مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال شانزدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۳
ص ۳۳۹-۳۲۵
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2023.397435.1928

ارزیابی اثر مسیرهای تردد دام بر تنوع گونه‌های گیاهی زیراشکوب و خصوصیات خاک در جنگل‌های زاگرس

فرهاد قاسمی آقباش[1*]، حسین صارمی‌نژاد[2] و ایمان پژوهان[1]

[1] استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر
[2] دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸)

چکیده

مقدمه: فعالیت‌های جوامع محلی از جمله دامداری ممکن است به‌طور مستقیم و غیرمستقیم سبب تغییراتی در ویژگی‌های کیفی خاک شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرهای تردد دام بر تنوع گیاهی زیراشکوب و مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک در یک مسیر دائمی تردد دام در قسمتی از جنگل‌های زاگرس (دلفان-لرستان) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری از خاک روی مسیر براساس طرح منظم تصادفی انجام گرفت. در مسیر مالرو با نقطهٔ شروع تصادفی ده قطعه نمونهٔ یک مترمربعی با فواصل ۱۰۰ متری پیاده شد. در هر قطعه نمونه سه نمونه خاک از عمق ۱۵ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. به‌موازات مسیر تحت بررسی، در عرصهٔ جنگل (دست‌کم ۱۰۰ متر فاصله از مرکز مسیر) ده قطعه نمونه با فواصل ۱۰۰ متری پیاده و نمونه‌های خاک جمع‌آوری شد. به‌منظور بررسی شاخص‌های تنوع زیستی، فهرست و تعداد گونه‌های علفی زیراشکوب در قطعه نمونه‌های یک متر مربعی بررسی شدند. خصوصیات خاک شامل ویژگی‌های فیزیکی (بافت و وزن مخصوص ظاهری خاک)، شیمیایی (کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، واکنش و هدایت الکتریکی خاک) و زیستی (کرم‌های خاکی) نیز محاسبه شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که از نظر خصوصیات فیزیکی، بافت خاک در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل یکسان است (بافت خاک شنی- لومی). درحالی که وزن مخصوص ظاهری اختلاف معنی‌داری نشان داد و مقدار آن در مسیر مالرو (۲/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بیشتر از عرصهٔ جنگل (۱/۵۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بود. مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کربن و مواد آلی در عرصهٔ جنگل (به‌ترتیب ۰/۷۸، ۲/۴۰، ۷/۲۹، ۵/۸۲ و ۱۰/۷۸ درصد) بیشتر از مسیر مالرو (به‌ترتیب ۰/۶۷، ۱/۳۹، ۵/۴۶، ۱/۶۰ و ۲/۹۶ درصد) بود. در مقابل، مقادیر کلسیم و منیزیم خاک در مسیر مالرو (به‌ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۰۰۸۵ درصد) بیشتر از عرصهٔ جنگل (به‌ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۰۰۸۲ درصد) بود. در خصوص واکنش خاک، هدایت الکتریکی و سدیم اختلاف معنی‌داری بین عرصهٔ جنگل و مسیر مالرو مشاهده نشد. همچنین بررسی ماکروفون خاک نشان داد اختلاف معنی‌داری بین بیشتر مشخصه‌های ماکروفون بین عرصهٔ جنگل (فراوانی در متر مربع = ۳۰/۶، زی‌تودهٔ تر = ۲/۰۵ گرم در متر مربع، زی‌تودهٔ خشک = ۱/۲۸ گرم در متر مربع) و مسیر مالرو (فراوانی در متر مربع = ۱۳/۱، زی‌تودهٔ تر = ۱/۳۸ گرم در متر مربع، زی‌تودهٔ خشک = ۰/۸۱ گرم در متر مربع) وجود دارد. بررسی تنوع گیاهی زیراشکوب نشان داد که شاخص غنای مارگالف و شاخص‌های تنوع شانون- وینر، بریلوئین و N هیل در عرصهٔ جنگل بیشتر از مسیر مالرو بود.

نتیجه‌گیری: نتایج کلی این پژوهش نشان داد که تردد دام در مسیرهای مالرو، اثرهای منفی چشمگیری بر خصوصیات خاک و پوشش گیاهی دارد.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی خاک، زاگرس مرکزی، شاخص‌های تنوع‌زیستی، ماکروفون خاک، مسیر مالرو.

[*] نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۹۱۲۲۳۷۹۷۱۷
ایمیل: f.ghasemi@malayeru.ac.ir

مقدمه

در دو دههٔ اخیر، اهمیت خاک جنگل به‌عنوان یکی از اجزای اصلی بوم‌سازگان‌ها توجه شده و تقاضای جهانی برای ایجاد معیارهایی به‌منظور تعیین کیفیت خاک و توسعهٔ شاخص‌های کمّی آن شکل گرفته است (Santos-Francés et al., 2022). کیفیت خاک به‌عنوان ظرفیت خاک در حمایت از کارکردهای بوم‌شناختی و ارائهٔ خدمات اکوسیستمی تعریف شده که برای حفظ بهره‌وری بیولوژیکی و کیفیت محیطی و بهبود سلامت گیاهان و حیوانات ضروری است (Kijowska-Strugała et al., 2022). ویژگی‌های اثرگذار بر کیفیت خاک مجموعه‌ای از مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را در بر می‌گیرد که در برابر تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی حساس‌اند (Asadian et al., 2023). بنابراین شناسایی عملکرد خاک‌های جنگلی و تعیین قابلیت و استعداد آنها (Esfandiari et al., 2023) و همچنین ایجاد تعادل بین فعالیت‌های انسانی و اکوسیستم در مدیریت پایدار جنگل بسیار حائز اهمیت است (Karami et al., 2022). در حال حاضر جنگل‌ها به طرق مختلف تحت تأثیر اقدامات و فعالیت‌های تخریبی قرار می‌گیرند. یکی از برجسته‌ترین عوامل تخریب جنگل‌های زاگرس فعالیت‌های جوامع محلی از جمله دامداری و دامپروری است، به‌طوری که در منطقهٔ زاگرس در یک دوره چرای سه‌ماهه، دام موجود چهار برابر ظرفیت چرای منطقه است که این خود سبب افزایش تخریب و حذف گونه‌های ارزشمند می‌شود و تغییرات نامحسوسی را در شاخص‌های کیفی خاک جنگل، به‌ویژه در خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، ایجاد می‌کند (Hashemi et al., 2019). بررسی سوابق تحقیق نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌ها در زمینهٔ اثرهای تردد دام بر شاخص‌های کیفی خاک در اراضی مرتعی، چراگاهی و کشاورزی انجام گرفته است (Afrah et al., 2010; Aghajantabar et al., 2015; Karimian & Jafari, 2017; Kijowska-Strugała et al., 2022). در خصوص اثرهای تردد دام در بوم‌سازگان‌های جنگلی غرب کشور اطلاعات کمی وجود دارد (Hashemi et al., 2019). از سویی دیگر فشردگی و تخریب خاک در مسیرهای مالرو در مقایسه با عرصه‌های شاهد بارها گزارش شده است (Lotfalian & Nasiri, 2018; Naghdi et al., 2018). از جمله تحقیقات انجام شده در خصوص اثرهای جاده‌سازی و مسیرهای مالرو بر ویژگی‌های کیفی خاک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

Hashemi et al. (2019) در پژوهشی با بررسی خصوصیات زیستی خاک از نظر غلظت آنزیم‌های خاک در مسیر مالرو در منطقهٔ دلفان استان لرستان گزارش دادند که تردد دام در مسیرهای مالرو درون جنگل تأثیرات منفی بر خصوصیات خاک داشته است. Crovo et al. (2021) اثرهای چرای دام بر کیفیت خاک را در ذخیره‌گاه جنگلی Ralco در شیلی بررسی کردند و گزارش دادند که چرای کنترل‌نشده افزون‌بر بر ایجاد تغییرات منفی در شاخص‌های کیفی خاک سلامتی جنگل را تهدید کرده و احیای جنگل را محدود می‌کند. Shah Piri et al. (2021) با بررسی شاخص‌های کیفی خاک در اراضی جنگلی تحت چرای دام و مقایسهٔ آن با جنگل‌های تخریب‌نشده گزارش دادند که تخریب رویشگاه‌های جنگلی مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با افت کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک فعالیت‌های میکروبی و شیمیایی خاک هم متأثر می‌شوند.

با توجه به وضعیت بوم‌سازگانی جنگل‌های زاگرس و فشار ناشی از دام و انسان (Azizi et al., 2022) و روند سریع تخریب و نابودی جنگل‌ها، به‌ویژه گونه‌های نادر و ارزشمند (Hashemi et al., 2019)، باید تحولی اساسی در مدیریت این جنگل‌ها انجام گیرد. بدون تردید یکی از ضروریات، ارائهٔ راهکارهای مدیریتی صحیح در جنگل‌های زاگرس به‌ویژه در زمینهٔ مدیریت

دام و جنگل‌نشینان در جنگل و کسب اطلاعات جامع و صحیح است. با بازدید میدانی از جنگل‌های زاگرس، وجود مسیرهای تردد دام از یک منطقه به منطقهٔ دیگر و یا مسیرهای رساندن دام‌ها به چراگاه‌های مورد نظر که روزانه مورد استفادهٔ جنگل‌نشینان و یا حاشیه‌نشینان جنگل قرار می‌گیرد مشهود است؛ ولی سؤالات بی‌پاسخ زیادی دربارهٔ این مسیرهای تردد دام وجود دارد؛ اینکه آیا باید این مسیرها دائمی باشند و یا اینکه باید بعد از مدتی اجازهٔ بازیابی به این مسیرها داده شود و مسیر جایگزین تعریف شود. برای پاسخ به این سؤالات در ابتدا باید مشخص شود که تأثیر تردد دام بر خصوصیات خاک این قسمت از جنگل در مقایسه با خاک تیمار شاهد که مسیری از آن عبور نمی‌کند چقدر است. از این‌رو در پژوهش حاضر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک روی یک مسیر مالرو دائمی (تردد دام اهلی) بررسی شد و با مقایسهٔ آن با خاک عرصهٔ شاهد به سؤالات و فرضیات تحقیق پاسخ داده شد.

در این پژوهش فرض شد که: ۱. مقدار نیتروژن در مسیرهای تردد بیشتر از خاک عرصه شاهد است؛ ۲. خصوصیات فیزیکی خاک، به‌ویژه وزن مخصوص ظاهری خاک، در مقایسه با خصوصیات شیمیایی و زیستی بیشترین تأثیرپذیری را از اثرهای تردد دام دارند؛ ۳. مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در مسیرهای تردد دام در مقایسه با عرصه شاهد اندک است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

این تحقیق در جنگل‌های سرکشتی شهرستان دلفان استان لرستان (بین طول جغرافیایی "۴۰ '۴۳ °۴۷ تا "۳۱ '۴۲ °۴۷ و عرض جغرافیایی "۱۰ '۵۶ °۳۳ تا "۱۶ '۵۷ °۳۲ و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۰ متر از سطح دریا) انجام گرفت. این منطقه در محدودهٔ پلاک ثبتی شمارهٔ ۲۴۲ بخش ۱۲ شهرستان نورآباد موسوم به زردسوار اشکنی قرار گرفته است. میانگین بارش سالانهٔ منطقه حدود ۴۵۵/۵ میلی‌متر است و میانگین دمای سالانهٔ آن ۱۱/۱ درجهٔ سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه سرد و خشک با زمستان‌های سرد است. خاک این منطقه اغلب از رسوبات آهکی تشکیل شده است. پوشش درختی غالب منطقه دارمازو (*Quercus infectoria* Oliv.) است و تا حدی هم بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) مشاهده می‌شود (Hashemi et al., 2019). بررسی منابع نشان داد که اغلب چهار گروه تاج‌پوشش در منطقه وجود دارد: تاج پوشش جنگل به‌نسبت مطلوب با انبوهی تاج ۶۰ درصد و تراکم ۳۱۰ اصله در هکتار، جنگل تخریب‌شده با انبوهی تاج ۲۶ درصد و تراکم ۱۵۶ اصله در هکتار، جنگل زراعت‌شده با انبوهی تاج‌پوشش ۱۱ درصد و تراکم ۴۹ اصله در هکتار و جنگل کاملاً تخریب‌شده با تاج‌پوشش صفر درصد و تراکم صفر اصله در هکتار. میانگین تعداد درختان در هکتار برای آماربرداری از منطقه ۱۷۶ پایه در هکتار برآورد شد (Department of Natural Resources and Watershed Management of Lorestan Province, 2015).

شیوهٔ اجرای پژوهش

طراحی آزمایش و نمونه‌برداری خاک

با بازدید میدانی و مشاوره با کارشناسان منابع طبیعی در منطقه، یک مسیر تردد دام روستانشین‌ها به طول بیش از ۴ کیلومتر شناسایی شد. عرض این مسیر مالرو ۳ تا ۴ متر است. متوسط شیب مسیر ۲۰ درصد و جهت عمومی آن شرقی است. حاشیه‌نشینان و جنگل‌نشینان روزانه از این مسیر استفاده می‌کنند. برای این تحقیق یک مسیر به طول ۱ کیلومتر دقیقاً در اواسط طول مسیر اصلی در نظر گرفته شد و اولین قطعه نمونه به‌صورت تصادفی پیاده شد و بعد از آن قطعات نمونه به‌صورت سیستماتیک (به فاصلهٔ ۱۰۰ متر از همدیگر) در وسط مسیر جاده پیاده شدند. ابعاد قطعه نمونه‌ها ۱×۱ متر بود. در داخل هر قطعه نمونه

سه پروفیل خاک از عمق ۱۵ سانتی‌متر حفر و نمونه‌های خاک جمع‌آوری شد (Bhattacharya, 2020). در کل ۱۰ قطعه نمونه به فاصلهٔ ۱۰۰ متر در مسیر تردد دام پیاده شد. به‌منظور تهیهٔ نمونه‌های شاهد، به‌موازات مسیر مد نظر و در داخل عرصهٔ جنگل (دست‌کم ۱۰۰ متر فاصله از مرکز مسیر) ۱۰ قطعه - نمونه با فواصل ۱۰۰ متری نیز پیاده و نمونه‌های خاک طبق موارد رعایت‌شده در طول مسیر جمع‌آوری شدند.

سنجش‌های آزمایشگاهی

خصوصیات خاک در این تحقیق در سه گروه فیزیکی، شیمیایی و زیستی طبقه‌بندی شد. دربارهٔ مشخصه‌های فیزیکی خصوصیاتی مانند بافت خاک طبق روش دانسیومتری بایکاس و وزن مخصوص ظاهری خاک با روش استوانهٔ مدرج اندازه‌گیری شدند. دربارهٔ مشخصه‌های شیمیایی خصوصیاتی مانند شوری و واکنش خاک طبق روش کارتر و فسفر طبق روش اولسون، مواد آلی طبق روش سوزاندن در کوره، سدیم و پتاسیم براساس روش فلیم فتومتر و نیتروژن طبق روش کجدال اندازه‌گیری شدند. شایان ذکر است که هر کدام از مشخصه‌های ذکرشده براساس دستورالعمل‌های استاندارد استفاده‌شده در تحقیقات متعدد اندازه‌گیری شدند. دربارهٔ ویژگی‌های زیستی خاک نیز ماکروفون (کرم‌های خاکی) بررسی شد. به این صورت که همزمان با نمونه‌برداری خاک (اوایل تابستان)، کرم‌های خاکی به روش دست‌چین کردن از خاک تفکیک شدند و بعد از نمونه‌برداری تمیز و شمارش شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. کرم‌های خاکی ابتدا در الکل تثبیت و طول و قطر آنها با خط‌کش کولیس اندازه‌گیری شد. وزن تر توسط ترازو با دقت یک ده‌هزارم گرم اندازه‌گیری شد و نمونه‌ها به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک با دقت یک ده‌هزارم گرم و رسیدن وزن ثابت کرم‌های خاکی در محیط آزمایشگاه در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند (Mazouji et al., 2020).

بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌های پوشش گیاهی زیراشکوب

به‌منظور بررسی شاخص‌های تنوع زیستی (شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع) گونه‌های علفی زیراشکوب در سطح قطعه نمونهٔ یک متر مربعی (۱×۱ متر) بررسی شدند. انتخاب مساحت قطعه نمونه‌ها براساس روش سطح حداقل انجام گرفت. از آنجا که محدوده تحت دو نوع کاربری متفاوت (تودهٔ شاهد و مسیر تردد دام) قرار داشت، ۲۰ قطعه نمونه در هر واحد تعیین و به‌روش نمونه‌برداری سیستماتیک تصادفی در طول دو ترانسکت در ازای ۱۰۰ متر (در مجموع ۴۰ قطعه نمونه) برداشت شد (Salami et al., 2007). در هر قطعه نمونه فهرست گونه‌ها و تعداد آنها ثبت شد.

روش تحلیل

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف بررسی شد که نتایج حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود. سپس همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون لون تأیید شد. مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و همچنین شاخص‌های تنوع زیستی در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل از طریق آزمون تی غیرجفتی انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل همهٔ آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 انجام گرفت و ترسیم نمودارها نیز با نرم‌افزار اکسل انجام پذیرفت. از نرم‌افزار DIVER برای محاسبهٔ شاخص‌های عددی دربارهٔ غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای استفاده شد. شاخص‌های استفاده‌شده عبارت‌اند از: شاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک، شاخص‌های یکنواختی سیمپسون، شانون - وینر، پیلو و بریلوئین، شاخص‌های تنوع سیمپسون، شانون - وینر، N هیل، بریلوئین و مکنتاش.

نتایج

ویژگی‌های فیزیکی خاک

بافت خاک

بعد از برآورد مقادیر رس، سیلت و شن با به‌کارگیری مثلث بافت خاک، بافت خاک در مسیر تردد دام و مسیر شاهد شنی - لومی بود. مقادیر درصد ذرات تشکیل‌دهندهٔ خاک مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل در جدول ۱ آورده شده است.

وزن مخصوص ظاهری خاک

مقایسهٔ وزن مخصوص ظاهری اختلاف معنی‌داری بین مسیر تردد دام و عرصهٔ جنگل نشان داد، به‌طوری که مقدار آن در مسیر مالرو بیشتر از عرصهٔ جنگل بود (جدول ۲).

ویژگی‌های شیمیایی خاک

براساس یافته‌های تحقیق مقدار کربن و مادهٔ آلی خاک در عرصهٔ جنگل و مسیر مالرو تفاوت معنی‌داری را نشان داد (به‌ترتیب ۵/۸۲ و ۱۰/۷۸ درصد در عرصهٔ جنگل و به‌ترتیب ۱/۶۰ و ۲/۹۶ درصد در مسیر مالرو). مقدار نیتروژن در عرصهٔ جنگل ۰/۷۸ درصد بود که در مقایسه با مسیر مالرو تفاوت معنی‌داری را نشان داد. مقدار نیتروژن در مسیر مالرو ۰/۶۷ درصد به‌دست آمد. غلظت فسفر در عرصهٔ جنگل در مقایسه با مسیر مالرو تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری که غلظت فسفر در عرصهٔ جنگل (۲/۴۰ درصد) بیشتر از خاک روی مسیر (۱/۳۹ درصد) بود. غلظت پتاسیم در نمونهٔ خاک‌های عرصهٔ جنگل ۷/۲۹ درصد به‌دست آمد که در مقایسه با مسیر مالرو (۵/۴۶ درصد) تفاوت معنی‌داری را نشان داد. برخلاف عناصر کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، مقادیر عناصر کلسیم و منیزیم خاک در مسیر مالرو (به‌ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۰۰۰۸۵ درصد) بیشتر از عرصهٔ جنگل (به‌ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۰۰۸۲ درصد) بود. دربارهٔ واکنش خاک (عرصهٔ جنگل = ۷/۱۷ و مسیر مالرو = ۷/۵۰) تفاوت معنی‌داری بین این دو منطقه مشاهده نشد. مقدار هدایت الکتریکی خاک در عرصهٔ جنگل ۰/۲۳ دسی‌زیمنس بر متر و در مسیر مالرو نیز ۰/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد که اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. در خصوص غلظت سدیم نیز اختلاف معنی‌داری بین عرصه جنگل و مسیر مالرو مشاهده نشد (عرصهٔ جنگل = ۰/۵ و مسیر مالرو = ۰/۴۹ درصد) (جدول ۲).

ویژگی‌های زیستی خاک

بررسی مشخصه‌های کرم‌های خاکی در مسیر تردد دام و عرصهٔ جنگل نشان داد که اختلاف معنی‌داری در بین بسیاری از مشخصات ماکروفون خاک بین دو عرصه وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۱- درصد ذرات تشکیل‌دهندهٔ خاک در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل (میانگین ± اشتباه معیار)

Table 1. The percentage of soil particles in the path and the forest stand (mean ± standard error)

Sig.	t	شن Sand	Sig.	t	رس Clay	Sig.	t	سیلت Silt	منطقه Zone
0.585	0.569	68.13±2.13[a]	0.694	-0.407	13.51±1.25[a]	0.648	-0.474	18.36±1.43[a]	مسیر مالرو Path
		70.67±1.03[a]			12.40±2.00[a]			16.92±0.97[a]	عرصهٔ جنگل Forest stand

در هر ستون حروف کوچک مشابه به‌معنای نبود اختلاف معنی‌دار است.

Similar lower-case letters in the columns mean significant difference.

جدول ۲- مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مسیر مالرو و عرصه جنگل (میانگین ± اشتباه معیار)

Table 2. The physical and chemical characteristics of soil in the path and the forest stand (mean ± standard error)

منطقه Zone		متغیرهای مورد بررسی The studied variables
عرصهٔ جنگل Forest stand	مسیر مالرو Path	
1.53±0.12[b]	2.20±0.44[a]	وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density of soil (g/cm^3)
5.82±1.13[a]	1.60±0.28[b]	کربن (درصد) Carbon (%)
10.78±2.26[a]	2.96±0.63[b]	مادهٔ آلی (درصد) Organic matter (%)
0.78±0.06[a]	0.67±0.01[b]	غلظت نیتروژن (درصد) Nitrogen concentration (%)
2.40±0.53[a]	1.39±0.22[b]	غلظت فسفر (درصد) Phosphorus concentration (%)
7.29±0.77[a]	5.46±0.88[b]	غلظت پتاسیم (درصد) Potassium concentration (%)
0.29±0.04[a]	0.26±0.03[a]	غلظت کلسیم (درصد) Calcium concentration (%)
0.00085±0.00003[a]	0.00082±0.00005[a]	غلظت منیزیم (درصد) Magnesium concentration (%)
7.17±0.36[a]	7.50±1.56[a]	واکنش خاک Soil acidity
0.50±0.07[a]	0.49±0.08[a]	غلظت سدیم (درصد) Sodium concentration (%)
0.23±0.01[a]	0.19±0.02[a]	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس/ متر) Electrical conductivity (ds/m)

در هر سطر حروف کوچک متفاوت به‌معنای وجود اختلاف معنی‌دار است.

Different lower-case letters in the row mean significant difference.

جدول ۳- ویژگی‌های زیستی کرم‌های خاکی در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل (میانگین ± اشتباه معیار)

Table 3- The biological characteristics of earthworms in the path and the forest stand (mean ± standard error)

قطر ماکروفون (میلی‌متر) Diameter of macrofauna (m)	طول ماکروفون (سانتی‌متر) Length of macrofauna (cm)	زیست‌توده خشک (گرم در متر مربع) Dry biomass (g/m^2)	زیست‌توده تر (گرم در متر مربع) Wet biomass (g/m^2)	فراوانی (تعداد در متر مربع) Abundance (n/m^2)	منطقه Zone
1.09±0.41[b]	2.90±0.58[b]	0.81±0.03[b]	1.38±0.02[b]	13.1±2.14[b]	مسیر مالرو Path
2.83±0.16[a]	11.98±1.41[a]	1.28±0.13[a]	2.05±0.06[a]	30.6±1.81[a]	عرصهٔ جنگل Forest stand

در هر ستون حروف کوچک متفاوت به‌معنای وجود اختلاف معنی‌دار است.

Different lower-case letters in the columns mean significant difference.

شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی زیراشکوب

براساس نتایج، فقط شاخص غنای مارگالف در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل تفاوت معنی‌دار را نشان داد. همچنین در خصوص شاخص‌های یکنواختی نتایج نشان داد که این دو منطقه از نظر شاخص‌های یکنواختی تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. بررسی شاخص‌های تنوع نیز نشان داد که شاخص‌های شانون- وینر، N هیل و بریلوئین در عرصهٔ جنگل بیشتر از مسیر مالرو است. در بقیه شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه مشاهده نشد (جدول ۴). فهرست گونه‌های گیاهی در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴- شاخص‌های تنوع گونه‌ای در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل (میانگین ± اشتباه معیار)

Table 4. Species diversity indicators in the path and the forest stand (mean ± standard error)

منطقه Zone		شاخص‌های تحت بررسی The studied indicators	
عرصهٔ جنگل Forest stand	مسیر مالرو Path		
18.75±1.14[a]	9.21±2.00[b]	مارگالف Margalef	غنای گونه‌ای Species richness
3.80±0.01[a]	2.71±0.3[a]	منهینیک Menhinick	
74	53	تعداد گونه Number of species	
0.90±0.01[a]	0.78±0.02[a]	سیمپسون Simpson	یکنواختی Uniformity
0.93±0.04[a]	0.85±0.03[a]	شانون- وینر Shannon-Wiener	
0.97±0.04[a]	0.90±0.02[a]	پیلو Pilou	
0.98±0.02[a]	0.92±0.05[a]	بریلوئین Brillouin	
0.98±0.02[a]	0.91±0.05[a]	سیمپسون Simpson	تنوع Diversity
4.76±0.2[a]	3.98±0.1[b]	شانون- وینر Shannon-Wiener	
72.28±5.74[a]	39.83±4.21[b]	N هیل N Hill	
4.90±0.45[a]	3.08±0.18[b]	بریلوئین Brillouin	
0.82±0.01[a]	0.80±0.02[a]	مکینتاش Mc intosh	

در هر سطر حروف کوچک متفاوت به‌معنای وجود اختلاف معنی‌دار است.

Different lower-case letters in the row mean significant difference.

جدول ۵- فهرست گونه‌های گیاهی در مسیر مالرو و عرصهٔ جنگل

Table 5. List of the plant species in the path and the forest stand

مسیر مالرو Path		
نام علمی Scientific name	خانواده Family	نام فارسی Persian name
Bromus tectorum	Gramineae	علف پشمکی
Medicago sativa	Fabaceae	یونجه
Trifolium sp.	Fabaceae	شبدر
Euphorbia sp.	Euphorbiaceae	فرفیون
Cousinia sp.	Compositeae	هزارخار
Sorghum halepense	Compositeae	قیاق
Poa bulbosa	Gramineae	چمن پیازدار
Hordeum bulbosum	Gramineae	جو پیازدار
Achillea millefolium	Asteraceae	بومادران
Acantholimon pterostegium	Plumbaginaceae	کلاه میرحسن
Acanthophyllum sp.	Caryophyllaceae	چوبک
Artemisia aucheri	Compositeae	درمنه کوهی
Scariola orientalis	Asteraceae	جارو
Cirsium vulgare	Asteraceae	کنگر
Allium canadense	Alliaceae	سیر وحشی

ادامه جدول ۵

Continued table 5

Allium colchicifolium	Liliaceae	پیاز گل حسرتی
Eryngium Campestre	Compositeae	خار زول
Stipa orientalis	Gramineae	استپی
Onobrychis sp.	Fabaceae	اسپرس کوهی
Centaurea virgata	Asteraceae	گل گندم
Allium stipitatum	Amaryllidaceae	موسیر
Verbascum assurens	Scrophulariaceae	گل ماهور لرستانی
Ajuga sp.	Lamiaceae	لبدیسی
Phlomis fruticosa	Lamiaceae	گوش بره
Oryzopsis sp.	Gramineae	برنج کوهی
Achillea millefolium	Asteraceae	بومادران

عرصهٔ جنگل

Forest stand

نام علمی Scientific name	خانواده Family	نام فارسی Persian name
Aegilops sp.	Poaceae	گندم نیا
Stipa orientalis	Gramineae	استپی
Agropyron tricophorum	Gramineae	علف گندمی
Euphorbia sp.	Euphorbiaceae	فرفیون
Vicia villosa	Papilionaceae	ماشک گل خوشه‌ای
Poa bulbosa	Gramineae	چمن پیازدار
Echinops sp.	Asteraceae	شکرتیغال
Phlomis fruticosa	Lamiaceae	گوش بره
Centaurea virgata	Asteraceae	گل گندم
Thymus koteschyanus	Lamiaceae	آویشن
Stachys lavandulifolia	Lamiaceae	چای کوهی
Artemisia aucheri	Compositeae	درمنه کوهی
Smyrnium cordifolium	Umbellifereae	پینامه
Ferula ovina	Apiaceae	کما
Glycyrrhiza glabra	Papilionaceae	شیرین بیان
Festuca ovina	Gramineae	علف گوسفندی
Cirsium vulgare	Asteraceae	کنگر
Dianthus sp.	Caryophyllaceae	میخک
Polygonum sp.	Polygonaceae	هفت بند
Achillea millefolium	Asteraceae	بومادران
Ferulago angolata	Umbellifereae	چویر
Salvia officinalis	Lamiaceae	مریم گلی
Malva sp.	Malvaceae	پنیرک
Sanguisorba officinalis	Rosaceae	توت روباه
Onopordum acanthium	Asteraceae	خارپنبه
Peganum harmala	Zygophilaceae	اسپند
Mentha pulegium	Lamiaceae	پونه
Cynodon dactylon	Gramineae	مرغ

بحث

مشخصه‌های فیزیکی خاک

براساس یافته‌های تحقیق بافت خاک در هر دو مسیر شنی - لومی بوده و تفاوت معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. نظر به اینکه مقدار پوشش گیاهی در دو منطقه مورد بررسی متفاوت است، دلیل تغییر نیافتن بافت خاک، پوشش گیاهی نیست. با توجه به اینکه بافت خاک از ویژگی‌های ذاتی خاک بوده و متأثر از سنگ بستر است، هرگونه تغییر در نوع کاربری در مقیاس کوچک بر بافت خاک تأثیر ندارد. تحقیقات Ahmadi et al. (2011)، Mazouji et al. (2020) و Azizi et al. (2022) مؤید نتایج پژوهش حاضر است. چرای زیاد دام، کمبود پوشش گیاهی و فشرده شدن خاک در اثر لگدکوبی، تخلخل و نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد و در نتیجه موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود (Hashemi et al., 2019; Azizi et al., 2022). این مسئله سبب افزایش رواناب و فرسایش خاک می‌شود (Safari et al., 2013). یافته‌های محققان دیگر (Safari et al., 2013; Hosseini et al., 2015) در پژوهش حاضر نیز مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در مسیر مالرو بیشتر از عرصهٔ داخل جنگل بود (۳۵ درصد بیشتر). بازیابی و بهبود وزن مخصوص ظاهری خاک به عواملی مانند مقدار کوبیدگی اولیهٔ خاک، پوشش گیاهی، نوع خاک و شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد (Rab, 2004) و ممکن است پنجاه سال زمان برای بازیابی احتیاج داشته باشد (Ziegler et al., 2006).

مشخصه‌های شیمیایی خاک

موافق با یافته‌های Nasiri et al. (2012) و Hosseini et al. (2015) مقادیر کربن آلی خاک در عرصهٔ داخل جنگل بیشتر از مسیر مالرو بود (جدول ۲). در عرصهٔ جنگل به‌دلیل وجود لاشبرگ و پوشش گیاهی نفوذ آب در خاک افزایش یافته و مقدار تبخیر از سطح خاک کاهش می‌یابد. این رطوبت سبب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک شده و در پی آن پایداری خاکدانه‌ها و قابلیت در دسترس بودن مواد غذایی بهبود می‌یابد و در نهایت با افزایش رشد گیاهان، مادهٔ آلی بیشتری به خاک اضافه می‌شود. در صورت تغییر کاربری زمین جنگل و استفاده از آن به‌عنوان مسیر و جادهٔ تردد احشام، مقدار پوشش گیاهی سطحی کاهش می‌یابد و از مقدار کربن آلی خاک کاسته می‌شود که همین امر به کاهش کیفیت خاک می‌انجامد (Hashemi et al., 2019).

موافق با نتایج Deljouei et al. (2018) و Hofman et al. (2012) مقدار نیتروژن در عرصهٔ داخل جنگل بیشتر از مسیر مالرو بود که دلیل آن، کوبیدگی خاک در مسیر مالرو و در نتیجه کاهش فعالیت‌های زیستی خاک است. لاشبرگ مهم‌ترین منبع ورودی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی به خاک است. فقر پوشش گیاهی و در نتیجه کاهش لاشبرگ ورودی به خاک در مسیر مالرو محدودیت‌هایی را در مقادیر نیتروژن خاک ایجاد می‌کند. به‌علت کوبیدگی زیاد خاک در مسیر تردد دام‌ها، ادرار و فضولات دامی به عمق خاک نفوذ نمی‌کند و بر اثر گرما، باد و تابش خورشید تبخیر می‌شود یا بر اثر بارندگی شسته می‌شود و به منطقهٔ پایین‌دست انتقال می‌یابد (Hashemi et al., 2019). در اثر آبشویی در مسیر مالرو، مقدار نیتروژن و فرم‌های قابل جذب آن، به‌ویژه در مناطق با شدت تخریب زیاد، در افق A کاهش می‌یابد (Hashemi et al., 2019). براساس یافته‌های تحقیق، مقدار فسفر در داخل جنگل از مسیر مالرو بیشتر بود. نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات Ahmadi et al. (2011) و Li et al. (2012) همخوانی دارد بر اساس نظر ایشان در مناطقی با مدیریت حفاظتی و ورود کمتر دام مقدار فسفر قابل جذب تحت تأثیر پوشش گیاهی افزایش می‌یابد. طبق نظر Ahmadi et al. (2011) دلیل افزایش فسفر در منطقهٔ شاهد همگام با افزایش پوشش گیاهی این است که گیاهان فسفر را از لایه‌های عمیق خاک جذب می‌کنند و بعد از پوسیده شدن گیاهان، فسفر تجمع‌یافته در آنها

در سطح خاک باقی می‌ماند. مخالف با نتایج این پژوهش، Deljouei et al. (2018) گزارش دادند که مقدار فسفر روی جادهٔ اصلی و دامنهٔ خاکریزی به‌طور معنی‌داری بیشتر از داخل جنگل است. آنها تأثیر واکنش خاک در قابلیت در دسترس بودن عنصر فسفر در روی جاده و همچنین حاشیهٔ آن را دلیل اصلی این مسئله بیان کرده‌اند. اما همسو با نتایج این تحقیق، Mazouji et al. (2020) اظهار کردند که در مناطقی که قطع درخت و فقر پوشش گیاهی رخ می‌دهد، به‌دلیل وابستگی بین فسفر و مواد آلی خاک، با کاهش ورودی مواد آلی به خاک مقدار فسفر خاک نیز کاهش می‌یابد. همانند عناصر نیتروژن و فسفر، غلظت پتاسیم نیز در عرصهٔ جنگل بیشتر از مسیر مالرو بود. تفاوت مشاهده‌شده بین پتاسیم خاک در این دو موقعیت را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که پتاسیم موجود در خاک از طریق گیاهان جذب شده و پس از خزان دوباره به خاک برگردانده می‌شود. همچنین فضولات دام‌هایی که در این عرصه تعلیف می‌کنند نیز ممکن است مقداری پتاسیم به خاک بیفزاید و این یکی از آثار مثبت دام بر مقدار پتاسیم خاک از طریق تردد و فضولات دامی است. همچنین چون خاک مسیر حرکت دام‌ها در بخشی از سال فاقد پوشش گیاهی است، دارای مقدار کمتری از پتاسیم است و آن مقدار پتاسیمی که از طریق فضولات دامی روی مسیر ریخته می‌شود با خاک سطح مسیر مخلوط نمی‌شود و از طریق آبشویی و یا عوامل فرسایشی از دست می‌رود (Azizi et al., 2022). یافته‌های تحقیق در این بخش با نتایج Ghaffari et al. (2017) مطابقت داشت. طبق نظر ایشان خروج پتاسیم از خاک یا با برداشت این عنصر توسط گیاه یا در اثر آبشویی و فرسایش صورت می‌گیرد و از این‌رو تغییرات پتاسیم خاک را می‌توان دربارهٔ برداشت آن توسط گیاهان و اضافه شدن این عنصر توسط دام و اختلاط فضولات دامی و لاشبرگ به خاک نسبت داد. عنصر پتاسیم وارد ترکیبات آلی نمی‌شود، بلکه به‌صورت محلول در دیوارهٔ سلولی و شیرهٔ سلولی باقی می‌ماند، به همین علت در هنگام بارش آبشویی اتفاق می‌افتد و به‌راحتی از بافت و برگ‌های گیاهی شسته می‌شود (Rossetti et al., 2015).

یافته‌های تحقیق در خصوص غلظت‌های عناصر کلسیم، منیزیم و سدیم نشان داد که مقادیر آنها در عرصهٔ شاهد و مسیر مالرو تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. عنصر کلسیم در طبیعت تحت تأثیر منشأ سنگ‌شناسی قرار می‌گیرد و پوشش گیاهی اثر چشمگیری در مقدار آن ندارد (Oyonarte et al., 2008). Ahmadi et al. (2011) و Salehi et al. (2011) در پژوهش‌های خود ابراز داشته‌اند که مقدار کلسیم تحت کنترل آهک قرار دارد، بنابراین علت افزایش کلسیم در مناطق تخریب‌یافته به‌دلیل وجود آهک در آنهاست. از طرفی Ramezanpour & Rasooli (2015) در پژوهش خود بیان کردند که در مناطق مسیر دام مقدار کلسیم در راستای مواد آلی کاهش می‌یابد و دلیل آن، تخریب ساختمان خاک و آبشویی بیشتر این مناطق است. همسو با نتایج Hosseini et al. (2015) در تحقیق حاضر نیز تفاوتی بین واکنش خاک در مسیر دام و عرصهٔ داخل جنگل مشاهده نشد. در تأیید یافته‌های تحقیق، پژوهش‌های Xie & Wittig (2004) و Liebig et al. (2006) نشان داد که کوبیدگی خاک توسط دام‌ها تأثیر منفی بر واکنش خاک، هدایت الکتریکی و سدیم خاک ندارد.

مشخصه‌های زیستی خاک

همسو با نتایج Sankar & Patnaik (2018) و Mazouji et al. (2020) یافته‌های این پژوهش نشان داد که تودهٔ شاهد از نظر فراوانی و مشخصه‌های زیستی کرم‌های خاکی وضعیت بهتری دارد. تخریب جنگل‌های طبیعی و بر هم زدن ساختمان خاک، توزیع و ساختار ماکروفون را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کیفیت خوب خاک در نتیجهٔ تجمع لاشریزه‌ها (که به افزایش سطوح عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و کربن آلی خاک و همچنین رطوبت خاک می‌انجامد) سبب افزایش جمعیت ماکروفون خاک می‌شود

(Moghimian et al., 2013; Mazouji et al., 2020). همچنین زیاد بودن جمعیت کرم‌های خاکی و بهتر بودن مشخصه‌های زیستی آنها در تودهٔ شاهد ممکن است به‌علت کم بودن لگدکوبی و فشردگی خاک بر اثر سم دام، افزایش تراکم و تاج پوشش گونه‌های گیاهی، رشد و توسعهٔ ریشهٔ گیاهان، افزایش مواد آلی و بهبود ساختمان خاک باشد. طبق نظر Creamer et al. (2016) و Gartzia-Bengoetxe et al. (2016) تجزیهٔ مواد آلی خاک و معدنی‌سازی عناصر غذایی به‌واسطهٔ ماکروفون خاک انجام می‌گیرد. نوع کاربری، نوع پوشش گیاهی، مقدار لاشبرگ و همچنین رطوبت خاک در تنوع، ساختار و فعالیت ماکروفون خاک اثرگذارند (Mohammadi et al., 2018; Zarafshar & Teymouri, 2022).

شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی زیر اشکوب

بررسی شاخص‌های تنوع زیستی در عرصهٔ جنگل و روی مسیر مالرو نشان داد که از نظر شاخص غنای مارگالف و شاخص‌های تنوع شانون- وینر، بریلوئین و N هیل عرصهٔ شاهد وضعیت بهتری داشت. در ضمن از نظر شاخص‌های یکنواختی تفاوت معنی‌داری بین دو منطقهٔ تحت بررسی مشاهده نشد. مطابق با یافته‌های Azizi et al. (2020) در مناطق جنگلی کمتر دست‌خورده در مقایسه با عرصه‌های تخریب‌یافته شاخص‌های تنوع زیستی از وضعیت بهتری برخوردار هستند. در تحقیق Rashtian (2015) نیز به اثرهای منفی احداث جاده‌های شوسه بر تنوع پوشش گیاهی و حرکت جامعهٔ گیاهی حاشیهٔ جاده به‌سمت پایداری کمتر اشاره شده است.

نتیجه‌گیری

در کل براساس یافته‌های تحقیق خاک، منطقهٔ شاهد نسبت به خاک مسیر حرکت احشام از لحاظ کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی وضعیت مطلوب‌تری را نشان داد. به‌طوری که تردد و عبور و مرور دام بر مقدار وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی، مادهٔ آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و اثر معنی‌دار منفی گذاشته است. از نظر ویژگی‌های زیستی خاک (فراوانی و زی‌توده) و شاخص‌های تنوع زیستی نیز عرصهٔ شاهد وضعیت بهتری را نشان داد. با توجه به پیامدها و تأثیرات منفی تردد دام بر خاک اتخاذ یک راهکار مدیریتی مناسب در راستای مدیریت تردد دام در جنگل‌های زاگرس امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

References

Afrah, H., Barani, H., Bahremand, A., & Sheikh, V. (2010). Comparison of soil physical properties in micro terraces and inters micro terraces on rangelands (Case study: Baba Shamlak Ranch). *Journal of Water and Soil Conservation*, *17*(2), 141-153. (In Persian)

Aghajantabar Ali, H., Mohseni Saravi, M., Chaichi, M.R., & Heidari, Gh. (2015). Grazing Pressure Effect on Soil Physical and Chemical Characteristics and Vegetation Cover in Vaz Watershed, Mazandaran Province. *Journal of Watershed Management Research*, *6*(11), 111-123. (In Persian)

Ahmadi, T., Malek Poor, B., & Kazemi Mazandarani, S.S. (2011). Investigation of exclosure effect upon physical and chemical properties of soil at Kohneh lashak Mazandaran. *Journal of Plant Ecophysiology*, *3*, 90-100. (In Persian)

Asadian, M., Hojjati, S.M., Mohammadzadeh, M., & Nadi, M. (2023). Evaluating the response of ecosystems to land-use change using soil quality index-Alandan forest Sari. *Iranian Journal of Forest, 15*(1), 17-34. (In Persian)

Azizi, Y., Akhavan, R., Kia-Daliri, H., & Soleimani, R. (2022). Effect of management activities and aspect on tree, soil and biodiversity variables of tree species in Dinarkuh forests of Ilam. *Iranian Journal of Forest*, *14*(3), 275-290. (In Persian)

Bhattacharya, P., Pramanik Maity, P., Mowrer, J., Maity, A., Ray, M., Das, Sh., Chakrabarti, B., Ghosh, T., & Krishnan, P. (2020). Assessment of soil health parameters and application of the

sustainability index to fields under conservation agriculture for 3, 6, and 9 years in India. *Heliyon, 6*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05640.

Creamer, R.E., Stone, D., Berry, P., & Kuiper, I. (2016). Measuring respiration profiles of soil microbial communities across Europe using MicroRespTM method. *Applied Soil Ecology, 97*, 36- 43. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.08.004.

Crovo, O., Costa-Reidel, C.D., Rodr´ıguez, R., & Aburto, F. (2021). Livestock Grazing Reduces Soil Quality and Threatens Recovery of a Degraded Andean Araucaria Forest. *Submitted to Land Degradation & Development*, 1-17pp. 10.22541/au.161581090.01301322/v1.

Deljouei, A., Abdi, E., & Majnounian, B. (2018). Effect of forest roads on variability of soil fertility parameters (Case Study: Kheyroud Forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest, 9*(4), 445-456. (In Persian)

Department of Natural Resources and Watershed Management of Lorestan Province (2015). Booklet design of Zardsavar.100 p. (In Persian)

Esfandiari, H., Sefidi, K., Ghavidel, A., Esmaeilpour, M., Amanzadeh, B., & Sadeghi, S.M.M., (2023). Effect of forestry practices on the biological characteristics of soils (Case study: Beech Forest of Asalem). *Water and Soil Management and Modeling, 3*(4),16-28. (In Persian)

Gartzia-Bengoetxe, N., Kandeler, E., Martínez de Arano, I., & Arias-González, A. (2016). Soil microbial functional activity is governed by a combination of tree species composition and soil properties in temperate forests. *Applied Soil Ecology, 100*, 57-64. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.11.013.

Ghaffari, S., Ghorbani, A., Arjmandi, K.A., Teymoorzadeh, A., Hashemi Majd, K., & Jafari, S. (2017). Effect of grazing intensity on vegetation and soil physio-chemical properties (Case study: in rangelands of Kolash village, Pars Abad, Ardabil province). *Journal of Plant Ecosystem Conservation, 5*(10), 175-196. (In Persian)

Hashemi, A., Ghasemi Aghbash, F., Zarafshar, M., & Bazot, S. (2019). 80-years livestock transit impact on permanent path soil in Zagros oak forest, Iran. *Applied Soil Ecology, 138*, 189-194. (In Persian).

Hofman, J., Travinckova, E., & Andel, P. (2012). Road salts effects on soil chemical and microbial properties at grassland and forest site in protected natural areas. *Plant, Soil and Environment, 58*(6), 282-288. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ2012000615

Hosseini, S.A.O., Nasiri, M., & Akbarimehr, M. (2015). Skidders traffic assessment on forest soil properties. *International Journal of Civil Engineering, 13*(3), 372-377. (In Persian)

Karami, A., Karamshahi, A.A., Mirzaei, J., Feghhi, J., & Makhdoum, M. (2022). Offer a practical model of criteria and indicators of sustainable forest management with resilience approach in the Zagros vegetation area (Case study: Totshami Watershed of Kermanshah province). *Iranian Journal of Forest, 14*(2), 105-117. (In Persian)

Karimian, A., & Jafari, H. (2017). Soil Property Changes Under Different Kinds of Herbivore Grazing in Arid Rangelands of Yazd Province, Iran. *Applied Ecology and Environmental Research, 15*(3), 1367-1374. (In Persian)

Kijowska-Strugała, M., Baran, A., Szara-Bąk, M., Wiejaczka, L., & Prokop, P. (2022). Soil quality under different agricultural land uses as evaluated by chemical, geochemical and ecological indicators in mountains with high rainfall (Darjeeling Himalayas, India). *Journal of Soils and Sediments, 22*, 3041-3058. 10.1007/s11368-022-03274-0.

Li, Y., Zhou, X., Barandle, J., Zhang, T., Chen, Y., & Han, J. (2012). Temporal progress in improving carbon and nitrogen storage by grazing exclosure practice in a degraded land area of China's Horqin Sandy Grassland. *Journal of Agriculture, ecosystems & environment, 159*(15), 55-61. https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.024.

Liebig, M.A., Gross, J.R., Kronberg, S.L., Hanson, J.D., Frank A.B., & Phillips, R.L. (2006). Soil response to long-term grazing in the northern Great Plains of North America. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *1*(4), 270-276. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.015.

Lotfalian, M., & Nasiri, M. (2018). The distribution and frequency of damage to roadside trees in low-volume road construction. *Journal of Forestry Research*, *29*, 221-226. (In Persian)

Mazouji, M., Mohammadi Samani, K., & Hosseini, V. (2020). The variation in density and biomass of earthworms with physical and chemical properties of soil after forest land-use change. *Iranian Journal of Forest*, *12*(2), 203-218. (In Persian)

Moghimian, N., Habashi, H., & Kheiri, M. (2013). Comparison of soil macro fauna biodiversity in broad leaf and needle leaf afforested stands. *Molecular Soil Biology*, *4*(1), 212-222. (In Persian)

Mohammadi, R., Salehi, A., & Pourreza, M. (2018). The Abundance and Biodiversity of Soil Macrofauna in Outside and Inside of Coppice Shoots of Persian oak (*Quercus persica*) in Zagros Coppice Forests. *Journal of Soil Biology*, *6*(1), 55-65. (In Persian)

Naghdi, R., Solgi, A., Zenner, E.K., & Keivan Behjou, F. (2018). Soil physical properties degrade further on skid trails in the year following operations. *Journal of Forestry Research*, *29*(1), 93-101. 10.1007/s11676-017-0413-8.

Nasiri, M., Lotfalian, M., & Taheri, E. (2012). Effect of skidding operation on organic carbon of forest soil. *International Journal of Biology*, *4*, 13-18. (In Persian)

Oyonarte, C., Aranda, V., & Durante, P. (2008). Soil surface properties in Mediterranean mountain ecosystems: Effects of environmental factors and implications of management. *Journal of Forest Ecology and Management*, *254*(2), 156-165. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.07.034.

Rab, M.A. (2004). Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia. *Forest Ecology and Management*, *191*, 329-340. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.12.010.

Ramezanpour, H., & Rasooli, N. (2015). Effects of Land Use Changes and Parent Materials on Some Soil Properties in Guilan Province. *Iranian Journal of Soil Research*, *29*(2), 221-231. (In Persian)

Rashtian, A. (2015). Assessing the effect of rural dusty roads on vegetation cover and plant diversity in the central steppe rangelands of Iran (case study: Ali-Abad Pishkouh of the Yazd province). *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, *3*(1), 57-68. (In Persian)

Rossetti, I., Bagella, S., Cappai, C., Caria, M.C., Lai, R., Roggero, P.P., Martins da Silva, P., Sousa, J.P., Querner, P., & Seddaiu, G. (2015). Isolated cork oak trees affect soil properties and biodiversity in a Mediterranean wooded grassland. *Journal of Agriculture, ecosystems & environment*, *202*, 203-216. https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.008.

Safari, A., Kavian, A., & Parsakhoo, A. (2013). Assessment of effect of road or road construction on soil physical and chemical properties in northern forests of Iran. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 1*(8), 835-850. (In Persian)

Salami, A., Zare, H., Amini Eshkevari, T., & Jafari, B. (2007). Comparison of plant species diversity in the two grazed and un grazed rangeland sites in Kohneh Lashak, Nowshahr. *Pajouhesh & Sazandegi*, *75*, 37-46. (In Persian)

Salehi, A., Mohammadi, A., & Safari, A. (2011). Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagross forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan province). *Iranian Journal of Forest*, *3*(1), 81-89. (In Persian)

Sankar, A.S., & Patnaik, A. (2018). Impact of soil physico-chemical properties on distribution of earthworm populations across different land use patterns in southern India. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, *70*(50), 1-18. https://doi.org/10.1186/s41936-018-0066-y.

Santos-Francés, F., Martínez-Graña, A., Ávila-Zarza, C., Criado, M., & Sánchez-Sánchez, Y. (2022). Soil Quality and Evaluation of Spatial Variability in a Semi-Arid Ecosystem in a Region of the Southeastern Iberian Peninsula (Spain). *Land*, *11*(5), 1-27. https://doi.org/10.3390/land11010005.

Shah Piri, A., Kooch, Y., & Dianati Tilaki. (2021). Evaluation of Soil Quality Indicators in Degraded and Converted Forest Habitats to Rangeland in Western Mazandaran. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, *52*(3), 857-867. (In Persian)

Xie, Y., & Wittig, R. (2004). The impact of grazing intensity on soil characteristics of Stipagrandis and Stipabungeana steppe in northern China (autonomous region of Ningxia). *ActaOecol*, *25*, 197-204. https://doi.org/10.1016/j.actao.2004.01.004.

Zarafshar, M., & Teymoori, M. (2022). Introduction of appropriate biological indicators to monitor soil quality and health of forest ecosystems. *Journal of Sustainable Management of Hyrcanian Forests*. *4*(1), 29-35. (In Persian)

Ziegler, A.D., Negishi, J.N., Sidle, R.C., Noguchi, S., & Nik A.R. (2006). Impacts of logging disturbance on hill slope conductivity in a tropical forest in peninsular Malaysia. *Catena*, *67*, 89-104. https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.02.008.

Iranian Journal of Forest
Vol. 16, No. 3, Autumn 2024
pp. 325-339
Research Article

DOI: 10.22034/ijf.2023.397435.1928

Assessment of the effect of livestock traffic on the diversity of understory vegetation and soil characteristics in Zagros Forest

F. Ghasemi Aghbash[1], H. Sarami Nezhad[2], and I. Pazhouhan[1]

[1] Assistant Prof., Dept. of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, I. R. Iran
[2] MSc Candidate of Forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, I. R. Iran

(Received: 7 June 2023; Accepted: 30 August 2023)

Abstract

Introduction: The activities of local communities, including animal husbandry, may directly and indirectly cause changes in the qualitative characteristics of the soil. Therefore, the current research was conducted with the aim of investigating the effects of livestock traffic on the diversity of understory vegetation and the physical, chemical, and biological characteristics of the soil in a permanent path that has been used for daily livestock transit in Zagros forests (Delfan-Lorestan province).

Materials and Methods: Soil sampling on the road was done based on random systematic sampling. In the middle of the main route, a 1 km transect was chosen, and the first plot (1 m2) was randomly sampled. In each sample plot, three soil profiles were sampled at a depth of 15 cm. Parallel to the investigated route, 10 sample plots with 100-meter intervals were established, and soil samples were collected inside the forest area (at least 100 meters away from the center of the route). To study biodiversity indicators, the list and number of understory vegetation were studied in one square meter sample plots. Soil characteristics such as physical (soil texture and bulk density), chemical (organic carbon, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, acidity, and electrical conductivity), and biological (earthworms) characteristics were estimated in these plots.

Results: The results showed that the soil texture was the same for both treatments, and the soil texture was sandy loam. The soil bulk density was significantly greater in samples from the livestock route (2.2 g per cm3) compared to those from the forest stand (1.53 g per cm3). The concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, carbon, and organic matter in the forest area (0.78%, 2.40%, 7.29%, 5.82%, and 10.78%, respectively) were higher than those in the livestock route (0.67%, 1.39%, 5.46%, 1.60%, and 2.96%, respectively). However, the amounts of calcium and magnesium were significantly greater in the samples from the livestock route (0.29% and 0.00085%, respectively) compared to those from the forest stand (0.26% and 0.00082%, respectively). The EC, pH, and sodium concentration values of the soil samples were not significantly different between both sampling sites. The soil macrofauna characteristics were significantly greater in samples from the forest stand (abundance per m2=36.6, wet biomass=2.06 g/m2, dry biomass=1.20 g/m2) compared to the livestock route (abundance per m2=12.1, wet biomass=1.33 g/m2, dry biomass=0.61 g/m2). The investigation of plant biodiversity showed that the Margalef richness index and the Shannon-Wiener, Brillouin, and N-Hill diversity indices were greater in the forest stand compared to the livestock route.

Conclusion: The general results of this research showed that livestock traffic on the livestock route had negative effects on soil properties and understory vegetation.

Keywords: Soil fertility, central Zagros, biodiversity indicators, soil macrofauna, livestock route.

* Corresponding author Tel: +989122379717 Email: f.ghasemi@malayeru.ac.ir