

بررسی تأثیر زوال بر ساختار جنگل‌های زاگرس میانی

امیر مدبری^{۱*} و جواد میرزایی^۲

- ۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲- دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۱۴

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر پدیده زوال بر روی ساختار جنگل‌های زاگرس میانی است. بدین منظور یک توده به مساحت ۳۲ هکتار واقع در جنگل‌های خرم‌آباد آماربرداری صد درصد شد. شاخص کلارک و ایوانز قبل و بعد از زوال به ترتیب ۰/۶۲ و ۰/۹۵ محاسبه شد، که نشان‌دهنده تغییر پراکنش مکانی درختان در اثر زوال از الگوی کپه‌ای به حالت تصادفی است. همچنین میانگین شاخص زاویه یکنواخت قبل و بعد از زوال به ترتیب برابر با ۰/۵۱ و ۰/۴۸ محاسبه شد که نشان‌دهنده الگوی تصادفی درختان همسایه در هر دو حالت است. میانگین شاخص آمیختگی قبل و بعد از تخریب به ترتیب برابر با ۰/۰۶ و ۰/۰۹ محاسبه شد که حاکی از افزایش بسیار اندک اختلاط است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از شاخص شانون - وینر قبل از زوال برابر با ۰/۲۱ و بعد از زوال برابر با ۰/۳۰ محاسبه شد که افزایش بسیار اندک تنوع گونه‌ای را نشان می‌دهد. شاخص اندازه مساحت تاج‌پوشش قبل زوال و بعد زوال به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۵۰ محاسبه شد که حاکی از چیره بودن درخت مرجع (درختان مرکزی گروه‌های ساختاری) نسبت به همسایه‌های خود است که این چیرگی با اثر زوال کاهش یافته است. اختلاف اندازه مساحت تاج‌پوشش نیز قبل زوال ۰/۴۸ و بعد زوال ۰/۵۶ محاسبه شد که اختلاف مساحت بین درختان مرجع و درختان همسایه با اثر زوال بیشتر شده است. نتایج به‌دست‌آمده از این شاخص‌ها می‌تواند سیمای جنگل را به مدیران و برنامه‌ریزان بشناساند و برای تعیین مقدار تغییرات به وجود آمده بر اثر فرآیندهای طبیعی در مدیریت بهینه جنگل مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: خشکیدگی، زوال، ساختار جنگل، موقعیت مکانی.

مقدمه

جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس به‌عنوان دومین منبع سلولزی تجدید پذیر کشور، به دلایل متعدد اجتماعی - اقتصادی و بوم‌شناختی از عرصه‌های کلیدی و راهبردی کشور به‌شمار می‌آیند (*Sagheb Talebi et al.*, 2004). هرچند این جنگل‌ها جایگاه چندان مهمی از نظر تولید چوب صنعتی ندارند، اما به دلیل نقش مهمی که در تنظیم آب و خاک و تعادل اکولوژیک منطقه دارند، بایستی مورد توجه و ارزیابی دقیق کمی و کیفی قرار گیرند، چراکه با تخریب بیشتر و تحول شرایط طبیعی این مناطق، امکان بازسازی آنها به‌آسانی میسر نخواهد بود (*Hosinzadeh et al.*, 2004). در بیشتر مناطق جنگل‌های زاگرس، حالت موزاییک ماندی از مراتع باز و درختان مختلف به‌ویژه درختان بلوط با زیرآشکوبی از پوشش گیاهی مختلف ایجاد شده است. چون تراکم جنگل‌های زاگرس پایین است، پیشرفت کمی در زمینه جبران این کمبود تراکم وجود دارد و همچنین اجتماعات محلی وابستگی بالایی به این جنگل‌ها برای رفع نیازهای اصلی زندگی خود دارند. با توجه به شرایط مذکور، از دید محققین و پژوهشگرها، این جنگل‌ها به‌عنوان جنگل‌های بدون ساختار شناخته شده‌اند (*Shabanian et al.*, 2013). ساختار جنگل یکی از مهم‌ترین اجزای کلیدی در تشریح اکوسیستم‌های جنگلی و تنوع زیستی است (*Kint et al.*, 2004). محققین در نظر گرفتن سه ویژگی موقعیت مکانی، تنوع آمیختگی و تنوع ابعاد درختان را در بررسی ساختار جنگل توصیه کردند (*Kint et al.*, 2000; *Aguiree*, 2003; *Pommerening*, 2006).

در سالیان اخیر، یکی از رخدادهای تلخی که در جنگل‌های زاگرس در حال رخ دادن است و هر روز بر وسعت آن افزوده می‌شود، زوال یا خشکیدگی

جنگل‌ها است و از عوامل اصلی برهم زنده ساختار توده‌ها به‌شمار می‌آید. مرگ‌ومیرهای فراوان درختان موجب خسارت‌های شدیدی به جنگل‌ها می‌شود که از تبعات آن تغییرات شدید ساختاری، کاهش کارایی و عملکرد اکوسیستم جنگل است (*Palik and Pederson*, 1996). امروزه جنگل‌های زاگرس به‌علت فشارهای ناشی از پدیده زوال به حالت مخروبه درآمده‌اند (*Modaberi and Soosani*, 2016). تراکم آنها بسیار کم، تجدید حیات طبیعی آنها به دلیل شرایط ایجادشده عملاً غیرممکن است (*Marvi mohajer*, 2005). برای برطرف کردن این مشکل و جلوگیری بیشتر از توسعه آن، اعمال مدیریتی صحیح و اصولی و برنامه‌ریزی بهینه که مبتنی بر مشارکت مردمی است، ضروری به نظر می‌رسد. به این ترتیب استمرار حیات جنگل و به‌تبع آن ساکنان منطقه و تولید پایدار امکان‌پذیر خواهد بود (*Hegazy and Kabiell*, 2007). اولین گام برای مدیریت مناسب جنگل‌ها داشتن اطلاعاتی در مورد نحوه رشد و تکامل و چگونگی ساختار طبیعی (متأثر از عوامل محیطی) است، چراکه بدون آگاهی از این عوامل و درجه حساسیت آن، این خطر وجود دارد که تعادل جنگل در اثر دخالت‌ها به‌هم بخورد (*Emborg*, 1966). یکی از مهم‌ترین ابزارها در مدیریت جنگل کمی‌سازی ساختار است که با بررسی آن، می‌توان روش رسیدن به یک ساختار مطلوب را مشخص کرد؛ به‌گونه‌ای که با استفاده از عملیات جنگل‌شناسی مناسب و شبیه‌سازی ساختارهای طبیعی در توده تحت‌مدیریت، می‌توان به حفظ تنوع زیستی، پویایی و پایایی جنگل پرداخت (*Daneshvar et al.*, 2007).

در ارتباط با زوال جنگل تاکنون پژوهش‌های زیادی انجام شده است. *Bordbar* و همکاران (2010) اثر عوامل محیطی بر گسترش و برخی خصوصیات

"۴۷° ۲۷' ۳۳° شمالی و طول جغرافیای "۱۱° ۰۶' ۴۸° تا "۲۵° ۱۳' ۴۸° شرقی که در آن زوال درختان در حد شدیدی اتفاق افتاده، انتخاب شد (شکل ۱). دامنه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه از ۱۲۵۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا بوده و شیب منطقه بین ۲ تا ۶۵ درصد متغیر بوده است. با توجه به نیمه‌کوهستانی بودن منطقه شیب متوسط آن ۲۸ درصد است. داده‌های اقلیمی در ۳۰ ساله (۱۹۸۱-۲۰۱۰) از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد) تهیه شد که طبق آن متوسط بارندگی سالانه ۴۸۵ میلی‌متر (کمینه: ۰/۱۳ میلی‌متر در تیرماه و بیشینه: ۹۲/۸ میلی‌متر در آذرماه) و متوسط دما ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد (کمینه: ۵/۱ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و بیشینه: ۲۹/۶ درجه سانتی‌گراد در مردادماه) است. از نظر اقلیمی منطقه موردنظر یک نوع آب و هوای مدیترانه‌ای با اقلیم سرد دارد. فصل خشک منطقه اغلب به ۴ ماه در سال می‌رسد.

جمع‌آوری داده

در این تحقیق پس از انجام جنگل گردشی و شناخت وضعیت جنگل‌های منطقه، محدوده‌ای به وسعت ۳۲ هکتار در منطقه خان‌کماندار به گونه‌ای انتخاب شد که از نظر فیزیوگرافی نماینده‌ای از جنگل‌های منطقه باشد. سپس با توجه به اهداف پژوهش و شاخص‌های بررسی ساختار جنگل، مشخصاتی مانند نوع گونه، فاصله و آزمون هر درخت نسبت به یک نقطه مشخص، قطر برابرینه (حد شمارش ۷/۵ سانتی‌متر) و قطر تاج‌پوشش با استفاده از آماربرداری صد درصد برداشت شدند. مساحت تاج‌پوشش از رابطه ۱ محاسبه شد. ساختار توده مورد بررسی در دو سناریو مختلف یک‌بار بدون تأثیر تخریب و بار دیگر با اثر تخریب زوال بررسی شدند. ابتدا شاخص‌های بررسی ساختار در حالتی که زوال اثر نداشت (فرض تمام درختان

کمی بلوط ایرانی را در استان فارس بررسی کردند. Hamzhepour و همکاران (2011) به بررسی مقدماتی زوال درختان بلوط ایرانی در استان فارس پرداختند. Hosseini و همکاران (2012) تأثیر زوال جنگل را بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در منطقه شلم استان ایلام بررسی کردند. Hosseini و همکاران (2014) در پژوهشی دیگر در این منطقه، خصوصیات محیط‌های رقابتی توده‌های سالم بلوط ایرانی و توده‌های متأثر از زوال را مورد بررسی قرار دادند. Mahdavi و همکاران (2015) وضعیت درختان خشکیده در جنگل‌های بیوره استان ایلام را بررسی کردند. Hosseinzadeh و همکاران (2015) به بررسی ارتباط عوامل پستی و بلندی با گسترش زوال بلوط در جنگل مله سیاه ایلام پرداختند. در پژوهشی دیگر در این منطقه Hosseinzadeh and Pourhashemi (2015) شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیده زوال بررسی نمودند. Modaberi and Soosani (2016) مقایسه توابع آماری، مناسب‌ترین مدل آماری را برای جنگل‌های سالم و زوال‌یافته معرفی کردند. ولی تاکنون پژوهشی در زمینه مقایسه ساختار اولیه جنگل‌های زاگرس میانی و تغییر ساختار آنها در اثر تخریب زوال انجام نشده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی ساختار درختان جنگل خان‌کماندار و تغییرات ساختاری آن در اثر وقوع پدیده زوال است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

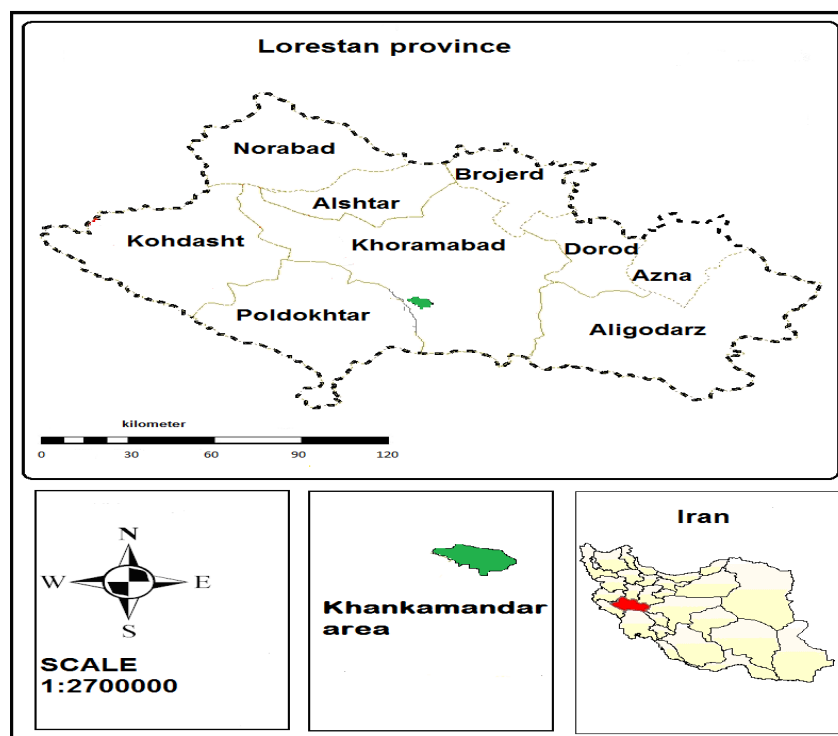
پدیده خشکیدگی در استان لرستان در حد بسیار بالایی مشاهده شده است (Modaberi and Soosani, 2016). برای انجام این تحقیق، منطقه خان‌کماندار با مساحت ۵۷۰/۶ هکتار واقع در جنوب شهرستان خرم‌آباد (استان لرستان) از عرض جغرافیایی "۲۶° ۰۳' ۳۳° تا

شاخص‌های ساختار طراحی شده است و قابلیت زیادی در استفاده از اطلاعات آماربرداری صد درصد دارد (Pommerening, 2002).

$$CC = \frac{\pi}{4} CD^2 \quad (1)$$

در این رابطه CC ، مساحت تاج‌پوشش (مترمربع)، CD ، قطر متوسط تاج‌پوشش (متر) است (Namiranian, 2007).

سالم‌اند حتی درختانی که تأثیری از زوال در آنها مشاهده شد) مورد بررسی قرار گرفتند، سپس در سناریو دوم در همان توده هر پایه‌ای که اثری از زوال در آن مشاهده شد، حذف شد و شاخص‌های ساختار در این حالت نیز بررسی شدند. سپس مقایسه بین این دو حالت انجام شد. به‌منظور محاسبه تمامی شاخص‌های به‌کار رفته در این پژوهش از نرم‌افزار Crancod 1.3 استفاده شد. این نرم‌افزار برای آنالیز و بررسی



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی عرصه مورد بررسی در استان لرستان

Figure 1. Geographical location of the studied site in Lorestan province

درختان به‌طور تصادفی پراکنده شده باشند (r_E) مورد مقایسه قرار می‌گیرد (رابطه ۲).

$$CE = \frac{r_A}{r_E} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{0.5 \sqrt{\left(\frac{A}{N} + 0.0514 \cdot \frac{P}{N} + 0.041 \cdot \frac{P}{N^{3/2}}\right)}} \quad (2)$$

در رابطه فوق، r_i عبارت است از فاصله بین درخت i و نزدیک‌ترین همسایه‌اش به متر؛ N نشان‌دهنده تعداد کل درختان در داخل قطعه نمونه؛ A سطح

شاخص‌های مورد استفاده

۱- شاخص کلارک و اوانز

از این شاخص برای تعیین مقدار انحرافی که یک توده جنگلی از جنگل با توزیع پواسون (جنگلی با توزیع تصادفی) دارد استفاده می‌شود. در این شاخص میانگین فاصله بین یک درخت و نزدیک‌ترین همسایه آن (r_A) با میانگین مورد انتظار در صورتی که موقعیت

به‌منظور بررسی نحوهٔ چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر از شاخص آمیختگی استفاده شد. مقدار شاخص آمیختگی از رابطهٔ ۵ قابل محاسبه است:

$$DM_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij} \quad v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow \text{گونه } i \neq \text{گونه } j \\ 0 \rightarrow \text{گونه } i = \text{گونه } j \end{cases} \quad (5)$$

در رابطه فوق، i درخت مرجع (درختی که در مرکز گروه ساختاری قرار می‌گیرد) و j درختان همسایه است. V_{ij} ، تشابه بین درخت مرجع و همسایه‌ها است، اگر درخت مرجع با همسایه از نظر گونه یکی باشد ارزش صفر و اگر متفاوت باشد ارزش یک می‌گیرد. با توجه به فراوانی نسبی و موقعیت قرارگیری گونه‌ها نسبت به یکدیگر این شاخص دارای ارزشی بین صفر تا یک است (Pommerening, 2002; Kint et al., 2004).

۴- شاخص شانون

این شاخص در تحقیقات مختلف معمولاً به‌طور مکمل با شاخص آمیختگی در بررسی تنوع گونه‌ای به کار می‌رود و از رابطه ۶ قابل محاسبه است.

$$H' = - \sum_{i=1}^n (P_i) (\ln P_i) \quad (6)$$

که در آن n تعداد گونه‌های موجود در منطقه مورد بررسی؛ P_i نسبت فراوانی افراد یک گونه نسبت به کل درختان و H' مقدار شاخص شانون است که می‌تواند بین صفر تا پنج متغیر باشد. هرچه قدر ارزش آن از صفر به پنج میل کند حاکی از تنوع گونه‌ای بیشتری است (Bakus, 2004).

۵- شاخص فاصله تا همسایه‌ها

بیشتر شاخص‌های به کار رفته در این تحقیق، بدون در نظر گرفتن فواصل بین درختان به کمی‌سازی ساختار مکانی جنگل می‌پردازند؛ بنابراین، این شاخص‌ها در تشریح اختلاف بین جنگل‌هایی که دارای ساختار یکسان ولی با تراکم متفاوت هستند ناتوان می‌باشند. در این تحقیق به‌منظور برطرف کردن این مشکل از

قطعه‌نمونه به مترمربع و P محیط قطعه‌نمونه به متر است. زمانی که در جنگل مورد بررسی پراکنش درختان از الگوی تصادفی پیروی کند، مقدار CE برابر با یک می‌شود. درحالی‌که CE کمتر از یک؛ نشان‌دهندهٔ الگوی کپه‌ای و مقدار CE بیشتر از یک بیان‌کنندهٔ موقعیت منظم درختان است (Kint et al., 2000).

۲- شاخص زاویه یکنواخت

این شاخص به بررسی درجهٔ منظم بودن موقعیت مکانی درخت مرجع نسبت به سه همسایه اطراف خود می‌پردازد. اساس کار این شاخص بر مبنای مقایسهٔ زاویهٔ بین درختان همسایه (α_j) نسبت به زاویه استاندارد (α_0) است (Pommerening, 2002). مقادیر زاویهٔ استاندارد (α_0) و شاخص زاویه یکنواخت (W_i) برای یک گروه ساختاری به ترتیب از روابط ۳ و ۴ قابل محاسبه است. در این پژوهش بر اساس پیشنهاد دیگر محققین در منطقه زاگرس از سه همسایه استفاده شد (Farhadi et al., 2014).

$$\alpha_0 = \frac{360}{\text{number of neighbour} + 1} \quad (3)$$

در این رابطه Number of neighbor تعداد همسایه‌ها است.

$$W_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij} \quad v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow \alpha_j < \alpha_0 \\ 0 \rightarrow \alpha_j \geq \alpha_0 \end{cases} \quad (4)$$

V_{ij} ، زاویه اندازه‌گیری شده اگر از زاویه استاندارد کوچک‌تر باشد ارزش یک و اگر بزرگ‌تر باشد صفر می‌شود. مقدار این شاخص بین صفر تا یک متغیر است. ارزش پایین \bar{W}_i نشان‌دهندهٔ وضعیت منظم درختان است درحالی‌که در درختان با توزیع کپه‌ای این ارزش به سمت یک میل می‌کند (Kint et al., 2004).

۳- شاخص آمیختگی

مقدار این شاخص می‌تواند بین صفر و یک متغیر باشد. زمانی که درختان همسایه دارای اختلاف کمی باشند این شاخص به سمت صفر میل می‌کند درحالی‌که اگر یک ناهمگنی زیاد در میان درختان همسایه مشاهده شود ارزش این شاخص به سمت یک پیش می‌رود (Kint et al., 2000).

نتایج

در توده مورد بررسی تعداد ۶۸۲۵ پایه درختی ثبت شدند و با اثر پدیده زوال تعداد آنها به مقدار ۴۶۷۲ کاهش یافت. تعداد در هکتار بدون اثر زوال ۱۹۵ پایه چوبی و با اثر زوال ۱۴۶ پایه چوبی است. ۹۸ درصد گونه‌های مورد بررسی از گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) بودند و تنها دو درصد درختان را گونه‌های *Pistacia atlantica*، شن (*Lonicera nummularifolia*) و بادام زاگرسی (*Amygdalus hussknechtii*) تشکیل می‌دهند. بیشترین اثر زوال روی گونه بلوط ایرانی بوده که ۳۱/۵۰ درصد خشکیدگی داشتند و تنها ۰/۰۴ درصد خشکیدگی مربوط به پایه بنه بود. در دیگر گونه‌ها اثری از زوال مشاهده نشد. همچنین در جدول‌های ۱ و ۲ مشخصات کمی کل درختان موجود در محدوده بدون اثر زوال و با اثر زوال آورده شده است.

شاخص فاصله تا همسایه‌ها استفاده شده است. در رابطه ۷ نحوه محاسبه این شاخص برای یک گروه ساختاری نشان داده شده است.

$$D_i = \frac{1}{3} \times \sum_{j=1}^3 S_{ij} \quad \text{رابطه (۷)}$$

در این رابطه، S_{ij} فاصله بین درخت مرجع تا j مین همسایه آن است. همچنین با میانگین گرفتن از ارزش‌های این شاخص برای تمامی گروه‌های ساختاری می‌توان مقدار میانگین این شاخص را برای کل جنگل مورد بررسی به دست آورد (Ruprecht et al., 2010).

۶- شاخص اندازه مساحت تاج پوشش

این شاخص ابعاد نسبی یک گونه خاص را نسبت به دیگر گونه‌ها مورد ارزیابی قرار می‌دهد، مقدار این شاخص از رابطه ۸ قابل محاسبه است:

$$TD_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij} \quad v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow CC_i \geq CC_j \\ 0 \rightarrow CC_i < CC_j \end{cases} \quad \text{رابطه (۸)}$$

زمانی که ابعاد درخت مرجع نسبت به سه همسایه خود بزرگ‌تر و یا مساوی باشد، ارزش این شاخص برابر با یک است؛ درحالی‌که اگر ابعاد درخت مرجع نسبت به همسایگان خود کوچک‌تر باشد ارزش این شاخص به سمت صفر میل می‌کند (Kint et al., 2004).

۷- شاخص اختلاف مساحت تاج پوشش

این شاخص که بر اساس اختلاف مساحت تاج پوشش درختان همسایه محاسبه می‌شود به بررسی توزیع ابعاد درختان نسبت به یکدیگر می‌پردازد. برای درخت مرجع i و سه همسایه آن ($j=1, 2, 3$) این شاخص از رابطه ۹ قابل محاسبه است.

$$T_{ij} = 1 - \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \frac{\min(CC_i, CC_j)}{\max(CC_i, CC_j)} \quad \text{رابطه (۹)}$$

جدول ۱- مشخصات کمی کل درختان موجود در محدوده مورد بررسی بدون اثر زوال

Table 1. Quantitative attributes of total existing trees without effect of decline in the study area

درصد تاج- پوشش Percent of canopy cover	میانگین سطح تاج- پوشش (مترمربع) Mean canopy cover area (m ²)	حداکثر سطح تاج- پوشش (مترمربع) Maximum canopy cover area (m ²)	حداقل سطح تاج- پوشش (مترمربع) Minimum canopy cover area (m ²)	تعداد درخت در هکتار number of trees per hectare	مشخصه Attribute
42.71	26.47	179.84	0.42	195.56	مقدار Amount

جدول ۲- مشخصات کمی کل درختان موجود در محدوده مورد بررسی با اثر زوال

Table 2. Quantitative attributes of total existing trees with effect of decline in the study area

درصد تاج- پوشش Percent of canopy cover	میانگین سطح تاج- پوشش (مترمربع) Mean canopy cover area (m ²)	حداکثر سطح تاج- پوشش (مترمربع) Maximum canopy cover area (m ²)	حداقل سطح تاج- پوشش (مترمربع) Minimum canopy cover area (m ²)	تعداد درخت در هکتار Number of trees per hectare	مشخصه Attribute
37.11	22.67	179.84	0.42	146.2	مقدار Amount

مناطق مورد بررسی به کار رفته است، بدون اثر زوال ۰/۰۶ و با اثر زوال ۰/۰۹ محاسبه شد. همچنین نتایج به دست آمده از شاخص شانون برای منطقه خان‌کماندار محاسبه شد، ارزش این شاخص بدون اثر زوال و با اثر زوال به ترتیب برابر ۰/۲۱ و ۰/۳۰ به دست آمد. مقدار میانگین شاخص اندازه مساحت تاج پوشش برای کل درختان قبل از تأثیر زوال برابر با ۰/۷۱ محاسبه شد، برای بعد از تأثیر زوال مقدار آن ۰/۵۰ محاسبه شد. شاخص اختلاف مساحت تاج پوشش این شاخص برای قبل از تأثیر زوال برابر با ۰/۴۸ محاسبه شد که نشان دهنده اختلاف آشکار درختان خان‌کماندار از نظر مساحت تاج پوشش است و با تأثیر زوال مقدار این اختلاف شدیدتر و ارزش عددی آن ۰/۵۶ شد (جدول ۳).

نتایج به دست آمده از شاخص فاصله تا همسایه‌ها نشان می‌دهد که میانگین فاصله بین درختان همسایه اول، دوم و سوم نسبت به درختان مرجع برای منطقه بدون اثر زوال به ترتیب ۲/۱۶، ۲/۹۳ و ۳/۹۷ متر و با اثر زوال به ترتیب برابر ۳/۸۸، ۴/۰۹ و ۴/۱۹ متر افزایش یافته است. ارزش شاخص کلارک و ایوانز در منطقه بدون اثر زوال و با اثر آن برابر با ۰/۶۲ و ۰/۹۵ محاسبه شد که نمایانگر الگوی کپه‌ای قبل اثر و تصادفی بعد از تأثیر پدیده زوال است. نتایج به دست آمده از شاخص زاویه یکنواخت که در این پژوهش به طور مکمل با شاخص کلارک و ایوانز به بررسی الگوی مکانی درختان می‌پردازد، بدون اثر زوال ۰/۵۱ و با اثر زوال ۰/۴۸ محاسبه شد. این شاخص نمایانگر الگوی تصادفی در هر دو مرحله است. نتایج شاخص آمیختگی که به منظور اختلاط گونه‌ای در

جدول ۳- میانگین شاخص‌های مورد بررسی

Table 3. The average of studied indicators

شاخص	بدون اثر زوال	با اثر زوال
Indicator	Without effect of decline	With effect of decline
فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه (متر) Distance of nearest neighbor (m)	3.02	4.05
کلارک و ایوانز Clark and Evans	0.62	0.95
زاویه یکنواخت Uniform angle	0.51	0.48
آمیختگی Mingling	0.06	0.09
شانون-وینر Shannon-Wiener	0.21	0.30
اندازه مساحت تاج پوشش Crown canopy dominance	0.71	0.50
اختلاف مساحت تاج پوشش Crown canopy differentiation	0.48	0.56

بحث

(Brasier and Scott, 1994)، در این رابطه می‌توان به پژوهش Fangliang و همکاران (1997)، اشاره کرد که در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که با پیشرفت توالی، الگوی پراکنش توده از کپه‌ای به سمت تصادفی سوق پیدا می‌کند. در گونه‌هایی که عمده زادآوری آنها توسط بذر شکل می‌گیرد، الگوی مکانی آتی با نحوه پراکنش بذر ارتباط مستقیمی دارد (Erfanifard *et al.*, 2008). (Hegazy and Kabieli 2007) و Hassani (2010) and Amani در تحقیقات خود زادآوری درختان بلوط را کپه‌ای معرفی کردند و علت این الگو را در بذرهای سنگین این گونه دانستند. Makana and Hibbs (1999) و Getzin و همکاران (2006) در بررسی‌های خود بیان کردند که خالص بودن توده جنگلی و کاهش تعداد در اثر رقابت درون‌گونه‌ای و تخریب است که سبب ایجاد الگوی تصادفی می‌شود. یکی از دلایل به‌دست آمدن الگوی تصادفی برای این جنگل‌ها، می‌تواند افزایش فاصله بین پایه‌ها باشد (Kiani *et al.*, 2013). با افزایش فاصله بین پایه‌های

نتایج به‌دست‌آمده از شاخص فاصله تا همسایه‌ها در عرصه‌های مورد بررسی به‌خوبی نشان‌دهنده کاهش تراکم درختان و افزایش فاصله پایه‌ها از یکدیگر در مرحله بعد از زوال است. Farhadi و همکاران (2014) پژوهشی با عنوان بررسی تغییرات موقعیت مکانی و تنوع گونه‌ای جنگل‌های زاگرس بر اثر تخریب ساکنین منطقه در قلعه گل استان لرستان داشتند؛ نتایج پژوهش‌های نامبرده حاکی از ارتباط معنی‌دار قوی بین تخریب ساکنین منطقه و افزایش فاصله و تراکم درختان بوده است. این موضوع با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. پدیده زوال تأثیری مانند تخریب جوامع محلی در کاهش تراکم درختان و افزایش فاصله آنها دارد. نتایج شاخص کلارک و ایوانز نشان داد که الگوی پراکنش درختان قبل از اثر زوال کپه‌ای است و با اثر زوال به سمت تصادفی میل می‌کند. نظر به اینکه یکی از فرضیه‌های مطرح‌شده در ارتباط با علت پیدایش زوال توالی درختان است

درخت مرجع نسبت به قبل از اثر زوال است. Farhadi و همکاران (2014) نیز در بررسی ساختار جنگل‌های قلعه‌گل به نتایجی مشابه دست یافتند و بیان کردند که بلوط از نظر مساحت تاج‌پوشش نسبت به دیگر گونه‌ها چیرگی نسبی دارد. تغییر در ارزش-های این شاخص پس از وقوع پدیده زوال نشان از کاهش غالبیت گونه چیره (بلوط ایرانی) دارد. در نهایت با به‌کارگرفتن شاخص اختلاف سطح تاج‌پوشش، اختلاف زیادی در اثر وقوع پدیده زوال مشاهده شد. ارزش این شاخص برای منطقه قبل از اثر پدیده زوال ۰/۴۸ است که نشان‌دهنده اختلاف آشکار درخت مرجع نسبت به همسایه‌ها است. بدین معنی که اندازه متوسط درخت مرجع نسبت به همسایه‌های خود ۴۰ تا ۶۰ درصد بزرگ‌تر است. این شاخص با اثر زوال به مقدار ۰/۵۶ تغییر پیدا کرد که نشان‌دهنده اختلاف زیاد درخت مرجع نسبت به همسایه‌های است. بدین معنی که اندازه متوسط درخت مرجع نسبت به همسایه‌های خود بین ۶۰ تا ۸۰ درصد بزرگ‌تر است.

نتیجه‌گیری

با توجه به مباحث مطرح‌شده، زوال جنگل سبب تغییر ساختار جنگل از جنبه مکانی، تنوع گونه‌ای و تنوع ابعاد درختان توده می‌شود که به احتمال زیاد توالی پس رونده‌ای را در پیش خواهند داشت. نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌های مشابه می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان کمک کند تا با در نظر گرفتن ساختار توده در حالت بدون عوامل تخریب‌زا از طریق علم پرورش جنگل ساختار این جنگل‌ها را التیام بخشند و از تخریب بیشتر آنها جلوگیری نمایند.

درختی الگوی پراکنش می‌تواند از حالت کپه‌ای به سمت تصادفی و یکنواخت پیش رود (Nouri *et al.*, 2013). Pommerining (2002) بیان کرد که آمیختگی گونه‌ای تحت تأثیر موقعیت مکانی درختان قرار دارد. گونه‌هایی که دارای الگوی کپه‌ای هستند، به‌طورمعمول آمیختگی کمی دارند. با در نظر گرفتن این موضوع بعد از اثر زوال ارزش عددی شاخص آمیختگی افزایش یافته است؛ پس انتظار تغییر الگوی مکانی دور از انتظار نیست. Amiri و همکاران (2008) بیان کردند که بهره‌برداری از جنگل و دیگر بلایای طبیعی در جنگل‌های خزان‌کننده پهن‌برگ سبب تغییر ترکیب نسبی گونه‌های درختی و تأثیر شدید بر تنوع گونه‌ای درختان شود. نتایج شاخص شانون حاکی از افزایش تنوع گونه‌ای بعد از اثر زوال است که با نتایج پژوهش‌های Hughes and Byrnes (2007) در رابطه با آشفستگی هم‌خوانی ندارد؛ نامبرده رابطه تنوع گونه‌ای و آشفستگی را یک رابطه دوسویه و دوره‌ای معرفی کرده است؛ به این ترتیب که آشفستگی سبب کاهش تنوع گونه‌ای شده و موجب تغییر در پاسخ آن جامعه به آشفستگی‌های بعدی می‌شود. Farhadi و همکاران (2014) با محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و آمیختگی، مشاهده کردند که اندازه آمیختگی گونه‌ای و تنوع گونه‌ای نسبت به حالت قبل از تخریب افزایش یافته‌اند. شاخص‌های تنوع ابعاد نیز با تغییراتی همراه بودند. شاخص اندازه مساحت تاج‌پوشش با میانگین ۰/۷۱ برای توده قبل از اثر زوال، حاکی از آن است که درختان منطقه مورد بررسی به‌طورکلی از نظر مشخصه سطح تاج‌پوشش در وضعیت غالب قرار دارند و بیشتر درختان همسایه کوچک‌تر از درختان مرجع هستند. این شاخص بعد از اثر زوال ۰/۵۰ به دست آمد که حاکی از کوچک شدن

References

- Amiri, M., D. Dargahi, H. Habashi, D. Azadfar & N. Solymani, 2008. Comparison of regeneration density and species diversity in managed and natural stands of Loveh Oak Forest, *Journal of agricultural sciences and natural resources*, 15(6): 44-53. (In Persian)
- Bakus, G. J., 2004. Quantitative analysis of mapping biological communities, *John Wiley press*, 435 p.
- Brasier, C. M. & J. Scott, 1994. European oak declines and global warming: A theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*, *EPPO Bulletin*, 24(1): 221-232.
- Bordbar, K., KH. Sagheb-Talebi, M. Hamzhepour, L. Joukar, M. Pakparvar & A. R. Abbasi, 2010. Impact of environmental factors on distribution and some quantitative characteristics of Manna Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Fars province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 390-404. (In Persian)
- Daneshvar, A., R. Rahmani & H. Habashi, 2007. The heterogeneity of structure in mixed beech forest (case study shastkalateh, Gorgan), *Journal of Agriculture Science and Natural Resource*, 14(4): 20-31. (In Persian)
- Emborg, J., 1996. The structure, dynamics and light conditions of Suscrup Skov, seminatural a temperate deciduous forest in Denmark. Ph.D. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen, 124 p.
- Erfanifard, Y., J. Fegghi, M. Zobeiri & M. Namiranian. 2008. Spatial pattern analysis in Persian oak (*Quercus brantii* var. *persica*) forests on B&W aerial photographs, *Environmental Monitoring and Assessment*, 150(1): 251-259.
- Fangliang, H., L. Pierre & V. L. Jamse, 1997. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest, *Journal of Vegetation Science*, 8(1): 105-114.
- 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: Ghalehghol forest, Zagros, IRAN), *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 20(4): 61-80. (In Persian)
- Hughes, A. R. & J. E. Byrnes, 2007. Reciprocal relationships and potential feedbacks between biodiversity and disturbance, *Ecology Letters*, 10(9): 849-864.
- Getzin, S., C. Dean, F. He, J. Trofymow, K. Wiegand & T. Wiegand, 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island, *Ecography*, 29(1): 671-682.
- Hamzhepour, M., H. Kia-daliri & k. Bordbar, 2011. Preliminary study of manna oak (*Quercus brantii* Lindl.) tree decline in Dashte-Barm of Kazeroon, Fars province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(2): 352-363. (In Persian)
- Hassani, M. & M. Amani, 2010. Investigation on some qualitative and quantitative characteristics of oriental beech in the optimal phase (Case study: Sangdeh, Caspian forests of Iran), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(1): 134-148. (In Persian)
- Hosinzadeh, J., M. Namiramiranian, M. Marvi Mohajer & GH. A. D. Zahedi Amiri, 2004. Structure of Less degraded oak forests in Ilam province (southwest Iran), *Iranian Journal of Natural Resources Iran*, 57(1): 75-90. (In Persian)
- Hosseinzadeh, J., A. Aazami & M. Mohammadpour, 2015. Influence of topography on Brant's oak decline in Meleh-Siah Forest, Ilam Province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1): 190-197. (In Persian)
- Hosseinzadeh, J. & M. Pourhashemi, 2015. An investigation on the relationship between crown indices and the severity of oak forests decline in Ilam, *Iranian Journal of Forest*, 7(1): 57-66. (In Persian)
- Hosseini, A., S. M. Hosseini, A. Rahmani & D. Azadfar, 2012. Effect of tree mortality on structure of Brant's oak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(4): 565-577. (In Persian)
- Hosseini, A., S. M. Hosseini, A. Rahmani & D. Azadfar, 2014. Comparison between two oak stands (healthy and affected by oak decline) in respect to characteristics of competitive environments at Ilam province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(4): 606-616. (In Persian)
- Hegazy, A. K. & H. F. Kabiell, 2007. Significance of microhabitat heterogeneity in the spatial pattern and size-class structure of *Anastatica hierochuntica* L., *Acta Oecologica*, 3(1): 332-342.

- Kiani, B., A. Fallah, M. Tabari, S. M. Hosseini & M. H. Iran-Nejad Parizi, 2013. Comparing Distance-based and Quadratic based Methods to Identify Spatial Pattern of Saxaul *Haloxylon ammodendron* C.A.Mey (Siah-Kooh Region, Yazd Province), *Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(4): 475-486. (In Persian)
- Kint, V., N. Lust, R. Ferris & A. F. M. Olsthoorn, 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots Pine (*Pinus Sylvestris L.*) forests, *Forest Systems*, 9(S1): 147-163.
- Kint, V., D. Wulf Robert & L. Noel, 2004. Evaluation of sampling methods for the estimation of structural indices in forest stands, *Ecological Modeling*, 180(4): 461-476.
- Mahdavi, A., J. Mirzaei & O. Karami, 2015. The status of dead standing trees in Zagros forest (Case study: Bioreh Forests in Ilam Province), *Forest sustainable development*, 1(4): 329-340. (In Persian)
- Makana, J. M. & D. E. Hibbs, 1999. Forest structure, species diversity and spatial patterns in monodominant stands in Ilturi Forest. M.Sc. thesis of Forest science. Oregon State University. Democratic Republic of Congo, 118 p.
- Marvi mohajer, M. R., 2005. Silviculture, University of Tehran Press, Tehran, 387 p.
- Modaberi, A. & J. Soosani, 2016. Dynamic assessment of changes in the statistical distribution of the canopy in the central Zagros forests with impact of the decline (Case study: Dadabad- Lorestan), *Forest research and development*, 2(1): 73-83. (In Persian)
- Namiranian, M., 2007. Measurement of tree and forest biometry, University of Tehran Press, Tehran, 620 p. (In Persian)
- Nouri, Z., M. Zobeiri, J. Feghhi & M.R. Marvie Mohadjer, 2013. An Investigation on the Forest Structure and Trees Spatial Pattern in *Fagus orientalis* Stands of Hyrcanian Forests of Iran (Case Study: Gorazbon District of Kheyroud Forest), *Journal of natural environment*, 66(1): 113-125. (In Persian)
- Palik, B. J. & N. Pederson, 1996. Overstory mortality and canopy disturbances in longleaf pine ecosystems, *Canadian Journal of Forest Research*, 26(11): 2035-2047.
- Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures, *Forestry*, 75(3): 305-324.
- Pommerening, A., 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis, *Forest Ecology and Management*, 224(1): 266-277.
- Ruprecht, H., A. Dhar, B. Aigner, G. Oitzinger, K. Raphael & H. Vacik, 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus bacata L.*) populations, *European Journal of Forest Research*, 129(2): 189-198.
- Sagheb Talebi, Kh., T. Sajedi & F. Yazdani, 2004. A look at the forests of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 56 p. (In Persian)
- Shabani, N., S. Sohili & M. Haidari, 2013. Tree spatial patterns in the Zagros forests (Case study: Kurdistan forests; western part of Iran), *European Journal of Experimental Biology*, 3(3): 121-125.

Study of decline effect on structure of central Zagros forests

A. Modaberi*¹ and J. Mirzaei²

1- Ph.D. student of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, I.R. Iran.

2- Associate Professor, Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, I.R. Iran.

Received: 04.11.2016

Accepted: 04.02.2017

Abstract

The aim of this study is to evaluate the effect of decline on the structure of central Zagros forests. For this purpose, an area of about 32 hectares located in Khoramabad forest was inventoried using full calipering method. The values of Clark and Evans index were calculated 0.62 and 0.95 for before and after the decline respectively. These values showed a change from cluster positioning to random pattern with effect of decline in spatial distribution of trees. Also, the result of uniform angle index were calculated 0.51 and 0.48 for before and after the decline respectively that showed the random arrangement of nearest neighbors in both situation. The mean value of mingling index was calculated 0.06 and 0.09 for before and after degradation respectively which represents a slight increase in mixture. Also, the results of the Shannon-Wiener index, was 0.21 for before decline and 0.30 after decline that showed a slight increase in species diversity. The canopy area size index was calculated 0.71 and 0.50 respectively before and after the decline indicating that being dominant of the reference trees (Trees of center structure groups) than their neighbors. This dominance has been decreased by decline effect. Size difference of canopy area index calculated 0.48 and 0.56 respectively before and after the decline that the area difference between s reference trees and neighbor trees has been increased with influence of decline. The results of these indices can reveal forest figure to managers and planners which could be used to determine of created changes caused by natural processes in optimized management of forest.

Keywords: Dieback, Decline, Forest structure, Location.

* Corresponding author:

Email: modaberi.amir@yahoo.com