های مختلف این منطقه هستند و در تولید خاک ریزدانه با پتانسیل زیاد فرسایش‌پذیری نقش کلیدی دارند (پرویزی و همکاران، ۱۳۹۳). در اسمکتیت فاصلهٔ زیاد بین لایه‌ای عامل اصلی سله، ترک و انحلال به‌عنوان مقدّمهٔ لغزش و تشکیل خندقی آن‌هاست (بورچادت[3]، ۱۹۸۹؛ لوتنگر و سراتو[4]، ۲۰۰۱).

افزون بر کانی‌شناسی، املاح مختلف ازجمله نمک نیز در کانی‌های تبخیری این سازندها زیاد است که نمونهٔ بارز آن دو سازند گچساران و آغاجاری است. در چنین مناطقی آسیب‌پذیری به تخریب به‌شدّت افزایش می‌یابد. چنین شرایطی به‌دلیل برخورداری از گنبدهای نمکی است که درصورت مدیریت نامناسب خسارت‌های زیادی به منابع آب و محیط‌زیست تحمیل می‌کنند (مایل و پوزما[5]، ۱۹۹۷). نواحی جنوب غربی، جنوب و مرکز زاگرس گنبدهای نمکی دارند که درصورت استفاده نابه‌جا (مانند احداث سد گتوند در استان خوزستان) گنبدهای نمکی برونزد یافته و به خاک، آب و شبکه‌های آبیاری و محصولات کشاورزی خسارت‌هایی وارد می‌کند (نصیری[6] و همکاران، ۲۰۱۳).

گرچه شرایط مناسب اقلیمی ازجمله بارش کافی سالانه موجب پیدایش پوشش گیاهی کافی در عرصه‌های جنگلی و مرتعی سطح سازندهای مارنی این منطقه شده است، امّا تغییر کاربری گسترده به‌دلیل فعّالیت‌های بی‌رویهٔ کشاورزی و عمرانی (جاده، شبکهٔ گاز و معدن) منجر به تخریب و حذف این پوشش بی‌نظیر و ارزشمند شده است و متأسّفانه دورنمای امیدبخشی برای آن متصوّر نیست. این روند موجب شده که افزون بر کاهش شدید

1- Heshmati
2- Kosmas
3- Borchardt
4- Lutenegger & Cerato
5- Miall & Postma
6- Nasiri

www.SID.ir

Archive of SID

تراکم و تنوّع پوشش گیاهی، شاخص‌های مهم و حیاتی خاک ازجمله ظرفیت نگهداری رطوبت، ذخیرهٔ کربن آلی، عناصر غذایی و پایداری را نیز با آسیب جدّی روبه‌رو ساخته است (پرویزی و همکاران، ۱۳۹۳).

آسیب به خاک براثر تغییر کاربری اراضی مارنی مخاطره‌آمیزتر است. تخریب و حذف پوشش گیاهی عرصه‌های جنگلی و مرتعی سازندهای مارنی منجر به افزایش سطح خاک لخت و برخورد مستقیم قطرات باران به آن می‌شود؛ همچنین به‌دلیل کاهش شدید مادهٔ آلی، پیوند بین خاکدانه‌ها و پایداری خاک به‌شدّت کاهش می‌یابد (نائل[1] و همکاران، ۲۰۰۴). مهم‌ترین نتیجهٔ این روند، ایجاد درز و شکاف سطحی و وقوع پدیدهٔ انحلال است که توسعهٔ جانبی و عمقی حفره‌های حاصله موجب پیدایش یا گسترش فرسایش خندقی و زمین‌لغزش می‌شود (برناتک جکیل و پوسن[2]، ۲۰۱۸). در چنین شرایطی به‌دلیل کاهش قابل توجّه نفوذپذیری خاک منجر به تمرکز زیاد رواناب می‌شود که به‌راحتی ذرّات ریز خاک را با خود حمل کرده و افزون بر گل‌آلودگی آب، وقوع سیل‌های مخرّب نیز محتمل خواهد بود که درواقع بازتابی از تخریب پوشش گیاهی و شخم در جهت شیب چنین مناطقی است (کارلن[3] و همکاران، ۲۰۰۸؛ واعظی و فرومدی، ۱۳۹۷). براساس پژوهش‌های گسترده در نقاط مختلف جهان، ازهم‌پاشیدن خاکدانه‌ها به‌دلیل کاهش مواد آلی خاک موجب رخداد پدیده‌های سله، ترک و انحلال می‌شود که در اراضی مارنی به‌دلیل کاهش و حذف پوشش گیاهی است (پرویزی[4] و همکاران، ۲۰۱۷). این روند در اراضی با توپوگرافی تپه‌ماهوری شدیدتر بوده و افزون بر فرسایش، حمل خاک با جریان سیلابی است که درعمل بار رسوبی قابل توجّهی را به‌شکل بار معلّق به مناطق پایین‌دست حمل می‌کند (سکوتی[5] و همکاران، ۲۰۰۹). با تداوم تخریب، رخساره‌های زیبا و طبیعی چنین مناطقی دست‌خوش دگرگونی شده و چشم‌اندازی تیره و ناخوشایند را نمایان می‌سازند (بلانکو و لال[6]، ۲۰۰۸).

پیامدهای زیست‌محیطی دیگر وقوع پدیده‌های ریزگرد، فرسایش بادی و گرمایش زمین را نیز نباید از نظر دور داشت. به‌طور معمول حدود ۸۰٪ خاک حاصل از سازندهای مارنی منطقهٔ زاگرس از رس و سیلت تشکیل شده است (حشمتی و همکاران، ۲۰۱۲) که در دیم‌زارهای شیب‌دار (حاصل تخریب جنگل و مرتع) به‌سادگی براثر شخم به‌همراه مادهٔ آلی و مازاد کودهای شیمیایی محتوای آن از راه رواناب جاری در شیارهای شخم وارد منابع آب پایین‌دست شده که افزون بر آلودگی منابع آب، موجب پدیدهٔ غنی‌شدن[7] (آسیب به زندگی آبزیان به‌دلیل افزایش نیترات و فسفر آب) می‌شود. این امر در نواحی تپّه‌ماهوری با خاک‌های مارنی و حسّاس به فرسایش به‌مراتب شدیدتر است (کارلن و همکاران، ۲۰۰۸).

با توجّه به نتایج منابع مورد بررسی، متأسّفانه تغییر کاربری و تخریب سازندهای مارنی به‌همراه حذف پوشش گیاهی و شخم بی‌رویه در منطقهٔ زاگرس چنان گسترده است که عامل اصلی وقوع سیل و دامنهٔ خسارت‌های جانی، مالی و زیست‌محیطی سالیان اخیر آن، به‌ویژه سیل‌های بهارهٔ سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۳۹۹ در استان‌های ایلام، لرستان و خوزستان قلمداد کرد، هرچند نباید سیستم نامناسب زهکشی شهری و تغییر کاربری حریم رودخانه‌ها را نیز نباید ازنظر دور داشت.

بر این مبنا، شناسایی مشخّصات سازندهای مارنی، کاربری اراضی و فرسایش غالب رخساره‌های آن‌ها در مقیاس محلّی اساس کنترل فرسایش، رسوب و سیل و نیز مدیریت پدیده‌های خشکسالی، ریزگرد و کم‌آبی حوزه‌های

1- Nael
2- Bernatek-Jakiel & Poesen
3- Karlen
4- Parvizi
5- Sokouti
6- Blanco & Lal
7- Eutrophication

www.SID.ir

Archive of SID

آبخیز است. هدف از نوشتار پیش رو شناسایی سازندهای مارنی و تهیهٔ نقشهٔ پراکنش آن‌ها به‌همراه شناسایی برخی ویژگی‌های مهمّ محلّی ازجمله کاربری و اشکال عمدهٔ فرسایش در استان کرمانشاه (به‌عنوان سرشاخهٔ مهمّ حوزهٔ کرخه) بود که در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ انجام یافت.

معرّفی منطقهٔ مورد بررسی

محلّ اجرای پژوهش حاضر استان کرمانشاه است که در غرب ایران با مختصّات جغرافیایی ′۳۶ °۳۳ تا ′۱۵ °۳۵ شمالی و ′۲۴ °۴۵ تا ′۳۰ °۴۸ طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). این استان از شمال به استان کردستان از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام از شرق به استان‌های همدان و از غرب با کشورعراق هم‌مرز است. به‌طور کلّی داده‌های زمین‌شناسی منطقهٔ کرمانشاه بیانگر تنوّع سازندهای زمین‌شناسی است که می‌توان آن را به دو زیرپهنهٔ شمالی و جنوبی جدا تقسیم کرد که مرز بین آن‌ها با گسل مروارید - صحنه ازهم جدا شده است.

بخش شمالی گسل شامل دگرگونه‌های مزوزوئیک و مجموعهٔ ولکانیکی آهکی سنقر است که بیشتر متأثّر از فعّالیت‌های هم‌زمان رسوب‌گذاری و دگرگونی شکل گرفته است. بخش جنوبی گسل پیش‌گفته که بیشتر مساحت استان را دربر دارد، متشکّل از سازندهای رسوبی و مارنی هستند که گنبدهای نمکی ندارند و سازندهای حاوی گچ نیز در بخش محدودی از حدّ فاصل گیلان غرب و قصرشیرین رخنمون دارد. این وضعیّت موجب تشکیل خاک‌های حاصل‌خیز و مستعد برای رویش متنوّع پوشش گیاهی غالب سازندهای مارنی استان کرمانشاه شده است که شرایط اقلیمی مناسب نیز به این روند کمک کرده و به همین دلیل این استان یکی از ذخیره‌گاه‌های کلیدی و مهمّ تنوّع زیستی[1] کشور است (نعمتی پیکانی و جلیلیان، ۱۳۹۱).

بخش بیشتر استان را رشته‌کوه‌های زاگرس با روند شمال غربی - جنوب شرقی تشکیل داده‌اند و به‌سبب موقعیّت خاصّ اقلیمی و بارندگی به‌موقع و کافی، درّه‌های پوشیده از جنگل و مراتع دارد (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). میزان بارندگی در مناطق مختلف استان بین ۲۵۰ تا بیش از ۷۰۰ میلی‌متر در نوسان است و میانگین سالانهٔ دما در این استان از ۲۲ درجه در گرم‌ترین نواحی غربی تا حدود ۵ درجهٔ سانتی‌گراد در کوهستان‌های مرتفع متغیّر است (کرم و همکاران، ۱۳۹۲). اهمّیت این استان را باید در تنوّع آب‌وهوایی، وسعت زمین‌های کشاورزی، جنگلی و مرتعی، حاصل‌خیزی خاک و آب کافی دانست (ذوالفقاری، ۱۳۸۴). در یک تقسیم‌بندی کلّی می‌توان استان کرمانشاه را ازنظر اقلیمی به دو بخش مجزّای گرمسیری و معتدل کوهستانی تقسیم کرد، شهرستان‌های قصرشیرین، سرپل ذهاب، سومار و نفت‌شهر و به‌طور کلّی نوار مرزی عراق جزء بخش گرمسیری استان و بخش‌های مرکزی و شرقی استان که بخش بزرگ‌تری از نواحی دشت‌های مرتفع و بخش‌های کوهستانی استان را نیز شامل می شود ازجمله شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، کنگاور، پاوه و جوانرود جزء بخش معتدل استان هستند.

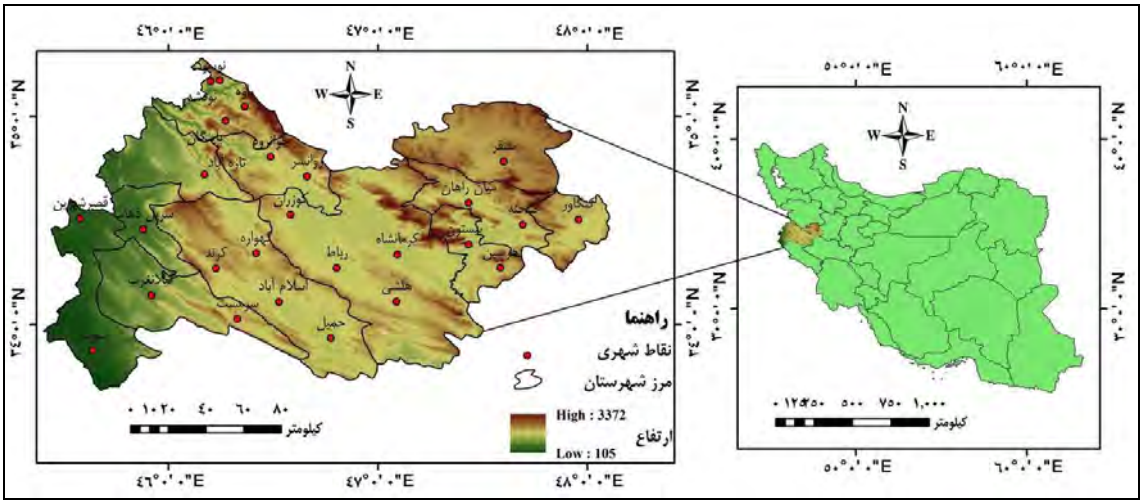
مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ سازندهای مارنی، شناسایی کاربری اراضی و فرسایش غالب آن‌ها، ابتدا نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ استان کرمانشاه جمع‌آوری شد و ارزیابی مقدّماتی از سازندهای مارنی استان با استفاده از نقشه‌های پیش‌گفته به‌عمل آمد. در مرحلهٔ بعد اشکال فرسایش در سازندهای مارنی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اسپات شناسایی شدند و کاربری اراضی غالب این سازندها نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ استخراج شد. سرانجام برای صحّت‌سنجی، مرز رخساره‌ها و انواع فرسایش طی بازدید میدانی (با دستگاه جی.پی.اِس.[2]) کنترل شد. درادامه مراحل انجام کار به‌طور مفصّل توضیح داده می‌شود.

1- Biodiversity
2- Global Positioning System (GPS)

www.SID.ir

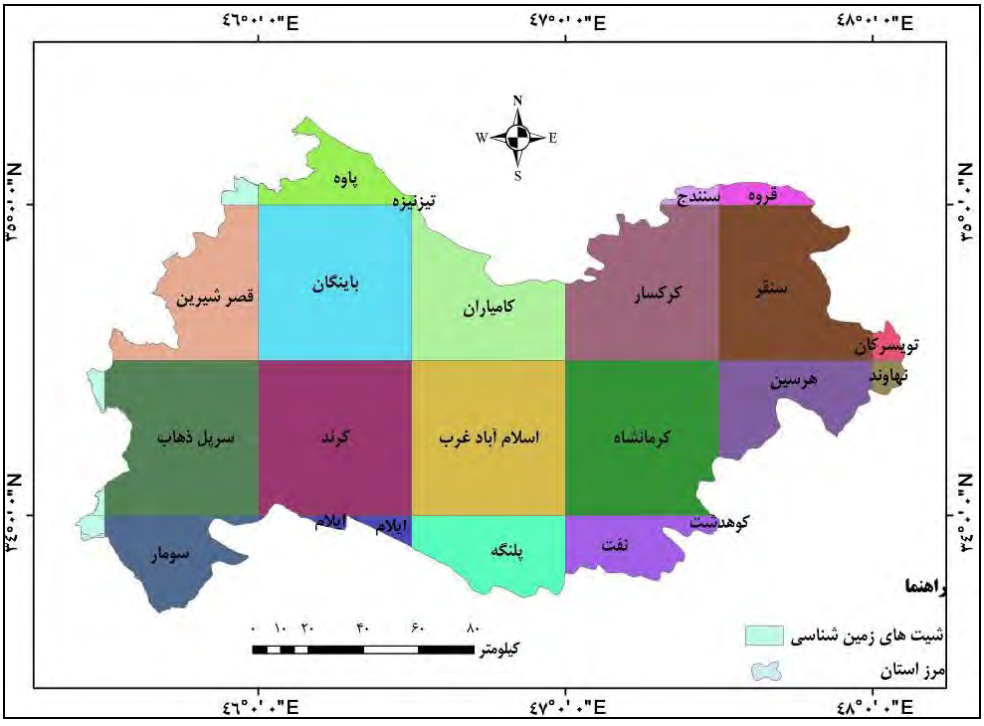
Archive of SID



شکل ۱. موقعیّت جغرافیایی استان کرمانشاه

گردآوری نقشه‌های مورد نیاز

به‌منظور انجام پژوهش، ابتدا نقشه‌های زمین‌شناسی استان کرمانشاه که شامل نقشه‌های قدیمی (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) و نقشه‌های جدید (۱:۱۰۰۰۰۰) بودند، گردآوری شدند. نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به‌وسیلهٔ شرکت‌های عامل نفت ایران و سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران تهیه شده‌اند که در قالب ۲۱ شیت استان کرمانشاه را پوشش می‌دهند. این نقشه‌ها شامل قروه، سنندج، تیزنیزه، پاوه، تویسرکان، سنقر، کرکسار (میان‌راهان)، کامیاران، بانیگان، قصرشیرین، نهاوند، هرسین، کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، کرند، سرپل ذهاب، کوهدشت، نفت، پلنگه، ایلام و سومار هستند (شکل ۲). در نوشتار پیش رو افزون بر نقشه‌های زمین‌شناسی، گزارش‌های مدوّن و نقشه‌های متفرّقهٔ مرتبط با مطالعات زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی و فرسایش خاک نیز گردآوری شد و از آن‌ها به‌منظور شناسایی ویژگی‌های سازندهای مارنی استفاده شد.



شکل ۲. راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی مقدّماتی سازندهای مارنی

در این مرحله به‌منظور بررسی و ارزیابی مقدّماتی سازندهای مارنی روی نقشه‌ها و کنترل اوّلیهٔ میدانی آن‌ها، از یک گروه تخصّصی زمین‌شناسی، آبخیزداری و خاک‌شناسی بهره گرفته شد؛ بنابراین مشخّصات کلّی سازندها و موقعیّت غالب آن‌ها در استان کرمانشاه بررسی شد و رخساره‌های سازندهای مارنی به‌ویژه مرز آن‌ها مورد بازدید میدانی قرار گرفت. ضمن تفکیک محلّی مرز سازندها، مختصّات آن‌ها با جی.پی.اِس. (مدل گرمین) ثبت و به محیط آرک جی.آی.اِس.[1] انتقال داده شد.

تعیین اشکال فرسایش غالب سازندها

اشکال غالب فرسایشی مورد نظر در پژوهش حاضر شامل فرسایش بین‌شیاری، شیاری، خندقی و لغزشی بود. برای شناسایی و تفکیک اشکال غالب فرسایش از تصاویر ماهواره‌ای اسپات[2] ۲۰۰۰ استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای اسپات مورد استفاده از سایت بینگ‌مپ[3] با استفاده از نرم‌افزار مپ‌دانلودر[4] تهیه شدند. این تصاویر از تعداد زیادی تصویر ریز[5] تشکیل شده که با درجهٔ بزرگ‌نمایی بیست برابر قابل دانلود هستند، به‌طوری که اشکال فرسایش سطحی، شیاری، خندقی و لغزشی و نیز جهت شخم و تک‌پایه‌های درختی قابل مشاهده هستند.

استخراج کاربری اراضی

کاربری‌های غالب شامل جنگل، مرتع، کشاورزی (دیم و آبی) و تأسیسات عمرانی (زمین‌های ساخته‌شده) بود. برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی، تعداد سه تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ سال ۲۰۱۵ (سنجندهٔ OLI[6]) از سایت سازمان زمین شناسی آمریکا[7] دریافت شد. تصاویر دریافتی بدون ابر بودند که کلّ استان کرمانشاه را پوشش می‌داد. در این تصاویر، خطای هندسی به‌وسیلهٔ ایستگاه‌های گیرنده تصحیح می‌شود؛ بنابراین در مرحلهٔ پیش‌پردازش خطاهای رادیومتری و اتمسفری موجود روی تصاویر خام تصحیح شد. برای تصاویر پیش‌گفته عمل فیوژن با باند پانکروماتیک انجام شد تا قدرت مکانی تصاویر به پانزده متر ارتقا پیدا کند. در مرحلهٔ پردازش از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده[8] تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد و پس از تعیین نمونه‌های تعلیمی روی گوگل‌ارث[9]، با الگوریتم بیشینهٔ مشابهت[10] در نرم‌افزار انوی[11] چهار طبقه کاربری اراضی جنگل، مرتع، کشاورزی و تاسیسأت عمرانی در سال ۱۳۹۸ ۱۳۹۸ استخراج شد. سرانجام تصویر طبقه‌بندی‌شده به محیط آرک جی.آی.اِس. وارد و مساحت کاربری‌ها محاسبه شد؛ همچنین نتایج حاصل از اعتبارسنجی ضریب کاپا و دقّت کلّی برای طبقه‌بندی‌های به‌کار گرفته شده با ضریب کاپا برای طبقه‌بندی کاربری اراضی در این سال ۰/۹۱ به‌دست آمد که به شاخص دقّت کلّی ۹۶/۰۷ بسیارنزدیک است (جدول ۱).

جدول ۱. شاخص اعتبارسنجی ضریب کاپا و شاخص دقّت کلّی برای کاربرهای استخراج‌شده

تصاویر	ضریب کاپا	دقّت کلّی
۲۰۱۵ (سنجندهٔ OLI)	۰/۹۱	۹۶/۰۷

1- Arc GIS
2- Satellite Pour Observation Terre (SPOT)
3- https://docs.microsoft.com/en-us/bingmaps
4- Map downloader
5- Tile
6- Operational Land Imager (OLI)
7- https://earthexplorer.usgs.gov
8- Supervised Classification
9- Google Earth
10- Maximum Likelihood
11- ENVI 5.3

www.SID.ir

Archive of SID

کنترل دقیق میدانی مرز رخساره‌ها

پس از تعیین کاربری اراضی و اشکال غالب فرسایش هر سازند (رخساره‌های کاربری و فرسایشی غالب)، مرز آن‌ها با استفاده از جی.پی.اِس. مورد کنترل مجدّد میدانی قرار گرفت. این مرحله یکی از مهم‌ترین مراحل پژوهش بود. برای انجام مطلوب آن، ابتدا مرزهای مشکوک و دارای تداخل روی نقشه مشخّص شد. مبنای این مرحله گسل‌های محلّی، یال‌ها، وضعیّت هم‌شیب و دگرشیب دامنه‌ها و مشخّصات اختصاصی هر سازند همچون لایه‌بندی، شکل غالب و سیمای ظاهری رخساره‌ها، رنگ، فرسایش، بریدگی‌های کنار جاده‌ها و وضعیّت درز و شکاف بود؛ سپس تغییرات ثبت‌شدهٔ مرز هر سازند براساس مختصّات آن (در مقیاس یو.تی.ام.[1]) ثبت و به محیط نرم‌افزار آرک جی.آی.اِس. انتقال یافت. درادامه پس از تعیین مرز هر سازند و هم‌پوشانی آن با لایهٔ کاربری اراضی، کاربری غالب هر سازند با استفاده از لایه‌های اطّلاعاتی (پوشش گیاهی و بررسی میدانی) مشخّص شد و جزئیات کاربری و فرسایش غالب هر رخساره ازجمله عوامل محلّی تشدید آن، نوع فعّالیت‌های کشاورزی محلّی و مواردی از این قبیل که منجر به تشدید تخریب می‌شوند، طی بازدید میدانی مشخّص شد.

نتایج

مشخّصات کلّی سازندهای مارنی

استان کرمانشاه شامل چهارده ردیف مهمّ چینه‌شناسی است که متأثّر از چرخهٔ پیش‌روی و پس‌روی دریا بوده و به همین دلیل غالب آن‌ها سازندهای مارنی حسّاس به فرسایش دارند. این سازندها در منطقهٔ زاگرس دارای مشخّصات متنوّع اقلیمی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و کانی‌شناسی هستند (جدول ۲). قدیمی‌ترین این سازندها آهک‌های بیستون است؛ همچنین شمال و شمال شرق استان نیز فاقد سازندهای مارنی قابل توجّه است. سازندهای مارنی که در مرکز، غرب و جنوب شرقی استان رخنمون زیادی دارند به‌لحاظ سنگ‌شناسی و توپوگرافی ازجمله شیب و نهشه‌های حاصله (واریزه، پادگانه‌های آبرفتی و دشت‌ها) شرایط متنوّعی دارند و از سازندهای مارنی منشأ می‌گیرند و به همین دلیل مستعدّ انحلال و فرسایش‌های تونلی و خندقی هستند که با شخم و آبیاری نامناسب تشدید می‌شود.

براساس بررسی اوّلیهٔ نقشه‌های جدید سازمان زمین شناسی و شرکت نفت، سازندهای مارنی به‌طور عمده در محدودهٔ شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، پاوه، سرپل ذهاب، قصرشیرین، کرند و هرسین پراکنش دارند که ازلحاظ ترکیب شیمیایی می‌توان آن‌ها را در دو گروه قرار داد: الف: مارن‌های تبخیری (دارای ترکیبات گچی و نمکی) که مربوط به گروه فارس هستند و در منطقهٔ قصرشیرین، سومار، نفت‌شهر و بخشی از گیلان غرب گسترش دارند و ب: مارن‌های رسی - آهکی (بخش اصلی آن متشکّل از رس، سیلت و آهک) که در نواحی مرکزی، جنوبی و جنوب شرق استان پراکنش بیشتری دارند. شرایط ژئومورفولوژی، چهرهٔ فرسایش و میزان انحلال این سازندها بازتابی از مدیریت جاری بهره‌برداری از آن‌هاست (جدول ۲).

چینه‌شناسی و مساحت رخنمون سازندهای مارنی

براساس نتایج پژوهش حاضر، سازندهای مارنی استان کرمانشاه شامل امیران، آغاجاری، گچساران، گورپی، تله‌زنگ، کشکان، پابده و میشان است که مساحت رخنمون آن‌ها بالغ بر ۶۰۳ هزار هکتار (۲۴/۲۱٪ مساحت استان کرمانشاه) به‌دست آمد. شکل ۳ نقشهٔ پراکنش این سازندها را پس از کنترل میدانی نشان می‌دهد و جزئیات مساحت هر سازند نیز در این جدول درج شده است. مهم‌ترین ویژگی‌های این سازندها (از قدیم به جدید) شامل چینه‌شناسی و گسترش آن‌ها در استان کرمانشاه به‌شرح زیر است:

1- UTM

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مهم‌ترین ردیف‌های چینه‌شناسی در پهنهٔ استان کرمانشاه

جنس	سازند	سن	دوران
آهک	آهک‌های بیستون (کرمانشاه)	تریاس- کرتاسهٔ فوقانی	مزوزوئیک
آهک-شیل	سازند آهکی سروک	کرتاسهٔ فوقانی	
مارن و شیل‌های آهکی	سازند گورپی	کرتاسهٔ فوقانی	
مارن، ماسه‌سنگ و شیل	سازند امیران	پالئوسن تحتانی	سنوزوئیک
مارن - شیل	سازند پابده	پالئوسن - ائوسن	
آهک - شیل	سازند تله‌زنگ	پالئوسن - ائوسن تحتانی	
ماسه‌سنگ	سازند کشکان	ائوسن تحتانی - ائوسن فوقانی	
دولومیت	سازند آهکی شهبازان	ائوسن میانی - ائوسن فوقانی	
دولومیت	سازند آهکی آسماری	الیگوسن-میوسن	
مارن، آهک	سازند گچساران (فارس تحتانی)	میوسن تحتانی - میوسن میانی	
مارن، آهک	سازند میشان (فارس میانی)	میوسن فوقانی	
مارن، آهک	سازند آغاجاری (فارس بالایی)	میوسن فوقانی-پلیوسن	
آهک	سازند قم	میوسن میانی	
کنگلومرا	سازند بختیاری	میوسن فوقانی - پلیوسن	

سازند گورپی: حدود ۹۵ هزار هکتار از مساحت استان کرمانشاه (۳/۷٪) را شامل می‌شود که بیشترین رخنمون آن در شمال غرب و غرب استان، یعنی مناطق ثلاث، سرپل ذهاب، قصرشیرین (چم امام حسن)، گیلان غرب و دالاهو (گهواره)، جنوب غرب و جنوب شرق شهرستان کرمانشاه به‌سمت استان لرستان است. پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که تشکیل سازند گورپی در آب‌وهوای گرم و مرطوب با دو مرحله کاهش ناگهانی دما همراه است (زارعی سهامیه و همکاران، ۱۳۹۰). مرز زیرین سازند گورپی با سازند ایلام به‌صورت هم‌شیب و مرز بالایی آن با سازند امیران به‌صورت ناپیوسته است. ضخامت سازند گورپی حدود ۱۰۰ متر است که شامل تناوبی از مارن، شیل‌های خاکستری مایل به آبی با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های نازک رسی است. این سازند دارای دو بخش آهکی (امام حسن در منطقهٔ قصرشیرین همراه با میان لایه‌های مارن و موادّ آلی بودار به‌همراه دانه‌های پراکنده پیریت) و منصوری (یک بخش کوچک‌تر) است (مطیعی، ۱۳۷۲). در بخش‌های شیلی این سازند لایه‌بندی ضعیف‌تر از بخش‌های آهکی است.

سازند امیران: شامل ۸۷۱ متر شیل، ماسه‌سنگ، سنگ آهک و کنگلومرای فیلیش‌گونه است و به همین دلیل گاهی فیلیش‌های امیران نیز نامیده می‌شود. مساحت رخنمون سازند امیران در استان کرمانشاه حدود ۱۶۳ هزار هکتار (۶/۶٪ مساحت استان) به‌دست آمد که با روندی شمال غرب – جنوب شرق به‌سمت استان‌های ایلام و لرستان امتداد دارد (جدول ۳). نمونهٔ برش سازند امیران به‌وسیلهٔ جیمز و وایند[1] (۱۹۶۵)، در نقطه‌ای به همین نام در نزدیکی رودخانهٔ کشکان که تاقدیس آن با رودخانه قطع می‌شود، انتخاب شد. مرز زیرین و بالایی این سازند به‌ترتیب گورپی و سازند کرمانشاه (سنگ آهک بیستون) است. در غرب استان مرز بالایی سازند تله‌زنگ و در برخی مناطق نیز سازند کشکان است. براساس نتایج پژوهش نصیری و همکاران (۲۰۱۳) توالی رسوبی سازند امیران بیانگر منشأگرفتن آن از تخریب رادیولاریت و افیولیت‌ها و سرازیرشدن آن‌ها به نواحی ژرف‌تر است و به همین دلیل مجموعهٔ گوناگونی از اثر فسیل‌ها با حفظ‌شدگی خوب را دارد و شش رخسارهٔ آن شامل شیل و ماسه‌سنگ متورق، شیل سبز زیتونی، ماسه‌سنگ با میان‌لایهٔ شیل، کنگلومرا و ماسه‌سنگ ریز است.

1- James & Wynd

www.SID.ir

Archive of SID

سازند پابده: برش نمونهٔ سازند پابده (پالئوسن فوقانی - الیگوسن زیرین) در نزدیک سازند گورپی در استان خوزستان قرار گرفته است. مرز پایینی و بالایی آن به‌ترتیب سازندهای گورپی و آسماری است. ازنظر سنگ‌شناختی شامل تناوب مارن‌های ارغوانی و آهکی است. رخنمون این سازند ۲۴/۳ هزار هکتار از جنوب غرب، یعنی مناطق سرپل ذهاب، قصرشیرین وگیلان غرب را دربر دارد.

سازند تله‌زنگ: شامل ردیف‌های آهکی با درون‌لایه‌هایی از شیل و مارن است. این سازند نسبت به سازندهای هم‌جوار خود (سازند امیران و کشکان) کمابیش مقاوم‌تر است. ستبرای این سازند متغیّر است و در برخی نقاط به ۲۵۰ متر می‌رسد. هم‌بری این سازند با امیران در زیر و سازند کشکان در بالا است. رخنمون سازند تله‌زنگ در استان کرمانشاه حدود ۴۳ هزار هکتار (۱/۷۳٪ از سطح استان) است؛ که با روندی شمال غرب – جنوب شرق به‌سمت استان‌های ایلام و لرستان امتداد دارد. براساس بررسی دقیق میدانی، رخنمون‌های حسّاس به فرسایش این سازند درشمال اسلام‌آباد غرب (منطقهٔ تپه‌ماهوری گهواره به‌سمت سیاخور) و بخش‌هایی از حاشیهٔ ماهیدشت است.

سازندکشکان: این سازند به‌طور مستقیم روی سازند امیران قرار دارد و مرز بالایی آن نیز سازند کشکان است. ضخامت آن در برش نمونه (رودخانهٔ کشکان) به ۳۷۰ متر رسیده است (مطیعی، ۱۳۷۲). براساس مشاهده‌های میدانی، در غالب مناطق استان کرمانشاه سازند کشکان دامنهٔ تپه‌ماهورها و پادگانه‌های رودخانه‌ای را تشکیل داده و بالادست آن (یال و گردنه) را سازند شهبازان تشکیل می‌دهد که به‌طور عمده چنین الگویی در زاگرس چین‌خورده با پوشش جنگلی و دیم‌زارهای حاصل از تخریب جنگل چهرهٔ غالب پوشش سطح این سازند است و به همین دلیل این دیم‌زارها نقش کلیدی در فرسایش و رسوب‌زایی دارند. در جنوب شرقی شهرستان کرمانشاه (یال جنوب شرقی حوزهٔ آبخیز مرک) سازند کشکان در برش مورد مطالعه توالی درشت‌شونده به‌سمت بالا را نشان می‌دهد (رستمی[1] و همکاران، ۲۰۱۹). در این منطقه مشخّصات رخساره‌های سازند کشکان به‌شرح زیر شناسایی شد (شکل ۳):

- رخسارهٔ کنگلومرا و درشت‌دانه با زمینهٔ (ماتریکس) ماسه‌سنگ موصوف به عنصر ساختاری کانال (CH). حالت دلالت بر وجود جریان قوی بدون چینه‌بندی مورّب به نسبت کاهش عمق آب است (راست[2]، ۱۹۷۸).
- رخسارهٔ گلی و سیلتی با میان لایه‌های ماسه‌ای با ضخامت حدود ۵۵ سانتی‌متر موصوف به عنصر ساختاری کروس‌های پهن)CS(که در مجاورت کانال‌ها به‌شکل پادگانهٔ آبرفتی و دشت سیلابی تجمّع یافته است (دیم‌زارهای کمابیش کم‌شیب).
- رخسارهٔ دانه‌ریز)Fm(شامل شیل‌های خاکستری، افق لیمونتی و ماسه‌سنگ‌های ارغوانی و سبز است که بیشترین درصد سازند کشکان در منطقهٔ مورد مطالعه را دربر می‌گیرد. این رخساره معرّف رسوب‌گذاری جریان‌های حاوی بار رسوبی معلّق است (رایت[3]، ۲۰۰۷).
- رخسارهٔ رسوبات ریزدانهٔ خارج از کانال دشت سیلابی)FF(متشکّل از موادّ سیلتی با رنگ ارغوانی با ضخامت متغیّر.
- رخسارهٔ رسوبات سیلتی و رسی)OF(شامل کالکریت[4] با درون لایه‌ای از ندول‌هایی از شیل‌های ارغوانی پودرمانند که براثر دیاژنز[5] به‌وجود آمده است و معرّف رسوبات سطحی آهکی که در خاک یا نزدیک سطح زمین

1- Rostami
2- Rust
3- Wright

۴- خاک‌های قدیمی (در اصطلاح رسوب‌شناسی)

5- diagenic

www.SID.ir

Archive of SID

تشکیل می‌شود (وانی و سودی[1]، ۲۰۰۶).

سازندهای گروه فارس: برای توصیف سکانس‌های ضخیمی از رسوبات دریایی با سن میوسن به‌کار گرفته شد و با تکمیل مطالعات به سه سازند فارس زیرین (سازند گچساران)، فارس میانی (سازند میشان) و فارس فوقانی (سازند آغاجاری) تفکیک شد (درویش‌زاده، ۱۳۷۰). این سازندها در منطقهٔ قصرشیرین، نفت‌شهر، سومار و بخشی از گیلان غرب رخنمون دارند و نقش اصلی در تشکیل خاک با قابلیت انحلال زیاد و نفوذپذیری کم و بافت سنگین دارند. سازند بختیاری در این منطقه گسترش بسیار محدودی (منطقهٔ سومار) دارد، امّا سازند گچساران با ریخت‌شناسی ملایم، دشت‌مانند و نرم‌فرسایی بخش قابل توجّهی از این منطقه را پوشش داده است.

رخنمون سازند گچساران به‌طور عمده در غرب استان شامل مناطق سرپل ذهاب، قصرشیرین و گیلان غرب است و مساحت آن در استان کرمانشاه ۹۳ هزار هکتار (۳/۷۳٪ مساحت استان) است. این سازند متشکّل از مارن‌های سبز و گاهی قرمز با درون لایه‌هایی از سنگ آهک و ماسه‌سنگ نازک و تناوب‌هایی از گچ و انیدریت به رنگ سفید تا خاکستری است. در منطقهٔ قصرشیرین تا گیلان غرب ساختار کانی‌شناسی این سازند متفاوت و دربرگیرندهٔ گچ و قیر طبیعی است. رخنمون‌های قیر طبیعی نشان می‌دهد که تحت تأثیر عوامل زمین‌ساختی و چینه‌ای، موادّ نفتی از راه درز و شکاف‌ها از تشکیلات زیرین به بالا راه یافته است (جدول ۳).

توپوگرافی سازند گچساران تپّه‌ماهوری مدوّر و کم‌ارتفاع است؛ همچنین نقاط دارای خاک عمیق آن نیز کاربری کشاورزی دارد.

در زاگرس مرکزی به‌ویژه در منطقهٔ کرمانشاه سازند میانی گروه فارس، یعنی سازند میشان کمتر رخنمون داشته و شامل مارن‌های خاکستری ژیپس‌دار با درون لایه‌هایی از سنگ آهک خاکستری مایل به قهوه‌ای است. مساحت رخنمون این سازند در استان کرمانشاه حدود ۲۴۵۰ هکتار (۰/۰۹٪ مساحت استان) است که نسبت به سایر سازندها بسیار کمتر است. نظر به اینکه این سازند با نوار باریکی در حاشیهٔ آغاجاری دیده می‌شود، شکل کلّی، پوشش گیاهی، فرسایش و کاربری آن نیز شبیه همین سازند است.

سازند آغاجاری نیز مانند گچساران در مناطق قصرشیرین، نفت‌شهر، سومار، گیلان غرب و بخش‌های محدودی از سرپل ذهاب رخنمون دارد. مساحت این سازند ۱۴۷ هزار هکتار (۵/۹۰٪ مساحت استان) به‌دست آمد که نسبت به سایر سازندهای مارنی بیشترین گسترش را دارد (جدول ۳). سازند آغاجاری به ضخامت تقریبی ۲۹۷ متر با تناوبی از ماسه‌سنگ آهکی قهوه‌ای و لایهٔ ضخیم‌تر قرمزرنگ در محلّ نمونه‌برداری واقع در شهرستان آغاجاری شناسایی شده است (مطیعی، ۱۳۷۲). ازنظر موادّ تشکیل‌دهنده شامل تناوبی از دو لایهٔ ماسه‌سنگی و مارن است که عمق لایهٔ مارنی بیشتر است. لایهٔ ماسه‌سنگی در منطقهٔ بندرعباس و فارس رخنمون بیشتری دارد، درحالی که بخش مارنی به‌نام بخش لهبری[2] به حالت هم‌شیب روی بخش ماسه‌سنگی قرار داشته و بخش‌های ماسه‌سنگی اغلب به‌صورت برجسته در بین بخش‌های مارنی فرسوده دیده می‌شود که بیانگر رسوب‌گذاری ذرّات معلّق در سرعت‌های بسیارپایین جریان آب است (مایل و پوزما، ۱۹۹۷).

کاربری غالب اراضی سازندهای مارنی استان کرمانشاه

نقشهٔ کاربری غالب اراضی سال ۲۰۱۵ در استان کرمانشاه در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجّه به این نقشه، اراضی مرتعی با ۱۰۷۶۳ کیلومتر مربع مساحت بیشترین سطح استان (۴۳/۲۴٪) را دربر دارد. پس از آن اراضی

1- Wani & Sudi
2- Lahbari member

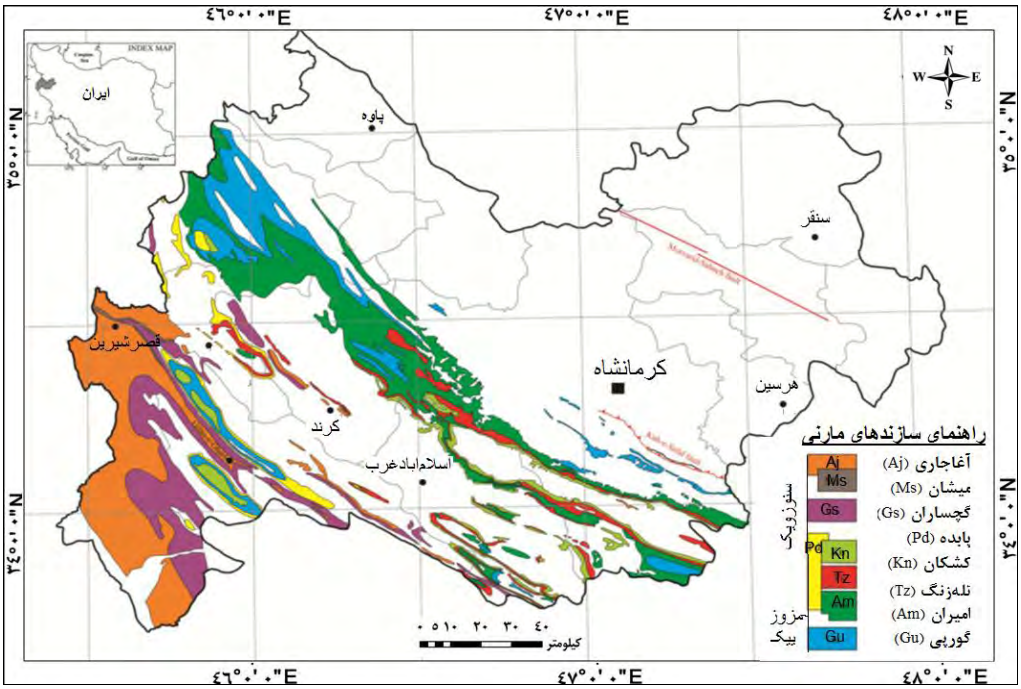
www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی و سپس اراضی جنگلی است (شکل ۴). مقایسهٔ شکل ۳ و ۴ نشان می‌دهد که غالب اراضی مرتعی، جنگلی و دیم‌زارهای استان کرمانشاه روی سازندهای مارنی پراکنش دارند (جدول ۴). بر این اساس، کاربری اراضی غالب هر سازند در جدول ۵ مشخّص شده است.

جدول ۳. نسبت مساحت پراکنش سازندهای مارنی در استان کرمانشاه

سازند	همبری		مهم‌ترین مشخّصات رخساره‌ای در استان کرمانشاه	مساحت در استان کرمانشاه	
	زیرین	بالایی		هکتار	٪
آغاجاری	میشان	بختیاری	دشت‌سر مارنی با برون‌زدگی‌های ماسه‌سنگی	۱۴۶۹۶۶	۵/۹۰
میشان	گچساران	آغاجاری	دشت‌سر مارنی	۲۴۵۰	۰/۰۹
گچساران	آسماری	میشان	تپّه‌ماهورهای مارنی	۹۲۹۷۲	۱/۷۳
کشکان	تله‌زنگ/ امیران	شهبازان	تپّه‌ماهور و پادگانه‌های آبرفتی	۳۹۴۸۴	۱/۵۸
تله‌زنگ	امیران	کشکان	تپّه‌ماهور و پادگانه‌های آبرفتی	۴۳۲۶۳	۱/۷۳
پابده	گورپی	آسماری	تپّه‌ماهوری	۲۴۲۹۵	۰/۹۷
امیران	گورپی	بیستون	تپّه‌ماهور و پادگانه‌های آبرفتی	۱۶۳۰۸۴	۶/۵۴
گورپی	سروک/ ایلام	امیران	تپّه‌ماهوری	۹۰۹۲۲	۳/۶۴
جمع	-	-	-	۶۰۳۴۳۵	۲۴/۲۱



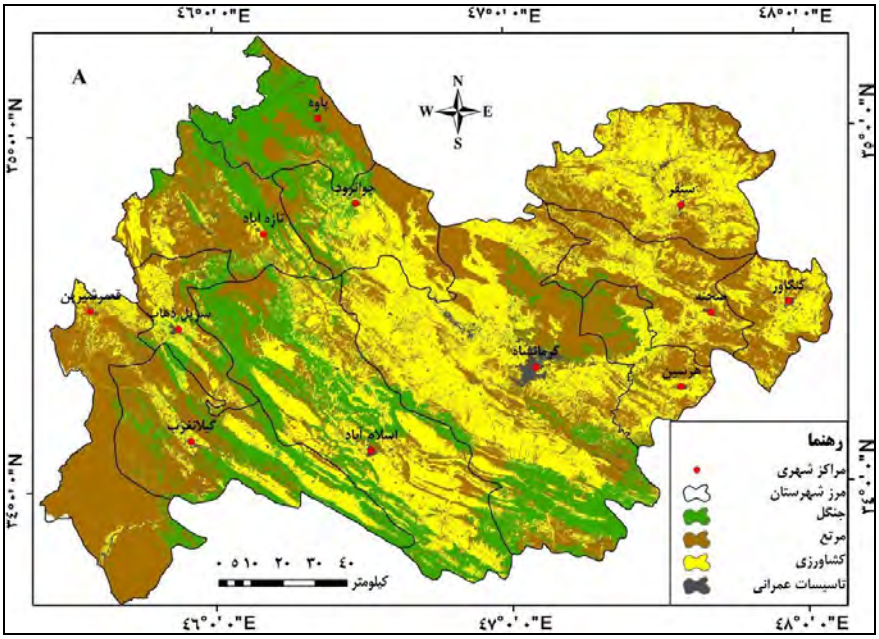
شکل ۳. نقشهٔ پراکنش سازندهای مارنی در استان کرمانشاه

جدول ۴. مساحت انواع کاربری اراضی استان کرمانشاه در سال ۲۰۱۵

انواع کاربری اراضی	مساحت (km^2)	مساحت (٪)
جنگل	۴۸۹۰	۱۹/۶۴
مرتع	۱۰۷۶۳	۴۳/۲۴
کشاورزی	۸۸۲۹	۳۵/۴۷
تأسیسات عمرانی	۴۰۶	۱/۶۳
جمع	۲۴۸۸۸	۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نقشهٔ کاربری اراضی استان کرمانشاه

تأثیر تغییر کاربری بر سیمای فرسایش و ژئومورفولوژیک سازندهای مارنی

سازند گورپی: براساس نتایج نوشتار پیش رو، سازند گورپی به‌شکل تپّه‌ماهور کم‌ارتفاع، تاحدودی مدوّر و چین‌خورده با شیب غالب حدود ۱۵٪ تا ۲۵٪ رخنمون دارد. پوشش گیاهی این سازند در منطقهٔ ثلاث، گهواره و اسلام‌آباد غرب ازنوع جنگل‌های تنک است. ردیف درختان از الگوی چینه‌بندی محلّی تبعیت کرده است و درختان جنگلی در لایه‌های سست شیلی ریشه دوانده و لایهٔ سخت نیز به‌مثابهٔ سطحی آبگیر در استحکام و افزایش رطوبت آن‌ها عمل می‌کند (شکل ۵). پوشش کف نیز به‌دلیل عمق محدود خاک تنک و به‌طور عمده گون و برخی گندمیان است. خاک لخت و سنگ‌ریزه به‌همراه واریزه‌های موضعی بر سطح این سازند قابل توجّه است که با تخریب و تغییر کاربری، رواناب به‌سادگی موجب جابه‌جایی ذرّات ریز روی شیب می‌شود و بسته به شرایط و جهت چین‌خوردگی، لغزش‌های محدودی به‌همراه فرسایش شیاری (غالباً در دیم‌زارها) ایجاد می‌کند.

شکل ۵. سازند گورپی الف: غرب گهواره، تله‌زنگ؛ ب: سیاخور – اسلام‌آبادغرب، سازند سازند امیران دچار تخریب و حذف جنگل که کانون اصلی فرسایش، رسوب و سیل است؛ ج و د: منطقهٔ بوژان کرمانشاه

www.SID.ir

Archive of SID

سازند امیران: براساس مشاهدات میدانی، سیمای ژئومورفولوژیک سازند امیران نسبت آسیب‌پذیرترین سازند نسبت به تغییر کاربری است. بر این مبنا، رخساره‌های حسّاس به فرسایش این سازند در مناطق جنگلی و دیم‌زارهای شیب‌دار (حاصل تخریب جنگل) رخنمون بیشتری دارند و در نقاط با تخریب پوشش گیاهی و شخم‌خورده، منشأ اصلی فرسایش، رسوب و تشدید سیل هستند. وضعیت حادّ تخریب این سازند نقاط تخریب‌یافتهٔ جنگلی جنوب و جنوب شرقی شهرستان کرمانشاه (منطقهٔ بوژان به‌سمت استان‌های ایلام و لرستان) است که با رنگ سبز زیتونی به‌شکل تپّه‌های مدوّر نمایان است. در این منطقه تغییر کاربری مفرط جنگل به‌همراه زغال‌گیری و جاده‌سازی نامناسب، موجب شده که لایهٔ قابل انحلال و ضخیم رس و سیلت درمعرض فرسایش شدید قرار گیرد، به‌طوری که با رخداد هر بارش مؤثّر[1] فرسایش بین‌شیاری، شیاری، انحلال و زمین‌لغزش رخ می‌دهد و آثار رسوبات جدید در آبراهه‌ها، پل‌ها، جاده و کناره رودخانه با رنگ سبز زیتونی قابل مشاهده است.

در روستای چنار[2] (منطقهٔ بوژان) پس از بارش، رسوبات سبزرنگ به‌موازات شیارهای شخم وارد مزارع کم‌شیب، سیستم زهکشی و راه‌های اطراف می‌شود و فرسایش‌های تونلی، شیاری و لغزش‌های جانبی نیز موجب تشکیل رخسارهٔ بدلند شده است. شاید بتوان گفت که روند تخریب جنگل در کمتر منطقه‌ای قابل مشاهده باشد. به همین دلیل به‌عنوان یکی از سرشاخه‌های بالادست حوزهٔ کرخه، نقش کلیدی در رخداد سیل و رسوب و خسارات روبه گسترش آن در استان‌های لرستان (پلدختر) و خوزستان دارد. این تخریب به‌شکلی حیرت‌آور و به‌دور از هرنوع مدیریت و پایشی ادامه دارد (شکل ۶).

سازند پابده: تناوب زیاد لایه‌های آهکی و شیلی موجب کنترل فرسایش در این سازند شده است که شدّت آن بستگی به شرایط محلّی ازجمله جهت لایه‌های چین‌خورده دارد. در مواردی که جهت لایه‌ها در جهت شیب دامنه است، فرسایش لایهٔ سست شدیدتر است و فرسایش شیاری عمیق روی دامنه مشاهده می‌شود که با تخریب پوشش گیاهی تشدید شده است. این موضوع بیانگر نقش پوشش گیاهی ازجمله درختان جنگلی منطقه در تثبیت این سازند است؛ بنابراین تغییر کاربری اراضی در این مناطق نقش اصلی در تشدید فرسایش و رسوب این سازند دارد.

شکل ۶. توالی تخریب سازند آغاجاری از بالا تا پایین یک دامنهٔ کم‌شیب: الف: تغییر کاربری و حذف پوشش گیاهی؛ ب: تشکیل تونل؛ ج: فرسایش خندقی؛ د: خندق فعّال و عمیق؛ و: رسوبات پس از بارش؛ ی: پس‌روی و فرسایش لایهٔ مارنی در زیر لایهٔ ماسه‌سنگی در آبراههٔ اصلی

۱- منظور بارشی است که منجر به ایجاد رواناب شود.

2- UTM 98: S38 03754715, 695822

www.SID.ir

Archive of SID

سازند تله‌زنگ: تیپ اصلی فیزیوگرافی این سازند تپّه‌ماهوری است که با جهت شمال غرب - جنوب شرق رخساره‌های متفاوتی برحسب چین‌خوردگی محلّی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی دارد. در نقاطی که درختان جنگلی تضعیف و تنک شده‌اند، لایهٔ سطحی با خاک کم‌عمق نسبت به لغزش حسّاس شده و پس از بارش‌های شدید از دامنه جدا می‌شود. این‌گونه مواد منشأ اصلی رسوبات به‌شکل بار معلّق هستند و در گل‌آلودگی منابع آب و سیل‌خیزی و خسارات به مزارع و جاده‌ها نقش اساسی دارد.

سازند کشکان: لایه‌های سطحی آهکی و کنگلومرا حسّاس به هوازدگی (تناوب یخبندان و ذوب) است و به‌سادگی به‌وسیلهٔ باران، تردّد دام، نیروی جاذبه و حتّی باد (موادّ ریزدانهٔ آن) جابه‌جا می‌شود. در چنین شرایطی افزون بر منشأ رسوب، پتانسیل تشکیل کانون‌های محلّی گرد و غبار نیز دارد. به‌طور کلّی این سازند بخش وسیعی از اراضی تپّه‌ماهوری (به‌طور عمده جنگلی یا تبدیل‌شده به اراضی دیم) واقع در جنوب شرقی استان کرمانشاه را دربر دارد که همچون سازند امیران فرسایش شدید بین‌شیاری، شیاری، انحلال و لغزش مهم‌ترین مشخّصات آن است.

سازند گچساران: توپوگرافی سازند گچساران تپّه‌ماهوری مدوّر و کم‌ارتفاع است و کاربری عمدهٔ آن، مرتع قشلاقی است؛ همچنین نقاط دارای خاک عمیق آن نیز کاربری کشاورزی دارد. مجموعهٔ چرای مفرط، برداشت نامناسب خاک در محدودهٔ معادن و تغییر کاربری به دیم‌زار، از عوامل تخریب این سازند هستند.

سازند آغاجاری: گسترهٔ اصلی فرسایش خندقی منطقهٔ قصرشیرین روی این سازند که به‌دلیل ساختار کانی‌شناسی و خاک‌شناسی، پتانسیل زیاد انحلال و پیامدهای متعدّد ناشی از آن، ازجمله رسوب‌زایی و سیل‌خیزی را دارد. شکل غالب فرسایش آن خندقی است (جدول ۵).

جدول ۵. کاربری غالب، اشکال فرسایش، عوامل تخریب سازندهای مارنی و پیامدهای آن در استان کرمانشاه

مهم‌ترین پیامدهای برون‌حوزه‌ای*	اشکال فرسایش	عوامل تخریب	کاربری غالب	سازند
بیابان‌زایی (رستمی و همکاران، ۲۰۱۹)، تشکیل کانون ریزگرد/ انتشار کربن خاک (شهبازی[1] و همکاران، ۲۰۱۷)	خندقی فعّال	تغییر کاربری و چرای بی‌رویه	مرتع قشلاقی	آغاجاری
	تونلی و خندقی شدید	شخم و آبیاری نامناسب	کشاورزی	
رسوب‌زایی	خندقی	چرای بی‌رویه	مرتع/ باغ	میشان
رسوب‌زایی و کاهش منابع آب	شیاری/ خندقی	چرای بی‌رویه/ برداشت نامناسب معدن گچ	مرتع	گچساران
	خندقی شدید	شخم و آبیاری نامناسب	کشاورزی	
رسوب، سیل، گل‌آلودگی، کاهش منابع آب و انتشار کربن آلی خاک (حشمتی و قیطوری، ۱۳۹۷)	تونلی و لغزش	تغییر کاربری و تخریب مفرط جنگل	جنگل	کشکان
	تونلی و لغزش	تغییر کاربری و چرای مفرط	مرتع	
	تونلی، شیاری و خندقی	شخم غیر اصولی (در جهت شیب)	دیم‌زار	
	خندقی	شخم و آبیاری نامناسب	کشاورزی (آبی)	
سیل، رسوب و انتشار کربن (تخریب جنگل)	بین‌شیاری و شیاری	تغییر کاربری و تخریب مفرط جنگل	مرتع/جنگل	تله‌زنگ
	شیاری/ خندقی	شخم غیر اصولی (در جهت شیب)	دیم‌زار	

1- Shahbazi

www.SID.ir

Archive of SID

ادامهٔ جدول ۵. کاربری غالب، اشکال فرسایش، عوامل تخریب سازندهای مارنی و پیامدهای آن در استان کرمانشاه

مهم‌ترین پیامدهای برون‌حوزه‌ای*	اشکال فرسایش	عوامل تخریب	کاربری غالب	سازند
رسوب و انتشار کربن (تخریب جنگل) (رستمی و همکاران، ۲۰۱۹)	شیاری/ لغزش محدود	تغییر کاربری و چرای مفرط	مرتع	پابده
رسوب، سیل، گل‌آلودگی، انتشار کربن آلی خاک و کاهش منابع آب (نصیری و همکاران، ۲۰۱۳)	تونلی و بدلند	تغییر کاربری و تخریب مفرط جنگل	جنگل/ مرتع	امیران
	تونلی و شیاری شدید	شخم غیر اصولی (در جهت شیب)	دیم‌زار	
	خندقی	شخم و آبیاری نامناسب	زارعت آب	
رسوب	بین‌شیاری و واریزهٔ	تغییر کاربری و تخریب جنگل	جنگل/ مرتع	گورپی
	بین‌شیاری و شیاری	شخم غیر اصولی (در جهت شیب)	دیم‌زار	

* براساس شواهد میدانی، بررسی پژوهش‌های انجام‌یافته و روند فعلی تخریب

بحث

به‌طور کلّی نتایج پژوهش نشان داد که غالب سازندهای مارنی استان کرمانشاه در بخش‌های بالادست و میانی حوضه‌های آبخیز رخنمون بیشتری دارند. بررسی‌های میدانی نشان داد که غالب رخساره‌های این سازندها در استان کرمانشاه شامل مارن، شیل و ماسه‌سنگ با درون‌لایه‌های نازک تا متوسّط ماسه است. در سازند امیران درون‌لایه به‌همراه آثار فسیل‌هایی ازنوع نرم‌تنان است که به‌راحتی با دست شکسته می‌شود؛ که به محیط رسوبی نهشته‌های مخروطی زیردریایی ژرف نسبت داده می‌شود (نصیری و همکاران، ۲۰۱۳). براساس مطالعات محسنی و همکاران (۱۳۹۳)، سازند پابده در گیلان غرب با ضخامت ۴۶۵ متر شامل لایه‌های شیلی تیره‌رنگ دارای مادّهٔ آلی است که در محیط رسوبی حاشیهٔ قاره‌ای تا ژرف انباشته شده است؛ و به همین دلیل نسبت به عوامل تخریب و تغییر کاربری اراضی حسّاس است.

جنس سازند کشکان مارن قرمزرنگ با تناوبی از آهک، ماسه‌سنگ و کنگلومرا و میان‌لایه‌هایی از قطعات رادیولاریتی و ولکانیکی است. مشاهدات میدانی همچنین نشان داد که در نقاط با تخریب پوشش گیاهی و دچار فرسایش و زمین‌لغزش، سیمان سست کنگلومرا به‌راحتی براثر یخبندان تخریب یافته و قطعات کنگلومرا روی دامنه، واریزه‌های موضعی تشکیل داده‌اند. تبدیل جنگل به دیم‌زار در این منطقه موجب کاهش معنی‌دار مادّهٔ آلی، رطوبت خاک و پایداری آن درمقابل انحلال شده است (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۶؛ نائل و همکاران، ۲۰۰۴).

در مناطقی از شمال اسلام‌آباد غرب ازجمله جنگل‌های منطقهٔ گهواره و سیاه‌خور، نهشته‌های سازند تله‌زنگ (پادگانه‌های آبرفتی با شیب ملایم و کاربری کشاورزی) نیز مستعدّ فرسایش خندقی هستند و کاهش مادّهٔ آلی خاک و شخم نامناسب این روند را تشدید کرده است (قیطوری[1] و همکاران، ۲۰۱۹؛ حشمتی و همکاران، ۲۰۱۲). در نقاطی که پوشش جنگلی کاملاً تخریب‌شده، لغزش چهرهٔ غالب است و سطح برجا مانده پس از لغزش (براساس رنگ و بافت)، دو لایهٔ متفاوت زیر را از هم مجزّا کرده است:

- لایهٔ رسی زیرین با بافت سنگین و رنگ قرمز تیره.
- لایهٔ لغزش‌یافتهٔ سطحی با رنگ روشن و متشکّل از ماسه‌سنگ، آهک و ذرّات سیلت و شن (شکل ۶).

پیامدهای ناشی از تخریب سیمای ژئومورفولوژیکی سازندهای مارنی منطقهٔ زاگرس، به‌ویژه در استان‌های

1- Gheitury

www.SID.ir

Archive of SID

کرمانشاه، ایلام و لرستان سیل، رسوب، بهپروردگی و گل‌آلودگی منابع آب است که به پایین‌دست حوزه‌های آبخیز منتقل می‌شود که نمونهٔ بارز آن سیل چند سال اخیر با تحمیل خسارت‌های جانی، مالی و زیست‌محیطی غیر قابل جبران است (حشمتی و قیطوری، ۱۳۹۷). این روند موجب تشدید پدیدهٔ خشکیدگی جنگل‌های زاگرس نیز شده است (سکوتی و همکاران، ۲۰۰۹)؛ همچنین رس و سیلت خاک و لایهٔ سطحی غالب این سازندها بیش از ۸۰٪ است (کمالی و همکاران، ۱۳۹۹). کانی غالب آن‌ها نیز از نوع آماس‌پذیر و حسّاس به انحلال، لغزش و فرسایش خندقی است (اولیایی[1] و همکاران، ۲۰۰۶) که با جذب آب تا ۳۰٪ افزایش حجم پیدا کرده و به همین دلیل نقش کلیدی در خزش، لغزش و نیز پدیدهٔ واگرایی به‌عنوان اوّلین مرحلهٔ فرسایش‌های تونلی و خندقی دارند (واعظی و همکاران، ۱۳۹۲؛ لوتنگر و سراتو، ۲۰۰۱). مسئلهٔ مهمّ دیگر، شرایط توپوگرافی و کاربری این سازندهاست. براساس نتایج نوشتار پیش رو شیب غالب بیشتر این سازندها (به‌جز آغاجاری) ۱۵٪ تا ۲۰٪ با کاربری غالب جنگل و مرتع است که متأسّفانه دست‌خوش تغییر کاربری گسترده و حذف پوشش گیاهی شده‌اند که با روندی تشدیدی ادامه دارد. دلیل اصلی این موضوع عدم نظارت کافی، لابی‌گری و سوء استفاده از قانون بهره‌وری اراضی است (قیطوری و همکاران، ۲۰۱۹؛ کمالی و همکاران، ۱۳۹۹).

سازندهای مارنی در این مناطق شامل مارن، ماسه‌سنگ، چرت و شیل با درون‌لایه‌هایی از سنگ‌های آهکی و کنگلومرا هستند (کریمی‌باوندپور و همکاران، ۱۳۷۸). در بیشتر نقاط کم‌شیب که پوشش گیاهی تخریب شده، پدیدهٔ انحلال موجب فعّال‌شدن فرسایش خندقی شده است و لایهٔ ماسه‌سنگی به‌شکل عوارض کمابیش برجسته و فرسوده با تشکیل واریزه‌های محدود پراکنش دارند (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۸۶).

براساس نتایج پژوهش فیض‌نیا و همکاران (۱۳۸۶)، مونتموریلینیت (اسمکتیت[2]) کانی غالب این سازند است؛ همچنین مجموع سیلت و رس خاک و لایهٔ سطحی آن ۸۴٪ است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۷). بررسی‌های میدانی نشان داد که هردو لایهٔ ماسه‌سنگ و مارنی سازند آغاجاری رخنمون دارند، امّا رخنمون لایهٔ مارنی بیشتر است. در مواردی لایهٔ ماسه‌سنگی سطح بالایی تپّه‌های منفردی را تشکیل داده و واریزه‌های بلوکی محدود در پای آن شکل گرفته است. چنین رخساره‌هایی بیانگر عمق فرساش در طول زمان است. در مواردی که لایهٔ ماسه‌سنگی در کف آبراهه و خندق‌ها وجود دارند، تعریض و لغزش‌های جانبی را سبب شده است.

در این منطقه سیمای ژئومورفولوژیک سازندهای مارنی به‌دلیل اجرای پروژهٔ سامانهٔ کشاورزی گرمسیری، چرای مفرط و زودرس دام و بهره‌برداری از معادن گچ، دست‌خوش تغییرات قابل توجّهی شده است. تغییر کاربری گستردهٔ این مناطق افزون بر فرسایش، رسوب و سیل، به‌طور بالقوّه کانون ریزگرد است که با توجّه به جهت وزش باد غالب منطقه (از شرق به غرب)، می‌تواند بخش‌هایی از استان‌های کرمانشاه، لرستان، همدان و مرکزی را تحت تأثیر قرار دهد. دلیل این امر درصد زیاد رس و سیلت سازند آغاجاری با مساحت زیاد آن است که با حذف پوشش دائمی مرتعی تشدید خواهد شد. مطالعات حقگو و همکاران (۱۳۹۶)، نشان داد که این منطقه درمعرض بیابان‌زایی است. در این منطقه با تغییر مرتع متوسّط به مرتع ضعیف، آستانه‌های فرسایش خندقی به‌طور قابل توجّهی کاهش یافته است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۷)؛ بنابراین تغییر کاربری و حذف پوشش گیاهی سازندهای مارنی منطقهٔ زاگرس منجر به تغییر سیمای ژئومورفولوژیک آن‌ها از راه فرسایش‌های انحلالی، خندقی و زمین‌لغزش می‌شود که پیامدهای آن ممکن است به اشکال مختلف ازجمله رسوب، سیل، بیابان‌زایی و وقوع ریزگردها باشد.

1- Owliaie
2- smectite

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که رخنمون هشت سازند گورپی، امیران، پابده، تله‌زنگ، کشکان، گچساران، میشان و آغاجاری با مساحت حدود ۶۰۳ هزار هکتار نزدیک به ۲۵٪ مساحت استان کرمانشاه را دربر دارند. توپوگرافی این سازندها (به‌جز آغاجاری) تپّه‌ماهوری با شیب غالب ۱۵٪ تا ۲۰٪ است و کاربری آن‌ها نیز جنگل و مرتع است و به همین دلیل درمعرض تغییر کاربری گستردهٔ همراه با شخم در جهت شیب قرار دارند. سازندهای مارنی تبخیری (آغاجاری و گچساران) به‌دلیل داشتن گنبدهای نمکی (در خوزستان) و لایه‌های گچی نسبت به عوامل تخریب آسیب‌پذیرتر بوده و نقش بیشتری در آلودگی منابع آب و وقوع پدیدهٔ گرد و غبار خواهند داشت. به‌طور کلّی مساحت سازندهای مارنی در استان کرمانشاه قابل توجّه بوده که ادامهٔ آن‌ها در منطقهٔ زاگرس ازجمله استان‌های لرستان، ایلام و خوزستان نیز زیاد است. عامل تخریب این سازندها تغییر کاربری اراضی به‌ویژه تبدیل جنگل‌ها و مراتع به دیم‌زارها است که به‌شکل‌های مختلف فرسایش ازجمله انحلالی، شیاری، خندقی و زمین‌لغزش است. براساس نتایج بررسی‌های میدانی، در مناطقی که پوشش گیاهی اراضی مارنی کاهش زیادی داشته یا ازبین رفته، انحلال موجب فرسایش خندقی و زمین‌لغزش شده است و رواناب به‌راحتی رسوبات ریزدانهٔ رس و سیلت را وارد سیستم زهکشی می‌کند. نتیجهٔ این روند افزون بر رسوب، تشدید سیل، کم‌آبی و سایر پیامدها است که عامل محدودکنندهٔ مدیریت چنین بحران‌هایی در منطقهٔ زاگرس است. درصورت ادامهٔ روند فعلی، پهنهٔ وسیع زاگرس درمعرض پیامدهای بیابانی با کمبود شدید منابع آب و کانون ریزگرد سوق می‌دهد که مهاجرت، بیکاری و فقر حاصل از آن یک ابر چالش را رقم می‌زند.

سپاسگزاری

این پروژهٔ تحقیقاتی (با شمارهٔ مصوّب ۹۷۰۱۵۵-۰۰۵-۲۹-۵۵-۲۴) به‌وسیلهٔ ادارهٔ کلّ منابع طبیعی استان کرمانشاه تأمین شد و به تصویب پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری قرار گرفت که بدین‌وسیله از همکاری آن‌ها سپاسگزاری می‌شود.

منابع

ابراهیم‌زاده، سجاد؛ بذرافشان، جواد؛ قربانی، خلیل (۱۳۹۲). مطالعهٔ تطبیقی شاخص‌های خشکسالی مبتنی بر داده‌های ماهواره‌ای و زمینی با استفاده از تکنیک تحلیل بردار تغییر (مطالعهٔ موردی: استان کرمانشاه). *نشریهٔ آب‌وخاک*، *۲۷* (۵)، ۱۰۳۴-۱۰۴۵.

پرویزی، یحیی؛ قیطوری، محمد؛ حشمتی، مسیب (۱۳۹۳). قابلیت زیرمدل دامنهٔ WEPP در پیش‌بینی دینامیک رواناب و فرسایش خاک در چند تیپ مرتعی نیمه‌خشک. *مرتع و آبخیزداری*، *۶۷* (۴)، ۵۰۱-۵۱۳.

حشمتی، مسیب؛ قیطوری، محمد؛ شیخویسی، مراد؛ عربخدری، محمود؛ حسینی، مجید (۱۳۹۶). مقابله با خشکیدگی جنگل‌های زاگرس با رویکردهای جمع‌آوری آب باران و حفظ رطوبت خاک به‌منظور مدیریت پیامدهای محیط زیستی آن. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، *۶* (۳)، ۱۲۵-۱۴۱.

حشمتی، مسیب؛ قیطوری، محمد (۱۳۹۷). تغییر کاربری اراضی؛ پاشنهٔ آشیل مدیریت بحران‌های زیست محیطی، عوامل و پیامدها. جغرافیا و پایداری محیط، *۸* (۱)، ۸۹-۱۰۵.

حقگو، کامران؛ رستمی، نورالدین؛ حشمتی، مسیب؛ فرامرزی، مرزبان (۱۳۹۶). بررسی وضعیّت بیابان‌زایی با استفاده از مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (مطالعهٔ موردی: دشت گندمبان، قصرشیرین). جغرافیا و پایداری محیط، *۷* (۱)، ۲۱-۳۳.

www.SID.ir

Archive of SID

درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰). *زمین‌شناسی ایران*. لاهور: نشر دانش.

ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۴). بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه. *تحقیقات جغرافیایی*، ۲۰ (۱)، ۹۰-۱۰۶.

زارعی سهامیه، رضا؛ یوسفی یگانه، بیژن؛ زمانیان، حسن؛ معظمی گودرزی، فروغ (۱۳۹۰). مطالعهٔ محیط رسوبی و زمین‌شیمی ماسه‌سنگ‌های سازند کشکان. *زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته*، *۱* (۱)، ۴۸-۶۲.

فیض‌نیا، سادات؛ حشمتی، مسیب؛ احمدی، حسن؛ قدوسی، جمال (۱۳۸۶). بررسی فرسایش آبکندی سازند مارنی آغاجاری در منطقهٔ قصرشیرین. *پژوهش سازندگی در منابع طبیعی*، *۲۰ (۱)*، ۳۲-۴۰.

قبادی، محمدحسین؛ رفیعی، بهروز؛ حیدری، مجتبی؛ موسوی، ساجدالدین؛ اسفندیاری، موسی (۱۳۹۳). ژئوشیمی و خاستگاه ماسه‌سنگ‌های سازند آغاجاری در استان خوزستان. *رسوب‌شناسی کاربردی*، ۲ (۳)، ۴۸-۶۱.

کرم، امیر؛ رنجبر، محسن؛ افتخاری، سید مروت؛ یعقوب‌نژاد اصل، نازیلا (۱۳۹۲). طبقه‌بندی واحدهای مورفوکلیماتیک استان کرمانشاه. *جغرافیا*، *۱۱* (۳۹)، ۲۳۴-۲۵۵.

کریمی‌باوندپور، علیرضا؛ حاجی‌حسینی، ابوالفضل؛ سهندی، محمدرضا (۱۳۷۸). *نقشهٔ زمین‌شناسی کرمانشاه: سری ۱۰۰۰۰۰:۱: ۵۴۵۸*. تهران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

کمالی، کورش؛ زهتابیان، غلامرضا؛ مصباح‌زاده، طیبه؛ آرخازلو، حسین شهاب؛ عربخدری، محمود؛ مقدم‌نیا، علیرضا (۱۳۹۹). ارزیابی شاخص‌های پایداری خاک در مناطق بیابانی (مطالعهٔ موردی: عرصه‌های مرتعی و کشاورزی شهرستان سمنان). *مرتع و آبخیزداری*، *۷۳* (۱)، ۱۸۳-۱۹۸.

محسنی، حسن؛ طولابی، مجید؛ یوسفی یگانه، بیژن؛ خدابخش، سعید (۱۳۹۳). ارزیابی ژئوشیمی آلی سازند امیران در برش تاقدیس امیران (جنوب باختر لرستان). *رسوب‌شناسی کاربردی*، ۲ (۴)، ۷۵-۸۹.

مطیعی، همایون (۱۳۷۲). *چینه‌شناسی زاگرس*. تهران: سازمان زمین‌شناسی کشور.

نعمتی پیکانی، مصطفی؛ جلیلیان، نسترن (۱۳۹۱). گیاهان دارویی استان کرمانشاه. *تاکسونومی و بیوسیستماتیک*، ۴ (۱۱)، ۶۹-۷۸.

واعظی، علی‌رضا؛ حسن‌زاده، حیدر؛ محمدی، محمدحسین (۱۳۹۲). تغییرات رواناب در ابعاد کرت در نمونه‌های خاک با بافت مختلف تحت رخدادهای یکسان باران شبیه‌سازی‌شده. *تحقیقات آب‌وخاک ایران*، ۴۴ (۳)، ۲۴۳-۲۵۳.

واعظی، علی‌رضا؛ فرومدی، مجید (۱۳۹۷). تغییرات شاخص‌های جریان و فرسایش‌پذیری شیاری تحت تأثیر شدت باران در خاک مارنی. *مجلهٔ علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، *۱۲* (۴۰)، ۱۱-۲۲

References

Bernatek-Jakiel, A. & Poesen, J. (2018). Subsurface erosion by soil piping: Significance and research needs. *Earth-Science Reviews*, *185*, 1107-1128.

Blanco, H. & Lal, R. (2008). *Principles of soil conservation and management* (Vol. 167169). New York: Springer.

Borchardt, G. (1989). Smectites. *Minerals in soil environments*, *1*, 675-727.

Darvishzadeh, A. (1991). *Iran geology*. Lahore: Nashre-Danesh Publishing Company (In Persian).

Ebrahimzadeh, S., Bazrafshan, J. & Ghorbani, Kh. (2013). Comparative Study Between Satellite and Ground-based Drought Indices Using Change Vector Analysis Technique (Case Study of Kermanshah Province). *Journal of Water and Soil*, *27* (5), 1034-1045 (In Persian).

Feiznia, S., Heshmati, M., Ahmadi, H. & Ghodosi, J. (2008). Investigation of gully erosion in Marly Agha-Jari formation in Zagross (Case study: Ghasre-Shirin, Kermanshah). *Iranian Academic J. Pajouhesh and Sazandegi, 20* (1), 32-40 (In Persian).

Gheitury, M., Heshmati, M. & Ahmadi, M. (2019). Longterm Land use Change Detection in Mahidasht Watershed, Iran. *Ecopersia*, *7* (3), 141-148.

Ghobadi, M.H, Rafiei, B., Heydari, M., Mousavi, S. & Sfandiari, M. (2014). The geochemistry and provenance of Aghajari sandstones in Khouzestan province. *Applied Sedimentology*, *2* (3), 48-61 (In persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Haghgow, K., Rostami, N., Heshmati, M. & Faramarzi, M. (2017). Investigation of Desertification Potential Using IMDPA Model (Case Study: The Gandomban Plain, Qasr-e-Shirin). *Geography and Sustainability of Environment, 7* (1), 21-33 (In Persian).

Heshmati, M. & Geitouri, M. (2018). Land-use Change; Achilles heel to Overcoming the Environmental Crisis, Process and Impacts. *Geography and Sustainability of Environment*, *8* (1), 89-105 (In Persian).

Heshmati, M., Arifin, A., Shamshuddin, J. & Majid, N. M. (2012). Predicting N, P, K and organic carbon depletion in soils using MPSIAC model at the Merek catchment, Iran. *Geoderma*, *175*, 64-77.

Heshmati, M., Gheitouri, M., Parvizi, Y. & Hosini, M. (2015). Effect of converting forest to rainfed lands on spatial variability of soil chemical properties in the Zagros forest, western Iran. *Ecopersia*, *3* (4), 1161-1174.

Heshmati, M., Gheitouri, M., Sheikhvaisi, M., Arabkhedri, M. & Hosini, M. (2017). Combating the Forest Mortality Crises in Zagros Regions, Iran through Adaptive Approaches Solutions. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *6* (3), 125-141(In Persian).

James, G. A. & Wynd, J. G. (1965). Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *AAPG bulletin*, *49* (12), 2182-2245.

Kamali, K., Zehtabian, G., Mesbahzadeh, T., Arkhazloo, H. S., Arabkhedri, M. & Moghaddamnia, M. (2020). Evaluation of the Soil Sustainability Indices in Desert Areas (Case study: Rangeland and Agriculture fields of Semnan). *Range and Watershed Management, 73* (1), 183-198 (In Persian).

Karam, A., Ranjbar, M., Eftekhari, M. & Yaghoob Nejad, N. (2014). Classification of Morph climatic Zones of Kermanshah Province Using Cluster Analysis Method. *Geography*, *11* (39), 234-255 (In Persian).

Karimi-Bavandpoor, A., Hajihosaini, A. & Shahandi, M. (1999). *Geological Map of Kermanshah: 1:100,000 Series: 5458*. Tehran: Geological Survey of Iran Publisher (In Persian).

Karlen, D. L., Tomer, M. D., Neppel, J. & Cambardella, C. A. (2008). A preliminary watershed scale soil quality assessment in north central Iowa, USA. *Soil and Tillage Research*, *99* (2), 291-299.

Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., Kosma, D. & Yassoglou, N. (2006). Environmentally sensitive areas and indicators of desertification. In *Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue*, (pp. 525-547). Springer, Dordrecht.

Lutenegger, A. J. & Cerato, A. B. (2001). Surface area and engineering properties of fine-grained soils. In: *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Istanbul, Turkey, 27-31 August 2001. Volumes 1-3* (pp. 603-606). AA Balkema.

Miall, A. D. & Postma, G. (1997). The geology of fluvial deposits, sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology. *Sedimentary Geology*, *110* (1), 149.

Mohseni, H., Toulabi, M., Yosefi Yeganeh, B., Khodabakhsh, S. (2014). Organic geochemistry of the Amiran Formation in the Amiran anticline, SW of Lorestan. *Applied Sedimentology*, *2* (4), 75-89 (In persian).

Mutiee, H. (1993). *Zagros Stratigraphy (1)*, In: E. Hoshmandzadeh, (Eds.), Tehran: Geology of Iran, Geological Survey of Iran (In Persian).

Nael, M., Khademi, H. & Hajabbasi, M. A. (2004). Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. *Applied soil ecology*, *27*(3), 221-232.

Nasiri, Y., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, S. R. & Yousefi, B. (2013). Cyclic Sedimentation of the Amiran Formation for Subsurface Characterization in the Zagros fold–thrust belt (Application of Markov Chain Method in depositional sequences interpretation). *Journal of Tethys*, *1* (2), 113-127.

Nemati Paykani, M. & Jalilian, N. (2013). Medicinal plants of Kermanshah province. *Taxonomy and Biosystematics*, *4* (11), 69-78 (In Persian).

Owliaie, H. R., Abtahi, A. & Heck, R. J. (2006). Pedogenesis and clay mineralogical investigation of soils formed on gypsiferous and calcareous materials, on a transect, southwestern

www.SID.ir

Archive of SID

Iran. *Geoderma*, *134* (1-2), 62-81.

Parvizi, Y., Gheitury, M. & Heshmati, M. (2015). Capability of hillslope version of WEPP model in prediction of runoff and soil erosion dynamic in different type of semi-arid rangeland. *Journal of Range and Watershed Management, 67* (4), 501-513 (In Persian).

Parvizi, Y., Heshmati, M. & Gheituri, M. (2017). Intelligent approaches to analysing the importance of land use management in soil carbon stock in a semiarid ecosystem, west of Iran. *Ecopersia*, *5* (1), 1699-1709.

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.

Rust, B. R. (1978). *Depositional models for braided alluvium*. In: A. D. Miall, (Ed.), Fluvial sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 5, 605-626.

Shahbazi, K., Salajagheh, A., Jafari, M., Ahmadi, H., Nazarisamani, A. & Khosrowshahi, M. (2017). Comparative Assessment of Gully Erosion and Sediment Yield in Different Rangelands and Agricultural Areas in Ghasr-e-Shirin, Kermanshah, Iran. *Journal of Rangeland Science*, *7* (3), 296-306.

Sokouti, R., Mahdian, M. H. & Farshad, A. (2009). The effects of physical and chemical properties of marl derived soils on the erosion forms and rates. In: *Goldschmidt Conference Abstracts. A* (Vol. 1246).

Vaezi, A. R. & Foroumadi, M. (2018). Flow characteristics and rill erodibility in relation to the rainfall intensity in a marl soil. *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, *12* (40), 11-22 (in Persian).

Vaezi, A. R., Hasanzadeh, H. & Mohammadi, M. H. (2013). Runoff variations in the soil textures samples in the plot scale under the same rainfall events. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, *44* (3), 243-253 (in Persian).

Wani, P. P. & Sudi, R. (2006). Gully control in SAT watershed. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*, *2* (1), 28.

Wright, V. P. (2007). Calcrete. *Geochemical sediments and landscapes*, 10-45.

Zarei Sahmie, R., Yousefi Yeganeh, B., Zamanian. H. & Moazmi Godarzi, F. (2012). Study of sedimentary environment and geochemistry of Kashkan formation. *Advanced Applied Geology*, *1* (1), 48-62 (In Persian).

Zolfaghari, H. (2006). Study of natural seasons in Kermanshah province. *Geographical Researches*, *20* (1), 90-106 (In Persian).

www.SID.ir