Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

The impact of mining activities on biological and chemical properties of the soil of pastures adjacent to the West Asia Cement Factory in Torbat-e Jam

Saeed Abdi Tazik[1], Adel Sepehri[*2], Mohammad Farzam[3] and Mozhgan Sadat Azimi[4]

[1.] Corresponding Author; PhD. Student of Range Management, Department of Rangeland Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: saeid_abditazik@yahoo.com

[2.] Prof., Department of Rangeland Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

[3.] Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

[4.] Associate Prof., Department of Rangeland Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2026; Vol 20, Issue 1

Article history:
Received: 28.10.2024
Revised: 23.07.2025
Accepted: 04.08.2025

Keywords:
Electrical conductivity,
Mining,
Mycorrhizal fungi,
Soil macro elements.

Abstract

Background and Objective: Environmental pollution caused by industrial activities has become a major threat to natural ecosystems, particularly through the contamination of water, soil, and air. Among these activities, cement production and the exploitation of associated limestone and marl mines have substantial environmental impacts. Mining and cement manufacturing contribute to the degradation of natural ecosystems, including rangelands, forests, and agricultural lands, while also threatening surface and groundwater quality. These activities endanger plant and animal biodiversity, particularly medicinal plant species, disrupt agricultural and livestock production, and ultimately reduce the quality of life for local communities. Therefore, this study aimed to evaluate selected soil chemical and biological properties in mining-disturbed lands surrounding the Torbat-e Jam Cement Factory.

Methodology: This study was conducted in 2022 in rangelands and mining-disturbed areas adjacent to the Torbat-e Jam Cement Factory in Khorasan Razavi Province, Iran. Four mining-disturbed sites were selected: Mountain Fall, Warizeh Sangi, Road Construction, and a marl mining area. An undisturbed rangeland served as the control site. Within each area, five sampling sites were established, and three randomly located transects were laid out at each site, resulting in a total of 45 transects. Along each transect, 1 m² quadrats were placed at 10-m intervals. Soil samples were collected from two depths (0–20 cm and 20–40 cm) to determine soil chemical properties, biological activity, and macronutrient concentrations.

Results: Soil potassium concentration at the 20–40 cm depth was significantly higher (4.86%) than at the 0–20 cm depth, whereas soil electrical conductivity was significantly lower (3.37%) at the deeper layer. The abundance of soil microorganisms, including mycorrhizal fungi and both aerobic and anaerobic bacteria, was significantly greater in the control area than in the mining-disturbed sites. Soil organic matter and available phosphorus declined significantly in response to mining activities. Although soil pH varied only slightly (less than one pH unit) across the study sites, the highest pH values were recorded in the Warizeh

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

Sangi site at both sampling depths and in the Road Construction site at the 20–40 cm depth, indicating a shift toward more alkaline conditions. In contrast, the lowest soil pH was observed in the control area at the 20–40 cm depth, where the pH remained below 7.4.

Conclusion: The findings indicate that soil depth had only a limited influence on the measured soil properties, whereas mining disturbance significantly affected most of the evaluated variables. The control site supported substantially higher populations of soil microorganisms than the mining-disturbed areas, while soil organic matter and available phosphorus were markedly reduced as a consequence of mining activities. These results highlight the detrimental effects of mining on soil quality and biological functioning. Accordingly, implementing effective soil reclamation and ecological restoration programs in mined lands is strongly recommended. Furthermore, regulatory frameworks should require mining operators and cement companies to rehabilitate and restore disturbed areas following the completion of mining operations.

Cite this article: Abdi Tazik, S., A. Sepehri, M. Farzam, M. Sadat Azimi, 2026. The impact of mining activities on biological and chemical properties of the soil of pastures adjacent to the West Asia Cement Factory in Torbat-e Jam. Journal of Rangeland, 20(1): 84-96.



© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

تأثیر فعالیت‌های معدن‌کاوی بر برخی خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی خاک مراتع مجاور کارخانه سیمان غرب آسیا در تربت‌جام

سعید عبدی تازیک*[۱]، عادل سپهری[۲]، محمد فرزام[۳] و مژگان سادات عظیمی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایان‌نامه: saeid_abditazik@yahoo.com

[۲] نویسنده مسئول، استاد گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۳] استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

[۴] دانشیار گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۵؛ جلد ۲۰، شماره ۱

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۰۸/۰۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۳

واژه‌های کلیدی:
تخریب خاک،
قارچ میکوریزا،
معدن‌کاوی،
هدایت الکتریکی.

چکیده

سابقه و هدف: امروزه آلودگی آب، خاک و هوا بواسطهٔ انجام فعالیت‌های صنعتی توسط بشر، به یک تهدید جدی برای طبیعت تبدیل شده است. صنعت تولید سیمان و بهره‌برداری از معادن مرتبط با آن، یکی از این آلاینده‌های محیطی است. از بین رفتن اکوسیستم‌های طبیعی، تخریب مراتع، جنگل‌ها و مزارع و همچنین تهدید کیفیت آب سرچشمه‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی، به خطر افتادن حیات گونه‌های گیاهی و جانوری، خصوصاً گیاهان دارویی و تهدید فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری و بطور کلی از بین رفتن شرایط مساعد زندگی برای ساکنین منطقه، از پیامدهای منفی فعالیت‌های بی‌حد و اندازهٔ کارخانجات تولید سیمان و معادن مرتبط با آن به‌شمار می‌رود. از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف مطالعه برخی خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک، در اراضی تخریب شده اطراف کارخانه سیمان تربت‌جام در اثر معدن‌کاوی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال ۱۴۰۱ درمحدوده مراتع و مناطق معدن‌کاوی شده مجاور کارخانه سیمان تربت‌جام واقع در استان خراسان رضوی انجام شد. چهار سایت تخریب شده ناشی از معدن‌کاوی شامل مناطق ریزش‌کوه، واریزه‌های سنگی حین معدن‌کاوی، واریزه‌های ناشی از جاده‌سازی و منطقه تحت تاثیر معدن مارن درنظر گرفته شدند که درکنار یک منطقه شاهد مورد مقایسه قرار گرفتند. در هر یک از مناطق، پنج سایت و در هر سایت سه محدوده تصادفی ترانسکت (مجموعا ۴۵ ترانسکت) مستقر گردید. در طول ترانسکت‌ها پلات‌های یک متر مربعی با فواصل ۱۰ متری از یکدیگر مستقر شدند. در تمامی سایت‌ها، جهت بررسی خصوصیات شیمیایی، فعالیت‌های زیستی و عناصر ماکرو خاک، نمونه‌برداری از دو عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر صورت گرفت.

نتایج: یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که میزان پتاسیم خاک در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر نسبت به عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر بطور معنی‌داری و به میزان ۴/۸۶ درصد بیشتر و هدایت الکتریکی خاک در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر نسبت به عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر بطور معنی‌داری و به میزان ۳/۳۷ درصد کمتر بود. فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک (شامل قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی) در منطقه شاهد، نسبت به مناطق معدن‌کاوی شده بطور معنی‌داری بیشتر بود. میزان ماده آلی و فسفر خاک، با انجام فعالیت‌های معدن‌کاوی نسبت به منطقه شاهد بطور معنی‌داری کاهش یافت. در تحقیق حاضر، نوسانات pH خاک، بسیار ناچیز و کمتر از یک بود. با این وجود، بالاترین میزان pH خاک در منطقه واریزه سنگی در هر دو عمق صفر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

تا ۲۰ سانتی‌متر و ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر و منطقه جاده‌سازی در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر وجود داشت و در این مناطق، pH خاک به سمت قلیایی شدن پیش رفت. کمترین میزان pH خاک نیز در منطقه شاهد و در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد. بطوری که میزان pH خاک در این ناحیه و عمق نمونه‌برداری، کمتر از ۷/۴ بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، اثر عمق نمونه‌برداری بر صفات بررسی شده چندان محسوس نبود. اما عمده صفات بررسی شده، تحت تاثیر مکان‌های مورد مطالعه قرار گرفتند. بطوری که میزان میکروارگانیسم‌های خاک در منطقه شاهد، نسبت به مناطق معدن‌کاوی شده به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. از این رو، پیشنهاد می‌شود که عملیات احیاء خاک در مناطق معدن‌کاوی شده صورت پذیرد و قوانینی وضع گردد تا معدن‌کاوان و فعالان حیطه کاری همچون کارخانجات تولید سیمان، پس از برداشت معادن، آن مناطق را دوباره احیاء کنند.

استناد: عبدی تازیک، س.، ع. سپهری، م. فرزام و م. سادات عظیمی، ۱۴۰۵. تأثیر فعالیت‌های معدن‌کاوی بر برخی خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی خاک مراتع مجاور کارخانه سیمان غرب آسیا در تربت‌جام. مرتع، ۲۰(۱): ۸۴-۹۶.

DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

مقدمه

جهانِ امروز با مشکلات اساسی در زمینه مسائل زیست‌محیطی روبرو است، به‌طوری‌که آثار منفی و زیان‌بار آن، بر سلامت انسان و دیگر موجودات، یک تهدید جدی و یک عامل مهم در برهم خوردن تعادل طبیعت محسوب می‌شود (۱۹). تغییر پوشش‌های گیاهی طبیعی در گوشه و کنار دنیا، ناشی از دستورزی‌های انسانی در طبیعت، اکوسیستم‌های طبیعی را دستخوش تغییر کرده‌اند (۳). از بین رفتن اکوسیستم‌های طبیعی، تخریب مراتع، جنگل‌ها و مزارع و هم‌چنین تهدید کیفیت آب سرچشمه‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی، به خطر افتادن حیات گونه‌های گیاهی و جانوری، خصوصاً گیاهان دارویی و تهدید فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری و به‌طور کلی از بین رفتن شرایط مساعد زندگی برای ساکنین منطقه، از جمله پیامدهای منفی فعالیت‌های بی‌حد و حصر احداث معادن به‌شمار می‌روند (۱۴ و ۲۴).

پدیده تخریب پوشش گیاهی ناشی از فعالیت معادن، یکی از مشکلات زیست‌محیطی معدن‌کاوی است؛ تحقیقات نشان داده‌اند که پتانسیل رویش گیاهان در نقاط معدن‌کاوی شده بسیار اندک است (۷). در همین ارتباط، لشگری و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه پتانسیل احیای گیاهان در باطله‌های معدنی زغال‌سنگ عنوان کردند که فاکتورهای غنا و تنوع گیاهی در باطله جوان‌تر به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر مناطق بود و این شاخص‌ها با افزایش سن متروک ماندن باطله‌ها افزایش یافت.

معدن‌کاوی نه تنها موجب تخریب پوشش گیاهی می‌گردد، بلکه بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و همچنین بر چرخه عناصر غذایی که از عوامل مهم در حفظ سلامت اکوسیستم‌ها است، تأثیرگذار است (۶). آلودگی خاک به آلاینده‌های معدنی ناشی از فعالیت‌های معدن‌کاوی به یک معضل مهم در سطح جهان تبدیل شده است (۹). از طرف دیگر، انسان از گذشته‌های دور، بوسیلهٔ معدن‌کاوی، بخش قابل توجهی از نیازهای خود را از زمین تأمین می‌کرده و امروزه معدن‌کاوی، از پایه‌های توسعه اقتصادی هر کشوری محسوب می‌شود (۲۷). تردیدی نیست که امروزه معدن‌کاوی یکی از صنایع مادر مهم به شمار رفته و اثرات آن در تولید ثروت و کارآفرینی، قابل ملاحظه است. از این‌رو، توجه ویژه به یافتن علل ایجاد آلودگی و مشخص کردن اثرات مخرب زیست‌محیطی معدن‌کاوی و به دنبال آن، شناسایی روش‌های کاهش و کنترل این اثرات مخرب، امری ضروری به‌نظر می‌رسد (۹).

شاخص‌های متعددی در جهت بررسی آثار مخرب معدن‌کاوی بر خصوصیات خاک مورد پژوهش قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به بررسی خصوصیات فیزیکی خاک همچون فشردگی و نفوذپذیری خاک، ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند pH، EC و کربن آلی و به‌دنبال آن، حاصلخیزی خاک، میزان آلودگی خاک به عناصر فلزات سنگین و تأثیر معدن‌کاوی بر میکروارگانیسم‌های خاک مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها اشاره کرد (۱۷ و ۱۸ و ۲۷). در همین ارتباط، پاندی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی متوجه شدند که دمای خاک و فشردگی ذرات خاک در منطقه معدن‌کاوی شده بیشتر از منطقه شاهد بود. همچنین مقادیر pH و کربن آلی خاک نیز در منطقه معدن‌کاوی شدهٔ مورد مطالعه آن‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. در تحقیقِ دیگری، آهیروال و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی اثر فعالیت معدن‌کاوی بر خصوصیات خاک منطقه معدن‌کاوی شده (خاک سطحی، محل دپو زباله‌ها و زمین کشاورزی) و منطقه اصلاح شده پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که pH، EC و چگالی ظاهری در منطقه معدن‌کاوی شده، افزایش و مقدار عناصر غذایی (نیتروژن، پتاسیم و فسفر) کاهش یافته است. در پژوهش دیگری، ژانگ و همکاران (۲۰۲۲) عوامل تأثیرگذار بر احیای پوشش گیاهی در مناطق کارستی را مورد بررسی قرار داده و عوامل کلیدی و عمده مؤثر بر احیای پوشش گیاهی مانند ارتفاع سنگ آهک، کربن آلی خاک و ضخامت خاک را برشمردند؛ آن‌ها اظهار داشتند که احیا و مدیریت اکوسیستم در مناطق کارستی نیاز به در نظر گرفتن تفاوت‌های لیتولوژی دارد. در تحقیقی دیگر، حسین جعفری (۲۰۲۴) طی مطالعه تاثیر عملیات معدن-کاوی بر تغییرات پوشش گیاهی، تنوع و غنای گونه‌ای مراتع اطراف معدن بوکسیت اردکان، استان یزد، دو منطقه، یکی در فاصله ۵۰۰ متری (نزدیک معدن) و دیگری در فاصله ۱۵۰۰ متری (دور از معدن) جهت نمونه‌برداری انتخاب کرد. مطالعات وی نشان داد که اکثر فرم‌های گیاهی (اعم از رویشی – بوته‌ای، گراس‌ها و درختچه‌ای) در منطقه نزدیک

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

معدن نسبت به منطقه دور از معدن، به‌طور معنی‌داری کمتر بود.

یکی از مناطقی که در طی عملیات معدن‌کاوی، پوشش گیاهی آن دستخوش تغییراتی شده است، مراتع اطراف کارخانه سیمان تربت‌جام در استان خراسان رضوی به‌منظور معدن‌کاوی سنگ آهک است که در این خصوص، تحقیقات بسیار کمی انجام شده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تغییرات و مطالعهٔ عوامل تأثیرگذار بر برخی خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک، در اراضی تخریب شده مرتعی اطراف کارخانه سیمان تربت‌جام در اثر معدن‌کاوی انجام شد. شایان ذکر است که انتظار می‌رود که پوشش گیاهی منطقه، جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک و همچنین ماده آلی و برخی عناصر غذایی خاک در اثر فعالیت‌های معدن‌کاوی و جاده‌سازی، دچار کاهش محسوسی شده باشند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۱ در محدوده مراتع و مناطق معدن‌کاوی شده مجاور کارخانه سیمان تربت‌جام انجام شد. کارخانه سیمان تربت‌جام با مشخصات جغرافیایی ۶۰ درجه و ۱۳ دقیقه و ۲۹ ثانیهٔ طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۱ دقیقه و ۳۳ درجهٔ عرض شمالی در ۱۲ کیلومتری جنوب شهر نصرآباد از توابع شهرستان تربت‌جام در زمینی به مساحت ۲۰۰ هکتار استقرار یافته است. مواد اولیه تولید سیمان، از معدنی که در فاصله ۳/۵ کیلومتری از محل کارخانه قرار گرفته است، تهیه می‌شود و نوع سیمان تولیدی سیمان پوزولانی، به ظرفیت پنج هزار تن در روز است (شکل ۱). جهت بادهای غالب منطقه شمال غربی-جنوب شرقی و اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه، خشک سرد با میانگین بارندگی سالانه ۲۶۲ میلی‌متر است.



شکل ۱: موقعیت مراتع معدن‌کاوی شده نسبت به کارخانه سیمان

بر اساس بازدیدهای میدانی و با توجه به بررسی توپوگرافی منطقه، چهار سایت تخریب شده ناشی از معدن‌کاوی و در هر سایت، سه محدوده (به‌عنوان تکرار) لحاظ گردید. مناطق تخریب شده شامل ریزش کوه، واریزه‌های سنگی حین معدن‌کاوی، واریزه‌های ناشی از جاده‌سازی و منطقه تحتِ تأثیر معدن مارن بودند که در کنار یک منطقه شاهد مورد مقایسه قرار گرفتند. با توجه به وسعت مناطق معدن‌کاوی شده، در هر یک از محدوده‌ها سه ترانسکت ۵۰ متری بطور تصادفی (مجموعا ۴۵ ترانسکت) مستقر گردید. در طول ترانسکت‌ها پلات‌های یک متر مربعی با فواصل ۱۰ متری از یکدیگر مستقر شدند. لازم به ذکر است که تمامی ترانسکت‌ها در مناطق با شرایط غالب سایت مورد نظر و در معادن غیرفعال با سن یکسان استقرار پیدا کردند. در تمامی سایت‌ها، جهت بررسی خصوصیات

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

شیمیایی، زیستی و عناصر ضروری پرمصرف موجود در خاک، نمونه‌برداری از دو عمق ۲۰-صفر و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک صورت گرفت.

جهت اندازه‌گیری میزان EC و pH خاک، پس از تهیه گل اشباع و آماده‌سازی عصاره آن، دو پارامتر مورد نظر به ترتیب توسط EC متر و pH متر اندازه‌گیری شدند. میزان کربن آلی به روش والکی - بلاک اندازه‌گیری گردید (۲۸)؛ بدین صورت که دو گرم نمونه وزن شده را در بالن ژوژه ۱۰۰ ریخته و سپس ۱۰ میلی‌لیتر پتاسیم دی‌کرومات و ۱۶ میلی‌لیتر سولفوریک اسید به آن اضافه گردید و به مدت ۴۰ دقیقه زیر هود قرار داده شد تا واکنش بطور کامل صورت گیرد. برای تعیین میزان نیتروژن از دستگاه کجلدال (۵) استفاده شد؛ بدین صورت که ابتدا تجزیه نیتروژنِ نمونه‌ها با استفاده از محلول اسید سولفوریک غلیظ انجام گردید؛ در مرحله بعد، به روش تقطیر، آمونیوم حاصل شده در نمونه‌ها، به آمونیاک تبدیل شد و در مرحله آخر، مقدار نیتروژن نمونه‌ها به روش تیتراسیون و بر اساس اندازه‌گیری یون‌های آمونیاک، محاسبه گردید. میزان فسفر نیز با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (۲۰) محاسبه شد. بدین صورت که پس از رقیق‌سازیِ نمونه، به اندازه ۱۰ سی‌سی از نمونه را در سل‌های مربوطه ریخته و تنظیمات دستگاه را روی اندازه‌گیری غلظت فسفات (PO_4) قرار داده و با احتیاط در دستگاه قرار داده و دکمه read را فشار داده تا غلظت فسفات در نمونه مشخص گردد. میزان پتاسیم نیز با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (۱۶) مشخص شد. بدین ترتیب که ابتدا آب موجود در ذرات فلزی نمونه با حرارت شعله تبخیر شد. سپس یون‌های فلزی موجود در حلال با قرار گرفتن در معرض حرارت شعله، کاهش یافته و به فلزات اتمی تبدیل شدند و اتم‌ها به حالت برانگیخته در آمدند. در نهایت اتم‌ها با از دست دادن انرژی به حالت پایه باز گشته و انرژی اتلاف شده در این انتقال، بصورت طول موج تابشی توسط قسمت فتودیتکتور دستگاه اندازه‌گیری گردید. به‌منظور اندازه‌گیری تراکم هیف‌های قارچ میکوریزا (AM) و تراکم باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی در نمونه‌های خاک برداشت شده، از روش شمارش تعداد کلونی یا CFU: Colony-Forming Unit استفاده شد (۱۵).

پس از اطمینان از یکنواختی واریانس خطای آزمایش، داده‌های به دست آمده بر اساس طرح تجزیه مرکب در مکان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab 17 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج

جمعیت میکروارگانیسم‌ها

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مکان بر جمعیت قارچ‌های میکوریزا معنی‌دار است (p=۰/۰۱) (جدول ۱)، به‌طوری‌که بیشترین جمعیت قارچ‌های میکوریزا به میزان ۷۰۰ هیف در هر گرم خاک در منطقه شاهد مشاهده شد (جدول ۲). پس از این منطقه، ناحیه واریزه سنگی با ۲۶۶ هیف در هر گرم خاک در رتبه بعدی قرار گرفت. کمترین جمعیت قارچ‌های میکوریزا نیز در دو منطقه معدن مارن و ریزش کوه وجود داشت؛ به‌طوری‌که در این دو منطقه، جمعیت این قارچ‌ها کمتر از ۸۵ هیف در هر گرم خاک بود (جدول ۲). همچنین اثر مکان بر جمعیت باکتری‌های هوازی معنی‌دار شد (p=۰/۰۱) (جدول ۱). بدین‌ترتیب که بیشترین جمعیت باکتری‌های هوازی به میزان ۳۶۶۶۷ باکتری در هر گرم خاک در منطقه شاهد مشاهده گردید (جدول ۲). پس از این منطقه، ناحیه واریزه سنگی با ۲۰۶۶۷ باکتری در هر گرم خاک در رتبه بعدی قرار گرفت. کمترین جمعیت باکتری‌های هوازی نیز در دو منطقه معدن مارن و ریزش کوه وجود داشت؛ به‌طوری‌که در این دو منطقه، جمعیت باکتری‌های هوازی کمتر از ۴۰۰۰ باکتری در هر گرم خاک بود (جدول ۲). علاوه بر این، اثر مکان بر جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی معنی‌دار گردید (p=۰/۰۱) (جدول ۱). بدین صورت که مشابه نتیجه حاصله برای جمعیت قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های هوازی، بیشترین جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی به میزان ۳۰۰۰۰ باکتری در هر گرم خاک در منطقه شاهد مشاهده شد (جدول ۲). اما پس از این منطقه، ناحیه جاده‌سازی بود که با جمعیت تقریبی ۱۰۰۰۰ باکتری در هر گرم خاک در رتبه بعدی قرار گرفت. کمترین جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی نیز در منطقه معدن مارن وجود داشت؛

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

به‌طوری‌که در این منطقه، جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی از ۱۰۰۰ باکتری در هر گرم خاک فراتر نرفت (جدول ۲).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	هدایت الکتریکی	جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی	جمعیت باکتری‌های هوازی	جمعیت قارچ‌های میکوریزا	اسیدیته	مقدار ماده آلی	مقدار پتاسیم	مقدار فسفر	میزان نیتروژن
مکان	۴	۶۴۳۸ ns	۸۱۳۳۷۲۰۰۰ **	۱۱۸۷۳۵۵۳۳۳ **	۳۹۶۷۶۲ **	۰/۲۴۶ *	۰/۰۶۱۵ **	۱۸۹۹ ns	۱۲/۶ *	۰/۲۷۰ *
تکرار×مکان	۸	۶۲۰۰	۱۹۰۶۵۰۰	۶۰۱۷۸۳۳	۵۶۷۴	۰/۰۴۸	۰/۰۱۸	۷۷۱	۲/۲۳	۰/۰۶۸
عمق نمونه‌برداری	۱	۲۵۲ **	۳۰۵۰۰۰۰ ns	۱۵۵۵۲۰۰۰ ns	۱۳/۲ ns	۰/۰۱۴ ns	۰/۰۶۱ ns	۳۲۶ **	۰/۰۰۱ ns	۰/۲۶۰ ns
مکان×عمق نمونه‌برداری	۴	۹/۲۲ ns	۳۰۵۰۵۰۰ ns	۲۴۹۵۳۳۳ ns	۲۲/۱ ns	۰/۱۱۵ *	۰/۰۰۹ ns	۲/۶۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۵ ns
خطا	۱۲	۸۷۰	۱۲۷۴۰۰۰	۵۵۷۲۵۵۶	۱۶۱۷	۰/۰۲۶	۰/۰۰۶	۵۳۶	۰/۰۵۷	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات	-	۱۶/۸	۱۱/۳	۱۵/۴	۱۵/۴	۲/۱۰	۸/۵۱	۱۵/۶	۵/۹۱	۱۶/۲

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۲: مقایسات میانگین اثر مکان بر صفات جمعیت قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی، میزان عناصر نیتروژن و فسفر و ماده آلی خاک

مکان	جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی (no. g^{-1})	جمعیت باکتری‌های هوازی (no. g^{-1})	جمعیت قارچ‌های میکوریزا (no. g^{-1})	مقدار ماده آلی (%)	مقدار فسفر (ppm)	مقدار نیتروژن (%)
معدن مارن	۱۱۰۰ d	۲۱۶۷ d	۸۰/۰ d	۰/۴۰۳ c	۳/۰۴ d	۰/۴۱۸ b
ریزش کوه	۴۰۰۰ c	۳۹۳۳ d	۸۱/۶ d	۱/۱۴ a	۴/۰۳ c	۰/۴۳۵ b
واریزه سنگی	۴۸۰۰ c	۲۰۶۶۷ b	۲۶۶ b	۰/۸۵۰ b	۲/۲۲ e	۰/۸۹۵ a
جاده‌سازی	۱۰۰۰۰ b	۱۳۱۶۷ c	۱۷۸ c	۰/۹۳۱ b	۵/۲۶ b	۰/۴۱۸ b
شاهد	۳۰۰۰۰ a	۳۶۶۶۷ a	۷۰۰ a	۱/۲۲ a	۵/۶۵ a	۰/۴۱۲ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

میزان عناصر ضروری پرمصرف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مکان بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار است (p=۰/۰۵) (جدول ۱). به‌طوری‌که بیشترین میزان نیتروژن به مقدار ۰/۸۹۵ درصد در منطقه واریزه سنگی مشاهده شد (جدول ۲). در سایر تیمارها میزان، کمتر از ۰/۴۴۰ درصد بود و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین اثر مکان بر میزان فسفر خاک معنی‌دار گردید (p=۰/۰۵) (جدول ۱). بدین صورت که بیشترین میزان فسفر به میزان ۵/۶۵ پی‌پی‌ام در منطقه شاهد مشاهده شد (جدول ۲). پس از این منطقه، ناحیه جاده‌سازی با میزان فسفر ۵/۲۶ پی‌پی‌ام در رتبه بعدی قرار گرفت. در سایر تیمارها میزان فسفر خاک، کمتر از ۴/۱ پی‌پی‌ام بود. کمترین میزان فسفر نیز در منطقه واریزه سنگی وجود داشت؛ بطوری که در این منطقه، میزان فسفر، حتی به ۲/۳ پی‌پی‌ام هم نرسید (جدول ۲). با این وجود، اثر مکان بر میزان پتاسیم خاک معنی‌دار نشد (جدول ۱). اما اثر عمق نمونه‌برداری بر میزان پتاسیم خاک معنی‌دار گردید (p=۰/۰۱) (جدول ۱). به گونه‌ای که میزان پتاسیم در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر نسبت به عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری و به میزان ۴/۸۶ درصد بیشتر بود (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسات میانگین اثر عمق نمونه‌برداری بر صفات میزان پتاسیم و هدایت الکتریکی خاک

عمق نمونه‌برداری (cm)	هدایت الکتریکی (mS cm^{-1})	میزان پتاسیم (ppm)
صفر - ۲۰	۱۷۸ a	۱۴۴ b
۲۰ - ۴۰	۱۷۲ b	۱۵۱ a

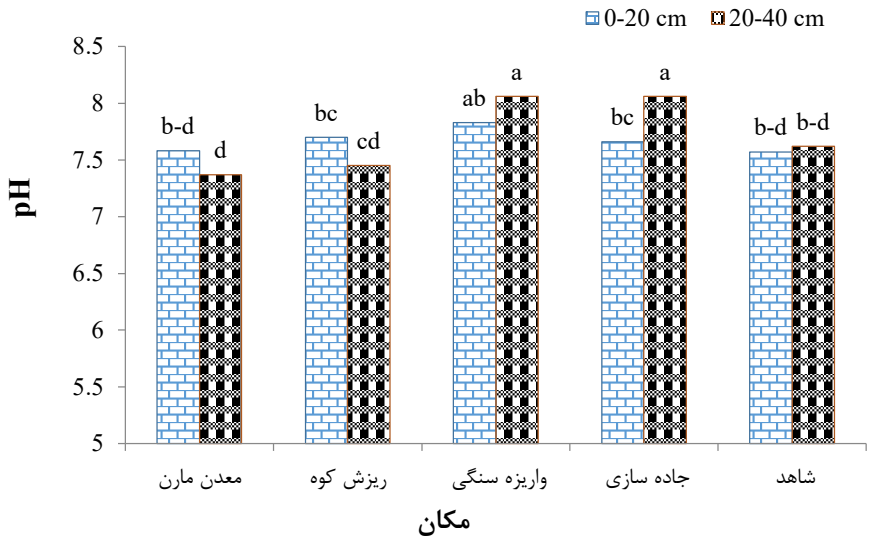
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

خصوصیات شیمیایی خاک

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مکان بر میزان ماده آلی خاک معنی‌دار است (p=۰/۰۱) (جدول ۱). به‌طوری‌که بیشترین میزان ماده آلی در دو منطقه شاهد و ریزش کوه مشاهده شد و فقط در این دو منطقه بود که مقدار ماده آلی خاک به بیش از ۱/۲ درصد رسید. در سایر تیمارها میزان ماده آلی خاک، کمتر از ۰/۹۴ درصد بود (جدول ۲). پس از این دو منطقه، دو ناحیه جاده‌سازی و واریزه سنگی به‌ترتیب با میزان ماده آلی ۰/۹۳۱ و ۰/۸۵۰ درصد در رتبه بعدی قرار گرفتند. کمترین میزان ماده آلی نیز در منطقه معدن مارن وجود داشت؛ به‌طوری‌که در این منطقه، میزان ماده آلی، حتی به ۰/۴۱ درصد هم نرسید (جدول ۲). اثر مکان بر هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار نشد (جدول ۱). اما اثر عمق نمونه‌برداری بر هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار گردید (p=۰/۰۱) (جدول ۱). به گونه‌ای که میزان هدایت الکتریکی در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری نسبت به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری و به میزان ۳/۳۷ درصد کمتر بود (جدول ۳). علاوه بر این، اثر متقابل مکان و عمق نمونه‌برداری بر میزان pH خاک معنی‌دار شد (p=۰/۰۵) (جدول ۱). بدین صورت که بالاترین میزان pH خاک در منطقه واریزه سنگی در هر دو عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری و ۴۰-۲۰ سانتیمتری و نیز منطقه جاده‌سازی در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری وجود داشت. تنها منطقه‌ای که در آن، بین دو عمق نمونه‌برداری از نظر pH اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، منطقه جاده‌سازی بود (شکل ۲). کمترین میزان pH خاک نیز در منطقه معدن مارن و در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری مشاهده شد. به‌طوری‌که میزان pH خاک در این ناحیه و عمق نمونه‌برداری، کمتر از ۷/۴ بود (شکل ۲).



شکل ۲: مقایسات میانگین اثر متقابل مکان و عمق نمونه‌برداری بر میزان pH خاک

بحث و نتیجه‌گیری

چنین به نظر می‌رسد که معدن مارن، بیشترین تأثیرپذیری را در کاهش جمعیت قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی داشته است. تحقیقات نشان داده‌اند که به‌طور میانگین در هر گرم خاک، حدود دو میلیون موجود زنده در حال فعالیت هستند که در میان آن‌ها باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها (Actinomyces)، قارچ‌ها و جلبک‌ها کوچکترین میکروارگانیسم‌های خاک (میکروفلور)، به شمار می‌روند؛ اما بیشترین تعداد موجودات زنده خاک را به خود اختصاص می‌دهند. تعداد باکتری‌ها ده‌ها برابر بیشتر از قارچ‌ها است، ولی بیوماس قارچ‌ها بیشتر از باکتری‌ها است (۲۶). بنابراین می‌توان قارچ‌ها را به‌عنوان تأثیرگذارترین

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

موجودات خاکزی بر روی حیات و سلامت تمام بوم‌نظام‌ها (به خصوص در ارتباط با ریشه گیاهان) دانست (۲). شواهد سنگواره‌ای و مولکولی نشان می‌دهند که مشارکت قارچ‌های میکوریزای آرباسکولار و گیاهان زراعی، در گیاهان اولیهٔ مستقر شده بر روی خشکی‌ها وجود داشته و همزمان با تکامل سیستم ریشه‌ای گیاهان، این همزیستی نیز تکامل یافته است (۲۳). عمده قارچ‌های میکوریزا، دارای یک رابطه همزیستی از نوع همیاری با یک موجود فتوسنتز کننده هستند و وابستگی تعدادی از گونه‌های گیاهی به قارچ‌های میکوریزایی به حدی زیاد است که بدون وجود این همزیستی، گیاهان نمی‌توانند به‌خوبی رشد کنند (۲۵). از این رو، می‌بایست میکوریزاها را به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در حفظ پویایی سیستم در اکوسیستم‌ها (اعم از اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی) در نظر گرفت که جمعیت آن‌ها متأثر از اثرات متقابل بین آن‌ها با و سایر ریزجانداران خاک، عوامل محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد (۲). باکتری‌ها نیز مشابه قارچ‌ها، نقش بسزایی در حفظ پویایی سیستم در اکوسیستم‌ها دارند. این ریزجانداران در پویایی چرخه عناصر در خاک و همچنین تجزیه مواد آلی و به دنبال آن، تولید برخی ترکیبات آلی در طبیعت، همچون الکل‌ها، استرها، هیدروکربن‌ها و ترکیبات نیتروژن‌دار ایفای نقش می‌کنند. عمده باکتری‌های موجود در خاک، متعلق به جنس‌های آزوسپریلیوم، ریزوبیوم، ازتوباکتر، باسیلوس، آگروباکتریوم، آکروموباکتر، بورخلدریا، رالستونیا، سودوموناس و انتروباکتر هستند (۴). بر اساس نتایج تحقیق حاضر، میزان جمعیت قارچ‌ها و باکتری‌های خاک در چهار منطقه معدن مارن، واریزه سنگی، ریزش کوه و جاده‌سازی در مقایسه با منطقه شاهد کاملاً متأثر از فعالیت کارخانه سیمان بود و جمعیت آن‌ها در این چهار منطقه با کاهش چشمگیری مواجه شد که در این میان، بیشترین کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها متعلق به منطقه معدن مارن بود. در همین ارتباط، پناه و همکاران (۲۰۲۰) در گزارشات خود اظهار داشتند که عمده مواد آلوده‌کنندهٔ ناشی از فعالیت کارخانه سیمان، گازهای آلاینده، ذرات گرد و غبار متصاعد شده و همچنین فلزات سنگین آزاد شده هستند که این ترکیبات می‌توانند پوشش‌های گیاهی و جمعیت میکروارگانیسم‌های زمین‌های اطراف خود را تحت تأثیر قرار دهند.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، هرچند بیشترین میزان نیتروژن خاک در منطقه واریزه سنگی وجود داشت، اما کمترین میزان فسفر خاک نیز در همین منطقه مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان فسفر خاک در منطقه شاهد ملاحظه گردید که این موضوع می‌تواند ناشی از برتری فعالیت میکروارگانیسم‌ها (اعم از قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی) و همچنین بیشتر بودن ماده آلی در این منطقه بوده باشد. لایقی و همکاران (۲۰۲۳) نیز طی بررسی اثرات بهره‌برداری از معادن بر خصوصیات خاک سطحی مراتع منطقه بوئین زهرا، کاهش معنی‌دار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در مناطق نزدیک معادن نسبت به مناطق دورتر گزارش کردند. در تحقیقی دیگر، توکلی و همکاران (۲۷) در بررسی اثرات معدن‌کاوی زغال سنگ بر خصوصیات خاک جنگل‌های منطقه لاویج، دریافتند که میزان نیتروژن کل در منطقه شاهد، به‌طور معنی‌داری بیشتر از منطقه معدن و میزان عناصر فسفر و پتاسیم در منطقه شاهد، بطور معنی‌داری کمتر از منطقه معدن بود. علاوه بر این، در پژوهش حاضر میزان پتاسیم در عمق پایین‌تر خاک، نسبت به لایه سطحی خاک بیشتر بود که این امر احتمالاً به دلیل قابلیت انحلال بالا و آبشویی این عنصر و قرار گرفتن آن، در لایه زیرسطحی خاک بوده است. یزدان‌پناه و محمودآبادی (۲۰۱۲) نیز طی مطالعه تغییرات عناصر ضروری پرمصرف در عمق خاکِ مناطق شور و سدیمی در استان کرمان، در گزارشات خود اظهار داشتند که میزان پتاسیم قابل جذب، با افزایش عمق خاک از صفر به ۳۰ سانتی‌متر، افزایش پیدا کرد.

به‌طور کلی ماده آلی، حاصل فعالیت‌های زیستی جانوری و گیاهی خاک است که از تجزیه بقایای آلی موجودات حاصل می‌شود و وجود آن به میزان کافی، در حاصلخیزی خاک بسیار تأثیرگذار است (۱۰). ماده آلی خاک سرشار از منابع نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد و ریزمغذی‌هاست. ضمن آنکه احتمال وقوع فرایندهایی همچون تثبیت، تحریک و غیر قابل مصرف شدن عناصر در ترکیبات آلی در مقایسه با شکل معدنی آن‌ها بسیار کمتر است (۱۲). اگرچه میزان ماده آلی خاک، نسبت به بخش

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

معدنی آن کم است، اما تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بسیار زیاد می‌باشد. ماده آلی نه تنها منبع ارزشمندی از عناصر غذایی ازت، فسفر و گوگرد به شمار می‌آید، بلکه با تشدید فعالیت‌های زیستی خاک به چرخش بهتر مواد غذایی موجود در خاک کمک می‌کند. ضمن آنکه در اصلاح ساختمان خاک، بهبود تهویه و نفوذپذیری خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک موثر است (۱۲). در تحقیق حاضر، بیشترین میزان ماده آلی در دو منطقه شاهد و ریزش کوه مشاهده شد. این موضوع احتمالاً ناشی از وجود بقایای گیاهی بیشتر و همچنین وجود فعالیت‌های زیستی بالاتر در این دو منطقه است. از طرف دیگر، کمترین میزان ماده آلی در منطقه معدن مارن مشاهده شد. این رویداد را می‌توان به تأثیرپذیری بیشتر این منطقه از ذرات گرد و غبار متصاعد شده از کارخانه سیمان و همچنین وجود فلزات سنگینِ آزاد شده در خود منطقه معدن مارن نسبت داد. لایقی و همکاران (۲۰۲۳) نیز در تحقیقات خود طی ارزیابی خصوصیات خاک سطحی مراتع منطقه بوئین زهرا، کاهش معنی‌دار ماده آلی خاک را در مناطق نزدیک معادن نسبت به مناطق دوردست‌تر عنوان کردند. علاوه بر این در پژوهش حاضر، با افزایش عمق نمونه‌برداری از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری به عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری خاک، میزان هدایت الکتریکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. احتمالاً این موضوع می‌تواند ناشی از تجمع بیشتر املاح در لایه سطحی خاک باشد. البته یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج حسن‌اُقلی و لیافت (۲۰۰۹) مطابقت ندارد. آن‌ها در گزارشات خود، افزایش هدایت الکتریکی را طی افزایش عمق نمونه‌برداری از ۲۰ به ۴۵ سانتی‌متر گزارش کردند. آن‌ها این موضوع را به تجمع بیشتر املاح در لایه زیرسطحی خاک نسبت دادند. از طرف دیگر، در تحقیق حاضر، نوسانات pH خاک، بسیار ناچیز و کمتر از یک بود. این موضوع احتمالاً به‌دلیل ماهیت لگاریتمی این پارامتر است که مانع از تغییرات زیاد pH شده است (۱۴). جوزقیان و همکاران (۲۰۱۶) نیز در مطالعه اثرات استخراج معادن رس بر پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک دشت سگزی اصفهان، گزارش کردند که pH خاک در مناطق معدن‌کاوی شده نسبت به منطقه مرجع، به‌طور معنی‌داری کمتر بود.

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، اثر عمق نمونه-برداری بر صفات بررسی شده چندان محسوس نبود. اما عمده صفات بررسی شده، تحت تأثیر مکان‌های مورد مطالعه قرار گرفتند. به‌طوری‌که میزان میکروارگانیسم‌های خاک در منطقه شاهد، نسبت به مناطق معدن‌کاوی شده به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین میزان ماده آلی و فسفر خاک، با دستکاری منابع طبیعی و انجام فعالیت‌های معدن‌کاوی نسبت به منطقه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که عملیات احیاء خاک در مناطق معدن‌کاوی شده صورت پذیرد و قوانینی وضع گردد تا معدن‌کاوان و فعالان حیطه‌کاری همچون کارخانجات تولید سیمان، پس از برداشت معادن، آن مناطق را مجدد احیاء نمایند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

References

1. Ahirwal, J. & S. Kumar Maiti, 2016. Assessment of soil properties of different land uses generated due to surface coal mining activities in tropical Sal (*Shorea robusta*) forest, India. Catena, 140: 155-163.
2. Arshadi, M.J., 2016. Investigation of the effect of seeds inoculation of chickpea (*Cicer arietinium* L.) with arbuscular mycorrhiza and pseudo-endomycorrhiza in response to drought stress. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
3. Ataeian, B., F.S. DehEbrahimi & S. Sadat Hashemi, 2024. Evaluation of Remote Sensing Indices for Estimating Organic Carbon Content of Rangeland Plant Biomass in Lashgardar Protected Area. Journal of Rangeland, 17(4): 587-601. (In Persian).
4. Besharati, H., 2022. Plant growth-promoting bacteria and their application in agriculture. Journal of Biology, 10(2): 135-163. (In Persian).
5. Bremner, J.M. & C.S. Mulvaney, 1982. Nitrogen-Total, PP: 591–622, In: A.L. Page ed, Methods of soil analysis, part 2, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
6. Ghose, M.K., 2005. Soil conservation for rehabilitation and revegetation of mine-degraded land TIDEE – TERIInformation. Digest on Energy & Environment, 4(2): 137-150.
7. Frouz, J., J. Kalčík & V. Velichová, 2011. Factors causing spatial heterogeneity in soil properties, plant cover, and soil fauna in a non-reclaimed post-mining site. Ecological Engineering, 37(2): 1910-1913.
8. Hassanoghli, A., & A. Liaghat, 2009. Electrical conductivity changes in drainage water samples extracted from different depths of soil via irrigation by raw and treated domestic wastewater of Ekbatan complex. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 2(3): 1-12. (In Persian).
9. Hossein Jafary, S., 2024. The impact of mining operations on changes in vegetation cover, diversity and species richness of rangelands around the Ardakan Bauxite mine, Yazd province. The Sixth National Conference on Biodiversity and Its Impact on Agriculture and the Environment, 9 October Orumiye University, Orumiye, Iran. (In Persian).
10. Hosseinniaee, H., M. Jafary, A. Tavili & S. Zare, 2021. Geochemical and ecological assessment of some heavy metals in the soil around the lead and zinc mine in northwestern of Iran. Iranian Journal of Health & Environment, 14(1): 159-172. (In Persian).
11. Jahantigh, B. 2014. The effect of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil percentage of basil under drought stress. M.Sc thesis, Faculty of Agriculture, Jiroft Azad University. (In Persian).
12. Jozaqian, A., H. Bashari, A. Pahlevanroy & M. Ajorloo, 2016. The effect of clay and gypsum mining on the state of vegetation and soil of the ecosystem in dry areas (Case study: Isfahan's Segazi Plain). Applied Ecology, 5(15): 65-74. (In Persian).
13. Khajepoor, M.R. 2022. Principles and Basics of Agriculture. University Jihad Publications of Isfahan. (In Persian).
14. Lashgari, N., J. Ghorbani, S. Zali & Gh. Vahabzadeh, 2015. Evaluation of vegetation restoration potential in coal mine tailings (Case study: mines of Karmazd Swadkoh area, Mazandaran province). Environmental Studies, 41(4): 757-770. (In Persian).
15. Layeghi, N., S.A. Javadi, M. Jafari & H. Arzani, 2023. Impacts of mining activities on vegetation and soil surface: A Case study in Morad-Beygloo rangelands, Buin Zahra. Journal of Rangeland, 17(3): 334-346. (In Persian).
16. Mashreghi, M., & J.I. Prosser, 2006. survival and activity of lux-marked phenanthrene-degrading pseudomonas stutzeri p16 under different condition. Iranian Journal of Science & Technology, 30(1): 71-82.
17. Mayer. K.D., & B.J. Starkey, 1977. Simpler flame photometric determination of erythrocyte sodium and potassium: the reference range for apparently healthy adults. Clinical Chemistry, 23(2PT.1): 8-275.
18. Mohammadpoor, Sh., N.A. Asgharzad, Sh. Ustan & M. Arzanloo, 2017. Determining the IC50 of some fungi isolated from contaminated soils of Angoran Zanjan mine. 15th Congress of Soil Sciences of Iran, Isfahan, Iran. (In Persian).
19. Mohapatra. H., & S. Goswami, 2012. Impact of coal mining on soil characteristics around LB river coalfield, Orissa, India. Journal of environmental Biology, 33(4): 751-756.
20. Norouzi Haroni, N., Z. Badehian & M. Zarafshar, 2018. The effect of oil sludge contamination on seed germination response and initial growth of several broadleaf saplings. Iranian Journal of Forest, 9(4): 467-480. (In Persian).
21. Olsen, S.R. & L.E. Sommers, 1982. Phosphorus, PP: 403–430, In: Page A.L. ed. Methods of soil analysis, part 2, Chemical and Microbiological properties, Soil Science Society of American Journal, Madison: 403-430.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]

22. Panah, A., A. Karamshahi & J. Mirzaei, 2020. Effects of Tree Plantations on Sequestration of Soil Cd, Zn, Pb and Mn (Case Study: Forest Stands around Ilam Cement Factory). J. Env. Sci. Tech., 22(4): 363-374. (In Persian).
23. Pandey, B., A. Mukherjee, M. Agrawal & S. Singh, 2019. Assessment of Seasonal and Site Specific Variations in Soil Physical, Chemical and Biological Properties around Opencast Coal Mines. Pedosphere, 29(5): 642-655.
24. Redecker, D., R. Kodner, & L.E. Graham, 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. Science, 289: 1920-1921.
25. Rezaei Bisotoni, M., J. Ghorbani, G. Vahabzadeh & S.M. Hodjati, 2023. Physical and chemical characteristics of substrate material for plant growth on coal wastes in rangelands of Kiasar, Sari, Mazandaran province. Journal of Rangeland, 16(4): 652-665. (In Persian).
26. Sharifi, M., F. Karimi, & N. Khanpour Ardestani, 2010. Mycorrhiza (Physiology and Biotechnology). House of Biology Publications. (In Persian).
27. Sylvia, D.M., J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel & D.A. Zuberer, 2005. Principles and applications of soil microbiology. 2nd. Pearson Prentice Hall, New Jersey. 640 p. ISBN: 0130941174.
28. Tavakoli1, M., S.M. Hojjati & Y. Kooch, 2019. The effect of traditional coal mining on soil physical and chemical properties and heavy metals Concentrations in Lavij forest. Iranian Journal of Forest, 11(1): 81-93. (In Persian).
29. Walkley, A. & I.A. Black, 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sciences, 37: 29-37.
30. Yazdanpanah, N. & M. Mahmoodabadi, 2012. Study on changes of nitrogen, phosphorous and potassium macronutrients and microbial respiration in ameliorating process of saline sodic soil. Journal of Water and Soil, 26(1): 203-213. (In Persian).
31. Zhong, F., X. Xu, Z. Li, X. Zeng, R. Yi, W. Luo, Y. Zhang & C. Xu, 2022. Relationships between lithology, topography, soil, and vegetation, and their implications for karst vegetation restoration. Catena, 209: 105831.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.1.2.2]