

## مقایسه ساختار جنگل در توده‌های شاخه‌زاد بلوط با تراکم و آمیختگی متفاوت (بررسی موردی: جنگل‌های نوژیان خرم‌آباد)

فاطمه پیروزی<sup>۱</sup>، جواد سوسنی\*<sup>۲</sup>، کامران عادل<sup>۱</sup>، رحیم ملک‌نیا<sup>۱</sup>، حامد نقوی<sup>۲</sup> و رامین حسین‌زاده<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۱۴

### چکیده

این پژوهش در جنگل‌های نوژیان خرم‌آباد انجام شد و توده‌های دچار تخریب (تنک) با توده‌های کم‌تر تخریب‌یافته (متراکم) از سه جنبه ساختاری تنوع گونه‌ای، الگوی مکانی و تنوع ابعاد مورد مقایسه قرار گرفتند. ابتدا بر اساس اطلاعات موجود و جنگل‌گردشی، دو طبقه تراکمی کمتر و بیشتر از ۳۵ درصد از نظر تراکم تاج‌پوشش مرزبندی شد. سپس در هرکدام از لکه‌ها ۱۰ قطعه‌نمونه یک هکتاری با شرایط فیزیوگرافی مشابه، برداشت شد. تنوع گونه‌ای در این توده‌ها کم است اما به‌طورکلی تنوع در توده‌های کمتر تخریب‌یافته بیشتر از توده‌های تنک است. از بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای، شاخص مارگالف بیشترین تفاوت را نشان داد. در ارتباط با الگوی پراکنش، شاخص‌های میانگین جهت و زاویه یکنواخت نتایج مشابهی مبنی بر پراکنش تصادفی اغلب گونه‌ها در هر دو نوع توده نشان می‌دهند. بر اساس شاخص چیرگی گونه‌های بلوط ایرانی، کیکم و گلابی وحشی غالب و دیگر گونه‌ها مغلوب هستند. به‌طورکلی میانگین شاخص تمایز بیانگر تفاوت زیاد تاج‌پوشش در توده‌های مختلف است که این اختلاف در توده‌های متراکم بیشتر است. بر اساس نتایج، ساختار توده‌های کمتر تخریب‌یافته از جنبه‌های مختلف در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. از آنجاکه شرایط فیزیوگرافی این توده‌ها مشابه است، می‌توان عوامل انسانی را علت اصلی تفاوت آشکار این توده‌ها دانست و در صورت کاهش این عوامل و همچنین حفاظت و حمایت توده‌های تخریب‌یافته، وضعیت این توده‌ها به حالت مطلوب‌تر سوق داده شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش، تنوع ابعاد، تنوع گونه‌ای، ساختار جنگل.

## مقدمه

(Dale, 1999). دست‌یابی به اطلاعات نهفته در الگوی پراکنش درختان در یک توده از جنگل، امکان تشریح ساختار مکانی پیچیده آنها را به‌طور دقیق فراهم می‌کند (Erfanifard and Naziri, 2017). تنوع ابعاد درختان یکی دیگر از جنبه‌های ساختاری جنگل است که در برگیرنده تفاوت در مشخصه‌هایی از قبیل قطر، ارتفاع و تاج‌پوشش است (Kint et al., 2000). ابعاد درختان بسته به نوع گونه، سن، شرایط محیطی، رقابت و غیره ممکن است بسیار متنوع باشند. همچنین بررسی تنوع ابعاد درختان، جزئیات بیشتری از ساختار جنگل و روابط متقابل درون و برون گونه‌ای به ما می‌دهد.

Müller و همکاران (2000) ضمن بررسی ساختار (تنوع گونه‌ای، الگوی مکانی و تنوع ابعاد) یک توده جنگلی در کشور آلمان، به تفاوت‌های ساختاری بلوط با دیگر گونه‌ها اشاره کرده و بر اهمیت تشریح ساختار در توده‌هایی با گونه‌های مختلف، تأکید کردند. همچنین Hui and Pommerening (2014) در پژوهشی به بررسی تنوع قطر برابرسینه درختان در جنگل‌های مخلوط شمال چین پرداختند. نامبردگان بر اهمیت بررسی تنوع ابعاد در کنار تنوع گونه‌ای تأکید کردند. Rubio-Camacho و همکاران (2017) در یک جنگل مخلوط کاج-بلوط واقع در شمال شرق مکزیک به بررسی ویژگی‌های ساختاری درختان پرداختند که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده هر دو توده دارای الگوی مکانی تصادفی، اختلاط گونه‌ای بالا و تفاوت متوسطی از نظر قطر و ارتفاع بودند. Li و همکاران (2017) با به‌کارگیری شاخص‌های ساختاری پایه مانند زاویه یکنواخت، آمیختگی و چیرگی به بررسی درختان پرداختند. در ایران نیز؛ Alijani و همکاران (2012) با استفاده از ۱۰۲ قطعه‌نمونه دایره‌ای ساختار جنگل‌های میان‌بند شمال ایران (تیپ ممرز-راش) را بررسی کردند و نشان دادند که بر اساس شاخص زاویه

جنگل‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر حیات‌بخش و عاملی کلیدی در توسعه پایدار هستند که مقدار تراکم پوشش آنها به‌مثابه شاخص توسعه‌یافتگی کشور به‌شمار می‌رود. وجود ارزش‌های متعدد و متنوع اقتصادی و زیست‌محیطی پیکره این منابع ارزشمند الهی، تکیه‌گاه مطمئن و استواری برای تداوم و ارتقای زیست‌جانوران، به‌ویژه انسان و متضمن شکوفایی حیات‌جوامع بشری و توسعه پایدار است (Islami, 2008). جنگل‌های زاگرس که وسیع‌ترین جنگل‌های ایران به‌شمار می‌روند، به‌علت نقشی که در ذخیره آب‌های زیرزمینی، حفاظت خاک و دیگر خدمات اجتماعی-اقتصادی ایفا می‌کنند، از اهمیت بسزایی برخوردارند (Pir Bavaghar, 2012). اهمیت این جنگل‌ها از نظر اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی ایجاب می‌کند که این مناطق موردتوجه علمی بیشتری قرار گیرند. از این‌رو بررسی ساختار جنگل‌ها اطلاعات بسیار مفید و ضروری از وضعیت جنگل به ما می‌دهد. ساختار جنگل جنبه‌های مختلفی را در بر می‌گیرد که مهم‌ترین آنها: تنوع گونه‌ای، الگوی پراکنش مکانی و تنوع ویژگی‌های فیزیکی درختان و درختچه‌ها است (Aguirre et al., Pommerening, 2002). تنوع گونه‌ای شامل بخش عمده‌ای از تنوع زیستی و یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده تغییرات در اکوسیستم‌ها است (Mohammad-Dustar-Sharaf et al., 2016). حفاظت از تنوع گونه‌ای در بوم‌سازگان‌های جنگلی موجب مدیریت پایدار جنگل می‌شود (Smith, 1996). یکی دیگر از مؤلفه‌های اصلی ساختار توده جنگلی، نحوه توزیع مکانی درختان است (Akhavan et al., 2017). الگوی پراکنش مکانی نشان‌دهنده موقعیت افراد یک جمعیت در محیط و نحوه آرایش آنها نسبت به یکدیگر است

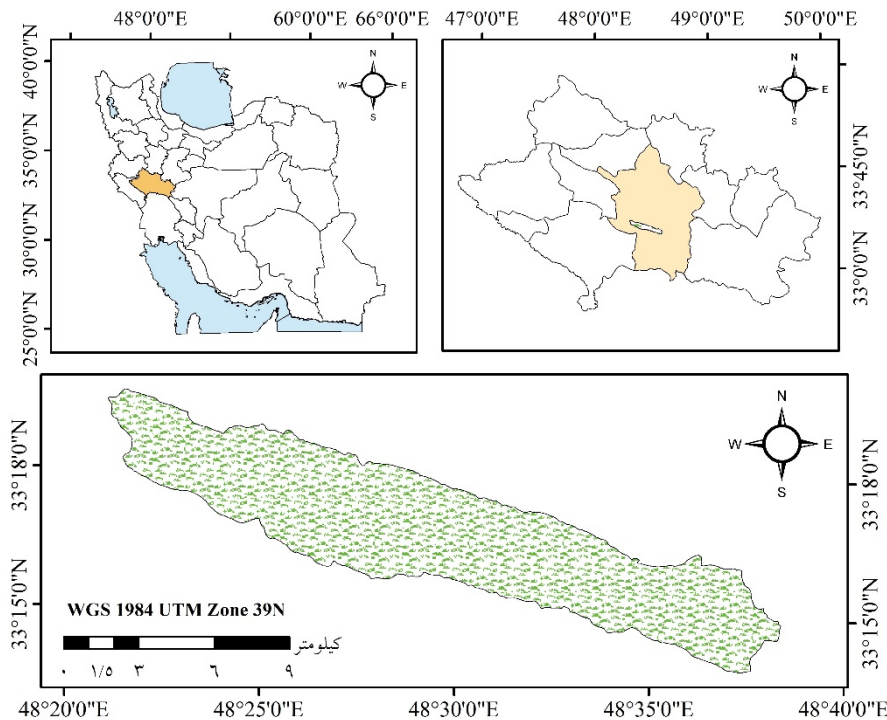
جنگل‌های نوژیان خرم‌آباد مانند دیگر جنگل‌های زاگرس میانی؛ به دلایل مختلف شامل تخریب و چرای بی‌رویه، با کاهش تراکم و تغییر فرم رویشی از دانه‌زاد به شاخه‌زاد همراه بوده‌اند؛ با این وجود شدت تخریب در توده‌های مختلف، متفاوت است به طوری که در برخی مناطق پوشش جنگلی مناسب و مترکم مشاهده می‌شود. به دلیل وجود توده‌های مختلف از نظر تراکم و تنوع، بررسی دقیق‌تر جنبه‌های مختلف ساختاری این توده‌ها ضروری به نظر می‌رسد. همچنین مقایسه ویژگی‌های ساختاری گونه‌های درختی و درختچه‌ای در توده‌های مختلف، سبب شناخت و درک بهتر از ساختار جنگل و گونه‌های مختلف می‌شود. در این پژوهش ساختار توده‌های دچار تخریب (تنک) با توده‌های کم‌تر تخریب‌یافته (مترکم) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که ملاک تقسیم‌بندی تراکم در این پژوهش، درصد (درجه) تاج‌پوشش جنگل است.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد پژوهش

منطقه نوژیان به مساحت ۹۴۹۲ هکتار در ۳۵ کیلومتری جنوب شهر خرم‌آباد واقع شده و از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرض جغرافیایی  $33^{\circ}13'$  تا  $33^{\circ}20'$  و طول جغرافیایی  $48^{\circ}20'$  تا  $48^{\circ}38'$  قرار گرفته است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالانه در منطقه قلعه‌گل در حدود ۷۲۵/۲۴ میلی‌متر است. اقلیم منطقه مورد بررسی بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه، دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد است (Anonymous, 2003).

یکنواختی این جنگل‌ها توزیعی بین تصادفی و کپه‌ای دارند. همچنین در بررسی تنوع ابعاد، شاخص‌های چیرگی قطر برابرسینه و ارتفاع، بیانگر چیرگی ابعاد گونه‌هایی مانند نمودار و توسکای قشلاقی و مغلوب بودن گونه‌هایی مانند ملج و خرمنندی است. نامبردگان بیان کردند که این شاخص‌ها توانایی بالایی در تشریح ساختار گونه‌های مختلف دارند. در پژوهشی دیگر Alijani و همکاران (2013) به کمی‌سازی ساختار توده‌های دست‌نخورده راش در مراحل مختلف تحولی پرداختند که بر اساس نتایج شاخص زاویه یکنواخت چیدمان درختان در هر سه مرحله تحولی به صورت تصادفی بوده است. همچنین نتایج شاخص تمایز قطر برابرسینه و ارتفاع به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف متوسط تا آشکار و اختلاف کم تا متوسط برای درختان هر سه مرحله تحولی است. نامبردگان تأکید کردند که نتایج حاصل از این شاخص‌ها می‌تواند به عنوان مبنایی برای مقایسه با دیگر جنگل‌های مشابه و تعیین میزان انحرافات به وجود آمده در اثر فرآیندهای طبیعی و دخالت‌های بشر مورد استفاده قرار گیرد. Farhadi و همکاران (2014) نیز در پژوهشی به بررسی تغییرات موقعیت مکانی و تنوع گونه‌ای جنگل‌های زاگرس بر اثر تخریب جوامع محلی پرداختند. نامبردگان با در نظر گرفتن درختان قطع شده (وضعیت پیش از تخریب) موقعیت مکانی و تنوع گونه‌ای درختان را بررسی و با وضعیت فعلی منطقه مورد پژوهش مقایسه کردند. بر اساس نتایج این پژوهش؛ میانگین شاخص زاویه یکنواخت قبل و بعد از قطع نشان‌دهنده چیدمان تصادفی درختان همسایه در هر دو حالت است، در حالی که نتایج شاخص شانون-وینر قبل و بعد از قطع متفاوت بوده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه نوزیان خرم‌آباد-لرستان

Figure 1. Geographical location of the Noyjian area, Khorramabad-Lorestan

#### روش تحقیق

بر اساس اطلاعات موجود از منطقه و پس از جنگل‌گردشی، منطقه مورد بررسی از نظر تراکم تاج‌پوشش (دو طبقه تراکمی کمتر و بیشتر از ۳۵ درصد) نمونه‌بندی شد. سپس به منظور بررسی و مقایسه ساختار جنگل بر اساس درجات مختلف تاج‌پوشش در هر طبقه تراکم، تعداد ۱۰ قطعه نمونه یک هکتاری (۱۰۰×۱۰۰ متر) که از نظر شرایط فیزیوگرافی تقریباً مشابه بودند، برداشت شد. در هر قطعه نمونه اطلاعاتی شامل نام گونه، آزمون و فاصله درختان نسبت به مبدأ و قطرهای تاج تمام درختان اندازه‌گیری شد. برای ثبت مختصات گونه‌های چوبی، ابتدا مختصات یک گوشه از هر قطعه یک هکتاری به وسیله دستگاه GPS ثبت و سپس با استفاده از آزمون و فاصله مختصات تک تک پایه‌ها محاسبه شد.

شاخص‌ها و توابع مورد استفاده

همان‌طور که گفته شد ساختار جنگل دارای سه جنبه کلی است. در ذیل به تفکیک شاخص‌های مربوط به ویژگی‌های ساختاری جنگل تشریح شده‌اند:

#### شاخص‌های تنوع گونه‌ای

شاخص غنای مارگالف (Margalef's index of richness)

شاخص مارگالف که بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود از شاخص‌هایی است که بر اساس تعداد کل گونه‌ها (S) و تعداد کل افراد برای تمام گونه‌ها (N) (که به اندازه واحد نمونه‌برداری وابسته است)، معرفی شده است.

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln N} \quad \text{رابطه (۱)}$$

S = تعداد کل گونه‌ها، N = حجم یا اندازه نمونه

یا تعداد کل افراد در نمونه (Margalef, 1958).

شاخص یکنواختی اسمیت-ویلسون (Smith-Wilson's index of evenness)

$$R_i = \sqrt{1 + \left( \sum_{j=2}^n \cos(\alpha_{ij}) \right)^2 + \left( \sum_{j=2}^n \sin(\alpha_{ij}) \right)^2} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$\alpha_{ij}$ : زاویه بین درختان نسبت به درخت مرجع

#### شاخص زاویه یکنواخت (Uniform angle index)

این شاخص به بررسی مقدار منظم بودن چیدمان درختان در داخل گروه‌های ساختاری (متشکل از یک درخت مرجع و سه همسایه) می‌پردازد. اساس کار این شاخص بر مبنای مقایسه زاویه بین درختان همسایه ( $\alpha_j$ ) نسبت به زاویه استاندارد ( $\alpha_0$ ) است. مقدار زاویه استاندارد و مقدار شاخص زاویه یکنواخت به ترتیب از روابط ۵ و ۶ به دست می‌آیند:

$$\alpha_0 = \frac{360}{n+1} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad v_{ij} = \begin{cases} 1 & \alpha_j < \alpha_0 \\ 0 & \alpha_j \geq \alpha_0 \end{cases} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در روابط فوق  $n$  تعداد درختان همسایه است. مقدار این شاخص در صورت استفاده از سه همسایه، دارای چهار ارزش صفر،  $0/33$ ،  $0/66$  و  $1$  است (Pommerening, 2002; Aguirre et al., 2003). هرچه شاخص به سمت صفر میل کند الگوی توزیع، منظم و اگر به سمت یک میل کند، کپه‌ای. اگر  $\bar{W} > 0/475$  باشد چیدمان درختان در گروه‌های ساختاری منظم، بین  $0/475$  و  $0/517$  تصادفی و  $\bar{W} < 0/517$  به صورت کپه‌ای است (Gangying et al., 2007).

#### شاخص‌های بررسی تنوع ابعاد

##### شاخص چیرگی (Dominance index)

این شاخص (رابطه ۷) به بررسی تنوع ابعاد درختان می‌پردازد. شاخص چیرگی دارای ارزش‌هایی بین صفر و یک است. در صورتی که مقدار شاخص به سمت یک میل کند، درختان مرجع از نظر متغیر مورد بررسی نسبت به درختان مجاور چیرگی دارند (Pommerening, 2002).

$$TD_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad v_{ij} = \begin{cases} 1 & x_i \geq x_j \\ 0 & x_i < x_j \end{cases} \quad \text{رابطه (۷)}$$

این شاخص (رابطه ۲) بهترین شاخص یکنواختی است چراکه وابسته به غنای گونه‌ای نبوده و به گونه‌های نادر و معمول در جامعه حساس است (Ejtehad et al, 2008).

$$E_{var} = 1 - \left[ \frac{2}{\pi \arctan \left\{ \frac{\sum_{i=1}^s (\log e(n_i) - \sum_{j=1}^s \log e(n_j)/s)}{s} \right\}} \right] \quad \text{رابطه (۲)}$$

$E_{var}$ : شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون،  $\arctan$ : آرک تانژانت به‌عنوان زاویه مرکزی قوس دایره اندازه‌گیری می‌شود.  $n_i$ : تعداد افراد گونه  $i$  در نمونه  $i=1,2,3,\dots,s$ ،  $n_j$ : تعداد افراد گونه  $j$  در نمونه  $i=1,2,3,\dots,s$ ،  $s$ : تعداد گونه‌ها در تمام نمونه‌ها (Smith and Wilson, 1996).

##### شاخص شانون-واینر (Shannon-Wiener index)

شاخص‌های تنوع گونه‌ای، در واقع ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی هستند. این شاخص‌ها، دو مقدار غنای گونه‌ای و یکنواختی را در یک کمیت جمع‌آوری می‌کند (Brockway, 1998). رابطه ۳ فرمول شاخص شانون-واینر را نشان می‌دهد.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i (\ln p_i) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$P_i$ : سهم افراد در گونه  $i$ ام نسبت به کل نمونه که به صورت  $P_i = \frac{n_i}{N}$  تعریف می‌شود.  $S$ : تعداد گونه‌ها (Ejtehad et al, 2008).

#### شاخص‌های بررسی الگوی مکانی

##### شاخص میانگین جهت (Mean directional Index)

شاخص میانگین جهت (رابطه ۴) دارای مقادیر صفر تا چهار است (Kuehne et al, 2015). چنانچه درختان پراکنش منظم داشته باشند؛ مقدار این شاخص برابر با صفر است و زمانی که درختان به صورت کپه‌ای در سطح منطقه پراکنده شده باشند این شاخص دارای بیشترین ارزش است. زمانی که مقدار این شاخص به عدد  $1/779$  نزدیک می‌شود درختان به صورت تصادفی در سطح منطقه توزیع شده‌اند (Szmyt, 2014).

$X_i$ : متغیر مورد بررسی (تاج) درخت مرجع و  $X_j$ :

متغیر مورد بررسی درخت همسایه.

#### شاخص تمایز (Differentiation index)

شاخص تمایز به تفاوت اندازه متغیرهای مختلف درختان نسبت به هم می‌پردازد و توسط رابطه ۸ محاسبه می‌شود.

$$T_{ij} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad v_{ij} = \frac{\min(x_i, x_j)}{\max(x_i, x_j)} \quad (8)$$

که در این رابطه،  $V_{ij}$  هنگام مقایسه درختان همسایه؛ ارقام کوچک‌تر ابعاد (تاج) در صورت و مقادیر بزرگ‌تر در مخرج کسر قرار می‌گیرند. مقادیر این شاخص نیز بین صفر و یک متغیر هستند که اگر اختلاف بین تاج پوشش درختان مجاور کم باشد، به سمت صفر و اگر این اختلاف زیاد باشد به سمت یک میل می‌کند. ارزش‌های محاسبه شده بر اساس این شاخص به پنج طبقه تقسیم‌بندی می‌شود که عبارت‌اند از: الف- اختلاف کم (۰/۳-۰)، ب- اختلاف متوسط (۰/۵ - ۰/۳)، ج- اختلاف زیاد (۰/۷ - ۰/۵)، د- اختلاف خیلی زیاد (۰/۷ - ۱) (Pommerening, 2002). برای محاسبه شاخص‌ها و آنالیز داده‌ها از نرم‌افزارهای Ecological Methodology، Crancod و Excel استفاده شد.

#### نتایج

با توجه به توده‌های جنگلی مورد بررسی که شامل: ۱- توده‌های تنک (تاج پوشش ۳۵ درصد) تخریب یافته و ۲- توده‌های متراکم (تاج پوشش ۳۵ درصد  $\geq$ ) کمتر تخریب یافته هستند، برای سهولت در بیان نتایج به ترتیب به توده‌های تنک و متراکم نام‌گذاری شدند. در

ذیل نتایج برای هر کدام از دو گروه طبقه‌بندی شده به تفکیک بیان شده است.

#### بررسی کمی و کیفی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در توده‌های مورد بررسی

قبل از پرداختن به شاخص‌های ساختاری ابتدا برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی گونه‌های چوبی در دو گروه توده‌های تنک و متراکم بررسی و مقایسه شد که نتایج آن در ذیل آمده است. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده در مجموع هفت گونه چوبی مختلف شامل: بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl)، کیکم (*Acer monspessulanum* L. subsp)، گلابی وحشی (*Pyrus syriaca* Boiss)، زالزالک (*Crataegus atrosanguinea* A. Pojark)، شن (*Lonicera nummularifolia* Jaub. & Spach)، بادام‌کوهی (*Amygdalus reuteri* Boiss. & Buhse) و شیرخشت (*Cotoneaster luristanica* Klotz) شناسایی شدند. اطلاعات مربوط به این گونه‌ها در جدول ۱ آمده است.

#### بررسی تنوع گونه‌ای

جدول ۲ نتایج حاصل از بررسی غنا، یکنواختی و ناهمگنی در توده‌های تنک و متراکم را نشان می‌دهد.

#### بررسی الگوی مکانی

در این پژوهش الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی با استفاده از شاخص میانگین جهت و شاخص زاویه یکنواخت بررسی شد. نتایج این بررسی به تفکیک گونه‌های مختلف در توده‌های تنک و متراکم در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱- نتایج کمی و کیفی گونه‌های چوبی در توده‌های تنک و متراکم

Table 1. Results of quantitative and qualitative wood species in sparse and dense stands

میانگین تعداد جست		درصد تاج‌پوشش		فراوانی نسبی		تعداد در هکتار		گونه‌ها Species
Average of sprout		Crown Canopy (%)		Relative abundance		SPH		
متراکم	تنک	متراکم	تنک	متراکم	تنک	متراکم	تنک	
Dense	Sparse	Dense	Sparse	Dense	Sparse	Dense	Sparse	
3.56	4.7	59.8	32.37	79.68	90.4	184	178	بلوط ایرانی <i>Quercus brantii</i>
2.57	3.9	2.3	1.52	4.63	4.3	10.7	8.3	کیکم <i>Acer monspessulanum</i>
1.1	1.2	1.7	0.45	3.20	3.3	7.4	6.4	گلابی وحشی <i>Pyrus syriaca</i>
1.34	2	0.1	0.23	0.95	1.3	2.2	2.5	زالزالک <i>Crataegus atrosanguina</i>
2.18	2.8	2.9	0.10	9.61	0.7	22.2	1.4	شن <i>Lonicera nummularifolia</i>
2.33	0	0.4	0.01	1.52	0.1	3.5	0.2	بادام کوهی <i>Amygdalus reuteri</i>
0	0	0.1	0	0.43	0	1	0	شیرخشت <i>Cotoneaster luristanica</i>
3.36	4.49	67.3	34.7	100	100	231	196.8	جمع کل Total

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌های جنگلی تنک و متراکم (بدون واحد)

Table 2. The values of the species diversity indices in sparse and dense stands (without unit)

شانون-واینر	اسمیت-ویلسون	مارگالف	توده
Shannon-Wiener	Smith-Wilson	Margalef	Stand
0.537	0.308	0.341	تنک Sparse
0.681	0.483	0.569	متراکم Dense

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های الگوی مکانی به تفکیک گونه‌ها در توده‌های جنگلی تنک و متراکم (بدون واحد)

Table 3. The values of spatial pattern indices by separated species in sparse and dense stands (without unit)

زاویه یکنواخت		میانگین جهت		گونه‌ها Species
Uniform angle		Mean directional		
متراکم	تنک	متراکم	تنک	
Dense	Sparse	Dense	Sparse	
0.467	0.462	1.598	1.576	بلوط ایرانی <i>Quercus brantii</i>
0.372	0.445	1.423	1.583	کیکم <i>Acer monspessulanum</i>

ادامه جدول ۳.

Continued table 3.

زاویه یکنواخت		میانگین جهت		گونه‌ها Species
Uniform angle		Mean directional		
متراکم Dense	تنک Sparse	متراکم Dense	تنک Sparse	
0.445	0.438	1.583	1.636	گلابی وحشی <i>Pyrus syriaca</i>
0.163	0.458	0.913	1.590	زالزالک <i>Crataegus atrosanguina</i>
0.486	0.468	1.658	1.469	شن <i>Lonicera nummularifolia</i>
0.460	0.333	1.586	1.335	بادام کوهی <i>Amygdalus reuteri</i>
0.550	-	1.774	-	شیرخشت <i>Cotoneaster luristanica</i>
0.461	0.453	1.60	1.574	جمع کل Total

بررسی تنوع ابعاد  
در جدول ۴ نتایج حاصل از بررسی تنوع ابعاد گونه - چیرگی و تمایز بیان شده است.  
توده‌های تنک و متراکم؛ با استفاده از شاخص‌های  
های چوبی در جنگل‌های قلعه گل خرم‌آباد به تفکیک

جدول ۴- نتایج شاخص‌های چیرگی و تمایز به تفکیک گونه‌ها در توده‌های جنگلی تنک و متراکم (بدون واحد)

Table 4. Results of the dominant and differentiation indices by separated species in sparse and dense stands (without unit)

تمایز		چیرگی		گونه‌ها Species
Differentiation		Dominance		
متراکم Dense	تنک Sparse	متراکم Dense	تنک Sparse	
0.520	0.508	0.559	0.520	بلوط ایرانی <i>Quercus brantii</i>
0.490	0.530	0.506	0.514	کیکم <i>Acer monspessulanum</i>
0.494	0.590	0.540	0.500	گلابی وحشی <i>Pyrus syriaca</i>
0.583	0.620	0.167	0.302	زالزالک <i>Crataegus atrosanguina</i>
0.612	0.630	0.263	0.199	شن <i>Lonicera nummularifolia</i>
0.482	0.590	0.346	0.333	بادام کوهی <i>Amygdalus reuteri</i>



ادامه جدول ۴.

Continued table 4.

تمایز		چیرگی		گونه‌ها
Differentiation		Dominance		Species
متراکم	تنک	متراکم	تنک	
Dense	Sparse	Dense	Sparse	
0.595	-	0.367	-	شیرخشت <i>Cotoneaster luristanica</i>
0.527	0.513	0.520	0.514	جمع کل Total

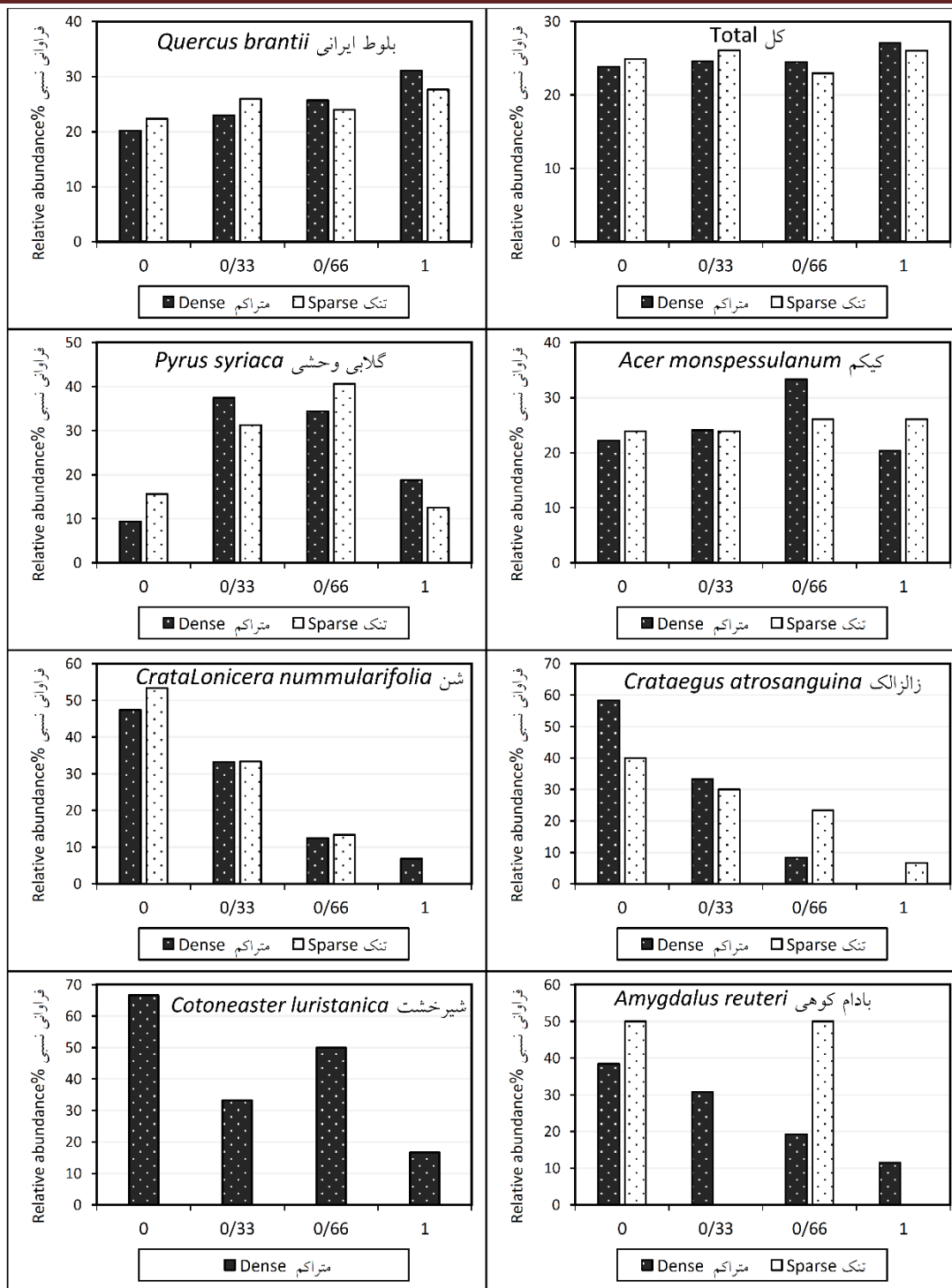
است که با نتایج پژوهش (2016) Matinkia در جنگل‌های قلعه‌گل خرم‌آباد هم‌خوانی دارد. تفاوت در تراکم توده‌ها از نظر تاج‌پوشش بیشتر از تفاوت تعداد در هکتار است. این در شرایطی است که میانگین جست در توده‌های تنک بیشتر از توده‌های متراکم است. وجود پایه‌های دانه‌زاد بیش‌تر در توده‌های متراکم، یکی از دلایل تعداد کم‌تر جست‌ها است؛ اما علت عمده تفاوت درصد تاج‌پوشش در توده‌های تنک و متراکم، علاوه بر تعداد بیش‌تر پایه‌های درختی دانه‌زاد، وجود جست‌های جوان و کم‌قطر و همچنین قطع بیش‌ازحد شاخه‌های درختان در توده‌های تنک است. بر اساس نتایج، تنوع گونه‌ای در این توده‌ها زیاد نیست اما به‌طور کلی تنوع گونه‌ای در توده‌های کم‌تر تخریب‌یافته بیشتر از توده‌های تنک است. از بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای، شاخص مارگالف بیشترین تفاوت را نشان می‌دهد (در توده‌های متراکم ۶۰ درصد بیش‌تر از توده‌های تنک است). شاخص مارگالف به حضور یا عدم حضور گونه‌ها در تمام قطعات توجه دارد؛ به این معنی که اگر گونه‌های نادر، تنها در برخی قطعات حضور داشته باشند از مقدار غنا کاسته می‌شود.

بررسی و مقایسه توزیع درختان در طبقه‌بندی شاخص‌های چیرگی و تمایز ابعاد

در شکل ۲ چگونگی توزیع گونه‌های مختلف در توده‌های تنک و متراکم بر اساس طبقات شاخص چیرگی نشان داده شده است. در این شکل، جزئیات بیشتری از وضعیت چیرگی گونه‌ها مشاهده می‌شود. در این نمودارها بلوط تنها گونه‌ای است که بیشترین فراوانی آن در طبقه ۱ قرار دارد و این بدان معنی است که نسبت به همه همسایگان خود غلبه دارد. نمودار توزیع کل گونه‌ها نیز به علت نسبت بالای گونه بلوط، مشابه نمودار این گونه است. گونه‌های کیکم و گلابی وحشی تقریباً از یک الگوی توزیع برخوردار هستند و بیشترین فراوانی آنها در طبقات میانی است. گونه‌های زالزالک، شن و بادام‌کوهی نیز یک الگوی مشابه و کم‌شونده دارند.

#### بحث

در این پژوهش ساختار توده‌های تخریب‌یافته با توده‌های کم‌تر تخریب‌یافته در جنگل‌های نوژیان خرم‌آباد مقایسه شده است. گونه غالب در هر دو توده، بلوط ایرانی است با این تفاوت که در توده‌های تنک (تخریب‌یافته) نسبت گونه بلوط ۹۰ درصد و در توده‌های متراکم (کمتر تخریب‌یافته) حدود ۸۰ درصد



شکل ۲- توزیع گونه‌ها بر اساس طبقات شاخص چیرگی در توده‌های تنک و متراکم

Figure 2. Species distribution based on classes of dominant index species in sparse and dense stands

گسترش یافته‌اند، غنا در این توده‌ها به‌طور محسوسی بیش از توده‌های تنک است. غنا و یکنواختی بیشتر در توده‌های کمتر تخریب‌یافته منجر به تنوع بیشتر این توده‌ها شده که این برتری در شاخص شانون-واینر نیز

بنابراین با توجه به اینکه در توده‌های کمتر تخریب‌یافته اغلب گونه‌ها فراوانی بیشتری دارند (که این واقعیت در مقادیر شاخص اسمیت-ویلسون نمود پیدا کرده است) و همچنین این تعداد در اغلب قطعات

ها را دشوار می‌کند. Erfani Fard و همکاران (2008)، Pourbabaei و همکاران (2012)، Farhadi و همکاران (2013) و Hosseinzadeh (2014) نیز نتایج مشابهی به دست آوردند.

بر اساس شاخص چیرگی گونه‌های بلوط ایرانی، کیکم و گلابی وحشی غالب هستند و دیگر گونه‌ها که در وضعیت مغلوب قرار دارند به ترتیب میانگین چیرگی شامل: بادام‌کوهی، زالزالک، شن در توده‌های تنک و شیرخشت، بادام‌کوهی، شن و زالزالک در توده‌های متراکم هستند. Müller و همکاران (2000) در پژوهشی در کشور آلمان بیان کردند که گونه بلوط از نظر ابعاد و گستردگی تاج نسبت به همسایه‌های خود دارای چیرگی است. همچنین Farhadi (2013) بیان کرد که گونه‌های بلوط، کیکم، زالزالک و گلابی وحشی گونه‌های غالب و گونه‌های شن و ارژن مغلوب در جنگل‌های شاخه‌زاد قلعه‌گل خرم‌آباد هستند. Hosseinzadeh (2014) نیز در پژوهشی مشابه در جنگل‌های قلعه‌گل، بیان کرد که گونه‌های بلوط و کیکم از نظر سطح تاج‌پوشش غالب هستند و گونه‌های شن، گلابی وحشی و زالزالک مغلوب هستند. آنچه از این نتایج بر می‌آید این است که در بیشتر موارد گونه‌های بلوط و کیکم غالب، گونه‌هایی مانند بادام‌کوهی و شن مغلوب و گونه‌های گلابی-وحشی و زالزالک بسته به شرایط توده و تعدادشان، در برخی توده‌ها غالب و در برخی توده‌ها مغلوب بوده‌اند (شکل ۲). شاخص تمایز بیانگر تفاوت زیاد از نظر ابعاد تاج‌پوشش در توده‌های مختلف است که البته مقدار تمایز تاج‌پوشش در توده‌های متراکم اندکی بیشتر است. در پژوهش‌های Farhadi (2013) و Hosseinzadeh (2014) نیز نتایج مشابهی به دست آمده است که با میانگین شاخص تمایز در توده‌های تنک نزدیک‌تر است. فراوانی بیشتر گونه‌هایی با ابعاد

مشاهده می‌شود. غنای گونه‌ای یکی از معیارهای اساسی تنوع منطقه‌ای بوده و زمینه‌ساز بسیاری از مدل‌های بوم‌شناختی و راهبردهای حفظ محیط‌زیست است (Ejtehadi *et al*, 2008). Rueda (2010) در پژوهشی بیان کردند که قطعه‌قطعه شدن زیستگاه، کاهش سطح جنگل‌ها و همچنین فعالیت‌های انسانی تأثیر زیادی بر غنای گونه‌ای دارد؛ بنابراین برای جلوگیری از کم‌تر شدن غنای گونه‌ای در این منطقه باید توجه بیشتری به فعالیت‌هایی انسانی از قبیل جاده‌سازی و تغییر کاربری مناطق جنگلی بشود. Karimikia (2012) ضمن مقایسه تنوع گونه‌ای در دو منطقه قلعه گل و شهنشاه در شهرستان خرم‌آباد مقدار تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی را به ترتیب با استفاده از شاخص‌های سیمپسون، مارگالف و اسمیت-ویلسون برای منطقه قلعه گل ۰/۲۹، ۰/۳۹ برآورد کرده است که با نتایج توده‌های تنک هم‌خوانی بیشتری دارد. در پژوهش مزبور از قطعات نمونه‌ای که در سطح منطقه پراکنش دارند، استفاده شده است و از آنجاکه اغلب مساحت جنگل‌های مورد بررسی دچار تخریب هستند؛ تنوع کمتری نسبت به لکه‌های کمتر تخریب یافته دارند.

در ارتباط با الگوی پراکنش درختان، هر دو شاخص میانگین جهت و زاویه یکنواخت نتایج مشابهی نشان می‌دهند. بر اساس این شاخص‌ها الگوی پراکنش اغلب گونه‌ها چه در توده‌های تنک و چه توده‌های متراکم، تصادفی است و فقط دو مورد تمایل به سمت منظم شدن در بین گونه‌ها مشاهده می‌شود. گونه بادام‌کوهی در توده‌های تنک با تمایل کم و گونه زالزالک در توده‌های متراکم با تمایل بیشتر به سمت منظم شدن میل کرده‌اند. البته این گونه‌ها تعداد پایه‌های بسیار کمی را به خود اختصاص داده‌اند که این مطلب تصمیم‌گیری در مورد الگوی پراکنش این گونه-

چرای بی‌رویه، قطع، جاده‌سازی و همچنین عوامل محیطی و فرا منطقه‌ای مانند گرمایش زمین و پدیده ریزگردها در تخریب جنگل‌ها نقش دارند. از آنجاکه شرایط فیزیوگرافی و جغرافیایی این توده‌ها مشابه هم است، می‌توان عوامل تخریب منطقه‌ای را علت اصلی تفاوت آشکار این توده‌ها دانست؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در صورت کاهش این عوامل و همچنین حفاظت و حمایت توده‌های تخریب‌یافته، وضعیت این توده‌ها به حالت مطلوب‌تر سوق داده شود.

کوچک از قبیل شن در توده‌های تراکم سبب افزایش میانگین شاخص تمایز شده است.

با توجه به مطالب بیان‌شده؛ به‌طور کلی ساختار توده‌های کمتر تخریب‌یافته از جنبه‌های مختلفی شامل: تراکم، درصد تاج‌پوشش، تنوع گونه‌ای و تنوع ابعاد در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. تراکم مطلوب پایه‌های چوبی و تاج‌پوشش آنها علاوه بر نقش کلیدی که در حفظ آب‌و‌خاک منطقه دارد، با ایجاد محیط مناسب‌تر موجب حفظ تنوع گونه‌ای در این توده‌ها شده است. عوامل متعددی شامل عوامل انسانی در منطقه مانند

## References

- Aguirre, O., G. Hui, K. V. Gadow & J. Jimenez, 2003. An analysis of forest structure using neighborhood-based variables, *Forest Ecology and Management*, 183(1-3): 137-145.
- Akhavan, R., T. Momeni Moghaddam, M. Akbarinia & S. M. Hoseini, 2017. Spatial patterns and intra specific competition of Juniper tree in different life stages using *O*-ring statistic in Layen Forests, Iran, *Forest and Wood Products*, 70(1): 111-125. In Persian.
- Alijani, V., J. Fegghi, M. Zobeiri & M. R. Marvi Mohadjer, 2012. Quantifying the spatial structure in Hyrcanian submountain forest (Case study: Gorazbon district of Kheirud Forest, Nowshahr-Iran), *Journal of Natural Environmental*, 65(1): 111-125 (In Persian).
- Alijani, V., Kh. Sagheb-Talebi & R. Akhavan, 2013. Quantifying structure of intact beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands at different development stages (Case study: Kelardasht area, Mazandaran), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(3): 396-410 (In Persian).
- Anonymous, 2003. Forest planning booklet. Forestry Dept. Lorestan University, 290 p. In Persian.
- Brockway, D. G., 1998. Forest plant diversity at local and landscape scale in the Cascade Mountains of southwestern Washington, *Forest ecology and management*, 109(1-3): 323-341.
- Dale, M. R. T., 1999. *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*, Cambridge University Press, 326 pp.
- de Albuquerque, F. S. & M. Rueda, 2010. Forest loss and fragmentation effects on woody plant species richness in Great Britain, *Forest Ecology and Management*, 260(4): 472-479.
- Ejtehad, H., A. Sepehry & H. R. Akkafi, 2008. Methods of measuring Biodiversity, Ferdowsi University press, 228 p. (In Persian).
- Erfani Fard, Y. & F. Naziri, 2017. Comparison of Ripley's *K*-, pair correlation, and *O*-ring functions in spatial pattern analysis of Christ's thorn jujube trees (*Ziziphus spina-christi*) in Fars province, *Journal of Forest and Wood Products*, 70(1): 1-9. (In Persian).
- Erfani Fard, Y., J. Fegghi, M. Zobeiri & M. Namiranian, 2008. Investigation on the Spatial Pattern of Trees in Zagros Forests, *Journal of the Iranian Natural Resources*, 60(4): 1319-1328. (In Persian).
- Farhadi, P., 2013. An analysis of Zagros forest structure using neighbourhood-based indices (Case Study: Ghalehbol forest, Khoram abad). MSc thesis. Faculty of Agriculture. University of Lorestan. Lorestan, Iran, 65 p. (In Persian).
- Farhadi, P., J. Soosani, K. Adeli & V. Alijani, 2014. Investigation of positioning and species diversity changes caused by local communities in Zagros forests (Case Study: Ghalehbol forest, Zagros, IRAN), *Journal of*

- Wood & Forest Science and Technology*, 20(4): 61-80. (In Persian).
- Farhadi, P., J. Soosani, V. Alijani & K. Adeli, 2013. Comparison of the *Quercus brantii* and *Pyrus glabra* boiss species structure in Zagros forests (Case Study: Ghaleh gol Forest, Khorramabad City, Iran), *International Journal of Biosciences*, 3(8): 210-217.
  - Gangying, H., L. Li, Z. Zhonghua & D. Puxing, 2007. Comparison of methods in analysis of the tree spatial distribution pattern, *Acta Ecologica Sinica*, 27(11): 4717-4728.
  - Hosseinzadeh, R., 2014. An analysis of Zagros forest structure using permanent plots (Case Study: Ghaleh gol forests, Khorram Abad, Iran). MSc thesis. Faculty of Agriculture. University of Lorestan. Lorestan, Iran, 55 p. (In Persian).
  - Hui, G. & A. Pommerening, 2014. Analysing tree species and size diversity patterns in multi-species Uneven-aged forests of Northern China, *Forest Ecology and Management*, 316: 125-138.
  - Islami, A., 2008. Forests and grassland of Iran (general), Haghshenad Publishing, first press, 160 p. (In Persian).
  - Karimikia, H., 2012. Spatial Pattern of Brent.s Oak (*Quercus brantii* Lindl.) And Biodiversity of Woody Species in the Middle Zagros Forests (case study: Shahanshah and Ghalegol Forests of Khorramabad). MSc thesis. Faculty of Natural Resource. University of Kurdistan. Kurdistan, Iran, 101 p. (In Persian).
  - Kint, V., N. Lust, R. Ferris & A. F. M. Olsthoorn, 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scote Pine (*Pinus Sylvestris*. L) Forests, *Forest Systems*, 9(S1): 147-163.
  - Kuehne, C., A. R. Weiskittel, S. Fraver & K. J. Puettmann, 2015. Effects of thinning-induced changes in structural heterogeneity on growth, ingrowth, and mortality in secondary coastal Douglas-fir forests, *Canadian Journal of Forest Research*, 45(11): 1448-1461.
  - Li, Y., G. Hui, H. Wang, G. Zhang & S. Ye, 2017. Selection priority for harvested trees according to stand structural indices, *iFores-Biogeosciences and Forestry*, 10(3): 561-566.
  - Margalef, M., 1958. Information theory in ecology, *General Systematics*, 3: 36-71.
  - Matinkia, N., 2016. An analysis less-damaged of Zagros forest structure using of nearest neighbor-based indices (Case Study: Ghaleh goal forests, Khorram Abad, Iran). Lorestan. 60p. (In Persian)
  - Mohammad-Dustar-Sharaf, M., SH. Mirfakhraie, M. R. Zargaran & N. Azimi, 2016. Species Diversity of Edaphic Mesostigmatid Mites (Acari: Mesostigmata) of Arasbaran Forest, *Forest Research and Development*, 2(1): 85-96.
  - Müller, S., C. Ammer & S. Nüßlein, 2000. Analyses of stand structure as a tool for silvicultural decisions (a case study in a *Quercus petraea*-*Sorbus torminalis* stand), *Forstwissenschaftliches Centralblatt vereinigt mit Tharandter forstliches Jahrbuch*, 119(1-6): 32-42.
  - Pir Bavaghar, M., 2012. Evaluation of capability of IRS-P6 satellite data for predicting quantitative attributes of forests (case study: Northern Zagros forests), *Iranian Journal of Forest*, 3(4): 277-289. (In Persian).
  - Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 75(3): 305-324.
  - Pourbabaei, H., Sh. Zandi Navgaran & M .N. Adel, 2012. Spatial Pattern of Three Oak Species in Chenare Forest of Marivan, Kordestan, *Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(3): 329-339. (In Persian).
  - Rubio-Camacho, E. A., M. A. González-Tagle, W. Himmelsbach, D. Y. Ávila-Flores, E. Alanís-Rodríguez & J. Jiménez-Pérez, 2017. Patrones de distribución espacial del arbolado en un bosque mixtode pino-encino del noreste de México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1): 113-121.
  - Smith, B. & J. B. Wilson, 1996. A consumer's guide to evenness indices, *Oikos*, 76(1): 70-82.
  - Smith, F., 1996. Biological diversity, ecosystem stability and economic development, *Ecological Economics*, 16(3): 191-203.
  - Szmyt, J., 2014. Spatial statistics in ecological analysis: from indices to functions, *Silva Fennica*, 48(1): 1-31.

## The comparison of forest structure in Oak stands with different density and mixture (Case study: Noyjian forests of Khorramabad)

F. Pirozi<sup>1</sup>, J. Soosani<sup>\*2</sup>, K. Adeli<sup>2</sup>, R. Maleknia<sup>2</sup>, H. Naghavi<sup>2</sup> and R. Hosseinzadeh<sup>1</sup>

1- PhD Student of Forestry, Forestry Dept, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, I.R. Iran.

2- Assistant professor, Forestry Department, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, I.R. Iran.

Received: 06.10.2017

Accepted: 12.12.2017

### Abstract

This study was carried out in Noyjian forests of Khorramabad, the destructed and less destructed stands were investigated in terms of three structural aspects: species diversity, spatial pattern and dimension variation have been compared. For this purpose, at first based on the available information and see the forest closely, two classes of crown dense 35% and more than 35% were bounded. Then in each of this part, 10 (one-acre) sample plots were taken with the similar physiographic conditions. According to the results, the diversity in these stands is low, but in general, the diversity in the less destructed stands is more than the sparse stands. Among the species diversity indices, the Margalef index shows the most difference. In relation to the pattern of distribution, the mean aspect and uniform angle indices show similar results based on random distribution of most species in both stands. According to the dominant index these species (*Quercus brantii*, *Acer monspessulanum* and pears) are dominant and other species are defeated. In general, the mean of the differentiation index shows a large difference between canopy coverings in different stands, which is more than that in sparse stands. According to the result, in general, the structure of less- destructed stands is in a more favorable position in different aspects. Since the physiographic conditions of these stands are similar, human factors can be considered as the main cause of the apparent difference between these stands. Therefore, it can be concluded that in the reduction of these factors, protection and support of destructed stands, the condition of this destructed stands will be more desirable.

**Keywords:** Distribution pattern, Dimensional diversity, Species diversity, Forest structure.

---

\* Corresponding author:

Email: Soosani.j@Lu.ac.ir