Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Ecology of Iranian Forests, Vol. 13, Issue 1, 2025 p: 146-154

OPEN ACCESS

Research paper

Evaluation of Changes in Soil Characteristics in the Canopy and Crowns of Pure and Mixed Beech Forests in Shast Kalate

Nazanin Fakhari[1], Seyed Mohammad Hojjati[2], Hamid Jalilvand[3] and Seyed Mohammad Vaez Mosavi [4]

1- Ph.D student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: n_fakhari875@yahoo.com)

2 and 3- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

4- Assistant Professor, Department of Forestry and Forest Ecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural, Resources, Gorgan, Iran

Received: 02 July 2024 Revised: 12 September 2024 Accepted: 06 October 2024

Extended abstract

Background: The creation of sequence mosaics in the forest ecosystem, which begins with the regeneration of life in the canopy, has a significant role in the spatial structure of forest masses and can also provide the possibility of establishment of regeneration by changing the characteristics of the soil. However, this relationship is two-way and awareness of it can be effective in the better understanding of natural processes. Therefore, this research generally aims to investigate and compare soil properties in the canopy and closed canopy of pure and mixed beech stands.

Hyrcanian forests host critical habitats of oriental beech. Canopy gaps drive ecological succession by altering soil biogeochemistry. This study investigates variations of soil properties in pure *vs*. mixed beech stands. This study was conducted to evaluate changes in soil physical and chemical properties in open gaps and gaps under the canopy of pure and mixed beech stands in a series of sixty plots.

Objectives: 1) Measuring changes in pH, organic carbon, total nitrogen, phosphorus, and available potassium; 2) analyzing the interaction between forest stands and sampling location; and 3) providing management strategies based on the findings.

Methods: The chemical changes in the soil layers of the canopy in the pure and mixed masses of beech were investigated by choosing seven sample plots of 25 hectares (500 × 500 m) inside the parcels 4, 5, 7, 15, 16, 17, and 18 of the series 1 sixty cleats, which were the same in terms of location. After selecting sample pieces, eight canopy and eight closed crowns in pure and mixed beech masses were selected for soil sampling. Soil was sampled from two depths of 0-10 and 10-20 cm using a metal cylinder (diameter 8 cm). The average depth of the organic layer was measured before taking the soil samples, and litter was collected at the site of each sample on a surface measuring 20 × 20 cm. The chemical properties of the soil, including acidity, organic carbon, nitrogen, absorbable phosphorus, and absorbable potassium, were measured after transferring the soil to the laboratory. The parameters were measured according to ISO and Olsen standards. Two-way ANOVA and Tukey's test (SPSS v26) were used for statistical analyses.

Results: The soil properties, including acidity, total nitrogen, and absorbable potassium, at each of the two depths in different positions of the canopy between the pure and mixed masses showed significant differences, and the depth of the organic layer in the pure mass was significantly different in the openings of the canopy less than those of the closed canopy. Among the investigated variables in the organic layer, none of the measured properties, such as acidity, organic carbon, total nitrogen, and absorbable phosphorus and potassium, were significant in different situations of the canopy. The total nitrogen content in the mixed stand was 32% higher than the pure stand, the total nitrogen in the 0-10 cm depth of the mixed stand (0. 28% ± 0.03) was significantly higher than the pure stand (0.19% ± 0.02), and the potassium in the pure stand was 33% higher. The absorbable potassium in the 10-20 cm depth of the pure stand (180 ppm ± 15) compared to the mixed stand (135 ppm ± 12) showed a 33% increase. There was a 37% decrease in the thickness of the organic layer, and the thickness of the organic layer in the open spaces of the pure stand (3.2 cm ± 0.4) was 37% lower than the under canopy (5.1 cm ± 0.6). A phosphorus increase of 20% was seen in the gaps under the open canopy. The concentration of absorbable phosphorus in the open spaces of the mixed stand was 20% higher than in the under-canopy areas.

Conclusion: Over time, canopy lighting creates significant changes in the light and microclimate conditions of the forest floor and changes the soil properties and the cycle of nutrients in the forest soil. The formation of a canopy increases both the complexity of the canopy and the diversity in the availability and cycle of the main nutrient elements in the soil, such as nitrogen, phosphorus,

Copyright ©2025 Fakhari et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

and potassium. These changes are very necessary for seed germination, survival, and growth of forest floor plants. Openings accelerate nutrient cycling by increasing microbial activity and canopy. The reduction of organic layering in these areas facilitates the establishment of canopy species. Increased activity of decomposing microorganisms was observed in open gaps (due to canopy and humidity). Litter accumulation and reduced mineralization were also observed under the closed canopy. The formation of gaps increases both the complexity of the canopy and the diversity in the availability and cycling of major soil nutrients, such as nitrogen, phosphorus, and potassium. These changes are essential for seed germination, survival, and growth of forest floor plants. Gaps accelerate nutrient cycling by increasing microbial activity and light transmission. The reduction in organic layering in these areas facilitates the establishment of light-loving species. Increased activity of decomposing microorganisms was observed in open gaps (due to higher light and humidity). Litter accumulation and reduced mineralization were also observed under the closed canopy. The formation of gaps accelerates the activity of decomposing microorganisms and improves nutrient cycling (especially nitrogen and phosphorus) by increasing light penetration by 30-40% and improving soil moisture. A 37% reduction in the thickness of the organic layer in these areas creates optimal conditions for the germination of light-loving species, such as wild barberry (*Berberis vulgaris*).
The following management strategies are suggested based on the findings: Maintaining the natural dynamics of open stands in mixed stands, 2) selective exploitation of pure stands with priority given to areas with high regeneration density, and 3) five-year monitoring of nutrient concentrations in open stands. These measures will contribute significantly to the preservation of biodiversity and sustainability of Hyrcanian forest ecosystems.

Keywords: Beech forests, Canopy, Mixed stand, Nutrient elements, Pure beech, Shast Kalateh, Soil characteristics,

How to Cite this Article: Fakhari, N., Hojati, M., Jalilvand, H., & Vaez mosavi, M. (2025) Evaluation of Changes in Soil Characteristics in the Canopy and Crowns of Pure and Mixed Beech Forests in Shast Kalate. *Ecol Iran For,* 13(1), 146-154. DOI: 10.61186/ifej.2024.513

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

مقاله پژوهشی

ارزیابی تغییرات مشخصه‌های خاک در حفره‌ها و تاج‌پوشش جنگل‌های راش خالص و آمیخته شصت‌کلاته

نازنین فخاری[۱]، سیدمحمد حجتی[۲]، حمید جلیلوند[۳] و سید محمد واعظ موسوی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: n_fakhari875@yahoo.com)
۲- و۳- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- استادیار، گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵
صفحه ۱۴۶ تا ۱۵۴

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: ایجاد موزاییک‌های توالی در اکوسیستم جنگل که با تجدید حیات در روشنه‌ها آغاز می‌شود نقش قابل توجهی در ساختار مکانی توده‌های جنگلی دارد و هم‌چنین می‌تواند با تغییر مشخصه‌های خاک امکان استقرار تجدید حیات را فراهم نماید. البته این ارتباط دو طرفه است و آگاهی از آن می‌تواند در درک بهتر فرایندهای طبیعی موثر باشد. بنا بر این، هدف کلی این تحقیق بررسی و مقایسه خصوصیات خاک در روشنه‌های تاج‌پوشش و تاج‌پوشش بسته توده خالص و آمیخته راش است. جنگل‌های هیرکانی با دارابودن راش شرقی اکوسیستم‌های منحصر به‌فرد جهانی هستند. روشنه‌های تاج‌پوشش با تغییر ریزاقلیم و خاک، نقش محوری را در تجدید حیات جنگل دارند. این پژوهش به بررسی تفاوت‌های خصوصیات خاک در حفره‌هاو زیر تاج‌پوشش توده‌های خالص و آمیخته راش می‌پردازد. این پژوهش به‌منظور ارزیابی تغییرات خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک در روشنه‌های باز و روشنه‌های زیر تاج‌پوشش توده‌های خالص و آمیخته راش در سری یک شصت کلاته انجام شد. اهداف: شامل: ۱) سنجش تغییرات pH، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب، ۲) تحلیل اثر متقابل توده جنگلی و موقعیت نمونه‌برداری، و ۳) ارائه راهکارهای مدیریتی مبتنی بر یافته‌ها بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تغییرات شیمیایی لایه‌های خاک روشنه‌ها در توده های خالص و آمیخته راش، هفت قطعه نمونه ۲۵ هکتاری (۵۰۰*۵۰۰ متری) در داخل پارسل‌های۴، ۵، ۷، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ سری یک شصت‌کلاته که از نظر موقعیت مکانی یکسان هستند، انتخاب شد. پس از انتخاب قطعات نمونه، ۸ روشنه و ۸ تاج‌پوشش بسته در توده‌های خالص و آمیخته راش برای نمونه‌برداری خاک انتخاب شدند. نمونه‌برداری از خاک از دو عمق ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری به روش استوانه فلزی (به قطر ۸ سانتی‌متر) انجام شد. قبل از نمونه‌برداری از خاک، در محل هر کدام از نمونه‌ها در سطحی به ابعاد ۲۰ در ۲۰ سانتی‌متر اقدام به اندازه‌گیری عمق متوسط لایه آلی و جمع‌آوری لاشبرگ شد. پس از انتقال خاک به آزمایشگاه، خصوصیات شیمیایی خاک شامل اسیدیته، کربن آلی، نیتروژن، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب اندازه‌گیری شدند. سنجش پارامترها طبق استانداردهای ISO و Olsen صورت گرفت. درتحلیل آماری نیز از ANOVA دوطرفه و آزمون توکی (SPSS v 26) استفاده گردید.

یافته‌ها: خصوصیات خاک شامل اسیدیته، ازت کل و پتاسیم قابل جذب در هریک از دو عمق در موقعیت‌های متفاوت تاج‌پوشش بین توده خالص و آمیخته تفاوت معنی‌داری داشتند و همچنین عمق لایه آلی در توده خالص به‌طور معنی‌داری در روشنه‌های تاج‌پوشش کمتر از تاج‌پوشش بسته بود. در میان متغیرهای مورد بررسی در لایه آلی، هیچ کدام از خصوصیات مورد اندازه‌گیری از قبیل اسیدیته، کربن آلی، ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب در میان موقعیت‌های مختلف تاج‌پوشش معنی‌دار نبود. میزان نیتروژن کل در توده آمیخته ۳۲٪ بیشتر از خالص بود، و نیتروژن کل در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر توده آمیخته (۰.۲۸٪ ± ۰.۰۳) به‌طور معنی‌داری بالاتر از توده خالص (۰.۱۹٪ ± ۰.۰۲) بود. هم‌چنین، پتاسیم در توده خالص ۳۳٪ بالاتر بود، و پتاسیم قابل جذب در عمق ۱۰-۲۰ سانتیمتر توده خالص (۱۸۰ ± ۱۵ppm) نسبت به توده آمیخته (۱۳۵ ± ۱۲ppm) افزایش ۳۳٪ نشان داد. کاهش ۳۷٪ ضخامت لایه آلی را دربر داشت، ضخامت لایه آلی در روشن‌بازهای توده خالص (۳.۲ سانتی‌متر ± ۰.۴) نسبت به زیر تاج‌پوشش (۵.۱ سانتی‌متر ± ۰.۶) ۳۷٪ کاهش داشت. افزایش میزان۲۰ ٪ فسفر در روشنه‌های زیر تاج‌پوشش باز دیده شد. غلظت فسفر قابل جذب در روشن‌بازهای توده آمیخته ٪۲۰ بیشتر از مناطق زیر تاج‌پوشش بود.

نتیجه‌گیری: روشنه‌های تاج‌پوشش در طی زمان تغییرات چشم‌گیری در شرایط نوری و خرد اقلیم کف جنگل ایجاد می‌کنند و موجب تغییر خصوصیات خاک و چرخه عناصر غذایی خاک جنگل می‌شوند. تشکیل روشنه‌ها موجب افزایش پیچیدگی تاج‌پوشش و افزایش تنوع در دسترسی و چرخه عناصر غذایی اصلی خاک از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود. این تغییرات، برای جوانه‌زنی بذر، زنده‌مانی و رشد گیاهان کف جنگل بسیار ضروری هستند. روشنه‌ها با افزایش فعالیت میکروبی و نوررسانی، چرخه عناصر غذایی را تسریع می‌کنند. کاهش لایه آلی در این مناطق، استقرار گونه‌های نورپسند را تسهیل می‌نماید. افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده در روشنه‌های باز (به‌دلیل نور و رطوبت بالاتر) مشاهده گردید. تجمع لاش‌برگ در زیر تاج‌پوشش بسته و کاهش معدنی‌سازی در آن نیز مشاهده شد. تشکیل روشن‌بازها با افزایش ۴۰-۳۰٪ نفوذ نور و بهبود رطوبت خاک، فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده را تسریع می‌کند و چرخه عناصر غذایی (به‌ویژه نیتروژن و فسفر) را بهبود می‌بخشد. کاهش ۳۷٪ ضخامت لایه آلی در این مناطق، شرایط بهینه‌ای را برای جوانه‌زنی گونه‌های نورپسند مانند زرشک وحشی (*Berberis vulgaris*) ایجاد می‌کند.

بر اساس یافته‌ها، راهکارهای مدیریتی زیر پیشنهاد می‌شوند: ۱) حفظ پویایی طبیعی روشن‌بازها در توده‌های آمیخته، ۲) بهره‌برداری گزینشی از توده‌های خالص با اولویت مناطق دارای تراکم بالای تجدید حیات، و ۳) پایش پنج‌ساله غلظت عناصر غذایی در مناطق روشن‌باز. این اقدامات به حفظ تنوع زیستی و پایداری اکوسیستم‌های جنگلی هیرکانی کمک شایانی خواهند کرد.

واژه‌های کلیدی: توده آمیخته، جنگل‌های راش، خصوصیات خاک، راش خالص، روشنه، شصت‌کلاته، عناصرغذایی

مقدمه

روش‌های مدیریتی جنگل‌شناسی همگام باطبیعت، می‌توانند بهترین انتخاب برای مدیریت توده‌های طبیعی (نظیر جنگل‌های شمال) باشند؛ روش‌هایی که اساس آن‌ها دخالت بهینه در ساختار و فرآیندهای طبیعی در جنگل است. در این روش از مدیریت جنگل‌های پهن‌برگ و خزان‌کننده، اغلب با تشکیل روشنه و تغییر در ساختار توده‌های جنگلی امکان استقرار گونه‌های جدید در داخل آن‌ها فراهم می‌شود (Whittaker,1972). بوم‌سازگان جنگلی مانند سایر اجتماعات زنده در اثر تولد، رشد و مرگ درختان و سایر ارگانیسم‌ها به‌طور دائم در حال تغییر و تحول هستند. پایان سن دیرزیستی درختان از مراحل مهم تغییرات جنگل بوده است و مرحله شروع توالی

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

روشنه‌ها است (Ymamoto, 2000.). ایجاد موزاییک‌های توالی در اکوسیستم جنگل که با تجدید حیات در روشنه‌ها آغاز می‌شود نقش قابل توجهی در ساختار مکانی توده‌های جنگلی دارد و هم‌چنین می‌تواند با تغییر مشخصه‌های خاک امکان استقرار تجدید حیات را فراهم نماید. البته این ارتباط دو طرفه است و آگاهی از آن می‌تواند در درک بهتر فرایندهای طبیعی موثر باشد. فرایند تشکیل روشنه‌ها در توده‌های طبیعی راش اغلب با افتادن تک‌درخت و تبدیل آن به خشکه‌دار افتاده یا سرپا ایجاد می‌شود. تشکیل روشنه‌ها در جنگل باعث تغییر در شرایط محیطی در توده‌های جنگلی می‌شود. ریشه‌کنی و باد افتادگی درختان و شکستن تاج آن‌ها در جنگل‌های شمال ایران از دلایل اصلی تشکیل روشنه‌ها در پوشش تاجی در درختان جنگلی هستند. مطالعات زیادی در این زمینه در جنگل‌های گرمسیری و معتدله انجام شده‌اند (Saymor *et al.,* 2002) .

روشنه‌های جنگل یکی از شاخص‌ترین عرصه‌ها در جنگل‌های نواحی معتدله هستند که به لحاظ شرایط محیطی خاص خود از زادآوری بالایی برخوردار هستند (Sorkhi *et al.,* 2012). عوامل مختلفی در پیدایش زادآوری مناسب در این مناطق اثرگذارند که در این میان نقش خاک و چرخه عناصرغذایی دارای اهمیت زیادی است (Daneshvar *et al.,* 2007). با این‌که در دهه‌های اخیر مطالعات متعددی روی تقابل بین پوشش‌گیاهی و فرآیندهای بوم‌سازگان‌های خاکی انجام شده‌است اما به نسبت شناخت بسیار کمی در مورد ارتباط بین زادآوری با مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به خصوص در روشنه‌های جنگلی وجود دارد. چرخه موادغذایی در خاک به شکلی پیش می‌ورد که با تغییرات مشخصه‌های خاک، نوع، کمیت و کیفیت پوشش در درازمدت جابه‌جا خواهد شد که البته این تغییرات در زادآوری درختان به علت حساسیت بیشتر، زودتر و بهتر خود را نشان می‌دهد. از این رو، می‌توان خاک را به عنوان مهم‌ترین و اساسی‌ترین منبع برای اکثر فعالیت‌های زیستی نظیر کمیت، کیفیت و زادآوری به‌حساب آورد. به بیان دیگر، بیشتر تحقیقات ساختار روشنه‌ها بر روابط بین اندازه سطح روشنه و میزان نور در دسترس متمرکز هستند، در حالی که همزمان با تغییرات در سطح زمین و رقابت رستنی‌ها، محیط در خاک نیز تغییر می‌کند و از طرف دیگر، جنگل‌ها نیز نقش قابل‌توجهی در تغییر و توسعه خاک‌ها برعهده دارند. بحث درباره روابط بین خاک و پوشش‌گیاهی همواره از موضوعاتی بوده است که در علم مدیریت جنگل و علوم مربوط به خاک مورد توجه قرارگرفته است (Dehdashtifar *et al.,* 2007).

مطالعات واجاری و همکاران (Abrary vajary *et al.,* 2017) تحت عنوان ارتباط روشنه‌های تاج‌پوشش ناشی از اجرای شیوه تک‌گزینی با ضخامت لایه هوموس در جنگل راش النداز ساری بیان کرد که روشنه‌های تاج‌پوشش از نظر ضخامت لایه هوموس اختلاف معنی‌داری داشتند و ضرایب همبستگی اسپیرمن نشان داد که با افزایش ضخامت لایه هوموس، درصد مقدار ازت کل، فسفر و کربن‌آلی کاهش یافت. از طرفی ضخامت لایه هوموس در مرکز روشنه‌ها کمتر از حاشیه روشنه‌ها بود و بیشترین میانگین ضخامت لایه هوموس در جهت شمال جغرافیایی مشاهده شد. از طرف دیگر، (Shabani *et al.,* 2011) به بررسی تغییر عوامل خاکی در روشنه‌هایی با اندازه‌های مختلف (کوچک ۲۰۰، متوسط ۴۰۰ و روشنه بزرگ ۶۰۰ مترمربع) و ارتباط آن باتراکم زادآوری گونه راش در منطقه جنگلی لالیس چالوس پرداخت. نتایج نشان دادند که با افزایش اندازه روشنه، کربن‌آلی خاک و نسبت کربن به نیتروژن کاهش معنی‌داری داشتند اما سایر عوامل خاک مانند ازت، پتاسیم، فسفر و اسیدیته خاک با افزایش اندازه روشنه افزایش معنی‌داری داشتند (Sorkhi *et al.,* 2012). در مطالعه‌ای با هدف بررسی تاثیر تاج‌پوشش بسته و روشنه‌های تاج‌پوشش بر مشخصه‌های خاک در توده‌های خالص و آمیخته راش در جنگل النداز‌ساری به این نتیجه رسیدند که در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک مشخصه هدایت الکتریکی خاک در روشنه‌های توده خالص به‌طور معنی‌داری کمتر از روشنه‌ها و تاج‌پوشش توده‌آمیخته بود. درصد کربن آلی در روشنه‌های توده خالص به‌طور معنی‌داری کمتر از تاج‌پوشش بسته بود و نسبت کربن به نیتروژن در هر دو توده خالص و آمیخته بین روشنه و تاج‌پوشش بسته تفاوت معنی‌داری داشت اما پتاسیم قابل جذب در هیچ‌یک از توده‌های خالص و آمیخته تفاوت آماری معنی‌داری را بین روشنه و تاج‌پوشش نشان نداد در صورتی‌که بین توده خالص و آمیخته معنی‌دار بود. اما هیچ‌یک از این مشخصه‌ها در عمق ۰ تا ۱۰سانتی‌متری خاک بین موقعیت‌های مختلف تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد. در این مطالعه، با توجه به اندازه روشنه‌های مورد بررسی نشان داده شد که نیتروژن و فسفر در روشنه‌های بزرگ بیشتر از سایر روشنه‌ها (روشنه کوچک و متوسط) بود و در مجموع، میزان نسبت کربن به نیتروژن، pH خاک و رطوبت قابل دسترس در خاک سبب شده‌اند که پویایی و تحول خاک در روشنه‌های بزرگ به‌نحوی صورت گیرد که زادآوری از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر روشنه‌ها برخوردار باشد.

به‌طور کلی، هدف این تحقیق بررسی و مقایسه تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک و لایه آلی در روشنه‌های تاج‌پوشش و تاج‌پوشش بسته در جنگل خالص و آمیخته راش در منطقه شصت‌کلاته گرگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جنگل‌های شصت‌کلاته بین عرض جغرافیایی ″۲۷ ′۴۳ °۳۶ تا ″۶ ′۴۸ °۳۶ و طول جغرافیایی ″۲۶ ′۲۱ °۵۴ تا ″۵۷ ′۲۴ °۵۴ قرار گرفته‌اند. مساحت سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا ۳.۱۷۱۳ هکتار است. کمترین پستی آن ۲۱۰ متر و بلندترین فراز ۹۹۵ متر در گستره طرح شناخته شده‌اند. این سری از شمال به زمین‌های کشاورزی، از شرق به طرح جنگل‌داری سعدآباد، از جنوب به سری دو جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام‌نیا و از غرب به زمین‌های زراعی روستای یالو و سری دو جنگل آموزشی دکتر بهرام‌نیا منتهی می‌گردد. میزان متوسط بارندگی سالانه محدوده طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا ۲/۶۸۶ میلی‌متر است که بیشترین آن در اسفندماه (۴/۷۹ میلی‌متر) و کمترین آن در مردادماه (۳/۳۱ میلی‌متر) اتفاق می‌افتند (کتابچه طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا ۱۳۹۵).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

به‌طور کلی، با عملیات جنگل گردشی در تیپ‌های مختلف راش و راش ممرز، هفت قطعه نمونه ۲۵ هکتاری (۵۰۰×۵۰۰ متر) در داخل پارسل‌های ۴، ۵، ۷، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ سری یک (شکل۱) جنگل شصت‌کلاته که از نظر موقعیت مکانی یکسان هستند، انتخاب شدند و سپس در داخل هریک از قطعات نمونه ۲۵ هکتاری، تمام روشنه‌های موجود شناسایی شدند. در داخل هر روشنه با روش آماربرداری صددرصد، نوع گونه درختی که با افتادن آن درخت، روشنه به‌وجود آمده‌است و فراوانی و نوع گونه‌های زادآوری آن یادداشت شدند و برای هریک از روشنه‌ها شکل تقریبی، جهت عمومی یا جهت قطر بزرگ، شیب، موقعیت آن‌ها در روی اشکال مختلف زمین (یال، دامنه، دره و دولین) و هم‌چنین مساحت روشنه‌ها یادداشت شدند. شکل تقریبی هر روشنه با ایستادن درون روشنه و با نگاه کردن به بالا تشخیص داده شد. موقعیت مکانی مرکز روشنه کلیه روشنه‌ها نیز با سیستم موقعیت‌یاب جغرافیایی (GPS) مشخص شد.

شکل ۱- سری ۲ شصت‌کلا
Figure 1. Series 2 Shast Kala

برای بررسی و مقایسه خصوصیات شیمیایی خاک و لایه آلی خاک در روشنه‌ها و تاج‌پوشش بسته توده‌های خالص و آمیخته راش بعد از انتخاب موقعیت‌های مختلف تاج‌پوشش موجود در توده‌ها، و باتوجه به این‌که بیشترین تاثیر لایه آلی روی افق‌های سطحی خاک است، اقدام به نمونه‌برداری از خاک از در دو عمق ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری با روش استوانه فلزی (به قطر ۸ سانتی‌متر) شد. قبل از نمونه‌برداری از خاک، در محل هرکدام از نمونه‌ها در سطحی به ابعاد ۲۰ در ۲۰ سانتی‌متر اقدام به اندازه‌گیری عمق متوسط لایه آلی و جمع‌آوری لاش‌برگ شد. در مجموع، ۳۲ نمونه خاک و ۱۶ نمونه لایه آلی برداشته شد و نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در هوای آزاد خشک گردیدند و سپس خرد و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. اسیدیته به‌روش پتانسیومتری با دستگاه pH متر، کربن آلی به‌روش والکی بلاک، نیتروژن کل به‌روش کجلدال، فسفر قابل جذب به‌روش اولسن و پتاسیم قابل جذب با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین، نمونه‌های لایه آلی در آون با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و pH آن با دستگاه pH متر با مخلوط لایه آلی و آب مقطر به‌نسبت ۱:۴، وزن در واحد حجم لاشبرگ، نیتروژن کل به‌روش کجلدال، فسفر به‌روش اولسن و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند (Sorkhi *et al.*, 2012).

در این تحقیق، برای تجزیه و تحلیل و مقایسه داده‌های تغییرات خصوصیات خاک در ارتباط با وضعیت‌های مختلف روشنه‌ها (تاج‌پوشش بسته توده خالص، روشنه توده خالص، تاج‌پوشش بسته توده‌آمیخته و روشنه توده‌آمیخته) از آنالیز واریانس یکطرفه و مقایسه اثر عمق (عمق ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری) در موقعیت‌های مختلف روشنه‌ها از آزمون t در سطح احتمال ۰۵.۰ استفاده شد. قبل از انجام آزمون‌های آماری، فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولوموگراف-اسمیرنوف و یکسان بودن واریانس‌ها با استفاده از آزمون‌های لون و F بررسی شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. در آزمون t، چنانچه مقدار *p-value* محاسبه شده کوچک‌تر از ۵ درصد شود با احتمال ۹۵ درصد فرض H_0 یعنی برابر بودن میانگین‌های دو جامعه مورد بررسی رد شده و فرض H_1 یا وجود اختلاف معنی‌دار پذیرفته می‌شود. در صورت معنی‌دار بودن آنالیز واریانس از آزمون پسین توکی برای مقایسه پسین استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی خصوصیات خاک در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری در روشنه‌ها و تاج‌پوشش بسته توده خالص و آمیخته راش اسیدیته خاک در دو عمق مورد بررسی تفاوت آماری معنی‌داری را بین موقعیت‌های متفاوت نشان نداد (جدول ۲). در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری در موقعیت تاج‌پوشش بسته توده آمیخته، اسیدیته خاک به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری خاک بود.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

جدول ۱- آنالیز واریانس خصوصیات شیمیایی خاک در وضعیت‌های مختلف تاج‌پوشش شامل روشنه در توده خالص و آمیخته و تاج‌پوشش بسته در توده خالص و آمیخته

Table 1. Analysis of variances of chemical properties in different canopy conditions, including canopy gaps in pure and mixed stands and closed canopy in pure and mixed stands

منابع تغییرات Sources of variation		نوع مقایسه Comparison type	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Average of squares	مقدارF	سطح معنی‌داری Significance level
اسیدیته Acidity	(Depth) عمق 10- 0	بین گروهی Between groups	597.0	3	196.0	374.2	121.0
		درون‌گروهی Intergroup	001.1	12	079.0		
	(Depth) عمق20- 10	بین گروهی Between groups	054.0	3	021.0	504.0	738.0
		درون‌گروهی Intergroup	498.0	12	0.0044		
کربن‌آلی Organic carbon	(Depth) عمق 10- 0	بین گروهی Between groups	0.493	3	0.169	0.219	0.869
		درون‌گروهی Within groups	875.8	12	0.776		
	(Depth) عمق20- 10	بین گروهی Between groups	598.1	3	0.549	985.11	0.001
		درون گروهی Within groups	0.538	12	0.039		
ازت Nitrogen	(Depth) عمق 10- 0	بین گروهی Between groups	0.025	3	0.009	1.169	342.0
		درون‌گروهی Within groups	0.084	12	0.008		
	(Depth) عمق 20- 10	بین‌گروهی Between groups	0.016	3	0.005	15.894	0.000
		درون‌گروهی Within groups	0.003	12	0.000		
فسفر Phosphorus	(Depth) عمق 10- 0	بین گروهی Between groups	292.112	3	101.007	0.701	0.613
		درون‌گروهی Within groups	124.1804	12	144.211		
	(Depth) عمق 20- 10	بین گروهی Between groups	44.945	3	14.628	1.153	0.342
		درون‌گروهی Within groups	155.771	12	12.809		
پتاسیم Potassium	(Depth) عمق 10- 0	بین گروهی Between groups	380.17934	3	874.5981	0.851	0.478
		درون‌گروهی Within groups	421.79748	12	6924.993		
	(Depth) عمق 20- 10	بین گروهی Between groups	668.58976	3	643.18495	9.284	0.002
		درون‌گروهی Within groups	786.24873	12	805.2057		

هم‌چنین نتایج آزمون t در خصوص کربن آلی خاک (جدول ۲) نشان داد که در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری نسبت به عمق ۲۰-۱۰ در تمامی موقعیت‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و هم‌چنین کربن‌آلی خاک در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری روشنه‌های تاج‌پوشش توده خالص به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر موقعیت‌ها می‌باشد.

از طرفی دیگر نتایج جدول تجزیه واریانس و آزمون پسین توکی (جدول ۱ و ۲) نشان داد مقدار ازت کل در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری خاک در روشنه‌های تاج‌پوشش توده خالص به‌طور معنی‌داری کمتر از تاج‌پوشش بسته می‌باشد و در هر دو موقعیت توده خالص در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر می‌باشد. و مقدار فسفر قابل جذب نیز در هیچ‌یک از اعماق مورد بررسی بین روشنه‌های تاج‌پوشش و تاج‌پوشش بسته تفاوت معنی‌داری نشان نداد و مقادیر این متغیر در روشنه‌های تاج‌پوشش توده خالص در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری می‌باشد. در پایان مقدار پتاسیم قابل جذب در هر دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر تفاوت آماری معنی‌داری بین روشنه‌های تاج‌پوشش و تاج‌پوشش بسته نشان نداد اما تفاوت بین توده خالص و آمیخته معنی‌داری را نشان داد. مقادیر این متغییر در روشنه‌های تاج‌پوشش و تاج‌پوشش بسته توده خالص در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر خاک بود.

نتایج مقایسه میانگین‌های بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک توده خالص و آمیخته راش در جنگل‌مدیریت نشده شصت‌کلاته (سری ۲) در موقعیت‌های تاج‌پوشش بسته توده خالص، روشنه در توده خالص، تاج‌پوشش بسته توده‌آمیخته و روشنه در توده‌آمیخته به شرح جدول (۲) می‌باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات خاک در روشنه‌های تاج‌پوشش توده خالص و تاج‌پوشش بسته‌ی توده خالص آمیخته راش
Table 2. Comparison of the mean soil properties in the canopy gaps of pure and mixed beech stands and the closed canopy of pure and mixed beech stands

خصوصیات خاک Soil properties	عمق Depth	تاج‌پوشش بسته توده خالص Closed canopy of pure stand	روشنه توده خالص Canopy gap of pure stand	تاج‌پوشش بسته توده‌آمیخته Closed canopy of mixed stand	روشنه توده‌آمیخته Canopy gap of mixed stand
اسیدیته Acidity	10–0	6.72 ±.10	6.81 ±.15	7.24 ±.11Aa	6.89 ±.22
	20–10	6.83 ±.05	7.01 ±.12	6.84 ±.07b	6.84 ±.14
کربن‌آلی Organic carbon	10–0	3.82 ±.24a	3.79 ±.71 a	3.41 ±.16a	3.93 ±.41a
	20–10	1.23 ±.2Ab	0.72 ±.12Bb	1.19 ±.06Ab	1.59 ±.15Ab
نیتروژن کل Total nitrogen	10–0	0.41 ±.04a	0.35 ±.07a	0.28 ±.03a	0.37 ±.05a
	20–10	0.13 ±.01Bb	0.11 ±.02Cb	0.17 ±.01Ab	0.19 ±.01Ab
فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus	10–0	12.442 ±.19	24.054 ±.41a	18.215 ±.86	15.429 ±.34
	20–10	6.382 ±.31	4.1 ±04.72b	8.932 ±.25	51.7.481±
پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium	10–0	224.0317 ±.02a	234.1237 ±.18a	300.5173 ±.04	19.231.1815±
	20–10	56.1212 ±.09Bb	85.2320 ±.41Bb	204.1131 ±.01A	44A.180.2428±

در این جدول، نتایج آزمون پسین وضعیت‌های مختلف تاج‌پوشش با حروف بزرگ انگلیسی و نتایج آزمون t عمق خاک با حروف کوچک انگلیسی نشان داده شده‌اند. حروف مختلف بیانگر تفاوت معنی‌دار گروه‌ها و نداشتن حروف به‌معنی عدم تفاوت معنی‌دار گروه‌ها هستند.

In this table, the results of the post-hoc test for different canopy conditions are shown in uppercase English letters, and the results of the soil depth t-test are shown in lowercase English letters. Different letters indicate a significant difference between the groups, and no letters mean no significant difference between the groups.

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه آلی خاک در روشنه‌ها و تاج‌پوشش بسته توده خالص و آمیخته راش

نتایج به‌دست آمده نشان دادند که عمق لایه آلی در توده خالص به‌طور معنی‌داری در روشنه‌های تاج‌پوشش کمتر از تاج‌پوشش بسته بود. در میان متغیرهای مورد بررسی در لایه آلی، هیچ‌کدام از خصوصیات مورد اندازه‌گیری از قبیل اسیدیته، کربن‌آلی، ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب در میان موقعیت‌های مختلف تاج‌پوشش، معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۳- آنالیز واریانس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه آلی خاک بین وضعیت‌های مختلف تاج‌پوشش
Table 3. One-way analysis of variance for the physical and chemical properties of the soil organic layer in different canopy conditions

منابع تغییرات Sources of changes	نوع مقایسه Comparison type	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean of squares	مقدار F Value of F	سطح معنی‌داری Significance level
ضخامت لایه آلی Thickness of organic layer	بین‌گروهی Between groups	8.964	3	2.958	3.387	0.052
	درون گروهی Within groups	10.381	12	0.0793		
اسیدیته Acidity	بین گروهی Between groups	0.137	3	0.046	0.217	0.901
	درون‌گروهی Within groups	2.221	12	0.201		
کربن‌آلی Organic carbon	بین گروهی Between groups	21.942	3	8.004	0.304	0.797
	درون‌گروهی Within groups	294.431	12	25.113		
ازت Nitrogen	بین گروهی Between groups	0.553	3	0.203	2.986	0.067
	درون‌گروهی Within groups	0.637	12	0.066		
فسفر Phosphorus	بین گروهی Between groups	0.243	3	448827.815	0.428	0.718
	درون‌گروهی Within groups	1.128	12	1028795.479		
پتاسیم Potassium	بین گروهی Between groups	1.142	3	3.741	1.118	0.368
	درون گروهی Within groups	4.114	12	3.324		

نتایج مقایسه میانگین‌های بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه آلی خاک توده خالص و آمیخته راش در جنگل مدیریت‌نشده شصت‌کلاته (سری ۲) در موقعیت‌های تاج‌پوشش بسته توده خالص، روشنه در توده خالص، تاج‌پوشش بسته توده‌آمیخته و روشنه در توده‌آمیخته به شرح جدول (۴) هستند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات لایه آلی خاک در وضعیت‌های مختلف تاج‌پوشش راش
Table 4. The comparison of means of soil properties in different canopy conditions of beech

خصوصیات خاک Soil properties	تاج‌پوشش بسته توده خالص Closed canopy of pure stand	روشنه توده خالص Canopy gap of pure stand	تاج‌پوشش بسته توده‌آمیخته Closed canopy of mixed stand	روشنه توده‌آمیخته Canopy gap of mixed stand
عمق لایه آلی Depth of organic layer	2.94 ±.34A	0.79 ±.19B	2.06 ±.83AB	1.91 ±.44AB
اسیدیته Acidity	7.68 ±.21	7.41 ±.24	7.46 ±.12	7.47 ±.26
کربن‌آلی Organic carbon	07.41.082±	38.112 ±.92	38.831 ±.78	37.953 ±.26
نیتروژن کل Total nitrogen	1.89 ±.12	1.54 ±.13	1.64 ±.11	1.37 ±.15
فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus	1588.3± 448.78	53.367±2074.95	1653.99481 ±.33	2289.66680 ±.02
پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium	172243289 ±.08	184672587 ±.55	854247023 ±.21	69.200962463±

در این جدول، نتایج آزمون پسین وضعیت‌های مختلف تاج‌پوشش با حروف بزرگ انگلیسی نشان داده شده است.حروف مختلف بیانگر تفاوت معنی‌دار گروه‌ها و نداشتن حروف نیز به معنی عدم تفاوت معنی‌دار گروه‌ها هستند.

In this table, the results of the post-hoc test for different canopy conditions are shown in uppercase English letters. Different letters indicate a significant difference between the groups, and no letters mean no significant difference between the groups.

نتایج تحقیقات دهدشتی‌فر و همکاران (Dehdashtifar *et al*., 2007) نشان داد که مقدار اسیدیته کمتر در روشنه‌های تاج‌پوشش در نتیجه از دست‌رفتن عناصرغذایی از طریق آب‌شویی بود. با این‌حال، در این تحقیق متوسط اسیدیته بین روشنه‌های تاج‌پوشش و تاج‌پوشش بسته تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. آب‌شویی موجب کاهش کاتیون‌های محلول بازی و غلظت بیشتر +H و در نتیجه اسیدیته کمتر می‌شود. لایه فوقانی خاک با توجه به نزدیکی لاشه‌ریزی و بقایای گیاهی دارای مقدار بیشتری از مواد آلی است.

مقدار کربن‌آلی در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری زیر تاج‌پوشش جنگل بیشتر از روشنه‌های تاج‌پوشش است که این امر به‌دلیل ورود مقادیر قابل‌توجهی از لاشبرگ به خاک زیر تاج‌پوشش جنگل است. همچنین کاهش کربن آلی در روشنه‌ها به ورودی کمتر مواد آلی و افزایش تجزیه در نتیجه افزایش دما و کاهش سایه وابسته است (Prescott, 2000).

در روشنه‌های تاج‌پوشش، مشاهده شد که با افزایش کربن آلی میزان درصد ازت کل C.N افزایش یافت که بیانگر افزایش کربن آلی در روشنه‌ها است (Abrary vajary *et al*., 2017). روشنه‌های تاج‌پوشش می‌توانند در چرخه ازت به‌علت برداشت درختان توده جنگلی تغییراتی را به‌وجود آورند (Prescott, 2000).

با توجه به این که قسمت بیشتر ذخیره نیتروژن‌خاک در بخش آلی خاک وجود دارد (لایه اول) و به‌طور کلی ۹۹ درصد نیتروژن‌خاک را تشکیل می‌دهد و این که مقدار ماده آلی در لایه اول به مراتب بیشتر از لایه دوم است، بنابراین بیشتر بودن نیتروژن در لایه اول نسبت به لایه‌دوم طبیعی است. روشنه‌ها در معرض آب‌شویی نیتروژن هستند، بنابراین مقدار این متغیر در سطوح باز نسبت به تاج‌پوشش بسته کمتر است (kooch *et al*., 2010). از آنجایی‌که عنصر فسفر کمتر دچار آب‌شویی می‌شود بنابراین در این تحقیق اختلاف قابل ملاحظه‌ای از نظر میزان فسفر مشاهده نشد. پتاسیم به‌مقدار زیاد به‌وسیله گیاه جذب می‌شود، بخشی از پتاسیم همراه با ذرات خاک فرسایش می‌یابد و یا در داخل روان‌آب از دسترس خارج و بخش دیگری بر اثر آب‌شویی به داخل آب‌های زیرزمینی از دست می‌رود. ریشه‌های گیاهان همانند تلمبه‌های تخلیه عناصر غذایی از خاک عمل می‌کنند و پتاسیم را از افق‌های عمیق خاک به داخل نظام ریشه خود جذب می‌کنند (Renato *et al*., 2005). هم‌چنین، Kooch *et al.* (2010) کاهش کاتیون‌های بازی در خاک زیر روشنه‌ها را در ارتباط با آب‌شویی دانستند.

با افزایش ضخامت لایه هوموس، روند کاهشی در برخی عناصر مشاهده شد که می‌تواند به دلیل سن روشنه، گونه درختی، وضعیت حاصل‌خیزی خاک و تغییرات سالانه باشد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه هوموس در بوم‌سازگان جنگل با توجه به تیپ هوموس و ضخامت آن متفاوت است. لاش‌برگ‌هایی که به آهستگی تجزیه می‌شوند لایه‌های ضخیم‌تری از مواد آلی را در سطح خاک تشکیل می‌دهند که به مدت طولانی‌تری ماندگاری دارند (Muscolo *et al*., 2017).

راش از جمله گونه‌های گیاهی است که تجزیه لاش‌برگ در آن به‌کندی انجام می‌گیرد که در نهایت لایه ضخیم‌تری از لاش‌برگ را در بستر توده جنگلی تشکیل می‌دهد (Shahini *et al*., 2011). به طور کلی، مقدار لاشبرگ خاک به‌وسیله توازن بین تولید و تجزیه آن تعیین می‌شود و این عامل به نوبه خود تحت تاثیر تراکم درختان، گونه‌های درختی و عوامل اقلیمی است (Shahini *et al*., 2014). گونه‌های درختی از طریق کمیت و ساختار شیمیایی متفاوت لاشبرگ بر ویژگی‌های شیمیایی خاک مؤثر هستند (Van *et al*., 2013). با بررسی مکانسیم‌های تشکیل و مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک روشنه‌ها و واکنش جنگل به آن‌ها، مدیران جنگل می‌توانند اطلاعات دقیق‌تری را از نقش روشنه‌ها تاج‌پوشش در جنگل به‌دست آورند (Abrary vajary *et al*., 2017).

به‌طور کلی شرایط کلی روشنه بعد از تشکیل آن تغییر می‌یابند و تغییرات دیگر خود زیستگاه از جمله رطوبت و حرارت خاک می‌توانند به تغییرات نور وابسته باشند. بنابراین، عامل نور نقش اساسی در فرایندهای جنگل به ویژه پویایی مواد آلی خاک دارد (Promis *et al*., 2012).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه، به بررسی برخی خصوصیات خاک در زیر تاج‌پوشش بسته و روشنه‌های تاج‌پوشش پرداخته شد. برخی از خصوصیات خاک مقادیر متفاوتی را در موقعیت‌های مختلف تاج‌پوشش و عمق خاک نشان دادند که روشنه‌ها در مدت زمان کوتاه می‌توانند برخی از خصوصیات خاک را که در ارتباط با چرخه عناصر غذایی هستند، به‌وسیله حرارت و رطوبت کنترل کنند. تاج‌پوشش جنگل با تاثیر بر این عوامل، موجب تغییر خصوصیات خاک و چرخه عناصر غذایی می‌شود. این تغییرات را می‌توان به کاهش جذب عناصر غذایی به‌وسیله پوشش‌گیاهی، آب‌شویی عناصر غذایی، افزایش نرخ تجزیه مواد آلی تحت شرایط گرم‌تر و مرطوب‌تر در روشنه‌ها و کاهش ورودی کربن از طریق لاشه‌ریزی که منجر به کاهش جذب نیتروژن به‌وسیله زی‌توده میکروبی می‌شود، نسبت داد. به‌هرحال تشکیل روشنه‌ها موجب افزایش پیچیدگی تاج‌پوشش و افزایش تنوع در دسترسی و چرخه عناصر غذایی اصلی خاک از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود.

References

Abrary vajary, K. (2017). Correlation between canopy clearances due to the implementation of single selection method and humus layer thickness in beech forest (Case study: Al-Nandan Sari Rashistan). *Iranian Forest and Spruce Research Quarterly,* 24(3), 541-548. [In Persian]

Asghari Sorkhi, A., Hojjati, S.M., Jalilund, H., & Experimental, M. (2015). The effect of canopy composition on soil properties in pure and mixed beech stands (Case study: Alandan-Sari), *Journal of Renewable Natural Resources Research,* 3(21), 1-10. [In Persian]

Daneshvar, A., Rahmani, R., & Habashi, H. (2007). The heterogeneity of structure in mixed beech forest (Case Study: shastkalateh, Gorgan). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources,* 14(2), 1-12. [In Persian]

Dehdashtifar, M., Jalali, S.Gh.A., Esmailzadeh, O., & Kahyani, S. (2007). 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. [In Persian]

Kern, Ch. C., Montgomery, R. A., Reich, P. B., & Strong, T. F. (2014). Harvest-Created canopy gaps increase species and functional trait diversity of the forest ground-layer community. *Forest Science,* 60(2), 335-344.

Kooch, Y., Hosseini, S.M., Akbarinia, M., Tabari, M., & Jalali, S. Gh. (2010). The role of dead tree in regeneration density of mixed beech stand (case study: Sardabrood forests, Chalous, Mazindaran). *Iranian Journal of Forest,* 2(2), 93-103. [In Persian]

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.

Muscolo, A., Sidari, M., Bagnato, S., Mallamaci, C. & Mercuri, R., (2010). Gap size effects on above- and below-ground processes in a silver fir stand. *European Journal of Forest Research,* 129, 355-365.

Prescott, C. (2000). The influence of the forest canopy on nutrient cycling. *Tree Physiology*, 22, 1193-1200.

Promis. A., Gärtner, S., Reif, A., & Cruz, G. (2012). Effects of canopy gaps on forest floor vascular and non-vascular plant species composition and diversity in an uneven-aged Nothofagusbetuloides forest in Tierra del Fuego, Chile. *Community Ecology,* 13, 145-154.

Renato, A., & Ferreira, L. (2005). Gap size measurement: The proposal of a new field method. *Forest Ecology and Management,* 214, 413–419.

Sefidi, K., Pour-Gholi, Z., Sagheb-Talebi, K., & Keivan-Behjo, F. (2016). Structural characteristics of canopy gaps in the gap making phase in the evolution of beech stands in the Asalem forests-Guilan. *Ecology of Iranian Forest*, *4*(7), 43-50. [In Persian]

Sefidi, K., Marvi Mohajer, M., & Etemad, V. (2014). Dynamics of sprouts and regeneration of beech seedlings in mixed beech forests, Conference of Tehran University Student Forestry Scientific Association, 18 pages. [In Persian]

Shabani, S., Akbarinia, M., Jalali, G., & Aliarab, A.R. (2011). Relationship between Soil Characteristics and Beech Regeneration Density in Canopy Gaps with Different Sizes. *Journal of Wood & Forest Science and Technology,* 18(3), 63-77. [In Persian]

Sorkhi Lalelou, F., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Shafag Kolvanagh, J., & Fateh, M. (2012). Assessment of intra- and inter-specific competition between wheat (Triticum aestivum) and wild oat (Avena fatua) by reciprocal yield model and competition indices. *Cereal Research*, *2*(2), 137-147. [In Persian]

Van der Maarel, E., & Franklin, J. (2013). Vegetation Ecology, 2nd. ed. Wiley-Blackwell (John Wiley & Sons, Ltd.), Chichester, UK, XVI.

Whittaker, H. (1972). Evolution and Measurement of cies Diversity Taxon 21(2/3), 213-225.

Yamamoto, S. I. (2000). Forest gap dynamics and tree regeneration. *Journal of Forest Research*, *5*, 223-229.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.61186/ifej.2024.513]