

مشخصه‌های کمی و کیفی زادآوری در راشستان‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده شفارود

پژمان پرهیزکار^{۱*}، محمدحسین صادق‌زاده حلاج^۲ و مجید حسینی^۳

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (Parhizkar@rifr-ac.ir)

۲- کارشناس پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (h_sadeqzade@outlook.co)

۳- کارشناس پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (hassani@rifr-ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۶

چکیده

برای رسیدن به اهداف مدیریت پایدار جنگل، شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های هیرکانی از دهه ۱۳۷۰ به‌اجرا درآمد، ولی مشخص نیست که اجرای این شیوه چه تأثیری بر مشخصه‌های زادآوری درختان توده‌های جنگلی داشته است. برای این منظور در این پژوهش وضعیت زادآوری درختان در روشنه‌های دو راشستان مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده با هم مقایسه شدند. روشنه‌هایی با سطح بیشتر از ۱۰۰ مترمربع که بقایای درختان روشنه‌ساز در آن‌ها قابل مشاهده باشد، مورد بررسی قرار گرفتند. در هر روشنه پنج قطعه‌نمونه چهار مترمربعی (یکی در مرکز و مابقی در چهار جهت اصلی روشنه) مشخص شد. تمامی نهال‌ها و نونهال‌های داخل قطعه‌های نمونه شمارش و مشخصه‌های کمی و کیفی نهال‌های راش مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. غنای گونه‌های درختی، فراوانی تمامی گونه‌ها محاسبه شد. به‌جز تراکم و غنای گونه‌های درختی، میانگین دیگر مشخصه‌های کمی نهال‌ها (قطر یقه، طول نهال، عرض تاج، طول نوشاخه بهاره و طول بالاترین میان‌گره) به‌طور چشمگیری ($P < 0/05$) در قطعه مدیریت‌نشده بیشتر از مدیریت‌شده بود. درحالی که بیشترین فراوانی نهال‌های سالم و میان‌رو (دارای تنه واحد) در قطعه مدیریت‌شده مشاهده شد ($P < 0/05$). غنای گونه‌ای در هر دو منطقه مقدار پایینی را نشان داد. با توجه به اینکه یکی از اهداف مدیریت پایدار جنگل، افزایش تنوع درختان و سازگاری با اکوسیستم است، لازم است به ارتقا تنوع و غنای گونه‌های درختی در برنامه‌های مدیریتی آتی مناطق مورد بررسی توجه شود.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، روشنه پوشش تاجی، سلامتی نهال، غنای گونه‌ای

مقدمه

توسط بشر می‌تواند شرایط بهتری را برای رشد نهال‌ها ایجاد کند (Wang and Liu, 2011).

تصمیم‌گیری در مورد روش‌های مختلف مدیریت جنگل‌ها در راستای پایداری اکولوژیکی و حفظ تنوع زیستی بسیار پیچیده است. اجرای عملیات پرورشی مانند روشن کردن و نظارت مستمر در جنگل به حفاظت از درختان جنگلی کمک می‌کند (Gharehaghaji et al., 2019). با این حال، راهبردهای مدیریت بهینه باید همیشه مبتنی بر بررسی و ارزیابی عمیق شرایط توده جنگلی باشد. در این خصوص نتایج این پژوهش اطلاعات مفیدی را در اختیار قرار خواهد داد.

پژوهش‌های متعددی بر تأثیر زادآوری درختان بر ساختار کلی جنگل تأکید کرده‌اند (Feldmann et al., 2018). برخی بررسی‌ها نشان داد که ارتفاع نهال‌های راش شرقی در زیر سایه‌بان بسته به‌طور قابل توجهی بیشتر از داخل روشن‌ها بود (Nasiri et al., 2018) و فراوانی نهال‌های راش همبستگی منفی معنی‌داری با اندازه روشن‌ها در هر دو نوع طبیعی و ساخت بشر داشت (Mohammadi et al., 2020). در برخی پژوهش‌ها، اندازه روشن‌ها به‌عنوان یک عامل مؤثر در ایجاد زادآوری راش معرفی شده است (Feldmann et al., 2018). برخی نشان دادند که غنا و ترکیب گروه‌های زادآوری در سطوح مختلف آشفستگی متفاوت است (Raymond et al., 2018). (Amanzadeh et al., 2019) با مقایسه روشن‌های طبیعی و انسان‌ساز در جنگل‌های ناو اسالم نشان دادند که اندازه روشن‌ها تنها در فراوانی نهال‌ها مشاهده شد. بررسی دیگری در راشستان‌های حوضه آبخیز ۶۹ نشان داد که یکی از مهم‌ترین عوامل در استقرار و رشد زادآوری در داخل روشن‌های طبیعی و انسان‌ساز، ارتفاع از سطح دریا است (Faraji et al., 2020). بیشتر بررسی‌های یادشده بر روی ویژگی‌های کمی زادآوری متمرکز بوده و مشخصه‌های کیفی

به‌طور طبیعی در تمام جنگل‌ها عواملی مانند آتش‌سوزی، حشرات، بیماری‌ها، باد و برف، آشفستگی‌هایی را در پوشش تاجی ایجاد می‌کنند که به آن‌ها "روشنه پوشش تاجی" گفته می‌شود (Kern et al., 2017). روشن‌ها ریزاقلم‌های متفاوت ایجاد کرده و بر جانشینی جنگل کمک می‌کنند (Torimaru et al., 2012). در جنگل‌های تحت مدیریت، عامل اصلی ایجاد روشن‌ها برداشت تک‌درخت یا گروهی از درختان است که با اهداف متفاوتی مانند زادآوری یک گونه خاص ایجاد می‌شود. در این خصوص مدیران به‌صورت آگاهانه اندازه روشن‌ها را به نفع گونه مورد نظر تغییر می‌دهند (Leak et al., 2014)، که ممکن است نتایج با پیش‌بینی‌های نظری سازگار نباشند (Forrester et al., 2014).

از دهه ۱۳۷۰ شیوه تک‌گزینی برای برداشت از راشستان‌های شمال کشور برگزیده شد. زیرا تصور می‌شد که با استفاده از این روش، رژیم اغتشاش طبیعی غالب که جنگل‌های راش شرقی را حفظ می‌کند، تقلید شده و به‌نوعی مدیریت پایدار جنگل است (Amiri et al., 2015). در سال ۱۳۹۵ برای حفاظت از جنگل‌های هیرکانی، برداشت از این جنگل‌ها برای یک دوره ده-ساله ممنوع شد. اگر شیوه تک‌گزینی اختلافات قابل توجهی را در مشخصه‌های کمی و کیفی زادآوری درختان ایجاد کند، ممکن است ساختار و پویایی این جنگل‌های راش را به‌خطر بیندازد. در این صورت از رویکرد عدم برداشت از این جنگل‌ها حمایت می‌شود. پژوهشی نشان داد که مدیریت مبتنی بر تقلید از اغتشاشات طبیعی موجب حفظ، پایداری و ارتقا تنوع گونه‌ای می‌شود (Harvey et al., 2002). برخی بررسی‌ها نیز نشان داده‌اند که روشن‌های ایجادشده

زادآوری کمتر مورد بررسی قرار گرفت. Parhizkar et al. (2011) نشان دادند که فراوانی نهال‌های سالم راش شرقی با شدت نسبی نور ۵ تا ۱۵ درصد افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد.

در این پژوهش، ویژگی‌های کمی و کیفی زادآوری درختان در یک راشستان مدیریت‌شده، که در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ برداشت شده، با یک راشستان مدیریت‌نشده در جنگل‌های شفارود مقایسه شد تا تفاوت‌های احتمالی مشخص و بررسی شوند. سوالات پژوهش عبارت بودند از ۱- اندازه شکاف چه اثرهایی بر ویژگی‌های جنگل‌شناسی نهال‌های راش در توده‌های جنگلی مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده دارد؟ ۲- ویژگی‌های جنگل‌شناسی نهال راش در یک جنگل مدیریت‌شده و یک جنگل مدیریت‌نشده چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

این پژوهش در محدوده راشستان‌های سری نه رزه از حوضه نه جنگل‌های شفارود انجام شد. این جنگل‌ها بین عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی واقع شده است. متوسط حرارت سالیانه منطقه ۸/۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالیانه آن حدود ۱۲۸۰ میلی‌متر و دارای فصل خشک بسیار کوتاه است. خاک منطقه قهوه‌ای اسیدی (pH=۵/۲) است. قطعه‌های شماره ۹۳۴ (قطعه شاهد) به مساحت ۹۸ هکتار و ۹۲۳ (قطعه مدیریت‌شده) با مساحت ۹۷ هکتار برای بررسی زادآوری داخل روضه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. متوسط ارتفاع قطعه شاهد ۱۳۰۰ متر از سطح دریا است که بهره‌برداری و یا دخالت جنگل‌شناسی در آن انجام نشده است. متوسط ارتفاع قطعه مدیریت‌شده ۱۲۰۰ متر

از سطح دریا بوده و در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ مورد بهره‌برداری (برش تک‌گزینی) قرار گرفت (Anonymous, 2010).

روش بررسی

در قطعات مورد بررسی، تمامی روضه‌های با سطح بیشتر از ۱۰۰ مترمربع که در اثر مرگ و میر و یا برداشت یک یا چند درخت ایجاد شده بودند، شناسایی و توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شدند. مساحت هر روضه با استفاده از تابع بیضی محاسبه شد (Weber et al., 2014). در صورتی که قطر زادآوری درختان در داخل روضه‌ای بیشتر از هفت و نیم سانتی‌متر و یا ارتفاع آن‌ها از دو سوم ارتفاع درختان اطراف بیشتر بود، روضه بسته در نظر گرفته و مورد بررسی قرار نگرفت (Petritan et al., 2013). بر اساس تعاریف (Schütz 1990)، روضه‌ها در چهار گروه کوچک (کمتر از ۲۰۰ مترمربع)، متوسط (بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع)، بزرگ (بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع) و خیلی بزرگ (بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع) طبقه‌بندی شدند. در هر منطقه، به‌طور تصادفی حداقل سه تکرار از هر گروه اندازه روضه انتخاب و ویژگی‌های زادآوری درختان در آن‌ها بررسی شد.

ویژگی‌های کمی و کیفی نهال‌ها در پنج قطعه نمونه (دو × دو متر) در مرکز و چهار جهت (شمال، شرق، جنوب و غرب) هر روضه، ارزیابی شد. قطعه نمونه‌ها در انتهای هر محور (شمال- جنوب و شرق- غرب) با فاصله یک متر از تنه درختان لبه روضه قرار گرفتند.

تمامی نونهال‌ها (ارتفاع کوتاه‌تر از ۱۵ سانتی‌متر) و نهال‌ها (بلندتر از ۱۵ سانتی‌متر و با قطر برابر سینه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر) در داخل قطعه‌های نمونه شمارش شدند (Parhizkar et al., 2011). غنای گونه‌های درختی و فراوانی برای هر گونه و همچنین برای تمام

Kruskal-Wallis (برای بیش از دو گروه) و Mann-Whitney U (برای دو گروه) انجام شد. تمام تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

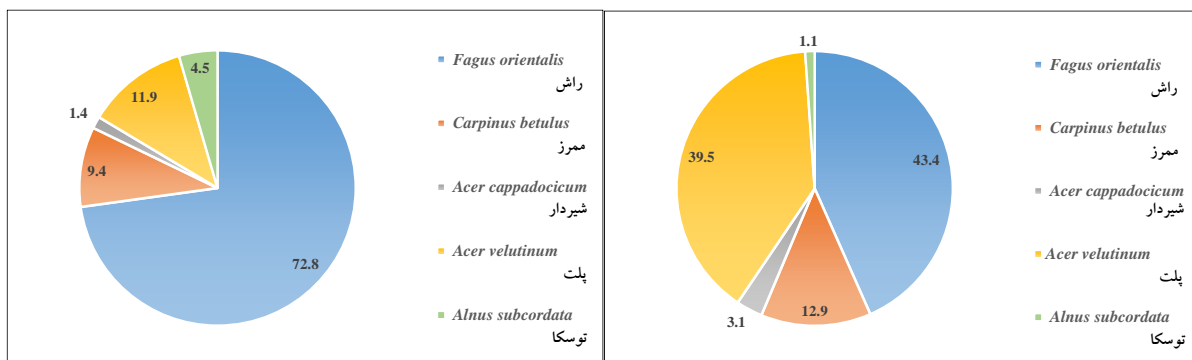
نتایج

در قطعه مدیریت شده در مجموع، ۳۸۷ نونهال (راش): ۱۶۸، پلت: ۱۵۳، ممرز: ۵۰، شیردار: ۱۲ و توسکا: ۴ اصله) و ۶۳۹ نهال (راش: ۴۶۵، پلت: ۷۶، ممرز: ۶۰، توسکا: ۲۹ و شیردار: ۹) از گونه‌های درختی شمارش شد (شکل ۱). در قطعه مدیریت نشده نیز در مجموع، ۹۰۵ نونهال (راش: ۸۹، پلت: ۷۶۱، ممرز: ۱۶، شیردار: ۳۲ و ون: ۷ اصله) و ۲۲۸ نهال (راش: ۲۰۴، پلت: ۱۸، ممرز: ۱، شیردار: ۳، ون: ۱ و بلوط: ۱) از گونه‌های درختی شمارش شد (شکل ۲). فراوانی نسبی گونه‌های درختی نورپسند نسبت به گونه‌های سایه‌پسند، در هر دو قطعه مدیریت شده و مدیریت نشده، در دوره نونهالی بیشتر بود.

گونه‌ها محاسبه شد. ارتفاع نهال‌های راش با استفاده از متر نواری (در مواردی که ارتفاع بیشتر از دو متر بود از ورتکس استفاده شد)، قطر یقه با استفاده از کولیس، عرض تاج با استفاده از متر (فاصله بین دو شاخه بزرگ جانبی)، طول شاخه بهاره روی تنه اصلی و طول بالاترین میان‌گره (فاصله بین بالاترین جوانه جانبی و جوانه انتهایی) نیز با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. مشخصه‌های کیفی شامل سلامتی (سالم = با شاخ و برگ سبز، ناسالم = بدون شاخ و برگ سبز، ساقه خشک یا چراشده، برگ پژمرده و حضور آفت یا بیماری، جوانه انتهایی ناسالم یا فاقد جوانه انتهایی)، وضعیت شاخه‌دوانی (میان‌رو، دوشاخه و جارویی (Sagheb-Talebi, 1995)) و فرم ساقه (شاقولی و غیرشاقولی) نهال‌های راش نیز مورد بررسی قرار گرفت (Parhizkar et al., 2011).

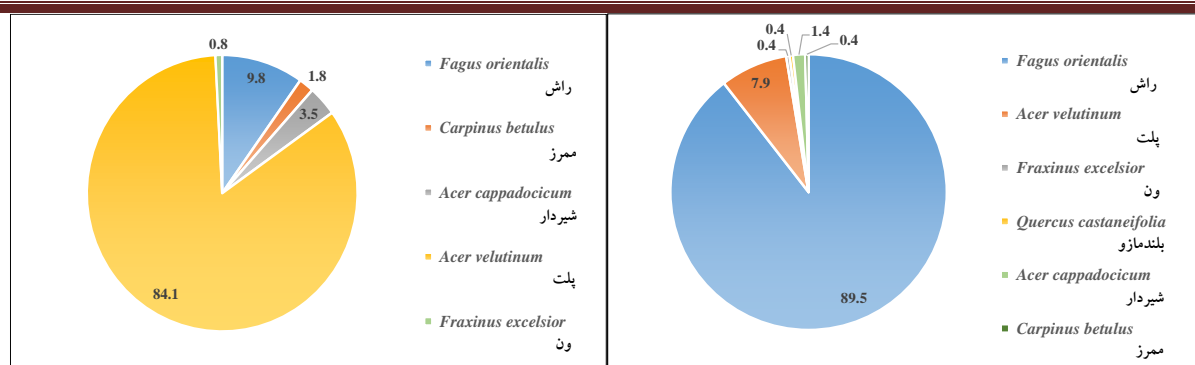
تحلیل آماری

با توجه به نرمال نبودن داده‌ها حتی پس از تبدیل، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون‌های غیرپارامتریک



شکل ۱- فراوانی نسبی نهال‌ها (راست) و نونهال‌های (چپ) گونه‌های درختی در قطعه مدیریت شده

Figure 1. The relative frequency of seedlings (right) and saplings (left) of tree species in the managed compartment



شکل ۲- فراوانی نسبی نهال‌ها (راست) و نونهال‌های (چپ) گونه‌های درختی در قطعه مدیریت‌نشده
 Figure 2. The relative frequency of seedlings (right) and saplings (left) of tree species in the unmanaged compartment

اندازه‌های مختلف روشنه از روند ثابتی پیروی نمی‌کرد. در بین مشخصه‌های کیفی، میانگین نهال‌های ناسالم راش در روشنه‌های خیلی بزرگ دارای بیشترین مقدار بود ($p < 0.05$). این درحالی است که روند ثابتی برای افزایش یا کاهش این مشخصه از روشنه‌های کوچک تا بزرگ مشاهده نشد (جدول ۱).

تأثیر اندازه شکاف بر ویژگی‌های نهال راش در منطقه مدیریت‌نشده به جز عرض تاج، تفاوت معنی‌داری بین دیگر مشخصه‌های کمی نهال‌های راش در اندازه‌های مختلف روشنه مشاهده نشد. هر چند بیشترین اندازه عرض تاج مربوط به نهال‌هایی بود که در روشنه‌های کوچک مستقر شده بودند ($p < 0.05$), ولی تغییرات این مشخصه در

جدول ۱- مقایسه مشخصه‌های نهال‌های راش در اندازه‌های مختلف روشنه در قطعه مدیریت‌نشده

Table 1. Comparison of beech saplings parameters by gap size in the unmanaged compartment

اندازه روشنه				
Gap size				
خیلی بزرگ	بزرگ	متوسط	کوچک	
Very large	Large	Medium	Small	
12.1±3.2	11.9±2.2	9.8±1.5	27.7±11.5	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)
75.1±22.8	97.2±18.4	56.9±7.0	131.8±59.2	طول نهال (سانتی‌متر) Sapling Height (cm)
11.0±3.2	17.7±3.0	11.2±1.4	11.9±2.0	طول نوشاخه بهاره (سانتی‌متر) Length of spring shoot (cm)
2.7±0.6	4.1±0.4	3.1±0.3	3.3±0.4	طول بالاترین میان‌گره (سانتی‌متر) Length of uppermost internode (cm)
32.2±9.9 ^b	46.0±5.4 ^a	26.1±3.8 ^b	121.9±51.1 ^a	عرض تاج (سانتی‌متر) Crown width (cm)
2.3±0.5	3.7±0.9	3.4±0.5	4.2±0.8	تراکم نهال راش در پلات Beech saplings density (individuals/plot)

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

Letters a and b indicate significant differences between means.

ادامه جدول ۱.

Continued table 1.

اندازه روشنه				
Gap size				
خیلی بزرگ	بزرگ	متوسط	کوچک	
Very large	Large	Medium	Small	
2.0±0.2	2.2±0.3	2.3±0.1	2.2±0.1	غنای گونه‌های درختی در پلات Richness (tree species number/plot)
14.9±2.3	11.1±2.4	29.8±8.6	13.4±1.9	تراکم کل نهال‌ها در پلات All saplings density (individuals/plot)
0.2±0.1 ^b	0.8±0.1 ^a	0.60±0.09 ^a	0.68±0.09 ^a	سلامتی Healthiness
0.8±0.09	0.8±0.06	0.7±0.07	0.64±0.1	شکل ساقه Stem form
2.5±0.1	1.7±0.2	1.8±0.1	2.0±0.2	شاخه‌دوانی Mode of branching

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

Letters a and b indicate significant differences between means

تأثیر اندازه روشنه بر ویژگی‌های نهال راش در منطقه مدیریت شده

در منطقه مدیریت شده اختلافات معنی‌دار بیشتری بین مشخصه‌ها در اندازه‌های مختلف روشنه مشاهده شد. قطر یقه، طول نهال ($p < 0.05$)، اندازه نوشاخه بهاره ($p < 0.05$)، طول بالاترین میان‌گره و عرض تاج نهال‌های راش مورد بررسی با افزایش اندازه روشنه روند افزایشی را نشان داد. تراکم نهال‌های راش ($p < 0.05$)، غنای گونه‌های درختی و همچنین تراکم کل نهال‌ها ($p < 0.05$) روند برعکسی را نشان دادند و با افزایش اندازه روشنه مقادیر این میانگین‌ها کاهش یافت. سلامتی و وضعیت شاقولی بودن نهال‌ها در اندازه‌های مختلف روشنه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. درحالی‌که، میانگین نهال‌های میان‌رو در روشنه‌های خیلی بزرگ به نحو چشم‌گیری بیشتر از دیگر اندازه‌های روشنه بود ($p < 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه مشخصه‌های نهال‌های راش در اندازه‌های مختلف روشنه در قطعه مدیریت شده

Table 2. Comparison of beech saplings parameters by gap size in the managed compartment

اندازه روشنه				
Gap size				
خیلی بزرگ	بزرگ	متوسط	کوچک	
Very large	Large	Medium	Small	
4.9±0.5	5.0±0.4	3.9±0.2	4.2±0.3	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)
34.5±3.3a	30.8±2.6ab	28.1±1.5ab	24.0±0.8b	طول نهال (سانتی‌متر) Sapling Height (cm)
8.6±1.1a	7.2±0.9ab	6.8±0.6ab	4.7±0.4b	طول نوشاخه بهاره (سانتی‌متر) Length of spring shoot (cm)

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

Letters a and b indicate significant differences between means

ادامه‌ی ادامه‌ی جدول ۲.

Continued table 2.

اندازه روشنه				
Gap size				
خیلی بزرگ	بزرگ	متوسط	کوچک	
Very large	Large	Medium	Small	
2.2±0.1	2.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	طول بالاترین میان‌گره (سانتی‌متر) Length of uppermost internode (cm)
24.1±2.7	20.3±1.7	18.2±1.4	19.2±0.8	عرض تاج (سانتی‌متر) Crown width (cm)
3.1±1.2b	10.6±4.1ab	6.6±2.3ab	17.4±4.3a	تراکم نهال راش در پلات Beech saplings density (individuals/plot)
2.1±0.2	2.6±0.2	2.2±0.3	2.6±0.2	غنای گونه‌های درختی در پلات Richness (tree species number/plot)
7.1±2.1b	25.8±8.3a	15.4±4.3ab	33.5±8.2a	تراکم کل نهال‌ها در پلات All saplings density (individuals/plot)
0.9±0.02	0.8±0.08	0.9±0.01	0.9±0.05	سلامتی Healthiness
0.3±0.07	0.4±0.07	0.2±0.06	0.2±0.05	شکل ساقه Stem form
1.0±0.02b	1.3±0.1ab	1.2±0.08ab	1.3±0.05a	شاخه‌دوانی Mode of branching

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0/05$).

Letters a and b indicate significant differences between means

در قطعه مدیریت‌نشده، بیشترین مقدار عرض تاج در روشنه‌های کوچک اندازه‌گیری شد که با نتایج پژوهش Orman et al. (2021) در جنگل‌های آمیخته راش لهستان در یک راستا قرار دارد. ایشان نشان دادند که نهال‌های راش اروپایی در شرایط نوری بهتر، تمایل به ساخت تاج‌های کوچک‌تر دارند. مقدار شدت نور در روشنه‌های کوچک پایین است و نهال‌های راش برای دریافت نور مورد نیاز، تاج خود را بیشتر گسترش می‌دهند. اندازه روشنه اثر معنی‌داری بر دیگر مشخصه‌های کمی نهال‌های راش نشان نداد، که با نتایج Mohammadi et al. (2020) و همچنین Sefidi et al. (2011) در جنگل‌های هیرکانی در یک راستا قرار دارند. پژوهش‌های قبلی، حضور زادآوری پیش‌به‌جا را دلیل عدم تأثیر اندازه روشنه بر مشخصه‌های کمی نهال‌ها

مقایسه ویژگی‌های نهال راش بین دو منطقه مورد بررسی میانگین‌های قطر یقه، طول نهال، اندازه نوشاخه بهاره، طول بالاترین میان‌گره و همچنین عرض تاج نهال‌ها به‌طور معنی‌داری در منطقه مدیریت‌نشده بیشتر از مدیریت‌شده بود ($p < 0/05$). این درحالی است که هیچ اختلاف معنی‌داری در میانگین تراکم نهال‌های راش، غنای گونه‌های درختی و تراکم کل نهال‌ها بین دو منطقه دیده نشد. نهال‌های مورد بررسی در منطقه مدیریت‌شده به‌طور معنی‌داری سالم‌تر و میان‌روتر از نهال‌های مستقر شده در قطعه مدیریت‌نشده بودند ($p < 0/05$) ولی فراوانی نهال‌های شاقولی در قطعه مدیریت‌نشده بیشتر بود ($p < 0/05$) (جدول ۳).

بحث

بود. متأسفانه حصارکشی این قطعه در قسمت‌هایی تخریب و شرایط حضور دام روستاهای اطراف در عرصه فراهم شده بود. احتمالاً دام‌ها چریدن در عرصه‌های با تاج‌پوشش بازتر (روشنه‌های خیلی بزرگ) را بیشتر ترجیح می‌دهند.

معرفی کردند (Nagel et al., 2010). زادآوری پیش‌به‌جا قبل از تشکیل روشنه مستقر می‌شود، بنابراین اندازه روشنه و مقدار نور غالب در استقرار آن نقش مهمی ندارند (Forrester et al., 2014). فراوانی نهال‌های ناسالم راش در روشنه‌های خیلی بزرگ در قطعه مدیریت‌نشده به‌طور چشم‌گیری بیشتر از دیگر روشنه‌ها

جدول ۳- مقایسه مشخصه‌های نهال‌های راش در قطعه مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده

Table 3. Comparison of beech saplings parameters between managed and unmanaged compartments

اندازه روشنه		
Gap size		
مدیریت‌شده	مدیریت‌نشده	
Managed	Unmanaged	
4.4±0.2b	15.4±3.3a	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)
28.9±1.2b	86.2±16.4a	طول نهال (سانتی‌متر) Sapling Height (cm)
6.7±0.4b	12.3±1.1a	طول نوشاخه بهاره (سانتی‌متر) Length of spring shoot (cm)
1.9±0.09b	3.2±0.2a	طول بالاترین میان‌گره (سانتی‌متر) Length of uppermost internode (cm)
20.0±0.8b	56.2±14.7a	عرض تاج (سانتی‌متر) Crown width (cm)
9.3±1.7	3.4±0.3	تراکم نهال راش در پلات Beech saplings density (individuals/plot)
2.4±0.1	2.1±0.1	غنای گونه‌های درختی در پلات Richness (tree species number/plot)
20.5±3.4	18.8±3.1	تراکم کل نهال‌ها در پلات All saplings density (individuals/plot)
0.9±0.03a	0.5±0.05b	سلامتی Healthiness
0.2±0.03b	0.7±0.04a	شکل ساقه Stem form
1.2±0.05b	2.0±0.09a	شاخه‌دوانی Mode of branching

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

Letters a and b indicate significant differences between means

کلاردشت است. (Huth and Wagner 2006) نشان دادند که طول نهال به‌عنوان عامل تعیین‌کننده رشد، تحت تأثیر سن و اندازه روشنه قرار دارد. همسو با نتایج

در قطعه مدیریت‌شده، بیشترین مقدار طول نهال در روشنه‌های خیلی بزرگ اندازه‌گیری شد که برخلاف نتایج (Parhizkar et al. 2011) در راشستان‌های

ما، بیشترین مقدار طول نوشاخه بهاره در پژوهش Parhizkar et al. (2011) نیز در روشنه‌های خیلی بزرگ اندازه‌گیری شد. Feldmann et al. (2020) اندازه نوشاخه بهاره را به‌عنوان یک مزیت رقابتی برای نهال‌هایی معرفی کردند که قبل از تشکیل روشنه تولید شده‌اند. بیشترین تراکم نهال‌های راش و همچنین کل نهال‌ها در روشنه‌های کوچک قطعه مدیریت‌شده شمارش شدند که با نتایج دیگر بررسی‌ها (Amiri et al., 2015) در جنگل‌های راش مطابقت دارد. افزایش تراکم نهال‌ها ممکن است موقتی باشد و با گذشت زمان از بین برود. به‌عنوان مثال، زادآوری درختان ممکن است در طول زمان توسط پوشش گیاهی مزاحم مهار شود (Kern et al., 2012).

به‌جز تراکم و غنای گونه‌های درختی، مقادیر دیگر مشخصه‌های کمی نهال‌ها به‌طور چشمگیری در قطعه مدیریت‌نشده بیشتر بود. برخلاف نتایج این پژوهش، Parhizkar et al. (2022) نشان دادند که اختلاف میانگین معنی‌داری در تراکم نهال‌های راش و غنای گونه‌های درختی بین راشستان‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده شفارود وجود دارد. در پژوهش آن‌ها اختلاف معنی‌داری بین دیگر مشخصه‌های کیفی دیده نشد. هر چند دو منطقه ارتفاع تقریباً مشابهی از سطح دریا دارند ولی در دیگر مشخصه‌های ساختاری، اقلیمی و اداپتیکی توده‌های جنگلی اختلافاتی وجود دارد که تفاوت‌ها را توجیه می‌کند. بررسی پیشین نشان دادند که بیشترین جذب، بیشترین عملکرد کوانتومی (Čater and Levanič, 2019)، رطوبت نسبی بالاتر، بازده مصرف آب بالاتر و همچنین بازده استفاده از نیتروژن فتوسنتزی در جنگل‌های مدیریت‌نشده، به‌طور قابل توجهی بالاتر از جنگل‌های مدیریت‌شده مجاور بودند (Čater and Levanič, 2013). تفاوت معنی‌دار در میانگین مشخصه‌های نهال راش در قطعه‌های

مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده در پژوهش ما نیز ممکن است به‌دلیل ریزاقلیم باشد. البته اختلاف سن نهال‌های مورد بررسی در دو قطعه نیز می‌تواند دلیل مناسبی باشد. نتایج نشان داد که فراوانی نهال‌های ناسالم در قطعه مدیریت‌نشده بیشتر از قطعه مدیریت‌شده است. همان‌طور که پیشتر هم اشاره شد، حصارکشی در قطعه مدیریت‌شده در برخی مکان‌ها از بین رفته و امکان حضور دام را در عرصه فراهم آورده بود. در صورتی که، اطراف قطعه مدیریت‌شده حصارکشی کامل بود و دسترسی دام به نهال‌ها امکان‌پذیر نبود. فراوانی نهال‌های شاقولی راش در روشنه‌های قطعه مدیریت‌نشده بیشتر از مدیریت‌شده بود. پژوهش‌های قبلی نیز نشان داده‌اند که رشد غیرشاقولی (Plagiotropic) در نهال‌های راش در جنگل‌های کهن‌رست با شدت نور کمتری نسبت به جنگل‌های مدیریت‌شده آغاز می‌شود (Čater and Levanič, 2019). راهبرد افقی تغذیه نور در سایه منجر به رشد غیرشاقولی در نهال‌های راش می‌شود (Petritan et al. 2009). بررسی‌های قبلی نشان داد که راش بیشترین وضعیت غیرشاقولی را در سطح نور کم دارد (Stancioiu and O'Hara, 2006) و رشد غیرشاقولی در شدت نور نسبی کمتر از ۱۵٪ مشهود است (Čater and Levanič, 2019).

نتیجه‌گیری کلی

اختلاف معنی‌داری بین غنای زادآوری درختان در دو قطعه مورد بررسی مشاهده نشد. این درحالی است که هردوی این قطعات از غنای به‌نسبت پایینی برخوردار هستند. یکی از اهداف مدیریت پایدار جنگل، افزایش تنوع درختان و سازگاری با اکوسیستم است. نهال‌های راش می‌توانند شرایط نوری زیرآشکوب را به‌دلیل رشد چندحلقه‌ای (Polycyclic) تحمل کرده و سریع‌تر در شدت نور کم در روشنه‌ها سازگار شوند. درحالی که دیگر گونه‌ها ممکن است در این شرایط به چندین سال

غناي درختان توجه شود. اين امر موجب افزايش مقاومت توده‌هاي جنگلي در برابر عوامل نامطلوب محيطي خواهد شد.

نياز داشته باشند. تكيه بر راش، كه گونه‌اي مقاوم در برابر سايه است، ممكن است پايداري توده جنگلي آينده را به دليل شرايط آب و هوايي و اختلالات طبيعي مختل كند. در اين خصوص، لازم است هنگام نشانه‌گذاري به

tree regeneration to experimental gap creation and deer herbivory in north temperate forests. *Forest Ecology and Management* **2014**, 329, 137-147.

Gharehaghaji, M.; Kobal, S.; Reklau, R.; Minor, E. S., Management slows down invasion by non-native plants but does not prevent community change over 35 years in urban forests of the Midwestern USA. *Forest Ecology and Management* **2019**, 448, 424-431.

Harvey, B. D.; Leduc, A.; Gauthier, S.; Bergeron, Y., Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest. *Forest ecology and management* **2002**, 155 (1-3), 369-385.

Huth, F.; Wagner, S., Gap structure and establishment of Silver birch regeneration (*Betula pendula* Roth.) in Norway spruce stands (*Picea abies* L. Karst.). *Forest Ecology and Management* **2006**, 229 (1-3), 314-324.

Kern, C. C.; Reich, P. B.; Montgomery, R. A.; Strong, T. F., Do deer and shrubs override canopy gap size effects on growth and survival of yellow birch, northern red oak, eastern white pine, and eastern hemlock seedlings? *Forest Ecology and Management* **2012**, 267, 134-143.

Kern, C. C.; Burton, J. I.; Raymond, P.; D'Amato, A. W.; Keeton, W. S.; Royo, A. A.; Walters, M. B.; Webster, Ch. R.; Willis, J. L., Challenges facing gap-based silviculture and possible solutions for mesic northern forests in North America. *Forestry* **2017**, 90, 4-17.

Leak, W. B.; Yamasaki, M.; Holleran, R., Silvicultural guide for northern hardwoods in the northeast. *Gen. Tech. Rep. NRS-132. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 46 p.* **2014**, 132, 1-46.

Mohammadi, L.; Mohadjer, M. R.; Etemad, V.; Sefidi, K.; Nasiri, N., Natural regeneration within natural and man-made canopy gaps in Caspian natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest, Northern Iran. *Journal of Sustainable Forestry* **2020**, 39 (1), 61-75.

Nagel, T. A.; Svoboda, M.; Rugani, T.; Diaci, J., Gap regeneration and replacement patterns in

References

Amanzadeh, B.; Sagheb Talebi, K.; Pahrizkar, P.; Shahinroksar Ahmadi, P.; Moradi, A.; Pourbabaei, H.; Yousefpour, M., Comparison of regeneration and diversity of herbaceous species in created and natural gaps. *Forest Research and Development* **2019**, 5 (1), 153-167. (In Persian)

Amiri, M.; Rahmani, R.; Sagheb-Talebi, K., Canopy gaps characteristics and structural dynamics in a natural unmanaged oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in the north of Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2015**, 13 (3), 259-274. (In Persian)

Anonymous, Forestry Plan of District nine in Razah Region, watershed number 9 Rasht. *Natural Resources Office, Shafarood, Guilan Province, Iran*, **2010**, 450 pp. (In Persian)

Čater, M.; Levanič, T., Beech and silver fir's response along the Balkan's latitudinal gradient. *Scientific reports* **2019**, 9 (1), 1-14.

Čater, M.; Levanič, T., Response of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. in different silvicultural systems of the high Dinaric karst. *Forest ecology and management* **2013**, 289, 278-288.

Faraji, F.; Eshaghi Rad, J.; Parhizkar, P.; Manthey, M., Quantitative characteristics of regeneration in natural and harvested made canopy gaps in different elevations in oriental beech (*Fagus orientalis*) forests. *Forest Research and Development* **2020**, 6 (4), 661-678. (In Persian)

Feldmann, E.; Drößler, L.; Hauck, M.; Kucbel, S.; Pichler, V.; Leuschner, C., Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management* **2018**, 415, 38-46.

Feldmann, E.; Glatthorn, J.; Ammer, C.; Leuschner, C., Regeneration dynamics following the formation of understory gaps in a Slovakian beech virgin forest. *Forests* **2020**, 11 (5), 585.

Forrester, J. A.; Lorimer, C. G.; Dyer, J. H.; Gower, S. T.; Mladenoff, D. J., Response of

- an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology* **2010**, 208, 307–318.
- Nasiri, N.; Marvie Mohadjer, M. R.; Etemad, V.; Sefidi, K.; Mohammadi, L.; Gharehaghaji, M., Natural regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) trees in canopy gaps and under closed canopy in a forest in northern Iran. *Journal of Forestry Research* **2018**, 29 (4), 1075-1081.
- Orman, O.; Wrzesiński, P.; Dobrowolska, D.; Szewczyk, J., Regeneration growth and crown architecture of European beech and silver fir depend on gap characteristics and light gradient in the mixed montane old-growth stands. *Forest Ecology and Management* **2021**, 482, 118866.
- Parhizkar, P.; Hallaj, M. H. S.; Hassani, M., Managed vs. unmanaged *Fagus orientalis* Lipsky forests: Structure and diversity of natural regeneration in northern Iran. *Journal of Forest Science* **2022**, 68 (8), 318-328.
- Parhizkar, P.; Sagheb-Talebi, K.; Mataji, A.; Namiranian, M., Influence of gap size and development stages on the silvicultural characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2011**, 9 (1), 55-65.
- Petritan, A. M.; Nuske, R. S.; Petritan, I. C.; Tudose, N. C., Gap disturbance patterns in an old-growth sessile oak (*Quercus petraea* L.)–European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest remnant in the Carpathian Mountains, Romania. *Forest ecology and management* **2013**, 308, 67-75.
- Petrișan, A. M.; von Lüpke, B.; Petrișan, I. C., Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. *European Journal of Forest Research* **2009**, 128 (1), 61-74.
- Raymond, P.; Royo, A. A.; Prévost, M.; Dumais, D., Assessing the single-tree and small group selection cutting system as intermediate disturbance to promote regeneration and diversity in temperate mixedwood stands. *Forest ecology and management* **2018**, 430, 21-32.
- Sagheb-Talebi, K. Quantitative und qualitative Merkmale von Buchenjüngwüchsen (*Fagus sylvatica* L.) unter dem Einfluss des Lichtes und anderer Standortsfaktoren. ETH Zurich, 1995.
- Schütz, J.P., Sylviculture 1. Principles of forest education. Montreux, Press. Polytech. et Uni. Romandes. Swiss **1990**, 243 pp. (in French)
- Sefidi, K.; Mohadjer, M. R. M.; Mosandl, R.; Copenheaver, C. A., Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. *Forest Ecology and Management* **2011**, 262 (6), 1094-1099.
- Stancioiu, P. T.; O'hara, K. L., Morphological plasticity of regeneration subject to different levels of canopy cover in mixed-species, multiaged forests of the Romanian Carpathians. *Trees* **2006**, 20 (2), 196-209.
- Torimaru, T.; Itaya, A.; Yamamoto, S.-I., Quantification of repeated gap formation events and their spatial patterns in three types of old-growth forests: Analysis of long-term canopy dynamics using aerial photographs and digital surface models. *Forest Ecology and Management* **2012**, 284, 1-11.
- Wang, G.; Liu, F., The influence of gap creation on the regeneration of *Pinus tabuliformis* planted forest and its role in the near-natural cultivation strategy for planted forest management. *Forest Ecology and Management* **2011**, 262 (3), 413-423.
- Weber, T. A.; Hart, J. L.; Schweitzer, C. J.; Dey, D. C., Influence of gap-scale disturbance on developmental and successional pathways in *Quercus-Pinus* stands. *Forest Ecology and Management* **2014**, 331, 60-70.

Quantitative and qualitative characteristics of regeneration in Shafarood managed and unmanaged beech forests

P. Parhizkar^{*1} M. H. Sadeghzadeh Hallaj² and M. Hassani³

1- Assistant Professor, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (Parhizkar@rifr-ac.ir)

2- Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (h_sadeqzade@outlook.com)

3- Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (hassani@rifr-ac.ir)

Received: 09.08.2022 Accepted: 28.09.2022

Abstract

In order to achieve the goals of sustainable forest management, single tree selection method was implemented in Hyrcanian forests. But it is not clear what effect the implementation of this method has on the reproductive characteristics of trees in forest stands. For this purpose, we compared the quantitative and qualitative characteristics of beech seedlings and saplings in the gaps of two managed and unmanaged compartments. Expanded gaps with an area $> 100 \text{ m}^2$ were identified in the two compartments. Except of density and richness of tree species, the average of other quantitative characteristics of saplings was significantly ($p < 0.05$) in the unmanaged than the managed compartment. While the highest frequency of healthy and unforked seedlings was observed in the managed compartment ($p < 0.05$). Species richness in both compartments showed a low value. Considering that one of the goals of sustainable forest management is to increase the diversity of trees and adapt to the ecosystem, it is necessary to pay attention to the promotion of the diversity and richness of tree species in the future management plans in the studied areas.

Keywords: Close to nature silviculture, Canopy gap, Sapling healthy, Species richness.

* Corresponding author

Tel: +989122092600