

مقایسه مدیریت‌های غالب جنگل - چرایی از نظر ساختار اندازه‌های در جنگل‌های زاگرس شمالی

سید امین حسینی^۱، احمد ولی‌پور^{۲*} و زاهد شاکری^۲

^۱ کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج
^۲ استادیار، گروه جنگلداری و مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۴)

چکیده

جنگلداری سنتی در جنگل‌های زاگرس به شکل‌های مختلف و با ریشه در دانش بوم‌شناسی سنتی مردم محلی برای تأمین نیازهای معیشتی انجام می‌گیرد. در این مطالعه سه الگوی جنگل-چرایی شاخه‌زاد جوان، شاخه‌زاد کهنسال و الگوی بینابینی به‌علاوه یک توده حفاظت‌شده با هم مقایسه شد. مشخصه‌های درختان در قطعه نمونه‌های با مساحت‌های مختلف اندازه‌گیری و ساختار توده‌های هر الگو با استفاده از شاخص‌های تنوع ساختاری مارگالف، برگ‌پارکر، تنوع شانون، سیمپسون و یکنواختی شانون ارزیابی شد. نتایج نشان داد که میانگین قطر و ارتفاع توده کهنسال و حفاظت‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو توده دیگر بود. بیشترین تراکم توده، کمترین مقدار رویش زمینی، زادآوری قابل قبول و توزیع قطری نمایی وارون با دامنه پراکنش قطری محدود، از ویژگی‌های شاخه‌زاد جوان بود. در الگوی کهنسال و میانسال پراکنش قطری به‌صورت زنگوله‌ای با چولگی مثبت، اما با دامنه پراکنش به‌نسبت زیاد و ضعف زادآوری مشاهده شد. بر پایه شاخص‌ها، بیشترین تنوع اندازه‌های در توده حفاظت‌شده آرامگاه و کمترین آن در الگوی بینابینی وجود دارد و در میان توده‌های بهره‌برداری شده نیز الگوی کهنسال بهترین وضعیت را داشت. الگوی شاخه‌زاد جوان با توجه به ضعف‌هایی مانند محدودیت دامنه پراکنش قطری، اتکای زیاد به پایه‌های جوان و موجودی کم، تنوع ساختاری ضعیف‌تری نسبت به الگوی کهنسال دارد. در ساختار توده کهنسال، با وجود ضعف‌هایی مانند نبود زادآوری کافی و کمبود درختان جوان، نقاط قوتی وجود دارد که باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. اندوخته‌گیری و افزایش موجودی در جست‌گروه‌های جوان و کمک به استقرار زادآوری در الگوی کهنسال مهم‌ترین اقدام‌های اجرایی پیشنهادی هستند.

واژه‌های کلیدی: الگوهای جنگل-چرایی، تنوع ساختاری، جنگلداری سنتی، جنگل‌های زاگرس.

مقدمه

علاوه بر اثر ویژگی‌های محیطی (Valipour et al., 2013)، بازتاب تأثیر مدیریت‌های سنتی و حفاظتی حاکم بر این مناطق است (Ghazanfari et al., 2004). واژه ساختار نشان‌دهنده ویژگی‌های خاص درختان و توده‌های جنگلی شامل اندازه، سن درخت، گونه یا جنسیت و الگوی توزیع

ساختار توده و جنگل از مهم‌ترین ویژگی‌های جنگل است که به‌طور معمول هم برای برنامه‌ریزی و هم ارزیابی فعالیت‌های مدیریتی مطالعه می‌شود (Korpel, 1982; Emborg, 1996; Pommerening, 2002). ساختار کنونی جنگل‌های زاگرس در مناطق مختلف

روی زمین و شاخه‌زاد همسال روی درخت توسط مردم محلی اجرا می‌شود (Ghazanfari et al., 2004). حالت‌های دیگری نیز در سایر نقاط وجود دارد که مشابه دو سیستم کلی اشاره‌شده یا وضعیت بینابینی آنهاست.

Valipour et al. (2008) در مقایسه دو الگوی جنگلداری محلی در زاگرس شمالی واقع در شهرستان بانه (هواره‌خول و آرم‌رده) دریافتند که در هواره‌خول از دو روش تنظیم سطحی برای برداشت علوفه از سرشاخه درختان (گلازنی) و تنظیم درختی برای مصارف چوب هیزمی و در آرم‌رده از روش تنظیم سطحی برای گلازنی استفاده می‌شود. با توجه به این دو شیوه برداشت شکل جنگل‌های هواره‌خول به صورت دواشکوبه و آرم‌رده به صورت تکاشکوبه و تقریباً همسال درآمدده است. همچنین نتایج پژوهش Valipour et al. (2013) در زمینه بررسی ارتباط بین ویژگی‌های ساختار جنگل و ابعاد درختان بلوط با عوامل فیزیوگرافی در جنگل‌های زاگرس شمالی نشان داد که الگوی پراکنش قطری در همه موقعیت‌های فیزیوگرافیک زنگوله‌ای شکل نامتقارن چوله به راست است که نشان‌دهنده ضعف در تجدید حیات در این منطقه است. Ghahramany et al. (2009) با مطالعه ساختار جنگل‌های تحت مدیریت محلی در زاگرس شمالی به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عامل مؤثر بر ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان این منطقه فعالیت انسانی و مدیریت‌های سنتی موجود در آن است. مدیریت جنگل-چرایی در کشورهایی که جنگل بلوط دارند، با رویکردهای مختلف بررسی شده است. از جمله مطالعات صورت‌گرفته می‌توان به مطالعه Pulido et al. (2001) اشاره کرد که با بررسی ساختار اندازه‌ای و زادآوری جنگل‌های بلوط همیشه‌سبز اسپانیا به این نتیجه رسیدند که منحنی پراکنش قطری به سمت همسال و زنگوله‌شکل شدن می‌رود. آنان ساختار فعلی و نبود زادآوری کافی را ناشی از چرای دام، جمع‌آوری بذر بلوط و چوب سوخت

این ویژگی‌هاست (O'Hara, 1998; Graz, 2006). با مطالعه ساختار جنگل‌های طبیعی به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم در مدیریت صحیح می‌توان جنگل را به‌سوی وضعیت پایدار سوق داد (O'Hara et al., 2007). گوناگونی ساختاری جنگل، همانند تنوع گونه‌های گیاهی، نقش مهمی در بهبود عملکرد و پویایی‌های جنگل دارد (Staudhammer & LeMay, 2001; Neumann et al., 2001; Pommerening, 2002; O'Hara et al., 2007); به همین دلیل از این ویژگی برای مقایسه و ارزیابی روش‌های مختلف مدیریت جنگل استفاده می‌شود (Lexerod & Eid, 2006; Ozdemir et al., 2008; Hosseini, 2016).

زاگرس شمالی با الگوهای مدیریت سنتی مختلف و تأثیر فعالیت‌های انسانی حاکم بر آن دستخوش تغییرات ساختاری زیادی شده است. دلیل این تغییرات به شیوه زندگی، نوع وابستگی معیشتی مردم محلی به جنگل و شدت و نوع بهره‌برداری آنها از تولیدات جنگلی برمی‌گردد. علاوه بر عوامل بوم‌شناختی و اقلیمی، عوامل اجتماعی به‌ویژه الزامات دامداری سنتی، کوهستانی بودن منطقه و نبود مراتع کافی برای تأمین علوفه دام از گذشته تا به امروز چهره زاگرس را از حالت بکر خود دور کرده است و هر روز بر این دگرگونی افزوده می‌شود (Jazirehi & Ebrahimi Rastaghi, 2003; Ghazanfari et al., 2004).

سیستم معیشت محلی در جنگل‌های زاگرس شمالی شامل سه زیرشاخه اصلی دامداری، کشاورزی و جنگلداری است که به صورت سنتی انجام می‌گیرد. جنگلداری سنتی (جنگلداری محلی) در زاگرس شمالی در قالب مجموعه‌ای از رفتار، اعمال و شیوه‌های تربیت و پرورش توده‌های جنگلی به‌منظور حفظ و استمرار در برداشت چوب سوخت و علوفه با سازمان‌دهی مکانی-زمانی مشخص شناخته شده است و به‌طور کلی به دو شیوه شاخه‌زاد ناهمسال

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

در این تحقیق به منظور مقایسه مدیریت‌های مختلف جنگل، سه منطقه بهره‌برداری شده (هواره خول، نژو و آرمرده) با یک منطقه حفاظت‌شده (آرامگاه نژو) در جنگل‌های شهرستان بانه در استان کردستان بررسی شد. هواره خول روستایی ۳۰ خانواری از تیپ متمرکز واقع در ۱۵ کیلومتری شرق بانه با متوسط ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۶۲۰ متر دارای سامان عرفی ۵۷۴ هکتاری است که ۳۴۵ هکتار آن جنگل و بقیه اراضی کشاورزی، مرتع و مسکونی است. از کل خانوارهای روستا، ۲۶ خانوار ساکن روستا و ۲۵ خانوار دارای مالکیت عرفی در عرصه جنگلی‌اند. همانند بیشتر روستاهای منطقه، مردم در کنار کشاورزی و سایر مشاغل، به دامداری هم می‌پردازند. نتایج بررسی آمار واکسیناسیون دامی اداره دامپزشکی شهرستان نیز نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۲ از ۷۳۰ رأس دام کوچک موجود در هواره خول، ۵۸۰ رأس آن را بز و بقیه را گوسفند تشکیل می‌دهد. بیشترین استفاده از جنگل برای چرا و گل‌زنی توسط دام‌های کوچک انجام می‌گیرد، اما ممکن است هر خانوار چند رأس گاو و حیوان باربر نیز داشته باشد که معمولاً کمتر از پنج رأس است و منابع تأمین علوفه آنها خارج از جنگل است. سیستم جنگلداری محلی به صورت ترکیب شاخه‌زاد جوان روی درخت و روی زمین برای تهیه علوفه از درختان بلوط و رفع نیاز به چوب هیزمی و ساختمانی پیاده می‌شود. تنظیم جنگل به صورت سطحی و درختی صورت می‌گیرد که در آن سامان عرفی خانوار با تناوب ۳ تا ۴ سال گل‌زنی می‌شود (سطحی) و بهره‌برداری درختان هیزمی هم با روش درختی انجام می‌گیرد (Valipour et al., 2008). منطقه آرمرده در ۱۳ کیلومتری جنوب غربی شهرستان بانه با دامنه ارتفاع از سطح دریا بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ متر قرار دارد. شکل زندگی روستایی در این منطقه به صورت پراکنده تحت

می‌دانند که وضعیت ناپایداری را در یکان‌های جنگلداری محلی (دهسا) ایجاد کرده است. Hitimana et al. (2004) با مطالعه ساختار سه توده بهره‌برداری شده و یک توده حفاظت‌شده در جنگل‌های غرب کنیا نشان دادند که ساختار و زادآوری جنگل تحت تأثیر شدت بهره‌برداری و تاریخچه توسعه جنگل دستخوش تغییر شده است. Tarrega et al. (2006) تأثیر دخالت‌های انسانی را بر ساختار و تنوع زیراشکوب جنگل‌های بلوط بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ویژگی‌های ساختاری در توده‌های با دخالت‌های انسانی بیشتر به طور معنی‌داری با توده‌های کمتر دخالت‌شده متفاوت است. Pach & Podlaski (2015) تنوع ساختار قطری جنگل‌های اروپای مرکزی را در دو توده مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده مقایسه کردند. نتایج نشان داد که تنوع ساختاری قطر در توده مدیریت‌نشده بیشتر از توده مدیریت‌شده است و بر این پایه پیشنهاد شد که تنوع ساختار قطری درختان جنگل‌های مدیریت‌شده با استفاده از الگوهای جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت ارتقا داده شود.

با توجه به نتایج مطالعات انجام‌گرفته، تأثیر مدیریت‌های محلی بر ویژگی‌های زیست‌سنجی توده‌های جنگلی قابل مشاهده است؛ هدف از تحقیق حاضر مقایسه سه الگوی غالب مدیریت جنگل در زاگرس شمالی (مناطق نژو، آرمرده و هواره خول) با هم و مقایسه آنها با یک توده حفاظت‌شده (آرامگاه نژو) به عنوان توده شاهد از لحاظ ویژگی‌های اندازه‌ای و توزیع قطری درختان جنگل بود. مناطق بررسی شده، نمونه‌ای از الگوهای مدیریت جنگل در زاگرس شمالی‌اند که در این پژوهش قوت‌ها و ضعف‌های آنها و در نهایت اولویت‌بندی این مناطق از لحاظ تنوع ساختاری و نزدیک بودن به حالت طبیعی (توده شاهد) از طریق شاخص‌های تنوع اندازه‌ای ارزیابی شد.

و در توده حفاظتی با توجه به مساحت کم آن (۱/۷ هکتار) به روش صددرصد انجام گرفت. تعداد ۳۰ قطعه نمونه در هر یک از الگوهای بهره‌برداری شده به صورت منظم تصادفی و با مساحت متفاوت به نسبت عکس تراکم توده‌ها انتخاب و آماربرداری شد؛ به طوری که در جنگل‌های آرمده با کمترین تراکم مساحت قطعات نمونه بیشتر (۱۰ آر) از نژو و هواره‌خول (۴۰۰ متر مربع) بود. مساحت قطعه‌نمونه‌های اندازه‌گیری زادآوری در آرمده یک آر و در نژو و هواره‌خول برابر با مساحت قطعات نمونه اصلی بود.

روش تحلیل

داده‌ها در دو بخش تجزیه و تحلیل شد؛ در بخش نخست ویژگی‌های عمومی چهار تیپ مدیریتی مختلف مانند ترکیب گونه‌ای و زادآوری بررسی شد. ترکیب گونه‌ای توده‌ها با استفاده از سه شاخص تنوع زیستی، تنوع شانون، یکنواختی شانون و سیمپسون مقایسه شد (جدول ۱). نرمال بودن توزیع مانده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و لون بررسی شد. برای مقایسه ویژگی‌های مختلف از آزمون‌های پارامتری و غیرپارامتری استفاده شد. با توجه به نرمال نبودن توزیع مانده‌های زادآوری (براساس نتیجه آزمون کولموگروف-اسمیرنوف)، از آزمون ویلکاکسون (One-sample sign) معادل t تک‌نمونه‌ای (One-Sample T Test) برای مقایسه بین توده‌های بهره‌برداری شده با توده حفاظتی (قبرستان) استفاده شد. زادآوری سه الگوی بهره‌برداری شده نیز با آزمون من‌ویتنی (Two-independent samples test) مقایسه شد. به منظور ارزیابی الگوهای مدیریتی، هر کدام از شاخص‌های تنوع قطری با شاخص متناظر آن مقایسه شد. از آزمون t تک‌نمونه‌ای (One-Sample T Test) برای مقایسه روش‌های شاخه‌زاد همسال روی درخت (الگوی آرمده)، حالت بینابینی (الگوی نژو) و

عنوان کوخ است. کوخ‌ها مجموعه‌ای شامل ۱ تا ۱۰ خانوار با سطح معینی از جنگل هستند که شغل اصلی آنها دامداری است (Valipour et al., 2013). دام اصلی را نوعی بز به نام مرخز تشکیل می‌دهد و سیستم جنگلداری شاخه‌زاد کهنسال روی درخت در تناسب با این گونه بز شکل گرفته است. براساس مطالعه Shamohammadi et al. (2017) در کل محدوده تقریباً ۴۰۰۰ هکتاری آرمده ۱۶ کوخ‌آباد با ۴۷ خانوار وجود دارد که در کل کمتر از ۵۰۰ رأس دام تغذیه‌کننده از جنگل دارند. روستای نژو با ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا و در ۱۲ کیلومتری ضلع غربی شهرستان بانه دارای جمعیت ۲۱۸ نفر و ۴۶ خانوار است که شغل دامداری به طور کامل یا توأم با سایر شغل‌ها منبع درآمد حدود ۶۰ درصد از آنهاست. جنگلداری محلی در این روستا از شاخه‌زاد جوان فاصله گرفته، اما مانند آرمده به مرحله کهنسالی نرسیده است و به طور کلی هم از نظر سنی و هم از نظر اندازه و تراکم درختان حالت بینابینی دارد. علاوه بر توده‌های بهره‌برداری شده، یک توده کمتر بهره‌برداری شده نیز به عنوان توده حفاظتی در نزدیک روستای نژو انتخاب شد. این توده شاهد یک آرامگاه است که به دلیل مقدس بودن آن، از چوب و برگ درختان بهره‌برداری نمی‌شود. تأکید می‌شود که تعداد دام روستاییان سال‌های مختلف نوسان زیادی دارد و در این خصوص وضعیت کاسبی‌های مرزی و بازار بانه بسیار مؤثر است؛ به طوری که رونق فعالیت‌های اقتصادی در مرز به کاهش اشتغال به دامداری در منطقه منجر می‌شود. شایان توجه است که به منظور همگنی داده‌ها و افزایش قابلیت مقایسه، در هر سه منطقه صرفاً توده‌های موجود در جهت‌های شمالی انتخاب و نمونه‌برداری شد؛ از این رو تیپ غالب این توده‌ها وی‌ول و مازودار بود.

شیوه اجرای پژوهش

آماربرداری در جنگل‌های بهره‌برداری شده به روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با استفاده از قطعات نمونه

است که برای ارائه نتیجه مقایسه‌ها، برای جلوگیری از طولانی شدن متن، هر چهار الگوی مدیریتی در یک جدول نشان داده شده است، اما همان‌گونه که اشاره شد، آزمون توده‌های بهره‌برداری شده با تجزیه واریانس یکطرفه و آزمون دانکن و مقایسه توده‌های بهره‌برداری شده با توده حفاظت‌شده با آزمون t تک‌نمونه‌ای انجام گرفته است.

ناهمسال روی زمین (الگوی هواره‌خول) با توده‌های حفاظتی استفاده شد. شاخص‌های سه جنگل بهره‌برداری شده نیز با آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) با هم مقایسه شد. در صورت معنی دار بودن آنالیز واریانس، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت. در نهایت شاخص‌های مورد استفاده با استفاده از طیف لیکرت در رویشگاه‌های مختلف با هم مقایسه شدند. شایان ذکر

جدول ۱- شاخص‌های تنوع زیستی به‌کاررفته برای بررسی ترکیب گونه‌ای

نام شاخص	معادله	حساسیت به	محدوده شاخص
تنوع شانون	$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$	تعداد گونه‌ها	[۰، ln(s)]
یکنواختی شانون	$E_d = H_d / \ln(s)$	تعداد افراد یک گونه	[۰، ۱]
سیمپسون	$D_{si=1} = \sum_{i=1}^s p_i^2$	تعداد گونه‌ها	[۰، ۱]

در معادله‌های مذکور: S: تعداد گونه‌های مختلف Pi: نسبت گونه مورد نظر در قطعه نمونه i به تعداد کل گونه‌های موجود در قطعه نمونه

۳. شاخص تنوع شانون: برای اندازه‌گیری تنوع توده به کار می‌رود. مقدار آن بین صفر تا لگاریتم طبیعی تعداد طبقات قطری (ln s) متغیر است. در صورتی که همه درختان توده در یک طبقه قطری قرار گیرد، ضریب تنوع شانون برابر با صفر است و اگر رویه زمینی در همه طبقات قطری به‌صورت یکسان توزیع شده باشد، حداکثر آن به‌دست می‌آید (جدول ۲).

۴. شاخص یکنواختی شانون: مقدار به‌دست‌آمده از این شاخص بین صفر تا یک متغیر است. عدد صفر نشان‌دهنده قرار گرفتن تمام درختان در یک طبقه قطری خاص و عدد یک نشان‌دهنده برابری حضور درختان در تمام طبقات قطری است (جدول ۲).

۵. شاخص سیمپسون: نشان‌دهنده غالبیت یک طبقه قطری در توده بوده و مقدار آن بین صفر تا یک است (جدول ۲).

بخش دوم تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به مشخصه‌های ساختاری قطر برابر سینه، ارتفاع، رویه زمینی و تعداد درختان، ارزیابی شاخص‌های تنوع اندازه‌ای و رتبه‌بندی مدیریت‌های مختلف از نظر شاخص‌های مورد مطالعه بود. در نهایت با استفاده از طیف لیکرت رویشگاه‌های مختلف براساس تنوع اندازه‌ای رتبه‌بندی شدند. در ادامه، هر شاخص با استناد به (Lexerod & Eid (2006 به اختصار توضیح داده شده است:

۱. شاخص مارگالف: برای بیان دامنه قطری درختان توده به کار می‌رود؛ حداقل آن برابر صفر است و زمانی به‌دست می‌آید که همه درختان در یک طبقه قطری قرار گیرند (جدول ۲).

۲. شاخص برگ‌پارکر: برابر است با نسبت سطح مقطع کلاس قطری دارای بیشترین سطح مقطع به سطح مقطع کل و مقدار آن بین یک تا صفر متغیر است (جدول ۲).

جدول ۲- شاخص‌های تنوع اندازه‌ای به‌منظور بررسی تنوع ساختاری توده‌های بررسی‌شده (Lexerd & Eid, 2006)

نام شاخص	معادله	حساسیت به	محدوده شاخص
مارگالف	$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(BA)}$	تعداد طبقات قطری	[۰, ∞]
برگرپارکر	$D_{BP} = \frac{1 - ba_{max}}{BA}$	اندازه سطح مقطع درختان	[۰, ۱]
تنوع شانون	$\hat{H} = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$	تعداد طبقات قطری	[۰, ln(s)]
یکنواختی شانون	$E_d = \frac{H_d}{\ln(s)}$	یکنواختی	[۰, ۱]
سیمپسون	$D_{si} = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2}$	اندازه سطح مقطع درختان	[۰, ۱]

در معادله‌های یادشده: S: تعداد طبقات قطری BA: سطح رویه زمینی کل (متر مربع در هکتار) Pi: نسبت رویه زمینی در کلاسه i به سطح رویه زمینی کل BA. z: رتبه یک درخت به شکل صعودی از یک تا n است ba_{max} : حداکثر سطح رویه زمینی (متر مربع در هکتار) در کلاسه i

نتایج

نتایج این پژوهش در دو بخش ۱. ویژگی‌های ساختاری (ترکیب گونه‌ای، تعداد درخت در هکتار، پراکنش درختان در طبقات قطری، ارتفاع درختان، مبدأ رویشی و زادآوری) توده‌های بهره‌برداری شده و توده حفاظت‌شده (آرامگاه) و ۲. تنوع ساختاری در الگوهای مدیریتی و مقایسه آنها توسط طیف لیکرت ارائه شده است.

ترکیب و تنوع گونه‌ای

همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، گونه وی‌ول در همه توده‌ها غالب است و پس از آن مازودار و برودار قرار می‌گیرد. اگرچه در هواره‌خول برتری وی‌ول به گونه‌های دیگر بسیار چشمگیر و مطلق است، در توده‌های دیگر مقدار آن تقریباً با مازودار برابری می‌کند. سهم حضور گونه‌های همراه در توده‌های بهره‌برداری شده نسبت به توده حفاظت‌شده ناچیز است.



شکل ۱- ترکیب گونه‌ای در رویشگاه‌های بررسی‌شده

نسبت به توده‌های بهره‌برداری شده بیشتر بود (جدول ۳). شایان ذکر است که از نظر یکنواختی حضور گونه در توده‌های بررسی شده، نژو دارای یکنواختی بیشتری نسبت به سایر الگوهای بررسی شده است که بر مشاهدات میدانی منطبق است.

مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌های چوبی نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری بین توده‌های بهره‌برداری شده است، به طوری که آرمرده بیشترین و هواره‌خول کمترین تنوع گونه‌ای را داشتند (جدول ۳). همچنین تنوع گونه‌ای در توده حفاظت‌شده

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌های بهره‌برداری شده و حفاظتی (اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار هستند. میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند)

منطقه	شاخص‌ها	
	یکنواختی شانون	تنوع شانون
هواره‌خول	۰/۱۴۰ (±۰/۰۳) a	۰/۱۰۱ (±۰/۰۲) a
نژو	۰/۸۰۳ (±۰/۰۴) b	۰/۶۷۶ (±۰/۰۴) b
آرمرده	۰/۷۴۸ (±۰/۰۳) b	۰/۷۸۱ (±۰/۰۴) b
آرامگاه	۰/۵۵۰ c	۱/۰۷۱ c

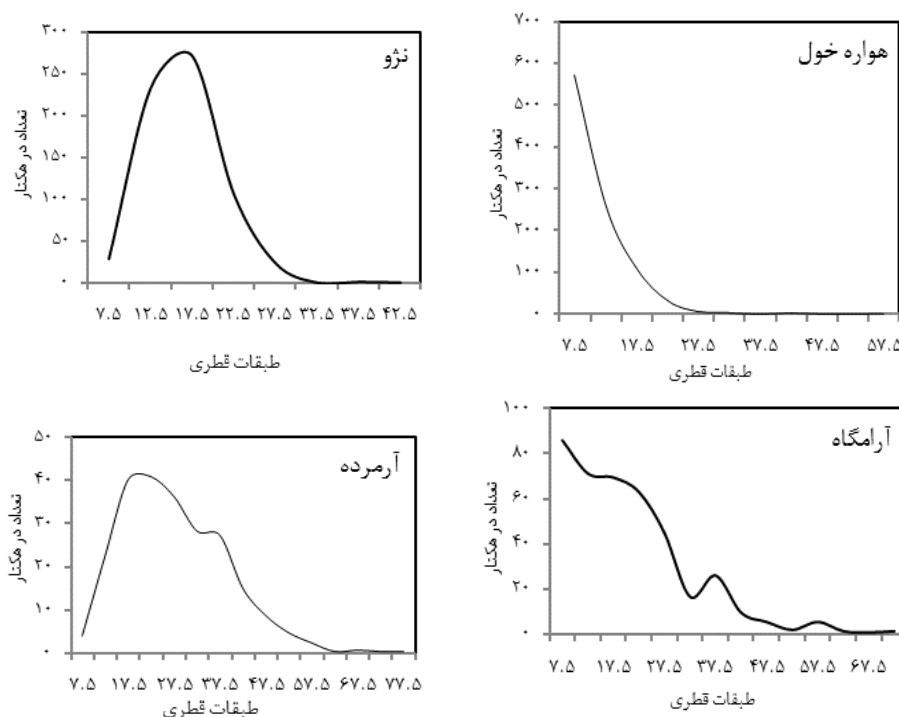
شاخه‌زاد در توده‌های بهره‌برداری شده هواره‌خول، نژو و آرمرده به ترتیب ۹۷/۳۶، ۸۸/۶۷ و ۸۴/۲۲ درصد و در توده حفاظت‌شده این مقدار ۵۲/۲۰ درصد است که نشان‌دهنده سهم بیشتر پایه‌های شاخه‌زاد به دانه‌زاد در این جنگل‌هاست.

مبدأ و تراکم پایه‌ها

مقایسه توده‌های بهره‌برداری شده با هم و با توده حفاظت‌شده اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۱ درصد از نظر تعداد در هکتار نشان داد (شکل ۲ و جدول ۴). مبدأ رویشی غالب در توده‌های بهره‌برداری شده شاخه‌زاد است، در حالی که نسبت آن در توده حفاظت‌شده بسیار کمتر است. مبدأ رویشی

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد درخت در الگوهای مختلف مدیریت جنگل (میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۱٪ دارند)، آماره t نشان‌دهنده مقایسه آرامگاه با توده‌های بهره‌برداری شده است. آماره F از تجزیه واریانس توده‌های بهره‌برداری شده به دست آمده است.

منطقه	تعداد قطعات نمونه	میانگین (تعداد در هکتار)	اشتباه معیار (تعداد در هکتار)	آماره آزمون
هواره‌خول	۳۰	۹۷۸ a	۶۱/۵۳۸	t=-۹/۳۸
نژو	۲۹	۶۶۸ b	۶۹/۱۱۰	t=-۳/۸۷
آرمرده	۳۰	۲۳۲ c	۱۷/۴۳۶	t=-۹/۶۹
آرامگاه	صد درصد	۴۰۱ d	-	-



شکل ۲- منحنی پراکنش قطری در جنگل‌های با الگوهای مدیریتی مختلف

ارتفاع

مقایسه میانگین ارتفاع کل در توده‌های بررسی شده گویای آن است که ارتفاع توده آرامگاه به طور معنی‌داری بیش از توده‌های نژو و هواره خول است. همچنین بین توده‌های بهره‌برداری شده، توده آرمرده به ترتیب ارتفاع بیشتری نسبت به توده‌های نژو و هواره خول دارد، اما اختلاف آن فقط با هواره خول معنی‌دار است (جدول ۵).

رویه زمینی

الگوی شاخه‌زاد کهنسال با وجود کمترین تراکم دارای بیشترین رویه زمینی و شاخه‌زاد جوان با بیشترین تراکم دارای کمترین رویه زمینی بود. توده حفاظت‌شده از نظر رویه زمینی اختلافی با شاخه‌زاد کهنسال و الگوی بینابینی نداشت (جدول ۶).

پراکنش درختان در طبقات قطری

منحنی پراکنش درختان توده‌های بهره‌برداری شده و توده حفاظت‌شده نشان داد که دامنه پراکنش درختان در توده‌های بهره‌برداری شده نسبت به توده آرامگاه محدودتر است. در شاخه‌زاد جوان الگوی پراکنش ناهمسال با تمرکز بر پایه‌های کم‌قطر و در شاخه‌زاد کهنسال الگوی زنگوله‌ای با دامنه پراکنش گسترده و تجمع بیشترین تعداد درختان در قطرهای میانی مشاهده شد. با توجه به دامنه پراکنش قطری، الگوی آرمرده نیز کاملاً همسال نیست، اما نبود تعادل در پراکنش پایه‌ها در طبقات قطری و تراکم کم از ضعف‌های مهم آن است. توده حفاظت‌شده الگوی ناهمسال دارد و ضعف‌های مدل شاخه‌زاد جوان (دامنه کم پراکنش قطری) و شاخه‌زاد کهنسال (کمبود پایه‌های جوان و تراکم پایین) در آن مشاهده نمی‌شود.

جدول ۵- مقایسه میانگین ارتفاع درخت (متر) در الگوهای مختلف مدیریت جنگل (میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۱٪ دارند)، آماره t نشان‌دهنده مقایسه آرامگاه با توده‌های بهره‌برداری شده است. آماره F از تجزیه واریانس توده‌های بهره‌برداری شده به دست آمده است.

منطقه	تعداد قطعات نمونه	میانگین (تعداد در هکتار)	اشتباه معیار (تعداد در هکتار)	آماره آزمون
هواره‌خول	۳۰	۴/۷۲ a	۰/۱۷۰	t=-۱۴/۷
نژو	۲۹	۵/۹۶ b	۰/۲۲۴	t=-۵/۷
آرمده	۳۰	۶/۶۳ bc	۰/۲۵۶	t=-۲/۴
آرامگاه	صددرصد	۷/۲۵ c	-	-

جدول ۶- مقایسه میانگین رویه زمینی در الگوهای مختلف مدیریت جنگل (میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۱٪ دارند)، آماره t نشان‌دهنده مقایسه آرامگاه با توده‌های بهره‌برداری شده است. آماره F از تجزیه واریانس توده‌های بهره‌برداری شده به دست آمده است.

منطقه	تعداد قطعات نمونه	میانگین (تعداد در هکتار)	اشتباه معیار (تعداد در هکتار)	آماره آزمون
هواره‌خول	۳۰	۹/۸۳ a	۱/۰۰۶	t=-۶/۷۷
نژو	۲۹	۱۴/۳۹ b	۱/۲۸	T=-۱/۷۵
آرمده	۳۰	۱۶/۹۱ b	۱/۴۳	t=۰/۱۹
آرامگاه	صددرصد	۱۶/۶۴ b	-	-

زادآوری

سه‌م چشمگیری از دیگر گونه‌ها (زالزالک، گلابی، شهن، شیرخشت، آلبالو، نسترن و زبان گنجشک) نیز در ترکیب زادآوری دیده می‌شود.

تنوع ساختاری در الگوهای مدیریت جنگل

مقایسه شاخص‌های تنوع قطری در دو گروه درون توده‌های بهره‌برداری شده و بین این توده‌ها با الگوی حفاظت شده انجام گرفت. تجزیه واریانس شاخص‌های توده‌های بهره‌برداری شده نشان داد که الگوهای مدیریتی مختلف از نظر هر پنج شاخص مارگالف ($F=55.58$, $p\text{-value}<0.01$), برگ‌پارکر ($F=11.14$, $p\text{-value}<0.01$), تنوع شانون ($F=39.07$, $p\text{-value}<0.01$) و یکنواختی شانون ($F=6.12$, $p\text{-value}<0.01$) و

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین توده‌های بهره‌برداری شده است (جدول‌های ۷ و ۸). بر این اساس بیشترین زادآوری به ترتیب در توده‌های حفاظت شده (۱۸۴۹۶)، شاخه‌زاد جوان (۱۸۱۰/۸۳)، الگوی بینابینی (۵۰۶/۹۰) و شاخه‌زاد کهنسال (۳۲) مشاهده شد که در توده‌های بهره‌برداری شده بیشتر آن را زادآوری شاخه‌زاد تشکیل می‌دهد (آرامگاه: ۹/۸ درصد، هواره‌خول: ۹۸/۸ درصد، نژو: ۹۴/۹ درصد و آرمده: ۶۰/۴ درصد). ترکیب زادآوری در توده‌های بهره‌برداری شده فقط شامل گونه‌های بلوط وی‌ول، مازودار و برودار بود که با توجه به شمالی بودن رویشگاه‌ها غلبه با وی‌ول است. در توده حفاظت شده

شاخص‌های تنوع قطری توده حفاظت‌شده بیشتر از سایر الگوهای مدیریتی است (جدول ۹).

سیمپسون (F=3.62, p-value<0.01) اختلاف معنی‌داری دارند. مقایسه میانگین‌ها در جدول ۹ جزئیات بیشتر مقایسه جفتی هر الگو را نشان می‌دهد.

جدول ۸- مقایسه فراوانی زادآوری در توده‌های بهره‌برداری شده

جدول ۷- مقایسه فراوانی زادآوری در توده‌های بهره‌برداری شده با توده حفاظتی

U	اختلاف میانگین	الگوهای مدیریت جنگل	آزمون ویلکاکسون		الگوی مدیریت جنگل
			میانۀ آزمون (حفاظت‌شده)	میانۀ بهره‌برداری شده	
۱۰۳**	۱۳۰۳/۹	شاخه‌زاد جوان - الگوی بینابینی	۱۵۲۱۵**	۱۸۱۳	شاخه‌زاد جوان
۳/۵**	۱۷۷۸/۸	شاخه‌زاد جوان - شاخه‌زاد کهن	۱۵۲۱۵**	۳۷۵	الگوی بینابینی
۳۰۸**	۴۷۴/۹	الگوی بینابینی - شاخه‌زاد کهن	۱۵۲۱۵**	۲۰	شاخه‌زاد کهن

** اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۱٪

** اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۱٪

جدول ۹- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع اندازه‌ای در توده‌های بررسی‌شده (مقادیر میانگین و اشتباه معیار هر شاخص در مقابل رویشگاه مربوطه درج شده است)

شاخص	رویشگاه	شاخه‌زاد جوان (هواره‌خول)	شاخه‌زاد بینابینی (نژو)	شاخه‌زاد کهن (آرمده)	حفاظت‌شده (آرامگاه)
مارگالف		۱/۳۵(±۰/۰۸۶)c t=-۳۷/۶۴	۱/۲۵(±۰/۰۶۶)c t=-۵۰/۳۷	۲/۳۱(±۰/۰۷۸)b t=-۲۹/۳۳	۴/۶۲a
برگرپارکر		۰/۵۶(±۰/۰۳۰)c t=-۹/۲۱	۰/۴۴(±۰/۰۵۹)d t=-۶/۶۳	۰/۷(±۰/۰۱۵)b t=-۸/۷۹	۰/۸۴a
تنوع شانون		۱/۲(±۰/۰۶۹)c t=-۱۷/۲۵	۱/۰۸(±۰/۰۴۹)c t=-۲۶/۵۰	۱/۷۲(±۰/۰۴۰)b t=-۱۶/۵۱	۲/۴a
یکنواختی شانون		۰/۸۸(±۰/۰۳۳)a t=-۰/۸۴	۰/۷۸(±۰/۰۲۷)b t=-۴/۸۰	۰/۸۹(±۰/۰۱۱)a t=-۱/۱۴	۰/۹۱a
سیمپسون		۰/۶۵(±۰/۰۳۰)c t=-۸/۰۸	۰/۶۷(±۰/۰۶۵)c t=-۳/۳۸	۰/۷۹(±۰/۰۱۰)b t=-۹/۷۰	۰/۸۹a

مقادیر هر شاخص تعریف شد. نتایج نشان داد که بیشترین تنوع ساختاری در توده آرامگاه و کمترین آن در نژو وجود دارد (جدول ۱۰).

به‌منظور رتبه‌بندی مدیریت‌های مختلف از نظر تنوع ساختاری از طیف لیکرت استفاده شد. طبقات پنج‌گانه طیف لیکرت بر اساس کمینه و بیشینه

جدول ۱۰- رتبه‌بندی شاخص‌های تنوع اندازه‌های توده‌های بررسی‌شده با استفاده از طیف لیکرت (اعداد داخل پرانتز، رتبه مربوط به طیف لیکرت* است)

شاخص	سطوح بررسی‌شده	شاخه‌زاد جوان (هواره‌خول)	شاخه‌زاد بینابینی (نژو)	شاخه‌زاد کهن (آرمده)	حفاظت‌شده (آرامگاه)
مارگالف	۱/۳۴ (۲)	۱/۲۵ (۲)	۲/۳ (۳)	۴/۶۲ (۵)	
برگریارکر	۰/۵۵ (۳)	۰/۴۴ (۳)	۰/۷ (۴)	۰/۸۳ (۵)	
تنوع شانون	۱/۱۹ (۳)	۱/۰۷ (۳)	۲/۳۹ (۵)	۲/۴ (۵)	
یکنواختی شانون	۰/۸۷ (۵)	۰/۷۷ (۴)	۰/۸۹ (۵)	۰/۹۱ (۵)	
سیمپسون	۰/۶۴ (۴)	۰/۶۷ (۴)	۰/۷۹ (۴)	۰/۸۹ (۵)	
میانگین طیف لیکرت	۳/۴	۳/۲	۴/۲	۵	

* طیف لیکرت: ۱ = خیلی کم، ۲ = کم، ۳ = متوسط، ۴ = زیاد، ۵ = خیلی زیاد

بحث

با توجه به نتایج، در همه توده‌های بررسی‌شده (بهره‌برداری‌شده و حفاظت‌شده) گونه‌های اصلی تشکیل‌دهنده ترکیب جنگل، سه گونه اصلی بلوط (برودار، وی‌ول و مازودار) بود. بیشترین سهم حضور گونه‌های همراه در آرامگاه و آرمده مشاهده شد. در حالی که در نژو و هواره‌خول حضور گونه‌های همراه به کمترین مقدار رسید؛ نتیجه شاخص‌های تنوع زیستی (سیمپسون، تنوع شانون و یکنواختی شانون) نیز گویای این واقعیت است. اهمیت بلوط در معیشت محلی و سازگاری آن با مدیریت‌های سنتی از دلایل حضور بیشتر آن عنوان شده است و نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در شاخه‌زاد جوان روی زمین با توجه به قطع درختان به صورت دوره‌ای، فرصت کمتری برای حضور گونه‌های همراه نسبت به شاخه‌زاد مسن روی درخت وجود دارد. با توجه به انتخاب دامنه‌های شمالی برای این مطالعه، غلبه وی‌ول بر سایر گونه‌ها قابل پیش‌بینی بود (Ghahramany et al., 2009) و در هواره‌خول با توجه به قرار گرفتن قطعات نمونه در ارتفاع بیشتر، حضور وی‌ول بیشتر از سایر توده‌هاست (Ghazanfari et al., 2004). همان‌طور که در پژوهش Shakeri (2006) هم به دست آمده بود، توده‌های

آرامگاه به دلیل حفاظت بیشتر و نبود دام تنوع گونه‌ای بیشتری را نشان داد.

تجزیه و تحلیل دو شاخص تراکمی تعداد در هکتار و رویه زمینی در این تحقیق بیانگر این است که در الگوهای شاخه‌زاد روی زمین و جوان پایه‌های درختی بیشتری نسبت به شاخه‌زاد کهن و حفاظت‌شده وجود دارد، در حالی که در برخی مطالعات (Shakeri, 2006; Abdollahpour, 2005) تعداد در هکتار در توده‌های حفاظت‌شده بیشتر از توده‌های بهره‌برداری‌شده بود؛ اما در این مطالعه چون اولاً دامنه‌های شمالی آماربرداری شده و ثانیاً دو جنگل هواره‌خول و نژو به طور عمده در فاز جوانی قرار دارند، چنین نتیجه‌ای به دست نیامد. با وجود این، مقایسه رویه زمینی الگوهای مختلف نشان داد که موجودی توده آرامگاه بیشتر از سایر توده‌هاست و جنگل هواره‌خول با وجود بیشترین تعداد پایه‌ها دارای کمترین رویه زمینی است؛ چراکه عمده درختان موجود قطر کمی دارند. واضح است که در ارزیابی وضعیت تراکم توده‌ها باید ابعاد مختلف آن را مطالعه کرد. با توجه به این واقعیت که هدف از مطالعه مجموعه شاخص‌های کمی و کیفی در نهایت ارزیابی پایداری توده‌ها و اصلاح روش‌های مدیریت آنهاست، باید از شاخص‌های زیادی برای نشان دادن جزئیات

جنگل‌های هواره‌خول و آرم‌رده اعلام کرده‌اند که هرچند در هواره‌خول دامنه پراکنش قطری محدود است (۷/۵ تا ۲۲/۵ سانتی‌متر)، چون تعداد درختان جوان و زادآوری در آن زیاد است، می‌توان گفت پایداری بیشتری نسبت به توده آرم‌رده دارد که ضعیف بودن زادآوری وضعیت بحرانی را برای آن به‌وجود آورده است. از نظر (Ghazanfari et al., 2004) و (Shakeri (2006) و Valipour et al. (2014) توده‌های آرامگاه از نظر مشخصه‌های ساختار، رویه زمینی و تعداد درختان، ترکیب و تنوع گونه‌ای و زادآوری وضعیت ایده‌آل را نشان می‌دهند که می‌توان از آنها به‌عنوان راهنمای دستیابی به وضعیت پایدار استفاده کرد. شکل‌گیری شاخه‌زاد جوان نتیجه قطع درختان در قطر حدود ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متر برای تأمین نیاز مردم محلی به چوب سوخت و ساختمانی بوده است. با توجه به تولید علوفه مورد نیاز دام از برگ درختان، جست‌دهی درختان بلوط از مهم‌ترین اصول جنگلداری سنتی است. به اعتقاد مردم محلی با افزایش سن و اندازه درختان به بیش از ۷۰ سال یا قطر ۳۰ سانتی‌متر به بالا نشانه‌های فرتوتی مشاهده می‌شود و قدرت جست‌دهی درختان نیز کاهش می‌یابد (Ghazanfari et al., 2004). به همین دلیل تعداد درختان قطورتر از ۳۰ سانتی‌متر در شاخه‌زاد جوان بسیار کم است. از طرفی در شاخه‌زاد کهنسال آرم‌رده، با توجه به پرورش بز مرخز با هدف بهره‌برداری از موهر ارزشمند آن، تراکم جنگل در حد اندکی نگه داشته شده و فاصله بین درختان در این سیستم به نسبت زیاد است. نبود جست‌گروه، تک‌پایه بودن درختان و تراکم کم در راستای حفاظت از موهر مرخز و جلوگیری از کنده شدن آن پیش‌بینی شده است. از آنجا که مشابه شاخه‌زاد جوان، علوفه مورد نیاز دام از گل‌زنی درختان تأمین می‌شود، درختان با ابعاد (قطر، ارتفاع و تاج) بزرگ‌تری در آرم‌رده دیده می‌شود و به این ترتیب تا حدودی مشکل تعداد کم درختان با تاج‌های بزرگ آنها جبران می‌شود، به‌طوری‌که

ساختاری توده‌ها استفاده کرد. بر همین اساس در تحقیق حاضر تنوع قطری درختان در کنار منحنی پراکنش، رویه زمینی و تراکم آنها بررسی شد. پراکنش درختان در طبقه‌های قطری از گذشته‌های دور به‌عنوان راهنمای جنگلداران برای تنظیم توده‌ها استفاده شده است (Smith et al., 1997). اگرچه برخی پژوهشگران (O'Hara, 1998) کارایی منحنی پراکنش قطری را مورد پرسش قرار داده‌اند، هنوز هم از پرکاربردترین شاخص‌های کلاسیک مدیریت توده‌های جنگلی است. الگوی شاخه‌زاد جوان هواره‌خول با منحنی پراکنش قطری J شکل وارون (نمایی کم‌شونده) و منظم و توده آرامگاه با منحنی کم‌شونده و نامنظم نشان‌دهنده جنگل ناهمسال‌اند. در منابع زیادی این شکل از منحنی به‌عنوان شاخص پایداری توده معرفی شده است (Smith et al., 1997). با این حال تفاوت‌های چشمگیری هم بین این دو الگو وجود دارد که از جمله می‌توان به منظم بودن هواره‌خول و نامنظم بودن پراکنش قطری توده آرامگاه اشاره کرد، اما مهم‌تر از آن دامنه پراکنش قطری است که در توده هواره‌خول بسیار محدودتر از آرامگاه است. در توده آرم‌رده و نژو وضعیت کاملاً متفاوت است، به‌طوری‌که منحنی به سمت شکل زنگوله‌ای حرکت کرده که نشان‌دهنده همسال بودن توده‌هاست. نژو حالت بینابینی هواره‌خول و آرم‌رده را نشان می‌دهد و محدودیت دامنه طبقات قطر درختان از مهم‌ترین ضعف‌های آن است. در آرم‌رده نیز همانند نژو تعداد پایه‌های خیلی جوان محدود است، اما تفاوت آن با توده نژو در این است که اولاً تراکم توده آرم‌رده (۲۳۲ اصله در هکتار) در کل بسیار کمتر از نژو (۶۶۸ اصله در هکتار) است و ثانیاً به‌عنوان یک ویژگی مثبت، دامنه پراکنش قطری وسیع‌تری دارد. (Ghazanfari et al., 2004) و Valipour et al. (2008) اهداف مدیران محلی و دخالت‌های جنگلداری سنتی را مهم‌ترین عامل در شکل‌گیری ساختار موجود جنگل‌های منطقه معرفی کرده‌اند. آنها با مقایسه وضعیت پراکنش قطری

تبادل دور کرده است. موجودی متوسط توده‌های هواره‌خول کمتر از ۱۰ متر مربع در هکتار است و با فرض همان موجودی آرمانی می‌توان گفت که ظرفیت این رویشگاه بیشتر از موجودی کنونی است. از آنجا که موجودی فعلی در رابطه با ساختار جنگل شکل گرفته است، مهم‌ترین پیشنهاد اصلاحی برای شاخه‌زاده‌های جوان، اندوخته‌گیری به منظور افزایش دامنه قطری و افزایش موجودی جنگل است. به این ترتیب با تنک کردن جست‌گروه‌ها و انتخاب پای‌های نخبه، بین تراکم و موجودی جنگل تناسب برقرار می‌شود. با تجزیه و تحلیل و مقایسه ویژگی‌های جنگل‌های بهره‌بردار شده و توده حفاظت‌شده آرامگاه، به روشنی مشاهده می‌شود که هم موجودی مناسبی در توده آرامگاه (۱۶/۶۴ متر مربع در هکتار) وجود دارد و هم توزیع موجودی و تعداد درختان در اندازه‌های مختلف صورت گرفته است. با این حال نباید از نظر دور داشت که در الگوهای بهره‌برداری شده دخالت‌های انسانی بر پایه اهداف مدیریتی در طول سالیان طولانی صورت گرفته است و ساختارهای موجود برای تحقق اهداف اشاره‌شده مورد نیازند. در نظر گرفتن هر گونه اقدام اصلاحی برای بهبود ساختار این جنگل‌ها ممکن است مستلزم تغییر در رفتار بهره‌برداران محلی با جنگل باشد. بنابراین در برنامه‌ریزی طرح‌های جنگلداری، باید آثار اجتماعی و زمینه‌های پذیرش اقدامات پیش‌بینی‌شده بررسی شود.

در این تحقیق غیر از موارد مذکور، جنبه‌های دیگری از ساختار توده‌ها با عنوان میزان گوناگونی، درجه تنوع اندازه‌ای درختان یا تنوع ساختاری اندازه‌گیری شد. این مفهوم به طور کلی مقدار نابرابری درختان، غنای اندازه‌ای و یکنواختی درختان در درون توده یا جنگل را نشان می‌دهد و با روش‌های مختلف اندازه‌گیری شده است (Magurran, 1988; Neumann & Starlinger, 2001; Staudhammer & LeMay, 2001) و با پنج شاخص انتخاب‌شده مؤلفه‌های آن نشان داده شد. از این پنج شاخص دو

میانگین وزن خشک برگ تولیدی یک درخت متوسط (طبقه قطری ۱۵-۱۰ سانتی‌متر) در هواره‌خول حدود ۰/۸۳ کیلوگرم (Azizi, 2015) و در آرمده این مقدار برای یک درخت متوسط (طبقه قطری ۳۰-۲۵ سانتی‌متر) کمی بیش از چهار برابر هواره‌خول است (Khosravi et al., 2012). تطبیق این نتایج نشان می‌دهد که جنگل‌های بلوط زاگرس تحت مدیریت جوامع در راستای هدف‌های مشخصی مدیریت می‌شوند و تنظیم تراکم، شکل رویش و موجودی جنگل برای تحقق این هدف‌ها صورت می‌گیرد. چنانچه در دو سیستم هواره‌خول و آرمده که تفاوت‌های چشمگیری از نظر ویژگی‌های ساختاری دارند، مقدار علوفه درختی تولیدی آنها در واحد سطح بسیار نزدیک به هم است.

نگاهی به ویژگی‌های الگوهای مدیریتی غالب جنگل‌های بانه نشان می‌دهد که یک روند تکاملی به ترتیب از هواره‌خول به نژو و آرمده وجود دارد. وضعیت شاخص‌ها بیانگر این است که در مسیر این تکامل سنی و اندازه‌ای ضعف‌هایی وجود دارد که جنگل را از حالت پایدار دور کرده است. برای مثال توده نژو که حالت بینابینی شاخه‌زاد جوان و مسن است، هم دامنه پراکنش قطری محدودی دارد و هم سهم درختان جوان در آن کمتر است. این در حالی است که با وجود تعداد زیاد درختان، زادآوری و الگوی پراکنش قطری مناسب در هواره‌خول، موجودی این جنگل کمتر از پتانسیل آن در دامنه‌های شمالی است. (Valipour (2013) با مدلسازی پویایی‌های جنگل (زادآوری، روش و مرگ‌ومیر) و شبیه‌سازی توده‌های جنگلی در منطقه آرمده، پتانسیل رویه زمینی در دامنه‌های شمالی و حاصلخیز را ۱۵ تا ۲۰ متر مربع در هکتار برآورد کرد که در جنگل آرمده با موجودی حدود ۱۶ مترمربع در هکتار تا حد زیادی از پتانسیل رویشگاه استفاده شده، اما پراکنش نامناسب موجودی در طبقات قطری و تراکم کم جنگل به‌ویژه فراوانی کم درختان جوان و نهال‌ها، این جنگل را از حالت

یا همسال است. این مسئله ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش تنوع اندازه‌ای در نژو باشد (Hosseini, 2016). بنابراین در صورتی که تجزیه و تحلیل توده‌ها صرفاً بر پایه منحنی پراکنش قطری انجام گیرد، ممکن است تصور شود که شاخه‌زاد جوان کاملاً به شاخه‌زاد کهنسال برتری دارد، اما شاخص‌های تنوع اندازه‌ای کمک می‌کنند که ویژگی‌های مثبت و منفی هر کدام از این سیستم‌ها بهتر دیده شود.

در آرمرده فقط چهار اصله از ۲۳۲ در هکتار سهم طبقه ۷/۵ سانتی‌متر است، در حالی که سهم این طبقه در توده هواره خول ۵۷۲ اصله از ۹۸۲ اصله در هکتار است. در توده نژو این نسبت ۲۹ به ۶۶۸ و در توده حفاظتی ۸۶ به ۴۰۱ اصله در هکتار است. با تحلیل وضعیت زادآوری در دو الگوی ساختاری تقریباً مشابه (از نظر شکلی) شاخه‌زاد جوان و حفاظت‌شده این واقعیت مشخص شد که نرخ کاهش تعداد نونهال‌ها و نهال‌ها از طبقه قطری کمتر از پنج سانتی‌متر به بالای پنج سانتی‌متر در هواره خول حدود ۷۰ درصد است، در حالی که فقط ۰/۵ درصد از نونهال‌ها و نهال‌های شمارش شده در آرامگاه وارد طبقه حد شمارش شده بود. این واقعیت بیانگر نرخ شدیدتر تلفات زادآوری در آرامگاه نسبت به هواره خول است. البته این نرخ کاهش در طبقات قطری بالاتر برعکس شد و شیب کاهش در آرامگاه به نسبت هواره خول کمتر بود. در جنگل‌هایی همانند هواره خول که توسط انسان مدیریت می‌شود و دخالت‌هایی در آنها انجام می‌گیرد، کنترل روی تعداد درختان در هر مرحله رویشی وجود دارد و در آنها ترکیب، منشأ و تراکم نهال‌ها و درختان تحت تأثیر اقدامات مدیران محلی قرار می‌گیرد. از این رو در هواره خول بیشتر نهال‌ها جست‌های شاخه‌زاد درون جست‌گروه‌ها و از گونه بلوط هستند، در حالی که در توده آرامگاه زادآوری گونه‌های مختلف اغلب به صورت دانه‌زاد دیده می‌شود. در پژوهش Valipour et al. (2008) مشخص شد که به دلیل

مورد مارگالف و تنوع شانون از دامنه قطری تأثیر می‌پذیرند؛ دو شاخص سیمپسون و برگر پارکر غالبیت را اندازه‌گیری می‌کنند و شاخص یکنواختی شانون یکنواختی پراکنش درختان در طبقات قطری را نشان می‌دهد. در این شاخص‌ها سه ویژگی تعداد در هکتار، رویه زمینی و پراکنش در طبقات قطری به‌طور همزمان برای مطالعه وضعیت جنگل دخالت داده شد. این شاخص‌ها برخی ویژگی‌های ساختاری توده‌ها را که در منحنی پراکنش قطری یا سایر اندازه‌گیری‌ها به‌وضوح دیده نمی‌شود، نشان می‌دهند و از این دیدگاه تکمیل‌کننده سایر شاخص‌ها هستند. از ویژگی‌های مهم شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش این است که مستقل از فاصله‌اند و برای محاسبه آنها به اندازه‌گیری پراکنش مکانی درختان و موقعیت آنها در عرصه نیازی نیست (Lexerd & Eid, 2006). توده هواره خول با شیوه جنگل‌شناسی شاخه‌زاد ناهمسال روی زمین و شاخه‌زاد همسال روی درخت، دارای تعداد زیادی درختان شاخه‌زاد جوان در طبقات قطری پایین و رویه زمینی کم است. نتایج دو شاخص مارگالف و تنوع شانون که تحت تأثیر تعداد طبقات قطری (دامنه قطری) قرار دارند، نشان دادند که توده هواره خول به نسبت توده آرمرده (شاخه‌زاد کهن) ساختاری با تنوع قطری کمتر دارد. در آرمرده شیوه جنگل‌شناسی شاخه‌زاد کهنسال با تمرکز روی درختان قطور، توده‌ای با تراکم کم، درختان قطور و تنوع قطری بیشتر را به وجود آورده است (Valipour et al., 2008). این ویژگی‌ها موجب شده که در رتبه‌بندی طیف لیکرت، شاخه‌زاد کهنسال پس از توده حفاظت‌شده در رتبه بالاتری از نظر تنوع اندازه‌ای نسبت به دو توده تحت بهره‌برداری دیگر (نژو و هواره خول) قرار گیرد. دلیل این برتری را می‌توان تعداد بیشتر طبقات قطری در این توده دانست. با توجه به منحنی پراکنش قطری، دامنه قطری درختان در نژو نسبت به آرمرده و هواره خول محدودتر است و منحنی آن نزدیک‌ترین حالت به نمودار زنگوله‌ای شکل

وضعیت ساختاری جنگل و برنامه‌ریزی برای دستیابی به ساختار مطلوب نباید فقط شکل منحنی پراکنش قطری را مبنای قضاوت قرار داد؛ (O'Hara 1998) بر این مهم تأکید کرده بود.

مقایسه توده‌های بهره‌برداری شده با توده حفاظتی (آرامگاه) با استفاده از شاخص‌های تنوع اندازه‌ای نشان داد که تنوع اندازه‌ای در توده حفاظت‌شده بیشتر از توده‌های دیگر (هواره‌خول، نژو و آرمرده) است. پایداری بیشتر توده‌های حفاظت‌شده نسبت به توده‌های بهره‌برداری شده با استفاده از روش‌های معمول برآورد ساختار در تحقیقات (Abdollahpour 2005) و Shakeri (2006) نیز نشان داده شده بود. دلیل برتری این توده‌ها در این پژوهش مطابق آنچه در پژوهش‌های (O'Hara et al. 2007) نیز اشاره شده است، به تعداد و تنوع طبقات قطری بیشتر و توزیع متعادل رویه زمینی میان تمام طبقات قطری در توده حفاظتی مربوط می‌شود، که به وسیله شاخص‌های تنوع اندازه‌ای نیز محاسبه شدند. توده‌های جوان‌تر مانند هواره‌خول و نژو در مرحله توسعه قرار دارند و با وجود تعداد پایه‌های مناسب، از نظر رویه زمینی و تنوع قطری از سایر توده‌ها ضعیف‌ترند.

عمده کارشناسان بخش اجرایی منابع طبیعی معتقدند که باید با حفاظت کامل جنگل‌ها آنها را به سوی الگوی توده‌های آرامگاه سوق داد، اما این دیدگاه جنبه‌های منفی و اشکال دارد که تحقق آن را دور از تصور و حتی تهدیدآمیز می‌کند؛ از جمله اینکه اولاً حفاظت کامل این توده‌ها با واقعیت‌های اجتماعی سازگاری ندارد و مردم محلی کم و بیش از جنگل استفاده می‌کنند. مسئله دوم اینکه تهدید آتش‌سوزی جنگل با حفاظت آن و عدم بهره‌برداری از علوفه کف جنگل موجودیت این جنگل‌ها را با خطر جدی مواجه می‌سازد. بر پایه یافته‌های این پژوهش، مفهوم تنوع ساختاری ویژگی‌هایی از توده‌ها را نشان داد که در ارزیابی‌های معمول ساختار توده‌ها به آنها پرداخته نمی‌شود. این نتایج با اینکه در ظاهر متفاوت از نتایج

منحنی پراکنش قطری نمایی کم‌شونده و وجود درختان جوان بیشتر توده هواره‌خول نسبت به توده آرمرده پایدارتر است. با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر این واقعیت مشروط شده و در صورتی که دامنه پراکنش قطری در هواره‌خول با اندوخته‌گیری گسترش بیشتری یابد، نتایج تمام شاخص‌ها در آینده برتری تنوع اندازه‌ای این الگو را نسبت به تمام توده‌ها نشان می‌دهد. همچنین با استقرار پایه‌های جدید و اصلاح ضعف زادآوری در آرمرده وضعیت پایداری توده‌ها بهبود خواهد یافت. الگوی نژو هم با ضعف زادآوری و هم ضعف تنوع قطری همراه است و جنگل‌های این منطقه دارای کمترین تنوع ساختاری در میان الگوهای جوان‌تر و مسن‌تر جنگلداری سنتی است.

شاخص‌های سیمپسون و برگریاکر غالبیت یک طبقه قطری در توده را اندازه‌گیری می‌کنند که در این مطالعه برای اندازه‌گیری تنوع اندازه‌ای استفاده شدند. برای این منظور مقادیر به‌دست‌آمده از تابع مطابق جدول ۲ از عدد یک کسر شد. این دو شاخص به‌شدت تحت تأثیر طبقه قطری دارای بیشترین فراوانی قرار می‌گیرند و حساسیت کمی به تعداد طبقات قطری دارند (Lexerd & Eid, 2006). بنابراین هرچه تجمع درختان در یک طبقه قطری بیشتر باشد، مقدار این شاخص‌ها به صفر نزدیک‌تر است و با پخش شدن پایه‌ها در بین طبقات قطری مقدار این شاخص‌ها به سوی حداکثر خود (۱) میل می‌کند. بر پایه این شاخص‌ها نیز توده حفاظت‌شده و شاخه‌زاد کهنسال بیشترین تنوع اندازه‌ای را دارند و شاخه‌زاد جوان و بینابینی دارای کمترین تنوع است. این نتیجه در مورد شاخه‌زاد جوان هواره‌خول به دلیل منحنی پراکنش قطری نمایی کم‌شونده و ناهمسال بودن توده‌ها قابل انتظار نبود؛ اما با توجه به غالبیت مطلق یک طبقه قطری (۵۸ درصد پایه‌ها متعلق به طبقه قطری ۷/۵ سانتی‌متر است) مقدار این شاخص کمتر از توده‌های دیگر به‌دست آمده است. این بخش از یافته‌ها بار دیگر نشان می‌دهد که در تحلیل

مطالعات گذشته است، در واقع تکمیل‌کننده آنهاست. به طوری که با تلفیق آنها می‌توان به درک درست و کامل تری از وضعیت توده‌ها دست یافت. همان گونه که نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد، تنوع اندازه‌ای در الگوی شاخه‌زاد کهنسال بیشتر از شاخه‌زاد جوان است و به این ترتیب در جنگل آرمرده کارکردهای متناسب با این جنگل با اتکا به این ساختار تحقق می‌یابد. در حالی که به نظر برخی جنگلبانان با توجه به الگوی پراکنش قطری نمایی کم‌شونده، شاخه‌زاد جوان (الگوی هواره‌خول) وضعیت پایداری مناسب‌تری دارد. به این ترتیب واضح است که در ارزیابی وضعیت جنگل، به کارگیری مجموعه‌ای از شاخص‌ها، به

قضاوت درست‌تر منجر خواهد شد.

سیاسگزاری

پژوهش حاضر با همکاری مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی انجام گرفت و نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب سپاسگزاری خود را از این مرکز به عمل آورند. همچنین از داوران محترمی که زحمت نقد و بررسی مقاله را بر عهده داشتند و نکات ارزشمندی را برای بهبود کیفیت آن یادآوری کردند، تشکر می‌کنیم.

References

- Abdollahpour, J. (2005). Investigation and comparison of diameter growth of natural and harvested forest stands in Nejo, Baneh. M.Sc. thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 96 pp.
- Azizi, S. (2015). The potential of Lebanon oak trees for forage (foliage) production in uneven-aged coppice silvopastoral system (case study: Havare khol forest, Baneh, Iran). M.Sc. Thesis, University of Kurdistan, 79 pp.
- Emborg, J. (1996). The structure, dynamics and light conditions of Susetrup Skov, a seminatural temperate deciduous forest in Denmark. Ph.D. thesis. University of Copenhagen, 174pp.
- Ghazanfari, H., Namiranian, M., Sobhani, H., & Mohajer, R.M. (2004). Traditional forest management and its application to encourage public participation for sustainable forest management in the northern Zagros mountain of Kurdistan province, Iran. *Scandinavian Journal of Forest Science*, 19 (4), 65-71.
- Ghahramany, L., Ghazanfari, H., & Fatehi, P. (2009). Investigation of structure of oak forests under local management in northern Zagros. 3rd National Conference on Forest, Karaj, University of Tehran.
- Graz, F.P. (2006). Spatial diversity of dry savanna woodlands. *Biodiversity & Conservation*, 15, 1143-1157.
- Hitimana, J., Kiyiapi, J.L., & Njunge, J.T. (2004). Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. *Forest Ecology and Management*, 194, 269-291.
- Hosseini, A.S. (2016). Size structure diversity of oak stands under different traditional management methods (case study: Baneh forests, Iran). MSc. Thesis, University of Kurdistan, 74 pp.
- Jazirehi, M.H., & Ebrahimi Rastaghi, M. (2003). *Silviculture in Zagros*. Tehran: University of Tehran press, 560 pp.
- Khosravi, Sh., Namiranian, M., Ghazanfari, H., & Shirvani, A. (2012). Crown biomass relationships of Lebanon oak in northern Zagros forests of Iran. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 33 (2), 239-247.

- Korpel, S. (1982). Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia. *Acta facultatis forestalis*, 24, 9-31.
- Lexerod, N.L., & Eid, T. (2006). An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. *Forest Ecology and Management*, 222 (1), 17-28.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. New York: Princeton University Press.
- Neumann, M., & Starlinger, F. (2001). The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management*, 145 (1-2), 91-106.
- O'Hara, K.L. (1998). Silviculture for structural diversity: a new look at multi-aged system. *Journal of Forestry*, 96 (7), 4-10.
- O'Hara, K.L., Hasenauer, H., & Kindermann, G. (2007). Sustainability in multi-aged stands: an analysis of long-term planter systems. *Forestry*, 80 (2), 163-181.
- Ozdemir, I., Norton, D.A., Ozkan, U.Y., Mert, A., & Senturk, O. (2008). Estimation of tree size diversity using object oriented texture analysis and aster imagery. *Sensors*, 8 (8), 4709-4724.
- Pach, M., & Podlaski, R. (2015). Tree diameter structural diversity in Central European forests with *Abies alba* and *Fagus sylvatica*: managed versus unmanaged forest stands. *Ecological Research*, 30 (2), 367-384.
- Pommerening, A. (2002). Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*, 75 (3), 305-324.
- Pulido F.J., Diaz, M., & Hidaigo de Trucios, S.J. (2001). Size structure and regeneration of Spanish holm oak (*Quercus ilex*) forests and dehesas: effects of agroforestry use on their long-term sustainability. *Forest Ecology and Management*, 146 (1), 1-13.
- Shakeri, Z. (2006). Silvicultural and ecological effect of Galazani on oak trees in Baneh forests (Kurdistan, NW Iran). MSc. thesis, University of Tehran, Karaj, 59 pp.
- Shamohammadi, Sh., Mardokhi, B., Ghazanfari, H., Valipour, A., & Eskandari, F. (2017). Foresight of rural communities' livelihoods dependence on forest services and products in Northern Zagros (Bane County, Kurdistan province). *Iranian Journal of Forest*, 9 (1), 57-84.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J., & Ashton, P.M.S. (1997). *The practice of silviculture: applied forest ecology* (No. Ed. 9). New York: John Wiley and Sons Inc, 578 pp.
- Staudhammer, C.L., & LeMay, V.M. (2001). Introduction and evaluation of possible indices of stand structural diversity. *Canadian Journal of Forest Research*, 31, 1105-1115.
- Tarrega, R., Calvo, L., Marcos, E., & Taboada, A. (2006). Forest structure and understory diversity in *Quercus pyrenaica* communities with different human uses and disturbances. *Forest Ecology and Management*, 227, 50-58.
- Valipour, A., Namiranian, M., Ghazanfari, H., & Mostafa, M. (2008). Comparison of two local forest management systems of Haware-khol and Armardeh in Baneh. *Journal of Forest and Rangeland*, 79 & 80, 32-37.
- Valipour, A. (2013). Development of a Management Model for Improving Oak Forest Structure (The Case of Armardeh, Northern Zagros of Iran). Ph.D. thesis, University of Tehran, 130 pp.
- Valipour, A., Namiranian, M., Ghazanfari, H., Heshmatol Vaezin, S.M., Lexer, J.M., & Plieninger, T. (2013). Relationships between forest structure and tree's dimensions with physiographical factors in Armardeh forests (Northern Zagros). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21 (1), 30-47.
- Valipour, A., Plieninger, T., Shakeri, Z., Ghazanfari, H., Namiranian, M., & Lexer, M.J. (2014). Traditional silvopastoral management and its effects on forest stand structure in northern Zagros, Iran. *Forest Ecology and Management*, 327: 221-230.



Comparison of the size structure of prevalent silvopastoral management in northern Zagros forests

S.A. Hosseini¹, A. Valipour^{2*}, and Z. Shakeri²

¹ M.Sc., Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, I. R. Iran.

² Assistance Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, The Center for Research and Development of Northern Zagros Forestry, University of Kurdistan, Sanandaj, I. R. Iran.

(Received: 24 May 2017, Accepted: 26 September 2017)

Abstract

Traditional forest management in Zagros forests is rooted in traditional ecological knowledge for livelihood needs. In this study, three prevalent models of silvopastoral management including young coppices (YC), old-age coppices (OC) and transitional structure (TS) as well as a preserved stand (PS) were compared. Trees were measured in the variable-area sample plots and stand structure of each management model was evaluated using structural diversity indices including Margalef, Berger-Parker, Shannon diversity, Simpson, and Shannon evenness. Results showed that average diameter and height of trees in OC and PS were significantly greater than both younger stands. The YC was characterized by maximum stand density, lowest basal area, an acceptable rate of regeneration, and negative exponential diameter distribution with a considerably limited size span. Positively skewed bell-shaped diameter distribution was observed in OC and TS which conversely to the YC have significantly wider size span and lower regeneration rates. Based on the indices, the maximum and minimum size diversity were observed in PS and TS, respectively while OC had the most diverse structure among the harvested stands. Due to weaknesses like limited diameter range, abundance of young individuals and low stocking level, YC structural diversity was lower than OC. Despite the lack of adequate regeneration and young stems, structural diversity of OC model was interesting. Finally, stocking in the YC stands as well as improvement of regeneration in the OC stands were suggested in order to regulate the forest structure.

Keywords: Silvopastoral Models, Structural Diversity, Traditional Forest Management, Zagros Forests