

تأثیر اجرای شیوه تک‌گزینی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی و خاک جنگل‌های سفارود

بهروز کرمدوست^۱، احمد علیجانپور^{۲*}، عباس بانج شفیعی^۳ و سمیرا ساسانی‌فر^۴

۱- دانش آموخته دکتری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (karamdoost.b@gmail.com)

۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)

۳- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (a.banjshafiei@urmia.ac.ir)

۴- دکتری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (s.sasanifar@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

چکیده

هدف این پژوهش ارزیابی تأثیر مدیریت به شیوه تک‌گزینی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی توده جنگلی منطقه سفارود و مقایسه این شاخص‌ها با توده‌های شاهد در آن منطقه است. جمع‌آوری اطلاعات از چهار سری (۵، ۸، ۱۷ و ۱۸) در چهار طبقه ارتفاعی کمتر از ۶۰۰، ۶۰۰ تا ۱۰۰۰، ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ و بیشتر از ۱۵۰۰ متر از جنگل‌های سفارود انجام شد. در هر سری یک پارسل مدیریت‌شده و یک پارسل شاهد انتخاب و با استفاده از شبکه آماربرداری ۱۰۰ در ۲۰۰ متر، در هر پارسل ۱۵ قطعه نمونه دایره‌ای به مساحت ۱۰ آر برداشت شد. تعداد پنج قطعه نمونه از هر پارسل به صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌های خاک برداشت شدند. نتایج نشان داد، میانگین هر دو شاخص قطر و سطح مقطع برابر سینه در منطقه شاهد (۳۲/۱۱ سانتی‌متر، ۱۱۵۸/۰۵ سانتی‌مترمربع) بیشتر از منطقه مدیریت‌شده (۲۵/۹۳ سانتی‌متر، ۷۲۴/۹۴ سانتی‌متر مربع) بوده و تراکم پایه‌ها در منطقه مدیریت‌شده (۳۹۱/۶۶) بیشتر از منطقه شاهد (۳۱۷/۵۰) است. همچنین میانگین قطر برابر سینه در طبقه ارتفاعی بالاتر از ۱۵۰۰، بیشتر از طبقات پایین‌تر است. از طرفی معلوم شد که مدیریت جنگل به شیوه تک‌گزینی بر هیچ‌کدام از شاخص‌های مورد بررسی خاک تأثیر معنی‌داری نداشته است اما عامل ارتفاع از سطح دریا بر تمامی شاخص‌های مورد بررسی خاک تأثیر معنی‌دار دارد. پژوهش حاضر نشان داد، اجرای شیوه تک‌گزینی، بهبود مشخصه‌های کمی و کیفی توده‌های جنگلی مورد بررسی را موجب شده است.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، تک‌گزینی، شاخص‌های خاک، پارسل شاهد، مدیریت جنگل.

اکوسیستم طبیعی مورد توجه است (Marvi Mohajer, 2006). برخی پژوهش‌ها در رابطه با اثرهای مدیریت تک‌گزینی بر مناطق مختلف جنگل‌های هیرکانی انجام شده است. (Bakhshandeh Navrood et al., 2014). بررسی اثرهای شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی در جنگل‌های سفارود به نتیجه رسیده‌اند که ساختار قطری توده‌هایی که تحت شیوه تک‌گزینی مدیریت شده‌اند، تغییر معنی‌داری نداشته است. Waez Musavi et al. (2016) با بررسی تأثیر اجرای شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی بر زادآوری در راشستان آمیخته طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا، شیوه تک‌گزینی را شیوه‌ای مناسب برای این جنگل ارزیابی کردند چرا که اجرای آن تغییرات معنی‌داری در وضعیت زادآوری توده‌های مدیریت‌شده نسبت به توده‌های بکر ایجاد نکرده است. (Sangdehi et al., 2017) با مقایسه مشخصه‌های کمی و کیفی جنگل مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی در بخش جوجاده شرکت چوب فریم، به نتیجه این رسیدند که به غیر از مشخصه تعداد در هکتار، باقی مشخصه‌های کمی مانند حجم، سطح مقطع، قطر متوسط تاج و میانگین ارتفاع لوری در طول ۱۰ سال اجرای طرح بهبود پیدا کرده‌اند. (Moslehi et al., 2020) با بررسی تأثیر شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی بر نیتروژن کل خاک و تغییرات فصلی آن در توده آمیخته راش-مرمز در جنگل شصت کلاته گرگان به این نتیجه رسیدند که میانگین نیتروژن کل در منطقه مدیریت‌نشده بیشتر از بخش مدیریت‌شده است. (Hynnen et al., 2019) با بررسی اثرهای دو نوع مدیریت تک‌گزینی و برش نواری بر رویش سطح مقطع درختان در توده‌های *Picea abies* در فنلاند به نتیجه رسیدند که رشد سطح مقطع توده‌هایی که تحت مدیریت تک‌گزینی بوده‌اند ۲۰ درصد کمتر از رشد توده‌های تحت مدیریت برش

جنگل‌های هیرکانی یکی از قدیمی‌ترین جنگل‌های جهان متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی بوده و به دلیل عدم نفوذ یخبندان انتهایی دوران سوم زمین‌شناسی در آن‌ها، دارای گونه‌هایی هستند که در دیگر نقاط جهان یافت نمی‌شود (Marvi Mohajer, 2005). روش‌های مختلف بهره‌برداری اقتصادی و شیوه‌های مختلف جنگل‌شناسی به منظور مدیریت توده‌های جنگلی این مناطق همواره مورد بحث بوده است. از طرفی در سالیان گذشته، روش‌های مدیریتی مختلفی بر بخش‌های مختلف این جنگل‌ها اعمال شده است. ضمن اینکه در طول زمان با غلبه دیدگاه شیوه‌های مدیریتی جنگل‌شناسی همگام با طبیعت، شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی به عنوان بهترین شیوه برای مدیریت پایدار در بسیاری از بخش‌های جنگل‌های هیرکانی، مورد توجه قرار گرفته است.

اجرای شیوه‌های مختلف جنگل‌شناسی در راستای مدیریت منابع جنگلی اثرهای متفاوتی بر خصوصیات کمی و کیفی توده‌های جنگلی، تنوع پوشش گیاهی، پایداری و در نهایت کارکردها و خدمات آن دارد. در روش تک‌گزینی با توجه به برداشت یک یا چند درخت (مشابه آنچه که در طبیعت اتفاق می‌افتد) سطحی از تاج‌پوشش و به همراه آن سطحی از زمین خالی می‌شود. تکیه این روش بر استقرار زادآوری طبیعی است (Goleij et al., 2007) و این شیوه از زمان‌های قدیم در جنگل‌های آمیخته سوزنی‌برگ اروپای مرکزی که دارای مالکیت خصوصی در سطح کوچک بوده‌اند، اجرا شده است و با گسترش تفکر جنگلداری همگام با طبیعت، در تمام کشورهای دنیا گسترش یافته است. همچنین این شیوه منجر به ایجاد جنگل‌های آمیخته و ناهمسال می‌شود که این نوع جنگل از نظر پایداری و تنوع زیستی

شده بر برخی شاخص‌های کمی و کیفی اکوسیستم این توده‌های جنگلی را ارزیابی کرد. بنابراین هدف اصلی بررسی حاضر؛ ارزیابی تأثیرات مدیریت همگام با طبیعت (شیوه تک‌گزینی) بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی اکوسیستم‌های جنگلی شفارود و مقایسه این شاخص‌ها با توده‌های شاهد در آن منطقه است. بنابراین سوالاتی که برای این پژوهش مطرح می‌شوند عبارتند از: آیا مدیریت تک‌گزینی منجر به تغییر ویژگی‌های کمی و کیفی توده‌های مورد مدیریت، شده است؟ آیا مدیریت تک‌گزینی تأثیری بر خصوصیات خاک منطقه داشته است؟

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

جنگل‌های حوزه ۹ شفارود، در شهرستان رضوانشهر در استان گیلان در شمال کشور واقع شده است. مساحت این جنگل‌ها حدود ۱۳۵ هزار هکتار بوده و شامل ۷۲ سری است. این جنگل‌ها از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۵ تحت تأثیر شیوه مدیریتی تک‌گزینی قرار داشته‌اند. در گذشته شیوه بهره‌برداری از این جنگل‌ها به روش قطع یکسره نواری بوده است. لازم به ذکر است که برخی از پارسل‌ها در سری‌های مختلف این حوزه جنگلی به صورت دست‌نخورده و شاهد بوده و بهره‌برداری در آنها انجام نشده است. گونه‌های درختی مهم در این جنگل‌ها راش، ممرز، بلوط، افرا شیردار، نمدار، ون، بارانک، شمشاد، گیلاس وحشی و توسکا است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن اقلیم این منطقه از نظر اقلیمی جزء اقلیم‌های بسیار مرطوب است (Saeedi et al., 2021).

روش پژوهش

پارسل‌های مورد بررسی در این پژوهش از جنگل شفارود در سری ۵ (پارسل ۳۱) (مدیریت‌شده) و

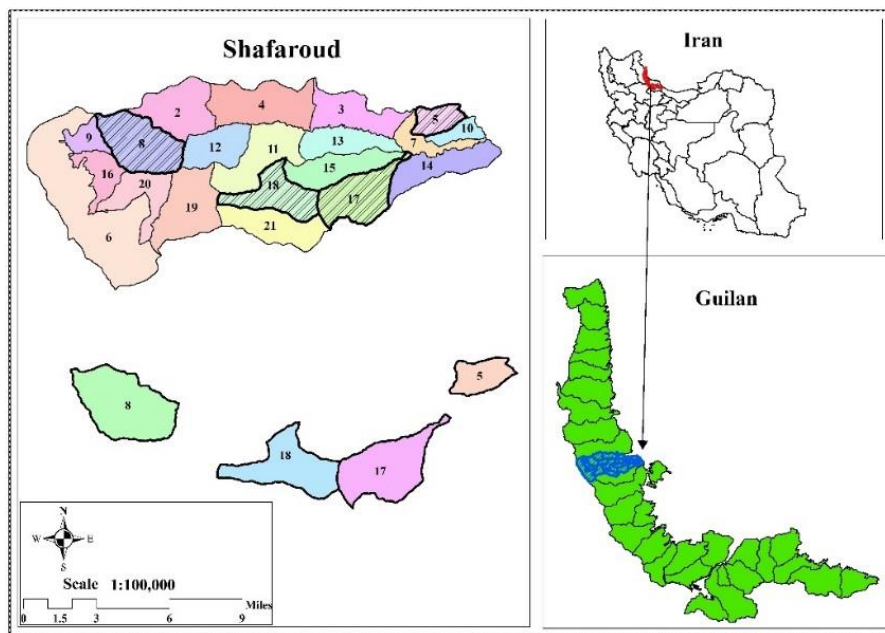
نواری، است. (Durigan et al. (2017) با بررسی در بخشی از جنگل‌های آمازون در برزیل بیان کرده‌اند که قطع درختان حتی به صورت تک‌گزینی منجر به کاهش معنی‌دار نیتروژن، ماده آلی و کربن خاک شده است. (Thu Moe and Owari (2020) با بررسی اثرهای مدیریت جنگل به روش تک‌گزینی بر شاخص‌های پایداری در جنگل‌های چین به نتیجه رسیدند، ۵۰ سال مدیریت جنگل به روش تک‌گزینی موجب بهبود شاخص‌های پایداری توده مانند J شکل بودن منحنی پراکنش درختان، افزایش میانگین قطر درختان و افزایش زادآوری جنگل شده است.

با توجه به این که بررسی اندکی در رابطه با بررسی اثرهای درازمدت مدیریت جنگل‌های شفارود به شیوه تک‌گزینی وجود دارد، از این رو در این پژوهش سعی بر این شده است تا با استفاده از اطلاعاتی که از دو بخش مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی و شاهد به دست می‌آید، اثرهای این نوع مدیریت را بر برخی شاخص‌های کمی و کیفی جنگل بررسی کند.

زمانی می‌توان تأثیر مدیریت اعمال‌شده بر توده‌های جنگلی را بر شاخص‌های مورد بررسی سنجید که بتوان اطلاعات مربوط به این شاخص‌ها را در دو زمان قبل و بعد از اعمال مدیریت، باهم مقایسه کرد، ولی به دلیل در دسترس نبودن این اطلاعات، در این بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در منطقه مدیریت‌شده به روش تک‌گزینی، با شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در پارسل‌های شاهد که از نظر ارتفاع از سطح دریا، جهت، شیب عمومی منطقه و تیپ جنگل، شرایطی مشابه با منطقه مدیریت‌شده را دارند، مقایسه خواهند شد. اندازه‌گیری شاخص‌های ذکر شده در هر دو منطقه و مقایسه با یکدیگر، تلاشی است تا از آن طریق بتوان اثرهای سیاست‌های مدیریتی اعمال-

جامع از تمامی شرایط، سری‌های مورد بررسی، در چهار طبقه ارتفاعی کمتر از ۶۰۰، ۶۰۰-۱۰۰۰، ۱۰۰۰-۱۵۰۰، ۱۰۰۰، بیشتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا انتخاب شدند (سری ۱۸ در طبقه ارتفاعی کمتر از ۶۰۰ متر، سری ۱۷ در طبقه ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر، سری ۸ در طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ و سری ۵ در طبقه ارتفاعی بیشتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا).

پارسل ۲۹ (شاهد)، سری ۸ (پارسل ۱۲ (مدیریت-شده) و پارسل ۱۳ (شاهد))، سری ۱۷ (پارسل ۲۷ (مدیریت‌شده) و پارسل ۲۹ (شاهد)) و سری ۱۸ (پارسل ۱۹ (مدیریت‌شده) و پارسل ۱۷ (شاهد)) قرار گرفته‌اند که از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ تحت مدیریت به شیوه تک‌گزینی قرار گرفته‌اند. همچنین به‌خاطر تغییر تیپ، تراکم و شرایط اکولوژیکی توده‌های جنگلی با تغییرات ارتفاع از سطح دریا، به‌منظور داشتن اطلاعات



شکل ۱- منطقه مورد بررسی (استان گیلان، جنگل‌های شفارود، سری‌های مورد بررسی)

Figure 1. Study area (Guilan province, Shafaroud forests, study series)

قطعه نمونه در هر پارسل برداشت شد. در داخل قطعات نمونه پیاده شده، اطلاعات نوع گونه، قطر برابرسینه، مبدأ و کیفیت تنه پایه‌ها ثبت شد. همچنین در هر پارسل تعداد پنج قطعه نمونه به‌صورت تصادفی انتخاب و نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد (چهار نمونه از چهار گوشه قطعه نمونه برداشت (Heidari Safari Kouchi et al., 2016)) و پس از ترکیب یک نمونه دو کیلوگرمی تهیه شد. همچنین از قسمت دست‌نخورده قطعه نمونه، نمونه خاک با سیلندر فلزی به حجم مشخص برداشت شد.

برای جمع‌آوری اطلاعات از پارسل‌های مورد نظر، از شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰ در ۲۰۰ متر (Khanalizadeh et al., 2020) استفاده شد. در این راستا شبکه به ابعاد مورد نظر طراحی و در محیط Google earth بر روی پارسل‌های مورد بررسی قرار داده شد. با تعیین محل قطعات نمونه بر روی نقشه و تعیین مختصات جغرافیایی آن‌ها، پیاده کردن قطعات نمونه با استفاده از دستگاه GPS در عرصه انجام شد. قطعات نمونه مورد استفاده در این پژوهش، قطعات نمونه دایره‌ای شکل با مساحت ثابت ۱۰ آر بوده و ۱۵

تی‌مستقل و مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرهای اصلی طبقه ارتفاعی و همچنین اثرهای متقابل عامل-های مدیریت و طبقه ارتفاعی از آزمون دانکن استفاده شده است. به‌منظور بررسی مهم‌ترین شاخص تغییر-یافته بین دو منطقه از تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. تمامی آنالیزهای مورد نیاز در نرم‌افزار SPSS 24 انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس دو طرفه شاخص‌های میانگین قطر برابر سینه و میانگین سطح مقطع برابر سینه پایه-های مورد بررسی و تراکم (تعداد در هکتار درختان) در جدول ۱ ارائه شده است.

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود اثرهای اصلی مدیریت و طبقه ارتفاعی و همچنین اثرهای متقابل آن‌ها بر هر دو شاخص قطر برابر سینه و سطح مقطع برابر سینه تأثیر معنی‌دار دارد.

نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال و شاخص‌های رس، سیلت و شن با استفاده از روش هیدرومتری بایوکوس (Jafari Haghghi, 2003)، اسیدپته با روش توماس (Thomas, 1996)، هدایت الکتریکی با روش روآدس (Rhoades, 1996) و وزن مخصوص ظاهری با استفاده از روش سیلندر اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در رابطه با تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تأیید و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. در نهایت از آزمون تجزیه واریانس دوطرفه با طرح آماری فاکتوریل با دو عامل شامل مدیریت در دو سطح (مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی و شاهد) و طبقه ارتفاعی در چهار سطح (طبقه ارتفاعی کمتر از ۶۰۰ متر، ۶۰۰ الی ۱۰۰۰ متر، ۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰ متر و بیشتر از ۱۵۰۰ متر) و در مجموع شش تیمار به‌منظور بررسی تأثیرات عامل‌ها بر شاخص‌های مورد پژوهش استفاده شد. لازم به‌ذکر است مقایسات میانگین‌های مربوط به اثرهای اصلی مدیریت با استفاده از آزمون

جدول ۱- تجزیه واریانس تغییرات مشخصه‌های کمی تحت عوامل مدیریت و ارتفاع از سطح دریا

Table 1. Analysis of variance of quantitative characteristic changes under management and elevation factors

Sig	F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of squares	df	منبع تغییرات Source of variation
0.00**	115.97	37391.83	37391.83	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management
0.00**	47.71	15383.08	46149.26	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation قطر برابر سینه (سانتی‌متر) DBH (cm)
0.00**	14.58	4702.25	14106.76	4	اثرهای متقابل Interaction
		322.42	1369323.73	4247	خطا Error

** تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری تفاوت

**Significant difference at 99% confidence level, * Significant difference at 95% confidence level, ^{ns} No significant difference

ادامه جدول ۱.

Continued table 1.

Sig	F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of squares	df	منبع تغییرات Source of variation	
0.00**	96.36	183285532.9	183285532.9	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	
0.00**	18.50	35198169.28	105594507.8	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	سطح مقطع برابر سینه (سانتی متر مربع) Basal area (cm ²)
0.00**	8.66	16477682.4	49433048.52	4	اثرهای متقابل Interaction	
			8077729097	4247	خطا Error	
0.00**	10.58	165020.83	165020.83	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	تراکم (تعداد در هکتار) Density (number per hectare)
0.04*	2.58	40309.72	120929.16	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	
0.06 ^{ns}	2.49	38849.72	116549.16	3	اثرهای متقابل Interaction	
		15590	1746080	112	خطا Error	

** تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ^{ns} عدم معنی داری تفاوت**Significant difference at 99% confidence level, * Significant difference at 95% confidence level, ^{ns} No significant difference

نتایج مربوط به مقایسه میانگین شاخص‌ها در در منطقه شاهد بیشتر از منطقه مدیریت شده بوده و رابطه با اثرهای اصلی مدیریت در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین مشخصه‌های قطر برابر سینه و سطح مقطع برابر سینه

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های کمی مربوط به اثرهای اصلی فاکتور مدیریت با استفاده از آزمون تی مستقل (میانگین \pm اشتباه معیار)

Table 2. Comparison of means of quantitative indicators related to the main effects of management factor using independent t-test (mean \pm standard error)

Sig	مدیریت Management		مشخصه Characteristic
	شاهد Control	مدیریت شده Managed	
0/00**	32.11 \pm 0.48	25.93 \pm 0.32	قطر برابر سینه (سانتی متر) DBH (cm)

** تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

**Significant difference in 99% confidence level, * Significant difference in 95% confidence level

ادامه جدول ۲.

Continued table 2.

Sig	مدیریت Management		مشخصه Characteristic
	شاهد Control	مدیریت‌شده Managed	
0/00**	1158.05±39.57	724.94±21.59	سطح مقطع برابر سینه (سانتی‌متر مربع) Basal area (cm ²)
0/00**	317.50±15.47	391.66±17.91	تراکم (تعداد در هکتار) Density (number per hectare)

** تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

**Significant difference at 99% confidence level, * Significant difference at 95% confidence level

نتایج مربوط به مقایسه میانگین شاخص‌ها در رابطه با اثرهای اصلی عامل طبقه ارتفاعی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود میانگین شاخص‌های قطر و سطح مقطع برابر سینه در طبقه ارتفاعی بالاتر از ۱۵۰۰ بیشتر از دیگر طبقات ارتفاعی بوده و میانگین تعداد درختان در طبقه ارتفاعی کمتر از ۶۰۰ متر بیشتر از دیگر طبقات ارتفاعی است.

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های کمی مربوط به اثرهای اصلی فاکتور طبقه ارتفاعی با استفاده از آزمون دانکن

Table 3. Comparison of the mean of quantitative indicators related to the main effects of elevation factor using Duncan test

طبقه ارتفاعی (متر) Elevation classes (m)				مشخصه Characteristic
بیشتر از ۱۵۰۰ More than 1500	۱۰۰۰-۱۵۰۰ 1000-1500	۶۰۰-۱۰۰۰ 600-1000	کمتر از ۶۰۰ Less than 600	
33.87 ^a ±0.62	30.86 ^b ±0.54	26.53 ^c ±0.59	24.76 ^d ±0.49	قطر برابر سینه (سانتی‌متر) DBH (cm)
1183.09 ^a ±46.04	991.51 ^b ±37.74	858.96 ^c ±51.75	704.14 ^d ±35.09	سطح مقطع برابر سینه (سانتی‌متر مربع) Basal area (cm ²)
306 ^b ±19.04	352.33 ^{ab} ±20.41	366.33 ^{ab} ±20.96	393.66 ^a ±33.934	تراکم (تعداد در هکتار) Density (number per hectare)

حروف معنی‌داری مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Different significant letters indicate a significant difference at the 95% confidence level

مقایسه نتایج مربوط به ترکیبات سطوح مختلف دو فاکتور مورد بررسی (اثرهای متقابل فاکتورهای دوگانه) در رابطه با دو شاخص قطر برابر سینه و سطح مقطع برابر سینه در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود میانگین هر دو شاخص قطر و سطح مقطع برابر سینه در طبقه ارتفاعی بیشتر از ۱۵۰۰ متر منطقه شاهد بیشترین مقدار خود را دارا است.

جدول ۴- مقایسه شاخص‌های کمی قطر و سطح مقطع برابر سینه در طبقات ارتفاعی دو منطقه مدیریت‌شده و شاهد با استفاده از آزمون دانکن (میانگین \pm اشتباه معیار)

Table 4. Comparison of quantitative indices of dbh and basal area at breast height classes of the two managed and control areas using Duncan's test (mean \pm standard error)

منطقه Region	طبقه ارتفاعی Elevation	قطر برابر سینه (سانتی‌متر) DBH (cm)	سطح مقطع برابر سینه (سانتی‌متر مربع) Basal area (cm ²)
مدیریت‌شده Managed	کمتر از ۶۰۰ Less than 600	20.26 ^d \pm 0.46	440.09 ^d \pm 27.03
	۶۰۰-۱۰۰۰ 600-1000	23.27 ^c \pm 0.56	567.43 ^d \pm 37.53
	۱۰۰۰-۱۵۰۰ 1000-1500	30.29 ^b \pm 0.68	912.02 ^c \pm 43.71
	بیشتر از ۱۵۰۰ More than 1500	31.88 ^b \pm 0.80	1078.19 ^{bc} \pm 59.66
شاهد Control	کمتر از ۶۰۰ Less than 600	31.34 ^b \pm 0.92	1089.78 ^{bc} \pm 73.35
	۶۰۰-۱۰۰۰ 600-1000	30.18 ^b \pm 1.07	1184.76 ^{ab} \pm 99.37
	۱۰۰۰-۱۵۰۰ 1000-1500	31.41 ^b \pm 0.83	1068.78 ^{bc} \pm 60.97
	بیشتر از ۱۵۰۰ More than 1500	36.81 ^a \pm 0.97	1338.46 ^a \pm 71.74

حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Different significant letters indicate a significant difference at the 95% confidence level

نتایج حاصل از بررسی مشخصه‌های کیفی پایه‌های - منطقه مدیریت‌شده و درصد پایه‌های شاخه‌زاد در های درختی در دو منطقه مدیریت‌شده و شاهد در جدول ۵ ارائه شده است. بین پارسل‌های مدیریت‌شده و شاهد از نظر مبدأ و کیفیت تنه درختان تفاوت معنی‌دار وجود دارد که درصد پایه‌های دانه‌زاد در منطقه شاهد بیشتر است. در رابطه با کیفیت تنه درختان نتیجه می‌شود که درصد حضور پایه‌ها با کیفیت تنه عالی در منطقه مدیریت‌شده بیشتر از منطقه شاهد است.

جدول ۵- درصد مشخصه‌های کیفی پایه‌های درختی در دو منطقه مدیریت‌شده و شاهد

Table 5. Percentage of quality characteristics of tree individuals in both managed and control areas

منطقه Region	مبدأ Origin		کیفیت تنه Tree trunk quality			
	شاخه‌زادی Coppice	دانه‌زادی Seedling	خوب Good	متوسط Moderate	ضعیف Fragile	مربع کای Chi ²
مدیریت‌شده Managed	7.7	92.3	54.1	19.8	1.8	0.01**
شاهد Control	10.5	89.5	55	22	2.4	

** تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

**Significant difference at 99% confidence level

نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به تجزیه واریانس دو طرفه مشخصه‌های خاک برای مناطق مدیریت‌شده و شاهد در جدول ۶ ارائه شده است. اثرهای اصلی عامل مدیریت بر هیچ‌کدام از شاخص‌های خاکی مورد بررسی تأثیر معنی‌داری ندارد. اما اثرهای اصلی عامل طبقه ارتفاعی بر روی شاخص‌های

رس، شن، اسیدیته، هدایت الکتریکی، رطوبت گل اشباع و وزن مخصوص ظاهری تأثیر معنی‌دار دارد. همچنین اثرهای متقابل عامل‌های مورد بررسی بر شاخص‌های رس، هدایت الکتریکی و رطوبت گل اشباع تأثیر معنی‌دار دارد.

جدول ۶- تجزیه واریانس تغییرات مشخصه‌های خاک تحت عوامل مدیریت و ارتفاع از سطح دریا

Table 6. Analysis of variance of changes in soil characteristics under management and elevation factors

Sig	F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of squares	df	منبع تغییرات Source of variation	
0.81 ^{ns}	0.05	1.76	1.76	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	
0/00**	8.97	272.07	816.23	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	رس (درصد) Clay (%)
0.01*	4.03	122.23	366.7	3	اثرهای متقابل Interaction	
		30.32	970.49	32	خطا Error	
0.46 ^{ns}	0.54	25.60	25.60	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	
0.18 ^{ns}	1.72	80.60	241.80	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	سیلت (درصد) Silt (%)
0.45 ^{ns}	0.89	41.73	125.21	3	اثرهای متقابل Interaction	
		46.66	1493.31	32	خطا Error	
0.49 ^{ns}	0.48	23.10	23.10	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	
0.00**	7.71	364.82	1049.48	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	شن (درصد) Sand (%)
0.18 ^{ns}	1.69	80.35	241.05	3	اثرهای متقابل Interaction	
		47.30	1513.66	32	خطا Error	

** تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد،^{ns} عدم معنی‌داری تفاوت

**Significant difference at 99% confidence level, * Significant difference at 95% confidence level, ^{ns} No significant difference

ادامه جدول ۶.

Continued table 6.

Sig	F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of squares	df	منبع تغییرات Source of variation	
0.77 ^{ns}	0.080	0.009	0.009	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	
0.00 ^{**}	10.06	1.06	3.20	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	اسیدیته pH
0.64 ^{ns}	0.56	0.06	0.17	3	اثرهای متقابل Interaction	
		0.10	3.40	32	خطا Error	
0.31 ^{ns}	1.04	0.017	0.017	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)
0.00 ^{**}	17.26	0.27	0.83	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	
0.01 [*]	8.54	0.13	0.41	3	اثرهای متقابل Interaction	
		0.016	0.51	32	خطا Error	
0.20 ^{ns}	1.68	90	90	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	رطوبت گل اشباع (درصد) SP (%)
0.00 ^{**}	5.59	298.20	894.60	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	
0.00 ^{**}	5.11	273	819	3	اثرهای متقابل Interaction	
		53.33	1706.80	32	خطا Error	
0.55 ^{ns}	0.35	0.018	0.018	1	اثر اصلی مدیریت Main effect of management	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) BD (g/cm ³)
0.01 [*]	4.29	0.21	0.64	3	اثر اصلی طبقه ارتفاعی Main effect of elevation	
0.65 ^{ns}	0.54	0.02	0.08	3	اثرهای متقابل Interaction	
		0.05	1.60	32	خطا Error	

** تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری تفاوت**Significant difference at 99% confidence level, * Significant difference at 95% confidence level, ^{ns} No significant difference

نتایج مقایسه میانگین شاخص‌ها مربوط به اثرهای اصلی طبقه ارتفاعی در جدول ۷ ارائه شده است. با توجه به جدول ۷ مشاهده می‌شود که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از مقدار شن کاسته و بر مقدار رس افزوده می‌شود. شاخص‌های اسیدیته، هدایت الکتریکی و رطوبت گل اشباع در طبقات میانی بیشترین مقدار را دارا هستند. همچنین شاخص وزن مخصوص ظاهری با افزایش ارتفاع کاسته می‌شود.

جدول ۷- مقایسه میانگین مشخصه‌های خاک مربوط به اثرهای اصلی طبقه ارتفاعی با استفاده از آزمون دانکن

Table 7. Comparison of the mean of soil characteristics related to the main effects of elevation using Duncan test

بیشتر از ۱۵۰۰ More than 1500	۱۵۰۰-۱۰۰۰ 1000-1500	۱۰۰۰-۶۰۰ 600-1000	کمتر از ۶۰۰ Less than 600	مشخصه Characteristic
19.36 ^a ±0.91	22.72 ^a ±3.21	12.72 ^b ±1.38	11.96 ^b ±1.34	رس (درصد) Clay (%)
49.80 ^b ±1.79	43.04 ^c ±1.96	57.36 ^a ±2.40	53.08 ^{ab} ±2.62	شن (درصد) Sand (%)
5.83 ^b ±0.07	6.48 ^a ±0.13	5.75 ^b ±0.07	5.99 ^b ±0.10	اسیدیته pH
0.47 ^b ±0.05	0.82 ^a ±0.07	0.48 ^b ±0.03	0.52 ^b ±0.03	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)
63.50 ^c ±3.06	70/70 ^{ab} ±3.04	76.20 ^a ±2.71	66.80 ^{bc} ±1.74	رطوبت گل اشباع (درصد) SP (%)
1.75 ^{ab} ±0.08	1.58 ^b ±0.05	1.57 ^b ±0.03	1.88 ^a ±0.08	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) BD (g/cm ³)

حروف معنی‌داری مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Different significant letters indicate a significant difference at 95% confidence level

در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به شکل ۲ تمایل بردارهای قطربرابرسینه، دانه‌زادی پایه‌ها و کیفیت تنه ضعیف و متوسط به سمت طبقه ارتفاعی بیشتر از ۱۵۰۰ متر منطقه شاهد و تمایل بردارهای شن، وزن مخصوص ظاهری، کیفیت تنه خوب، کیفیت تنه عالی، رطوبت گل اشباع، تراکم و درصد شاخه‌زادی به سمت طبقات ارتفاعی کمتر از ۶۰۰ و ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مناطق مدیریت‌شده و شاهد تمایل دارند. همچنین تمایل بردار شاخص‌های درصد رس، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک به سمت طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ منطقه شاهد تمایل دارد.

مقایسه نتایج مربوط به ترکیبات مربوط به سطوح مختلف دو فاکتور مورد بررسی (اثرهای متقابل فاکتورهای دوگانه) در جدول ۸ ارائه شده است. با توجه به جدول ۸ میانگین شاخص رس و هدایت الکتریکی بیشترین مقدار خود را در طبقه ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ منطقه شاهد دارا هستند. همچنین بیشترین مقدار رطوبت گل اشباع در طبقه ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۵۰۰ منطقه شاهد وجود دارد.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای بررسی مهم‌ترین شاخص‌های موردبررسی تغییر یافته بین دو منطقه مدیریت‌شده و شاهد در اثر مدیریت تک‌گزینی

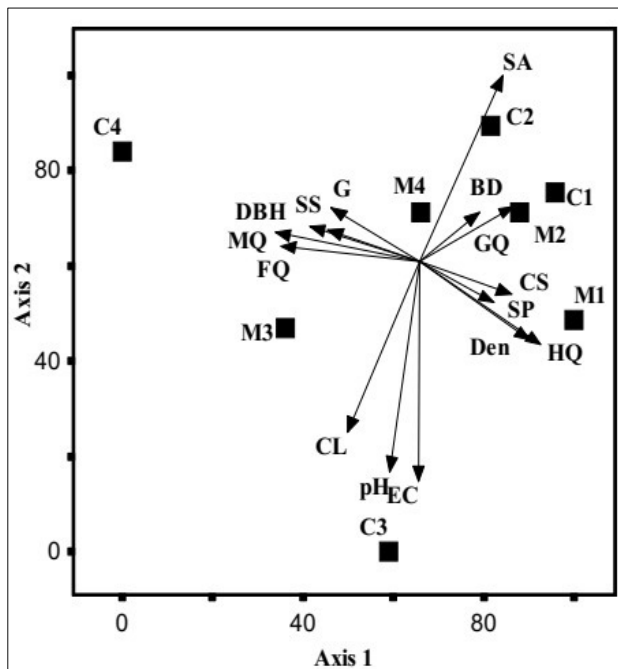
جدول ۸- مقایسه شاخص های کمی رس، هدایت الکتریکی و رطوبت گل اشباع در طبقات ارتفاعی دو منطقه مدیریت شده و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

Table 8. Comparison of clay, EC and SP indices in the elevation classes of the two managed and control areas (mean \pm standard error)

منطقه	طبقه ارتفاعی	رس (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	رطوبت گل اشباع (درصد)
Region	Elevation class	Clay (%)	EC (ds/m)	SP (%)
مدیریت شده Managed	کمتر از ۶۰۰ Less than 600	13.60 ^{bc} \pm 2.37	0.56 ^{bc} \pm 0.04	67.40 ^{bc} \pm 2.58
	۶۰۰-۱۰۰۰ 600-1000	14.96 ^{bc} \pm 2.24	0.48 ^{bc} \pm 0.04	70 ^{bc} \pm 3.25
	۱۰۰۰-۱۵۰۰ 1000-1500	17.36 ^{bc} \pm 3.45	0.63 ^b \pm 0.04	65.40 ^{cd} \pm 1.80
	بیشتر از ۱۵۰۰ More than 1500	20 ^b \pm 1.28	0.53 ^{bc} \pm 0.07	68.40 ^{bc} \pm 2.61
شاهد Control	کمتر از ۶۰۰ Less than 600	10.32 ^c \pm 1.07	0.47 ^{bc} \pm 0.06	66.20 ^{bc} \pm 2.63
	۶۰۰-۱۰۰۰ 600-1000	10.48 ^c \pm 1.02	0.48 ^{bc} \pm 0.05	82.40 ^a \pm 1.83
	۱۰۰۰-۱۵۰۰ 1000-1500	28.08 ^a \pm 4.49	1.01 ^a \pm 0.04	76 ^b \pm 4.92
	بیشتر از ۱۵۰۰ More than 1500	18.72 ^b \pm 1.37	0.40 ^c \pm 0.07	58.60 ^d \pm 4.79

حروف معنی داری مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Different significant letters indicate a significant difference in the 95% confidence level



M1 و C1 (کمتر از ۶۰۰ متر منطقه مدیریت شده (M) و شاهد (C))، M2 و C2 (600-1000 متر منطقه مدیریت شده (M) و شاهد (C))، M3 و C3 (1000-1500 متر منطقه مدیریت شده (M) و شاهد (C))، M4 و C4 (بیشتر از ۱۵۰۰ متر منطقه مدیریت شده (M) و شاهد (C))، DBH (قطر برابر سینه)، G (سطح مقطع)، Den (تراکم)، SS (دانه زادی)، CS (شاخه زادی)، HQ (کیفیت عالی)، GQ (کیفیت خوب)، MQ (کیفیت متوسط)، FQ (کیفیت ضعیف)، CL (رس)، SA (شن)، Ph (اسیدیته)، EC (هدایت الکتریکی)، SP (رطوبت گل اشباع) و BD (وزن مخصوص ظاهری).

M1 and C1 (Less than 600 meter in managed region (M) and control (C)), M2 and C2 (600-1000 in managed region (M) and control (C)), M3 and C3 (1000-1500 in managed region (M) and control (C)), M4 and C5 (More than 1500 meter in managed region (M) and control (C)), DBH (diameter at breast hieght), G (basal area at breast height), Den (density), SS (seedling shoots), CS (coppice shoots), HQ (high quality), GQ (good quality), MQ (medium quality), FQ (fragile quality), CL (clay), SA (sand), Ph (acidity), EC (Electrical conductivity), SP (saturation percentage) and BD (bulk density).

شکل ۲- تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) شاخص های مورد بررسی بین دو منطقه مدیریت شده و شاهد

Figure 2. Principal component analyses of studied characteristics between the two managed and control areas

بحث

است. Radaei et al. (2021) با بررسی اثرهای مدیریت تک‌گزینی بر زیست‌توده درختان توده‌های انجیلی-ممرز در سه شدت برداشت و مقایسه آن با توده‌های شاهد، شدت برداشت متوسط را به‌عنوان شدت برداشت مناسب، عنوان کرده‌اند.

در رابطه با عامل ارتفاع از سطح دریا مشاهده شد که این عامل بر هر سه شاخص کمی قطر، سطح مقطع برابر سینه و همچنین تراکم درختان تأثیر معنی‌دار داشته و میانگین دو شاخص قطر و سطح مقطع برابر سینه در طبقه ارتفاعی بالاتر از ۱۵۰۰، بیشتر از طبقات پایین‌تر است. میانگین تعداد در هکتار درختان (تراکم) در طبقه ارتفاعی کمتر از ۶۰۰ متر بیشتر از دیگر طبقات است. افزایش میانگین قطر برابر سینه و سطح مقطع برابر سینه درختان در طبقه ارتفاعی بالاتر از ۱۵۰۰ متر را می‌توان به تغییرات شرایط اکولوژیک در طول گرادیان ارتفاعی به‌خصوص تغییرات اقلیمی دما و بارش و به‌دنبال آن تغییرات گونه و ساختار جنگل-های هیرکانی نسبت داد. Ghanbari Motlagh et al. (2020) در بررسی با عنوان برآورد زی‌توده روزمینی جنگل در سه منطقه از جنگل‌های هیرکانی (غرب (اسالم)، مرکز (سردآبرود) و شرق (کردکوی) بیان کردند که مقادیر زی‌توده درختان در طبقات ارتفاعی میان‌بند و بالابند هر سه منطقه دارای تفاوت زیادی بوده و بیشترین مقدار آن در منطقه اسالم و در دامنه ارتفاعی بالابند دیده شد.

بررسی شاخص‌های کیفی نشان داد که بین دو منطقه مدیریت‌شده و شاهد از نظر مبدأ و کیفیت تنه درختان تفاوت معنی‌دار وجود دارد و درصد پایه‌های دانه‌زاد در منطقه مدیریت‌شده بیشتر از منطقه شاهد بوده و بالعکس درصد پایه‌های شاخه‌زاد در منطقه شاهد بیشتر است. این امر نیز ناشی از وجود برش‌های مدیریت تک‌گزینی است که در طول ۲۰ سال منجر به

در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از جنگل‌های شفارود بخش‌هایی از جنگل به‌صورت دست‌نخورده باقی‌مانده و از این مناطق که به‌عنوان مناطق شاهد در پارسل‌ها حضور دارند، می‌توان برای بررسی تغییرات جنگل-های مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی، استفاده کرد. نتایج این پژوهش در رابطه با مشخصه‌های کمی نشان داد که مدیریت جنگل به شیوه تک‌گزینی بر هر سه شاخص قطر، سطح مقطع برابر سینه و همچنین تراکم درختان اثر معنی‌دار داشته است. در این رابطه نتایج نشان داد، میانگین هر دو شاخص قطر و سطح مقطع برابر سینه در منطقه شاهد بیشتر از منطقه مدیریت‌شده بوده و تراکم پایه‌ها در منطقه مدیریت‌شده بیشتر از منطقه شاهد است. در این مورد می‌توان چنین بیان کرد که در منطقه شاهد به‌دلیل عدم برش پایه‌های رسیده به قطرهای بالاتر، میانگین قطر برابر سینه افزایش پیدا کرده است. چنانچه در منطقه مدیریت‌شده به‌دلیل قطع درختان (هرچند به شیوه تک‌گزینی) میانگین قطر برابر سینه کاهش پیدا کرده است؛ از طرفی این برش‌ها شرایط برای زادآوری طبیعی را فراهم کرده و تعداد در هکتار درختان در منطقه مدیریت‌شده افزایش پیدا کرده است. زادآوری طبیعی از اصول اولیه مدیریت جنگل به شیوه تک‌گزینی است، این اطلاعات بیان می‌کند که در منطقه مدیریت‌شده جنگل‌های شفارود به روش تک‌گزینی، برش‌ها توانسته‌اند تضمین‌کننده استقرار زادآوری‌ها در جنگل باشند. Thu Moe and Owari (2020) با بررسی اثرهای مدیریت جنگل به روش تک‌گزینی بر شاخص‌های پایداری در جنگل‌های چین اظهار داشتند که ۵۰ سال مدیریت جنگل به روش تک‌گزینی در بهبود شاخص‌های پایداری توده مانند J شکل بودن منحنی پراکنش درختان، افزایش میانگین قطر درختان و افزایش زادآوری جنگل تأثیرگذار بوده

حفظ کرده و چرخه عناصر غذایی روال عادی خود را دارد. در نتیجه مواد آلی خاک مقدار مناسبی داشته و همین امر سبب اسفنجی تر شدن خاک و فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها شده و تجزیه ذرات شن به رس را سبب می‌شوند.

شاخص‌های اسیدیته، هدایت الکتریکی و رطوبت گل اشباع در طبقات میانی بیشترین مقدار را دارا هستند. رطوبت زیاد خاک در این طبقات زمینه فعالیت هرچه بیشتر جانوران خاکزی را فراهم می‌کند. این عامل‌ها نیز به نوبه خود سبب افزایش اسیدیته، آزادسازی یون‌های معدنی، افزایش غلظت املاح محلول و در نتیجه، افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شوند (Schoenholtz et al., 2000) و همچنین شاخص وزن مخصوص ظاهری در طبقات ارتفاعی کمتر از ۶۰۰ متر و همچنین بیشتر از ۱۵۰۰ متر بیشترین مقدار را دارا است. افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک در نتیجه عامل‌هایی مانند تردد بیشتر و ورود بیشتر انسان و دام به منطقه و کوبیدگی خاک اتفاق می‌افتد (Parsakhoo et al., 2017; Habashi, 2015) که این عامل‌ها در ارتفاعات پایین و بالای جنگل‌های هیرکانی به دلیل دسترسی بیشتر افراد بومی در ارتفاعات جلگه‌ای و همچنین دسترسی بیشتر در ارتفاعات بیلاقی و بالا نسبت به طبقات میانی، بیشتر به چشم می‌خورد.

نتایج نشان داد اثرهای متقابل عامل‌های مدیریت و طبقه ارتفاعی بر شاخص‌های رس، هدایت الکتریکی و رطوبت گل اشباع تأثیر معنی‌داری دارد. در رابطه با شاخص رس مشاهده شد که در هر دو منطقه با کاهش ارتفاع از سطح دریا از مقدار رس کاسته می‌شود منتهی در منطقه شاهد شیب این کاهش بسیار زیاد است. به نظر می‌رسد در این منطقه به دلیل فراوانی بارش در ارتفاعات پایین فرآیند آبشویی منجر به

تقویت زادآوری طبیعی با مبدأ دانه‌زاد شده است. در رابطه با کیفیت تنه نیز نتیجه شد که درصد حضور درختان با کیفیت تنه عالی در منطقه مدیریت‌شده بیشتر بوده و درصد حضور درختان با کیفیت خوب در هر دو منطقه برابر است. همچنین مشاهده شد که درصد حضور پایه‌ها با کیفیت تنه متوسط و ضعیف در منطقه شاهد بیشتر است. این امر نشان از برش‌های تک‌گزینی مناسب و به‌جا، در منطقه مدیریت‌شده است که علاوه بر پیش‌بردن امر زادآوری طبیعی، منجر به افزایش درصد حضور پایه‌ها با مبدأ دانه‌زاد و کیفیت تنه عالی شده است. Bakhshandeh Navrood et al. (2014) با بررسی اثرهای میان‌مدت اجرای سه شیوه جنگل‌شناسی بر پراکنش قطری توده‌های جنگلی حوزه سفارود با به‌کارگیری توابع توزیع احتمال بیان کرده‌اند که در پارسی که در آن‌ها برش‌های تک‌گزینی انجام شده، قطع درختان قطور سبب ایجاد فضا برای استقرار تجدیدحیات و توسعه درختان جوان شده است.

در رابطه با شاخص‌های خاک مشاهده شد که مدیریت جنگل به شیوه تک‌گزینی بر هیچ کدام از شاخص‌های مورد بررسی خاک تأثیر معنی‌داری نداشته است. اما عامل ارتفاع از سطح دریا بر تمامی شاخص‌های خاک مورد بررسی در این پژوهش تأثیر معنی‌دار دارد. به این ترتیب که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از مقدار شن کاسته و بر مقدار رس افزوده می‌شود. هرچه مقدار شن بیشتر باشد، نفوذپذیری، زهکشی و تهویه خاک بیشتر و مواد غذایی خاک کمتر خواهد بود و هرچه مقدار رس بیشتر باشد، نفوذپذیری، زهکشی و تهویه خاک کمتر و مواد غذایی خاک بیشتر خواهد بود (Paterson and Hoyle, 2011). در طبقات ارتفاعی بالا همراه با بهبود شرایط خاک و دخالت‌های کمتر نسبت به طبقات پایین‌تر طبیعتاً سیستم جنگل پویایی خود را به حالت طبیعی

زاد با کیفیت عالی. از طرفی مدیریت تک‌گزینی تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات خاک منطقه نشان نداد. با توجه به نمودار PCA نیز مشاهده می‌شود تغییرات شاخص‌های مورد بررسی بیشتر تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا (عامل محیطی) تغییر می‌کند تا روش مدیریتی. همانگونه که انتظار می‌رود روش مدیریتی تک‌گزینی، همگام با طبیعت (مناطق شاهد) پیش رفته و تغییری مبنی بر پس رفت مشخصه‌های جنگل یا ایجاد خطر برای پایداری اکوسیستم جنگل، ایجاد نکرده است. در این بررسی نیز مشاهده شد که در بخش‌های مورد بهره‌برداری جنگل‌های شفارود تغییرات بارزی که نشان‌دهنده خارج شدن اکوسیستم جنگل از روند طبیعی خود باشد، رخ نداده است.

کاهش رس در لایه سطحی خاک شده و موجب نفوذ رس به لایه‌های عمقی‌تر شده است. در رابطه با شاخص‌های رطوبت گل اشباع و هدایت الکتریکی روند تناوبی افزایش و کاهش این شاخص مابین طبقات ارتفاعی هر دو منطقه دیده شد با این تفاوت که هر دو شاخص در طبقات میانی منطقه شاهد به یک‌باره افزایش پیدا می‌کنند. به نظر می‌رسد در طبقات میانی منطقه شاهد شرایط برای افزایش مواد آلی و در نتیجه افزایش رطوبت خاک فراهم بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

در حالت کلی مشاهده شد که در رابطه با مدیریت تک‌گزینی برخی خصوصیات جنگل تغییر کرده ولی این تغییرات به‌سوی بهتر شدن شرایط جنگل پیش‌رفته است، مانند افزایش میانگین قطر و سطح مقطع برابر سینه، افزایش زادآوری و افزایش درصد پایه‌های دانه-

References

- Bakhshandeh Navrood, B.; Soosani, J.; Khosravi, S.; Barzkoohi, H.; Naseri Khalkhali, M., Effects of three different silvicultural systems on diameter distribution in Shafaroud forest stands of Iran. *Forest Sustainable Development* **2014**, *1* (2), 119-136.
- Bakhshandeh Navrood, B.; Soosani, J.; Khosravi, S.; Barzkoohi, H.; Naseri Khalkhali, M., Effects of three different silvicultural systems on diameter distribution in Shafaroud forest stands of Iran. *Forest Sustainable Development* **2014**, *1* (2), 119-136.
- Ghanbari Motlagh, M.; Babaie Kafaky, S.; Mattaji, A.; Akhavan, R., Estimation of forest above ground biomass in Hyrcanian forests using satellite imagery. *Journal of Environmental Science and Technology* **2020**, *22* (5), 1-13.
- Goleij, A.; Jalilvand, H.; Pourmajidian, M.; Tabari, M.; Mohammadi, S. K., A Quantitative Investigation of Natural Regeneration in the Gaps Derived from the First Selective Cutting in Meskeli Buxus hyrcana Stand. *Water and soil science (journal of science and technology agriculture and natural resources)* **2007**, *11* (41), 465-472.
- Habashi, H., Microbial respiration and microbial biomass C relationship with soil organic matter in different types of mixed beech forest. *Forest Research and Development* **2015**, *1* (2), 135-144. (In Persian)
- Heidari Safari Kouchi, A.; Iranmanesh, Y.; Shahraji, T. R., Above-ground and soil carbon sequestration of white poplar (*Populus alba* L.) species in four different planting spaces in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2016**, *24* (2), 200-213. (In Persian)
- Hynynen, J.; Eerikäinen, K.; Mäkinen, H.; Valkonen, S., Growth response to cuttings in Norway spruce stands under even-aged and uneven-aged management. *Forest Ecology and Management* **2019**, *437*, 314-323.
- Jafari Haghighi, M., Analytical methods of soil and the important physical and chemical sampling and analysis, with emphasis on theory and application. Nedazehi Press, 2003. 236p (In Persian).
- Khanalizadeh, A.; Rad, J. E.; Amiri, G. Z.; Zare, H.; Rammer, W.; Lexer, M. J., Assessing selected microhabitat types on

- living trees in Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) dominated forests in Iran. *Annals of Forest Science* **2020**, 77 (3), 1-13.
- Marvi Mohajer, M. R., silviculture. Tehran university press; 2006, p 384. Tavankar, F.; Mahmoudi, J.; Iranparast, B. A., The effect of single selection method on tree species diversity in the Northern forests of Iran (Case study: Asalem-Nav, Guilan province). *Quarterly journal of sciences and techniques in natural resources* **2011**, 6 (1), 27-40.
- Marvie Mohadjer, M.R., Silviculture. Tehran University Press; Tehran, 2005, 387p (In Persian).
- Moslehi, M.; Habashi, H.; Ahmadi, A.; Zoghi, Z., Influence of Single-Tree Selection System on Soil Total Nitrogen and its Seasonal Changes under the Mixed Stand of Beech-Hornbeam (Case study: Shast-Kalateh forest, Gorgan). *Journal of Wood and Forest Science and Technology* **2020**, 27 (2), 1-13.
- Parsakhoo, A., Mostafa, M. and Pourmalekshah, A.A.M.A., The effects of slash and sawdust on reducing soil compaction on skid trails. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2017**, 25 (1): 172-183 (In Persian).
- Paterson, J. and Hoyle, F., Soil organic carbon: a Western Australian perspective. Department of Agriculture and Food, Western Australia, 2011, 20p.
- Radaei, M.; Habashi, H.; Rahmani, R.; Shataee, Sh.; Sohrabi, H., The Effect of harvesting intensity in single-tree selection on biomass of hornbeam - Persian ironwood stand. *Forest Research and Development* **2021**, 7 (3), 359-373. (In Persian)
- Rhoades, J.D., Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids: 417-435. In: Sparks, D.L., (Ed.). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, WI Press, Madison, 1996, 435p.
- Saeedi, Z.; Azadfar, D.; Tohidfar, M.; Saghebtalebi, K., Drought effect on the diversity of *Fagus orientalis* L. populations using microsatellite molecular markers and peroxidase isoenzyme. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research* **2021**, 28 (2), 191-202.
- Sangdehi, S.; Moslemi, S.; Tafazoli, M., Comparing the forest quantitative and qualitative characteristics following a period of forestry plan implementation (case study: Watershed 65, Jojadeh zone of Farim Company, Mazandaran province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2017**, 24 (4), 713-723.
- Schoenholtz, S. H.; Van Miegroet, H.; Burger, J., A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest ecology and management* **2000**, 138 (1-3), 335-356.
- Thu Moe, K., and Owari, T., Sustainability of High-Value Timber Species in Mixed Conifer-Broadleaf Forest Managed under Selection System in Northern Japan, *Forests*, **2020**, 11: 484.
- Waez, Musavi. S.; Habashi, H.; Sageb, T. K.; Rahmani, R., Effect of single-tree selection system on regeneration in a mixed beech forest (Case study: Dr. Bahramnia forestry management plan). *Journal of Wood & Forest Science and Technology* **2016**, 22 (4), 125-146.
- Yoshida, T.; Noguchi, M.; Akibayashi, Y.; Noda, M.; Kadomatsu, M.; Sasa, K., Twenty years of community dynamics in a mixed conifer broad-leaved forest under a selection system in northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research* **2006**, 36 (6), 1363-1375.

The effect of single-tree selection method on some quantitative and qualitative characteristics and soil of Shafarood forests

B. Karamdost Marian¹, A. Alijanpour^{*2}, A. Banj Shafiei³ and S. Sasanifar⁴

1- PhD. of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (karamdoost.b@gmail.com)

2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)

3- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (a.banjshafiei@urmia.ac.ir)

4- PhD. of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (s.sasanifar@yahoo.com)

Received: 08.01.2022 Accepted: 03.02.2022

Abstract

The main purpose of this study is to evaluate the effects of single-tree selection method on some quantitative and qualitative characteristics of Shafarood forest ecosystems and compare these indicators with control forest area in that area. Data collection was performed from four series (5, 8, 17 and 18) in four elevations of less than 600, 600 to 1000, 1000 to 1500 and more than 1500 meters. In each series, one managed parcel and one control parcel were selected and, in each parcel, 15 sample plots with an area of 1000 m² were conducted. Five samples from each parcel were randomly selected and soil samples were taken. The results showed that the mean of both indices of diameter at breast height and basal area in the control area (32.11 cm, 1158.05 cm²) was higher than the managed area (25.93 cm, 724.94 cm²) and the density of trees in the management area (391/66) is more than the control area (317/50). Also, the average diameter at breast height in the altitude above 1500 is higher than the lower classes. It was observed that forest management by single selection method did not have a significant effect on any of the studied soil indices but elevation factor has a significant effect on all soil characteristics. The present study showed that conducting single-tree selection method improved quantitative and qualitative characteristics of the forest stands.

Keywords: Control, Forest management, Elevation, Single-tree selection, Soil indices.

* Corresponding author

Tel: +989143402298