

## Comparison of herbaceous cover and regeneration diversity in pure beech, pure hornbeam, and mixed beech-hornbeam stands (Case study; Darabkola educational-research Forest, Mazandaran)

Atena Kianmehr<sup>\*1</sup> | Seyed Mohammad Hodjati<sup>2</sup> | Mohammad Reza Pormajidian<sup>3</sup> |  
Hamid Jalilvand<sup>4</sup> | Vahide Bahrami<sup>5</sup>

1. Corresponding Author, Ph.D. Graduate, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. E-mail: [atena.kianmehr@yahoo.com](mailto:atena.kianmehr@yahoo.com)
2. Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. E-mail: [s\\_m\\_hodjati@yahoo.com](mailto:s_m_hodjati@yahoo.com)
3. Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. E-mail: [m.pourmajidian@sanru.ac.ir](mailto:m.pourmajidian@sanru.ac.ir)
4. Professor, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. E-mail: [hj\\_458\\_hj@yahoo.com](mailto:hj_458_hj@yahoo.com)
5. Ph.D. Graduate, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. E-mail: [vahidebahrami60@gmail.com](mailto:vahidebahrami60@gmail.com)

### Article Info

**Article type:**  
Full Length Research Paper

**Article history:**  
Received: 02.23.2022  
Revised: 06.16.2022  
Accepted: 06.19.2022

**Keywords:**  
Hyrcanian Forest,  
Margalef,  
Regeneration,  
Shannon-Wiener,  
Understory

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** Biodiversity is one of the most important indicators of the sustainability of forest ecosystems, which is affected by stand mixture. Vegetation composition and diversity data are the most important basic information for recognizing the natural capacity and targeting the principled management of forest sites. On the other hand, the proper understanding of the regeneration status of the forest is of great importance. The components in predicting the future of the forest are in terms of structure and composition of tree elements. This study aimed to compare the diversity of herbaceous cover and regeneration in pure beech, pure hornbeam, and mixed stands in the Darbakola educational and research forest in Sari.

**Materials and mMethods:** For this purpose, the inventory was performed by a randomized systematic method with grid dimensions of 75 × 100 meters, and in each stand, 25 sample plots with an area of 400 square meters were implemented and the diameter and height characteristics of the trees were collected. To study biodiversity, names of herbaceous species and the type and number of regenerations were collected in 2×2 meter micro-sample plots in four quarters and the center of the sample plots in two stages (May and September). Diversity indices of Shannon and Simpson richness indices of Margalef and Manhenick and evenness Owens and Burger Parker diversity indices were used to studying the biodiversity of regenerations and grass cover. One-way analysis of variance was used to compare quantitative characteristics of biomass and biodiversity between sites and compare the means by SNK test in SAS software environment and draw graphs using Excel-2010 software. Past software was used to study biodiversity.

**Results:** The results of the present study showed a higher density of beech regeneration in all three studied stands. The highest total number of regeneration was observed in mixed habitats (4040n). The highest indices of diversity, richness, and regeneration evenness were observed in pure

---

hornbeam and the lowest in pure beech. Regarding the herbaceous cover, no significant difference was observed between diversity indices among different stands, while the average of these indices was higher at the beginning of the growing season than at the end of the growing season. Therefore, stand mixture has more tangible effects on regeneration diversity than herbaceous cover, and herbaceous cover diversity is more affected during the growing season than the type of stand mixture.

**Conclusion:** Based on the results of the present study, the future composition of the studied populations will be affected by the dominant species of beech. Regarding the grass cover, the higher average of diversity indices at the beginning of the growing season than at the end of the growing season indicates that the environmental conditions are better in terms of temperature and soil moisture in this season. Therefore, mixing has more noticeable effects on regenerative diversity than grass cover and the difference in grass cover diversity is more affected by the period of the growing season.

---

Cite this article: Kianmehr, Atena, Hodjati, Seyed Mohammad, Pormajidian, Mohammad Reza, Jalilvand, Hamid, Bahrami, Vahide. 2022. Comparison of herbaceous cover and regeneration diversity in pure beech, pure hornbeam, and mixed beech-hornbeam stands (Case study; Darabkola educational-research Forest, Mazandaran). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29 (1), 123-140.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19773.1964

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## مقایسه تنوع پوشش علفی و زادآوری در توده‌های راش خالص، ممرز خالص و آمیخته راش - ممرز (مطالعه موردی؛ جنگل آموزشی - پژوهشی دارابکلای مازندران)

آتنا کیان‌مهر<sup>۱\*</sup> | سید محمد حجتی<sup>۲</sup> | محمدرضا پورمجیدیان<sup>۳</sup> | حمید جلیلودن<sup>۴</sup> | وحیده بهرامی<sup>۵</sup>

۱. نویسنده مسئول، دانش‌آموخته دکتری گروه جنگل‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [atena.kianmehr@yahoo.com](mailto:atena.kianmehr@yahoo.com)
۲. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [s\\_m\\_hodjati@yahoo.com](mailto:s_m_hodjati@yahoo.com)
۳. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [m.pourmajidian@sanru.ac.ir](mailto:m.pourmajidian@sanru.ac.ir)
۴. استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [hj\\_458\\_hj@yahoo.com](mailto:hj_458_hj@yahoo.com)
۵. دانش‌آموخته دکتری گروه جنگل‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [vahidehbahrami60@gmail.com](mailto:vahidehbahrami60@gmail.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله کامل علمی - پژوهشی	<b>سابقه و هدف:</b> تنوع زیستی از مهم‌ترین شاخص‌های پایداری بوم‌سازگان جنگل است که از آمیختگی توده اثر می‌پذیرد. داده‌های ترکیب و تنوع پوشش گیاهی از مهم‌ترین اطلاعات پایه برای شناخت ظرفیت زیستی و هدف‌گذاری برای مدیریت اصولی رویشگاه‌های جنگلی به‌شمار می‌روند. از سوی دیگر، شناخت صحیح از وضعیت زادآوری در جنگل از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در پیش‌بینی آینده جنگل از نظر ساختار و ترکیب عناصر درختی است. مطالعه پیش‌رو با هدف مقایسه تنوع پوشش علفی و زادآوری در توده‌های راش خالص، ممرز خالص و آمیخته در جنگل آموزشی پژوهشی دارابکلای ساری انجام شد.
<b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۰/۱۲/۰۴ <b>تاریخ ویرایش:</b> ۱۴۰۱/۰۳/۲۶ <b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۱/۰۳/۲۹	
<b>واژه‌های کلیدی:</b> جنگل هیرکانی، زادآوری، زیرآشکوب، شانون-وینر، مارگالف	<b>مواد و روش‌ها:</b> به این منظور آماربرداری با روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۱۰۰×۷۵ متر انجام و در هر توده ۲۵ قطعه نمونه به مساحت ۴۰۰ مترمربع پیاده‌سازی و در آن مشخصات قطر و ارتفاع درختان برداشت شد. جهت بررسی تنوع گونه‌ای، نام گونه‌های علفی و نوع و تعداد زادآوری در ریز قطعات نمونه ۲×۲ متری در چهار ربع و مرکز قطعات نمونه در دو مرحله (اردیبهشت و شهریور) برداشت شد. از شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون، غنا مارگالف و منهنیک و یکنواختی اوینس و برگریارکر برای بررسی تنوع گونه‌ای زادآوری و پوشش علفی استفاده شد. جهت مقایسه مشخصه‌های کمی توده و تنوع گونه‌ای بین رویشگاه‌ها از تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون SNK در محیط نرم‌افزار

---

SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel-2010 انجام شد. برای محاسبه تنوع گونه‌ای از نرم‌افزار PAST استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده تراکم بالاتر زادآوری راش در هر سه توده مورد مطالعه بود. در رویشگاه آمیخته بالاترین فراوانی کل زادآوری مشاهده شد (۴۰۴۰ اصله در هکتار). بیش‌ترین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی زادآوری در توده ممرز خالص و کم‌ترین آن در توده راش خالص مشاهده شد. در رابطه با پوشش علفی اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع بین توده‌های مختلف مشاهده نشد درحالی‌که میانگین این شاخص‌ها در ابتدای فصل رویش با اختلاف معنی‌داری بالاتر از انتهای فصل رویش بود.

**نتیجه‌گیری:** به‌طورکلی شاخص‌های تنوع زیستی دارای توانایی زیادی در تشریح وضعیت جنگل می‌باشند و از مزایای این شاخص‌ها صحت بالا، ارزان بودن و انعطاف‌پذیری است. براساس نتایج مطالعه حاضر، ترکیب آینده توده‌های مورد مطالعه متأثر از گونه غالب راش خواهد بود. در مورد پوشش علفی بیش‌تر بودن میانگین شاخص‌های تنوع در ابتدای فصل رویش نسبت به انتهای فصل رویش، مبین بهتر بودن شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت خاک در این فصل است؛ بنابراین آمیختگی اثرات محسوس‌تری بر تنوع زادآوری نسبت به پوشش علفی داشته و اختلاف تنوع پوشش علفی بیش‌تر از بازه زمانی فصل رویش اثر می‌پذیرد.

---

**استناد:** کیان‌مهر، آتنا، حجتی، سید محمد، پورمجیدیان، محمدرضا، جلیلود، حمید، بهرامی، وحیده (۱۴۰۱). مقایسه تنوع پوشش علفی و زادآوری در توده‌های راش خالص، ممرز خالص و آمیخته راش-ممرز (مطالعه موردی؛ جنگل آموزشی-پژوهشی دارابکلای مازندران). نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۹ (۱)، ۱۲۳-۱۴۰.

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19773.1964



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### مقدمه

تنوع زیستی یک شاخص مهم برای ارزیابی و ارزش‌گذاری بوم‌سازگان‌های مختلف است. تنوع زیستی در حیطه گیاهی و جانوری به معنی تنوع حیات در سه سطح ژن، گونه و بوم‌سازگان است (۱۸). در مطالعات جنگلداری معمولاً به بررسی تنوع گونه‌ای پرداخته می‌شود و شاخص‌هایی چون تنوع، غنا<sup>۲</sup> و یکنواختی<sup>۳</sup> استخراج می‌گردد (۱۳). امروزه اهمیت تنوع در زمینه‌های مختلف آشکار گردیده است؛ به‌طوری‌که اهداف مدیریت پوشش گیاهی عمدتاً به سمت افزایش تنوع متمرکز شده است (۳۰). هر چه تنوع گونه‌ای در یک اکوسیستم بیش‌تر باشد زنجیره طولانی‌تر و شبکه‌های حیاتی پیچیده‌تر خواهد بود و در نتیجه محیط پایدارتر و از شرایط خودتنظیمی بیش‌تری برخوردار خواهد بود (۲۴).

آگاهی از مفاهیم تنوع زیستی برای جنگل‌داران، برنامه‌ریزان و سایر مدیران منابع طبیعی اهمیت به‌سزایی دارد (۱۰)، زیرا حفاظت تنوع زیستی ارزشمند بوده و در مدیریت جنگل و برنامه‌ریزی جنگلداری نوین بااهمیت می‌باشد (۲۵). یکی از مهم‌ترین سطوح تنوع در جنگل‌ها نیز تنوع پوشش علفی است. گیاهان غیرچوبی زیرآشکوب که در علوم جنگل گیاهان علفی نیز نامیده می‌شوند، بر اساس سرشت بوم‌شناختی خود، در شرایط منحصربه‌فردی از نظر دما، رطوبت و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک استقرار می‌یابند (۱۷)؛ بنابراین، با توجه به نوع و گستره حضور گیاهان علفی مستقر شده در یک منطقه می‌توان ظرفیت بوم‌شناختی و خصوصیات محیطی آن رویشگاه را تعیین کرد. از سوی دیگر، با بررسی پوشش زیرآشکوب جنگل می‌توان تغییرات آینده جنگل را پیش‌بینی کرد (۲۷). علاوه بر پوشش علفی،

تنوع تجدید حیات یا زادآوری جنگل نیز نقش بسیار مهمی در پیش‌بینی نوع آمیختگی آینده جنگل و میزان پایداری آن دارد (۳۰). زادآوری در جنگل‌ها به دو صورت طبیعی و مصنوعی انجام می‌گیرد. تجدید نسل جنگل‌های طبیعی عمدتاً توسط بذر صورت می‌گیرد. زادآوری طبیعی در عمل فاقد هزینه است و نهال‌های رایگان در اختیار مجریان طرح مدیریت جنگل قرار می‌دهد (۷). از سوی دیگر، زادآوری طبیعی باعث انتقال خصوصیات ارثی درختان به نسل بعدی می‌شود که این امر از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی و مقاوم بودن به شرایط جوی و محیطی آن محل دارای اهمیت است (۲۲). در مطالعات تکمیلی، بررسی تنوع زادآوری در تعیین ترکیب و جریان این انتقال ذخایر ژنتیکی نیز کاربرد دارد. عوامل متعددی در تعیین ترکیب و تنوع پوشش گیاهی در جنگل اثرگذار است (۱۵). آمیختگی یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر تنوع پوشش علفی و زادآوری به‌شمار می‌رود. در مجموع نوع آمیختگی با اثرگذاری بر مشخصه‌های جنگل از جمله ساختار، نور ورودی و نرخ تجزیه لاشبرگ بر ترکیب و تنوع پوشش علفی جنگل اثر گذاشته و آن را تغییر می‌دهد (۱۵). در مورد زادآوری بالاتر بودن تعداد زادآوری گونه غالب در توده‌های خالص مورد انتظار است اما در توده‌های آمیخته حضور و عدم حضور زادآوری گونه‌های مختلف به‌سختی قابل پیش‌بینی است؛ بنابراین، شناخت اثرات آمیختگی بر ترکیب و تنوع زادآوری در تصمیم‌های کلان در تعیین نوع مدیریت آینده جنگل اثرگذار است.

از مطالعات مرتبط در این زمینه در خارج از کشور می‌توان به مطالعات لسا و همکاران (۲۰۲۰) اشاره کرد که شاخص‌های تنوع گیاهی را در جنگل‌های مدیریت‌شده (خالص) و جنگل‌های آمیخته طبیعی آلمان مورد مقایسه قرار دادند نتایج مطالعه ایشان نشان داد که تنوع کل در جنگل‌های طبیعی بیش‌تر از مدیریت‌شده است (۱۳). هم‌چنین، ژیانگ و همکاران

- 1- Diversity
- 2- Richness
- 3- Evenness

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سری یک از حوضه ۷۴ (جنگل دارابکلا) مازندران واقع در عرض جغرافیایی ۲۳° ۳۶' تا ۲۳° ۳۳' و طول جغرافیایی ۲۰° ۵۲' تا ۲۱° ۳۱' انجام شد. مساحت سری ۲۶۱۲ هکتار است. این منطقه در محدوده ارتفاعی بین ۱۴۰ تا ۸۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع شده است، این سری عمدتاً دارای شیب ملایم و جهت شمالی است. متوسط بارش سالیانه آن ۷۵۰-۷۰۰ میلی‌متر است. بر اساس روش آمبرژه منطقه موردمطالعه دارای اقلیم سرد و مرطوب تا خیلی مرطوب می‌باشد (۴). از نظر زمین‌شناسی جنگل دارابکلا دارای سنگ‌های مادری آهکی و مارنی همراه با ماسه‌سنگ آهکی و بافت خاک آن غالباً سنگین و از کلاسه رسی- لومی تا رسی- سیلتی است (۲۸). پژوهش حاضر در پارس‌های ۹، ۱۲ و ۲۲ انجام شد که به ترتیب شامل توده‌های راش خالص، آمیخته و ممرز خالص هستند. برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته برای سری ۱ دارابکلا از سال ۱۳۶۵ طرح تهیه شده که در ابتدا به صورت پناهی مدیریت‌شده و سپس به صورت دوره‌های ۱۰ ساله در قالب طرح‌های تجدیدنظر با برش تک‌گزینی و لکه‌ای تا سال ۱۳۹۵ ادامه داشته و طی دوره‌های ۱۰ ساله دوم و سوم تا سال ۱۳۹۵ مجموعاً ۴۰۲۷۴ مترمکعب برداشت از توده‌ها پیش‌بینی گردیده است. توده‌های مذکور در مرحله تحولی تنومند قرار دارند. با توجه به اهداف پژوهش، محدوده موردمطالعه طوری انتخاب شد که توده‌ها از لحاظ مشخصات فیزیوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا (۶۰۰-۷۰۰ متر)، درصد شیب (۲۰٪) و جهت عمومی دامنه (شمالی- جنوبی) دارای حداکثر همگنی باشد.

**روش پژوهش:** پس از بازدید و شناسایی منطقه در اولین گام سطح هر سه رویشگاه موردمطالعه (راش خالص، ممرز خالص و آمیخته راش و ممرز

(۲۰۱۹) در مطالعه‌ای در کشور چین تنوع پوشش علفی در توده‌های آمیخته سوزنی و پهن‌برگ را از توده‌های خالص سوزنی‌برگ بیش‌تر گزارش نمودند (۳۰). در ایران بازیاری و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در توده‌های جنگل کاری و طبیعی نشان دادند که شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون وینر و شاخص غنای مارگالف از نظر آماری معنی‌دار نبودند و شاخص‌های غنای منهینک و شاخص‌های یکنواختی کامارگو و اسمیت ویلسون اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (۶). پژوهش‌ندافرد و همکاران (۲۰۲۱) بیانگر نقش حفاظتی توده‌های جنگلی آمیخته پهن‌برگ معتدله برای غنا و تنوع گونه‌های گیاهی آشکوب علفی و زادآوری می‌باشد (۱۶). مسلمی سید محله و همکاران (۲۰۱۹) اثر توده‌های مختلف (راشستان خالص، جنگل آمیخته، جنگلکاری زبان گنجشک، جنگلکاری نوئل و جنگل مخروطه) جنگلی بر تنوع زیستی پوشش علفی کف و زادآوری در سری الندان ساری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که بیش‌ترین تنوع زادآوری و پوشش علفی مربوط به توده آمیخته بود (۱۵).

گونه‌های راش شرقی (*Fagus orientalis Lipsky.*) و ممرز (*Carpinus betulus L.*) را می‌توان مهم‌ترین گونه‌های درختی جنگل‌های شمال دانست که به ترتیب ۲۹/۹۶ و ۳۰ درصد (درمجموع حدود ۶۰ درصد!) حجم جنگل‌های خزری را به خود اختصاص داده‌اند. شناخت و بررسی ترکیب و تنوع پوشش علفی و زادآوری در رویشگاه‌های این گونه‌ها به شناخت وضعیت کنونی رویشگاه و پیش‌بینی ساختار و آمیختگی این جنگل‌ها در آینده منجر خواهد شد. در این مطالعه علاوه بر بررسی تنوع پوشش علفی و زادآوری توده‌های مذکور اثرات خلوص و آمیختگی نیز بر این شاخص‌ها سنجیده می‌شود. علاوه بر این در این مطالعه تنوع پوشش علفی در دو بازه زمانی در اوایل و اواخر فصل رویش مورد مقایسه قرار می‌گیرد که دارای نوآوری است.

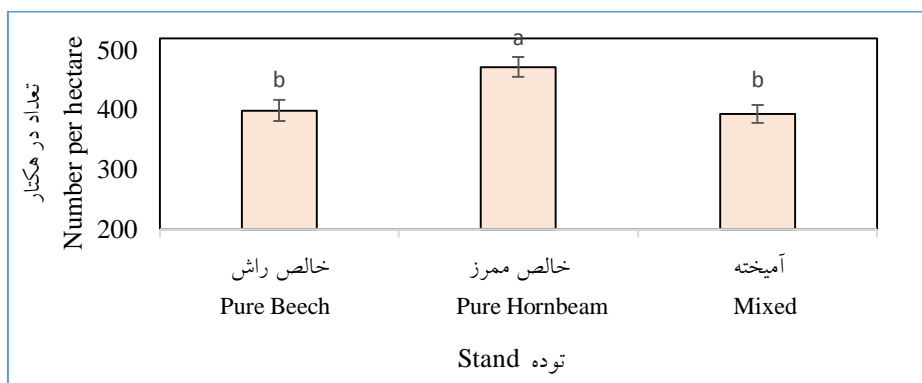
(قطر، ارتفاع و درصد تاج پوشش) و تنوع گونه‌ای بین رویشگاه‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون SNK در محیط نرم‌افزار SAS استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel-2010 انجام گردید. جهت بررسی تنوع گونه‌ای از نرم‌افزار Past استفاده شد. جهت مقایسه هر یک از شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در هر یک از رویشگاه‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه در سطح احتمال ۹۵٪ استفاده گردید.

### نتایج و بحث

نتایج بررسی تراکم توده‌های موردبررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، توده ممرز خالص با ۴۲۲ اصله در هکتار بیش‌ترین تراکم را در بین توده‌های موردبررسی به خود اختصاص داده و توده راش خالص و توده آمیخته به شکل معنی‌داری تراکم کم‌تری نسبت به توده ممرز خالص دارند. در بین رویشگاه‌های مورد مطالعه، بیش‌ترین تراکم مربوط به توده ممرز است که دلیل آن را می‌توان حساسیت کم‌تر این گونه به تغییرات شرایط محیطی و زادآوری موفق این گونه مرتبط دانست (۳).

اندازه‌گیری شد. سپس در هر توده اقدام به آماربرداری تعداد ۲۵ قطعه‌نمونه (مترمربعی ۴۰۰ مساحت قطعه‌نمونه مطابق با اندازه قطعه‌نمونه پیشنهادی برای جنگل‌های معتدله ۴۰۰ مترمربع در نظر گرفته شد) (۵). با روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۱۰۰×۷۵ متر شد و در آن قطر، ارتفاع و قطر تاج درختان اندازه‌گیری و در فرم‌های مربوطه ثبت شد. جهت بررسی تنوع گونه‌ای در هر یک از رویشگاه‌های مورد مطالعه تعداد و نوع گونه‌های علفی و زادآوری در ریز قطعات نمونه ۲×۲ متری که در چهار ربع و مرکز قطعات نمونه جانمایی شدند برداشت شد. جهت شناسایی برخی گونه‌های ناشناس از فلور ایرانیکا بهره گرفته شد (۲۰). بررسی تنوع پوشش علفی علاوه بر ابتدای فصل رویش (اردیبهشت‌ماه) در اواخر فصل رویش (شهریورماه) نیز تکرار شد. سپس به تعیین تنوع گونه‌ای پوشش علفی و زادآوری پرداخته شد.

در این مطالعه از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف<sup>۱</sup> جهت بررسی نرمال بوده داده‌ها بهره گرفته شد. همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون<sup>۲</sup> مورد بررسی قرار گرفت. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، جهت مقایسه مشخصه‌های کمی توده



شکل ۱- تراکم توده‌های موردبررسی در منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Number per hectare of the studied stands in the study area.

1- Kolmogorov- Smirnov

2- Leven

بیش‌ترین تاج پوشش را به خود اختصاص داده که به دلیل حضور این گونه در آشکوب بالا و امکان گسترش تاج برای این گونه است (۱).

بر اساس نتایج آزمون تجزیه واریانس، بیش‌ترین میانگین قطر و ارتفاع و درصد تاج پوشش درختان در بین توده‌های مورد مطالعه به ترتیب با ۵۶/۷۴ سانتی‌متر، ۳۵/۲۹ متر و ۹۱/۹۲ درصد مربوط به گونه راش در توده آمیخته می‌باشد. هم‌چنین کم‌ترین درصد تاج پوشش مربوط به توده ممرز خالص، کم‌ترین میانگین ارتفاع مربوط به توده راش و ممرز خالص و ممرز آمیخته و کم‌ترین میانگین قطر نیز مربوط به توده ممرز آمیخته می‌باشد (جدول ۱).

هم‌چنین، میانگین قطر راش در توده آمیخته بیش‌تر از سایر توده‌ها بوده است. این نتیجه با توجه به این‌که تعداد پایه در قطعه نمونه در توده راش خالص کم‌تر و فضای عرصه باز می‌باشد و نور بیش‌تری به عرصه می‌رسد قابل توجیه است. هم‌چنین، میانگین ارتفاع راش در توده آمیخته (۲۹/۳۵) متر بوده که بیش‌تر از میانگین ارتفاع ممرز در توده آمیخته (۲۵/۲۴) متر می‌باشد، به عبارت دیگر راش در آشکوب بالاتری نسبت به ممرز قرار داشته است در نتیجه در توده آمیخته درختان آشکوب بالاتر رویش قطری سریع‌تری نسبت به توده‌های خالص خواهند داشت (۱۹). هم‌چنین راش در توده آمیخته

جدول ۱- میانگین ( $\pm$  اشتباه معیار) مشخصه‌های کمی درختان در توده‌های خالص و آمیخته مورد بررسی.

Table 1. Mean ( $\pm$  standard error) of quantitative characteristics of trees in pure and mixed stands.

P-value	F	ممرز در توده آمیخته Hornbeam in mixed stand	راش در توده آمیخته Beech in mixed stand	ممرز خالص Hornbeam in pure stand	راش خالص Beech in pure stand	مشخصه Characteristic
0.05	2.65	54.14 ( $\pm$ 19.42) <sup>b</sup>	74.56 $\pm$ 16.9 <sup>a</sup>	62.80 ( $\pm$ 16.73) <sup>ab</sup>	63.08( $\pm$ 5.28) <sup>ab</sup>	قطر برابر سینه (cm) DBH (cm)
0.00	69.07	25.24 ( $\pm$ 6.72) <sup>b</sup>	29.35 ( $\pm$ 5.53) <sup>a</sup>	24.10 ( $\pm$ 3.31) <sup>b</sup>	25.56( $\pm$ 5.95) <sup>b</sup>	ارتفاع (m) Height (m)
0.00	127.74	74.27 ( $\pm$ 9.93) <sup>c</sup>	92.91 ( $\pm$ 8.70) <sup>a</sup>	71.67 ( $\pm$ 1.25) <sup>d</sup>	78.73( $\pm$ 1.47) <sup>b</sup>	درصد تاج پوشش Canopy (%)

حروف متفاوت متفاوت اختلاف معنی‌دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

فصل رویش در رویشگاه آمیخته و در انتهای فصل رویش در رویشگاه راش خالص مشاهده شد. مقایسه میانگین تعداد گونه و فراوانی کل پوشش علفی در ابتدای فصل رویش اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد؛ اما در انتهای فصل رویش، تعداد گونه در رویشگاه راش خالص به‌طور معنی‌داری کم‌تر از دو رویشگاه دیگر و تعداد کل در رویشگاه آمیخته بیش‌تر از دو رویشگاه دیگر برآورد شد (جدول ۳).

**پوشش علفی:** تعداد گونه‌های علفی شناسایی شده در این پژوهش ۳۰ گونه است. در رویشگاه راش ۲۰ گونه در ابتدای فصل رویش (اردیبهشت) و ۲۴ گونه در انتهای فصل رویش (شهریور) مشاهده شد. در رویشگاه ممرز خالص در هر دو زمان تعداد ۱۸ گونه مشاهده شد. در رویشگاه آمیخته به ترتیب ۲۳ و ۲۰ گونه در ابتدا و انتهای فصل رویش مشاهده شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد گونه علفی در ابتدای



جدول ۲- فهرست گونه‌های علفی شناسایی شده در رویشگاه‌های مورد مطالعه در ابتدا (اردیبهشت) و انتهای (شهریور) فصل رویش.

**Table 2. List of herbaceous species identified in the studied site at the beginning (May) and end (September) of the growing season.**

انتهای فصل رویش (شهریور) End of growth season			ابتدای فصل رویش (اردیبهشت) Beginning of growth season			نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	ردیف Row
آمیخته Mixed	ممرز Hombeam	راش Beech	آمیخته Mixed	ممرز Hombeam	راش Beech			
*	*	*	*	*	*	<i>Cyclamen coum</i> Mill.	سیکلمن	1
*	*	*	*	*	*	<i>Asplenium adianthum nigrum</i> L.	سرخس	2
*	*	*	*	*	*	<i>Lamium alba</i> L.	گزنه سفید	3
*	*	*	*	*	*	<i>Carex sylvatica</i> Hodson.	کارکس	4
*	*	*	*	*	*	<i>Hedera Pastuchovii</i> ssp.	داردوست	5
*	*	*	*	*	*	<i>Euphobia helioscopia</i> L.	فرفیون	6
*	*	*	*	*	*	<i>Ruscus hyrcanus</i> Woron.	کوله‌خاس	7
*	*	*	*	*	*	<i>Asperula orientalis</i> Boiss.	آسپرولا	8
*	*	*	*	*	*	<i>Oplismenus undulatifolia</i> (Ard.) P. Beauv.	النا	9
*	*	-	*	*	*	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	سرخس عقابی	10
*	*	*	*	*	*	<i>Ungernia triphaera</i> Bunge.	گرامینه	11
-	-	*	*	-	-	<i>Menthe</i> spp.	پونه	12
-	-	-	*	-	*	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus.	علف روسی	13
-	-	-	*	-	*	<i>Sambucus Canadensis</i> L.	پلم	14
*	*	*	*	*	*	<i>Rubus doliocarpus</i> Juz.	تمشک	15
*	*	*	*	*	*	<i>Philitis scolopendrium</i> L.	سرخس زنگی دارو	16
-	*	*	*	*	*	<i>Viola odorata</i> L.	بنفشه	17
*	-	*	*	*	*	<i>Plantago magor</i> L.	مامیران	18
*	-	*	*	*	*	<i>Oxalis acetosella</i> L.	شبدر ترشک	19
-	-	-	*	*	*	<i>Calystegia sepium</i> L.	نیلوفر سفید	20
*	*	-	*	-	-	<i>Primula</i> L.	پامچال	21
*	*	*	*	*	*	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	متامتی	22
*	-	*	-	-	-	<i>Potentilla reptans</i> L.	پنج انگشت	23
-	-	*	-	-	-	<i>Oxalis corniculatum</i> var. <i>corniculata</i> L.	شبدر ترشک	24
-	-	*	-	-	-	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	شمعدانی وحشی	25
*	*	*	-	-	-	<i>Stellaia media</i> L.	غازوآش	26
-	-	*	-	-	-	<i>Equisetum maximum</i> Lam.	دم اسب	27
-	-	*	-	-	-	<i>Polygonum orientale</i> L.	تلخ واش	28
-	*	-	-	-	-	<i>Sanicula</i> L.	سانی کولا	29
*	-	*	*	-	-	<i>Smilax excelsa</i> L.	ازملک	30
20	18	24	23	18	20		جمع	31

جدول ۳- مقایسه میانگین  $\pm$  انحراف معیار تعداد گونه و تعداد کل گونه علفی در رویشگاه‌های مورد مطالعه در ابتدا و انتهای فصل رویش.

**Table 3. Comparison of the mean (standard deviation) of the number of species and the total number of herbaceous species in the studied site at the beginning and end of the growing season.**

انتهای فصل رویش End of the growth season		ابتدای فصل رویش Beginning of the growth season		زمان Time
تعداد گونه Number of species	تعداد کل (در قطعه نمونه) Total number in plot	تعداد گونه Number of species	تعداد کل Total number	رویشگاه Site
6.90 ( $\pm 1.73$ ) <sup>b</sup>	15.30 ( $\pm 5.36$ ) <sup>b</sup>	9.50 ( $\pm 1.26$ ) <sup>b</sup>	18.0 ( $\pm 2.83$ ) <sup>ab</sup>	راش خالص Pure beech
10.10 ( $\pm 1.37$ ) <sup>a</sup>	18.80 ( $\pm 3.99$ ) <sup>ab</sup>	10.0 ( $\pm 1.70$ ) <sup>a</sup>	20.80 ( $\pm 5.14$ ) <sup>a</sup>	ممرز خالص Pure hornbeam
9.70 ( $\pm 2.06$ ) <sup>a</sup>	23.40 ( $\pm 9.80$ ) <sup>a</sup>	10.40 ( $\pm 2.37$ ) <sup>a</sup>	17.40 ( $\pm 5.99$ ) <sup>b</sup>	آمیخته Mixed

حروف متفاوت اختلاف معنی دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری بین رویشگاه‌ها وجود ندارد. کم‌ترین میزان شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمپسون در رویشگاه راش خالص و بیش‌ترین میزان آن در رویشگاه آمیخته مشاهده می‌شود (جدول ۴).

تنوع پوشش علفی: مقایسه میانگین‌های شاخص‌های تنوع علفی سیمپسون و شانون وینر در ابتدای فصل رویش اختلاف معنی داری را بین رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان نمی‌دهد. هم‌چنین، نتایج آنالیز واریانس تنوع پوشش علفی در انتهای فصل رویش

جدول ۴- مقایسه میانگین  $\pm$  انحراف معیار شاخص‌های تنوع علفی در رویشگاه‌های مورد مطالعه در ابتدا و انتهای فصل رویش.

**Table 4. Comparison of mean ( $\pm$ standard deviation) of herbaceous diversity indices in the studied site at the beginning and end of the growing season.**

انتهای فصل رویش (شهریور) End of the growth season		ابتدای فصل رویش (اردیبهشت) Beginning of the growth season		رویشگاه Site
شانون وینر Shanon- winner	سیمپسون Simpson	شانون وینر Shanon- winner	سیمپسون Simpson	
1.60 ( $\pm 0.26$ ) <sup>a</sup>	0.73 ( $\pm 0.05$ ) <sup>a</sup>	2.03 ( $\pm 0.17$ ) <sup>a</sup>	0.85 ( $\pm 0.04$ ) <sup>a</sup>	راش خالص Pure beech
1.80 ( $\pm 0.30$ ) <sup>a</sup>	0.73 ( $\pm 0.11$ ) <sup>a</sup>	2.16 ( $\pm 0.14$ ) <sup>a</sup>	0.87 ( $\pm 0.04$ ) <sup>a</sup>	ممرز خالص Pure hornbeam
1.85 ( $\pm 0.25$ ) <sup>a</sup>	0.77 ( $\pm 0.08$ ) <sup>a</sup>	2.13 ( $\pm 0.25$ ) <sup>a</sup>	0.86 ( $\pm 0.04$ ) <sup>a</sup>	آمیخته Mixed

حروف متفاوت اختلاف معنی دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

غنا پوشش علفی: مقایسه میانگین‌های شاخص‌های غنای پوشش علفی و منهنیک در ابتدای فصل رویش اختلاف معنی‌داری را بین رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان نمی‌دهد. هم‌چنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شاخص‌های غنای منهنیک و مارگالف در انتهای فصل رویش (شهریور) دارای اختلاف معنی‌داری در بین رویشگاه‌ها نیستند و در یک گروه قرار دارند (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین  $\pm$  انحراف معیار شاخص‌های غنای علفی در رویشگاه‌های مورد مطالعه در ابتدا و انتهای فصل رویش.

**Table 5. Comparison of mean ( $\pm$  standard deviation) of herbaceous richness indices in studied site at the beginning and end of growing season.**

انتهای فصل رویش (شهریور) End of growth season		ابتدای فصل رویش (اردیبهشت) Beginning of growth season		رویشگاه
منهنیک Manhenic index	مارگالف Margalef index	منهنیک Manhenic index	مارگالف Margalef index	Site
1.91 ( $\pm 0.86$ ) <sup>a</sup>	2.34 ( $\pm 1.06$ ) <sup>a</sup>	2.25 ( $\pm 0.30$ ) <sup>a</sup>	2.95 ( $\pm 0.42$ ) <sup>a</sup>	راش خالص Pure beech
2.37 ( $\pm 0.45$ ) <sup>a</sup>	3.14 ( $\pm 0.57$ ) <sup>a</sup>	2.21 ( $\pm 0.26$ ) <sup>a</sup>	2.98 ( $\pm 0.42$ ) <sup>a</sup>	ممرز خالص Pure hornbeam
2.09 ( $\pm 0.47$ ) <sup>a</sup>	2.84 ( $\pm 0.60$ ) <sup>a</sup>	2.52 ( $\pm 0.39$ ) <sup>a</sup>	3.32 ( $\pm 0.61$ ) <sup>a</sup>	آمیخته Mixed

حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

یکنواختی پوشش علفی: نتایج آنالیز واریانس یکنواختی پوشش علفی در انتهای فصل رویش نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین رویشگاه‌ها وجود ندارد. هم‌چنین، نتایج آنالیز واریانس یکنواختی پوشش علفی در ابتدای فصل رویش نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین رویشگاه‌ها وجود دارد (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین  $\pm$  انحراف معیار شاخص‌های یکنواختی علفی در رویشگاه‌های مورد مطالعه در ابتدا و انتهای فصل رویش.

**Table 6. Comparison of mean (standard deviation) of herbaceous uniformity indices in studied site at the beginning and end of growing season.**

ابتدای فصل رویش (اردیبهشت) Beginning of growth season		انتهای فصل رویش (شهریور) End of growth season		رویشگاه
برگر پارکر Berger-Parker	اوینس Ivens	برگر پارکر Berger-parker	اوینس Ivens	Site
0.38 ( $\pm 0.07$ ) <sup>a</sup>	0.75 ( $\pm 0.12$ ) <sup>a</sup>	0.24 ( $\pm 0.07$ ) <sup>a</sup>	0.81 ( $\pm 0.07$ ) <sup>a</sup>	راش خالص Pure beech
0.41 ( $\pm 0.16$ ) <sup>a</sup>	0.62 ( $\pm 0.18$ ) <sup>a</sup>	0.21 ( $\pm 0.06$ ) <sup>a</sup>	0.89 ( $\pm 0.04$ ) <sup>a</sup>	ممرز خالص Pure hornbeam
0.37 ( $\pm 0.11$ ) <sup>a</sup>	0.68 ( $\pm 0.10$ ) <sup>a</sup>	0.21 ( $\pm 0.05$ ) <sup>a</sup>	0.84 ( $\pm 0.08$ ) <sup>a</sup>	آمیخته Mixed

حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

رویش به دلیل کمبود بارش و افزایش دما و همچنین بالا بودن درصد تاج‌پوشش (کاهش نور ورودی به سطح) حذف می‌شوند (۲۲).

**زادآوری:** نتایج حاصل از بررسی زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای نشان داد که ۸ گونه درختی و درختچه‌ای در زیرآشکوب رویشگاه راش، ۱۰ گونه در زیرآشکوب رویشگاه ممرز و ۱۱ گونه درختی و درختچه‌ای در زیرآشکوب رویشگاه آمیخته مشاهده شد. از بین گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود ۸ گونه در هر سه رویشگاه مشترک بوده است. نتایج نشان داد که در هر سه رویشگاه مورد مطالعه گونه راش (۶۳/۵۴ درصد در رویشگاه آمیخته، ۸۹/۳۲ درصد در رویشگاه ممرز خالص و ۵۲/۵۹ درصد در رویشگاه راش خالص) بیش‌ترین زادآوری را به خود اختصاص داده است. همچنین گونه ممرز نیز با ۲۹/۲۱ درصد در رویشگاه آمیخته، ۳۳/۲۰ درصد در رویشگاه ممرز خالص و ۱۰/۱۳ درصد در رویشگاه راش خالص زادآوری زیادی را داشته است (جدول ۷).

این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعات بسیاری از پژوهش‌گران از جمله‌های و همکاران (۲۰۰۷) و زایر اومالی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۱۱، ۲۹). مقایسه میانگین‌ها شاخص تنوع علفی اختلاف معنی‌داری را در بین رویشگاه‌ها نشان نداده است. شرایط مشابه مدیریتی و مصرف گونه‌های خوش‌خوراک توسط علف‌خواران را می‌توان از دلایل این عدم تفاوت بیان نمود (۱۳). همچنین، مقایسه میانگین‌های شاخص‌های غنا و یکنواختی گونه‌های علفی در ابتدا و انتهای فصل رویش، اختلاف معنی‌داری را بین رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان نداد که با نتایج حاصل از پژوهش زایر اومالی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۲۹). نهایتاً مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد و به جز یکنواختی برگ‌پارکر سایر شاخص‌ها در اردیبهشت بیش‌تر از شهریورماه بود. دلیل این تفاوت به مناسب بودن شرایط رطوبت خاک و دمای محیط در ابتدای فصل رویش نسبت داد. به علاوه تعدادی از گونه‌ها که در فصل اول رویش حضور دارند در فصل آخر

جدول ۷- مقایسه میانگین  $\pm$  انحراف معیار تعداد گونه و تعداد کل زادآوری در توده‌های مورد مطالعه.

**Table 7. Comparison of the mean ( $\pm$ standard deviation) of the number of species and the total number of regenerations in the studied stands.**

تعداد گونه (در قطعه نمونه) Number of species (in plot)	تعداد کل (در قطعه نمونه) Total number (in plot)	رویشگاه Site
3.20 ( $\pm$ 0.92) <sup>a</sup>	26.60 ( $\pm$ 6.79) <sup>b</sup>	راش خالص Pure beech
3.60 ( $\pm$ 0.97) <sup>a</sup>	21.80 ( $\pm$ 8.12) <sup>b</sup>	ممرز خالص Pure hornbeam
3.40 ( $\pm$ 0.70) <sup>a</sup>	37.90 ( $\pm$ 17.86) <sup>a</sup>	آمیخته Mixed

حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

فهرست زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در هکتار در سه رویشگاه مورد مطالعه در جدول ۸ خلاصه شده است. مقایسه میانگین تراکم زادآوری در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که این مشخصه در رویشگاه آمیخته به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از رویشگاه‌های راش خالص و ممرز خالص می‌باشد. به سبب سرعت تجزیه کم، لاشبرگ زیادی در راشستان‌ها روی هم انباشته می‌شود. با ایجاد به‌هم‌خوردگی میزان زیادی از نیتروژن لاشبرگ در اختیار افق‌های زیرین خاک قرار می‌گیرد. در واقع افزایش میزان نیتروژن به‌واسطه حضور گونه‌های مختلف در توده آمیخته سبب شده که زادآوری در این توده از تراکم بیش‌تری برخوردار شود (۲۶).

در هر سه رویشگاه مورد مطالعه گونه راش بیش‌ترین زادآوری را دارد. همچنین، تعداد کل زادآوری در رویشگاه آمیخته به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از رویشگاه‌های راش و ممرز خالص بود. همسو با نتایج این مطالعه، کیلاشکی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود بیان می‌کنند که تعداد متوسط نهال در سطح عرصه رویشگاه‌های آمیخته بیش‌تر از رویشگاه ممرز خالص بوده است (۱۲). بذردهی متراکم و سنگین راش در سال‌های بذر دهی و قوه نامیه بالای بذر این گونه نیز از عوامل استقرار موفق نهال‌های این گونه است که البته با گذشت زمان از تعداد نهال‌های مستقر کاسته خواهد شد (۱۴).

جدول ۸- فهرست زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در هکتار در سه رویشگاه مورد مطالعه (تعداد در هکتار).

Table 8. List of regeneration of tree and shrubs species per hectare in the three studied site.

ردیف Row	نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	تعداد Number		
			راش خالص Pure beech	ممرز خالص Pure hornbeam	آمیخته Mixed
1	راش	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.	2080	796	2196
2	ممرز	<i>Carpinus betulus</i> L.	392	492	860
3	توسکا	<i>Alnus subcordata</i> C.A.Mey.	64	8	92
4	کلهو	<i>Diospyros lotus</i> L.	164	196	292
5	افرا پلت	<i>Acer velutinum</i> . Boiss.	140	272	296
6	ازگیل	<i>Mespilus germanica</i> L.	0	4	88
7	انجیلی	<i>Parrotia persica</i> C.A.Mey.	52	460	148
8	ولیگ	<i>Carataegus melanocarpa</i> M.B.	76	136	36
9	ملج	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	0	0	12
10	افرا شیردار	<i>Acer cappadocicum</i> Gled.	24	40	16
11	بلوط	<i>Quercus castaneaefolia</i> C.A.Mey.	0	16	4
12	تعداد کل Total number		2999 (±986.96) <sup>b</sup>	2420 (±907.83) <sup>b</sup>	4040 (±1564.75) <sup>a</sup>

رویشگاه آمیخته (۰/۵۸) می‌باشد. ولی مقدار میانگین شاخص‌های غنای مارگالف تفاوت معنی‌داری را در سه رویشگاه نشان نمی‌دهد. مقایسه میانگین نشان می‌دهد که یکنواختی برگ‌پارکر در رویشگاه ممرز خالص (۰/۵۳) به‌طور معنی‌داری کم‌تر از رویشگاه آمیخته (۰/۶۹) و راش خالص (۰/۷۳) بوده است. میانگین شاخص اوینس اختلاف معنی‌داری را در بین رویشگاه‌ها نشان نمی‌دهد و سه رویشگاه در یک گروه قرار دارند (جدول ۹).

تنوع زادآوری: مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار میانگین شاخص سیمپسون به رویشگاه ممرز خالص (۰/۵۸) و کم‌ترین میزان این شاخص به رویشگاه راش خالص (۰/۴۱) اختصاص دارد. همچنین شاخص شانون‌وینر در رویشگاه ممرز خالص (۱/۰۵) و رویشگاه آمیخته (۰/۸۳) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از رویشگاه راش خالص (۰/۷۳) می‌باشد. مقایسه میانگین غنای منهیک نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار این شاخص در رویشگاه ممرز خالص (۰/۸۰) و کم‌ترین مقدار آن در

جدول ۹- مقایسه میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) شاخص‌های تنوع زادآوری در توده‌های مورد مطالعه.

**Table 9. Comparison of mean ( $\pm$  standard deviation) of regenerations diversity indices in the studied stands.**

برگ‌پارکر Berger-parker	اوینس Ivens	منهیک Manhenic	مارگالف Margalef	شانون وینر Shanon- winner	سیمپسون Simpson	رویشگاه Site
0.69 (0±0.14) <sup>a</sup>	0.73 (0±0.12) <sup>a</sup>	0.64 (0±0.19) <sup>ab</sup>	0.68 (0±0.27) <sup>a</sup>	0.73 (±0.23) <sup>b</sup>	0.41 (±0.12) <sup>b</sup>	خالص راش Pure beech
0.83 (0±0.13) <sup>a</sup>	0.53 (0±0.18) <sup>b</sup>	0.80 (0±0.20) <sup>a</sup>	0.72 (0±0.29) <sup>a</sup>	1.05 (±0.34) <sup>d</sup>	0.58 (±0.16) <sup>d</sup>	خالص ممرز Pure hornbeam
0.71 (0±0.15) <sup>a</sup>	0.69 (0±0.13) <sup>a</sup>	0.58 (0±0.15) <sup>b</sup>	0.68 (0±0.20) <sup>a</sup>	0.83 (±0.25) <sup>a</sup>	0.46 (±0.15) <sup>ab</sup>	آمیخته Mixed

حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در بین رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد

Different letters indicate significant differences between site

دارد. تراکم بالای لاشبرگ تجزیه‌نشده در رویشگاه‌های راش خالص اجازه استقرار گونه‌های مختلف را نمی‌دهد و این عامل از تنوع زادآوری در این رویشگاه می‌کاهد (۲۳). بیش‌ترین میانگین غنای منهیک در

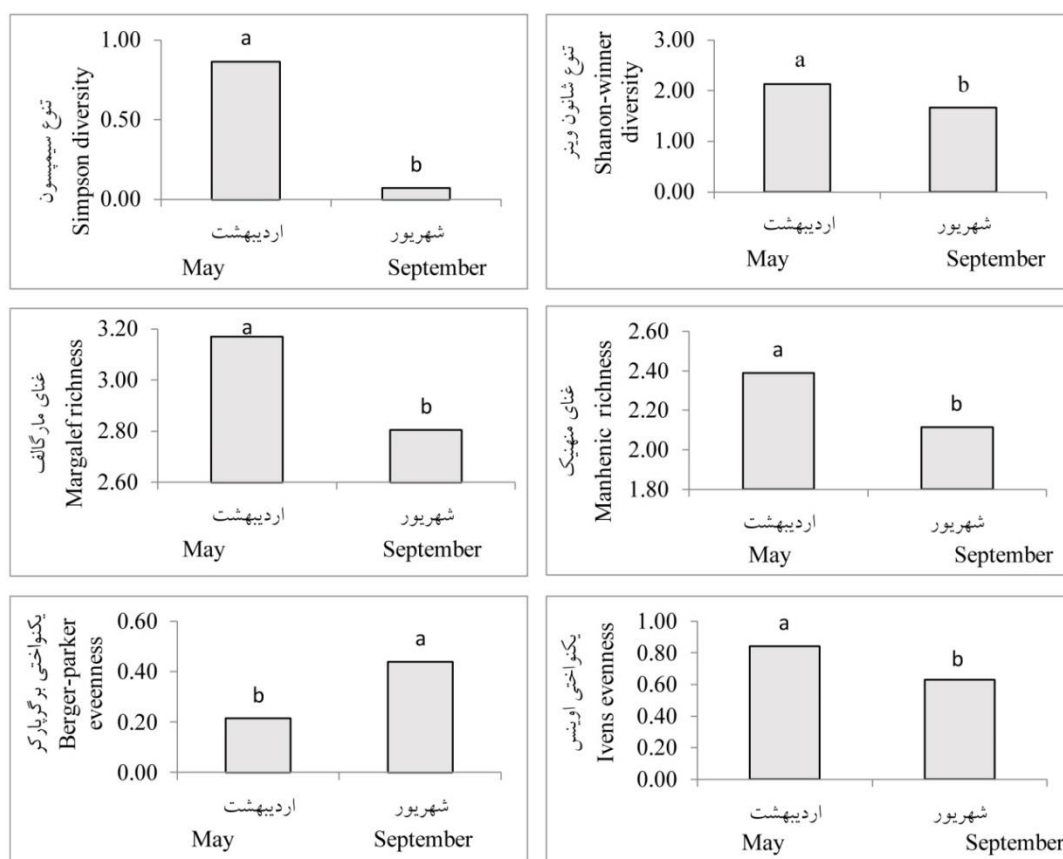
مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار میانگین شاخص سیمپسون و شانون وینر به رویشگاه ممرز خالص و آمیخته و کم‌ترین میزان این شاخص به رویشگاه راش خالص اختصاص

مطابقت دارد (۸). در مجموع، کم‌تر بودن تنوع و غنا گونه‌های زادآوری شده در رویشگاه راش خالص را می‌توان با توجه به سایه‌پسندی راش توجیه نمود، زیرا به دلیل سرشت سایه‌پسندی راش، در رویشگاه خالص آن تاج‌پوشش انبوه‌تری تشکیل می‌شود که با ایجاد پناه موجب کاهش میزان نور در داخل رویشگاه می‌گردد و همین امر کاهش شاخص‌های تنوع و غنای زادآوری را در این رویشگاه توجیه می‌نماید (۱۴)؛ اما میزان یکنواختی برگ‌پارکر به‌طور معنی‌داری در رویشگاه راش خالص بیش‌تر از دو رویشگاه دیگر می‌باشد. یافته‌های پژوهش فلاح چای و مروی مهاجر (۲۰۰۵) نیز نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از تعداد گونه‌ها (غنای گونه‌ای) کاسته شده ولی فراوانی گونه‌ها (یکنواختی گونه‌ای) افزایش می‌یابد (۹).

#### تفاوت شاخص‌های تنوع علفی در ابتدا و انتهای

**فصل رویش:** نتایج مقایسه آماری شاخص‌های تنوع در فصول مختلف نشان داد که در تمام موارد به‌جز شاخص یکنواختی برگ‌پارکر، مقادیر سایر شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در ابتدای فصل رویش (اردیبهشت) به شکل معنی‌داری بیش‌تر از انتهای فصل رویش شهریور است (شکل ۲). دلیل بیش‌تر بودن تنوع در اردیبهشت را می‌توان به مناسب بودن شرایط رطوبت و دما نسبت داد، به‌علاوه تعدادی از گونه‌ها که در اردیبهشت حضور دارند در ماه شهریور به دلیل کمبود بارش و افزایش دما و هم‌چنین بالا بودن درصد تاج‌پوشش، نور کم‌تری به کف عرصه تابیده و شرایط برای اکثر گونه‌های علفی قابل‌تحمل نبوده و موجب حذف آن‌ها می‌شود (۲۱).

رویشگاه ممرز خالص و کم‌ترین مقدار آن در رویشگاه آمیخته می‌باشد. کم‌تر بودن میزان غنا در رویشگاه آمیخته ممکن است به دلیل تراکم زیاد پایه‌های شاخه‌زاد انجیلی در این رویشگاه باشد که باعث جلوگیری از ورود گونه‌های درختچه‌ای شده است (۲). هم‌چنین بیش‌تر بودن غنا زادآوری در توده ممرز خالص با توجه به سرعت بیش‌تر تجزیه لاشبرگ و کم‌تر بودن عمق لاشبرگ در این توده، در نتیجه بهبود خواص خاک قابل توجیه می‌باشد (۲۱). این مطلب می‌تواند اهمیت نقش مدیریت جنگل را روی افزایش غنا آشکار سازد. غنای مارگالف اختلاف معنی‌داری را در این زمینه نشان نداد. یکنواختی برگ‌پارکر در رویشگاه ممرز خالص به‌طور معنی‌داری کم‌تر از رویشگاه آمیخته و راش خالص بوده است. یکنواختی بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌های گیاهی است و هرچه میزان یکنواختی بیش‌تر باشد نشان‌دهنده تعادل در فراوانی گونه‌ها است؛ به‌عبارت‌دیگر همه گونه‌ها تقریباً دارای تعداد افراد مساوی هستند (۳۰)؛ بنابراین تعادل گونه‌ای در رویشگاه راش خالص و آمیخته بالاتر بوده است. روحی‌مقدم و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه ساختار زادآوری و تنوع زیستی گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در زیرآشکوب جنگل‌کاری‌های خالص و آمیخته بلندمازو به این نتیجه رسیدند که یکنواختی در جنگل‌کاری آمیخته بلوط- داغداغان بیش‌تر از جنگل‌کاری‌های خالص بلوط بوده است که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (۲۱). شاخص‌های غنای مارگالف و یکنواختی اوینس اختلاف آماری را در بین رویشگاه‌ها نشان نمی‌دهد که با نتایج حاصل از مطالعه بالتر و همکاران (۲۰۰۸)



شکل ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در ابتدا و انتهای فصل رویش.

Figure 2. Comparison of average indices of diversity, richness and evenness at the beginning and end of the growing season.

یک از زمان‌های ابتدا و انتهای فصل رویش مشاهده نشد درحالی‌که میانگین این شاخص‌ها در ابتدای فصل رویش بالاتر از انتهای فصل رویش بود که بیانگر بهتر بودن شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت خاک در این فصل است؛ بنابراین آمیختگی اثرات محسوس‌تری بر تنوع زادآوری نسبت به پوشش علفی داشته و اختلاف تنوع پوشش علفی بیش‌تر از بازه زمانی فصل رویش اثر می‌پذیرد.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده تراکم بالاتر زادآوری راش در هر سه توده مورد مطالعه است. با توجه به تنوع در تعداد گونه‌های زادآوری شده در رویشگاه آمیخته بالاترین تعداد کل زادآوری مشاهده شد. شرایط مناسب تجزیه سریع لاشبرگ و خاک مناسب در توده ممرز باعث افزایش شاخص‌های تنوع زادآوری در این توده شده است. در مورد پوشش علفی اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع در میان توده‌های مختلف در هر



### منابع

1. Akhavan, R., Sagheb-Talebi, Kh., Hassani, M., and Parhizkar, P. 2010. Application of bivariate Ripley's K-function for studying competition and spatial association of trees (Case study: intact Oriental beech stands in Kelerdasht). *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 19: 4. 632-643. (In Persian)
2. Akhondnejad, S., Asri, Y., and Khakpour Moghaddam, T. 2016. Introduction of the flora, life form, and chorology of the *Parrotia persica* C.A. Mey. Habitats (case study: Izdeh-e Noor area). *Taxonomy and Biosystematics*. 8: 29. 103-120. (In Persian)
3. Amanzadeh, B., Sagheb Talebi, K., Parhizkar, P., Shahinroksar Ahmadi, P., Moradi, A., Pourbabaei, H., and Yousefpour, M. 2019. Comparison of regeneration and diversity of herbaceous species in created and natural gaps. *J. of Forest Research and Development*. 5: 1. 153-167. (In Persian)
4. Bahrami, V., Fallah, A., and Khorrami, R.A. 2018. Comparison of WORLD VIEW-2, Pleiades-2, and IRS LISS III satellites' capability for estimating stand volume of forest (case study: Darabkola experimental forest). *J. of Wood and Forest Science and Technology*, 24: 4. 131-146. (In Persian)
5. Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., and Spurr, S.H. 1998. *Forest Ecology*. 4<sup>th</sup> ed. John Wiley and Sons press. 774p.
6. Bazyari, M., Etemad, V., Kooch, Y., and Shirvany, A. 2021. Analysis of composition and biodiversity of understory plants in natural and afforestation stands of western Hyrcanian (Case study: Ramsar Sang Poshteh). *Iranian J. of Forest and Range Protection Research*. 18: 2. 103-116. (In Persian)
7. Bidar Lord, M., Dehdar Dargahi, M., and Jalili, A. 2021. The Hyrcanian sub mountain forests vegetation (Case study: Tuli-Nesa forest, Gilan). *J. of Taxonomy and Biosystematics*, 13: 46. 57-78. (In Persian)
8. Butler, R., Montagnini, F., and Arroyo, P. 2008. Woody understory plant diversity in pure and mixed native tree plantations at la selva biological station, Costa Rica. *Forest. J. of Ecology and Management*, 255: 2251-2263.
9. Fallahchai, MM., and Marvie Mohadjer, M. 2005. J. of Ecological role of altitude in the diversity of tree species in Siahkal forests, north of IRAN. *Iranian J. of Natural Resources*, 58: 2. 89-100. (In Persian)
10. Jahani, A., Goshtasb, H., and Saffariha, M. 2020. Tourism impact assessment modeling of vegetation density for protected areas using data mining techniques. *J. of Land Degradation & Development*, 31: 1502-1519. (In Persian)
11. Hai, R., Zhian, L., Weijun, SH., Zuoyue, Y., Shaolin, P., Chonghui, L., Mingmao, D., and Jianguo, W. 2007. Change in biodiversity and ecosystem function during the restoration of a tropical forest. *J. of Science China Life Sciences*, 50: 277-284.
12. Kialashki, A., Zayravmali, R., Mohammadnejad Kiasari, Sh., and Yazdian, F. 2012. Study of some quantitative and qualitative characteristics and natural regeneration of free species in pure and mixed stands (Case study: Red Neka region). *Iranian J. of Natural Ecosystems*, 2: 3. 47-35. (In Persian)
13. Lessa Derci, A., Gutsch, M., Basile, M., and Suckow, F. 2020. Socially optimal forest management and biodiversity conservation in temperate forests under climate change. *J. of Ecological Economics*, 169: 1-16.
14. Mortezapour, S., Marvie-Mohadjer, M., Sagheb-Talebi, K., and Zahedi Amiri, G. 2005. Relationship between regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis Lipsky*) and landform. *Iranian J. of Forest and Poplar Research*, 13: 4. 474-447. (In Persian)
15. Moslemi Seyed Mahalle, SM., Jalali, GH., Mohammad Hojjati, S., and Kooch, Y. 2019. The Effect of different forest types on soil properties and biodiversity of grassland cover and regeneration in central Hyrcanian forests (Case study: Seri-Alandan-Sari). *Iranian J. of Forest*, 7: 14. 10-21. (In Persian)

16. Nadaffard, I., Ramezani, M., Haghverdi, K., Khorasani, N., and Hemmasi, A. 2021. Composition and biodiversity of understory plants in natural forest and plantations of Kellarabad, Chalus. *J. of Natural environment, natural resources of Iran*. 74: 1. 181-93. (In Persian)
17. Namdari Khalan A., abrari vajari, K., and Heidari Sfari Kouchi, A. 2020. Investigation of woody species diversity concerning physiographic factors (Case study: Kalaleh new habitat - Arasbaran). *J. of Plant Ecosystem Conservation*, 8: 16. 305-319. (In Persian).
18. Pourbabaie, H., Ebrahimi, S., and Heydarnia, H. 2017. The effect of *Ailanthus altissima* stands on herbaceous species diversity (Talesh, Guilan). *J. of Forest and Wood Products*, 70: 4. 579-586. (In Persian)
19. Railgun, M.Z., Simaika, J.P., and Jacobs, S.M. 2021. Leaf litter production and litter nutrient dynamics of invasive *Acacia mearnsii* and native tree species in riparian forests of the Fynbos biome, South Africa. *J. of Forest Ecology and Management*, pp. 119-128.
20. Rechinger, K.H. (Ed.). 1963-2010. *Flora Iranica*. vols: 1-176. Akademische Ddruck-U Verlagsanstalt, Graz.
21. Rouhi Moghaddam, E., Hosseini, S., Ebrahimi, E., Rahmani, A., Tabari, M., and Mahdavi, R. 2011. Comparison of some soil characteristics in pure and mixed oak plantations. *Iranian J. of Soil Research*, 25: 1. 39-48. (In Persian)
22. Salahi, T., Pourbabaie, H., Salahi, M., and Karamzadeh, S. 2018. Study on floristic composition and chorology of bibi Yanlou' s forest park, Astara. *J. of Ecology of Iranian Forest*, 6: 11. 1-13. (In Persian)
23. Shabani, S., Akbarinia, M., and Jalali, S. 2019. Assessment of dead tree role in natural regeneration (Case study: Lalis beech forests, Nowshahr). *J. of Environmental Science and Technology*, 21: 8. 209-220. (In Persian)
24. Susaeta, A., and Gong, P. 2019. The economic viability of longleaf pine management in the Southeastern United States. *J. of Forest Policy and Economics*, 100: 14-23.
25. Tadesse, E., Abdulkedir, A., Khamzina, A., Son, Y., and Noulèkoun, F. 2019. Contrasting species diversity and values in home gardens and traditional parkland agroforestry systems in Ethiopian sub-humid lowlands. *J. of Forests*, 10: 3-266.
26. Trofymow, J.A., Moore, T.R., Titus, B., Prescott, C., Morrison, I., Siltanen, M., Smith, S., Fyles, J., Wein, R., Camire, C., Duschene, L., Kozak, L., Kranabetter, M., and Visser, S. 2002. Rates of litter decomposition over 6 years in Canadian forests: influence of litter quality and climate. *J. of Forest Research*. 32: 789-804.
27. Wu, H., Franklin, S.B., Liu, J. and Lu, Z. 2019. The relative importance of density dependence and topography on tree mortality in a subtropical mountain forest. *J. of Forest Ecology and Management*, 384: 169-179.
28. Zahriban, M., Fallah, A., Shataee, S., and Kalbi, S. 2015. Estimating quantitative forest attributes using Pleiades satellite data and non-parametric algorithms in Darabkola forests, Mazandaran. *Iranian J. of Forest and Poplar Research*, 23: 3. 65-71. (In Persian)
29. Zayeromali, R., Mohammadnejad Kiasari, S.H., Yazdian, F., and Kialashki, A. 2012. Study of qualitative and qualitative characteristics of zelvoka carpinifolia pall in two kinds of pure and mixed stands (case study: Neka, Gormaras area). *J. of Natural Ecosystem of Iran*, 2: 3. 35-47. (In Persian)
30. Zhiang., L., zhu., Z., and Li., AE. 2019. Effects of pure and mixed afforestation on biodiversity indexes in west china. *J. of forestry*, 12: 2. 203-217.