مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال چهاردهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۱
ص ۲۹۰-۲۷۵
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2022.316378.1820
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20086113.1401.14.3.4.4

تأثیر اقدامات مدیریتی و جهت دامنه بر متغیرهای زیست‌سنجی درختان، خاک و تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل‌های دینارکوه ایلام

یعقوب عزیزی[۱]، رضا اخوان[۲]، هادی کیادلیری[۳*] و رضا سلیمانی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۲] دانشیار پژوهش، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
[۳] دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۴] استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸)

چکیده

به‌دلیل ضعف بوم‌سازگانی در جنگل‌های زاگرس ناشی از فشار انسان و دام در طی دهه‌های گذشته و بروز خشکسالی‌های اخیر، بیشتر عرصه‌های جنگلی آن دچار زوال شده است. در این شرایط بررسی تأثیر اقدامات مختلف مدیریتی به‌منظور تدوین برنامه‌های راهبردی ضروری است. در همین زمینه، این پژوهش در جنگل دینارکوه استان ایلام، به‌منظور بررسی تأثیر اقدامات مختلف مدیریتی در ده سال گذشته بر متغیرهای زیست‌سنجی درختان، خاک و تنوع زیستی گونه‌های درختی انجام گرفت. اقدامات مدیریتی شامل قرق، قرق+ هرس، قرق+ هرس+ جنگلکاری، قرق+ هرس+ جنگلکاری+ سامانهٔ آبگیر و منطقهٔ شاهد بود که با در نظر گرفتن جهت دامنه در قالب طرح آماری فاکتوریل، نوزده تیمار و چهار تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. در مجموع ۷۶ قطعه نمونهٔ پانزده‌آری برداشت شد. متغیرهای زیست‌سنجی درختان، خاک و تنوع زیستی گونه‌های درختی در هر قطعه نمونه اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از آزمون تجزیهٔ واریانس دوطرفه با هدف بررسی تأثیر اقدامات مدیریتی و جهت دامنه بر آنها مقایسه شد. نتایج نشان داد که از بین متغیرهای زیست‌سنجی درختان، قطر برابرسینه، قطر جست، قطر تاج، ارتفاع کل و تراکم درختان؛ از بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ماده آلی، سیلت، شن، فسفر، پتاسیم، آهک، کربن، چگالی ظاهری، فرسایش و عمق خاک؛ و از بین شاخص‌های تنوع زیستی، شانون- وینر، پایلو و هیپ تفاوت معنی‌داری بین مناطق تحت مدیریت با شاهد وجود دارد. در نهایت، نظر به اینکه همهٔ تیمارهای مدیریتی، آثار مؤثر و مثبت بر وضعیت متغیرهای زیست‌سنجی درختان، خاک و تنوع زیستی گونه‌های درختی دارند و در بیشتر موارد سبب بهبود وضعیت موجود شده‌اند، با توجه به هزینه‌های لازم برای اجرای تیمارهای مدیریتی و تخریب‌های ناشی از آنها در عرصه می‌توان تیمار قرق را بهترین تیمار مدیریتی در منطقهٔ پژوهش معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، شاخص پایلو، فرسایش، قرق، قطر تاج، مادهٔ آلی.

مقدمه

حوزهٔ رویشی نیمه‌خشک زاگرس - دومین منبع زی‌تودهٔ جنگلی ایران- از اهمیت زیست‌محیطی ویژه‌ای برخوردار است. زاگرس پشتوانهٔ بسیار مهم آب و خاک و به‌عبارت کلی اقتصاد ملی است و از منابع مهم تأمین آب و ترسیب کربن در کشور به‌شمار می‌رود. افزون‌بر مزایای یادشده، جنگل‌های زاگرس تأثیر بسیار مهمی در اقتصاد جوامع محلی دارند. این منطقه در طول دهه‌های گذشته

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۹۱۲۵۳۶۴۹۹۱
ایمیل: h-kiadaliri@srbiau.ac.ir

در اثر فشار شدید انسانی با ضعف مفرط تـوان اکولوژیـک روبه‌رو شده و در دو دههٔ اخیر نیز تحت تأثیر تنش ناشی از خشکسالی، با خشـکیدگی جنگـل و در نتیجـه حملـهٔ آفات چوبخوار و قارچ زغالی مواجه شده است. این عارضه به‌ویژه در استان ایلام بسیار شدید بـوده اسـت، بـه‌طوری که تحقیقات مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای نشـان داده کـه ۴۷/۷ درصـد درختـان جنگل‌هـای اسـتان ایـلام بـه خشکیدگی کامل یا تاجی دچارند. بر این اسـاس، بـه‌طور میانگین ۴/۱۷ درصد از سطح تاج پایه‌های درختی کـاملاً خشک شده است (Najafifar et al., 2021). بدیهی است که در چنین وضعیتی باید با اقدامات مدیریتی منطبق بر اصول علمی جنگلداری و با شناخت مسـائل و مشـکلات موجـود زیسـت‌محیطی و اجتمـاعی، بـه کمـک جنگـل شتافت. قرق جنگل به‌منظور حذف عوامـل تهدیدکننـدهٔ انسان‌سـاخت، جنگلکـاری و مبـارزه بـا آفـات از طریـق برش‌های بهداشتی، از جمله اقداماتی است کـه می‌تـوان در کوتاه‌مدت برای احیا و توسعهٔ این جنگل‌ها انجـام داد. بدین منظور پس از ظهور پدیـدهٔ خشـکیدگی در ناحیـهٔ زاگرس بخشی از جنگل‌های دینـارکوه اسـتان ایـلام بـه مساحت تقریبی ده‌هزار هکتار تحـت اقـدامات مـدیریتی قرار گرفـت. در ایـن زمینـه اقـدامات مختلفـی از جملـه جلوگیری از ورود دام، تخلیهٔ منطقه از خانوارهای عشـایر، عملیات هرس بهداشتی، جنگلکاری، اجرای سامانهٔ آبگیر، ایجاد آتش‌بر و جلوگیری از زراعت در زیراشکوب جنگـل انجام پذیرفت. چنین اقداماتی در جهان و ایـران مسـبوق به سابقه بوده و پس از گذشـت مـدت زمـان مشخصـی، محققان به بررسی مناطق حفاظت‌شده و مقایسهٔ آنهـا بـا مناطق غیرحفاظتی پرداخته‌اند. از آن جملـه Abbasi et al. (2009) نشـان دادنـد کـه شـاخص‌های غنـا و تنـوع پوشش گیاهی در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ اشترانکوه لرسـتان از وضعیت مناسب‌تری نسـبت بـه منـاطق غیرحفـاظتی برخوردارنـد. Alijanpour et al. (2004) بـه ایـن نتیجـه رسیدند که تنوع گونه‌ای جنگل‌های ارسباران در منطقـهٔ حفاظت‌شده بیشتر از منطقـهٔ غیرحفـاظتی اسـت. نتـایج پژوهش Yari & Rostami (2019) نیز نشان داد کـه در جنگل‌هـای دالاب اسـتان ایـلام، مقـدار وزن مخصـوص ظاهری و حقیقـی، هـدایت الکتریکـی، ازت کـل، فسـفر، پتاسیم تبادلی، کربن آلی و مـادهٔ آلـی خـاک و ترسـیب کـربن در بـین دو منطقـهٔ قرق‌شـده و قرق‌نشـده دارای اخـتلاف معنـی‌دار اسـت. Rashe Shaeri et al. (2014) تأثیر هفت سال قرق بر تنـوع گونـه‌های چـوبی و تغییـر مشخصـات خـاک را در جنگل‌هـای زاگـرس شـمالی در پیرانشهر بررسی کردند و نتیجه گرفتند که شـاخص‌های غنا، تنوع و یکنـواختی گونـه‌ای در منطقـهٔ قـرق بهتـر از منطقـهٔ شـاهد بـوده و بیشـتر ویژگی‌هـای فیزیکـی و شیمیایی خاک طی هفت سال اجرای قرق بهبـود یافتـه است. Negahdar Saber et al. (2017) به بررسی تـأثیر قـرق بـر سـاختار جنگلـی دو منطقـهٔ حفاظت‌شـده و حفاظت‌نشدهٔ سپیدان فارس پرداختند. نتایج بررسی آنهـا نشان داد که گونه‌های درختـی و درختچـه‌ای در منطقـهٔ حفاظت‌شده به‌شکل معنی‌داری تراکم بیشتری از منطقـهٔ حفاظت نشده دارند. نتایج این پـژوهش همچنـین نشـان داد که قرقِ جنگل حفاظت‌شدهٔ ده‌کهنه سپیدان موجـب بهبود کیفیـت و کمیـت سـاختاری جنگـل شـده اسـت. Karanian & Hosseini (2016) بـه بررسـی تـأثیر تـاج درختان و پستی و بلندی‌ها بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک جنگل تنگ‌دالاب استان ایـلام پرداختنـد. مطـابق نتایج به‌دست‌آمده پتاسیم تبادلی، منیزیم تبادلی و هدایت الکتریکی خاک در هر دو موقعیـت زیـر و خـارج تـاج بـا افزایش ارتفاع کاهش یافت، ولی مقدار اسیدیته با افزایش ارتفاع از سطح دریا رابطهٔ مستقیمی نشان داد. همچنـین پتاسـیم تبـادلی، منیـزیم تبـادلی، هـدایت الکتریکـی و اسیدیتهٔ خاک در هر دو موقعیت زیر و خارج از تاج درخت با افزایش مقدار شیب کاهش یافت، درحالی کـه کلسـیم تبادلی در زیر تاج با افزایش ارتفاع و شیب رابطهٔ معکـوس داشت، ولی خارج از سطح تاج با این عوامل رابطهٔ مستقیم نشان داد. Najafifar et al. (2018) در تحقیقی در منطقهٔ ملهسیاه اسـتان ایـلام اجـرای بـرش بهداشـتی و حـذف انتخابی شـاخه‌های آلـوده را در زمینـهٔ کـاهش خسـارت خشـکیدگی درختـان بلـوط ایرانـی توصـیه کردنـد.

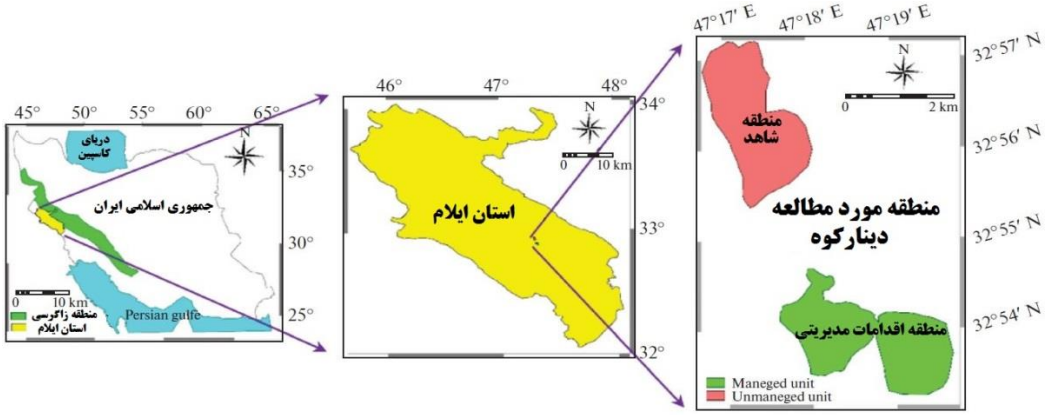
Sasanifar et al. (2018) با بررسی تأثیر مدیریت مبتنی بر حفاظت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های ارسباران نتیجه گرفتند که میانگین اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، رس و ازت کل خاک به‌غیر از شن در منطقهٔ حفاظت‌شده بیشتر از منطقهٔ غیرحفاظتی است که نتایج این پژوهش مؤید تأثیر چشمگیر رویکرد مدیریت حفاظتی بر شاخص‌های کیفیت خاکِ رویشگاه‌های جنگلی بخش حفاظت‌شده منطقهٔ ارسباران بود. Li et al. (2011) با بررسی اثرهای چرا و قرق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در چین دریافتند که هشت سال قرق موجب بهبود این خصوصیات در منطقهٔ تحت قرق در مقایسه با منطقهٔ شاهد شد. Mikalas et al. (2014) به بررسی نحوهٔ مدیریت جنگل‌ها و همچنین نقش مناطق قرق‌شده در مدیریت جنگل‌ها در رومانی پرداختند. آنها بیان کردند که مناطق قرق‌شده تأثیر بسیار حیاتی در مدیریت و کنترل سلامت جنگل‌ها دارند و عامل اصلی حذف جنگل‌ها در مناطق مختلف اروپا به نحوهٔ مدیریت ناصحیح این مناطق و وجود چالش‌های مکرر بهره‌برداری از این مناطق وابسته است.

با توجه به شدت و گسترهٔ خشکیدگی در جنگل‌های زاگرس و پس از گذشت ده سال از اقدامات مدیریتی در جنگل‌های دینارکوه، فرصت مناسبی است که با بررسی تأثیر این اقدامات بر مشخصه‌های مختلف جنگل‌شناسی، تنوع زیستی و خاک منطقه، کارایی اقدامات مدیریتی انجام‌گرفته را ارزیابی کرد و به تعیین قوت‌ها و ضعف‌ها و همچنین امکان توصیهٔ مدیریت‌های مشابه در دیگر مناطق زاگرس پرداخت. هدف تحقیق حاضر، ارزیابی و مقایسهٔ تأثیر اقدامات مدیریتی صورت‌گرفته در منطقهٔ تحت مدیریت و شاهد پس از یک دورهٔ زمانی ده‌ساله بر متغیرهای زیست‌سنجی درختان، فیزیکی و شیمیایی خاک و تنوع زیستی گونه‌های درختی و معرفی بهترین اقدام مدیریتی در منطقهٔ پژوهش است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

منطقهٔ تحت مدیریت دینارکوه واقع در شهرستان آبدانان از توابع استان ایلام، عرصه‌ای به مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار است که از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۳۹۷ توسط ادارهٔ منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان آبدانان توسط قرقبان کاملاً قرق شده و ورود هر گونه دام برای اسکان و چرا در آن ممنوع شده است. منطقهٔ پژوهش شامل بخشی از منطقهٔ جنگلی مذکور و عرصهٔ بدون مدیریت مجاور آن است که در مجموع ۸۰۳ هکتار مساحت دارد (شکل ۱). این منطقه در عرض شمالی ´۵۳ °۳۲ تا ´۵۷ °۳۲ و طول شرقی ´۱۶ °۴۷ تا ´۲۰ °۴۷ گسترش دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۶۴۰ و ۱۸۶۰ متر از سطح دریاست. میانگین بارندگی سالانهٔ منطقه حدود ۵۰۰ میلی‌متر است که از ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر متغیر است (Jamshidi & Amini, 2013).



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ پژوهش

Figure 1. Location of the study area

شیوهٔ اجرای پژوهش

انتخاب تیمارها

ابتدا با جنگل‌گردشی و بازدیدهای میدانی، عرصه‌های مربوط به هر کدام از اقدامات مدیریتی پنج‌گانه مشخص شد که عبارت‌اند از: ۱- قرق، ۲- قرق+ هرس، ۳- قرق+ هرس+ جنگلکاری، ۴- قرق+ هرس+ جنگلکاری+ سامانهٔ آبگیر و ۵- بدون مدیریت یا شاهد که در اینجا تیمار تعریف می‌شود. سپس ازآنجا که تغییرات شیب و ارتفاع از سطح دریا در عرصهٔ تحت پژوهش ناچیز است و هر کدام در یک طبقه واقع می‌شد (شیب از صفر تا ۳۵ درصد و ارتفاع از ۱۶۵۰ تا ۱۸۵۰ متر)، فقط از طبقات جهت جغرافیایی به‌منظور ایجاد واحدهای همگن استفاده شد. در مرحلهٔ بعد روی نقشهٔ واحدهای همگن هر تیمار، چهار قطعه نمونهٔ پانزده‌آری دایره‌شکل (Najafifar et al., 2018) به‌صورت کاملاً تصادفی به‌عنوان تکرار قرار گرفت. سپس مختصات مراکز قطعات نمونه از روی نقشه استخراج و با استفاده از دستگاه GPS در عرصه مکان‌یابی شدند. در نهایت در قالب طرح فاکتوریل دوعامله، نوزده تیمار مختلف براساس جهت به‌وجود آمد که با چهار تکرار در نظر گرفته‌شده برای هر تیمار در مجموع ۷۶ قطعه نمونهٔ پانزده‌آری به‌شرح جدول ۱ در عرصه برداشت شد.

جدول ۱- مشخصات تیمارهای مدیریتی به‌کاررفته در عرصهٔ پژوهش

Table 1. The characteristics of management treatments used in the studied area

شمارهٔ تیمار No.	تیمار مدیریتی Management treatment	جهت جغرافیایی Aspect	تعداد تیمار No. of treatment	تعداد تکرار No. of replication	تعداد نمونه Sample size	مساحت (هکتار) Area(ha)
1	قرق Exclosure	چهار جهت اصلی و بی‌جهت 4 main directions+plain	5	4	20	198
2	قرق+ هرس Exclosure + pruning	چهار جهت اصلی و بی‌جهت 4 main directions +plain	5	4	20	190
3	قرق+ هرس+ جنگلکاری Exclosure + pruning + afforestation	جنوبی و بی‌جهت Sothern+ plain	2	4	8	18
4	قرق+ هرس+جنگلکاری+ سامانهٔ آبگیر Exclosure + pruning + afforestation + catchment system	جنوبی و غربی Sothern+ western	2	4	8	21
5	شاهد Control	چهار جهت اصلی و بی‌جهت 4 main directions+plain	5	4	20	376
	جمع Total		19	4	4	803

در نتیجه، این پژوهش در یک منطقهٔ تحت مدیریت تیمارهای مدیریتی یادشده به مساحت ۴۲۷ هکتار در مقایسه با یک منطقهٔ شاهد (بدون دخالت و مدیریت) به مساحت ۳۷۶ هکتار (در مجموع ۸۰۳ هکتار) انجام گرفت. هرس بهداشتی در مناطق مدیریت‌شده براساس روش هرس سبک و با حذف سرشاخه‌های آفت‌زده و خشکیده در هر سال فقط یک بار در فصل پاییز و همچنین جنگلکاری در این مناطق نیز به دو روش نهالکاری و بذرکاری انواع گونهٔ درختی (شامل بلوط، بنه، زالزالک، کیکم و بادام کوهی) انجام گرفت. در ادامهٔ اجرای اقدامات مدیریتی در منطقه، به‌منظور احداث سامانه‌های آبگیر از روش

بانکت‌بندی استفاده شد. به این منظور با استفاده از سنگ و خاک، سکوهایی در سمت پایین تنهٔ اصلی درخت به‌منظور کاهش شیب و فرسایش خاک و حفظ ریشهٔ درخت و همچنین افزایش نفوذپذیری آب در خاک ایجاد شد.

متغیرهای مورد بررسی

در داخل هر قطعه نمونه متغیرهای مربوط به هر درخت شامل قطر برابرسینه، قطر تاج، ارتفاع کل، مقدار شادابی، تعداد جست و قطر جست‌های قطورتر از ۱ سانتی‌متر برای هر جست‌گروه اندازه‌گیری و ثبت شد. در درختانی که به‌صورت جست‌گروه بودند، قطر همهٔ جست‌های قطورتر از ۱ سانتی‌متر در محل ارتفاع برابرسینه اندازه‌گیری و سپس با تقسیم مجموع قطرهای هر جست‌گروه به تعداد جست‌ها، قطر متوسط هر جست‌گروه به‌دست آمد (Najafifar et al., 2009).

به‌منظور برآورد مقدار شادابی و درصد خشکیدگی درختان از روش مشاهدهٔ عینی استفاده شد و شادابی درختان با در نظر گرفتن درصد سرشاخه‌های خشکیده و آفت‌زده تعیین شد.

نوع فرسایش در منطقه به سه طبقهٔ سطحی، خندقی و بدون فرسایش طبقه‌بندی شد. شدت فرسایش در هر قطعه نمونه نیز با استفاده از روش فائو (Kelley, 1990) برمبنای پنج طبقهٔ خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد مشخص شد. نمونه‌های خاک هر قطعه نمونه با استفاده از دستگاه اوگر برداشت شد. بدین صورت که در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک در پنج نقطه از سطح قطعه نمونه به‌صورت کاملاً تصادفی نمونه‌برداری شد و سپس نمونه‌های خاک با هم ترکیب شدند تا در نهایت یک نمونه ترکیبی از خاک در هر قطعه نمونه تهیه و بررسی شود. متغیرهای فیزیکی و شیمیایی تحت بررسی شامل مقدار آهک، کربن، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سیلت، شن، هدایت الکتریکی، عمق خاک، اسیدیته و مقدار فرسایش و رسوب بود.

برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری و برای برآورد درصد کربن، درصد مادهٔ آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و تعیین اشکال و شدت فرسایش از روش فائو استفاده شد. مقدار اسیدیتهٔ خاک به‌روش عصارهٔ اشباع و به‌کمک دستگاه pHمتر، وزن مخصوص ظاهری به‌روش سیلندر، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی، کربن آلی به‌روش والکی‌بلاک (Allison, 1965)، نیتروژن کل به‌روش کجلدال (Bremner & Mulvaney, 1982)، پتاسیم به‌روش فلیم فتومتری و فسفر به‌روش اولسن (Moreno et al., 2007) در آزمایشگاه تعیین شد.

شاخص‌های تنوع زیستی

در این پژوهش برخی از شاخص‌های غنای گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای و تنوع گونه‌ای درختی به‌منظور بررسی و مقایسهٔ تنوع زیستی در تیمارهای مدنظر نیز بررسی شد. شایان ذکر است که شاخص‌های غنای گونه‌ای حضور انواع گونه‌ها را نشان می‌دهند که از طریق شمارش تعداد گونه‌های گیاهی در یک منطقه به‌دست می‌آید. شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای نحوهٔ پراکنش و توزیع افراد گونه‌ها را نشان می‌دهند و شاخص‌های تنوع گونه‌ای، ترکیبی از شاخص‌های غنای گونه‌ای و یکنواختی هستند که دو مقدار غنای گونه‌ای و یکنواختی را در یک کمیت جمع‌آوری می‌کنند. به‌منظور بررسی و مقایسهٔ غنای گونه‌ای از شاخص‌های مارگالف و منهنیک (Krebs, 1999)، برای بررسی یکنواختی گونه‌ای از شاخص‌های پایلو و هیپ (Krebs, 1999) و برای بررسی تنوع گونه‌ای از شاخص‌های تنوع شانون- وینر (Shanon & Weaner, 1949) و سیمپسون (Simpson, 1949) استفاده شد. محاسبهٔ این شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار SDR (Species Diversity & Richness) نسخهٔ ۴.۱.۲ انجام گرفت.

روش تحلیل

قبل از تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به‌کمک آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. سپس به‌منظور بررسی معنی‌دار بودن اثرهای مدیریت و جهت دامنه بر متغیرهای زیست‌سنجی درخت (قطر برابرسینه، قطر تاج، ارتفاع کل، تراکم، شادابی، تعداد و قطر جست‌ها)، خاک (کربن، مادهٔ آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، هدایت الکتریکی، وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، سیلت، شن، عمق خاک و فرسایش) و تنوع زیستی (شاخص‌های مارگالف، منهنیک، شانون- وینر، سیمپسون، پایلو و هیپ) از آزمون تجزیهٔ واریانس دوطرفه استفاده شد. همچنین مقایسهٔ میانگین متغیرها براساس آزمون دانکن انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۶ انجام گرفت.

نتایج

در مجموع در ۷۶ قطعه نمونهٔ بررسی‌شده ۷۰۳ پایه درخت شامل گونه‌های برودار[1] با فراوانی ۴۷/۵ درصد، زالزالک[2] با فراوانی ۲۱ درصد، کیکم[3] با فراوانی ۱۰/۷ درصد، ارژن[4] با فراوانی ۸/۴ درصد، آلبالوی وحشی[5] با فراوانی ۵/۷، بنه[6] با فراوانی ۵/۷ درصد، شن[7] با فراوانی ۰/۹ و ون[8] با فراوانی ۰/۱ درصد اندازه‌گیری شد.

جدول ۲ نتایج آزمون تجزیهٔ واریانس دوطرفه میانگین متغیرهای تحت بررسی با دو عامل نوع مدیریت و جهت دامنه و اثرهای متقابل آنها را نشان می‌دهد.

همان‌گونه که از جدول ۲ مشخص است، اثر متقابل نوع مدیریت و جهت دامنه برای چهار متغیر زیست‌سنجی درخت (قطر برابرسینه، قطر جست، ارتفاع کل، تراکم) و ۱۰ متغیر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک (آهک، کربن، مادهٔ آلی، ازت، سیلت، شن، فسفر، پتاسیم، چگالی ظاهری، فرسایش) معنی‌دار شده، ولی برای هیچ‌کدام از شاخص‌های تنوع زیستی معنی‌دار نشده است. در نتیجه این چهارده متغیر با استفاده از آزمون دانکن گروه‌بندی شدند که نتایج آن در جدول‌های ۳ و ۴ به‌تفکیک متغیرهای زیست‌سنجی درخت و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک ارائه شده است.

همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است، بیشترین مقادیر متغیرهای زیست‌سنجی تحت بررسی (گروه a)، در تیمار قرق و قرق+ هرس قرار دارد و بیشتر کمینه‌ها در تیمار شاهد یا بدون مدیریت واقع شده‌اند.

همان‌طور که از جدول ۴ مشخص است، بیشترین مقادیر مادهٔ آلی، سیلت و چگالی ظاهری خاک در تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴؛ بیشترین مقادیر فسفر و درصد کربن در تیمارهای ۲ و ۴؛ و بیشترین مقدار فرسایش، درصد ازت و آهک در تیمار شاهد مشاهده می‌شود. همچنین بیشترین مقدار پتاسیم و شن به‌طور مشترک در تیمارهای قرق و شاهد دیده می‌شوند.

متغیرهایی که در جدول ۲ فاقد اثر متقابل معنی‌دار بودند، اما از نظر نوع مدیریت یا جهت دامنه تفاوت معنی‌داری داشتند نیز جداگانه در جدول‌های ۵ و ۶ به‌روش دانکن گروه‌بندی شدند.

همان‌طور که از جدول ۵ مشخص است کمترین مقادیر متغیرهای بررسی‌شده در این جدول متعلق به تیمار شاهد (گروه b) و بیشترین مقادیر متعلق به تیمار قرق (گروه a، به‌جز مقدار اسیدیته) است.

همان‌طور که از جدول ۶ مشخص است تعداد جست و شادابی درختان در جهت غربی کمترین مقدار بوده و در دیگر جهت‌ها که در یک گروه (a) قرار گرفته‌اند بیشترین مقدار است.

1. Quercus brantii Lindl.
2. Crataegus meyeri Pojark.
3. Acer monspessulanum L.
4. Amygdalus scoparia Spach.
5. Cerasus microcarpa C.A.Mey
6. Pistacia atlantica Desf.
7. Lonicera nummularifolia Wall.
8. Fraxinus rotundifolia Mill.

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیهٔ واریانس دوطرفه میانگین متغیرهای مورد بررسی با دو عامل نوع مدیریت و جهت دامنه و اثرهای متقابل آنها

Table 2. The results of two- way ANOVA for the mean of studied variables with two factors of management and aspect and their interactions

	متغیر Variable	آماره F		
		مدیریت Management	جهت Aspect	مدیریت × جهت Management×Aspect
زیست‌سنجی درخت Tree Biometric variable	قطر برابرسینه (سانتی‌متر) DBH (cm)	0.94 ns	11.1**	3.63**
	قطر جست (سانتی‌متر) Sprout diameter (cm)	3.44*	12.88**	1.46**
	قطر تاج (متر) Crown diameter (m)	28.7**	0.81ns	1.69 ns
	ارتفاع کل (متر) Total height (m)	2.7 ns	5.97**	3.18**
	تراکم (تعداد در هکتار) Density (N/ha)	15.5**	1.1 ns	2.96**
	تعداد جست .Sprout No	0.89 ns	5.67*	0.81ns
	شادابی (درصد) Vigority (%)	2.80 ns	7.34**	1.43 ns
خاک Soil variable	آهک (درصد) Lime (%)	0.60 ns	3.98**	2.98**
	کربن (درصد) C (%)	2.84**	6.03*	3.72**
	مادهٔ آلی (درصد) Organic matter (%)	629.6**	1397.5**	80.5**
	ازت (درصد) N (%)	38.18**	521.4**	242.7**
	سیلت (درصد) Silt (%)	66.11**	43.61**	33.94**
	شن (درصد) Sand (%)	1393.12**	722.87**	665.32**
	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	7.94**	14.36**	40.32**
	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	1032.43**	1883.37**	1162.38**
	عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	17.84**	0.60 ns	1.84 ns
	چگالی ظاهری خاک Bulk density	3.57**	13.83**	21.75**
	فرسایش Erosion	123.08**	95.58**	8.43**
	هدایت الکتریکی (میلی‌موس/ سانتی‌متر) Electrical conductivity (mos/cm^2)	0.64 ns	1.66ns	1.59 ns
	اسیدیته pH	4.61*	0.81 ns	0.85 ns
شاخص تنوع زیستی Biodiversity index	منهنیک (غنای گونه‌ای) Menhinick	2.30 ns	0.78 ns	0.84 ns
	مارگالف (غنای گونه‌ای) Margalef	0.95 ns	1.09 ns	0.66 ns
	سیمپسون (تنوع گونه‌ای) Simpson	0.81 ns	0.41 ns	0.50 ns
	شانون- وینر (تنوع گونه‌ای) Shannon-Wiener	3.71**	1.61 ns	1.05 ns
	پایلو (یکنواختی گونه‌ای) Pielou	3.71**	1.61 ns	1.05 ns
	هیپ (یکنواختی گونه‌ای) Heip	2.93*	1.08 ns	2.03 ns

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ ns: اختلاف غیرمعنی‌دار.

**: Significant difference in p<0.01; *: Significant difference in p<0.05; ns: Non significant difference

جدول ۳- گروه‌بندی متغیرهای زیست‌سنجی درخت دارای اثر متقابل معنی‌دار به‌روش دانکن

Table 3. Grouping of tree biometric variables with significant interactions using Duncan's posthoc

تراکم (تعداد در هکتار) Density (N/ha)	ارتفاع کل (متر) Total height (m)	قطر جست (سانتی‌متر) Sprout diameter (cm)	قطر برابرسینه (سانتی‌متر) DBH (cm)	جهت Aspect	تیمار مدیریتی Management treatment
88.0 ab	4.8 de	2.0 bcdef	31.34 ef	شمالی Northern	قرق (۱) Exclosure (1)
53.2 dce	6.7 ab	0.75 def	46.9 abc	شرقی Eastern	
71.2 bcd	**4.6 f**	1.5 dcef	33.5 def	جنوبی Southern	
76.6 bcd	**7.2 a**	0.75 def	**60.0 a**	غربی Western	
43.3 de	**4.4 f**	**4.7 a**	31.6 ef	بی‌جهت Plain	
73.2 bcd	5.3 dce	1.7 bcdef	39.5 cdef	شمالی Northern	قرق+ هرس (۲) Exclosure + pruning (2)
88.0 ab	4.8 de	4.0 ab	32.6 ef	شرقی Eastern	
58.0 bcde	4.7 de	2.0 bcdef	37.6 cdef	جنوبی Southern	
78.0 bc	6.0 abcd	**0.0 f**	53.1 ab	غربی Western	
113.2 a	5.3 dce	**4.5 a**	42.8 bcde	بی‌جهت Plain	
5.0 dce	5.4 dce	1.0 def	37.7 cdef	جنوبی Southern	قرق+ هرس+ جنگلکاری (۳) Exclosure + pruning + afforestation (3)
53.3 dce	6.3 abc	3.5 abc	49.3 abc	بی‌جهت Plain	
74.6 bcd	5.2 dce	3.0 abcd	41.5 bcdef	جنوبی Southern	قرق+هرس+جنگلکاری+ سامانهٔ آبگیر (۴) Exclosure + pruning + afforestation + catchment system (4)
73.2 bcd	5.4 dce	0.75 def	49.8 abc	غربی Western	
43.3 de	**4.5 f**	1.2 dcef	32.6 ef	شمالی Northern	شاهد (۵) Control (5)
34.6 e	4.9 dce	1.2 dcef	**29.7 f**	شرقی Eastern	
24.6 e	5.4 dce	**0.25 ef**	43.8 bcde	جنوبی Southern	
46.6 dce	5.5 bcde	**0.25 ef**	45.9 bcd	غربی Western	
24.6 e	5.0 dce	2.5 abcde	40.6 bcdef	بی‌جهت Plain	

اعداد قرارگرفته در هر ستون با حروف لاتین مشترک فاقد تفاوت معنی‌دارند.

مقادیر پررنگ، بیشینه و کمینهٔ هر متغیر در هر ستون را نشان می‌دهند.

Values in each column with common letters have no significant difference.
Bold values show the maximum and minimum of each variable in each column.

جدول ۴- گروه‌بندی متغیرهای خاک دارای اثر متقابل معنی‌دار به‌روش دانکن

Table 4. Grouping of soil variables with significant interactions using Duncan's posthoc

تیمار مدیریتی Management treatment	جهت Aspect	کربن (درصد) C (%)	مادهٔ آلی (درصد) Organic matter (%)	ازت (درصد) N (%)	آهک (درصد) Lime (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	چگالی ظاهری خاک Bulk density	فرسایش Erosion
قرق (۱) Exclosure (1)	شمالی Northern	2.6 abcde	2.3 h	0.11 f	21.5 bcde	**57.0 a**	**42.6 k**	670.7 b	7.6 j	1.07 cd	1.5 de
	شرقی Eastern	1.47 defg	2.2 h	0.11 f	18.0 bcde	**56.5 a**	**43.2 k**	**883.0 a**	10.5 ghi	**1.26 a**	**1.0 e**
	جنوبی Southern	2.9 abcd	3.4 g	0.17 e	31.0 abc	**54.7 a**	44.6 j	**105.7 e**	15.0 e	1.04defgh	**1.0 e**
	غربی Western	0.77 fg	**6.7 a**	0.33 b	27.5 abcd	38.7 f	60.0 d	257.0cde	30.0 c	1.00 fgh	4.5 ab
	بی‌جهت Plain	2.0bcdefg	6.7 ab	0.33 b	16.2 de	**31.0 g**	**68.2 a**	408.5 c	33.2 b	1.01 fgh	1.2 de
قرق+ هرس (۲) Exclosure + pruning (2)	شمالی Northern	2.9 abcd	1.8 i	0.09 f	14.5 de	**54.7 a**	44.3 j	848.0 ab	10.5 ghi	1.07 cde	1.7 cd
	شرقی Eastern	1.9bcdefg	1.9 i	0.1 f	17.3 bcde	**56.5 a**	**43.2 k**	**115.7 e**	**6.6 k**	1.04 defgh	1.2 de
	جنوبی Southern	2.8 abcd	4.4 f	0.22 d	27.4 abcd	50.2 bc	49.0 h	841.7 ab	9.8 i	1.10 bc	**1.0 e**
	غربی Western	**0.47 g**	6.4 b	0.32 b	19.0 bcde	53.2 ab	46.5 i	120.7 de	20.7 d	1.05 def	4.5 ab
	بی‌جهت Plain	3.5 ab	6.1 c	0.33 b	23.1 abcde	40.0 ef	58.5 e	232.7cde	**36.7 a**	1.00 gh	2.2 c
قرق+ هرس+ جنگلکاری (۳) Exclosure + pruning + afforestation (3)	جنوبی Southern	3.4 abc	**6.7 a**	0.34 b	16.9 bcde	40.7 ef	58.7 e	225.0cde	32.7 b	1.04 defgh	**1.0 e**
	بی‌جهت Plain	3.5 ab	5.9 c	0.29 c	26.6 abcd	38.5 f	60.8 d	154.7 de	11.0 g	1.02 efgh	1.7 cd
قرق+هرس+جنگلکاری+ سامانه آبگیر (۴) Exclosure + pruning + afforestation + catchment system (4)	جنوبی Shouthern	**3.7 a**	4.8 e	0.24 d	16.6 cde	**54.7 a**	44.8 j	387.7 c	10.7 gh	1.05 def	**1.0 e**
	غربی Western	1.3 defg	5.3 d	0.27 c	27.3 abcd	47.0 cd	52.6 g	829.2 ab	13.5 f	1.07 cd	4.2 b
شاهد (۵) Control (5)	شمالی Northern	1.7 defg	**0.37 k**	**0.02 g**	**9.4 e**	39.2 ef	64.2 b	305.0 cd	**6.0 k**	**1.00 h**	**5.0 a**
	شرقی Eastern	3.4 abc	**0.27 k**	0.15 e	31.5 ab	**31.5 g**	**68.3 a**	384.7 c	10.0 hi	1.02 efgh	4.0 b
	جنوبی Shouthern	1.0 efg	1.4 j	**0.72 a**	20.4 bcde	43.2 de	54.7 f	809.0 ab	10.7 gh	1.05 defg	4.0 b
	غربی Western	2.3abcdef	3.5 g	0.17 e	**36.0 a**	36.7 f	62.4 c	**889.2 a**	10.2 ghi	1.12 b	**5.0 a**
	بی‌جهت Plain	1.8 cdefg	4.4 f	0.22 d	15.9 de	44.7 d	55.0 f	138.5 de	13.0 f	1.04 defgh	**5.0 a**

اعداد قرارگرفته در هر ستون با حروف لاتین مشترک فاقد تفاوت معنی‌دارند.

مقادیر پررنگ، بیشینه و کمینهٔ هر متغیر در هر ستون را نشان می‌دهند.

Values in each column with common letters have no significant difference.
Bold values show the maximum and minimum of each variable in each column.

جدول ۵- گروه‌بندی متغیرهای دارای تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف مدیریتی به‌روش دانکن

Table 5. Grouping of variables with significant differences in different management treatments using Duncan's posthoc

تیمار مدیریتی Management treatment	قطر تاج (متر) Crown diameter (m)	عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth(cm)	اسیدیته pH	شانون- وینر Shannon-Wiener	پایلو Pielou	هیپ Heip
قرق Exclosure	8.1 a	2.0 a	7.3 bc	0.88 a	0.42 a	0.91 a
قرق+ هرس Exclosure + pruning	7.5 a	2.0 a	7.4 ab	0.87 ab	0.42ab	0.87 ab
قرق+ هرس+ جنگلکاری Exclosure + pruning + afforestation	7.3 a	1.5 a	7.3 bc	0.86 ab	0.41ab	0.87 ab
قرق+ هرس+جنگلکاری+ سامانهٔ آبگیر Exclosure + pruning + afforestation + catchment system	7.7 a	1.9 a	7.5 a	0.96 a	0.46 a	0.83 ab
شاهد Control	3.0 b	0.50 b	7.2 c	0.67 b	0.32 b	0.72 b

اعداد قرارگرفته در هر ستون با حروف لاتین مشترک فاقد تفاوت معنی‌دارند.

Values in each column with common letters have no significant difference.

جدول ۶- گروه‌بندی متغیرهای دارای تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف جهت دامنه به‌روش دانکن
Table 6. Grouping of variables with significant differences in different aspects using Duncan's posthoc

بی‌جهت Plain	غربی Western	جنوبی Southern	شرقی Eastern	شمالی Northern	متغیر/ جهت Aspect/ Variable
7.4 a	1.3 b	4.3 a	5.9 a	5.6 a	تعداد جست Sprout No.
87.3 a	73.7 b	86.6 a	88.2 a	88.6 a	شادابی (درصد) Vigority (%)

اعداد قرارگرفته در هر ردیف با حروف لاتین مشترک فاقد تفاوت معنی‌دارند.

Values in each row with common letters have no significant difference.

بحث

در این پژوهش تأثیر اجرای ده سال قرق به‌همراه دیگر اقدامات مدیریتی مانند هرس، جنگلکاری و ایجاد سامانهٔ آبگیر با توجه به جهت دامنه بر سه گروه از متغیرهای زیست‌سنجی درخت، خاک و تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل‌های دینارکوه ایلام بررسی شد.

متغیرهای زیست‌سنجی درختان

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که از میان متغیرهای مربوط به زیست‌سنجی درختان، اثر متقابل عوامل نوع مدیریت و جهت دامنه برای قطر برابرسینه، قطر جست، ارتفاع کل و مقدار تراکم درختان معنی‌دار است (جدول ۲)، به‌طوری که بیشترین مقدار این متغیرها در جهت‌های غربی و بدون جهت تیمارهای ۱ (قرق) و ۲ (قرق+ هرس) و کمترین آنها در تیمار منطقهٔ شاهد (بدون دخالت) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین میانگین قطر تاج درختان در منطقهٔ قرق به‌همراه تیمارهای مدیریتی ۲، ۳ (قرق + هرس + جنگلکاری) و ۴ (قرق+ هرس + جنگلکاری + سامانهٔ آبگیر) در یک گروه قرار گرفتند، درحالی که این متغیر برای تیمار بدون مدیریت (شاهد؛ ۵) کمترین مقدار را دارا بود (جدول ۵). علت این است که در تیمار ۱ به‌دلیل انجام نگرفتن هر گونه عملیات هرس و سرشاخه‌زنی، میانگین قطر تاج افزایش یافته و همچنین در تیمار ۲ به‌دلیل هرس، جست‌دهی در گونهٔ غالب بلوط رخ داده که سبب افزایش تراکم در این تیمار شده است.(2004) .Alijanpour et al نیز در بررسی خود در دو منطقهٔ حفاظت‌شده و غیرحفاظتی در جنگل‌های ارسباران و همچنین Rashe Shaeri et al. (2014) در جنگل‌های زاگرس شمالی در پیرانشهر به این نتیجه رسیدند که تراکم درختان در منطقهٔ حفاظت‌شده و قرق به‌صورت معنی‌داری بیشتر از منطقهٔ غیرحفاظتی است.

شایان ذکر که در تیمار ۳، نهال‌های کاشته‌شده گونهٔ غالب بلوط هنوز کوچک بوده و شرایط اقلیمی خشک زاگرس و تغییر الگوهای دمایی و بارشی در منطقه و رعایت نکردن اصل سایه‌پسند بودن نهال بلوط در ابتدای کاشت سبب شده تا بیشتر نهال‌های کاشته‌شده از رشد لازم برخوردار نباشند و اغلب به‌هنگام آماربرداری به حد شمارش نرسند. به همین دلیل تراکم در تیمار ۳ افزایش چشمگیری نیافته است.

همچنین در تیمار ۴، ایجاد سامانهٔ آبگیر در زیر سطح سایه‌انداز تاج سبب کاهش فرسایش خاک و افزایش نفوذپذیری نزولات در محدودهٔ ریشه شده که خود موجب شادابی درختان در بیشتر جهت‌ها و افزایش قطر برابرسینه در این تیمار شده است. Hoseinzadeh et al. (2016) نیز در پژوهش خود در استان ایلام به نقش مثبت سامانه‌های آبگیر در کنترل خشکیدگی و رشد بهتر درختان بلوط اشاره داشتند.

در مجموع بیشترین مقادیر و بهترین وضعیت‌ها مربوط به تیمار قرق و تیمارهای همراه با آن (تیمارهای ۲ تا ۴) بوده است (جدول‌های ۳ و ۵). در مورد دلایل آن باید اذعان کرد که بذر بلوط در منطقهٔ شاهد اغلب به‌صورت غیرمجاز توسط افراد مختلف در

فصل‌های پاییز و زمستان جمع‌آوری می‌شود و از طرفی تعداد ناچیز نهال حاصل از بذرها در منطقهٔ شاهد و همچنین جست‌های شاخه‌زاد نیز با چرای غیرمجاز دام از بین می‌روند. اما جست‌های درختان در مناطق قرق‌شده اغلب مانند نهال نوپا عمل می‌کنند که خود عامل ثانوی تکثیر نهال و احیای طبیعی درختان در اکوسیستم جنگلی به‌شمار می‌رود.

هرچند تأثیر نوع مدیریت بر مقدار شادابی درختان هنوز معنی‌دار نشده است (جدول ۲)، در مناطق تحت مدیریت قرق و هرس (تیمارهای ۲ تا ۴)، درختان بیمار و آفت‌زده همواره شناسایی و هرس شده و شرایط مناسبی به‌منظور حذف عوامل بیماری‌زا فراهم شده است، به‌طوری که تعداد درختان خشکیده در مناطق تحت مدیریت کاهش چشمگیری نشان داده است. در صورتی که در منطقهٔ شاهد روزبه‌روز از سلامت و شادابی درختان آفت‌زده کاسته شده و به درصد خشکی و بیماری آنها افزوده شده است.

خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک

در این پژوهش از میان سیزده خصوصیت فیزیکی- شیمیایی خاک، ده خصوصیت (آهک، کربن، ماده آلی، ازت، سیلت، شن، فسفر، پتاسیم، چگالی ظاهری، فرسایش) دارای اثرهای متقابل معنی‌دار براساس دو عامل نوع مدیریت و جهت دامنه شدند و فقط سه مشخصهٔ عمق خاک، هدایت الکتریکی و اسیدیتهٔ خاک فاقد اثر متقابل معنی‌دار بودند (جدول ۲). از میان این سه مشخصه نیز میانگین دو متغیر عمق و اسیدیتهٔ خاک دارای تفاوت‌های معنی‌دار براساس عامل نوع مدیریت بودند (جدول ۲).

در منطقهٔ شاهد، خاک دارای فرسایش خندقی با شدت خیلی زیاد (درجه ۵) بوده، درحالی که در مناطق تحت مدیریت قرق و مشتقات آن (تیمارهای ۱ تا ۴) مقدار فرسایش کمتر و اغلب از نوع سطحی (درجه ۵) بوده است (جدول ۴). زیرا در منطقهٔ شاهد، نبود پوشش زیراشکوب و حضور دام در عرصه موجب لگدکوب شدن و تخریب ساختمان خاک شده که موجب فرسایش خاک به‌صورت بادی و اغلب آبی در این منطقه شده است. تنها استثنا در این زمینه، فرسایش شدید خاک در جهت‌های غربی تیمارهای ۱، ۲ و ۴ است که مقدار آن حدود ۴/۵ است (جدول ۴). دلیل این موضوع این است که از سال‌های گذشته در جهت‌های غربی این مناطق، دسترسی‌های فراوان و راحتی به جاده‌های اصلی و فرعی موجود وجود داشته و در نتیجه این مناطق محل تجمع و سکونت عشایر دامدار بوده که استفادهٔ بی‌رویه از بوته‌ها و درختچه‌ها برای مصارف مختلف از جمله سوخت را در پی داشته است. همچنین تردد فراوان و تقریباً دائمی دام در جهت‌های غربی که محل تجمع و اسکان عشایر بوده سبب حذف پوشش گیاهی و لگدکوب شدن خاک و افزایش فرسایش خاک شده است، به‌طوری که پس از گذشت یک دهه از اعمال قرق و اقدامات مدیریتی دیگر، هنوز اثرهای آن باقی مانده است.

در مناطق تحت تیمار قرق+ هرس، به‌دلیل افزایش پوشش گیاهی و باقی ماندن بقایای آنها پس از مرگ و هرس در سطح خاک، مقدار فسفر خاک افزایش یافته است. از سوی دیگر در منطقهٔ شاهد که دارای تراکم پوشش درختی و تاج‌پوشش کمتری است (جدول‌های ۳ و ۵)، مقدار رواناب سطحی بیشتر بوده و در نتیجه آبشویی و از دست رفتن فسفر خاک بیشتر شده است که تفاوت معنی‌داری را با برخی از جهت‌های تیمارهای ۱ تا ۳ نشان می‌دهد (جدول ۴). این نتیجه یعنی کاهش مقدار فسفر خاک در منطقهٔ شاهد که همسو با یافته‌های Li et al. (2011) و Rashe Shaeri et al. (2014) است.

به‌طور معمول در مناطق قرق‌شده درصد تخلخل خاک به‌دلیل کاهش کوبیدگی خاک در اثر تردد دام و انسان افزایش می‌یابد. در نتیجه مقدار چگالی خاک کاهش و ضریب نفوذپذیری آن افزایش پیدا می‌کند (Rashe Shaeri et al., 2014). در پژوهش حاضر روند منظمی در تغییرات چگالی ظاهری خاک در مناطق مدیریت‌شده و شاهد مشاهده نشد، اما بیشترین مقدار

این متغیر در جهت‌های شرقی و جنوبی مشاهده شد که از ساعات دریافت نور بیشتری برخوردارند و در نتیجه خاک رطوبت کمتری را در خود حفظ می‌کند.

بافت (شن، سیلت و رس) و درصد آهک خاک از خصوصیات ذاتی خاک و متأثر از سنگ مادر است که چرای دام بر آن بی‌تأثیر است. اما در این پژوهش بیشترین مقدار سیلت در جهت‌های شمالی و شرقی تیمارهای مدیریتی ۱ و ۲ و جنوبی تیمار ۴ و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد که ممکن است ناشی از فرسایش شدید در منطقهٔ شاهد باشد (جدول ۴). Rashe Shaeri et al. (2014) نیز در بررسی خود به تفاوت معنی‌دار مقدار سیلت در بین منطقهٔ شاهد و قرق‌شده دست یافتند و دلیل آن را فرسایش شدید در سطح منطقهٔ قرق‌نشده اعلام کردند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار اسیدیتهٔ خاک در منطقهٔ شاهد به‌صورت معنی‌داری کمتر از خاک مناطق تحت تیمارهای مدیریتی ۲ و ۴ است (جدول ۵). با توجه به اینکه مقدار قطر تاج در منطقهٔ شاهد کمتر از دیگر مناطق است (جدول ۵)، مقدار آبشویی و فرسایش نیز در آن بیشتر است و همین امر سبب اسیدی‌تر شدن خاک منطقهٔ شاهد شده است که همسو با نتایج Rashe Shaeri et al. (2014) است.

کاهش پتاسیم در خاک یا به‌دلیل جذب آن توسط گیاهان یا به‌دلیل فرسایش و آبشویی خاک است (Rashe Shaeri et al., 2014). در نتایج مشخص شد که مقدار پتاسیم در منطقهٔ شاهد به‌همراه تیمارهای ۱، ۲ و ۴ بیشترین مقدار است که می‌تواند به‌دلیل کاهش مقدار فرسایش و آبشویی در مناطق تحت مدیریت نسبت به منطقهٔ شاهد و همچنین ناشی از افزایش مقدار مواد آلی و تجزیهٔ آن در خاک مناطق تحت مدیریت باشد. همچنین افزایش پتاسیم خاک در جهت‌های غربی و جنوبی منطقهٔ شاهد نیز ممکن است به‌دلیل تردد زیاد دام و اختلاط فضولات دامی با خاک باشد که با وجود فرسایش زیاد در این منطقه سبب شده مقدار پتاسیم خاک همچنان زیاد باشد (جدول ۴).

در این تحقیق اختلاف معنی‌داری از نظر درصد کربن و ماده آلی خاک بین مناطق شاهد با تحت قرق و مدیریت مشاهده شد که بیشترین مقادیر آن در جهت‌های غربی و جنوبی تیمارهای ۱ و ۳ و ۴ مشاهده شد که دلیل آن ممکن است افزایش تراکم پایه‌های درختی و پوشش گیاهی در اثر اعمال مدیریت و به‌تبع آن افزایش لاشبرگ در افق‌های سطحی خاک باشد.

ازت از عناصر مهم غذایی خاک است. در این پژوهش روند منطقی و مشخصی در تغییرات مقدار ازت خاک در مناطق تحت مدیریت و شاهد مشاهده نشد، ولی در جهت جنوبی تیمار شاهد افزایش شدید درصد ازت خاک مشاهده شد که دلیل آن ممکن است شدت چرا و افزایش مقدار فضولات دامی در این منطقه باشد که همسو با نتایج بررسی‌های Binkley et al. (2003) و Rashe Shaeri et al. (2014) است. کاهش اسیدیته خاک در منطقهٔ شاهد را نیز در همین زمینه می‌توان ارزیابی کرد.

از نظر مقدار هدایت الکتریکی خاک تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. شاید یک دلیل آن این باشد که دورهٔ زمانی ده‌ساله قرق برای تغییر این خصوصیت خاک کافی نبوده است. این نتیجه همسو با یافته‌های Rashe Shaeri et al. (2014) است که نتایج اجرای قرق هفت‌ساله در منطقهٔ پژوهش خود را بررسی کردند.

شاخص‌های تنوع زیستی

مقایسهٔ میانگین شاخص‌های تنوع زیستی نشان داد که اثر متقابل نوع مدیریت و جهت دامنه بر آنها معنی‌دار نیست (جدول ۲)، اما انتظار می‌رود که با افزایش زمان اجرای قرق به بیش از ده سال و ادامه دیگر اقدامات مدیریتی، اثرهای متقابل نوع مدیریت و جهت دامنه برای این متغیرها نیز معنی‌دار شود. با این‌حال در بین شاخص‌های شانون- وینر، پایلو و هیپ در بین مناطق تحت مدیریت تیمارهای ۱ و ۴ با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری براساس نوع مدیریت مشاهده شد (جدول ۵)؛ به‌طوری که کمترین مقدار

این شاخص‌ها در منطقهٔ شاهد قرار دارند. این امر نشان‌دهندهٔ تأثیر قرق و دیگر اقدامات مدیریتی بر افزایش تنوع گونه‌ای و یکنواختی گونه‌های درختی در مناطق تحت مدیریت و شرایط حفاظتی مطلوب‌تر گونه‌ها در این مناطق در مقایسه با تیمار شاهد است. این نتیجه مشابه با یافته‌های Abbasi et al. (2009) و Rashe Shaeri et al. (2014) است که شاهد افزایش شاخص‌های تنوع گونه‌ای در مناطق قرق‌شده در مقایسه با مناطق حفاظت‌نشده بودند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که اجرای ده سال قرق تأثیرات چشمگیری بر بیشتر متغیرهای زیست‌سنجی درخت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص‌های تنوع و یکنواختی گونه‌های درختی در مناطق قرق‌شده و تحت مدیریت در مقایسه با منطقهٔ شاهد داشته است؛ به‌طوری که درختان در مناطق تحت مدیریت به‌دلیل برقراری شرایط اکولوژیکی مساعدتر از جمله درصد خشکی کمتر درختان، متوسط قطر تاج، قطر برابرسینه و تراکم بیشتر درختان، عمق بیشتر و فرسایش کمتر خاک، درصد بیشتر مواد آلی و فسفر خاک و چگالی ظاهری کمتر و نفوذپذیری بیشتر خاک و نظایر آن نسبت به منطقهٔ شاهد، از شرایط مناسب‌تری به‌منظور رشد و احیای اکولوژیکی خود برخوردارند. همه این عوامل به شرایط اکولوژیکی طبیعی و ویژه برای حفظ سلامت اکولوژیکی پوشش جنگلی در مناطق تحت مدیریت منجر شده است. همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق تحت مدیریت شرایط مساعدی را به‌منظور بهبود رشد و سلامت اکولوژیکی پوشش درختی فراهم کرده است.

با توجه به اینکه بیشترین مقادیر متغیرهای زیست‌سنجی قطر برابرسینه، قطر تاج، قطر جست، ارتفاع کل و تراکم درختان با تفاوت معنی‌دار در تیمارهای ۱ و ۲ دیده می‌شود و با در نظر گرفتن هزینه‌های لازم برای انجام هرس و تخریب‌های ناشی از آن، تیمار ۱ یعنی قرق را می‌توان به‌منزلهٔ بهترین تیمار مدیریتی پیشنهاد داد.

از نظر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک نیز با اینکه مدت ده سال برای تغییر این متغیرها ناچیز است و باید تا زمان قرق ادامه پیدا کند تا نتایج معتبرتری به‌دست آید، با در نظر گرفتن هزینه‌های مترتب بر انجام هرس، جنگلکاری و ایجاد سامانهٔ آبگیر و مراقبت‌های لازم و همچنین خسارت‌های ناشی از اعمال این مدیریت‌ها (تخریب ریشهٔ درختان مجاور در اثر چاله‌کنی، بر هم خوردن و فرسایش خاک سطحی، تخریب بافت خاک، کوبیدگی و متراکم شدن و افزایش فرسایش خاک در اثر تردد وسایل مکانیکی به‌منظور چاله‌کنی و آبیاری) همچنان می‌توان تیمار قرق را به‌منزلهٔ بهترین تیمار مدیریتی و نزدیک به اهداف جنگل‌شناسی همگام با طبیعت پیشنهاد داد.

References

Abbasi, S., Hosseini, M., Pilevar, B., & Zareh, H. (2009). Effects of conservation on woody species diversity in Oshtorankooh region, Lorestan. *Iranian journal of forest, 1*(1), 1-10.

Allison, L.E. (1965). Organic carbon. In: Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., & Clark, F.E. (eds.). Methods of soil analysis, Part 2; Chemical and microbiological properties. American society of agronomy, Madison, 1367 pp.

Alijanpour, A., Zobeiri, M., Marvi Mohajer, M.R., Zargham, N., & Feghhi, J. (2004). A Comparison of Forest Stand Quantitative Factors in Protected & Nonprotected Areas in Arasbaran Forests. *Iranian Journal of Natural Resources, 57*(3), 447-453.

Binkley, D., Singer, F., Kaye, M., & Rochelle, R. (2003). Influence of elk grazing on soil properties in Rocky mountain national Park. *Forest Ecology and Management, 185*, 239-247.

Bremner, J.M., & Mulvaney, B. (1982). Nitrogen total. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, Page, A.L., Miller, R.H., & Keeney, D.R. (eds.). American society of agronomy, Soil science society of America, Madison, Wisconsin, 595-624.

Hoseinzadeh, J., Pourhashemi, M., Khoshnevis, M., Mohamadpour, M., Azami, A., & Rashidi, S. (2016). *Investigation and application of rainwater harvesting to decrease dryness of stands affected by oak decline in Ilam province*. Final Report of Research Project, Iranian Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Press, Tehran, Iran. 56p.

Jamshidi, A.R., & Amini, A.M. (2013). Evaluation of factors affecting on natural resource degradation from the viewpoint of experts management of natural resources in Ilam province. *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources, 1*(4), 91-105.

Karanian, M., & Hosseini, V. (2016). Effect of trees canopy and topography on some chemical properties of forest soil (Case study: the forest of Ilam province, Dalab). *Natural Ecosystems of Iran, 7*(1), 81-97.

Kelley, H.W. (1990). Keeping the land alive: Soil erosion: its causes and cures. FAO soils bulletin, 50. FAO, Rome.

Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*, University of British Columbia. Jim Green publisher.

Li, Y., Zhao, H., Zhao, X., Zhang, T., Li., Y., & Cui, J. (2011). Effects of grazing and livestock exclusion on soil physical and chemical properties in desertified sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. *Environ Earth Science, 63*, 771–783.

Mikalas, M., Svoboda, M., Pouska, R.C., & Morrissey, D.C. (2014). Comment on "Opinion paper: Forest management and biodiversity": the role of protected areas is greater than the sum of its number of species. *Web Ecology, 14*, 61–64.

Moreno, G., Obrador, J.J., & Garcia, A. (2007). Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. *Agriculture, ecosystems and Environment, 247*, 35-42.

Najafifar, A., Jalili, A., Tahmasbi, M., Mohamadpour, M., & Soleimani, R. (2009). *Study of Western Oak forest ecosystems in Ilam province*. Final Report of Research Project, Iranian Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Press, Tehran, Iran. 171p.

Najafifar, A., Hoseinzadeh, J., Pourhashemi, M., & Hosseini, A. (2018). Investigation on the role of sanitary cuts in survival and vitality of exposed dieback Persian oak trees in Zagros Forests (Case Study, Melahsiah Forest, Ilam Township). *Wood & Forest Science and Technology, 25*(3), 49-60.

Najafifar, A., Askari, Sh., & Jafari, M.R. (2021). The role of sanitation cuts in control of Persian oak dieback (Case study: second phase, Zagros, Ilam, Melah Siah). *Wood & Forest Science and Technology, 28*(1), 53-65.

Negahdar Saber, M.R., Taheri Abkenar, K., Pourbabaei, H., & Sagheb-Talebi, Kh. (2017). Effects of protection on forest structure in protected and unprotected forest areas (Case Study: Deh-Kohneh wild Pear reserve). *Journal of Plant Ecosystem Conservation, 4*(9), 1-16.

Rashe Shaeri, S., Salehi, A., Pourbabaie, H., Eshaghi Rad, J., & Moradi, S. (2014). Effect of short term exclosure on physical and chemical properties soil and woody species diversity in Piranshahr forests, northern Zagros. *Journal of Forest Sustainable Development, 1*(1), 87-101.

Sasanifar, S., Alijanpour, A., Banj Shafiei, A., Eshaghi Rad, J., & Molaei, M. (2018). Effect of protection based management on physical and chemical properties of soil in Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26*(1), 104–117.

Shanon, C.E., & Weaner, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois press, Urbana.

Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature, 163*, 688.

Yari, S., & Rostami, A. (2019). Effect of protection on carbon sequestration and some edaphic properties of soil in Tang Dalab Forests in Ilam. *Journal of Environmental Science and Technology, 21*(4), 189-202.

Iranian Journal of Forest
Vol. 14, No. 3, Autumn 2022
pp. 275-290

Research Article

Effect of management activities and aspect on tree, soil and biodiversity variables of tree species in Dinarkuh forests of Ilam

Y. Azizi[1], R. Akhavan[2], H. Kia-Daliri[3]*, and R. Soleimani[4]

[1] Ph.D. student, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
[2] Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[3] Associate Prof., Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
[4] Assistant Prof., Ilam Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Ilam, Iran

(Received: 22 November 2020; Accepted: 8 January 2021)

Abstract

Due to the weakness of the ecosystem in the Zagros forests, which is due to human and livestock pressure over the past decades and the occurrence of recent droughts, most of the forest areas have declined. In this situation, it is necessary to study the effects of various management activities in order to design strategic plans. To do this, the current study was conducted in Dinarkuh forest area of Ilam province to investigate the impact of different management activities on tree, soil and biodiversity variables of tree species**,** taken during the last decade. Experimental treatments included exclosure, exclosure + pruning, exclosure + pruning + afforestation, exclosure + pruning + afforestation + catchment system and control which considering aspect in the form of factorial statistical plan, 19 treatments with four replications were considered for each treatment. In total, 76 sample plots with area of 1500m^2 were established in the field. The interested variables were measured and calculated in each sample plot and then compared between different treatments using two- way ANOVA with two factors: management activities and aspect. The results showed that among the biometric variables of trees; DBH, height, crown diameter, sprout diameter and tree density, among physical and chemical properties of soil; percentage of organic matter, silt, sand, bulk density, lime, carbon, phosphorus, potassium, soil depth, erosion and among biodiversity indices; Shannon-Wiener, Pielou and Heip indices were significantly different under management activities' areas compared to the control area. Even though, all management treatments had effective and positive effects on tree biometric variables and soil physico-chemical characteristics, as well as on biodiversity indices and in most cases made improved the current situation, considering the required costs for management treatments and their destruction in the field, exclosure can be introduced as the best management treatment in the region.

Keywords: Crown diameter, Density, Erosion, Exclosure, Pielou index, Organic matter.

∗Corresponding author Tel: +98 9125364991 Email: h-kiadaliri@srbiau.ac.ir