

بررسی تأثیر جاده بر شاخص‌های سلامت مراتع استپی و نیمه‌استپی

اعظم خسروی مشیزی^{۱*} و محسن شرافتمندراد^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران، پست الکترونیک:

Aazam.khosravi@yahoo.com

۲- استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۰۷

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۲۷

چکیده

گسترش جاده‌ها در دهه‌های اخیر به یکی از چالش‌های اساسی برای سلامت اکوسیستم‌های طبیعی در سرتاسر جهان تبدیل شده است. بنابراین تأثیر جاده بر شاخص‌های سلامت مراتع در دو منطقه استپی و نیمه‌استپی در طول جاده کرمان-بافت بررسی شد. برای هر دو مرتع در کنار جاده و منطقه مرجع ۱۷ شاخص سلامت مرتع ارزیابی شدند. ویژگی‌های پایداری خاک و رویشگاه، توابع هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده با استفاده از شاخص‌های سلامت مراتع برآورد شد. نتایج نشان داد که در منطقه استپی هر سه ویژگی در وضعیت نسبتاً حاد قرار داشتند اما در منطقه نیمه‌استپی، ویژگی‌های پایداری، خاک و رویشگاه و توابع هیدرولوژیک در وضعیت متعادل و سلامت موجودات زنده در وضعیت نسبتاً حاد بودند. نتایج آزمون ویلکاکسون همچنین نشان داد که منطقه نیمه‌استپی مراتع حاشیه جاده با منطقه مرجع از نظر شاخص‌های تولید، گونه‌های مهاجم و گروه‌های ساختاری و عملکردی اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). در منطقه استپی، مراتع حاشیه جاده با مراتع مرجع علاوه بر شاخص‌های مذکور از نظر شاخص‌های خاک لخت و فرسایش خندقی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($p < 0.01$). با توجه به اینکه در منطقه استپی علاوه بر پوشش گیاهی، خاک نیز تحت تأثیر جاده تخریب شده است، این منطقه در برنامه‌های آینده احیا و بازسازی دارای اولویت است.

واژه‌های کلیدی: استپ، توابع هیدرولوژیک، مرتع، سلامت موجودات زنده.

مقدمه

رویشگاه‌ها و کاهش کیفیت رویشگاه به‌طور غیرمستقیم سبب تخریب اکوسیستم‌ها می‌شود (Zeng et al., 2010). مطالعات زیادی به بررسی تأثیر جاده بر اکوسیستم‌ها پرداخته‌اند، از جمله Caliskan و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر جاده‌سازی بر اکوسیستم جنگل را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در زمان جاده‌سازی در زمین‌های شیب‌دار، ۲۱ درصد درختان در زمان گودبرداری و ۳۳ درصد درختان با بولدوزر آسیب می‌بینند. Milton و O'Farrell (۲۰۰۶) تأثیر جاده‌ها را بر تغییر ترکیب گیاهی مراتع آفریقا بررسی کردند

اکوسیستم‌های طبیعی با افزایش جمعیت شهرها و در نتیجه افزایش تقاضا برای مکان زندگی و گسترش جاده‌ها در سرتاسر جهان به شدت تهدید می‌شوند (van der Ree et al., 2015). جاده‌سازی یکی از چالش‌های جهانی است که با از بین رفتن رویشگاه و پوشش گیاهی (Geneletti, 2003)، کشته شدن حیات‌وحش به علت تصادف با وسایل نقلیه و ایجاد مانع برای جابجایی حیوانات به‌طور مستقیم (van der Ree et al., 2015) و با قطعه قطعه شدن

ارزیابی سلامت اکوسیستم‌های مرتعی معرفی کردند که در کشور ایران توسط محققان زیادی از جمله Arzani و همکاران (۲۰۰۷)، Amiri و همکاران (۲۰۱۵) و KeivanBehjo و همکاران (۲۰۱۷) در مناطق مختلف استفاده شده است. به منظور برقراری تعادل بین حفاظت اکوسیستم‌ها و تأمین نیازهای جوامع برای گسترش مناطق شهری و صنعتی، آگاهی از تأثیر هریک از سازه‌ها بر سلامت اکوسیستم‌ها ضروریست (Zeng et al., 2010). مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک در مقابل عوامل محیطی و انسانی بسیار شکننده و حساس هستند، در این مناطق وجود هریک از سازه‌های دست بشر علاوه بر کاهش سطح اکوسیستم، پوشش طبیعی را در محدوده‌ای از اطراف خود تهدید می‌کند. ارزیابی سلامت این اکوسیستم‌ها اهمیت زیادی در تعیین روش‌های مدیریتی و سیستم‌های چرای دام دارد (Mahdavi et al., 2007). برای بهره‌وری در مدیریت، حفاظت و توسعه مراتع لازم است حساسیت این اکوسیستم‌ها به فعالیت‌های انسانی اندازه‌گیری و اولویت آنها برای مدیریت مشخص شود (DehghaniTafti et al., 2004). بنابراین در این مطالعه به منظور بررسی تأثیر جاده‌سازی بر سلامت اکوسیستم‌های مرتعی شاخص‌های سلامت در حاشیه جاده و مناطق مرجع برآورد شدند و میزان انحراف سلامت اکوسیستم‌های مرتعی تحت تأثیر جاده‌سازی محاسبه شد. همچنین میزان حساسیت دو منطقه استپی و نیمه‌استپی به جاده‌سازی به منظور اولویت‌بندی مناطق در برنامه‌های مدیریتی مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه شامل مراتع استپی و نیمه‌استپی واقع در حاشیه جاده کرمان-بافت بودند. این جاده ۱۵۰ کیلومتر طول دارد و بیش از ۲۰ سال از ساخت جاده می‌گذرد (شکل ۱). منطقه استپی در ۳۵ کیلومتری از شهر کرمان، در موقعیت جغرافیایی ۵۹° ۵۶' تا ۵۷° ۱' طول شرقی و ۲۹° ۳۰' عرض شمالی با مساحت ۳۰ کیلومتر مربع

و نشان دادند که در حاشیه جاده‌ها بیشتر گونه‌های فورب مشاهده می‌شوند و تراکم گیاهان بوته‌ای با فاصله از جاده افزایش می‌یابد. Liu و همکاران (۲۰۱۱)، تأثیر پوشش گیاهی حاشیه جاده‌ها را بر میزان فرسایش خاک بررسی کرده و بیان کردند که گونه‌های گیاهی در حاشیه جاده‌ها نقش مؤثری در کاهش رواناب جاری شده از جاده‌ها دارند. Rashtian (۲۰۱۶) تأثیر گردان جاده خاکی را بر تنوع گیاهی مراتع خشک یزد بررسی کرده است. نتایج ایشان نشان داد که فاصله از راه خاکی بر تاج پوشش، تولید و ترکیب گیاهی تأثیر معنی‌داری دارد. Naghdi و همکاران (۲۰۱۴)، تأثیر گسترش جاده‌ها بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک جنگل‌های شمال را بررسی کردند. Duniway و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر جاده‌ها را بر سلامت اکوسیستم‌ها مطالعه کردند. Zeng و همکاران (۲۰۱۰)، تأثیر توزیع جاده‌ها را بر تنوع زیستی بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که در حاشیه جاده‌ها ترکیب گیاهی تغییر کرده و گونه‌های بومی کاهش یافته و گونه‌های جدید وارد ترکیب گیاهی شده‌اند. روش‌های مختلفی برای ارزیابی وضعیت مراتع استفاده می‌شود. روش‌های چهار فاکتوره، کلیماکس و شش فاکتوره از جمله روش‌های مبتنی بر نظریه توالی و مدل کلیماکس هستند (Moghadam, 1998). اما روش‌های جدید مانند آنالیز عملکرد چشم‌انداز (Tongway and Hindly, 2009) و ارزیابی سلامت مرتع (Payke et al., 2002) بر اساس مدل حال و انتقال و آستانه طراحی شده‌اند. ارزیابی سلامت اکوسیستم به‌عنوان یک بخش مهم در مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی در اواخر ۱۹۸۰ شروع شد. سلامت اکوسیستم در واقع ترکیب اکوسیستم با علم سلامت است. انجمن تحقیقات ملی آمریکا (۱۹۹۴) شاخص‌هایی برای ارزیابی وضعیت اکوسیستم‌های مرتعی تعیین کردند که میزان پایداری خاک، چرخه مواد غذایی و جریان انرژی را در اکوسیستم مشخص می‌کردند. انجمن مرتع‌داری آمریکا (۱۹۹۵) بر این باور است که این روش فقط به خصوصیات خاک پرداخته و پارامترهای پوشش گیاهی را در نظر نگرفته‌است. Payke و همکاران (۲۰۰۲) یک روش برای

واقع شده است. متوسط ارتفاع آن ۱۹۸۴ متر بالاتر از سطح دریاست. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به این منطقه، ایستگاه کرمان با میانگین بارندگی ۱۲۲ میلی‌متر است. گونه غالب منطقه *Artemisia sieberi* و از گونه‌های همراه آن می‌توان به *Acanthophyllum macrodon*، *Ferula assa-foetida* و *Aelleni subaohylla* اشاره کرد. منطقه نیمه‌استپی در ۴۵ کیلومتری از شهر بافت، در موقعیت جغرافیایی ۲۶° ۵۶' تا ۵۶° ۲۸' طول شرقی و ۲۶° ۵۹' تا ۲۹° ۲۸' عرض شمالی با مساحت ۱۴ کیلومتر مربع قرار گرفته است، میانگین ارتفاعی این منطقه ۲۵۸۱ متر بالاتر از سطح دریاست. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به این منطقه ایستگاه لاله‌زار با میانگین بارندگی ۲۱۶ میلی‌متر است. گونه‌های غالب منطقه *Artemisia aucheri* و *Acantholimon gossypinus* و *Astragalus gossypinus* و *Ziziphora clinopodioides*، *Stipa barbata*، *scorpius* گونه‌های همراه هستند.

واقع شده است. متوسط ارتفاع آن ۱۹۸۴ متر بالاتر از سطح دریاست. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به این منطقه، ایستگاه کرمان با میانگین بارندگی ۱۲۲ میلی‌متر است. گونه غالب منطقه *Artemisia sieberi* و از گونه‌های همراه آن می‌توان به *Acanthophyllum macrodon*، *Ferula assa-foetida* و *Aelleni subaohylla* اشاره کرد. منطقه نیمه‌استپی در ۴۵ کیلومتری از شهر بافت، در موقعیت جغرافیایی ۲۶° ۵۶' تا ۵۶° ۲۸' طول شرقی و ۲۶° ۵۹' تا ۲۹° ۲۸' عرض شمالی با مساحت ۱۴ کیلومتر مربع قرار گرفته است، میانگین ارتفاعی این منطقه ۲۵۸۱ متر بالاتر از سطح دریاست. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به این منطقه ایستگاه لاله‌زار با میانگین بارندگی ۲۱۶ میلی‌متر است. گونه‌های غالب منطقه *Artemisia aucheri* و *Acantholimon gossypinus* و *Astragalus gossypinus* و *Ziziphora clinopodioides*، *Stipa barbata*، *scorpius* گونه‌های همراه هستند.



شکل ۱- جاده کرمان-بافت و موقعیت مراتع استپی و نیمه‌استپی مطالعه شده در حاشیه آن

ترکیب گیاهی و گروه‌های ساختاری عملکردی بر اساس فرم رویشی تعیین گردید. با استفاده از ۳۰ پلات ۱ مترمربعی، تولید پوشش گیاهی در هر منطقه اندازه‌گیری شد (Arzani et al., 1999). سپس در هر چهار منطقه، شاخص‌های کیفی در ۱۰ کاربرد امتیازدهی شدند. از آنجا که شاخص‌ها هم از نوع کمی و هم از نوع کیفی بودند برای بررسی آماری، باید هم‌مقیاس شوند. بنابراین هر شاخص با توجه به امتیاز خود بین حداقل ۰ تا حداکثر ۱۰۰ امتیاز داده شدند (MirSaidi et al., 2018). سپس با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها، از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون برای مقایسه شاخص‌ها در حاشیه جاده با منطقه مرجع استفاده شد و شاخص‌هایی که بیشترین انحراف را نسبت به منطقه مرجع داشتند به‌عنوان شاخص‌های کارا در مدل برای

روش نمونه‌برداری با توجه به روش سلامت مرتع Payke و همکاران (۲۰۰۲)، در گام نخست واحدهای مطالعاتی در دو منطقه استپی و نیمه‌استپی در حاشیه جاده کرمان-بافت در بهار سال ۱۳۹۷ در نظر گرفته شد. مرتع حاشیه جاده تا فاصله ۵۰ متری از لبه جاده به‌عنوان مراتع متأثر از جاده (Olander et al., 1998) و مرتع منطقه معرف که از نظر خصوصیات توپوگرافی مشابه مراتع حاشیه جاده بود، به‌عنوان منطقه مرجع لحاظ شدند. در حاشیه جاده و مناطق مرجع، در طول سه ترانسکت ۵۰ متری که به‌طور تصادفی انداخته شدند (Tongway and Hindly, 2009)، درصد پوشش گیاهی گونه‌ها، درصد پوشش یقه، درصد لاشبرگ، درصد سنگ و سنگریزه و خاک لخت اندازه‌گیری شد. سپس

هر منطقه انتخاب شدند.

نتایج

تأثیر جاده بر سلامت منطقه استپی

در منطقه مرجع درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) با درصد تاج پوشش ۳۶ درصد گونه غالب است. با توجه به درصد پوشش گیاهی کل ۶۷ درصد و خاک لخت ۱۰ درصد شیارهای فعال به ندرت در سطح خاک دیده می‌شوند. میزان لاشبرگ ۸ درصد است که ذرات ریز آن در اثر وزش باد جابجا می‌شوند. میزان تولید ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار است. گونه‌های مهاجم به ندرت در منطقه دیده می‌شوند. ۱۵٪ سنگ و سنگریزه نشان‌دهنده پدیده فرسایش بادی در گذشته است. گونه بوته‌ای درمنه همراه با *Acanthophyllum macrodon* و فورب‌های چند ساله، گروه‌های مهم ساختاری و عملکردی هستند. میزان پایداری خاک سطحی متوسط است، بافت خاک متوسط تا سبک است و فشردگی لایه‌های سطحی خاک مشاهده نمی‌شود (جدول ۱).

در حاشیه جاده درصد تاج پوشش به ۴۵ درصد کاهش و خاک لخت به ۳۵ درصد افزایش یافته است. به طوری که درصد بیشتری از خاک در معرض فرسایش بادی و آبی قرار گرفته است. شیارها به‌ویژه در نزدیک جاده که شیب بیشتری دارد به صورت فعال وجود دارند. با کاهش درصد پوشش، میزان جریان‌های سطحی افزایش یافته است و فرسایش خندقی در پایین دست جاده مشاهده می‌شود. با افزایش جابجایی خاک توسط جریان‌های بادی و آبی، تراس‌ها بیشتر توسعه یافته‌اند. میزان لاشبرگ به ۴ درصد کاهش یافته، در نتیجه نسبت به منطقه مرجع در شرایط نسبتاً حاد قرار دارد. با کاهش پوشش سطح خاک، پایداری خاک سطحی در طبقه ضعیف قرار می‌گیرد (طبق روش Herrick et al., 2001). درصد پوشش درمنه به ۲۳ درصد کاهش و درصد پوشش گونه‌های مهاجم *Launaea acanthodes*

Alhaji و *Bromus tectorum* *Salsola brachiata* *camelorum* به ۱۴ درصد افزایش یافته است (جدول ۲). میزان تولید ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار است و در وضعیت نسبتاً حاد قرار دارد. نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که بین دو منطقه حاشیه جاده و مرجع از نظر شاخص‌های خاک لخت، فرسایش خندقی، گروه‌های ساختاری و عملکردی، تولید سالانه و گیاهان مهاجم، در سطح ۹۹ درصد اطمینان اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲). در مجموع، ویژگی‌های پایداری خاک و رویشگاه، توابع هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده در وضعیت نسبتاً حاد قرار می‌گیرند (جدول ۵).

تأثیر جاده بر سلامت منطقه نیمه‌استپی

Artemisia aucheri و *Astragalus gossypinus* با ۲۶ و ۱۸ درصد پوشش تاجی، گونه‌های غالب منطقه مرجع هستند. درصد پوشش کل و خاک لخت به ترتیب ۷۷ و ۷ درصد است. میزان تولید سالانه ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار است و گونه‌های مهاجم به ندرت دیده می‌شوند. درصد بالایی از گروه‌های ساختاری و عملکردی متعلق به گونه‌های بوته‌ای همراه با گراس چند ساله (*Stipa barbata*) است. ۵ درصد سنگ و سنگریزه نشان‌دهنده فعال بودن پدیده خاکرفتی در گذشته است. فرسایش خندقی مشاهده نشد. خاک از پایداری متوسط و زهکشی خوبی برخوردار بود (جدول ۳).

در حاشیه جاده درصد تاج پوشش به ۶۹ درصد کاهش و خاک لخت به ۱۰ درصد افزایش یافته است. شیارهای فعال کمی در مناطق شیبدار مشاهده می‌شود که همراه با جریان‌های آبی نسبت به منطقه مرجع در وضعیت متعادل قرار دارند. فرسایش خندقی در منطقه مشاهده نشد. درصد لاشبرگ به ۸ درصد کاهش یافته است، اما نسبت به منطقه مرجع در وضعیت متعادل قرار دارد.

جدول ۱- تشریح ۱۷ شاخص سلامت مرتع در منطقه مرجع استپی

شاخص‌ها	تشریح شرایط اکولوژیکی
تعداد و گسترش شیارها	شیارهای فعال به میزان اندک در مناطق پرشیب مشاهده می‌شوند.
حضور الگوی جریان آبی	به دلیل درصد پوشش یقه بالا (۵۰ درصد)، آثار فرسایش در بعضی نقاط مشاهده می‌شود.
خاکرفت	درصد سنگ و سنگریزه (۱۵٪) نشان‌دهنده خاکرفت در گذشته تحت تأثیر فرسایش بادی است.
خاک لخت	خاک لخت در منطقه ۱۰ درصد و فضاهای لخت تا حدودی متوسط بوده و تقریباً به هم متصل هستند.
تعداد خندق و فرسایش خندقی	در منطقه مشاهده نشد.
فرسایش بادی	آثار فرسایش بادی مشاهده نشد.
حجم لاشبرگ جابجا شده	جابجایی لاشبرگ کم تا متوسط است.
پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش	طبق روش Herrick (۲۰۰۱)، میزان پایداری خاک سطحی متوسط است.
هدررفت سطحی با تخریب	بافت خاک لومی-شنی، افق A بین ۱-۳ سانتیمتر، آثار هدررفت خاک سطحی کم تا متوسط است.
تأثیر ترکیب گیاهی بر توزیع راوناب و نفوذپذیری	با توجه به اینکه پوشش گیاهی چند ساله منطقه از گونه‌های درمنه و چوبک تشکیل شده است و درصد تاج پوشش زیاد است. میزان راوناب کم و نفوذپذیری خوب است.
حضور و ضخامت لایه‌های فشرده خاک	بافت خاک دارای زهکشی خوب، به علت تردد کم دام و عدم تردد وسایل نقلیه، فشردگی لایه‌های سطحی خاک مشاهده نمی‌شود.
گروه‌های ساختاری و عملکردی	درختچه (۷٪)، بوته (۵۹٪)، فورب چندساله (۲۶٪) و فورب (۸٪) حضور دارند.
مرگ و میر گیاهان	به دلیل کاهش بارندگی یا پایان سن گیاه، مرگ و میر گیاهانی مانند درمنه و کنگر دیده می‌شود.
حجم لاشبرگ	۸ درصد لاشبرگ با ضخامت ۲-۱ سانتیمتر وجود دارد.
تولید سالانه	میزان تولید سالانه ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار است.
گیاهان مهاجم	در منطقه گونه‌های مهاجم به ندرت دیده می‌شوند.
تولیدمثل گیاهان چند ساله	با توجه به مدیریت منطقه و شرایط آب و هوایی، گونه درمنه زادآوری خوبی دارد.

Galium setaceum، *Bromus danthonia*، *tectorum* و *Echinops ritrodes* به ۱۱ درصد افزایش یافته است. میزان تولید ۱۸۸ کیلوگرم در هکتار است که در وضعیت نسبتاً حاد قرار دارد، با تغییر ترکیب گیاهی، زادآوری علفی‌های یکساله به شدت زیاد شده و از تراکم نهال گونه‌های بوته‌ای چند ساله کاسته شده است (جدول ۴).

در نتیجه این تغییرات، وضعیت پایداری خاک و رویشگاه و توابع هیدرولوژیک در وضعیت متعادل قرار دارد. پایداری خاک سطحی طبق روش Herrick و همکاران (۲۰۰۱) در طبقه ضعیف است. گروه‌های ساختاری-عملکردی تغییر کرده‌اند و درصد تاج پوشش گونه‌های علفی به‌ویژه گونه‌های مهاجم مانند *Bromus*

ویژگی‌های سلامت موجودات زنده در وضعیت نسبتاً حاد، پایداری خاک و رویشگاه و توابع هیدرولوژیک در وضعیت متعادل قرار دارند (جدول ۵).

نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که دو منطقه حاشیه جاده و مرجع از لحاظ گروه‌های ساختاری و عملکردی، تولید سالانه و گیاهان مهاجم در سطح ۹۵ درصد اطمینان اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۴). در مجموع،

جدول ۲- امتیازات ۱۷ شاخص سلامت مراتع حاشیه جاده در مناطق استپی

ویژگی‌های اکوسیستم	شاخص‌ها	حاد	نسبتاً متعادل	ناچیز تا متعادل	عدم مشاهده تا ناچیز	Z
پ و ت	تعداد و گسترش شیارها	✓				۱/۳۶ ^{ns}
پ و ت	حضور الگوی جریان آبی	✓				۱/۲۳ ^{ns}
پ و ت	خاکرفت	✓				۱/۷۴ ^{ns}
پ و ت	خاک لخت		✓			۶/۰۲ ^{**}
پ و ت	تعداد خندق و فرسایش خندقی	✓				۷/۱۶ ^{**}
پ	فرسایش بادی	✓				۱/۹۱ ^{ns}
ت	حجم لاشبرگ جابجا شده		✓			۱/۱۲ ^{ns}
پ و ت و س	پایداری خاک سطحی به فرسایش	✓				۱/۰۹ ^{ns}
پ و ت و س	هدررفت سطحی با تخریب		✓			۱/۸۷ ^{ns}
ت	تأثیر ترکیب گیاهی بر توزیع راوناپ و نفوذپذیری		✓			۱/۴۵ ^{ns}
پ و ت و س	حضور و ضخامت لایه‌های فشرده خاک	✓				۱/۳۲ ^{ns}
س	گروه‌های ساختاری و عملکردی	✓				۸/۳۶ ^{**}
س	مرگ و میر گیاهان	✓				۱/۷۰ ^{ns}
س و ت	حجم لاشبرگ		✓			۱/۳۳ ^{ns}
س	تولید سالانه	✓				۵/۰۸ ^{**}
س	گیاهان مهاجم	✓				۹/۷۵ ^{**}
س	توانایی تولیدمثل گیاهان چند ساله		✓			۱/۰۲ ^{ns}

پ: پایداری خاک و رویشگاه، ت: توابع هیدرولوژیک، س: سلامت موجودات زنده، ** : معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد اطمینان، ns: عدم معنی‌داری

جدول ۳- تشریح ۱۷ شاخص سلامت مرتع در منطقه مرجع نیمه‌استپی

شاخص‌ها	تشریح شرایط اکولوژیکی
تعداد و گسترش شیارها	شیارهای جدید تشکیل نشده و شیارهای قدیمی بصورت حاشیه‌های کم‌رنگ دیده می‌شوند.
حضور الگوی جریان آبی	آثار فرسایش خیلی کم مشاهده می‌شود. توزیع جریان‌های آبی به صورت بسیار کوتاه است.
خاکرفت	درصد سنگ و سنگریزه (۵٪) نشان‌دهنده خاکرفت در گذشته تحت تأثیر فرسایش بادی است.
خاک لخت	خاک لخت در منطقه ۷ درصد است، فضاهاى لخت کوچک هستند و به‌ندرت به هم متصل می‌شوند.
تعداد خندق و فرسایش خندقی	در منطقه مشاهده نشد.
فرسایش بادی	با توجه به توپوگرافی و پوشش گیاهی منطقه، فرسایش بادی چندان فعال نیست.
حجم لاشبرگ جابجا شده	جابجایی لاشبرگ کم بوده و لاشبرگ زیر گیاهان متعلق به خود آنهاست.
پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش	طبق روش Herrick (۲۰۰۱) میزان پایداری خاک سطحی متوسط است.
هدررفت سطحی با تخریب	بافت خاک لومی، افق A بین ۱-۳ سانتیمتر، آثار هدررفت خاک سطحی کم تا متوسط است.
تأثیر ترکیب گیاهی بر توزیع راواناب و نفوذپذیری	با توجه به درصد تاج پوشش ۷۷ درصد، میزان راواناب کم و نفوذپذیری خوب است.
حضور و ضخامت لایه‌های فشرده خاک	بافت خاک دارای زهکشی خوب، به علت تردد کم دام و عدم تردد وسایل نقلیه، فشردگی لایه‌های سطحی خاک مشاهده نمی‌شود.
گروه‌های ساختاری و عملکردی	درختچه (۸٪)، بوته (۵۴٪)، گراس چند ساله (۱۸)، فورب چندساله (۱۶٪) و فورب یکساله (۴٪) حضور دارند.
مرگ و میر گیاهان	تعدادی گیاه مرده مانند درمنه و گون، به دلیل پایان عمر گیاه دیده می‌شود.
حجم لاشبرگ	۱۱ درصد لاشبرگ با ضخامت ۳-۲ سانتیمتر وجود دارد.
تولید سالانه	میزان تولید سالانه ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار است.
گیاهان مهاجم	در منطقه گونه‌های مهاجم به ندرت دیده می‌شوند.
تولیدمثل گیاهان چند ساله	با توجه به مدیریت منطقه و شرایط آب و هوایی، گونه درمنه و گون زادآوری خوبی دارند.

جدول ۴- امتیازات ۱۷ شاخص سلامت مراتع حاشیه جاده در مناطق نیمه‌استپی

Z	عدم مشاهده تا ناچیز	ناچیز تا متعادل	متعادل	نسبتاً حاد	حاد	شاخص‌ها	ویژگی‌های
							اکوسیستم
۱/۶۵ ^{NS}			✓			تعداد و گسترش شیارها	پ و ت
۱/۰۱ ^{NS}			✓			حضور الگوی جریان آبی	پ و ت
۱/۵۲ ^{NS}			✓			خاکرفت	پ و ت
۱/۸۷ ^{NS}				✓		خاک لخت	پ و ت
۱/۰۲ ^{NS}			✓			تعداد خندق و فرسایش خندقی	پ و ت
۱/۱۲ ^{NS}			✓			فرسایش بادی	پ
۱/۱۳ ^{NS}			✓			حجم لاشیرگ جابجا شده	ت
۱/۸۲ ^{NS}				✓		پایداری خاک سطحی به فرسایش	پ و ت و س
۱/۰۱ ^{NS}			✓			هدررفت سطحی با تخریب	پ و ت و س
۱/۲۷ ^{NS}			✓			تأثیر ترکیب گیاهی بر توزیع راواناب و نفوذپذیری	ت
۱/۵۵ ^{NS}				✓		حضور و ضخامت لایه‌های فشرده خاک	پ و ت و س
۵/۷۸ [*]					✓	گروه‌های ساختاری و عملکردی	س
۱/۳۶ ^{NS}				✓		مرگ و میر گیاهان	س
۱/۰۳ ^{NS}			✓			حجم لاشیرگ	س و ت
۳/۴۵ [*]				✓		تولید سالانه	س
۳/۲۳ [*]				✓		گیاهان مهاجم	س
۱/۸۲ ^{NS}				✓		توانایی تولیدمثل گیاهان چند ساله	س

پ: پایداری خاک و رویشگاه، ت: توابع هیدرولوژیک، س: سلامت موجودات زنده، *: معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد اطمینان، NS: عدم معنی‌داری

جدول ۵- جمع‌بندی امتیازات ویژگی‌های سلامت مراتع حاشیه جاده در مناطق استپی و نیمه‌استپی

ویژگی‌های سلامت مرتع	منطقه نیمه‌استپی		منطقه استپی	
	متعادل	نسبتاً حاد	حاد	نسبتاً حاد
امتیازات	✓✓✓✓✓✓	✓✓✓	✓	✓✓✓✓✓✓
جمع کل	✓			✓✓✓✓✓✓
امتیازات	✓✓✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓✓✓
جمع کل	✓			✓✓✓✓✓✓
امتیازات	✓✓	✓✓✓	✓	✓✓✓✓✓✓
جمع کل			✓	✓✓✓✓✓✓

بحث

توابع هیدرولوژیک نسبت به منطقه مرجع کاهش یافته‌اند. در منطقه استپی دو شاخص پایداری خاک و رویشگاه و توابع هیدرولوژیک در وضعیت نسبتاً حاد و در منطقه نیمه‌استپی در وضعیت متعادل قرار دارند. از آنجا که توزیع پوشش گیاهی نقش مؤثری بر حفاظت خاک دارد، بنابراین پوشش گیاهی مترکم و فشرده نسبت به پوشش گیاهی لکه‌ای نقش مؤثرتری در کنترل رسوب دارد (Liu *et al.*, 2016) و بافت خاک سبک‌تر نیز حساسیت بیشتری به کاهش پوشش گیاهی و فرسایش بادی دارد (Duniway *et al.*, 2010). در منطقه استپی امکان کاهش پوشش گیاهی و تخریب سطح خاک با فرسایش بادی در حاشیه جاده‌ها به دلیل دشتی بودن منطقه، بافت خاک سبک‌تر و فضاهای خالی بیشتر بین بوته‌ها افزایش یافته است. در منطقه نیمه‌استپی اگرچه گونه‌های بوته‌ای کاهش یافته‌اند، اما سطح زمین توسط گونه‌های علفی محافظت می‌شود، در نتیجه میزان تخریب خاک کمتر مشاهده می‌شود. جاده‌ها خود با تولید رواناب در سطح غیر قابل نفوذ جاده، فرایندهای هیدرولوژیکی اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. حتی در بارندگی‌های کم نیز احتمال تولید رواناب در سطح جاده‌ها زیاد است (۱۹). نتایج Valentin و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که این رواناب سبب تشکیل گالی در پایین دست جاده‌ها می‌شود. ناحیه خروجی رواناب نقش بیشتری نسبت به میزان بارندگی در تولید رواناب دارد، زیرا اگر این منطقه از پوشش گیاهی خوبی برخوردار باشد میزان نفوذپذیری را افزایش داده و از تجمع رواناب جلوگیری می‌کند (Liu *et al.*, 2016). Bochet و García-Fayos (۲۰۰۴) به اهمیت پوشش گیاهی نزدیک جاده‌ها در کاهش میزان تولید رسوب تأکید داشتند. با توجه به اینکه درصد پوشش گیاهی و درصد رس با تشکیل گالی رابطه منفی دارد (Marquisee, 2010)، بنابراین در حاشیه جاده منطقه استپی که درصد پوشش گیاهی و رس کمتری دارد خندق مشاهده شد. برای منطقه نیمه‌استپی شاخص‌های گونه‌های مهاجم، تولید، گروه‌های ساختاری و عملکردی بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی سلامت مرتع بودند. در منطقه استپی علاوه بر موارد مذکور،

بررسی شاخص‌های سلامت مرتع در حاشیه جاده نسبت به منطقه مرجع نشان‌دهنده تأثیر منفی حاشیه جاده بر سلامت اکوسیستم و مؤید کارایی روش سلامت مرتع در ارزیابی اثر تخریب جاده بر اکوسیستم‌های مرتعی است. نتایج Duniway و همکاران (۲۰۱۰) همچنین بیانگر کارایی روش سلامت مرتع در ارزیابی تأثیر توسعه جاده‌ها بر اکوسیستم‌های طبیعی بود. کارایی مدل برای تأثیر مدیریت چرای دام بر سلامت مراتع توسط Amiri و همکاران (۲۰۱۵) و KeivanBehjo و همکاران (۲۰۱۷) تأیید شده است. نتایج نشان داد که ویژگی سلامت موجودات زنده در حاشیه جاده هر دو منطقه در وضعیت نسبتاً حاد قرار دارد، البته تغییرات ترکیب گیاهی و کاهش تولید علوفه در منطقه نیمه‌استپی بیشتر از منطقه استپی است. DehghaniTafti و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که تغییرات ترکیب پوشش گیاهی منطقه نیمه‌استپی نسبت به مناطق استپی تحت آشفته‌گی‌های مدیریتی یکسان بیشتر بوده است. در مناطق مطالعه شده تغییر ترکیب گیاهی حاشیه جاده با گسترش گونه‌های مهاجم همراه بود. Rashtian (۲۰۱۶)، Zeng و همکاران (۲۰۱۰) و O'Farrell و Milton (۲۰۰۶) همچنین به نتایج مشابهی دست یافتند. اگرچه در مناطق مطالعه شده گونه‌های علفی و مهاجم در حاشیه جاده افزایش یافته‌اند اما درصد تاج پوشش گونه‌های خوشخوارک در حاشیه جاده‌ها نسبت به مناطق مرجع تغییر چندانی نکرده است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که افزایش گونه‌های مهاجم در حاشیه جاده‌ها تحت تأثیر چرای دام نیست. Bolling و Walker (۲۰۰۰) اعتقاد دارند که تغییر ترکیب گیاهی در حاشیه جاده‌ها به دلیل مقاومت متفاوت گونه‌ها به آشفته‌گی‌های ناشی از ساخت‌وساز و آلودگی‌های جاده است. Flory و Clay (۲۰۰۶) همچنین گزارش کردند که جاده‌ها همانند یک دالان پراکنش دانه توسط انسان و وسایل نقلیه عمل می‌کنند که سبب رشد گونه‌های غیربومی در حاشیه جاده‌ها می‌شوند. با تغییر ساختار اکوسیستم و کاهش گونه‌های چندساله در حاشیه جاده‌ها، پایداری خاک و رویشگاه و

منابع مورد استفاده

- شاخص‌های خاک لخت و خندق نیز در تعیین سلامت مرتع تأثیر زیادی داشتند. به‌طور کلی ویژگی سلامت موجودات زنده نسبت به دو ویژگی دیگر سریع‌تر نسبت به ساخت جاده واکنش نشان داده است و حاشیه جاده در هر دو منطقه استپی و نیمه‌استپی در وضعیت نسبتاً حاد قرار گرفته است. Lacey و همکاران (۱۹۹۰) گونه‌های مهاجم را به‌عنوان مهمترین شاخص ارزیابی سلامت مرتع معرفی کردند. Arzani و همکاران (۲۰۰۷) مهمترین شاخص‌های سلامت برای اکوسیستم‌های بوته‌زار را گروه‌های ساختاری-عملکردی، گیاهان مهاجم، خاک لخت، فرسایش بادی، کویدگی و پایداری خاک دانستند. Mahdavi و همکاران (۲۰۰۷) ترکیب گیاهی، گونه‌های مهاجم، خاک لخت و مقامت سطح خاک را مهمترین شاخص‌ها برای ارزیابی سلامت مرتع معرفی کردند. نتایج KeivanBehjo و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که از بین شاخص‌های سلامت مرتع، شاخص‌های مربوط به سلامت موجودات زنده بیشترین تأثیر را در تعیین سلامت مراتع بیلاقی دارند. Amiri و همکاران (۲۰۱۵) همچنین بیان کردند با توجه به شرایط منطقه، کارایی شاخص‌ها متفاوت است و شاخص گونه‌های مهاجم، خاک لخت و تغییر گروه‌های ساختاری و عملکردی را از مهمترین شاخص‌های سلامت مرتع دانستند.
- بازسازی پوشش گیاهی در حاشیه جاده‌ها نقش مؤثری در کاهش فرسایش ناشی از جاده دارد (Liu *et al.*, 2016). با توجه به نتایج این تحقیق سلامت مراتع حاشیه جاده مناطق استپی نسبت به مناطق نیمه‌استپی آسیب بیشتری دیده و علاوه بر پوشش گیاهی، خاک نیز تحت تأثیر قرار گرفته است. به‌طوری‌که ویژگی‌های پایداری خاک و توابع هیدرولوژیک در وضعیت نسبتاً حاد قرار گرفته‌اند. این منطقه در برنامه‌های احیاء و بازسازی دارای اولویت است، همچنین لازم است مدیران در برنامه‌ریزی برای طراحی و گسترش جاده‌ها در مناطق استپی با احتیاط بیشتری عمل کنند.
- Amiri, B., Rostami, H., Habibian, S. H. and Rasuli, B., 2015. Evaluating range health method for assessing rang condition in Goudjashiri in sepidan, fars province. *Journal of Rangeland*, 8(4): 374-384.
 - Arzani, H., fattahi, M. and Ekhtesasi, M. R., 1999. Investigation on quantitative and qualitative changes in rangland vegetation of Poshtkuh area of Yazd during last decade. *Journal of. Pajohesh & Sazandegi*, 4: 31-35.
 - Arzani, H., Mahdavi, M., Planet, M., Jouri, M. H. and Malekpour, B., 2007. Determination of the most important factors of rangeland health assessment in shrub lands of Iran. *Journal of Rangeland*, 1(1): 39-58.
 - Bochet, E. and García-Fayos, P., 2004. Factors controlling vegetation establishment and water erosion on motorway slopes in Valencia, Spain. *Journal of Restoration Ecology*, 12 (2): 166-174.
 - Bolling, J. D. and Walker, L. R., 2000. Plant and soil recovery along a series of abandoned desert roads. *Journal of Arid Environments*, 46: 1-24.
 - Caliskan, E., 2013. Environmental impacts of forest road construction on mountainous terrain. *Iranian Journal of Environmental Health Sciences and Engineering*, 10: 23-35.
 - DehghaniTafti, M. A., Ansari, N., Baghestani Meybodi, N. and Abolghasemi, M., 2004. Preceding rangeland of Yazd province for protective management. *Third NationalCongress of Range and Range Management in Iran, Tehran*.
 - Duniway, M. C., Herrick, J. E., Pyke, D. A. and Toledo, D., 2010. Assessing transportation infrastructure impacts on rangelands: test of a standard rangeland assessment protocol. *Journal of Rangeland Ecology & Management*, 63:524-536.
 - Flory, S. L. and Clay, K., 2006. Invasive shrub distribution varies with distance to roads and stand age in eastern deciduous forests in Indiana, USA. *Journal of Plant Ecology*, 184: 131-141.
 - Geneletti, D., 2003. Biodiversity impact assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Journal of Environmental Impact Assessment Review*, 23:343-365.
 - Herrick, J. E., Whitford, W. G., deSoyza, A. G., Van Zee, J. W., Havstad, K. M. and Seybold, C. A., 2001. Field soil aggregate stability kit for soil quality and rangeland health evaluations. *Journal of Catena*, 44(1): 27-35.
 - KeivanBehjo, F., Moameri, M. and Ghanbernejad, S., 2017. Assessing rangeland functionality using rangeland health model (Case Study: steppe summer

- O'Farrell, P. J. and Millton, S. L., 2006. Road verge and rangeland plant communities in the southern Karoo: exploring what influences diversity, dominance and cover. *Journal of Biodiversity and Conservation*, 15: 921-938.
- Olander, L. P., Scatena, F. N. and Silver, W. L., 1998. Impacts of disturbance initiated by road construction in a subtropical cloud forest in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Forest Ecology and Management*, 109: 33-49.
- Payke, D. A., Herrick, J. E., Shaver, P. and Pellant, M., 2002. Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of Range Management*. 55: 584-597.
- Rashtian, A., 2016. Effects of dirt roads on vegetation and diversity in arid rangelands (Case Study: Aliabad Pyshkoh of Yazd, Iran). *Journal of Vegetos*, 29:3. doi: 10.5958/2229-4473.2016.00063.X.
- SRM Task Group (Society for Range Management Task Group on Unity in Concepts and Terminology Committee, Society for Range Management). 1995. New concepts for assessment of rangeland condition. *J. Range Manage*, 48: 271-282.
- Tongway, D. J. and Hindly, N. L., 2009. Landscape Functional Analysis Procedures for Monitoring and Assessing Landscapes Translated by Gh. Heshmatietal. Mashhad: Jehade daneshgahy. 112 p.
- Valentin, C., Poesen, J. and Li, Y., 2005. Gully erosion: impacts, factors and control. *Catena*, 63: 132-153.
- van der Ree, R., Jaeger, J. A. G., Rytwinski, T. and van der Grift, E. A., 2015. Good science and experimentation are needed in road ecology. In: van der Ree R, Smith DJ, Grilo C (eds) *Handbook of Road Ecology*. John Wiley and Sons, Ltd, pp 71-81.
- Zeng, S. H. L., Zhang, T. T., Gao, Y., Ouyang, Z. T., Chen, J. K., Li, B. and Zhao, B., 2010. Effects of road disturbance on plant biodiversity. *Journal of Environmental and Ecological Engineering*, 4(6): 176-187.
- rangelands of SubatanTalesh, Gilan province). *Journal of Rangeland*, 10 (4): 450-464.
- Lacey, J., Husby, P. and Handl, G., 1990. Observations on spotted and diffuse knapweed invasion into ungrazed bunchgrass communities in western Montana. *Journal of Rangelands*, 12: 30-32.
- Liu, S. H., Deng, L., Zhao, Q., De Gloria, S. D. and Dong, S. H., 2011. Effects of road network on vegetation pattern in Xishuangbanna, Yunnan Province, Southwest China, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16: 591-594.
- Liu, Y. J., Hu, J. M., Wang, T. W., Cai, C. H. F., Li, Zh. X. and Zhang, Y., 2016. Effects of vegetation cover and road-concentrated flow on fi X. and erosion in rainfall and scouring simulation tests in the Three Gorge Reservoir Area, China, *Journak of Catena*, 136: 108-117.
- Mahdavi, M., Arzani, H., Farahpour, M., Malakpour, B., Hassan Jour, M. and Abedi, M., 2007. Efficiency investigation of rangeland inventory with rangeland health method. *Journal of Agriculture. Science. Natur Recourses*, 14(1).
- Marquisee, J. A., 2010. Factors Influencing Gully Development on Roadcuts in Southeastern Ohio, Master of Arts, Department of Geography, Ohio University, Athens, OH, USA.
- MirSaidi, A. R., Barani, H., Akbarlo, M. and Behmanesh, B., 2018. Determination of the indices of evaluation of the situation of with stakeholders participation (Case study: Artemisia rangelands of Isfahan). *Journal of Rangeland*, 3: 378-388.
- Moghadam, M., 1998. Range and Rang management. Published by Tehran University, 469 p.
- Naghdi, R., Pourbabaei, H., Heidari, M. and Nouri, M., 2014. The effects of forest road on vegetation and some physical and chemical properties of soil, case study: Shafarood forests, district No.2. *Iranian Forests Ecology*, 2: 49-64.
- National Research Council, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press. Washington, DC.

Assessment of road impact on health index of steppe and semi-steppe rangelands

A. Khosravi Mashizi*¹ and M. Sharafatmanrad²

1*-Corresponding author, Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Iran, Email: Aazam.khosravi@yahoo.com

2- Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Iran

Received:07/29/2019

Accepted:07/01/2019

Abstract

In recent decades, roads construction has become a worldwide major challenge for natural ecosystems health. Therefore, the impact of road on rangeland health indexes in two steppe and semi steppe zones along Kerman-Taft road was investigated. 17 rangeland health indicators were evaluated on roadsides and reference areas. Soil and habitat stability, hydrologic function, and biotic integrity were estimated using rangeland health indicators. The results indicated that in the steppe region, all three features are in a rather acute state, while in the semi-steppe area, stability, soil and habitat characteristics and hydrological functions are in a balanced state and the health of living organisms is in relatively acute condition. The results of Wilcox test also showed that there are significant differences between roadside rangelands and reference areas in terms of production, invasive species and structural-functional groups in semi-steppe rangelands ($p < 0.05$). In steppe area, roadside rangelands with reference rangelands had significant differences either mentioned indexes or in bare soil and gully erosion indexes ($p < 0.01$). In addition to vegetation, soil has also affected by road damage in the steppe area, which is a priority in future restoration and restoration plans.

Keywords: Steppe, hydrologic functions, rangeland, biotic integrity.