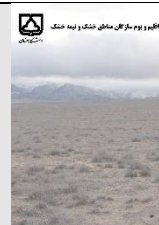




Semnan University

Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions

<https://ceasr.semnan.ac.ir>



Research Article

Frequency and Diversity of Woody Plants Within Gaps Following the Hurricane Disturbance

Mojtaba Amiri ^{a,*}, Ebrahim Mortazavi ^b, and Hooman Ravanbakhsh ^c

^aAssociate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources, Semnan University, Semnan, Iran.

^b M.Sc. graduate, Department of Arid Land Forestry, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.

^c Assistant Professor, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article: 15 January 2024

Received: 27 September 2024

Accepted: 27 September 2024

Keywords:

Forest structure,
Gap,
Intact stand,
Natural disturbance,
Hyrcanian Ecosystems.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: Knowledge of the diversity and structure of forest stands is a fundamental prerequisite for understanding and managing natural ecosystems. The purpose of this study is to determine the composition, frequency and diversity of woody species in the canopy gaps (caused by the storm) and compare it with the control stands (without the storm). The forest stands mixed with abundance and different composition at the level of 7 districts in 15 replications were selected by completely random method.

Materials and Methods: Based on this, mixed forest stands with different frequency and composition at the level of 7 plots in 15 replications were selected as completely random. The studied area was Darab-Kola Sari forest series, Mazandaran province. In order to analyze the data, the plots were divided into four categories in terms of area: Small (less than 200 m²), medium (200 to 500 m²), large (500 to 1000 m²), and very large (more than 1000 m²). Within each gap, the specifications of regeneration and height of woody species were calculated and recorded by establishing microplots (3×3 m). Diversity of woody species was investigated using diversity indices (Simpson, Shannon-Wiener and Brillouin), richness (Margalef and Menhinick) and evenness (Pitt and Hill).

Results: Sixteen tree species were identified within the gaps (created by storm) and control stands in the study area. The highest frequency of regeneration occurred inside the gaps resulting from the storm, and their frequency increased with the increase of the gap size. Results showed that there was only a significant difference between gap and control stands of plant species (at 5% level) and the highest frequency was observed inside the gaps (1458±249 in gap vs. 879±138 in control stand). Also, with increasing the gap size, the diversity and frequency indices increased (5 seedlings in small gap to 4767 seedlings in very large gap). Among the diversity indices, Simpson had the highest values. Peat index in gaps (0.100) and in the control stands (0.130) showed the lowest value among evenness indices.

Conclusion: Natural disasters, including windstorms, are phenomena which their causes are well understood, but their incidence is usually unpredictable. Storms can cause a lot of damage to forest stands, and the frequency of damage is proportional to their severity. Results of this study showed that storm occurrence can have positive and significant effects on the forest structure,

* Corresponding author: mojtabaamiri@Semnan.ac.ir

which by the correct forecasting and management of the forest, some steps can be taken to improve the vegetation cover. A combination of wind intensity and pre-storm characteristics of stand structure can play an important role in determining tree diversity dynamics because immediately after the storm, tree mortality is high and causes changes in plant composition and diversity. Considering the occupancy of broadleaf mixed stands in the Darabkola region, it is suggested to pay more attention to woody species with deep roots, the crown length to trunk length ratio and also be resistant to strong winds.

Cite this article: Amiri, M., Mortazavi, E. and Ravanbakhsh, H. 2024. Frequency and diversity of woody plants within gaps after the storm. *Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions*, 2(1), 88-104.

© 2024 Published by Semnan University Press.

DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.32970.1027>

تنوع و فراوانی گیاهان چوبی جنگل داخل روشنه‌های تاج‌پوشش پس از وقوع طوفان

مجتبی امیری^{۱*}، ابراهیم مرتضوی^۲ و هومن روانبخش^۳

۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم‌زیستی جنگل، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

*: نویسنده مسئول، mojtabaamiri@semnan.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱ واژه‌های کلیدی: ساختار توده، تجدید حیات، توده شاهد، آشفته‌گی طبیعی، جنگل‌های هیرکانی.	سابقه و هدف: آگاهی از تنوع و ساختار توده‌های جنگلی یک پیش‌نیاز اساسی برای درک و مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی است. هدف پژوهش حاضر، آگاهی از ترکیب، فراوانی و تنوع گونه‌های چوبی داخل روشنه‌ها (حاصل از طوفان) و مقایسه آن با توده‌های شاهد (بدون وقوع طوفان) است. مواد و روش‌ها: بر این اساس، توده‌های جنگلی آمیخته با فراوانی و ترکیب متفاوت در سطح ۷ قطعه در ۱۵ تکرار، به روش کاملاً تصادفی انتخاب شدند. منطقه مورد مطالعه، سری یک جنگل داراب‌کلا ساری، استان مازندران بود. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، روشنه‌ها در چهار طبقه از نظر مساحت: روشنه کوچک (کمتر از ۲۰۰ متر مربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع)، بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع) و خیلی بزرگ (بیش از ۱۰۰۰ متر مربع) طبقه‌بندی شدند. در داخل هر روشنه، با استقرار ریزقطعات نمونه (۳×۳ متر) مشخصات تجدید حیات و ارتفاع گونه‌های چوبی ثبت گردید. بررسی تنوع گونه‌های چوبی با استفاده از شاخص‌های تنوع گونه‌ای (سیمپسون، شانون- وینر و بریلوئین)، غنای گونه‌ای (مارگالف و منهینیک) و یکنواختی گونه‌ای (پیت و هیل) انجام شد. یافته‌ها: شانزده گونه چوبی در روشنه‌های حاصل از طوفان و منطقه شاهد شناسایی شد. بیشترین فراوانی تجدید حیات در داخل روشنه‌های حاصل از طوفان اتفاق افتاده است (۱۴۵۸±۲۴۹) داخل روشنه‌ها در مقابل ۸۷۹±۱۳۸ داخل توده شاهد برای نهال‌های با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر) و با افزایش مساحت روشنه، فراوانی آنها افزایش می‌یابد (۵-۴۷۶۷ نهال). نتایج نشان داد که شاخص‌های تنوع بین روشنه‌های به‌وجود آمده توسط طوفان و منطقه شاهد در گونه‌های چوبی کمتر از ۰/۵ متر ارتفاع، اختلاف معنی‌داری ندارند و در ارتفاع بیشتر از ۰/۵ متر این شاخص‌ها در هر دو منطقه به طور معنی‌داری افزایش یافتند. در بین شاخص‌های تنوع، سیمپسون از مقادیر بیشتری برخوردار بود (۰/۹۶۵) داخل روشنه در مقابل ۰/۹۷۵ توده شاهد). شاخص پیت در داخل روشنه (۰/۱۰۰) و در منطقه شاهد (۰/۱۳۰) کمترین مقدار را در بین شاخص‌های یکنواختی نشان داد. نتیجه‌گیری: بلایای طبیعی، از جمله طوفان‌ها، پدیده‌هایی هستند که علل آنها به خوبی درک می‌شود، اما وقوع آنها معمولاً غیرقابل پیش‌بینی است. طوفان‌ها می‌توانند خسارت زیادی به توده‌های جنگلی وارد کنند و تعداد دفعات وقوع خسارت با شدت آنها متناسب است. نتایج این تحقیق نشان داد که وقوع طوفان

می‌تواند بر ساختار توده و مشخصه‌های پوشش گیاهی تأثیر معنی‌داری داشته باشد. در میان عوامل آشفته‌گی و خسارت‌های وارده بر توده‌های جنگلی در منطقه داراب‌کلا ساری، می‌توان گفت که وقوع باد و طوفان از مهمترین فاکتورهایی هستند که اکوسیستم جنگل را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. ترکیبی از شدت باد و ویژگی‌های جامعه پیش از طوفان ممکن است نقش مهمی در تعیین پویایی تنوع درختان داشته باشد چرا که بلافاصله پس از طوفان، مرگ و میر درخت زیاد است و باعث تغییر در ترکیب و تنوع گیاهی می‌شود. با توجه به وجود توده‌های آمیخته پهن‌برگ در منطقه داراب‌کلا ساری، پیشنهاد می‌شود توجه بیشتری به گونه‌های چوبی با ریشه عمیق، نسبت متناسب طول تاج به طول تنه و همچنین مقاوم در برابر بادهای شدید داشت.

استناد: امیری، م.، مرتضوی، ا. و روانبخش، ه. (۱۴۰۳). تنوع و فراوانی گیاهان چوبی جنگل داخل روضه‌های تاج‌پوشش پس از وقوع طوفان. *اقلیم و بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه‌خشک*، ۲(۱)، ۸۸-۱۰۴.

ناشر: دانشگاه سمنان

<https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.32970.1027>

۱- مقدمه

در مفاهیم بوم‌شناسی، آشفته‌گی بخش مهمی از پویایی جوامع گیاهی محسوب می‌شود (Samonil و همکاران، ۲۰۰۹). مهم‌ترین نوع آشفته‌گی و بی‌نظمی در جنگل‌های معتدله که منجر به ریشه‌کن شدن درختان می‌شود وزش شدید باد است که این مهم در طولانی مدت باعث تغییر ساختار توده‌های جنگلی می‌شود (Ren و همکاران، ۲۰۱۵؛ Ahmadi و همکاران، ۲۰۲۳). به طور کلی، عوامل مختلفی منجر به ریشه‌کن شدن درختان می‌گردد که شایع‌ترین دلیل آن عامل بوم‌شناسی باد است (Peterson، ۲۰۰۷). در اثر عوامل بوم‌شناسی، محیط‌های ناهمگنی به وجود خواهد آمد که نور می‌تواند داخل این عرصه‌ها بیشتر از سایر پارامترها نمایان گردد. بنابراین، باد یا طوفان می‌تواند بر فراوانی، تنوع، ترکیب و غنای گونه‌های گیاهی موجود در اکوسیستم‌های جنگلی مؤثر واقع گردد (Samonil و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی و تشخیص فرآیندهای طبیعی در رویشگاه‌های جنگلی از قبیل توالی و وجود روضه‌ها، در مدیریت جنگل‌ها امروزه یکی از اهداف مهم است. به طوری که روضه‌ها نقش مهمی در این اکوسیستم‌ها ایفا کرده و به حفظ تنوع زیستی نیز کمک می‌کنند (Khodaverdi و همکاران، ۲۰۱۹). اندیشه و تفکر جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، مبتنی بر هم‌کنش و واکنش‌هایی است که به طور طبیعی در یک اکوسیستم جنگلی اتفاق می‌افتد (Dehdashtifar و همکاران، ۲۰۱۴). به همین دلیل، شناخت وضعیت روضه‌هایی که در عرصه جنگل‌های طبیعی ایجاد می‌شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است، زیرا آگاهی از این موضوع می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان را در تهیه و اجرای طرح‌های جنگل‌داری و تعیین روش‌ها و یا شیوه‌های جنگل‌شناسی مناسب هدایت کند. اندازه، شکل و موقعیت روضه‌ها و تراکم زادآوری درون آن‌ها برای شناخت پیچیدگی اشکوب‌های ارتفاعی لازم و ضروری می‌باشد و نیز شناخت پیچیدگی این فرآیندها به توده‌های با شرایط زیستی مشابه، به زادآوری بیشتر کمک خواهد کرد (Gagnon و همکاران، ۲۰۰۴). برخی مطالعات در داخل و خارج از کشور، تأثیر آشفته‌گی‌های طبیعی مثل باد و طوفان بر ایجاد روضه‌های تاج پوشش و ساختار توده‌های جنگلی را بررسی کرده‌اند. از جمله، می‌توان به مطالعات De Lima (۲۰۰۵)، Sefidi و همکاران (۲۰۱۱)، Orman و همکاران (۲۰۱۷)، Khodaverdi و همکاران (۲۰۱۹)، Zenner و همکاران (۲۰۱۹) و Ahmadi و همکاران (۲۰۲۳) اشاره کرد. Fourier و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر ترکیب تاج پوشش و نوع آشفته‌گی بر جوامع گیاهی زیرآشکوب جنگل‌های بورآل، ایالت کبک، کانادا را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که ترکیب تاج‌پوشش محرک مهم‌تری نسبت به نوع آشفته‌گی برای جوامع گیاهی زیرآشکوب است. غنای گونه‌ای و به‌ویژه فراوانی

گونه‌های علفی در زیر تاج‌پوشش درختان خزان‌کننده بیشترین میزان را داشت، در حالی که بریوفیت‌ها و گل‌سنگ‌ها در زیر تاج‌های سوزنی‌برگ‌ها متنوع‌تر و فراوان‌تر بودند. اثرات کوتاه‌مدت اندازه‌روشنه بر رشد و الگوهای مکانی احیاء توده‌های کاج چینی (*Pinus tabulaeformis*) قبل و بعد از ایجاد در چهار کلاسه‌روشنه بر اساس ارتفاع متوسط درختان بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها، هفت سال پس از ایجاد روشنه، نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تراکم و تعداد روشنه‌ها در بین اندازه‌های مختلف روشنه وجود ندارد. با این حال، ارتفاع تاج‌پوشش درختان به طور قابل توجهی با افزایش اندازه روشنه افزایش یافت. همچنین، مشخص شد که افزایش مساحت روشنه در امتداد جهت شمال شرقی احتمالاً برای کمک به بسته شدن تاج‌پوشش و موفقیت تجدیدحیات در منطقه مورد مطالعه ضروری است (Wang و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به وقوع طوفان در پاییز ۱۳۹۴ در سری یک جنگل آموزشی و پژوهشی داراب‌کلا ساری و تأثیر آن بر ترکیب و ساختار توده‌های جنگلی (Ahmadi, ۲۰۱۸؛ Ahmadi و همکاران، ۲۰۲۳)، این تحقیق با هدف بررسی فراوانی، تنوع، ترکیب و غنای گونه‌های چوبی مستقر شده در داخل روشنه‌های حاصل از طوفان و مقایسه آن با منطقه شاهد انجام شد.

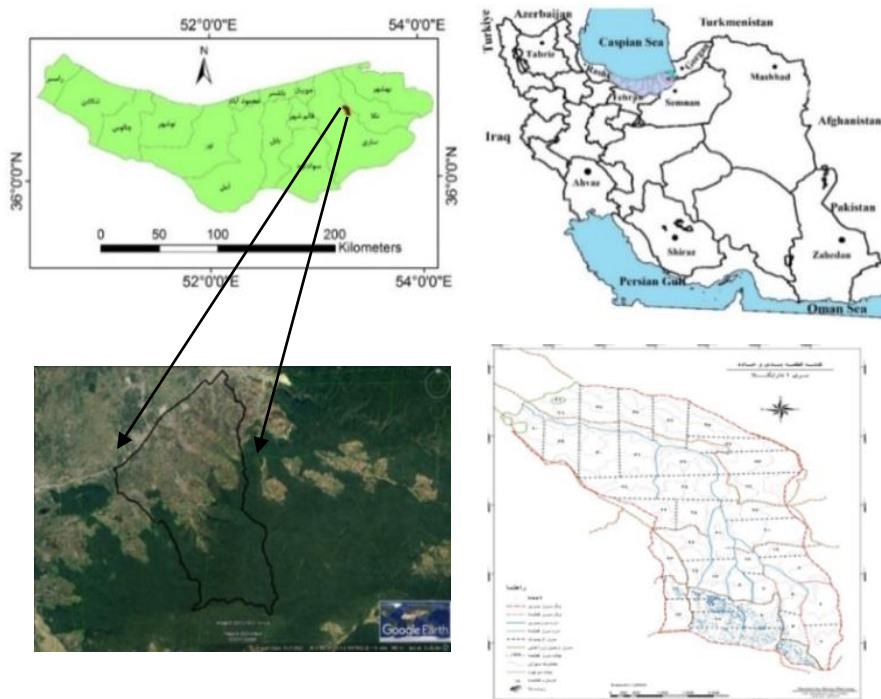
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه پژوهش

جنگل سری یک داراب‌کلا ساری با مساحت ۲۶۱۲ هکتار در ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان ساری و بین عرض شمالی ۲۳° تا ۳۶° ۳۳' و طول شرقی ۵۲° ۲۰' تا ۵۲° ۳۱' در ارتفاعات پایین‌بند تا میان‌بند حاشیه شمالی رشته کوه‌های البرز قرار دارد. حداکثر ارتفاع سری از سطح دریای آزاد ۷۱۰ متر و حداقل آن ۱۶۰ متر است (شکل ۱). این سری در حوضه آبخیز ۷۴ شمال کشور قرار دارد. توده‌های جنگلی مورد مطالعه، از شرق به بخش یک جنگل نکاچوب، از غرب به سری دو داراب‌کلا، از شمال به روستای داراب‌کلا و از جنوب به جنگل‌های بخش ۶ نکا- ظالم‌رود محدود می‌باشد (Ahmadi و همکاران، ۲۰۲۳). متوسط دمای هوا در سردترین ماه سال مربوط به بهمن ماه (حدود ۷/۵ درجه سلسیوس) و متوسط گرم‌ترین ماه سال مربوط به مردادماه (۲۶/۱ درجه سلسیوس) می‌باشد. متوسط حداکثر باران ماهانه مربوط به آبان ماه به میزان ۱۱۹/۸ میلی‌متر، متوسط حداقل بارندگی مربوط به تیرماه به میزان حدود ۳۶/۱ میلی‌متر و همچنین متوسط باران سالانه حدود ۹۸۳/۸ میلی‌متر می‌باشد. متوسط دمای سالانه هوا نیز ۱۶/۷ درجه سلسیوس است (Ahmadi, ۲۰۱۸).

۲-۲- روش کار

منطقه مورد مطالعه، قطعات ۱، ۳، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۶ و ۲۴ است. در هر یک از قطعات آسیب دیده، ۱۵ روشنه ایجاد شده توسط طوفان بررسی شد. جهت مطالعه فراوانی، ترکیب و تنوع گونه‌های چوبی موجود در سطح روشنه‌ها پس از وقوع طوفان، ابتدا توده‌های جنگلی بر اساس فراوانی گونه‌های درختی موجود مشخص شدند. روشنه‌های موجود در توده‌های جنگلی بر اساس روش آماربرداری کاملاً تصادفی انتخاب شدند. در پژوهش حاضر، روشنه‌های ایجاد شده توسط طوفان با مساحت حداقل ۴۰ متر مربع در نظر گرفته شدند (Sefidi و همکاران، ۲۰۱۱؛ Khodaverdi و همکاران، ۲۰۱۹). با استفاده از روش Runkle (۱۹۸۵)، مساحت هر یک از روشنه‌ها اندازه‌گیری شد که شکل بیضی را به عنوان شکل غالب در اکثر روشنه‌های جنگل‌های طبیعی معرفی کرده‌اند (Nagel و همکاران، ۲۰۱۰؛ Sefidi و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه پژوهش و قطعات آسیب دیده از طوفان
Fig. 1- Location map of the study area and damaged compartments by windstorm

با اندازه گیری دو قطر در داخل هر بیضی که بزرگترین قطر در طول روشنه و قطر بعدی آن نیز عمود بر این قطر گرفته می شد (قطر کوچک)، مساحت هر روشنه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید (Zobeiry, ۲۰۰۰).

$$S = (\pi / 4) \times (D1 \times D2) \quad (1)$$

که در آن $D1$: قطر بزرگ (متر)، $D2$: قطر کوچک (متر) و S : مساحت روشنه است. روشنه ها در چهار طبقه از نظر مساحت، شامل روشنه های کوچک با مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع، روشنه های متوسط با مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع، روشنه های بزرگ با مساحت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع و روشنه های خیلی بزرگ با مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع طبقه بندی شدند (Sagheb-Talebi و همکاران، ۲۰۰۵؛ Amiri و همکاران، ۲۰۱۳؛ Tavankar و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین، در داخل هر روشنه، پنج ریزقطعه نمونه به ابعاد 3×3 متر جهت برداشت اطلاعات مربوط به تجدید حیات گونه ها در چهار جهت اصلی و مرکز روشنه تعیین شد. اطلاعات تجدید حیات نمونه های برداشت شده، در فرم های مربوطه ثبت و مشخصات تجدید حیات شامل گونه، تعداد، قطر یقه و ارتفاع نونهال ها و نهال های مستقر شده در هر یک از روشنه ها محاسبه و ثبت گردید. تعداد و نوع نهال های پرکننده روشنه با در نظر گرفتن موقعیت خال گروه یا نهال در داخل روشنه و ارتفاع آن (ارتفاع بیش از $1/30$ متر) در هر روشنه به عنوان زادآوری های اصلی استقرار یافته پس از طوفان در روشنه اندازه گیری شدند.

۲-۳- تجزیه و تحلیل داده ها

پس از انجام آزمون نرمال بودن (کولموگروف- اسمیرنوف) و یا نرمال نبودن داده ها به ترتیب از آزمون های مقایسات میانگین پارامتری (t مستقل) و ناپارامتری (Mann-Whitney)، با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲، تجزیه و تحلیل داده ها صورت گرفت (Khodaverdi و همکاران، ۲۰۱۹). به دلیل نرمال نبودن توزیع داده های فراوانی و برقرار نبودن برابری

واریانس گروه‌ها، از آزمون کروسکال والیس (آزمون ناپارامتری) که معادل آزمون t مستقل در پارامتری است و آزمون Mann-Whitney، استفاده شد. برای اندازه‌گیری غنا، تنوع و یکنواختی گونه‌ای در داخل روشن و منطقه شاهد، از شاخص‌های مارگالف، منهنیک، سیمپسون، شانون-وینر، پیت و هیل در نرم‌افزار Ecological Methodology ver4.2 استفاده شد. شاخص شانون به حضور گونه‌های نادر وزن بیشتری می‌دهد و شاخص سیمپسون به گونه‌هایی با وفور بیشتر (غالب) وزن بیشتری می‌دهد. از بین شاخص‌های ذکر شده، شاخص شانون بیشتر برای اندازه‌گیری تنوع در جوامع گیاهی استفاده شده است (Kazemzade و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به نرمال بودن داده‌های شاخص‌های تنوع زیستی توده‌های شاهد با روشن و گونه‌های علفی، از آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین‌های دو منطقه استفاده شد. به دلیل نرمال نبودن شاخص‌های تنوع زیستی منطقه شاهد با روشن در گونه‌های درختی، از آزمون Mann-Whitney جهت مقایسات میانگین استفاده شد (Mohammadi و همکاران، ۲۰۱۴).

۳- نتایج

۳-۱- گونه‌های شناسایی شده

شانزده گونه چوبی شامل: ون (*Fraxinus excelsior* L.)، راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، انجیلی (*Parrotia persica* (DC.) C.A. Mey.)، شب‌خسب (*Albizia julibrissin* Durazz)، خرمن‌دی (*Diospyros lotus* L.)، ازگیل (*Mespilus germanica* L.)، ممرز (*Carpinus betulus* L.)، پلت (*Acer velutinum* Boiss.)، شیردار (*Acer capadocicum* Gled.)، توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A. Mey.)، ولیک (*Crataegus monogyna* Jacq.)، لرگ (*Petrocarya fraxinifolia*)، بید سیاه (*Salix nigra* Marshall)، بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey.)، نمدار (*Tilia platyphyllos* Scop.) و آزاد (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch) در توده‌های شاهد و روشن‌های حاصل از طوفان منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. فراوانی تجدید حیات گونه‌های چوبی منطقه شاهد و داخل روشن در اندازه‌های مختلف روشن بر اساس ارتفاع نهال و نونهال بررسی شد (جدول ۱). همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین فراوانی تجدید حیات در داخل روشن‌های حاصل از طوفان اتفاق افتاده است (میانگین و انحراف معیار 1458 ± 249 افراد با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر) و با افزایش مساحت روشن فراوانی آنها نیز افزایش می‌یابد. در حالی که فراوانی تجدید حیات با توجه به طبقات ارتفاعی کمتر از ۰/۵ و ۰/۵-۱/۳ متر در منطقه شاهد به نسبت کمتر است (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه فراوانی تجدید حیات گونه‌های چوبی بر اساس اندازه روشن در توده‌های مورد مطالعه

Table 1. Comparison of woody regeneration based on the gap size in the studied stands

اندازه روشنه	روشنه ایجاد شده به وسیله طوفان				توده شاهد			
Gap size (m²)	Gap created by windstorm				Control stand			
	طبقه ارتفاعی Height class							
	درصد	۰/۵-۱/۳ متر	درصد	> ۰/۵ متر	درصد	۰/۵-۱/۳۰ متر	درصد	> ۰/۵ متر
200 >	14	0.09	5	0.08	3	0.02	2	0.10
200-500	91	1.56	28	1.13	31	0.88	17	1.85
500-1000	960	16.48	604	24.51	565	16.07	156	17.01
1000<	4767	81.80	1830	74.26	2918	83.01	743	81.02
Average	1458		616		879		229	
Standarad deviation	249		85		138		34	

جدول ۲، فراوانی تجدید حیات گونه‌های با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر در داخل روشنه‌های حاصل از طوفان و منطقه شاهد را نشان می‌دهد. به‌طوری که مشخص است، سهم گونه‌های نورپسند و نیمه‌نورپسند از جمله شیردار، ولیک، ازگیل، پلت، ممرز و خرمن‌دی در روشنه‌های ایجاد شده به‌وسیله طوفان در مقایسه با منطقه شاهد افزایش یافته است. در مقابل، فراوانی گونه‌های سایه‌پسند، مثل راش، در داخل روشنه‌ها در مقایسه با منطقه شاهد کاهش ۱۰ درصدی داشته است.

۳-۲- مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی

جدول ۳، مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی منطقه شاهد و داخل روشنه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که مقادیر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در داخل روشنه (۲۳/۷۴) و شاهد (۲۰/۴۹) بیشتر از شاخص‌های دیگر هستند. در بین شاخص‌های تنوع، سیمپسون از مقادیر بیشتری برخوردار است. شاخص پیت در داخل روشنه (۰/۱۰۰) و در منطقه شاهد (۰/۱۳۰) کمترین مقدار را در بین شاخص‌های یکنواختی نشان داد. شاخص غلبه یا چیرگی در هر دو منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت.

۳-۳- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی بر اساس طبقات ارتفاعی

جدول ۴، مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای درختان در منطقه شاهد و داخل روشنه‌ها را در طبقات ارتفاعی مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که مقادیر شاخص مارگالف در داخل روشنه و شاهد در هر دو مقادیر ارتفاعی بیشتر از شاخص‌های دیگر هستند، و شاخص پیت در داخل روشنه و منطقه شاهد کمترین مقدار ارتفاع را دارد.

۳-۴- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای بر اساس اندازه‌های مختلف روشنه

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع، شاخص مارگالف (۱/۶۷۴)، (۱/۴۴۳) در هر دو منطقه بیشترین و شاخص هیل (۰/۰۴۱) در داخل روشنه و شاخص پیت (۰/۳۱۴) در منطقه شاهد کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند. در مساحت ۵۰۰-۲۰۰ متر مربع، شاخص مارگالف (۲/۰۶۱) و (۲/۳۱۳) بیشترین مقادیر و شاخص پیت (۰/۱۱۶) و (۰/۲۰۴) کمترین مقادیر را در هر دو منطقه نشان می‌دهند. در مساحت ۵۰۰-۱۰۰ متر مربع و بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع نیز شاخص مارگالف بیشترین و شاخص پیت کمترین مقادیر را در هر دو منطقه نشان دادند.

۳-۵- مقایسه فراوانی گونه‌های جنگلی در منطقه شاهد با داخل روشنه

با توجه به مقدار سطح معنی‌داری در سطح ۵ درصد خطا برای فراوانی گونه‌های موجود در شاهد و روشنه‌ها، مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها (قطعات) در داخل روشنه‌ها و شاهد گونه‌های جنگلی وجود ندارد (جدول ۶) و فرض صفر مبنی بر عدم اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها پذیرفته می‌شود.

جدول ۲. فراوانی و درصد فراوانی تجدید حیات گونه‌های درختی کمتر از ۰/۵ متر ارتفاع در منطقه شاهد و داخل روشنه‌ها در قطعات مورد مطالعه (بر اساس مساحت ۱۰۰ متر مربع)

Table 2. Frequency and percentage of tree species regeneration less than 0.5 m (height) in the control stands and gaps in the studied compartments (Area= 100 m²)

توده شاهد (Control stand)				داخل روشنه (Gap)			
اسم علمی Scientific name	اسم فارسی Local name	فراوانی Frequency	درصد فراوانی F (%)	اسم علمی Scientific Name	اسم فارسی Local name	فراوانی Frequency	درصد فراوانی F (%)
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	ون	1	0.03	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	ون	0	0
<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Poir.) Spach	لرگ	1	0.03	<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Poir.) Spach	لرگ	0	0
<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) K. Koch	آزاد	1	0.03	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	ولیک	148	2.6
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb	آلوچه جنگلی	1	0.03	<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) K. Koch	آزاد	6	0.10
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop	نمدار	1	0.03	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop	نمدار	7	0.12
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	شب خسب	1	0.03	<i>Mespilus germanica</i> L.	ازگیل	68	1.2
<i>Mespilus germanica</i> L.	ازگیل	2	0.06	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	شب خسب	10	0.017
<i>Quercus castaneifolia</i> C.A. Mey.	بلندمازو	7	0.21	<i>Quercus castaneifolia</i> C.A. Mey.	بلندمازو	38	0.7
<i>Acer capadocicum</i> Gled.	شیردار	23	0.72	<i>Acer capadocicum</i> Gled.	شیردار	65	1.15
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	ولیک	24	0.75	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	راش	245	4.3
<i>Parrotia persica</i> (DC.) C.A. Mey.	انجیلی	164	5.14	<i>Parrotia persica</i> (DC.) C.A. Mey.	انجیلی	371	6.5
<i>Diospyros lotus</i> L.	خرمندی	274	8.60	<i>Diospyros lotus</i> L.	خرمندی	571	9.97
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	راش	426	13.37	<i>Acer velutinum</i> Boiss.	پلت	1275	22.3
<i>Acer velutinum</i> Boiss.	پلت	827	25.96	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	2896	51
<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	1435	45.05	-	-	-	-
Total مجموع		3188	100	Total مجموع		5778	100

جدول ۳. شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی در منطقه شاهد و داخل روشن‌ها در منطقه مورد مطالعه

Table 3. Comparison of species diversity indices between control stand and gaps in the studied area

شاخص تنوع Diversity index	گونه‌های درختی Tree species	
	داخل روشن‌ها Gap	توده شاهد Control stand
غنا Species richness	مارگالف	20.49
	منهنیک	2.60
	سیمپسون	0.974
تنوع Diversity	شانون-وینر	4.24
	بریلوئین	4.16
یکنواختی Evenness	پیت	0.130
	هیل	0.22
غلبه Dominance		0.025

جدول ۴. شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی منطقه شاهد و داخل روشن‌ها بر اساس طبقات ارتفاعی نهال‌ها و نونهال‌ها

Table 4. Diversity indices of tree species in the control stand and inside the gaps based on the height classes of seedlings and saplings

شاخص تنوع Diversity index		گونه‌های درختی Tree species			
		داخل روشن‌ها Gap		توده شاهد Control stand	
		0/5 > متر	0/5 - 1/30	0/5 > متر	0/5 - 1/30
غنا Species richness	مارگالف	11.54	14.57	11.14	12.3
	منهنیک	1.32	2.30	1.54	2.79
	سیمپسون	0.93	0.98	0.96	0.97
تنوع Diversity	شانون-وینر	3.42	4.09	3.71	3.86
	بریلوئین	3.38	4.00	3.66	3.70
یکنواختی Evenness	پیت	0.09	0.16	0.14	0.18
	هیل	0.31	0.24	0.28	0.26
غلبه Dominance		0.06	0.02	0.04	0.03

جدول ۵. مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی منطقه شاهد و داخل روشن‌ها در مساحت‌های مختلف (متر مربع)

Table 5. Comparison of species diversity indices between the control stand and the gaps based on different areas (m²)

شاخص تنوع Diversity index		اندازه روشن‌ها Gap size (m ²)							
		Gap				Control stand			
		200 >	200-500	500-1000	>1000	200 >	200-500	500-1000	>1000
غنا Species richness	مارگالف	1.67	2.06	2.96	2.73	1.44	2.31	2.87	2.66
	منهنیک	1.63	0.97	0.56	0.31	1.41	1.42	0.73	0.37

	سیمپسون	0.72	0.58	0.83	0.75	0.5	0.80	0.81	0.79
Diversity تنوع	شانون-وینر	1.33	1.40	2.18	1.96	0.69	1.87	2.08	2.03
	بریلوئین	0.86	1.28	2.15	1.95	0.34	1.62	2.03	1.98
Evenness یکنواختی	پیت	0.29	0.11	0.12	0.08	0.31	0.20	0.12	0.06
	هیل	0.04	0.21	0.55	0.68	2.88	0.66	0.58	0.62
Dominance غلبه			0.41	0.17	0.25	0.5	0.19	0.18	0.20

جدول ۶. نتایج آزمون کروسکال-والیس توزیع فراوانی تجدید حیات گونه‌های جنگلی در منطقه شاهد و داخل روشن

Table 6. Distribution of the frequency of regeneration of woody species in control stand and gaps based on the Kruskal-Wallis test

	منطقه شاهد (کمتر از ۰/۵ متر)	داخل روشن (کمتر از ۰/۵ متر)	منطقه شاهد (۰/۵ - ۱/۳ متر)	داخل روشن (۰/۵ - ۱/۳ متر)
	Control stand (< 0.5 m)	Gap (< 0.5 m)	Control stand (0.5-1.3 m)	(0.5-1.3 m)
کای اسکوئر (X^2)	3.74	3.92	6.63	6.63
درجه آزادی df	13	13	13	13
سطح معنی داری Sig.	0.09	0.99	0.57	0.38

۳-۶- مقایسه میانگین فراوانی نهال‌ها و نونهال‌های گونه‌های جنگلی با توجه به طبقات ارتفاعی

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بین ارتفاع نونهال‌ها و نهال‌های حاصل از تجدید حیات طبیعی گونه‌های درختی در منطقه شاهد و داخل روشن‌ها وجود ندارد (۰/۱۳۹). در حالی که این اختلاف در سطح ۵ درصد بین منطقه شاهد و داخل روشن‌ها در فراوانی با زادآوری ۰/۵-۱/۳۰ متر وجود دارد ($\text{sig}=0/00$). بیشترین فراوانی مربوط به داخل روشن (۲۴۴/۱۷) می‌باشد.

جدول ۷. نتایج آزمون من-ویتنی توزیع فراوانی در منطقه شاهد و داخل روشن گونه‌های درختی بر اساس طبقات ارتفاعی

Table 7. Distribution of the frequency of regeneration of woody species between in control stand and gaps based on the Mann-Whitney test (height classes)

سطح معنی داری	آماره من-ویتنی	مجموع رتبه‌ها	میانگین رتبه (طبقات ارتفاعی تجدید حیات)	
0.139	23259.5	52116.5	232.66	روشنه
				> ۰/۵ متر
		48459.5	216.34	شاهد
		54694.5	244.17	روشنه
0.001	20681.5	45881.5	204.83	شاهد
				۰/۵ تا ۱/۳۰ متر

۴- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، با هدف مقایسه ترکیب و ساختار تجدید حیات گونه‌های چوبی روشن‌های ایجاد شده به وسیله طوفان و در کنار آن منطقه شاهد در یک جنگل پهن‌برگ آمیخته انجام شد. نتایج تحقیق در دو منطقه شاهد و داخل روشن‌های حاکی از آن است که متوسط تراکم گونه‌های درختی ۱۹۲/۲۵ است، و بیشترین فراوانی آن‌ها در روشن‌های با مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع به دست آمد. این نشان می‌دهد که اغلب آشفستگی‌های ایجاد کننده در این مساحت و در مقیاس بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ متر مربع به وقوع می‌پیوندد. چرا که افزایش اندازه روشن‌ها به دلیل افزایش نور و رطوبت قابل دسترس و همچنین تجزیه سریع‌تر لاشبرگ، از عوامل تأثیرگذار در رویش نهال‌های داخل روشن‌ها است که با تحقیق Muscolo و همکاران (۲۰۰۷) و Ritter و همکاران (۲۰۰۵) نیز مطابقت دارد. در واقع، با افزایش مساحت روشن‌ها، رقابت نهال‌ها برای کسب رطوبت و مواد غذایی از درختان پیرامون روشن‌ها افزایش می‌یابد (Parhizkar و همکاران، ۲۰۱۶). بسیاری از محققین (نظیر Sabo و همکاران، ۲۰۱۹) در مورد تأثیر اندازه روشن‌ها بر تراکم و فراوانی گونه‌های گیاهی مطالعه کرده‌اند و بیشترین فراوانی و تجدید حیات بهینه گونه‌ها را در مساحت کمتر از ۴۰۰ متر مربع معرفی کرده‌اند (Albanesi و همکاران، ۲۰۰۵؛ Amoli Kondori و همکاران، ۲۰۱۲؛ Nasiri و همکاران، ۲۰۱۵). Zoghi و همکاران (۲۰۱۰)، Khodaverdi و همکاران (۲۰۱۹) و Shabani و همکاران (۲۰۱۱) ابعاد متوسط را معرفی می‌کنند. Collet & Chenost (۲۰۰۶) نیز بیان داشتند که با افزایش سطح روشن‌ها، از تعداد نهال‌ها کاسته می‌شود، که با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر اینکه بیشترین فراوانی روشن‌ها در مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع و کمترین فراوانی در مساحت بیشتر از ۵۰۰ متر مربع می‌باشد، همخوانی ندارد. در روشن‌های کوچک، درختان اطراف روشن‌ها با ایجاد سایه زیاد روی نواحی داخل روشن‌ها (Gagnon و همکاران، ۲۰۰۴) سبب کاهش رشد گونه‌ها، به ویژه گونه‌های نورپسند می‌شوند (Goldblum، ۱۹۹۷). در این شرایط، گونه‌های سایه‌پسند، مانند راش، باقی خواهند ماند و شرایط بوم-شناسی برای گونه‌های دیگر سخت خواهد شد.

همچنین، تعداد تجدید حیات در طبقات ارتفاعی (کمتر از ۰/۵ و ۰/۵ تا ۱/۳ متر) در روشن‌های با مساحت‌های مختلف از لحاظ فراوانی در مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع برای اکثر گونه‌ها و داخل روشن‌ها نسبت به منطقه شاهد، بیشتر از مساحت‌های دیگر به دست آمد، که با نتایج مطالعات Stewart و همکاران (۱۹۹۱) و De Oliveira و Ribas (۲۰۱۱) با تأکید بر بهتر شدن شرایط برای رویش گونه‌ها با افزایش اندازه روشن‌ها هم راستایی دارد و با نتایج Nagel و همکاران (۲۰۱۰) و Dobrowolska و Veblen (۲۰۰۸) همخوانی ندارد. میانگین تعداد زادآوری داخل روشن‌ها در ارتفاع کمتر از ۰/۵ و ۰/۵ تا ۱/۳ متر به ترتیب برابر با ۱۴۵۵/۵ و ۶۱۶ و میانگین تعداد زادآوری در منطقه شاهد به ترتیب برابر با ۸۷۸/۷۵ و ۲۲۹/۲۵ در هر دو ارتفاع مذکور به دست آمد. که با نتایج تحقیقات Zolfaghari و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر وجود بیشترین تعداد نهال در گروه ارتفاعی کمتر از ۳۰ سانتی متر مطابقت دارد که دلیل آن را زادآوری گروهی درختان مادری اطراف روشن‌ها می‌داند.

گونه‌های درختی حاضر در منطقه شاهد و داخل روشن‌ها شامل *Fagus*، *Acer hyrcanum*، *Carpinus betulus*، *Parrotia persica* و *Diospyros lotus*، *orientalis* گونه‌های *Fraxinus excelsior* و *Pterocarya fraxinifolia*، *Zelkova carpinifolia*، *Tilia platyphyllos* هستند که علت آن می‌تواند زادآوری خوب درختان در این رویشگاه‌ها و تولید بذر فراوان درختان مذکور باشد، که با نتایج Brokaw (۱۹۹۶) مبنی بر بیشتر بودن فراوانی گونه‌های راش، ممرز، پلت و ملج در داخل روشن‌ها و کمتر بودن گونه‌های ولیک، ون و نمدار مطابقت دارد. در جنگل دارابکلا، قبل از وقوع طوفان، بیشترین فراوانی درختان به ترتیب مربوط به راش و ممرز بوده (Ahmadi، ۲۰۱۸) و ۶ سال پس از وقوع طوفان، تیپ منطقه به افرا-ممرز تبدیل گردید که در هر دو منطقه (شاهد و داخل روشن‌ها) بیش از ۵۰ درصد زادآوری‌های شمارش شده را گونه ممرز تشکیل می‌دهد که به لحاظ سرشت نوری

جزو گونه‌های نیمه‌سایه‌پسند می‌باشد (Marvie Mohajer, ۲۰۰۵). بنابراین می‌توان گفت که گونه راش قبل از وقوع طوفان غالبیت داشته، که در نتیجه این آشوب، این درختان تا حدودی آسیب دیده‌اند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از بررسی تجدید حیات پلت در هر دو منطقه، مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع بیشترین فراوانی را نسبت به گونه راش به خود اختصاص داده است چون که بذر افرا پلت نسبت به راش سبک‌تر است. بنابراین، دوره بذردهی کوتاهی دارد و به دلیل نورپسند بودن و ازدیاد در روشنه‌های بزرگ‌تر می‌تواند وضعیت مناسبی را برای گونه راش در توده‌های تحت آشفته‌گی فراهم آورد. این در حالی است که با توجه به سرشت سایه‌پسندی گونه راش به عنوان یک گونه تجاری و غالب در روشنه‌های بزرگتر، امکان رقابت و استقرار کمتر می‌شود (Mohammadi و همکاران، ۲۰۱۴). به عبارتی، افراپلت می‌تواند به عنوان گونه پیش‌آهنگ رشد کند و شرایط محیطی مناسبی از جمله نور کافی را برای گونه راش فراهم کند (Sefidi و همکاران، ۲۰۱۵). این نتایج مشابه تنوع زادآوری گونه‌های درختی مستقر در مطالعات جنگل دارابکلا قبل و بعد از طوفان است (Ahmadi, ۲۰۱۸, Ahmadi و همکاران، ۲۰۲۳). Nagel و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه احیای درخت در روشنه‌ها با جنگل نشان دادند که گونه افرا برای استقرار نیاز به روشنه‌های بزرگ‌تر (ابعاد بیشتر از ۴۰۰ متر مربع) دارد. اما راش در همه ابعاد روشنه قادر به استقرار می‌باشد. نتایج Shabani و همکاران (۲۰۱۱) نیز حاکی از آن است که در روشنه‌های کوچک، گونه راش و گونه‌های ازگیل و ولیک در روشنه‌های بزرگ گسترش بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها دارند. چرا که با افزایش یافتن سطح روشنه‌ها، شرایط محیطی مناسبی برای رشد سریع این گونه‌ها ایجاد شده و یکنواختی گونه‌ای نیز کاهش پیدا می‌کند که با نتایج این تحقیق در جنگل دارابکلای ساری مطابقت دارد.

در مورد ارتفاع نهال‌ها نیز شرایط متعدد دیگری وجود دارند که ظاهراً از اندازه روشنه بیشتر تأثیرگذارند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری (در سطح ۰/۰۱ درصد) بین ارتفاع نهال‌های ۰/۵ تا ۱/۳۰ متر حاصل از تجدیدحیات گونه‌های درختی در داخل روشنه‌های در نتیجه طوفان و منطقه شاهد وجود دارد. در حالی که در نونهال‌ها و نهال‌های با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر هیچ گونه اختلاف معنی‌داری (۰/۱۳۹) مشاهده نگردید. نتایج مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که اندازه روشنه تأثیری بر فراوانی نهال‌های با ارتفاع بیشتر از ۱/۳۰ متر ندارد که دلیل آن می‌تواند استقرار نهال قبل از شکل‌گیری روشنه در توده‌های جنگلی باشد.

ترکیبی از شدت باد و ویژگی‌های جامعه پیش از طوفان ممکن است نقش مهمی در تعیین پویایی تنوع درختان داشته باشد چرا که بلافاصله پس از طوفان، مرگ و میر درخت زیاد است و باعث تغییر در ترکیب و تنوع گیاهی می‌شود (Xi و همکاران، ۲۰۱۹). میان مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای داخل روشنه و منطقه شاهد هیچ اختلاف معنی‌داری (۰/۹۴۹) وجود ندارد. اگرچه شاخص‌های تنوع منهنیک، سیمپسون، شانون-وینر، بریلوئین و پیت در منطقه شاهد بیشتر از داخل روشنه است.

همچنین، بین شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای در داخل روشنه و منطقه شاهد، شاخص‌های مارگالف، منهنیک، سیمپسون، شانون-وینر، بریلوئین و پیت در نهال‌های با ارتفاع ۰/۵ تا ۱/۳ متر بیشتر از ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر است. نتایج این شاخص‌ها در مساحت‌های مختلف نیز حاکی از آن است که شاخص‌های مارگالف، منهنیک، سیمپسون، شانون-وینر و بریلوئین در مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع در داخل روشنه بیشتر از منطقه شاهد است. در مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع، کلیه شاخص‌ها در منطقه شاهد بیشتر از داخل روشنه است. در مساحت ۱۰۰۰ متر مربع، شاخص‌های مارگالف، سیمپسون، شانون-وینر و بریلوئین در داخل روشنه بیشتر از منطقه شاهد است. در مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع، شاخص‌های مارگالف، پیت و هیل در داخل روشنه بیشتر از منطقه شاهد است. برخی مطالعات در ارتباط با تأثیر اندازه

روشنه بر تنوع گونه‌های چوبی صورت گرفته است (Rentch و همکاران، ۲۰۱۰؛ Zolfaghari و همکاران، ۲۰۱۱؛ Geraili و همکاران، ۲۰۱۸؛ Sabo و همکاران، ۲۰۱۹؛ Benavides و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، Hanley و همکاران (۲۰۲۰) و لورن و همکاران (۲۰۲۰) نیز طوفان را عامل مؤثر بر تغییر اکوسیستم‌های جنگلی و پوشش گیاهی می‌دانند. Hamrang و همکاران (۲۰۱۴) نیز تأیید کردند که میانگین شاخص‌های غنا و تنوع شانون و هیل در روشنه‌های بزرگ بیشتر است. میانگین درصد پوشش تمامی گونه‌ها در بین روشنه‌های بزرگ بیشتر است. چون باعث افزایش نفوذ نور به داخل روشنه، رشد گونه‌های نورپسند، افزایش غنا و درصد پوشش گونه‌ها می‌شود.

تهاجم‌های بیولوژیک و بلایای طبیعی پدیده‌هایی هستند که علل آنها به خوبی درک می‌شود؛ اما وقوع آنها به طور کلی غیرقابل پیش‌بینی و غیرقابل کنترل است. هر دوی آنها می‌توانند خسارت‌های زیادی به توده‌های جنگلی وارد کنند و تعداد دفعات وقوع خسارت با شدت آنها متناسب است. در میان عوامل آشفته‌گی و خسارت‌های وارده بر توده‌های جنگلی در منطقه داراب‌کلا ساری، می‌توان گفت وقوع باد و طوفان از مهمترین فاکتورهایی هستند که اکوسیستم جنگل را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. بنابراین در سطح چشم‌انداز، حفظ نسبت مناسب آمیختگی توده‌های جنگلی از طریق مدیریت جنگل می‌تواند تضمین کند که فرآیندهای اکوسیستم در تاج پوشش، زیرآشکوب و تنوع گونه‌ای حفظ می‌شوند. با این وجود، ایجاد یا حفظ ویژگی‌های خاص پس از آشفته‌گی می‌تواند برای حفاظت از گونه‌های همراه به رویشگاه‌های خاص مهم باشد.

۵- سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از مدیریت محترم طرح جنگل‌داری داراب‌کلا دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به جهت مساعدت و همکاری برداشت داده‌های میدانی پژوهش حاضر تقدیر و تشکر می‌گردد. همچنین، از آقای مهندس ایمان روشناس برای همکاری در برداشت داده‌ها سپاس‌گزاری می‌شود.

۶- داده‌ها و اطلاعات

مبنای داده‌ها و اطلاعات مقاله حاضر، بخشی از داده‌های پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است.

۷- تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافع وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

۸- مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در این مقاله به شرح زیر است: مشارکت ابراهیم مرتضوی، برداشت‌های داده‌های میدانی، تفسیر و تحلیل داده‌های مقاله و ویرایش متن اولیه مقاله است. مشارکت مجتبی امیری، نظارت و راهنمایی بر روند انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج و ویرایش نهایی متن مقاله می‌باشد. مشارکت هومن روانبخش، تأمین امکانات و تفسیر و تحلیل آماری داده‌های مقاله می‌باشد.

۹- اصول اخلاقی

نویسندگان، اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها می‌باشد.

۱۰- حمایت مالی

این مقاله حاصل نتایج بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشجوی است که تحت حمایت مالی دانشگاه سمنان در قالب گرنت دانشجوی و گرنت استاد راهنما انجام گردیده است.

۱۱- مراجع

1. Ahmadi, M. (2014). Investigating the effect of natural canopy gap on the composition and diversity of plant species and tree regeneration (Case study: Masal forest, east of Gilan). M.Sc. Thesis, 86 p. [In Persian]
2. Ahmadi, H. R. (2018). The effect of storm on the composition and structure of forest stands (A case study of Neka Choob area). M.Sc. Thesis in forest sciences, Faculty of Forestry, Semnan University, 88 p. [In Persian]
3. Ahamadi, H. R., Amiri, M., Mohammady, M., & Ravanbakhsh, H. (2023). The impact of windstorm disturbance on the forest structural attributes in Oriental Beech-Hornbeam mixed stands of Hyrcanian region. *Ecopersia*, 11(3), 227-240. <http://ecopersia.modares.ac.ir/article-24-68636-en.html>
4. Albanesi, E., Gugliotta, O., Mercurio, I., & Mercurio, R. (2005). Effects of gap size and within-gap position on seedlings establishment in silver fir stands. *Forest*, 2(4), 358-366.
5. Amiri, M., Ramani, R., Sagheb-Talebi, Kh., & Habashi, H. (2013). Dynamics of structural characteristics of a natural unlogged oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in Shast Kalate Forest, North of Iran. *The International Journal of Environmental Resources Research*, 1(2), 107-129.
6. Amoli Kondori, A. R., Marvi Mohajer, M. R., Zobeiri, M., & Etemad, V. (2012). Natural regeneration of tree species in relation to gap characteristics in natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand, north of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(1), 151-164. [In Persian]
7. Benavides, R., Scherer- Lorenzen, M., & Valladares, F. (2019). The functional trait space of tree species is influenced by the species richness of the canopy and the type of forest. *Oikos*, 128(10), 1435-1445.
8. Brokaw, N. V. L. (1996). Tree falls: Frequency, timing and consequences. Smithsonian Institute, Washington, D. C., pp. 101-108.
9. Collet, C., & Chenost, C. (2006). Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions, *Forestry*, 79, 489-502.
10. D'Oliveira, M. V., & Ribas, L. A. (2011). Forest regeneration in artificial gaps twelve years after canopy opening in Acre State Western Amazon. *Forest Ecology and Management*, 261(11), 1722-1731.
11. De Lima, R. A. F. (2005). Gap size measurement: The proposal of a new field method. *Forest Ecology and Management*, 214(1-3), 413-419.
12. Dehdashtifar, M., Jalali, Gh.A., Esmailzadeh, O., & Kahyani, S. (2014). Influence of canopy gaps size and dead trees on natural regeneration in the Experimental Forest Station of Tarbiat Modares University. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 21(2), 149-168. https://jwfst.gau.ac.ir/article_1981.html. [In Persian]
13. Dobrowolska, D., & Veblen, T. T. (2008). Treefall-gap structure and regeneration in mixed *Abies alba* stands in central Poland. *Forest Ecology and Management*, 255(8-9), 3469-3476.
14. Fourrier, A., Bouchard, M., & Pothier, D. (2015). Effects of canopy composition and disturbance type on understorey plant assembly in boreal forests. *Journal of Vegetation Science*, 26, 1225-1237.
15. Gagnon, J. L., Jokela, E. J., Moser, W., & Huber, D. A. (2004). Characteristics of gaps and natural regeneration in mature longleaf pine flatwoods ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 187(2-3), 373-380.
16. Geraili, Sh., Mirzaei, J., Heydari, M., Zarafshar, M., & Etemad, V. (2018). Effect of disturbance intensity of canopy gap in forest stands on seed germination of Beech (*Fagus orientalis* L.) and Hornbeam (*Carpinus betulus*) trees at Hyrcanian Forest. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 7(2), 219-236. DOI: 10.22034/ijssst.2019.110231.1080. [In Persian]
17. Goldblum, D. (1997). The effects of treefall gaps on understory vegetation in New York State. *Journal of Vegetation Science*, 8(1), 125-132.
18. Hamrang, N., Pourbabaie, H., & Nikoeei, M. (2014). The influence of canopy gaps size derived from selective cutting on diversity of herbaceous species in mountainous forests of northern Iran (A case study: Beech stands of Lumiere, Asalem). *Ecology of Iranian Forests Journal*, 2(3), 33-48. <http://ifej.sanru.ac.ir/article-1-122-fa.html>. [In Persian]
19. Hanley, M. E., Bouma, T. J., & Mossman, H. L. (2020). The gathering storm: Optimizing management of coastal ecosystems in the face of a climate-driven threat. *Annals of Botany*, 125(2), 197-212.
20. Kazemzade, M., Mirzaei, J., & Jafarian, N. (2022). Biodiversity and symbiosis of mycorrhizal fungi with almond trees (*Amygdalus* sp.) in Zagros forests, Ilam province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 30(3), 241-256. doi: 10.22092/ijfpr.2022.360138.2069

21. Khodaverdi, S., Amiri, M., Kartoolinejad, D., & Mohammadi, J. (2019). Canopy gaps characteristics of pure and mixed stands in the Hyrcanian forests of north Iran. *Annals of Silvicultural Research*, 43(2), 62-70.
22. Lloren, J. I., Fahrig, L., Bennett, J. R., Contreras, T. A., & McCune, J. L. (2020). The influence of landscape context on short- and long- term forest change following a severe ice storm. *Journal of Ecology*, 108(1), 224-238.
23. Marvie Mohadjer, M. R. (2005). Silviculture. University of Tehran Press, 2709, 387 p.
24. Mohammadi, L., Marvie-Mohadjer, M. R., Etemad, V., & 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), 457-470. [In Persian]
25. Muscolo, A., Sidari, M., & Mercurio, R. (2007). Influence of gap size on organic matter decomposition, microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*, Poiret) stands. *Forest Ecology and Management*, 242(2-3), 412-418.
26. Nagel, T. A., Svoboda, M., Rugani, T., & Diaci, J. (2010). Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus-Abies forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology*, 208(2), 307-318.
27. Nasiri, N., Marvie-Mohadjer, M. R., Etemad, V., & Sefidi, K. (2015). Natural regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) within canopy gaps and under canopy cover (Case study: Gorazbon, Kheyroud Forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1), 13-24. https://ijfpr.areeo.ac.ir/article_102326.html. [In Persian]
28. Orman, O., & Dobrowolska, D. (2017). Gap dynamics in the Western Carpathian mixed beech old-growth forests affected by spruce bark beetle outbreak. *European Journal of Forest Research*, 136(3), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10342-017-1054-3>
29. Parhizkar, P., Shahini, Y., Sadeghzadeh Hallaj, M. H., & Yaghoobian, A. (2017). Effects of position within gap and relative light intensity on quantitative regeneration attributes of six tree species (Case study: Loveh forest-Golestan province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(4), 568-576. https://ijfpr.areeo.ac.ir/article_109429.html. [In Persian]
30. Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, K., Mataji, A., Nyland, R., & Namiranian, M. (2011). Silvicultural characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps. *Forestry*, 84(2), 177-185.
31. Peterson, C. J. (2007). Consistent influence of tree diameter and species on damage in nine eastern North America tornado blowdowns. *Forest Ecology and Management*, 250(1-2), 96-108.
32. Ren, J. Y., Kadir, A., & Yue, M. (2015). The role of tree- fall gaps in the natural regeneration of birch forests in the Taibai Mountains. *Applied Vegetation Science*, 18(1), 64-74.
33. Rentch, J. S., Schuler, T. M., Nowacki, G. J., Beane, N. R., & Ford, W. M. (2010). Canopy gap dynamics of second-growth red spruce-northern hardwood stands in West Virginia. *Forest Ecology and Management*, 260(10), 1921-1929.
34. Ritter, E., Dalsgaard, L., & Einhorn, K. S. (2005). Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a semi-natural beech-dominated forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 206(1-3), 15-33.
35. Runkle, J. R. (1985). Disturbance regimes in temperate forests. In: Pickett, S. T. and White, P. S. (Eds.), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Academic Press, New York, pp. 17-33.
36. Sabo, A. E., Forrester, J. A., Burton, J. I., Jones, P. D., Mladenoff, D. J., & Kruger, E. L. (2019). Ungulate exclusion accentuates increases in woody species richness and abundance with canopy gap creation in a temperate hardwood forest. *Forest Ecology and Management*, 433, 386-395.
37. Sagheb-Talebi, Kh. Delfan-Abazari, B., & Namiranian, M. (2005). Regeneration process in natural uneven-aged Caspian beech forests. *Swiss Forest Journal*, 156(12), 477-480.
38. Šamonil, P., Antolík, L., Svoboda, M., & Adam, D. (2009). Dynamics of windthrow events in a natural fir-beech forest in the Carpathian Mountains. *Forest Ecology and Management*, 257(3), 1148-1156.
39. Sefidi, K., Marvie Mohajer M. R., Manfred Mosandl, R., & Copenheaver, 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. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.008>
40. Sefidi, K., Marvie Mohajer, M. R., Etemad, V., & Manfred Mosandl, R. (2015). Canopy gaps properties effect on regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in the mixed beech stands. *Journal of Natural Ecosystem of Iran*, 5(2), 25-40. [In Persian]
41. Shabani, S., Akbarinia, M., Jalali, Gh. A., & Aliarab, A. R. (2011). Impact of canopy gaps size on woody species biodiversity in mountainous forests of northern Iran (Case study: Beech stands of Lalish, Chalous). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(1), 73-82. https://ijfpr.areeo.ac.ir/article_107602.html. [In Persian]
42. Stewart, G. H., Rose, A. B., & Veblen, T. T. (1991). Forest development in canopy gaps in old-growth beech (*Nothofagus*) forests, New Zealand. *Journal of Vegetation Science*, 2, 679-690.

43. Tavankar, F., Bonyad, A. E., & Iranparast Bodaghi, A. (2013). Effects of snags on the species diversity and frequency of tree natural regeneration in natural forest ecosystems of Guilan. *Iranian Journal of Plant Researches*, 26(3), 267-280.
44. Wang, Z., Yang, H., Dong, B., Zhou, M., Ma, L., Jia, Z., & Duan, J. (2017). Effects of canopy gap size on growth and spatial patterns of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) regeneration. *Forest Ecology and Management*, 385, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.022>
45. Xi, W., Peet, R. K., Lee, M. T., & Urban, D. L. (2019). Hurricane disturbances, tree diversity, and succession in North Carolina Piedmont forests, USA. *Journal of Forestry Research*, 30(1), 219-231.
46. Zenner, E. K., Peck, J. E., & Sagheb-Talebi, Kh. (2019). Patchiness in old- growth oriental beech forests across development stages at multiple neighborhood scales. *European Journal of Forest Research*, 138, 739-752. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01203-4>
47. Zobeiry, M. (2000). Forest inventory (Measurement of tree and stand). 2nd edition, Tehran University Press, 401 p. [In Persian]
48. Zoghi, M., Rahmani, R., Shayesteh-Pahangeh, E., & Moayeri, M. H. (2010). The effect of gap size on qualitative characteristics of saplings of regeneration groups in a mixed beech stand. *Renewable Natural Resources Research*, 2(4), 83-91. [In Persian]
49. Zolfaghari, E., Marvi Mohajer, M. R., Zahedi Amiri, Gh., & Namiranian, M. (2011). Investigation of forest crown gap effects on rehabilitation and diversity of natural regeneration settlement (Case study, Chelir district from Kheiroud forest, Nooshahr). *Research Journal of Forest and Engineering*, 2(5), 23-29. [In Persian]