

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2023.362073.2099
 شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350883.1402.31.2.3.6
 نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
 جلد ۳۱ شماره ۲، صفحه ۹۷-۸۷، (۱۴۰۲)

مقایسه مشخصه‌های نهال راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در روشنه‌های قطعه مدیریت نشده و قطعه تحت برش تک‌گزینی

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

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: parhizkar@rifr-ac.ir

۲- پژوهشگر، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۳- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۳۰

چکیده

با فرض بر اینکه الگوبرداری از طبیعت و استفاده از شیوه‌های جنگل‌شناسی نزدیک به آن، تأثیر مثبتی بر ویژگی‌ها و عملکردهای مختلف بوم‌سازگان مانند تنوع زیستی، انعطاف‌پذیری و سازگاری دارد، شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های هیرکانی اجرا شد، اما مشخص نیست که این تقلید، چه تغییراتی در مشخصه‌های توده‌های جنگلی داشته و تا چه اندازه، درست انجام شده است؟ در این پژوهش، مشخصه‌های زادآوری گونه‌های درختی در روشنه‌های بزرگ‌تر از ۱۰۰ متر مربع یک راشستان که در سال ۱۳۹۱ برش تک‌گزینی در آن انجام شده بود، با یک راشستان مدیریت‌نشده به‌عنوان مرجع مقایسه شد. در هر یک از ریزقطعه‌نمونه‌های چهار متر مربعی در مرکز و چهار حاشیه هر روشنه، فراوانی نهال‌ها و نونهال‌های همه گونه‌های درختی ثبت شد. همچنین، در هر ریزقطعه‌نمونه، ارتفاع، قطر یقه، عرض تاج، سلامتی، فرم ساقه و وضعیت شاخه‌دوانی نهال‌های راش (*Fagus orientalis* Lipsky) بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین قطر یقه ($26/6 \pm 2/2$ میلی‌متر)، طول نهال ($270/4 \pm 23/6$ سانتی‌متر) و فراوانی نهال‌های شاقولی راش ($0/3 \pm 0/06$) در قطعه مدیریت‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از قطعه مدیریت‌نشده بود ($p < 0/05$). میانگین فراوانی زادآوری درختان در قطعه‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده به ترتیب $7/9$ و $6/3$ نهال و نونهال در ریزقطعه‌نمونه محاسبه شد. فراوانی زادآوری راش در قطعه‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده به ترتیب در روشنه‌های بزرگ و متوسط، بیشتر بود. اگرچه برداشت کم به شیوه تک‌گزینی در جنگل مورد مطالعه، شرایط مناسب‌تری را برای رشد نهال‌های راش فراهم کرده بود، اما لازم است که در پژوهش‌های آینده به مواردی مانند فراوانی خشک‌دارها نیز توجه شود. همچنین، بررسی فراوانی گونه‌ی بالارونده (*Hedera pastuchovii* Woron. exGrossh.) به ارائه راهکارهای مناسب برای تعدیل آن‌ها در برنامه‌های مدیریتی جنگل‌های مورد مطالعه کمک خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع نهال، زادآوری درختان، ساقه شاقولی، قطر یقه.

مقدمه

آشفته‌گی‌های طبیعی و انسان‌ساز که در مقیاس‌های مختلف اتفاق می‌افتند، چرخه مرحله‌های تحولی در راشستان‌ها را قطع و چرخه جدیدی را ایجاد می‌کنند (Feldmann *et al.*, 2018). آشفته‌گی‌های بزرگ‌تر سبب تشکیل روضه‌های بزرگ می‌شوند که افزایش تنوع و رشد لایه‌های زادآوری را موجب می‌شوند، درحالی‌که روضه‌های کوچک‌تر حاصل از آشفته‌گی‌های کوچک به‌علت گسترش پوشش تاجی درختان مجاور بسته خواهند شد و فقط گونه‌های محدودی می‌توانند به رشد خود در این روضه‌ها ادامه دهند (Feldmann *et al.*, 2018; Pretzsch & Schütze, 2005)، بنابراین توازن در فراوانی و نحوه پراکنش روضه‌های ایجادشده در ابتدا نقش مهمی در تنوع و رویش زادآوری درختان و در مرحله بعد، در حفظ و پایداری توده جنگلی ایفا می‌کند.

در دهه‌های اخیر، تک‌گزینی به‌عنوان یکی از شیوه‌های نزدیک به طبیعت در مدیریت راشستان‌های هیرکانی استفاده شده است. قسمت اساسی جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، شبیه‌سازی پویایی و ساختار جنگل‌های طبیعی دست‌نخورده است که با تولید پایدار، بهره‌وری را حفظ می‌کنند (Gustafsson *et al.*, 2012)، بنابراین الگوبرداری درست از پویایی و ساختارهای طبیعی به‌عنوان مرجع، تضمین‌کننده مدیریت پایدار جنگل هستند. در راشستان‌های مدیریت‌نشده (دست‌نخورده یا کمتر دست‌خورده) به‌طور معمول درختان کهن‌سال زیادی با سن بیشتر از ۳۵۰ سال حضور دارند (Amini *et al.*, 2009). این درختان، بدون توجه به حضور یا عدم حضور زادآوری گونه‌(های) خاص به‌طور طبیعی خشک می‌شوند و مرحله تحولی پوسیدگی در این توده‌ها را موجب می‌شوند، اما در راشستان‌های مدیریت‌شده به‌علت اینکه درختان راش پیش از رسیدن به حد نهایی سن طبیعی خود برداشت می‌شوند، چنین مرحله تحولی در مقیاس بزرگ مشاهده نمی‌شود. در نتیجه، بسیاری از ویژگی‌های جنگل کهن‌رست از جمله درختان خیلی‌قطور و نیز خشک‌دارها به تعداد کافی در

راشستان‌های مدیریت‌شده حضور ندارند که می‌توانند بر مشخصه‌های کمی و کیفی زادآوری اثرگذار باشند. بسیاری از پژوهش‌ها بر بررسی تأثیر روضه‌های طبیعی و انسان‌ساز بر فراوانی (Feldmann *et al.*, 2018; Mohammadi *et al.*, 2020)، مشخصه‌های کمی (Nasiri Raymond *et al.*, 2018) و نیز غنا و ترکیب زادآوری (Raymond *et al.*, 2018) متمرکز شده‌اند. تاکنون، پژوهش‌های کمتری در خصوص مقایسه مشخصه‌های کیفی زادآوری داخل روضه‌ها بین راشستان‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده گزارش شده است.

در شرایط فعلی، راش شرقی (*Fagus orientalis*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های مرحله اوج در بوم‌سازگان جنگل‌های هیرکانی است. قسمت‌هایی از این توده‌های جنگلی، هنوز دست‌نخورده باقی‌مانده‌اند یا کمتر دست‌خورده‌اند (Sagheb Talebi *et al.*, 2014). این توده‌های دست‌نخورده می‌توانند به‌عنوان مرجع مقایسه به‌منظور بررسی درستی مدیریت‌های تقلیدشده استفاده شوند. یک روش مرسوم برای انجام این کار، اندازه‌گیری و مقایسه مشخصه‌های کمی و کیفی مبتنی بر درخت و زادآوری در توده‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده است (Pommerening, 2002; Schall *et al.*, 2018). هدف از اجرای پژوهش پیش‌رو، بررسی تفاوت‌های احتمالی مشخصه‌های کمی و کیفی نهال‌ها و نونهال‌های راش بین راشستان‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده در منطقه لیوان و بنفش‌تپه در استان گلستان بود. فرض بر این بود که این مشخصه‌ها در اندازه‌های مختلف روضه‌های مدیریت‌نشده و انسان‌ساز متغیر هستند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده اجرای این پژوهش، دو قطعه مجاور هم به شماره‌های ۱۱۴ (قطعه مدیریت‌نشده با مساحت ۲۶/۹ هکتار) و ۱۱۵ (قطعه مدیریت‌شده با مساحت ۵۶/۶

نونهال‌ها (ارتفاع کوتاه‌تر از ۱۵ سانتی‌متر) و نهال‌های (بلندتر از ۱۵ سانتی‌متر و با قطر برابر سینه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر) همه گونه‌های درختی در ریزقطعه نمونه‌های مرکز و چهار جهت هر روشنه (شمال، شرق، جنوب و غرب) شمارش شدند (Parhizkar *et al.*, 2011). مساحت هر کدام از پنج ریزقطعه نمونه هر روشنه، چهار متر مربع در نظر گرفته شد. مشخصه‌های کمی نهال‌های راش شامل ارتفاع، قطر یقه و عرض تاج (فاصله بین دو شاخه بزرگ جانبی) و 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)، فرم ساقه (میان‌رو، دوشاخه و جارویی (Sagheb-Talebi, 1995)) و وضعیت تاج (شاقولی: نهال‌هایی که تاج به نسبت عمود دارند و غیرشاقولی: نهال‌هایی که تاج غیرعمود و گسترده دارند) اندازه‌گیری شدند (Parhizkar *et al.*, 2011).

تحلیل آماری

توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. داده‌های نرمال با استفاده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین توکی (برای بیشتر از دو گروه) و *t* مستقل (برای دو گروه) تجزیه و تحلیل شدند. در صورتی که داده‌ها حتی پس از تبدیل نیز نرمال نشدند، آن‌ها با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک Kruskal-Wallis (برای بیشتر از دو گروه) و Mann-Whitney U (برای دو گروه) آنالیز شدند. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گرفت.

نتایج

در قطعه مدیریت‌شده، اندازه روشنه‌ها از ۱۳۱/۹ تا ۸۹۹/۳ متر مربع متغیر بود (به‌طور متوسط ۴۰۸/۳ متر مربع). در این قطعه، میانگین سطح روشنه‌های کوچک

هکتار) از سری یک طرح جنگل‌داری لیوان- بنفش‌تپه (عرض جغرافیایی ۳۶° ۴۱' شمالی و طول ۴۵° ۵۴' شرقی) در استان گلستان بود. دامنه ارتفاعی قطعه‌های مذکور ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ متر از سطح دریا، میانگین درجه‌حرارت سالانه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه آن‌ها ۶۴۹ میلی‌متر است (Moslehi *et al.*, 2017). سیمای عمومی جنگل مورد مطالعه، دانه‌زاد ناهمسال و تیپ غالب آن، راش است که به‌همراه ممرز (*Carpinus betulus* L.)، توسکا (*Alnus subcordata*)، پلت (*Acer velutinum* Boiss.) و شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.)، گونه‌های اصلی درختی این جنگل را تشکیل داده‌اند. تیپ خاک توده‌های مورد مطالعه از نوع قهوه‌ای شسته‌شده جنگلی است. قطعه مدیریت‌شده یک‌بار در سال ۱۳۹۱ تحت برش تک‌گزینی قرار گرفت.

روش پژوهش

در قطعه‌های مورد نظر پژوهش پیش‌رو، همه روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساز بزرگ‌تر از ۱۰۰ متر مربع که باقی‌مانده‌های درختان روشنه‌ساز یا قسمت‌هایی از آن‌ها هنوز قابل مشاهده بودند (Petritan *et al.*, 2013) انتخاب شدند و موقعیت مرکز آن‌ها توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین ضلع‌های هر روشنه اندازه‌گیری و مساحت آن با استفاده از تابع بیضی محاسبه شد (Weber *et al.*, 2014). همه روشنه‌ها براساس مساحت آن‌ها در سه گروه طبقه‌بندی شدند: کوچک (مساحت بیشتر از ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر مربع)، متوسط (مساحت بیشتر از ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) و بزرگ (مساحت بیشتر از ۵۰۰ متر مربع) (Nasiri *et al.*, 2018). در هر قطعه، به‌طور تصادفی حداقل سه تکرار از هر گروه اندازه روشنه انتخاب شدند. به‌طورکلی، در هر کدام از قطعه‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده، نه روشنه و ۴۵ ریزقطعه نمونه اندازه‌گیری شدند.

و نیز نونهال (۱۱۰ اصله) و نهال گونه‌های دیگر (۲۷ اصله) در روشنه‌های بزرگ حضور داشتند (جدول ۱)

تأثیر اندازه روشنه بر ویژگی‌های نهال راش

در قطعه مدیریت‌شده به‌جز ارتفاع نهال ($df = 2$) و میانگین مشخصه‌های کمی و کیفی نهال‌های راش بین اندازه‌های مختلف روشنه مشاهده نشد (جدول ۲). در این قطعه، بیشترین ارتفاع نهال در روشنه‌های بزرگ ($343/40 \pm 3/6$ سانتی‌متر) محاسبه شد. در قطعه مدیریت‌نشده، ارتفاع ($232/3 \pm 28/5$ سانتی‌متر) و عرض تاج نهال‌های راش ($186/3 \pm 22/4$ سانتی‌متر) در روشنه‌های متوسط به‌طور معنی‌داری (به ترتیب: $df = 2$ و $H = 6/043$ ، $p < 0/05$ و $F = 4/961$)، اختلاف میانگین معنی‌داری بین مشخصه‌های کمی و کیفی دیگر در نهال‌های راش بین اندازه‌های مختلف روشنه مشاهده نشد. جالب‌توجه اینکه همه نهال‌های راش مستقرشده در روشنه‌های کوچک، غیرشاقولی بودند (جدول ۲).

۱۴۳/۷ متر مربع، روشنه‌های متوسط ۳۵۸/۵ متر مربع و روشنه‌های بزرگ ۷۲۲/۸ متر مربع محاسبه شد. در قطعه مدیریت‌نشده، سطح روشنه‌ها از ۱۸۳/۱ متر مربع تا ۷۱۵/۶ متر مربع (به‌طور متوسط ۳۵۹/۳ متر مربع)، با میانگین سطح ۱۹۰/۹ متر مربع برای روشنه‌های کوچک، ۲۶۶/۷ متر مربع برای روشنه‌های متوسط و ۶۲۰/۳ متر مربع برای روشنه‌های بزرگ به‌دست آمد.

در قطعه مدیریت‌نشده در مجموع، ۲۸۳ نهال و نونهال (به‌طور میانگین ۶/۳ زادآوری در ریزقطعه‌نمونه چهار متر مربعی) از گونه‌های درختی شامل ۴۹ نهال و ۱۵ نونهال راش و نیز ۱۱۹ نهال و ۱۰۰ نونهال از گونه‌های دیگر شامل: ممرز (*C. betulus*)، شیردار (*A. cappadocicum*)، پلت (*A. velutinum*) و گیلاس وحشی (*Prunus avium* L.) در ۴۵ ریزقطعه‌نمونه از نه روشنه شمارش شدند. در این قطعه، بیشترین تعداد نهال (۲۵ اصله) و نونهال راش (هشت اصله) در روشنه‌های متوسط حضور داشتند. در این روشنه‌ها، بیشترین تعداد نهال گونه‌های دیگر (۶۹ اصله) نیز مشاهده شد، درحالی‌که تعداد نونهال گونه‌های دیگر (۶۴ اصله) در روشنه‌های کوچک، بیشینه بود (جدول ۱).

در قطعه مدیریت‌شده نیز ۳۵۸ نهال و نونهال (به‌طور میانگین ۷/۹ زادآوری در ریزقطعه‌نمونه) شامل ۵۷ نهال و ۷۸ نونهال راش و نیز ۵۳ نهال و ۱۷۰ نونهال از گونه‌های دیگر شامل ممرز، شیردار، پلت و ملج (*Ulmus glabra* Huds.) در ۴۵ ریزقطعه‌نمونه از نه روشنه شمارش شدند. بیشترین تعداد نهال (۲۳ اصله) و نونهال راش (۳۹ اصله)

جدول ۱- تعداد نهال‌ها و نونهال‌ها در طبقه‌های با اندازه‌های مختلف روشنه در قطعه‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده

Table 1. Frequencies of seedlings and saplings in different size classes of gaps in the managed and unmanaged compartments

اندازه روشنه Gap size	مدیریت‌نشده Unmanaged								مدیریت‌شده Managed							
	تعداد ریزقطعه نمونه Number of microplots	نونهال راش Beech seedling	نونهال‌های دیگر Other seedlings	مجموع نونهال‌ها Total seedlings	نهال راش Beech sapling	نهال‌های دیگر Other saplings	مجموع نهال‌ها Total saplings	کل Total	تعداد ریزقطعه نمونه Number of microplots	نونهال راش Beech seedling	نونهال‌های دیگر Other seedlings	مجموع نونهال‌ها Total seedlings	نهال راش Beech sapling	نهال‌های دیگر Other saplings	مجموع نهال‌ها Total saplings	کل Total
کوچک Small	15	3	64	67	11	29	40	107	15	36	59	95	12	19	31	126
متوسط Medium	15	8	24	32	25	69	94	126	15	3	1	4	22	7	29	33
بزرگ Large	15	4	12	16	13	20	33	49	15	39	110	149	23	27	50	199
کل Total	45	15	100	115	49	119	168	283	45	78	170	248	57	53	110	358

جدول ۲- مقایسه میانگین \pm خطای استاندارد مشخصه‌های نهال راش براساس اندازه روشنه در قطعه‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده

Table 2. Comparison of mean \pm standard error of beech sapling characteristics between different gaps sizes in the managed and unmanaged compartments

	اندازه روشنه در قطعه مدیریت‌نشده			اندازه روشنه در قطعه مدیریت‌شده		
	Gap size in the unmanaged compartment			Gap size in the managed compartment		
	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Large	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Large
قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	2.8 \pm 14.4	3 \pm 25	6.7 \pm 20.8	2.1 \pm 18.1	3.6 \pm 25.8	4 \pm 31.7
ارتفاع (سانتی‌متر) Sapling height (cm)	19.5 ^b \pm 109.6	28.5 ^a \pm 232.3	73.8 ^{ab} \pm 203.4	22.4 ^b \pm 160.6	36.4 ^{ab} \pm 254.2	40.6 ^a \pm 343.3
عرض تاج (سانتی‌متر) Crown width (cm)	18.7 ^b \pm 90.9	22.4 ^a \pm 186.3	22.1 ^{ab} \pm 111.3	22.8 \pm 120.4	29 \pm 173.8	26.7 \pm 202.2
سلامتی* Healthiness*	0.1 \pm 0.8	0.07 \pm 0.8	0.1 \pm 0.7	0.1 \pm 0.8	0.09 \pm 0.8	0.09 \pm 0.8
وضعیت تاج** Crown form**	0 \pm 0	0.04 \pm 0.04	0.1 \pm 0.1	0.08 \pm 0.08	0.1 \pm 0.3	0.1 \pm 0.4
فرم ساقه*** Stem form***	0.1 \pm 1.1	0.1 \pm 1.3	0.1 \pm 1.3	0.1 \pm 1.2	0.09 \pm 1.2	0.08 \pm 1.2

حرف‌های متفاوت لاتین در هر سطر و در هر قطعه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.
Different letters in each row and each compartment indicate a significant difference between means ($P < 0.05$).

* در بررسی سلامتی، به نهال‌های سالم و ناسالم به ترتیب عددهای ۱ و صفر تعلق گرفت.

In the examination of healthiness, healthy and unhealthy saplings were assigned the numbers 1 and 0, respectively.*

** در بررسی وضعیت تاج، به نهال‌های با تاج شاقولی و غیرشاقولی به ترتیب عددهای ۱ و صفر تعلق گرفت.

In the examination of crown form, orthotropic and plagiotropic saplings were assigned the numbers 1 and 0, respectively.**

*** در بررسی وضعیت فرم ساقه، به نهال‌های به نهال‌های میان‌رو، دوشاخه و جارویی به ترتیب عددهای ۱، ۲ و ۳ تعلق گرفت.

In the examination of Stem form, unforked, forked and broom shaped saplings were assigned the numbers 1, 2 and 3, respectively***

معنی‌داری ($MWU = 1090$ و $p < 0.05$) بیشتر از قطعه مدیریت‌نشده بود. بنابراین بدین وسیله فرضیه پژوهش تایید می‌شود. میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی دیگر بین دو قطعه مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

مقایسه ویژگی‌های نهال راش بین دو قطعه مورد مطالعه مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی نهال‌های راش بین دو قطعه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میانگین قطر یقه ($1076 = MWU$ و $p < 0.05$)، طول ($1007 = MWU$ و $p < 0.05$) و فراوانی نهال‌های شاقولی در قطعه مدیریت‌شده به‌طور

جدول ۳- مقایسه میانگین \pm خطای استاندارد مشخصه‌های نهال راش بین قطعه‌های مدیریت شده و مدیریت نشده

Table 3. Comparison of mean \pm standard error of beech saplings characteristics between the managed and unmanaged compartments

	مدیریت نشده Unmanaged	مدیریت شده Managed
قطر یقه (میلی متر) Collar diameter (mm)	2.4 ^b \pm 21.5	2.2 ^a \pm 26.6
ارتفاع (سانتی متر) Sapling height (cm)	25.2 ^b \pm 197.1	23.6 ^a \pm 270.4
عرض تاج (سانتی متر) Crown width (cm)	14.6 \pm 145	16.5 \pm 174
سلامتی* Healthiness*	0.05 \pm 0.82	0.05 \pm 0.79
وضعیت تاج** Crown form**	0.03 ^b \pm 0.06	0.06 ^a \pm 0.3
فرم ساقه*** Stem form***	0.07 \pm 1.2	0.05 \pm 1.2

حرف‌های متفاوت لاتین در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

Different letters in each row indicate a significant difference between means ($P < 0.05$).

* در بررسی سلامتی، به نهال‌های سالم و ناسالم به ترتیب عددهای ۱ و صفر تعلق گرفت.

In the examination of healthiness, healthy and unhealthy saplings were assigned the numbers 1 and 0, respectively.*

** در بررسی وضعیت تاج، به نهال‌های با تاج شاقولی و غیرشاقولی به ترتیب عددهای ۱ و صفر تعلق گرفت.

In the examination of crown form, orthotropic and plagiotropic saplings were assigned the numbers 1 and 0, respectively.**

*** در بررسی وضعیت فرم ساقه، به نهال‌های به نهال‌های میان‌رو، دوشاخه و جارویی به ترتیب عددهای ۱، ۲ و ۳ تعلق گرفت.

In the examination of Stem form, unforked, forked and broom shaped saplings were assigned the numbers 1, 2 and 3, respectively***

بحث

پژوهش پیش‌رو، گونه مهاجم داردوست (*Hedera pastuchovii* Woron. ex Grossh.) که در مواردی نیز سبب خشکیدگی تاج و تنه درختان قطور شده بود، به فراوانی مشاهده شدند. تضعیف درختان مادری به دلیل حضور این گونه می‌تواند سبب کاهش بذر و در نتیجه، کاهش فراوانی نهال و نونهال‌ها شود. البته زادآوری کم درختان ممکن است به دلایل دیگری از جمله قوه‌نامیه کم بذرها، حضور بیش‌از اندازه جانوران بذرخوار و یا حتی اقلیم رخ دهد. این موضوع می‌تواند در

میانگین فراوانی زادآوری (نونهال + نهال) در ریزقطعه‌نمونه‌های چهار متر مربعی در پژوهش پیش‌رو (۷/۹ اصله در قطعه مدیریت شده و ۶/۳ اصله در مدیریت نشده) بسیار کمتر از نتایج پژوهش پیشین ما در راشستان‌های کلاردشت با میانگین فراوانی ۱۲/۲ و ۱۴/۹ اصله نهال به ترتیب در قطعه‌های مدیریت شده و مدیریت نشده بود (Parhizkar et al., 2022a). در قطعه‌های مورد مطالعه در

پژوهش‌های آینده ارزیابی شود.

بیشینه فراوانی زادآوری راش در قطعه‌های مدیریت نشده و مدیریت شده به ترتیب در روشنه‌های متوسط و بزرگ شمارش شدند. نتایج برخی پژوهش‌ها نیز نشان‌دهنده اختلاف فراوانی نهال‌های راش در روشنه‌های با اندازه‌های مختلف بین توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده است (Mohammadi *et al.*, 2021; Faraji *et al.*, 2014). در جنگل‌های مدیریت شده به‌طور معمول روشنه‌های با اندازه‌های مختلف، بیشتر برای تقویت نهال‌های پیش‌به‌جای یک گونه‌ی خاص انجام می‌شود (Sefidi *et al.*, 2011)، درحالی‌که در راشستان‌های مدیریت نشده، حضور یا عدم حضور زادآوری این گونه، تأثیری در ایجاد روشنه ندارد.

در قطعه مدیریت نشده، تعداد کل نونهال‌ها و نهال‌ها به ترتیب ۱۱۵ و ۱۶۷ اصله به دست آمد. با این حال در قطعه مدیریت شده، فراوانی کل نونهال‌ها (۲۴۸ اصله) بیشتر از نهال‌ها (۱۱۰ اصله) بود که با نتایج پژوهش‌های دیگر در راشستان‌های مدیریت نشده مطابقت دارد (Parhizkar *et al.*, 2022a & b). براساس مصاحبه با قرقبان‌های منطقه مورد مطالعه، مبارزه فیزیکی با گونه مهاجم داردوست در قطعه مدیریت شده در زمان نشانه‌گذاری و قطع درختان انجام گرفته بود. کاهش فشار داردوست می‌تواند با تقویت درختان، بذراوری و زادآوری را افزایش دهد.

در قطعه مدیریت نشده، بیشینه ارتفاع ($222/3 \pm 28/5$ سانتی‌متر) و عرض تاج نهال‌های راش ($186/3 \pm 22/4$ سانتی‌متر) در روشنه‌های متوسط مشاهده شد. بررسی رویش زادآوری در جنگل‌های آمیخته راش اروپایی (*F. sylvatica* L.) در لهستان نشان داد که نهال‌های راش در شرایط نوری مناسب، تاج کوچک‌تری دارند، درحالی‌که آن‌ها با کاهش شدت نور، تاج خود را گسترش می‌دهند (Orman *et al.*, 2021). بیشتر بودن مشخصه‌های کمی نهال‌ها در روشنه‌های متوسط قطعه مدیریت نشده می‌تواند به دلیل سن بیشتر نهال‌ها در این

اندازه از روشنه در زمان برداشت باشد.

بیشترین ارتفاع نهال در روشنه‌های بزرگ قطعه مدیریت شده ($343/40 \pm 3/6$ سانتی‌متر) مشاهده شد که با نتایج Parhizkar و همکاران (2022a) مطابقت دارد. نور بیشتر در روشنه‌های بزرگ‌تر، امکان افزایش رشد طولی در نهال‌های راش فراهم می‌کند. از طرف دیگر، ارتفاع نهال‌ها تحت تأثیر سن آن‌ها نیز است (Huth & Wagner, 2006)، بنابراین این احتمال وجود دارد که اختلاف یادشده در اثر سن بیشتر نهال‌ها در روشنه‌های بزرگ قطعه مدیریت شده نسبت به روشنه‌های دیگر باشد. اختلاف معنی‌داری بین مشخصه‌های دیگر نهال‌های راش در قطعه مدیریت شده مشاهده نشد. در این خصوص، پژوهش‌های پیشین در توده‌های جنگلی هیرکانی نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند (Mohammadi *et al.*, 2020; Sefidi *et al.*, 2011).

فراوانی نهال‌های شاقولی در قطعه مدیریت شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از قطعه مدیریت نشده به دست آمد. در مرحله‌های اولیه رشد نهال‌های راش، راهبرد رویش تاج به صورت جانبی می‌تواند سبب ویژگی‌های ریخت‌شناختی نامطلوب مانند ساقه غیرشاقولی، دوشاخگی یا چندشاخگی شود (Stancioiu & Rozenbgar & Diaci, 2014). این ویژگی از دیدگاه مدیریت جنگل نامطلوب است. زیرا رشد غیرشاقولی در نهال‌های راش در حقیقت به دریافت نور افقی در سایه کمک می‌کند (Petritan *et al.*, 2009). نهال‌های راش با ساقه غیرشاقولی، انعطاف‌پذیری زیادی دارند (Stancioiu & O'Hara, 2006b; Petritan *et al.*, 2009). بنابراین هرچه مقدار نور کمتر باشد، وضعیت غیرشاقولی نهال‌های راش بیشتر نمایان می‌شود (Wagner, 2006a; Stancioiu & O'Hara, 1999). در پژوهش پیش‌رو، متوسط سطح روشنه‌ها در قطعه مدیریت شده ($408/3$ متر مربع) بیشتر از قطعه مدیریت نشده ($359/3$ متر مربع) به دست آمد. با توجه به این یافته و نیز وجود نور بیشتر در روشنه‌های بزرگ‌تر (Schliemann & Bockheim, 2011)، بنابراین حضور

- Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 415-416: 38-46.
- Gustafsson, L., Baker, S.C., Bauhus, J., Beese, W.J., Brodie, A., Kouki, J., ... and Franklin, J.F., 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *Bioscience*, 62(7): 633-645.
 - Huth, F. and Wagner, S., 2006. Gap structure and establishment of Silver birch regeneration (*Betula pendula* Roth.) in Norway spruce stands (*Picea abies* L. Karst.). *Forest Ecology and Management*, 229: 314-324.
 - Mohammadi, L., Marvie-Mohadjer, M.R., Etemad, V. and Sefidi, K., 2014. Quantitative characteristics of regeneration in natural and tree fall canopy gaps in the mixed beech stands, Northern Iran (Case Study: Namkhaneh district, Kheyroud Forest). *Iranian Journal of Forest*, 6(4): 457-570 (In Persian with English summary).
 - Mohammadi, L., Mohadjer, M.R.M., Etemad, V., Sefidi, K. and Nasiri, N., 2020. Natural Regeneration within natural and man-made canopy gaps in Caspian natural beech (*Fagus Orientalis* Lipsky) forest, northern Iran. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(1): 61-75.
 - Moslehi, M., Habashi, H. and Rahmani, R., 2017. Seasonal changes of soil organic carbon pool in the managed and unmanaged beech-hornbeam stands. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(2): 286-297 (In Persian with English summary).
 - Nasiri, N., Marvie Mohadjer, M.R., Etemad, V., Sefidi, K., Mohammadi, L. and Gharehaghaji, M., 2018. 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*, 29: 1075-1081.
 - Orman, O., Wrzesiński, P., Dobrowolska, D. and Szweczyk, J., 2021. 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*, 482: 118866.
 - Parhizkar, P., Hassani, M., Ghorbani, H., Karimidoust, A., Maghsoudlu, K., Babatabar Malekshah, R., ... and Mousavi, R., 2020. Investigation on gap characteristics in the managed and intact oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 28(3): 217-230 (In Persian with English summary).
 - Parhizkar, P., Sadeghzadeh Hallaj, M.H. and Hassani, M., 2022a. Managed vs. unmanaged *Fagus orientalis* Lipsky forests: structure and diversity of natural
- نهال‌های شاقولی بیشتر در قطعه مدیریت‌شده قابل‌توجه است. مقایسه ویژگی‌های دیگر نهال‌های راش بین دو قطعه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میانگین قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها متعلق به قطعه مدیریت‌شده بود. براساس نتایج پژوهش‌های پیشین، ارتفاع نهال‌ها و نونهال‌های راش با افزایش اندازه روشنه زیاد می‌شود (Orman et al., 2021). همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، سطح روشنه‌ها در قطعه مدیریت‌شده به‌طور متوسط بیشتر از قطعه مدیریت‌نشده بود، بنابراین ارتفاع بیشتر نهال‌ها در قطعه مدیریت‌شده، توجیه‌پذیر است. مقایسه مشخصه‌های روشنه در راشستان‌های منطقه لیوان و بنفش‌تپه بین توده‌های بهره‌برداری‌شده و شاهد نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین قطعه‌های بهره‌برداری‌شده و شاهد وجود ندارد (Parhizka et al., 2020). عدم معنی‌داری مشخصه‌های روشنه در پژوهش مذکور به برداشت کم در قطعه بهره‌برداری‌شده نسبت داده شد. اگرچه برداشت کم به‌شبهه تک‌گزینی در جنگل مورد بررسی، شرایط مناسب‌تری را برای رشد نهال‌های راش فراهم کرده است، اما باید به مواردی مانند فراوانی خشک‌دارها نیز توجه شود. ازسوی دیگر، لازم است با بررسی فراوانی گونه‌های بالارونده در این جنگل‌ها، راهکارهای مناسب برای تعدیل آن‌ها در برنامه‌های مدیریتی ارائه شوند.
- ### منابع مورد استفاده
- Amini, M., Sagheb-Talebi, Kh., Namiranian, M. and Amini, R., 2009. Investigation on increment of *Fagus orientalis* Lipsky using time series analysis. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(3): 404-421 (In Persian with English summary).
 - Faraji, F., Eshaghi Rad, J., Parhizkar, P. and Manthey, M., 2021. Quantitative characteristics of regeneration in natural and harvested made canopy gaps in different elevations in oriental beech (*Fagus orientalis*) forests. *Journal of Forest Research and Development*, 6(4): 661-678 (In Persian with English summary).
 - Feldmann, E., Dröbner, L., Hauck, M., Kucbel, S., Pichler, V. and Leuschner, C., 2018. Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest,

- Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T. and Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran: A Treasure from the Past, a Hope for the Future. Springer, Dordrecht, Netherlands, 152p.
- Sagheb-Talebi, Kh., 1995. Quantitative and qualitative characteristics of beech saplings (*Fagus sylvatica* L.) growing under various site conditions with emphasis on light. Ph.D. thesis, Swiss Federal Institute of Technology in Zürich, Zürich, Switzerland, 219p (In German with English summary).
- Schall, P., Schulze, E.D., Fischer, M., Ayasse, M. and Ammer, C., 2018. Relations between forest management, stand structure and productivity across different types of Central European forests. *Basic and Applied Ecology* 32: 39-52
- Schliemann, S.A. and Bockheim J.G., 2011. Methods for studying treefall gaps: a review. *Forest Ecology and Management*, 261: 1143-1151.
- Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Mosandl, R. and Copenhaever, C.A., 2011. Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. *Forest Ecology and Management*, 262: 1094-1099.
- Stancioiu, P.T. and O'Hara, K.L., 2006a. Morphological plasticity of regeneration subject to different levels of canopy cover in mixed-species, multiaged forests of the Romanian Carpathians. *Trees*, 20: 196-209.
- Stancioiu, P.T. and O'Hara, K.L., 2006b. Regeneration growth in different light environments of mixed species, multiaged, mountainous forests of Romania. *European Journal of Forest Research*, 125: 151-162.
- Wagner, S., 1999. Ökologische Untersuchungen zur Initialphase der Naturverjüngung in Eschen-Buchen-Mischbeständen. *Schriften Forstl Fakultät Univ. Göttingen, Nieders. Forstl, Sauerländer, J D*, 265p (In German with English summary).
- Weber, T.A., Hart, J.L., Schweitzer, C.J. and Dey, D.C., 2014. Influence of gap-scale disturbance on developmental and successional pathways in *Quercus-Pinus* stands. *Forest Ecology and Management*, 331: 60-70.
- regeneration in northern Iran. *Journal of Forest Science*, 68(8): 318-328.
- Parhizkar, P., Sadeghzadeh Hallaj, M.H. and Hassani, M., 2022b. Quantitative and qualitative characteristics of regeneration in Shafarood managed and unmanaged beech forests. *Journal of Forest Research and Development*, 8(4): 343-354.
- Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, Kh., Mataji, A., Nyland, R.D. and Namiranian, M., 2011. Silvicultural characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps. *Forestry*, 84: 177-185.
- Petritan, A.M., Nuske, R.S., Petritan, I.C. and Tudose, N.C., 2013. 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*, 308: 67-75.
- Petritan, A.M., von Lüpke, B. and Petritan, I.C., 2009. 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*, 128: 61-74.
- Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*, 75(3): 305-324.
- Pretzsch, H. and Schütze, G., 2005. Crown allometry and growing space efficiency of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and European Beech (*Fagus sylvatica* L.) in pure and mixed stands. *Plant Biology*, 7: 628-639.
- Raymond, P., Royo, A.A., Prévost, M. and Dumais, D., 2018. 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*, 430: 21-32.
- Rozenberger, D. and Diaci, J., 2014. Architecture of *Fagus sylvatica* regeneration improves over time in mixed old-growth and managed forests. *Forest Ecology and Management*, 318: 334-340.

Comparison of the beech (*Fagus orientalis* Lipsky) saplings characteristics in unmanaged and single tree-selection cutting compartments

P. Parhizkar ^{1*}, M.H. Sadeghzadeh Hallaj ², H. Ghorbani ³ and M. Hassani ²

1* - Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: Parhizkar@rifr-ac.ir

2- Research Expert, Research Division of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

3- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 19.04.2023

Accepted: 24.05.2023

Abstract

The single tree selection method was applied in the Hyrcanian forests of northern Iran to imitate nature and enhance the ecosystem characteristics and functions such as biodiversity, flexibility, and adaptability. However, the effectiveness of this imitation and the changes in the forest stand characteristics were unclear. This research compared the regeneration characteristics of tree species in canopy gaps larger than 100 m² in a beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in the Hyrcanian forests that underwent single tree selection in 2013 with an unmanaged beech forest as a reference. The abundance of seedlings and saplings of all tree species was recorded in each microplot (with an area of 4 m²) in the center and four edges of each gap. The height, collar diameter, crown width, health, stem form, and mode of branching of beech saplings were also measured in each sample microplot and compared. The results indicated that the mean collar diameter (26.6±2.2 mm), height (270.4±23.6 cm), and frequency of orthotropic beech saplings (0.3±0.06) in the managed compartment were significantly higher than the unmanaged compartment ($p < 0.05$). The average frequency of regeneration in the managed and unmanaged compartments was 7.9 and 6.3 per microplot, respectively. The frequency of beech regeneration in the managed compartment was higher in large gaps, while it was higher in medium gaps in the unmanaged compartment. Although the low harvesting in the studied forest improved the growth conditions for beech seedlings, the abundance of dead trees should be considered. Moreover, the presence of *Hedera pastuchovii* Woron. exGrossh. in these forests should be examined and managed accordingly.

Keywords: Collar diameter, orthotropic, sapling height, tree regeneration.