

## ویژگی‌های کمی و تنوع گونه‌ای توده‌های شاخه‌زاد در جنگل‌های ارسباران

سجاد قنبری<sup>۱</sup> و عایشه اسماعیلی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

\*۲- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. پست الکترونیک: ayshe.esmaili@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۷

## چکیده

مطالعه ساختار جنگل‌ها در شناسایی توده‌ها و تدوین برنامه‌های مناسب مدیریتی، بسیار کارآمد است. در پژوهش پیش‌رو، ویژگی‌های کمی و تنوع گونه‌ای درختی و درختچه‌ای در توده‌های شاخه‌زاد جنگل‌های ارسباران در استان آذربایجان شرقی بررسی شد. ابتدا، ۲۴ قطعه نمونه مستطیلی شکل نیم‌هکتاری در توده‌های مذکور به روش تصادفی - منظم پیاده شد. سپس، مشخصه‌های کمی جست‌های هر قطعه نمونه شامل گونه، تعداد جست در هر جست‌گروه، قطر و ارتفاع جست‌گروه اندازه‌گیری شد. برای بررسی تنوع زیستی از شاخص تنوع سیمپسون و شانون - وینر، غنای مارگالف و منهنیک و یکنواختی پایلو و هیل استفاده شد. نتایج نشان داد که اوری (*Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen.) (۶۱/۱ درصد)، مرمرز (*Carpinus orientalis* Mill.) (۱۲/۲ درصد)، افرا کرب (*Acer campestre* L.) (۱۰/۴ درصد) و هفت‌کول (*Viburnum lantana* L.) (۳/۲ درصد) جزء گونه‌های همراه بودند. میانگین ارتفاع و قطر برابر سینه جست‌گروه‌ها به ترتیب ۵/۰۸ متر و ۱۰/۵۳ سانتی‌متر به دست آمد. بیشترین و کمترین مقدار تنوع زیستی به ترتیب متعلق به شاخص‌های پایلو (۱/۴۲) و منهنیک (۰/۳۱) بودند. به‌طور کلی، توده‌های شاخه‌زاد مورد مطالعه، تنوع زیستی مناسبی داشتند. با این حال، منحنی پراکنش قطری نیمه‌زنگوله‌ای شکل و متوسط قطر جست‌گروه‌ها نشان‌دهنده توده‌های همسال و جوان است. این ساختار می‌تواند به دنبال عدم مدیریت اصولی و شدت زیاد تخریب در این جنگل‌ها ایجاد شده باشد.

واژه‌های کلیدی: اوری، تنوع زیستی، جست‌گروه، جنگل شاخه‌زاد.

## مقدمه

شاخه‌زاد، یک سیستم مدیریت سنتی جنگل است که از توانایی بسیاری از گونه‌های درختان پهن‌برگ برای بازایی شاخه‌های جدید از کُنده پس از برش استفاده می‌کند (Unrau et al., 2018). از ویژگی‌های بوم‌شناختی و اقتصادی این سیستم می‌توان به دوره‌های چرخش کوتاه، توانایی جوانه‌زنی از کُنده، نرخ ترسیب کربن سریع و زیاد پس از برش، تحمل بوم‌شناختی بیشتر در برابر خشکی به دلیل سیستم ریشه‌ای از پیش شکل‌گرفته، انعطاف‌پذیری و برگشت‌پذیری زیادتر، تنوع

زیستگاه‌ها و خدمات قابل توجه بوم‌سازگان اشاره کرد (Pietras et al., 2016; Bisi et al., 2018). این ویژگی‌ها، توده‌های شاخه‌زاد را به‌طور بالقوه برای مقابله با خطرهای مرتبط با تغییر اقلیم (کاهش بارندگی، دمای بیشتر، خشک‌سالی بلندمدت، تنش آبی، آشفستگی و آتش‌سوزی) مقاوم می‌کنند. در نتیجه فعالیت‌های مدیریتی و حفاظتی (عملیات پرورشی و بهره‌برداری)، ساختار طبیعی و تنوع گونه‌ای جنگل‌ها تحت تأثیر مستقیم قرار می‌گیرند (Alijani et al., 2012). در فرایند مدیریت جنگل، بررسی ساختار توده‌های جنگلی، اهمیت فراوانی از نظر ارزیابی وضعیت

تعداد در طبقه‌های قطری در هر سه رویشگاه مذکور نشان‌دهنده توده‌های ناهمسال منظم بود. همچنین، وضعیت زادآوری در دو رویشگاه، مطلوب و در یک رویشگاه، ضعیف و نگران‌کننده گزارش شد. ارزیابی جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط در شهرستان مریوان نشان داد که توده‌های مورد بررسی از نظر ساختار و گونه‌های چوبی، فاقد تنوع بودند و از نظر پایداری نیز در شرایط نامطلوبی قرار داشتند (Pourhashemi et al., 2015). همچنین، میانگین کم برای قطر و ارتفاع جست‌ها در پژوهش مذکور به ترتیب نشان‌دهنده توده‌های جوان و تک‌اشکوبه بودند. بررسی ویژگی‌های ساختاری در جنگل‌های شاخه‌زاد فندقلو در استان اردبیل حاکی از ساختار ناهمسال نامنظم این توده‌ها بود (Aghabarati et al., 2018). راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در یکی از سه رویشگاه بررسی شده در پژوهش مذکور به‌عنوان گونه اصلی و تیپ غالب و در دو رویشگاه دیگر به‌عنوان گونه همراه با ممرز (*Carpinus orientalis* Mill.) و فندق (*Corylus avellana* L.) حضور داشت. اختلاف معنی‌داری نیز بین این رویشگاه‌ها از نظر میانگین مشخصه‌های ساختاری گزارش شد. بررسی رویشگاه شاخه‌زاد کورن در استان آذربایجان شرقی بیانگر تنگی توده‌های مورد مطالعه بود (Ghanbari et al., 2018). به‌طوری‌که تراکم درختان، ۳۵ اصله در هکتار و میانگین قطر پایه‌ها ۹/۷ سانتی‌متر گزارش شد. همچنین، بیشتر از ۵۰ درصد فراوانی گونه‌های درختی به اوری اختصاص داشت. مطالعه ویژگی‌های ساختاری توده‌های سرخدار (*Taxus baccata* L.) در ارسباران نشان‌دهنده تراکم اندک پایه‌های این گونه (هفت درصد) نسبت به گونه‌های درختی دیگر بود (Ghanbari et al., 2019). بررسی پویایی چهل‌ساله جنگل‌های شاخه‌زاد راش اروپایی (*Fagus sylvatica* L.) در سوئیس نشان داد که این گونه با گذشت زمان در توده‌های جنگلی مورد مطالعه، غالب شده است و تنوع گونه‌ای نیز کاهش یافته است (Heiri et al., 2009). در ارزیابی جنگل‌های سائوپائولو در جنوب شرقی برزیل، ساختار این توده‌ها، ناهمسال با پراکنش قطری زیاد گزارش شد (Lima et al., 2011). بررسی تغییرات طولانی‌مدت تغییر گونه‌ای در اثر رهاسازی مدیریت شاخه‌زاد در جنگل‌های جمهوری چک نشان داد که

فعلی و طراحی برنامه‌های آینده دارد (Pourhashemi et al., 2015). همچنین، ارزیابی ساختار جنگل در توده‌های شاخه‌زاد در حال تخریب به‌منظور حفاظت و احیا آن‌ها مهم است (Ghanbari et al., 2019). به‌طورکلی، ساختار جنگل، توزیع ویژگی‌های درختان در جنگل را نشان می‌دهد (von Gadow et al., 2012) و بیانگر برآیند کنش‌ها و واکنش‌های بین درختان در توده و محیط اطراف آن‌ها است (Kakavand et al., 2015). مفهوم ساختار توده به شکل‌های متفاوتی تعریف و تفسیر شده است. برخی جنگل‌شناسان معتقدند که ساختار توده به پراکنش طبقه‌های قطری یا سنی و نیز پراکنش طبقه‌های تاج‌پوشش اشاره دارد (Daniel et al., 1979)، اما براساس نظر برخی دیگر از پژوهشگران، واژه ساختار توده بیانگر فرم، ترکیب و اشکوب‌بندی توده، ترکیب سنی و نحوه پراکنش درختان در طبقه‌های شاخص‌های زیست‌سنجی است. برخی دیگر ضمن تأیید نظریه‌های فوق عنوان می‌کنند که واژه ساختار جنگل، مفهوم گسترده‌تری از شاخص‌های کمی و کیفی توده دارد (Ghahramany, 2005).

از شاخص‌های مهم دیگر برای ارزیابی ساختار جنگل می‌توان به تنوع گونه‌ای اشاره کرد که شامل بخش عمده‌ای از تنوع زیستی و نشان‌دهنده تغییر در بوم‌سازگان‌ها است (Mohammad-Dustar-Sharaf et al., 2016). تنوع گونه‌ای، دو مؤلفه کاملاً متمایز دارد. مؤلفه اول مربوط به تعداد گونه‌های موجود در واحد نمونه‌برداری است که به آن، غنای گونه‌ای اطلاق می‌شود. دومین مؤلفه، یکنواختی است که به نحوه توزیع افراد گونه‌ها در محیط اشاره دارد (Cosović et al., 2020). هدف اصلی از مدیریت منابع طبیعی، حفظ تنوع زیستی در بوم‌سازگان‌های طبیعی است. به‌طوری‌که رویشگاه‌های با تنوع زیستی غنی، حاصلخیزی، پویایی و پایداری بیشتری نیز دارند. پژوهش‌هایی به‌منظور بررسی ساختار توده‌های شاخه‌زاد انجام شده‌اند که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. بررسی ساختار سه رویشگاه در جنگل‌های استان گلستان نشان داد که اوری (*Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen.) در دو رویشگاه، گونه غالب و در رویشگاه دیگر به‌عنوان گونه همراه حضور دارد (Mahdiani et al., 2012). نمودار توزیع

*(lantana L.)*، قره‌قات (*Ribes petraeum* Wulfen) و گردو (*Juglans regia* L.) اشاره کرد. اشتغال اصلی مردم محلی، زراعت و دامداری با دام‌های سنگین شامل گاو و گاومیش است (Ghanbari et al., 2020).

#### روش پژوهش

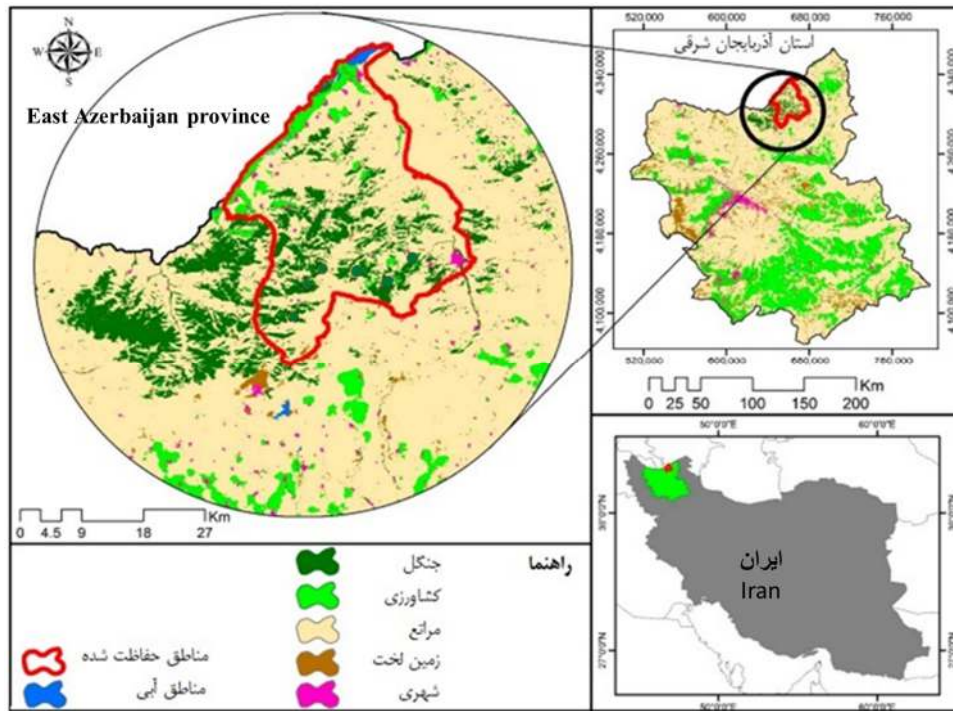
برای اجرای این پژوهش در منطقه مورد مطالعه، ۲۴ قطعه نمونه مستطیلی شکل به مساحت نیم هکتار به صورت تصادفی - منظم (Pourhashemi et al., 2015) انتخاب شد. برای پوشش بهتر سطح منطقه از شبکه آماربرداری ۴۰۰ در ۸۰۰ متر مستطیلی و به منظور نمایش بهتر ساختار توده مورد مطالعه از قطعه نمونه‌های با اندازه‌های ۵۰ در ۱۰۰ متر مربع (۵۰۰۰ مترمربع) استفاده شد. در داخل این قطعه نمونه‌ها، مشخصه‌های مختلف ساختاری توده شامل گونه، ارتفاع و قطر برابر سینه جست‌ها ثبت شد. قطر برابر سینه جست‌های موجود در هر جست‌گروه با متر نواری اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها در مجموع پلات‌ها به عنوان قطر برابر سینه جست‌گروه ثبت شد. برای طبقه‌بندی قطر از طبقه‌های دو سانتی متری (طبقه اول کمتر از دو و نیم سانتی متر و طبقه آخر بیشتر از ۲۷/۵ سانتی متر) استفاده شد. پایه‌های با ارتفاع کمتر از ۱۳۰ سانتی متر به عنوان زادآوری و بزرگ‌تر از آن به عنوان پایه‌های بالغ در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع جست با اندازه‌گیری شیب بالا و پایین با استفاده از شیب سنج سونتو و استفاده از رابطه برآورد ارتفاع جست اقدام شد. پراکنش نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - سمیرنوف بررسی شد. معادله‌های رگرسیونی منحنی ارتفاع براساس حداقل مربعات برازش داده شدند و بهترین مدل رگرسیونی انتخاب شد. اعتبارسنجی مدل‌های منحنی ارتفاع نیز با استفاده از شاخص‌های ضریب تبیین، انحراف معیار مدل برازش یافته و تحلیل واریانس رگرسیون انجام گرفت. برای بررسی تنوع زیستی از شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون-وینر، غنای گونه‌ای مارگالف و منهنیک و یکنواختی گونه‌ای پایلو و هیل استفاده شد (Bayat & Heidari Masteali, 2021). مقدار شش شاخص ذکر شده با استفاده از نرم‌افزار Past برآورد شد (جدول ۱).

هرچند گونه‌های درختی غالب در طی چهار قرن گذشته پدید آمده‌اند، اما تغییراتی در نسبت‌های آن‌ها رخ داده است (Müllerová et al., 2015). در پژوهش مذکور برای توقف روند کاهش تنوع زیستی، استقرار مجدد مدیریت شاخه‌زاد پیشنهاد شد. جنگل‌های شاخه و دانه‌زاد نقش عمده‌ای در حفاظت از تنوع گونه‌های گیاهی در اروپای مرکزی ایفا می‌کنند. به طوری که بازسازی این جنگل‌ها، غنای گونه‌ای را به طور قابل توجهی افزایش داده است (Strubelt et al., 2019). شناخت ساختار و وضعیت جنگل‌های ارسباران به عنوان بوم‌سازگانی که در گذر زمان تحت تأثیر عوامل تهدیدکننده طبیعی و انسانی قرار گرفته‌اند، ضروری است. هرچند این جنگل‌ها از نظر تولید چوب صنعتی، جایگاهی ندارند، اما به دلیل نقش مهمی که در تنظیم آب و خاک و تعادل بوم‌شناختی ایفا می‌کنند، باید مورد توجه و ارزیابی دقیق قرار گیرند. از مهم‌ترین استفاده‌های انجام گرفته از این جنگل‌ها می‌توان به برداشت چوب سوخت، تأمین علوفه، جمع‌آوری بذرها و محصولات غیرچوبی اشاره کرد. برداشت چوب فقط توسط ساکنان محلی انجام می‌شود. در مناطقی با شدت زیاد بهره‌برداری و چرای دام، دگرگونی سیما و ساختار این توده‌ها نمایان است. در پژوهش پیش‌رو، ویژگی‌های کمی و تنوع گونه‌ای درختی و درختچه‌ای در توده‌های شاخه‌زاد جنگل‌های ارسباران در استان آذربایجان شرقی بررسی شد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در بخشی از جنگل‌های ارسباران واقع شده در قسمتی از شهرستان کلیبر انجام شد. جنگل‌های ارسباران با وسعت تقریبی ۱۵۳ هزار هکتار در شمال غرب ایران در مرز ایران، ارمنستان و آذربایجان واقع شده است (شکل ۱). از ویژگی‌های اقلیم این منطقه می‌توان آب‌وهوای نیمه مرطوب با میانگین سالانه دما و بارندگی به ترتیب ۱۴ درجه سانتی‌گراد و ۴۰۰ میلی‌متر اشاره کرد. طی قرن‌ها، یکی از مهم‌ترین دخالت‌های بشر در این جنگل‌ها، برداشت هیزم بوده است. از گونه‌های اصلی این جنگل‌ها می‌توان به اوری، ممرز، افرا کرب (*Viburnum*)، سرخدار، هفت‌کول (*Acer campestre* L.)



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های ارسباران، استان آذربایجان شرقی، ایران  
**Figure 1. The Study area in Arasbaran forests, East Azerbaijan province, Iran**

جدول ۱- شاخص‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی  
 Table 1. Biodiversity measurement indices

مؤلفه اندازه‌گیری تنوع زیستی Biodiversity measurement component	شاخص Index	اجزای فرمول Formula components	فرمول Formula
تنوع Diversity	سیمپسون (D) Simpson (D)	تعداد کل گونه‌ها یا همه افراد جامعه = N N=Frequency of all species فرآوانی گونه $n_i$ = frequency of species in $i$	$D = 1 - \sum (n_i(n_i - 1))(N(N - 1)) - 1$
	شانون- وینر (H) Shannon-Wiener (H)	فرآوانی نسبی یک گونه = $p_i$ $p_i$ =relative frequency of species تعداد کل گونه‌ها = S n=frequency of all species	$H = - \sum_{i=1}^S (p_i)(\ln p_i)$
غنا Richness	مارگالف ( $R_{Mg}$ ) Margalef ( $R_{Mg}$ )	تعداد کل گونه‌ها = S S=frequency of all species تعداد کل افراد در نمونه = N	$R_{Mg} = S - 1 / \ln N$
	منهنیک ( $R_{Mn}$ ) Menhinick ( $R_{Mn}$ )	N=frequency of all species in sample فرآوانی گونه $n_i$ = frequency of species in $i$	$R_{Mn} = S / \sqrt{n}$
یکنواختی Evenness	پایلو (E) Peilou (E)	تعداد کل گونه‌ها = S S=frequency of all species	$E = H / \ln (S)$
	هیل ( $N_1$ ) Hill ( $N_1$ )	= شاخص شانون وینر = H e = 2.71828	$N_1 = e^H$

## نتایج

## ترکیب گونه‌ای

در منطقه مورد پژوهش، گونه‌های اوری، ممرز، افراکرب، هفت‌کول، بارانک (*Sorbus graeca* (Lodd. ex Spach))، ون (*Fraxinus excelsior* L.)، ال‌اسپی (*Euonymus* sp.)، پلاخور (*Lonicera iberica* M.Bieb.)، قره‌قات (*Ribes*)، زرشک (*Berberis* sp.)، شفت (*Cornus sanguinea* L.)، اردوج (*Juniperus excelsa*)

(M.Bieb.)، نسترن (*Rosa* sp.)، تیس (*Sorbus aucuparia*)، ل. آلوچه (*Prunus domestica* L.)، سیب (*Malus domestica* Borkh.)، گلابی (*Pyrus* sp.)، ازگیل (*Mespilus* sp.) و بید (*Salix* sp.) مشاهده شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، ۵۴۶ جست‌گروه در هر هکتار حضور داشتند. اوری، گونه غالب و ممرز، افراکرب و هفت‌کول جزء گونه‌های همراه با بیشترین فراوانی بودند (جدول ۲).

جدول ۲- فراوانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در منطقه مورد پژوهش

Table 2. The frequency of tree and shrub species in the studied area

گونه Species	فراوانی (درصد) Frequency (percent)
<i>Salix</i> sp.	0.1
<i>Mespilus</i> sp.	0.1
<i>Sorbus aucuparia</i>	0.2
<i>Malus domestica</i>	0.2
<i>Juniperus excelsa</i>	0.3
<i>Ribes petraeum</i>	0.4
<i>Berberis</i> sp.	0.4
<i>Crataegus meyeri</i>	0.4
<i>Lonicera iberica</i>	0.8
<i>Euonymus</i> sp.	0.8
<i>Rosa</i> sp.	0.9
<i>Cornus sanguinea</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	1.4
<i>Pyrus</i> sp.	1.5
<i>Prunus domestica</i>	2
<i>Sorbus graeca</i>	2.3
<i>Viburnum lantana</i>	3.2
<i>Acer campestre</i>	10.4
<i>Carpinus orientalis</i>	12.2
<i>Quercus macranthera</i>	61.1

## میانگین متغیرهای کمی

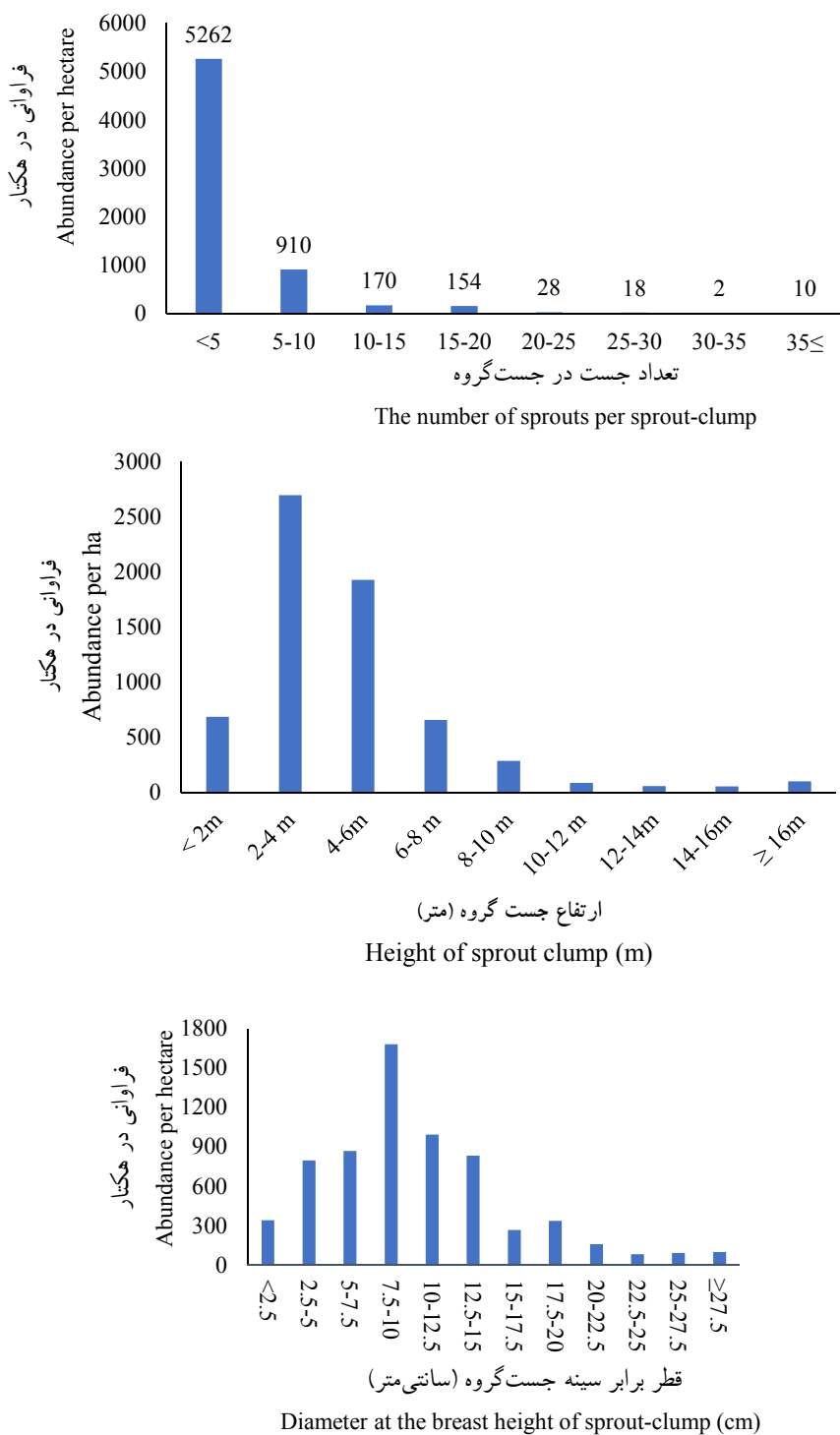
آماره‌های توصیفی ویژگی‌های ساختاری توده مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین قطر برابر سینه

جست‌گروه‌ها، ۱۰/۵۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. به‌طور متوسط، هر جست‌گروه از حدود چهار جست با ارتفاع ۵/۰۸ متر تشکیل شده بود.

جدول ۳- آماره‌های توصیفی متغیرهای کمی مورد مطالعه

Table 3. Descriptive statistics of quantitative variables

ویژگی Characteristic	کمینه Minimum	میانگین Mean	بیشینه Maximum	اشتباه معیار Standard error
تعداد جست در جست‌گروه The number of sprouts per sprout-clump	1	3.96	50	0.079
ارتفاع جست (متر) Sprout height (m)	2	5.08	32	0.055
قطر برابر سینه جست‌گروه (سانتی‌متر) Diameter at the breast height of sprout-clump (cm)	1	10.53	45.54	0.104



شکل ۲- توزیع فراوانی متغیرهای ساختاری در توده مورد مطالعه

Figure 2. Frequency distribution of structural variables in the studied stand

۲ ارائه شده است. فراوانی جست گروه‌هایی که کمتر از پنج جست داشتند، به مراتب بیشتر از طبقه‌های دیگر است.

توزیع فراوانی متغیرهای ساختاری نحوه پراکنش متغیرهای ساختاری مورد مطالعه در شکل

مورد مطالعه را می‌توان همسال دانست. پراکنش ارتفاعی توده نیز به شکل زنگوله‌ای بود که تجمع بیشتر جسته‌ها در طبقه‌های ارتفاعی میانی (دو تا چهار و چهار تا شش متر) را نشان می‌دهد.

جسته‌گروه‌های توده مورد مطالعه در مجموع، کم‌جسته هستند، به طوری که فقط ۱۰ جسته‌گروه وجود داشت که بیشتر از ۳۵ جسته داشته باشد. با توجه به اینکه پراکنش قطری جسته‌گروه‌ها به صورت نیمه‌زنگوله‌ای و نرمال است، توده

جدول ۴- تحلیل رگرسیون غیرخطی برای تعیین مدل منحنی ارتفاع توده مورد مطالعه

Table 4. The nonlinear regression analysis to determine the curve model of the height of the studied stand

رابطه Equation	R <sup>2</sup>	F	Sig.
$H = 1.88 \text{ DBH}^{0.395}$	0.27	1206.19	0.000

H: Sprout height (m), DBH: Diameter at breast height of sprout-clump (cm)

H: ارتفاع جسته (متر)، DBH: قطر برابر سینه جسته‌گروه (سانتی‌متر)

و منهنیک به ترتیب بیشینه (۱/۴۲) و کمینه (۰/۳۱) این اعداد را به خود اختصاص دادند.

شاخص‌های تنوع گونه‌ای نتایج مربوط به محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای درختی در جدول ۵ آمده است. میانگین شاخص‌های پایلو

جدول ۵- کمیت شاخص‌های تنوع گونه‌ای برای توده مورد مطالعه

Table 5. The value of species diversity indices in the studied stand

مؤلفه اندازه‌گیری تنوع	شاخص	کمینه	بیشینه	میانگین	اشتباه معیار
Biodiversity measurement component	Index	Minimum	Maximum	Mean	Standard error
تنوع Diversity	سیمپسون Simpson	0.3	0.83	0.65	0.04
	شانون-وینر Shannon-Wiener	0.65	2.01	1.39	0.11
غنا Richness	مارگالف Margalef	0.69	1.71	1.29	0.1
	منهنیک Menhinick	0.16	0.41	0.31	0.02
یکنواختی Evenness	پایلو Peilou	0.68	1.93	1.42	0.1
	هیل Hill	0.21	0.69	0.44	0.04

## بحث

یکی از روش‌های توصیه‌شده در مدیریت بوم‌سازگان‌های جنگلی، بررسی ساختار توده‌ها به منظور کمینه کردن فاصله زیستی بین جنگل‌های طبیعی و بهره‌برداری شده است (Angres *et al.*, 2005). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که اوری، ممرز، افرا کرب و هفت‌کول به ترتیب بیشترین فراوانی گونه‌های درختی را در جنگل مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. در راستای این یافته‌ها، بررسی تنوع گونه‌های درختی در رویشگاه شاخه‌زاد کورن در جنگل‌های ارسباران نشان داد که اوری، بیشتر از ۵۰ درصد فراوانی درختان را به خود اختصاص داد (Ghanbari *et al.*, 2018). تراکم توده به‌عنوان یکی از ویژگی‌های مهم ساختاری، نقش مؤثری در ارزیابی و پیش‌بینی وضعیت جنگل دارد (Pato, 2007). براساس نتایج به‌دست‌آمده، ۵۴۶ جست‌گروه در هر هکتار حضور داشتند که بیانگر توده انبوه است. Ghanbari و همکاران (۲۰۱۸)، تراکم جنگل‌های شاخه‌زاد ارسباران را ۳۵ پایه در هکتار گزارش کردند که نشان‌دهنده تنک بودن این رویشگاه نسبت به منطقه مورد مطالعه در پژوهش پیش‌رو است. تعداد جست در هر جست‌گروه، متغیر ساختاری دیگری است که به‌طور مستقیم به نحوه مدیریت درخت (مقدار و شدت قطع) و نیز توانایی جست‌دهی‌کننده مادری بستگی دارد. جست‌گروه‌ها در پژوهش پیش‌رو به‌طور متوسط حدود چهار جست داشتند. برداشت چوب‌های با قطر کم در منطقه مورد مطالعه توسط مردم محلی و برای مصارف خاص می‌تواند سبب کاهش تعداد جست‌های هر جست‌گروه شده باشد. Sadeghi و Sefidi (۲۰۱۹) در بررسی ذخیره‌گاه حاتم در شهرستان مشگین‌شهر، میانگین تعداد جست در هر جست‌گروه اوری را ۳/۸۶ پایه گزارش کردند که به نتایج پژوهش پیش‌رو، نزدیک است. از نظر ساختار قطری، متوسط قطر جست‌گروه‌ها (۱۰/۵۳ سانتی‌متر) بر جوان بودن توده مورد مطالعه دلالت دارد. این مسئله ناشی از نوع مدیریت سنتی درختان، تخریب و آشفتنگی‌های طبیعی است. قطع مداوم جست‌ها سبب ایجاد جست‌های جدید می‌شود. در نتیجه، جنگل همواره کم‌قطر و کم‌سن باقی می‌ماند. منحنی پراکنش قطری توده مورد مطالعه

نیز به‌خوبی این مسئله را تأیید می‌کند (شکل ۲). میانگین قطر درختان در رویشگاه شاخه‌زاد کورن در جنگل‌های ارسباران ۹/۷ سانتی‌متر گزارش شد (Ghanbari *et al.*, 2018). در بررسی ساختار جنگل‌های شاخه‌زاد فندقلو در استان اردبیل نیز میانگین قطر درختان در یکی از سه رویشگاه مورد مطالعه، ۹/۲۵ سانتی‌متر به‌دست آمد و بیشینه تراکم در پایه‌های با قطر کم مشاهده شد (Aghabarati *et al.*, 2018). نتایج گزارش‌شده در دو پژوهش مذکور با یافته‌های پژوهش پیش‌رو همخوانی دارند. یکی دیگر از ویژگی‌های منحنی پراکنش قطری توده مورد مطالعه، حالت نیمه‌زن‌گوله‌ای آن است که بر همسال بودن جست‌گروه‌ها دلالت دارد. با این حال، نتایج بعضی از پژوهش‌های داخلی بیانگر وضعیت ناهمسال و نامنظم توده‌های شاخه‌زاد بودند (Hosseinzadeh *et al.*, 2004; Namiranin & Maleknia, 2008; Aghabarati *et al.*, 2018). داشتند. قطر، یکی از مشخصه‌های مهم در اصلاح ساختار کلی توده‌های جنگلی است (Danilović & Pantić, 2004)، بنابراین عدم وجود درختان با قطر زیاد در نتیجه عدم استقرار تجدیدحیات جنسی سبب ایجاد مشکلات اساسی در ساختار این توده‌ها می‌شود.

میانگین ارتفاع درختان اندازه‌گیری‌شده در پژوهش پیش‌رو به‌نسبت کم بود (۵/۱ متر) که می‌تواند به‌دلیل بهره‌برداری شدید از جنگل مورد مطالعه باشد. همچنین، منحنی پراکنندگی ابر نقاط بین میانگین ارتفاع و قطر جست‌گروه بیانگر پراکنش کم این دو مشخصه و کشیدگی کم منحنی مذکور است. مدل به‌دست‌آمده برای رابطه بین میانگین ارتفاع و قطر جست‌گروه نیز همبستگی زیادی ندارد ( $R^2=0/27$ ). Ghanbari و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی توده‌های شاخه‌زاد ارسباران، میانگین ارتفاع درختان در رویشگاه کورن با سابقه حفاظتی کوتاه‌مدت را ۴/۳ متر گزارش کردند، در حالی که این متغیر در رویشگاه‌های کلاله و وایقان با سابقه حفاظتی بلندمدت به ترتیب ۹/۵۶ و ۹/۶۸ متر به‌دست آمد. Mahdiani و همکاران (۲۰۱۲) با ارزیابی رویشگاه‌های اوری در استان گلستان بیان کردند که اگر منحنی پراکنندگی ابر نقاط بین قطر و ارتفاع درختان در یک



و پایداری این بوم‌سازگان‌ها اتخاذ شود.

### منابع مورد استفاده

- Aghabarati, A., Marvie Mohajer, M.R., Etemad, V. and Sefidi, K., 2018. Structural characteristics of coppice forest stands in Fandoghloo Forest, Ardebil Province. *Journal of Forest Research and Development*, 4(2): 223-239 (In Persian with English summery).
- Alijani, V., Fegghi, J., Zobeiri, M. and Marvi Mohadjer, M.R., 2012. Quantifying the spatial structure in Hyrcanian submountain forest (Case study: Gorazbon district of Kheirud forest-Noushahr-Iran). *Iranian Journal of Natural Resources*, 65(1): 111-125 (In Persian with English summery).
- Angres, V.A., Messier, C., Beaudet, M. and Leduc, A., 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. *Forest Ecology and Management*, 217(2-3): 275-293.
- Bayat, M. and Heidari Masteali, S., 2021. Evaluation and comparison of biodiversity indexes of tree species in Hyrcanian forests (Case study: Kheyroud, Ramsar and Neka forests). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 34(2): 315-326 (In Persian with English summery).
- Bisi, F., Chirichella, R., Chianucci, F., Von Hardenberg, J., Cutini, A., Martinoli, A. and Apollonio, M., 2018. Climate, tree masting and spatial behaviour in wild boar (*Sus scrofa* L.): insight from a long-term study. *Annals of Forest Science*, 75(2): 1-9.
- Čosović, M., Bugalho, M.N., Thom, D. and Borges, J.G., 2020. Stand structural characteristics are the most practical biodiversity indicators for forest management planning in Europe. *Forests*, 11(3): 343.
- Daniel, T.W., Helms, J.A. and Baker, F.S., 1979. *Principles of Silviculture*, Second Edition. McGraw-Hill Book Company, New York, 500p.
- Danilović, M. and Pantić, D., 2004. Assortment structure in beech coppice stands in Boljevac region. *Glasnik Sumarskog fakulteta*, 89: 91-102 (In Serbian with English summery).
- Ghahramany, L., 2005. Modeling and optimization of coniferous stands structure under selective forestry. Ph.D thesis, Moscow State Forest University, Moscow, 186p (In Russian with English summery).
- Ghanbari, S. and Sheidai Karkaj, E., 2018. Diversity of tree and shrub species in woodlands of Guijeh-bel region of Ahar. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 26(1): 118-128 (In Persian with English summery).
- Ghanbari, S., Heshmatol Vaezin, S.M., Shamekhi, T., Eastin, I.L., Lovrić, N. and Aghai, M.M., 2020. The

رویشگاه، ضریب تبیین زیاد و کشیدگی بیشتری به سمت راست و بالا داشته باشد، آن رویشگاه در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. در بررسی توده‌های شاخه‌زاد بلوط جنگل‌های مریوان نیز بهترین مدل برای برآورد ارتفاع، مدل سهمی با ضریب تبیین تطبیق‌یافته ۰/۶۱۶ گزارش شد (Pourhashemi *et al.*, 2015).

در پژوهش پیش‌رو، مقدار میانگین تنوع، غنا و یکنواختی با استفاده از شاخص‌های شانون-وینر، مارگالف و پایلو به ترتیب ۱/۳۹، ۱/۲۹ و ۱/۴۲ به دست آمد. شاخص سیمپسون نیز برابر با ۰/۸۳ بود. مقایسه ساختار جنگل‌های بلوط نوزیان در شهرستان خرم‌آباد بین دو توده شاخه‌زاد تنک و انبوه نشان داد که مقدار شاخص‌های مارگالف، اسمیت-ویلسون و شانون-وینر در توده انبوه (به ترتیب ۰/۵۶۹، ۰/۴۸۳ و ۰/۶۸۱) بیشتر از توده تنک (به ترتیب ۰/۳۴۱، ۰/۳۰۸ و ۰/۵۳۷) هستند (Pirozi *et al.*, 2018). مقدار شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر نیز برای توده‌های شاخه‌زاد ایلام به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۳۸ گزارش شد (Karamshahi *et al.*, 2016). با مقایسه مقدار عددی این شاخص‌ها می‌توان نتیجه گرفت که تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی در توده‌های مورد مطالعه پژوهش پیش‌رو، بیشتر از جنگل‌های شاخه‌زاد در پژوهش‌های مذکور است.

جنگل‌های ارسباران طی سال‌های گذشته همواره توسط ساکنین محلی به‌طور سنتی بهره‌برداری شده‌اند که تغییر ساختار این بوم‌سازگان‌ها نسبت به حالت طبیعی را در پی داشته است. این موضوع، ضرورت انجام پژوهش‌های بیشتر به‌منظور درک شرایط فعلی این جنگل‌ها و تلاش برای بازسازی ساختار طبیعی را دوچندان می‌کند. متأسفانه، به‌دلیل دخالت‌های بی‌رویه انسانی، توده‌های دست‌نخورده در این مناطق، بسیار کمیاب هستند. شناخت ساختار و خصوصیات کمی و کیفی رویشگاه‌های طبیعی، این امکان را فراهم می‌کند که با توجه به پتانسیل هر رویشگاه، توده‌های شاخه‌زاد به شاخه و دانه‌زاد و سپس، به سمت دانه‌زاد سوق داده شوند. به این ترتیب با اجرای طرح‌های بلندمدت براساس دانش جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت باید روش مناسبی برای حفظ

- Mesostigmata) of Arasbaran Forest. Forest Research and Development, 2(1): 85-96 (In Persian with English summery).
- Müllerová, J., Hédl, R. and Szabó, P., 2015. Coppice abandonment and its implications for species diversity in forest vegetation. Forest Ecology and Management, 343: 88-100.
  - Namiranin, M. and Maleknia, R., 2008. Studying of forest stands condition with different intervention of human activity in central Zagros (Case study: Karazan, Ilam). Journal of the Iranian Natural Resources, 61(2): 375-387 (In Persian with English summery).
  - Pato, M., 2007. A study on natural and disturbed forest stands structure at West Azarbaijan province oak forests. M.Sc. thesis, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 84p (In Persian with English summery).
  - Pietras, J., Stojanović, M., Knott, R. and Pokorný, R., 2016. Oak sprouts grow better than seedlings under drought stress. iForest, 9(4): 529-535.
  - Pirozi, F., Soosani, J., Adeli, K., Maleknia, R., Naghavi, H. and Hosseinzadeh, R., 2018. The comparison of forest structure in oak stands with different density and mixture (Case study: Noyjian forests of Khorramabad). Journal of Forest Research and Development, 4(1): 15-28 (In Persian with English summery).
  - Pourhashemi, M., Zandebasiri, M. and Panahi, P., 2015. Structural characteristics of oak coppice stands of Marivan Forests. Journal of Plant Researches (Iranian Journal of Biology), 27(5): 766-776 (In Persian with English summery).
  - Sefidi, K. and Sadeghi, M., 2019. Structural characteristics of *Quercus macranthera* forests in Arasbaran region, North West of Iran (Hatam Mashe Si, Meshgin-Shahr). Iranian Journal of Forest, 11(3): 347-361 (In Persian with English summery).
  - Strubelt, I., Diekmann, M., Griese, D. and Zacharias, D., 2019. Inter-annual variation in species composition and richness after coppicing in a restored coppice-with-standards forest. Forest Ecology and Management, 432: 132-139.
  - Unrau, A., Becker, G., Spinelli, R., Lazdina, D., Magagnotti, N., Nicolescu, V.N., ... and Kofman, P.D., 2018. Coppice Forests in Europe. Albert Ludwig University of Freiburg, Freiburg, Germany, 392p.
  - von Gadow, K., 2012. Forsteinrichtung: Adaptive Steuerung und Mehrpfadprinzip. Universitaetsverlag Goettingen, Göttingen, Germany, 163p (In German).
  - economic and biological benefits of non-wood forest products to local communities in Iran. Economic Botany, 74(1): 59-73.
  - Ghanbari, S., Moradi, G. and Nasiri, V., 2018. Quantitative characteristics and structure of tree species in two different conservation situations in Arasbaran forests. Iranian Journal of Forest and Poplar research, 26(3): 355-367 (In Persian with English summery).
  - Ghanbari, S., Sefidi, K. and Fathizadeh, O., 2019. Composition and structure of English yew forest stands (*Taxus baccata* L.) in different conservation systems of Arasbaran forests, Iran. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 26(2): 31-49 (In Persian with English summery).
  - Heiri, C., Wolf, A., Rohrer, L. and Bugmann, H., 2009. Forty years of natural dynamics in Swiss beech forests: structure, composition, and the influence of former management. Ecological Applications, 19(7): 1920-1934.
  - Hosseinzadeh, J., Namiranian, M., Marvi Mohajer, M. and Zahedi Amiri, Gh., 2004. Structure of less degraded oak forests in Illam province (Southwest Iran). Iranian Journal of Natural Resources, 57(1): 75-90 (In Persian with English summery).
  - Kakavand, M., Marvi-Mohadjer, M.R., Sagheb-Talebi, Kh. and Sefidi, K., 2015. StrStructure and composition of oriental beech stands in the middle stage of ecological succession in the Hyrcanain region. Journal of Forest and Wood Products, 68(1): 31-45 (In Persian with English summery).
  - Karamshahi, A., Karami, A. and Mohammadi, G., 2016. Offering structure quantitative spatial analysis model of Persian oak species in two types of high forest and coppice of west oak forests (Case study: Karzan forests, Ilam Province). Forest Research and Development, 2(3): 205-218 (In Persian with English summery).
  - Lima, R.A.F., Oliveira, A.A., Martini, A.M.Z., Sampaio, D., Souza, V.C. and Rodrigues, R.R., 2011. Structure, diversity, and spatial patterns in a permanent plot of a high Restinga forest in Southeastern Brazil. Acta Botanica Brasilica, 25(3): 633-645.
  - Mahdiani, A.R., Heydari, H., Rahmani, R. and Azadfar, D., 2012. Structure of oak (*Quercus macranthera*) forest stands in the Golestan Province. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 19(2): 23-42 (In Persian with English summery).
  - Mohammad-Dustar-Sharaf, M., Mirfakhraie, Sh., Zargarani, M.R. and Azimi, N., 2016. Species diversity of edaphic mesostigmatid mites (Acari:

## Quantitative characteristics and species diversity of coppice stands in the Arasbaran forests, Iran

S. Ghanbari <sup>1</sup> and A. Esmaili <sup>2\*</sup>

1- Associate Prof., Department of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, Iran

2\*- Corresponding author, Ph.D. Candidate of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

E-mail: ayshe.esmaili@gmail.com

Received: 08.11.2022

Accepted: 25.12.2022

### Abstract

Forest structural analysis is essential in stands identification and development of appropriate management plans. This research at studying the quantitative characteristics as well as tree and shrub species diversity of the coppice stands of Arasbaran forests in East Azerbaijan province. To this aim, 24 sample plots with an area of ½ ha were systematically and randomly surveyed in the coppice stands by the full calipering method. The quantitative characteristics of the stand including species, the number of sprouts per sprout-clump, diameter and height of the sprout-clump were measured. The six indices of Simpson and Shannon-Wiener diversity, Margalef and Menhinick richness, and Peilou and Hill evenness were used to investigate biodiversity. Results showed that *Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen. (61.1%) was the dominant species, followed by *Carpinus orientalis* Mill. (12.2%), *Acer campestre* L. (10.4%) and *Viburnum lantana* L. (3.2%) as the associated species with higher frequencies. The average height and diameter at the breast height of the sprout-clumps were 5.08 m and 10.53 cm, respectively. The highest and lowest values of the biodiversity indices were returned by Peilou (1.42) and the Menhinick (0.31) indices, respectively. Results suggested a suitable level of biodiversity of the coppice stands. However, the semi-bell-shaped curve of diameter frequency distribution and the average sprout-clump diameter indicated the young even-aged stands. This structure might be caused by the lack of sound management and the severe degradation in these forests.

Keywords: Biodiversity, coppice forest, *Quercus macranthera*, sprout-clump.