دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله کوتاه"

ارزیابی مکانی ویژگی‌های ساختاری جنگل در جنگل‌های زاگرس (جنگل‌های گهواره، کرمانشاه)

زهرا احمدیان[۱]، شایسته غلامی[۲]، احسان صیاد[۳] و مجتبی تاسه[۴]

۱ و ۳ – دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۲– استادیار، دانشگاه رازی، کرمانشاه، (نویسنده مسوول: Shaiestegholami@gmail.com)
۴– کارشناس ارشد اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان دالاهو، کرمانشاه
تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۱۹

چکیده

بررسی ساختار توده‌های جنگلی و ارزیابی ساختار مکانی آنها از ضروریات مدیریتی اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشند. پژوهش پیش رو با هدف ارزیابی ویژگی‌های ساختاری جنگل و الگوی توزیع مکانی آنها در جنگل‌های استان کرمانشاه انجام شد. با استفاده از یک شبکه آماربرداری به ابعاد ۵۰ متر× ۵۰ متر و به صورت منظم تصادفی، تعداد ۲۵ پلات (۴۰۰ متر مربعی) برداشت گردیدند. سپس ویژگی‌های مهم ساختاری درختان شامل گونه، مبدأ (دانه زاد یا شاخه زاد)، تعداد جست در هر جست گروه، قطر برابر سینه، ارتفاع و دو قطر بزرگ و کوچک تاج اندازه‌گیری شدند. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده، سطح و قطر تاج نیز محاسبه گردیدند. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین ارتفاع درختان حدود ۳ متر، قطر ۷ سانتی‌متر و سطح تاج ۳/٤ مترمربع است. سطح تاج پوشش در پلات، ۱۸ درصد بودکه تاج پوشش باز در منطقه را نشان می‌دهد. بررسی الگوهای مکانی نشان داد که متغیرهای مورد بررسی دارای ساختار مکانی مشخص با دامنه‌های بزرگ بودند که دلالت بر ساختار مکانی گسترده، پراکنش یکنواخت و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر متغیر مورد نظر دارد. با مطالعه الگوی مکانی ویژگی‌های ساختاری جنگل و اطلاع از دامنه توزیع آنها، می‌توان راهکارهای مناسب جهت مدیریت صحیح این جنگل‌ها ارائه نمود و در جهت مدیریت پایدار و اصولی گام برداشت.

واژه‌های کلیدی: توزیع مکانی، واریوگرام، جست گروه، ساختار جنگل، واریوگرام دوجانبه

مقدمه

جنگل‌ها از جمله منابع طبیعی مهم تجدید شونده جهان هستند (۵). جنگل‌ها منافع بسیار زیادی از جهت اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای بشر تامین می‌کنند که هر کدام می‌توانند به عنوان بخشی از خدمات اکوسیستم جنگل، پشتوانه‌ای برای هر کشور محسوب شوند (۱۱) که جنگل‌های زاگرس جزو مهمترین بومسازگانهای جنگلی کشور به لحاظ بومشناختی و اقتصادی هستند

در طی فرآیند مدیریت جنگل، بررسی ساختار توده‌های جنگلی به منظور برآورد وضعیت فعلی و طراحی برنامه‌های آینده اهمیت فراوانی دارد. تعیین ویژگی‌های ساختاری توده‌های جنگلی برای بررسی روند تحولات توده، برنامه ریزی جنگل‌شناسی مانند عملیات پرورشی و برنامه‌ریزی عملیات احیایی الزامیست. مفهوم ساختار توده توسط پژوهشگران مختلف به روش‌های متفاوتی تعریف و تفسیر شده است. برخی از جنگل‌شناسان معتقدند ساختار توده اشاره به پراکنش طبقه‌های قطری یا سنی و همچنین پراکنش طبقه‌های تاج دارد. جنگل‌شناسان دیگر نیز معتقدند واژه ساختار توده بیانگر فرم, ترکیب و اشکوب‌بندی توده، ترکیب سنی و نحوه پراکنش درختان در طبقات شاخص‌های زیست سنجی است و برخی از پژوهشگران ضمن تایید نظریات فوق، اشاره نموده‌اند که واژه ساختار توده مفهوم گسترده‌تری داشته و به معنی قانون‌مندی شاخص‌های کمی و کیفی توده است (۳۱). بدین منظور بررسی ساختار عمودی و افقی جنگل برای درک بهتر شرایط اکولوژیکی و مهیاسازی اطلاعات موردنیاز در مدیریت جنگل انجام می‌شود (۳۲). پتریتان و همکاران (۳۱) در جنگل‌های رومانی به مطالعه الگوی ساختاری و پویایی جنگل‌ها و تاثیر ترکیب گونه‌ها پرداختند. آنها پارامترهای قطر برابر سینه و ارتفاع را مورد بررسی قرار دادند. ژانگ و همکاران (۴۱) در مطالعه‌ای به بررسی ساختار جنگل پرداخته و قطر، ارتفاع و تنوع گونه‌ای درختان را ارزیابی کردند.

به طور کلی به منظور بررسی ساختار جنگل سه جنبه موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای، آمیختگی و تنوع ابعاد درختان در نظر گرفته می‌شود (۲۳) بطوری که در اکوسیستم‌های جنگلی واژه ساختار، چیدمان فضایی یکسری از ویژگی‌های درختان از جمله سن درخت، ابعاد، گونه، جنسیت و غیره را مورد بررسی قرار می‌دهد (۱۲). مشخصه‌های مختلف ساختاری در جنگل‌های زاگرس عبارتند از: گونه، مبدا درختان (دانه‌زاد یا شاخه‌زاد)، تعداد جست در هر جست گروه، قطر جست و قطر کوچک و بزرگ تاج (۳۱). در همین راستا توصیف کمی ساختار جنگل یکی از مناسب‌ترین ابزارها در مدیریت نوین جنگل در زاگرس در نظر گرفته می‌شود (۲۵). ساختار جنگل می‌تواند به عنوان یک الگو برای تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم نیز در نظر گرفته شود. از این رو مطالعه ساختار می‌تواند به درک گذشته، عملکرد وآینده اکوسیستم

جنگل کمک کند (۱۶،۳۶). دانشی که برای بررسی پویایی جنگل ضروری است بایستی بر اساس تقلید از محدوده‌های طبیعی و تاثیرپذیری از ویژگی‌های ساختاری اکوسیستم‌های جنگلی به وجود آمده باشد (۲۶).

همچنین مطالعه الگوی مکانی یکی از جنبه‌های مهم بررسی ساختار جنگل و از مقدمات و ضروریات اندازه‌گیری و بررسی پوشش گیاهی در هر منطقه می‌باشد (۲۷). در بوم‌شناسی، الگوی پراکنش مکانی به پراکنش جغرافیایی افراد یا چگونگی موقعیت استقرار آنها، گفته می‌شود (۱۵) که می‌تواند در شرایط مختلف، متفاوت باشد (۲۸). شناخت الگوی مکانی درختان جنگلی، هم در طراحی الگوی مدیریتی مناسب برای حفاظت و احیای توده‌های جنگلی نقش مؤثری دارد هم برای درک روابط متقابل سایر موجودات زنده‌ای که درختان به عنوان زیستگاه آنها محسوب می‌شوند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳۰).

در دهه‌های اخیر علاقه زیادی در زمینه مطالعه الگوهای مکانی به وجود آمده و پیشرفت‌های قابل توجهی در استفاده از الگوی پراکنش مکانی درختان در جهت درک مکانیسم‌های بوم‌شناختی، حفظ تنوع زیستی و پیش‌بینی پویایی توده‌های جنگلی صورت گرفته است (۱۴). در بسیاری از روش‌های متداول آمار کلاسیک مانند تجزیه و تحلیل واریانس، موقعیت جغرافیایی و مکانی نمونه‌های برداشت شده از محیط در نظرگرفته نمی‌شود و در تجزیه و تحلیل داده‌ها هیچ‌گونه ارتباط ریاضی بین تغییرات مکانی داده‌ها به عنوان تابعی از فاصله برقرار نمی‌گردد. جهت تجزیه و تحلیل این گونه داده‌های مکانی از مجموعه ابزارهای آماری که توانایی به‌کارگیری همزمان اطلاعات کمی و عددی متغیر موردنظر و اطلاعات مربوط به موقعیت نسبی جغرافیایی داده‌ها را دارند استفاده می‌شود. این مجموعه آماری را آمار مکانی می‌نامند. بر اساس نظریه آمار مکانی نمونه‌های مجاور تا فاصله‌های معینی به صورت مکانی به هم وابستگی دارند، به چنین متغیرهایی، متغیرهای ناحیه‌ای گفته می‌شود که پایه آمار مکانی را تشکیل می‌دهد. زمین آمار شاخه‌ای از آمار مکانی، مبتنی بر نظریه متغیر ناحیه‌ای است. رسالت اساسی زمین آمار، مدل‌سازی متغیرهای ناحیه‌ای در چارچوب نظریه احتمال می‌باشد (۲۰) و به وسیله واریوگرام به عنوان ابزار بررسی کمی تغییرپذیری مکانی پدیده‌ها، الگوی مکانی مشاهدات را بررسی می‌کند (۱۷). بنابراین، جهت توصیف کمی الگوهای پراکنشی چنین متغیرهای محیطی، علاوه بر ارزشهای کمی خصوصیت مورد نظر، بایستی موقعیت جغرافیایی مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها نیز به طور همزمان در نظر گرفته شوند (۱۸). امروزه روش‌های زمین آماری، زمینه کاربرد خود را در علوم جنگل پیدا کرده‌اند به طوری که با بکارگیری آن می‌توان به ابعاد بهینه شبکه نمونه‌برداری در جنگل دست یافت (۲). بسیاری از پدیده‌های زیستی و طبیعی در جنگل دارای همبستگی‌های مکانی هستند و مطالعات نشان می‌دهند که داده‌ها در فواصل نزدیک نسبت به فواصل دورتر دارای مشابهت بیشتری هستند (۹). با توجه به اینکه شناخت ساختار جنگل و ارزیابی الگوی مکانی آنها برای مدیریت پایدار و کارآمد، حفظ و بهبود عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی و افزایش تنوع زیستی و گونه‌ای مهم و کاربردی است این تحقیق جهت بررسی الگوی توزیع مکانی برخی ویژگی‌های ساختاری جنگل با استفاده از زمین‌آمار در بخشی از جنگل‌های زاگرس در استان کرمانشاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در بخشی از جنگل‌های حفاظت شده گهواره در استان کرمانشاه در سامانه عرفی بریه خانی با طول جغرافیایی ''۸۷ '۳۶ °۴۶ تا ''۰۷'۳۹ °۴۶ شرقی و عرض جغرافیایی ''۲۳ '۲۷ °۳۴ تا ''۱۹'۲۹ °۳۴ شمالی انجام شد. ارتفاع از سطح دریا در این منطقه دارای حداقل ۱۴۷۸ متر و حداکثر ۱۸۶۲ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه آن حدود ۶۱۱/۳ میلی‌متر و متوسط حداکثر دمای آن در گرم‌ترین ماه سال به ۳۵ درجه سانتی‌گراد و در سردترین ماه سال به ۶- درجه سانتی‌گراد می‌رسد. پوشش غالب در جنگل‌های این منطقه بلوط ایرانی می‌باشد.

نمونه‌برداری با استفاده از یک شبکه آماربرداری به ابعاد ۵۰ متر× ۵۰ متر و به صورت منظم تصادفی انجام گرفت. در منطقه مورد نظر، ۲۵ پلات ۲۰ متر×۲۰ متر (۸) برداشت گردیدند. در داخل هر قطعه نمونه موقعیت جغرافیایی تمامی درختان سرپا ثبت شد. سپس ویژگی‌های همه درختان شامل نوع گونه، قطر برابر سینه (قطر برابر سینه بزرگترین جست در مورد پایه‌های شاخه‌زاد)، ارتفاع درختان، دو قطر بزرگ و کوچک تاج، تعداد جست در هر جست گروه و درصد خشکیدگی در تاج درختان، در هر پلات ثبت گردیدند. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده (قطر بزرگ و کوچک)، سطح و قطر تاج درختان نیز محاسبه شدند (۱۱،۳۱). سپس توصیف آماری داده‌ها به منظور دست‌یابی به خلاصه اطلاعات آماری هر ویژگی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام گرفت. شاخص‌های آماری میانگین، میانه، ضریب تغییرات و انحراف معیار برای تمامی متغیرها محاسبه گردیدند. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. همچنین همبستگی اسپیرمن بین ویژگی‌های درختان و درصد خشکیدگی در تاج بررسی شد. برای مقایسه دو کمیت در دو نقطه با مختصات مختلف، بررسی اختلاف آنها طبیعی‌ترین روش مقایسه است بر این اساس، برای تمام موقعیت‌ها، توان دوم این اختلاف تحت عنوان واریوگرام به صورت معادله زیر محاسبه گردید:

$$\gamma(h) = 1/2N(h)\sum_{i=1}^{N(h)}\{Z(xi) - Z(xi+h)\}^2$$

که در آن N(h) تعداد جفت‌های جدا شده در فاصله گام (h)، Z(xi) مقدار متغیر اندازه‌گیری شده در نقطه i و Z(xi+h) مقدار متغیر اندازه‌گیری شده در موقعیت مکانی i+h است. برای واریوگرام ایده آل، سه پارامتر را می‌توان به صورت اثر قطعه‌ای، حد آستانه (سقف) و دامنه تاثیر بیان کرد. اثر قطعه‌ای، واریانس مولفه غیرساختاری (تصادفی)، حد آستانه

بیانگر تقریبی از واریانس کل و دامنه تاثیر تعیین‌کننده فاصله‌ای است که فراتر از آن هیچ همبستگی مکانی بین مشاهدات وجود ندارد. درجه وابستگی مکانی متغیرها بر اساس تقسیم واریانس اثر قطعه‌ای به حدآستانه (واریانس کل) ضرب در ۱۰۰ به دست می‌آید. چنانچه این نسبت کمتر از ٪۲۵ باشد همبستگی قوی، ۲۵-۷۵٪ همبستگی متوسط و بیشتر از ٪۷۵ همبستگی ضعیف خواهد بود (۳۵). تحلیل ساختار مکانی با استفاده از واریوگرام و اعتبارسنجی آنها بر مبنای cross validation از طریق نرم‌افزار GS+5.1 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاکی از آن است که فراوانی درختان شاخه زاد ۹۴/۱۳ درصد و فراوانی درختان دانه زاد ۵/۸۷ درصد در کل منطقه است. خلاصه آماری ویژگی‌های ساختاری جنگل در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از این جدول و آزمون نشان داد که توزیع داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند. از آنجایی که بسیاری از تکنیک‌های زمین آماری در وضعیت نرمال داده‌ها بسیار موثرتر و کارآمدتر به پردازش داده‌های مکانی می‌پردازند بنابراین اقدام به نرمال کردن داده‌ها گردید. داده‌ها به صورت لگاریتم پایه طبیعی تبدیل شدند (۲۸،۱۸). پس از تبدیل داده‌ها در مورد همه‌ی متغیرها ضریب تغییرات کاهش یافت. همچنین، با مقایسه واریوگرام متغیرها، در دو حالت تبدیل شده و بدون تبدیل (داده‌های اصلی) مشخص شد در صورتی که داده‌ها تبدیل شوند، واریوگرام‌ها دارای شکل هنجارتری هستند. بنابراین، درمورد متغیرهایی که تبدیل باعث بهبود وضعیت آنها شد، واریوگرام‌ها براساس داده‌های تبدیل شده محاسبه شدند (۱). اما واریوگرام مربوط به ارتفاع درختان و سطح تاج بر اساس داده‌های اصلی محاسبه گردیدند.

جدول ۱- خلاصه آماری ویژگی‌های ساختاری جنگل

Table 1. Statistical summary of forest structural properties

متغیر	میانگین	میانه	انحراف معیار	ضریب تغییرات
میانگین تراکم درختان در هکتار	۲۶۵	۲۵۰	۵۲/۵	۱۹/۸
میانگین ارتفاع (m)	۳/۱۹	۳/۱	۱/۰۷	۰/۳۴
میانگین قطربرابر سینه (cm)	۷/۹۶	۷/۶۴	۳/۱۵	۰/۳۹
میانگین تعداد جست	۹/۱۸	۸	۶/۷	۰/۷۳
میانگین درصد خشکیدگی	۱۹/۱۵۶	۲۰	۱/۸۰	۰/۹۲
میانگین سطح تاج درختان (m^2)	۳/۴۰	۲/۷۵	۲/۹۰	۰/۸۵
میانگین قطرتاج (m^2)	۶/۳۰	۴/۷۱	۵/۵۷	۰/۸۸

همبستگی خشکیدگی با ویژگی‌های درختان

مقادیر ضریب همبستگی اسپیرمن بین درصد خشکیدگی و ویژگی‌های درختان در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که درصد خشکیدگی با سطح تاج درختان همبستگی معنی‌دار و مثبت دارد. در مورد سایر متغیرها همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد.

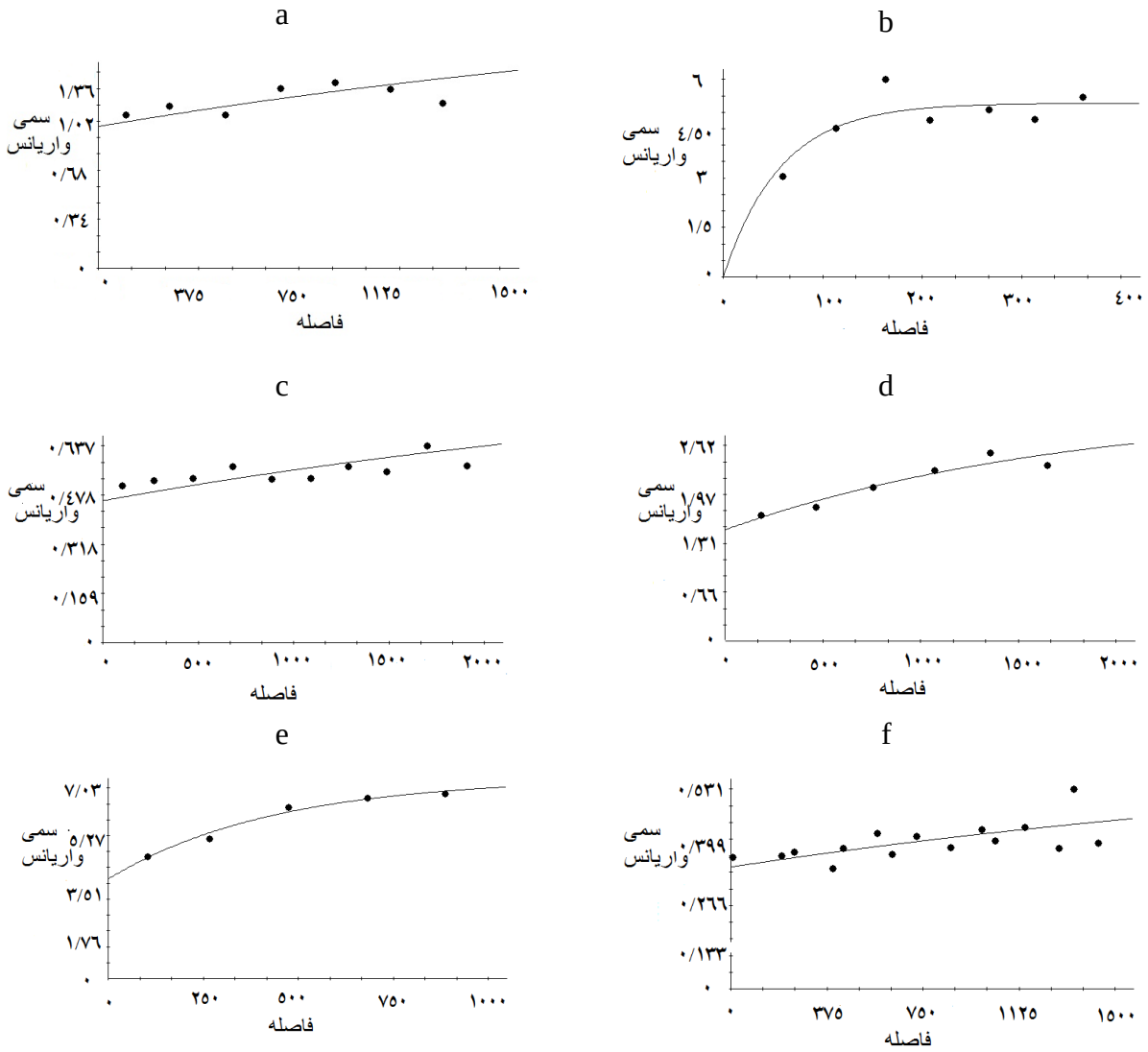
ساختار تغییرات مکانی

به منظور بررسی و مطالعه ساختار تغییرات مکانی داده‌ها، واریوگرام‌های تجربی برای هر متغیر محاسبه و ترسیم شدند.

جدول ۲- ضریب همبستگی اسپیرمن بین درصد خشکیدگی درختان و ویژگی های درختان

Table 2. Spearman correlation coefficient between tree dieback percent and tree characteristics

متغیر	ارتفاع	قطربرابرسینه	تعداد جست	سطح تاج	میانگین قطر تاج
درصد خشکیدگی	۰/۰۸۷	-۰/۰۴۲	-۰/۰۸۰	۰/۲۲۰**	۰/۰۷۱



شکل ۱- واریوگرام تجربی و مدل برازش داده شده به داده‌های (a) ارتفاع، (b) تراکم درختان، (c) تعداد جست، (d) درصد خشکیدگی درختان، (e) سطح تاج، (f) متوسط قطر تاج

Figure 1. The experimental variogram and the model fitted to the data (a) height, (b) Tree density, (c) number of shoots, (d) percentage of tree dieback, (e) crown area, (f) crown diameter

جدول ۳- پارامترهای مدل برازش داده شده بر واریوگرام تجربی ویژگی های درختان

Table 3. Parameters of the fitted models to the experimental variograms of tree properties

متغیر	مدل	اثرقطعه‌ای	حد آستانه	دامنه تاثیر (m)	اثرقطعه‌ای/حدآستانه (٪)	کلاس همبستگی	RSS	R^2 اعتبارسنجی
ارتفاع	نمایی	۰/۸۹	۱/۹۶	۳۱۱۰	۴۹/۴۷	متوسط	۰/۰۴۶	۰/۰۷
تراکم	نمایی	۰/۰۱	۵/۳۰	۵۷	۱۸/۹۵	قوی	۱/۵۸	۰/۱۳
تعداد جست	نمایی	۰/۴۵	۰/۹۱	۴۱۱۰	۴۹/۹۴	متوسط	۰/۰۱۲	۰/۰۸
درصد خشکیدگی	نمایی	۱/۴۹	۳/۱۶	۱۷۷۰	۴۷/۱۲	متوسط	۰/۰۴۹	۰/۲۲
سطح تاج	نمایی	۴/۲۹	۸/۵۸	۱۸۳۹	۴۹/۹۹	متوسط	۰/۰۸۸	۰/۶۰
قطر تاج	نمایی	۰/۳۲	۰/۶۴	۳۱۱۰	۵۰	متوسط	۰/۳۷۱	۰/۰۲

RSS: ریشه میانگین مجذور خطا

با مطالعه واریوگرام‌ها می‌توان دریافت همبستگی مکانی در تمامی داده‌ها به جز قطر برابر سینه درختان مشاهده گردید. ارتفاع درختان، تعداد جست، خشکیدگی درختان و سطح تاج همگی دارای مدل نمایی بودند. پارامترهای به دست آمده از واریوگرام‌ها و مدل‌های برازش داده شده بر آنها همبستگی مکانی متوسط را نشان می‌دهند. در تحقیق حاضر میزان اثر قطعه‌ای واریوگرام ارتفاع درختان ۴۹٪، تعداد جست هر درخت ۴۹٪، خشکیدگی درختان ۴۷٪ و سطح تاج درختان ۴۹٪ حد آستانه می‌باشد.

دامنه تأثیر واریوگرام‌ها، فاصله‌ای است که در ماورای آن مشاهدات همبستگی مکانی نداشته و می‌توان آن‌ها را مستقل از یکدیگر محسوب کرد. چنین فاصله‌ای حد همبستگی مکانی خصوصیت موردنظر را مشخص نموده و اطلاعاتی در رابطه با حداقل فاصله نمونه‌برداری ارائه می‌کند (۱). این پارامتر در مورد ارتفاع درختان ۳۱۱۰ متر، تعداد جست ۴۱۱۰ متر، درصد خشکیدگی تاج ۱۷۷۰ متر و سطح تاج درختان ۱۸۳۹ متر است (جدول ۳). نتایج ناشی از اعتبارسنجی، اعتبار ضعیف واریوگرام‌ها را نشان می‌دهد. همچنین مجموع مربعات خطا در مورد مدل‌های برازش داده شده نسبتا بالاست که بیانگر این است که ساختار مکانی بر اساس این مدل‌ها قوی نیست (۲۳).

در پژوهش پیش‌رو که در بخشی از جنگل‌های شاخه زاد بلوط گهواره در استان کرمانشاه انجام شد، سعی شده است تصویر روشنی از وضعیت و الگوی پراکنش برخی ویژگی‌های ساختاری این جنگل‌ها ارائه شود. تاج پوشش درختان یکی از متغیرهای ساختاری است که ما در این تحقیق به مطالعه آن پرداختیم. به طور میانگین سطح تاج درختان در پلات معادل۳/۴۰ متر مربع بود. درصد تاج پوشش در پلات ۱۸ درصد به دست آمده که تاج پوشش باز را در منطقه نشان می‌دهد. در پژوهش‌های مشابهی که در مناطق دیگر زاگرس انجام شده است نظیر تحقیق پورهاشمی و همکاران (۳۱) درصد سطح تاج پوشش در منطقه ۲۷/۹ درصد اعلام شده است. حداکثر تاج پوشش در جنگل‌های کمتر تخریب شده ایلام نیز در تحقیق دیگری ۳۵ درصد محاسبه شده است (۲۲) که نشان‌دهنده سطح تاج پوشش کم در مناطق زاگرس است.

تعداد جست در هر جست گروه و مبدا درختان متغیر ساختاری دیگری است که بطور مستقیم به نحوه مدیریت درختان، مقدار و شدت قطع و همچنین توانایی جست دهی کنده مادری بستگی دارد. در منطقه مورد مطالعه تجدید حیات درختان مبتنی بر شاخه‌زاد بوده و متوسط تعداد جست در جست گروه‌های بلوط ۹/۱۸ عدد به دست آمده است. در تحقیقی که پورهاشمی و همکاران (۳۱) انجام دادند به طور متوسط تعداد جست‌ها ۱۵ عدد است. این نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که در جنگل‌های زاگرس زادآوری بیشتر به صورت غیر جنسی و از طریق شاخه زاد می‌باشد (۳۲) که حاکی از مدیریت نامناسب این جنگل‌هاست. متوسط قطر برابر سینه در این مطالعه ۷/۹۶ سانتی‌متر می‌باشد. از نظر ساختار قطری، متوسط قطر جست‌ها نشان‌دهنده جوان بودن توده مورد مطالعه بود. این مسئله نیز ناشی از نوع مدیریت سنتی درختان می‌باشد. قطع مداوم جست‌ها منجر به ایجاد جست‌های جدید شده و همواره توده کم قطر و کم سن می‌باشد. ارتفاع درختان در این پژوهش به طور متوسط ۳/۱۹ متر می‌باشد. با توجه به سرشت نور پسندی و فرم خاص درختان بلوط و همچنین فقر رویشگاه و باز بودن تاج پوشش ارتفاع درختان به صورت چشمگیری افزایش نیافته است (۲۲).

الگوی مکانی نقش کلیدی در تعامل بین گونه‌ها در جوامع گیاهی بازی می‌کند و تحت تاثیر فرآیندهای زیست محیطی درگیر در پویایی گونه شامل: رشد، تجدید حیات و مرگ و میر قرار می‌گیرد (۲۹). از لحاظ آماری یکی از راه‌های بررسی تغییرات مکانی پارامترهای محیطی با ساختار مکانی، استفاده از تجزیه و تحلیل زمین‌آماری (واریوگرام) است (۳۵). زمین‌آمار، روشی وابسته به مدل است و نتیجه کلیه‌ی خروجی‌های زمین‌آمار وابسته به مدل واریوگرام و اجزای آن است (۳).

در تحقیق حاضر، ناهمسانگردی در بین داده‌ها مشاهده نگردید. این واقعیت بیانگر این موضوع است که تغییرپذیری این متغیرها در جهات مختلف یکسان است (۱۸). بر اساس نتایج حاصل از واریوگرام‌های محاسبه شده، متغیرهای اندازه‌گیری شده داری ساختار مکانی مشخص بودند. در این میان، قطر برابر سینه درختان فاقد ساختار مکانی است یعنی داده‌ها مستقل از یکدیگر بوده‌اند (۲۲). دامنه تأثیر واریوگرام در مورد ارتفاع ۳۱۱۰ متر، قطر برابر سینه ۹۷۸ متر، تعداد جست ۴۱۱۰ متر، درصد خشکیدگی تاج ۱۷۷۰ متر و سطح تاج درختان ۱۸۳۹ متراست (جدول ۳).

دامنه تأثیر واریوگرام‌ها بزرگ است که دلالت بر ساختار مکانی گسترده، پراکنش یکنواخت و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر متغیر مورد نظر دارد (۱۸). درجه وابستگی مکانی در مورد بیشتر شاخص‌ها بین ۷۵–۲۵ درصد به دست آمده است. بنابراین، دارای کلاس همبستگی متوسط بوده و این نمایانگر تغییرات مکانی متوسط در مورد این شاخص می‌باشد.

همان‌طور که استینمن (۳۸) وجود خشکیدگی در تاج را نشانه مهمی برای اطلاع از وضعیت تاج گزارش کرده و شامکر و همکاران (۳۵) نیز بروز خشکی در بخش بالایی یا جانبی تاج را اولین نشانه‌های تنش در درخت اعلام کردند، یکی از مهم‌ترین علائم اولیه وقوع بحران زوال بلوط، بروز خشکیدگی در بخش‌هایی از تاج درختان است که در صورت پیشرفت بحران، سبب خشکیدگی کامل درخت و به ا حتمال قریب به یقین مرگ درخت خواهد شد. بنابراین بررسی وضعیت کمی و کیفی تاج درخت برای پی بردن به شدت بروز بحران زوال بسیار مهم است. بر اساس نتایج همبستگی اسپیرمن، درصد خشکیدگی در تاج درختان با سطح تاج درختان همبستگی معنی‌دار و مثبت دارد، یعنی درختان با سطح تاج بیشتر دارای خشکیدگی بیشتر هستند. ژائوفی و همکاران (۴۰) در تحقیقی بیان کردند که بین عرض تاج و خشکیدگی تاج گونه بلوط همبستگی مثبت وجود دارد.

بر اساس نتایج به دست آمده درصد تاج پوشش در پلات ۱۸ درصد به دست آمده که تاج پوشش باز را در منطقه نشان می‌دهد. تجدید حیات درختان مبتنی بر شاخه‌زاد بوده و ارتفاع و قطر کم درختان، جوان بودن جنگل را نشان می‌دهند. نتایج بررسی ساختار مکانی نشان می‌دهند که ارتفاع درختان، درصد خشکیدگی، سطح تاج و تعداد جست درختان همگی دارای الگوی مکانی مشخص با مدل‌های سقف‌دار بودند. اما شاخص قطر برابر سینه درختان فاقد ساختار مکانی است، یعنی داده‌ها مستقل از یکدیگر بوده‌اند. دامنه تأثیر واریوگرام‌ها بزرگ بود که دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر، پراکنش یکنواخت‌تر و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر متغیر مورد نظر دارد. به طور کلی می‌توان گفت که لزوم انجام تحقیقاتی شبیه به تحقیق حاضر اما در سطح وسیع‌تر در جنگل‌های زاگرس ضروری می‌باشد زیرا به واسطه آن شناخت کاملی از وضعیت تغییر یافته جنگل‌های منطقه به دست آمده و با مطالعه الگوی پراکنش و دامنه توزیع ویژگی‌های مختلف درختان می‌توان راهکارهای مناسب جهت مدیریت صحیح این جنگل‌ها ارائه نمود و در جهت مدیریت پایدار و اصولی گام برداشت.

منابع

1. Afshar, H., M. Salehi, J. Mohamadi and A.S. Mehnatkesh. 2010. Spatial variability of soil properties and yield of wheat in a small proportion map, (Case Study: area of oian, chaharmahal bakhtiari), Journal of soil and water (agricultural science and technology), 23(1): 166-172 (In Persian).
2. Akhavan, R., S.T. Saqib Talib, M. Hasani and P. Parhizkar. 2011. The spatial pattern of trees in undisturbed stands of beech forest development stages in Klardsht faslnamh, Journal of forest research and poplur, 18(2): 322-336 (In Persian).
3. Akhavan, R. and K. Klein. 2010. Efficiency of kriging estimation and mapping of forest inventory work, (case study: forest beneshki), Journal of forest and poplar Iran, 17(2): 303-318 (In Persian).
4. Allen, T.F.H. and T.B. Starr. 1982. Hierarchy: perspectives for ecological diversity, university of chicago press, chicago, Illinois, USA, 2(5): 344-357.
5. Bagheri, J., A. Salehi and K. Taheri Abkenar. 2014. Effective Factors on Regeneration Establishment and Quantitative and Qualitative Characteristics of Pistacia atlantica in Different Physiographic Conditions (Case Study: Khojir National Park), Iranian Forests Ecology, 2(3): 12 (In Persian).
6. Basiri, R., H. Sohrabi and M. Zarin. 2007. Statistical analysis of spatial distribution of tree species in the region qamyshlh mryvan nashryh department of Natural Resources, 59(3): 579-588 (In Persian).
7. Dale, M.R.T. 1999. Spatial pattern analysis in plant ecology, Cambridge university press, 326: 578-586.
8. Danny, L., L. Fry and G. Scott. 2010. Stand-level spatial dependence in an old-growth jeffrey pine-mixed conifer forest, Sierra SanPedro Martir, Mexico, Ecological engineering, 20: 349-357.
9. Darabi, H., Sh. Gholami and E. Sayad. 2016. Spatial distribution of Oak decline in relation to trees morphologic properties in Zagros forests, Kermanshah. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 23(2): 1-20.
10. Elizabeth, M. and A. Ross. 2006. Influnce of cattle grazing practices on forest under story structure in north eastern new southwales, Journal of biodiversity and environmental sciences, 203: 265-277.
11. Fazlollahi Mohammadi, M., A. Najafi, S. Ezati, A. Soleimani and A. Sepahvand. 2014. Selection of the Most Suitable Species in Order to Forestation in Southern Zagros Forests using AHP & TOPSIS Techniques. Iranian Forests Ecology, 2(4): 12 (In Persian).
12. Ferreira de Lima, R., A. Adalardo de Oliveira, A. Zanforlin Martini, A.M. Sampaio, D. Castro Souza, V and R. Ribeiro Rodrigues. 2011. Structure, diversity, and spatial patterns in a permanen plot of a high *restinga* forest in Southeastern Brazil, Acta botanica brasilica, 25(3): 633-645.
13. Gaston, K.J. and J.I. Spice. 1998. Biodiversity, An introduction. blackwell science, ma, USA.
14. Getzin, S., H. Dean, J.A. Trofymow, K. Wiegand and T. Wiegand. 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a douglas-fir cjoronosequence on vancouver Island, Ecography, 29: 671-682.
15. Giese, L.A., C.C. Aust W.M. Trettin and R.K. Kolka. 2000. Spatial and temporal patterns of carbon storage and species richness in three South Carolina coastal plain riparian forests, Ecological engineering, 15: S17-S157.
16. Gomez, L., E. Gosem, A. Gomez and R. Zamora. 2005. Microhabitats shift rankin suitability for seedling establish ment depending on habitat type and limate, Journal of ecology, 93: 1194-1202.
17. Golami, Sh., M. Hoseini, J. Mohamadi and A.S. Mahini. 2011. Spatial variability of soil macrofauna biomass in forests, river floodplains, Jornal of water and soil, (agricultur scienes and technology), 25(2): 248-257 (In Persian).
18. Golami, Sh., A.S. Mahini, J. Mohamadi and E. Sayad. 2012. The relationship between density of soil flora and fauna in the forests, river margins to determine the margin or buffer river, Journal of ecology, 3(7): 13-25 (In Persian).
19. Gummus, S., H.H. Acar and D. Toksoy. 2007. Functional forest road network planning by consideration of environmental impact assessment for wood harvesting. Environ moint assess. DOI 10-1007/S10661-007-9912-y0
20. Hasanipak, A.S. 1999. Geostatistics, Tehran University press, 314 pp (In Persian).

21. Himiana, H. and M. Nilsson. 2004. Charactrization of diameter distribution of sometree spacies from gilgit-baltistan using weibull distribution. Journal of biodiversity and environmental sciences (HBES), 40: 437-444.
22. Hoseinzadeh, J., M. Namiranian, M. Mohager and G. ZahedAmiri. 2005. The structure is less degraded oak forests in the province of Ilam. Iran's natural resources, 57(1): 90-75 (In Persian).
23. Katsalirou, E., A. Deng, S. Nofziger, D.L. Gerakis and S.D. Fuhlendorf. 2008. Spatial structure of microbial biomass and activity in prairie soil ecosystems, European journal of soil, 46: 181-189.
24. Kint, V., B. Vincent, A. Noellusa and L. Rferris. 2000. Quantification of forest stand structure applied, Journal of ecology, 41: 400-405.
25. kint, V., W. Roert and D. Noel. 2004. Evauation of sampling methods for estimation of structural indices in forest stand, Ecological modeling, 180: 461-476
26. Kreutz, A., T. Tuomas , A. Russell and G. kuuluvainen. 2015. Spatial tree community structure in tree stands acros a forest succession gradient in northern boreal, Journal of ecology, 678: 117-130.
27. Ludwing, J.A. and J.F. Reynolds.1998. Statastical ecology.usa: John Wiley and Sons, 337 pp.
28. Mohamadi, J. 2008. B, Pedometer, Geostatistical, press eyelids, 453 pp (In Persian).
29. Ngo Bieng, M., F. Perot, T. Coligny and F. Goreaud. 2013. Spatial pattern of trees influences species productivity in a mature oak- pine mixed forest European Journal of forest research, 132: 891-850
30. Petritan, I., C. Commarmot, M. Bobi, Petritan, M. Bigler, I. Vesile, E. Abrudan and A. Rigling. 2015. Structure pattern of beech and silver fir suggest stabilityand resilience of the virgin forest sinca in southern carpathians, Romania, Journals Plos, 100: 54-65.
31. Porhashemi, M., M. Zandbasiri and P. Panahi. 2015. Examination of stand structure of oak coppice forests in marivan, Journal of plant, (Iranian journal of biology), 27(5): 766-776 (In Persian).
32. Porhashemi, M., F. Mansori, P. Parhizkar, P. Panahi and M. Hasani. 2015. Spatial pattern of sprout-clumps of brant`s oak, (Quercus brantii Lindl), in utilized forest stands of marivan, Iranian Journal of Biology, 27(4): 534-545 (In Persian).
33. Potapo, I., M. Jarven Paa and M. kuikerblompasi. 2012 .Raumonen of tree growth and structure formation, European Journal of forest research, 18: 266-278.
34. Ritz, K., J. Mc Nicol, J.W. Nunan, N. Grayston, S. Millard, P. Atkinson, D. Gollotte, A. Habeshaw, D. Boag, B. Clegg, C.D. Griffiths, B.S.Wheatley, R.E. Glover, L.A. McCaig and J.I. Prosser. 2004. Spatial structure in soil chemical and microbiological properties in upland grassland, Microbiology ecology, 49: 191-205.
35. Schomaker, M.E., W.G. Zarnoch, S.J. Bechtold, W.A. Latelle, D.J. Burkman and S.M. Cox. 2007. Crown-condition classification: A guide to data collection and analysis. asheville, United states department of agriculture forest service, 57: 324-336.
36. Sohrabi, H. 2015. Spatial pattern of wood and timber storage vault four ardalan Journal of forest research and popular, 22(1): 27-38 (In Persian).
37. Spies.1998. Forest structure, akey to the ecosystem usda forest service Pacifica northwest science, Journal of Ecology, 456: 98-107.
38. Steinman, J.R. 2000. Tracking the health of trees over time on forest health monitoring plots, U.S. Department of agriculture, forest service, north central research station: 334-339.
39. Veblen, T.T., D.H. Ashton and F.M. Schlegel. 1997. Tree regeneration strategies in a lowland-nothofagus dominated forest in south-central chile, Journals plos biogeography, 207: 428-439.
40. Zhaofei, F., J.M. Kabrick, M.A. Spetich, S.R. Shifley and R.G. Jensen. 2008. Oak mortality associated with crown dieback and oak borer attack in the Ozark Highlands. Forest Ecology and Management, 255(7): 2297-2305.
41. Zhang, Ch., W. Jin, l. Gao and X. Zhao. 2014. Scale dependent structuring of spatial diversity in two temperate forest communities, Forest Ecology and Management, 316: 110-116.

Spatial Evaluation of Forest Structural Features in Zagros Forests (Gahvareh Forests, Kermanshah)

Zahra Ahmadiyan[1], Shaieste Gholami[2], Ehsan Sayad[3] and Mojtaba Taseh[4]

1 and 3- M.Sc. Student and Associated Professor, Razi University, Kermanshah, Iran
2- Assistant Professor, Razi University, Kermanshah, Iran, (Corresponding author: Shaiestegholami@gmail.com)
4- M.Sc., Natural Resources Organization of Dalahoo. Kermanshah
Received: July 10, 2017 Accepted: September 10, 2017

Abstract

Assessment of forest structure and their spatial patterns are essential for managing and evaluation of forest ecosystems. This study was conducted at the Zagros forests in Kermanshah to evaluate the forest structural characteristics and their spatial distribution. Data was collected from 25 plots (400 m^2) in a 100 m × 100 m systematic sampling grid. The spacing between plots was 50 m. In each plot, all living trees were mapped and measured. The important properties of the forest structure such as tree species, origin of trees (seed or shoot), number of sprouts in sprout-clumps, diameter (DBH), height and the largest and smallest diameters of crowns were measured. Furthermore, crown area and diameter were calculated. According to the results, the mean values of height, diameter, Crown area and dieback percentage were 3 m, 7 cm, 3.4 m^2 and 19.56%, respectively. The low amount of canopy cover (18%) indicated the sparse cover in this area. All variables showed spatial structure at the large distances. Also cross variograms showed that the dieback percentage was spatially correlated to height and number of sprout. With this information, we will be able to manage forest ecosystems more efficiently and to reach the sustainability purpose.

Keywords: Cross variogram, Forest structure, Sprout-clumps, Spatial distribution, Variogram