



دانشگاه گورگان و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و سوم، ویژه‌نامه ۲، ۱۳۹۵

<http://jwfst.gau.ac.ir>

توزیع مکانی خشکیدگی درختان بلوط در ارتباط با ویژگی‌های مورفولوژیک درختان در جنگل‌های زاگرس، کرمانشاه

حدیث دارابی^۱، *شایسته غلامی^۲ و احسان صیاد^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگلداری، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی،

^۲ استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۰۳

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مشکلات اساسی در جنگل‌های زاگرس، پدیده خشکیدگی درختان بلوط است. بحران خشکیدگی در این درختان، نمود عینی پدیده زوال بوم‌سازگان جنگلی زاگرس است. در تحقیقات مختلف بیان شده که خشکیدگی تاجی اولین پدیده‌ای است که در نتیجه واکنش درخت به تنش‌های محیطی ظاهر می‌شود و مهمترین شاخص برای ارزیابی سلامت درختان و آگاهی از وضعیت خشکیدگی آن‌ها می‌باشد. از طرفی شناخت الگوی توزیع مکانی خشکیدگی و ارتباط مکانی آن با ویژگی‌های درختان، جهت مدیریت مناسب پدیده خشکیدگی اهمیت بسیار دارد. هدف این تحقیق، بررسی الگوی توزیع مکانی خشکیدگی در درختان بلوط و تحلیل رابطه مکانی آن با ویژگی‌های درختان در بخشی از توده‌های جنگلی کرمانشاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در محدوده جنگل‌های گهواره در استان کرمانشاه، ۶۷ قطعه نمونه مربعی به مساحت ۴۰۰ مترمربع با استفاده از شبکه آماربرداری ۱۰۰×۱۰۰ متر برداشت شدند. در هر قطعه نمونه درصد خشکیدگی (درصد درختان خشکیده در پلات)، ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی از جمله قطر، ارتفاع، قطر متوسط تاج، متوسط سطح تاج‌پوشش و تعداد جست و تعداد درختان سالم و سطح

*مسئول مکاتبه: Shaiestegholami@gmail.com

تاج‌پوشش آن‌ها یادداشت گردید. همبستگی بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. بررسی همبستگی مکانی نیز با استفاده از روش‌های زمین‌آماري (واریوگرام) صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که میزان خشکیدگی با ویژگی‌های درختان از جمله قطر، ارتفاع، قطر متوسط تاج، درصد تاج‌پوشش و تعداد جست ارتباط مثبت و معنی‌داری دارد. همچنین بین میزان خشکیدگی و ویژگی درختان سالم از جمله تعداد درختان سالم و متوسط سطح تاج‌پوشش آن‌ها ارتباط منفی و معنی‌دار وجود دارد. مطالعه واریوگرام‌ها بیانگر این است که همه متغیرها به جز تعداد جست درختان دارای خشکیدگی، دارای ساختار مکانی مشخص می‌باشند.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی همه متغیرها به جز تعداد جست درختان خشکیده دارای الگوی توزیع مکانی مشخص و پیوستگی مکانی متوسط هستند. تجزیه و تحلیل ساختار مکانی ارتفاع، قطر، قطر متوسط تاج، سطح تاج و درصد سطح تاج درختان نشان می‌دهد که واریانس مؤلفه ساختاری بر واریانس مؤلفه‌ی تصادفی غلبه دارد. دامنه تأثیر متغیرهای مورد بررسی در محدوده‌های نسبتاً بزرگ رخ داده است که دلالت بر ساختار مکانی گسترده، پراکنش یکنواخت و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر متغیر موردنظر دارد. شباهت در دامنه تأثیر میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی (قطر، ارتفاع، قطر متوسط تاج، متوسط سطح تاج پوشش و درصد تاج پوشش) و همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آن‌ها، بیانگر ارتباط مکانی نزدیک بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان سالم (تعداد درختان و متوسط سطح تاج پوشش)، می‌توان اظهار داشت که تغییرپذیری مکانی ویژگی درختان سالم، میزان خشکیدگی را به‌طور عکس تحت تأثیر قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: خشکیدگی، الگوی مکانی، واریوگرام، جنگل‌های زاگرس

مقدمه

ناحیه رویشی زاگرس که به جنگل‌های بلوط غرب شهرت دارد از نظر وسعت، پراکنش، تنوع گونه‌ای و فرآورده‌های چوبی و غیرچوبی نقش مهمی داشته و یکی از مهم‌ترین ذخائر ژنتیکی ایران به

شمار می‌آید. امروزه، یکی از مشکلات اساسی این جنگل‌ها پدیده خشکیدگی در درختان بلوط است (۱۹). بحران خشکیدگی در این درختان، نمود عینی پدیده زوال بوم‌سازگان جنگلی زاگرس است (۱۷). در این جنگل‌ها، مرگ‌ومیر درختان به‌صورت خشکیدگی‌های درختی وسیع روی داده است که به‌عنوان عامل تغییر در ساختار و ترکیب جنگل، نقشی کلیدی در تحولات اساسی و ساختاری اکوسیستم‌های جنگلی ایفا می‌کند و با ایجاد خسارات شدید و کاهش کمی و کیفی توده‌های جنگلی، بر عملکرد و کارایی اکوسیستم تأثیر منفی می‌گذارد (۹، ۲۶).

عوامل متعددی در بروز پدیده خشکیدگی مؤثرند که برحسب منطقه، خصوصیات درختان، موقعیت آن‌ها در توده و شرایط بوم‌شناختی رویشگاه نوسان داشته و تعیین اینکه کدام عامل بیشترین تأثیر را دارد مشکل است (۸، ۱۵، ۱۷، ۳۴). از جمله عوامل مؤثر می‌توان به تنوع عوامل فیزیوگرافی و خصوصیات ساختار توده، رقابت درختی، سن، تغییر اقلیم، گرمای شدید، خشک‌سالی‌های مکرر، محدودیت آب و مواد غذایی، مشکلات طغیان آفات و شیوه‌های مدیریت اشاره کرد (۵، ۱۲، ۱۹، ۲۹، ۳۱). اثرات این عوامل، اغلب به‌صورت تغییرات فیزیکی در تاج درختان ظاهر می‌شود. وجود خشکیدگی در تاج شاخص مناسبی برای اطلاع از وضع تاج و تخمین سلامتی درختان گزارش شده است (۲۴). سرخشکیدگی تاج در درجه اول در بخش‌های بالایی و بیرونی تاج دیده می‌شود و از عنوان اولین نشانه‌های تنش در درخت می‌باشد که در صورت پیشرفت، می‌تواند سبب مرگ درخت گردد (۲۹، ۳۲). این پدیده در بسیاری از جنگل‌های دنیا به‌ویژه جنگل‌های معتدله و مدیترانه‌ای به دنبال تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی‌های شدید ناشی از آن رخ داده است (۱۲، ۱۶).

در نتایج بررسی‌های برخی پژوهشگران آمده است که خصوصیات درختان در میزان حساسیت و مقاومت آن‌ها به شرایط محیط پیرامون نقش دارند. در این رابطه می‌توان به ژائوفی و همکاران (۲۰۰۸) اشاره کرد که در تحقیقی بیان کردند که عرض تاج و خشکیدگی تاج گونه بلوط همبستگی مثبت دارند (۳۲). همچنین کراسبی و همکاران (۲۰۱۵) خشکیدگی تاجی را در ارتباط با تیپ جنگل و شرایط اکولوژیکی گزارش کرده و به اهمیت بررسی رابطه ویژگی‌های درختان و خشکیدگی تأکید کرده‌اند.

در زمینه خشکیدگی مطالعات محدودی در ایران صورت گرفته، به‌عنوان مثال حمزه‌پور و همکاران (۲۰۱۱) عنوان کردند که کاهش بازندگی در سال‌های اخیر تأثیر معنی‌داری بر خشکیدگی درختان بلوط زاگرس داشته است و میزان خشکیدگی در توده‌های شاخه‌زاد بیشتر از دانه‌زاد است (۱۳). برخی از محققان خشکیدگی درختان در جنگل‌های زاگرس را به تغییر اقلیم، گرم شدن کره‌ی زمین و

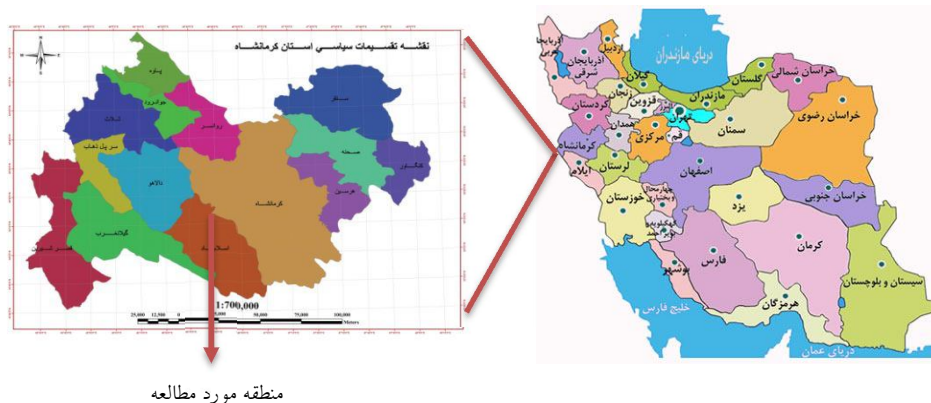
خشک‌سالی‌های اخیر نسبت دادند که مجموعه این عوامل موجب ضعف فیزیولوژیکی درختان و حمله سوسک چوب‌خوار و سایر آفات به درختان بلوط گردیده است (۵، ۱۹). حسین‌زاده و پوره‌اشمی (۱۳۹۴) بیان کردند که رابطه بین میزان خشکیدگی درختان با شاخص‌های سطح تاج، تراکم تاج، طول تاج و حجم تاج به احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار است و تاج‌های بزرگتر آسیب بیشتری دیده‌اند. شاخص تراکم تاج، بیشترین رابطه را با میزان خشکیدگی نشان داد به گونه‌ای که تاج‌های بسته کمترین خشکیدگی را دارند (۱۷). همچنین بسیاری از مطالعات ارتباط بین خشکیدگی و تراکم درختان را نشان داده‌اند (۶، ۳۳).

از طرفی جهت طراحی الگوی مدیریتی مناسب برای حفاظت و احیای توده‌های جنگلی و مقابله با پدیده خشکیدگی، شناخت الگوی توزیع مکانی خشکیدگی و ارتباط آن با ویژگی‌های درختان، اهمیت بسیار دارد. امروزه اغلب داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده مدیران و متخصصان علوم مختلف از جمله علوم محیطی، به گونه‌ای با موقعیت مکانی و چگونگی قرار گرفتن آن‌ها در گستره‌های مکانی مرتبط است. بنابراین پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌بایستی با در نظر گرفتن موقعیت مکانی آن‌ها نسبت به یکدیگر انجام گیرد. آمار کلاسیک، با توجه به فرضیات اساسی‌اش (مانند استقلال نمونه‌ها از یکدیگر) فاقد کارایی لازم برای پردازش مناسب داده‌های مکانی است (۱، ۲۰، ۲۳). یکی از روش‌های برآورد داده‌های مکانی، روش‌های زمین‌آمار است که دارای کارایی و دقت بیشتری نسبت به روش‌های دیگر می‌باشند (۳۱). زمین‌آمار شاخه‌ای از آمار مکانی، مبتنی بر نظریه متغیر ناحیه‌ای است که رسالت اساسی آن، مدل‌سازی متغیرهای ناحیه‌ای در چاقوب نظریه احتمال می‌باشد (۱۴، ۲۳) و به وسیله واریوگرام به‌عنوان ابزار بررسی کمی تغییرپذیری مکانی پدیده‌ها، الگوی مکانی مشاهدات را بررسی می‌کند (۱۱). در این پژوهش برای شناخت بهتر تغییرات مکانی خشکیدگی درختان از آمار مکانی استفاده شده است.

این تحقیق در نظر دارد با بررسی الگوی پراکنش مکانی خشکیدگی در درختان بلوط با استفاده از تکنیک زمین‌آمار گامی مهم در جهت شناسایی الگوی توزیع خشکیدگی و انتخاب روش‌های مدیریتی مناسب برای کاهش مرگ و میر درختان و جلوگیری از به خطر افتادن سلامت جنگل بردارد. بنابراین هدف از این تحقیق، تجزیه و تحلیل الگوی توزیع مکانی خشکیدگی در درختان بلوط و بررسی ارتباط مکانی آن با ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم، در بخشی از جنگل‌های گهواره استان کرمانشاه می‌باشد.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه: برای انجام این تحقیق، توده‌های جنگلی در نزدیکی روستای هورو و نیلک در ۵ کیلومتری بخش گهواره از توابع شهرستان دالاهو واقع در استان کرمانشاه (بین عرض‌های جغرافیایی "۲۰' ۱۷' ۳۴° تا "۳۷' ۱۹' ۳۴° شمالی و طول‌های جغرافیایی "۲۳' ۲۵' ۴۶° تا "۲۸' ۲۸' ۴۶° شرقی) به مساحت ۷۰ هکتار، انتخاب شدند (شکل ۱). این منطقه مدت ۱۱ سال قرق شده و چرای دام در آن دیده نشده است. میانگین بارندگی سالیانه آن حدود ۴۹۰-۵۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه در آن ۱۱-۱۳ درجه سانتی‌گراد است و بر اساس شاخص دمارتن دارای اقلیم مدیترانه‌ای می‌باشد (۳۵). پوشش غالب این جنگل‌ها، بلوط ایرانی *Quercus brantii* و مازودار *Quercus infectoria* می‌باشد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه.

Figure 2. The study area.

جمع‌آوری داده‌ها: نمونه‌برداری با استفاده از شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰ متر × ۱۰۰ متر و به صورت منظم تصادفی انجام گرفت. در مجموع ۶۷ قطعه نمونه ۴۰۰ مترمربعی (۲۰ متر × ۲۰ متر) برداشت شدند. در هر قطعه نمونه، درصد خشکیدگی در پلات (فرمول ۱)، تعداد درختان خشکیده و ویژگی‌های آن‌ها شامل قطر، ارتفاع، تعداد جست، قطر متوسط تاج، سطح تاج پوشش (فرمول ۲)، درصد تاج پوشش (فرمول ۳) و تعداد درختان سالم و سطح تاج پوشش آن‌ها (فرمول ۲) ثبت شدند.

فرمول (۱) $100 \times$ تعداد کل درختان / تعداد درختان خشکیده = درصد خشکیدگی در پلات

فرمول (۲) قطر متوسط تاج $\times \pi/4 =$ سطح تاج پوشش

فرمول (۳) مساحت پلات / ($100 \times$ مجموع سطح تاج پوشش هر پلات) = درصد تاج پوشش

تجزیه و تحلیل داده‌ها: توصیف آماری داده‌ها به منظور دستیابی به خلاصه اطلاعات آماری هر ویژگی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 انجام گرفت. شاخص‌های آماری میانگین، میانه، حداقل، حداکثر، انحراف معیار، ضریب تغییرات و چولگی برای هر متغیر تعیین شد. اگرچه توزیع نرمال داده‌ها شرط لازم و ضروری پردازش‌های زمین‌آماري نمی‌باشد، لیکن در صورت نرمال بودن داده‌ها، تخمین‌های زمین‌آماري می‌توانند از دقت بالاتری برخوردار باشند (۲۳). بنابراین، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر آن ضریب همبستگی پیرسون بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم تعیین گردید.

قبل از کاربرد تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماري، ناهمسانگردی هر متغیر با ترسیم واریوگرام رویه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (۱۱). تحلیل ساختار مکانی با استفاده از واریوگرام انجام گرفت و حضور و عدم حضور روند بررسی شد. واریوگرام‌های محاسبه شده از لحاظ ناهمسانگردی با ترسیم واریوگرام سطحی Surface Variogram مورد بررسی قرار گرفت (۲۳).

برای مقایسه دو کمیت در دو نقطه به مختصات مختلف، بررسی اختلاف آن‌ها طبیعی‌ترین روش مقایسه است. بر این اساس، برای تمام موقعیت‌ها توان دوم این اختلاف تحت عنوان واریوگرام به صورت زیر محاسبه گردید:

$$y(h) = 1/2 N \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x) - Z(x+h)]^2 \quad \text{فرمول (۴)}$$

که در آن، $N(h)$ تعداد جفت‌های جدا شده در فاصله گام (h) ، $Z(x)$ مقدار متغیر اندازه‌گیری شده در نقطه i و $Z(x+h)$ مقدار متغیر اندازه‌گیری شده در موقعیت مکانی $i+h$ است. واریوگرام رکن اصلی و قلب زمین‌آمار بوده و مقدار آن وابسته به فاصله بین دو متغیر ناحیه‌ای است. از آنجا که نمونه‌هایی که در یک نقطه اندازه‌گیری شده‌اند ($h=0$) باید دارای ارزش یکسانی باشند بنابراین

واریوگرام باید از مبدأ مختصات شروع شود ولی در عمل واریوگرام‌های تجربی دارای عرض از مبدایی هستند که اثر قطعه‌ای یا واریانس تصادفی نامیده می‌شود. اثر قطعه‌ای به علت اشتباه در اندازه‌گیری نمونه‌ها و یا تغییرپذیری در فواصل کمتر از حداقل فاصله نمونه‌برداری بروز می‌کند.

مقداری از سمی واریانس که در آن واریوگرام ثابت می‌شود، حد آستانه یا سقف واریوگرام نامیده می‌شود که برابر مجموع واریانس تصادفی و ساختاردار است. فاصله‌ای که در آن واریوگرام به سقف خود می‌رسد، دامنه تأثیر نامیده می‌شود. بدیهی است که پس از عبور از دامنه تأثیر، هیچ‌گونه ارتباط مکانی بین نمونه‌ها وجود ندارد و نمونه‌ها مستقل از یکدیگر خواهند بود (۲، ۴، ۱۴، ۲۳، ۲۵). پس از رسم واریوگرام‌ها لازم است که یک مدل به آن برازش داده شود. مدل کروی، نمایی، گوسی و خطی از معمول‌ترین مدل‌ها هستند (۱۴). درجه وابستگی مکانی متغیرها براساس فرمول زیر به دست می‌آید:

فرمول (۵) $100 \times \text{حد آستانه (واریانس کل)} / \text{واریانس اثر قطعه‌ای} = \text{درجه وابستگی مکانی}$

چنانچه این نسبت کمتر از ۲۵ درصد باشد همبستگی قوی، ۲۵-۷۵ درصد همبستگی متوسط و بیشتر از ۷۵ درصد همبستگی ضعیف خواهد بود (۱، ۱۱). ترسیم واریوگرام با استفاده از نرم‌افزار GS+ 5.1 صورت گرفت. برای بررسی همبستگی بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین بررسی ارتباط مکانی از طریق تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری صورت گرفت.

نتایج و بحث

خلاصه آماری ویژگی‌های درختان، در جدول ۱ آمده است. میانگین ارتفاع درختان خشکیده حدود ۳ متر، میانگین قطر حدود ۱۱ سانتی-متر، میانگین قطر متوسط تاج ۳ متر، میانگین سطح تاج ۸/۹۴ مترمربع و میانگین درصد خشکیدگی ۵۲/۹۵ درصد است (جدول ۱). نتایج حاصل از این جدول و آزمون نرمال نشان داد که توزیع داده‌ها، از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند. از آنجایی که بسیاری از تکنیک‌های زمین-آماری در وضعیت نرمال داده‌ها بسیار مؤثرتر و کارآمدتر به پردازش داده‌ها می‌پردازند بنابراین اقدام به نرمال کردن داده‌ها گردید (۱۱، ۲۲، ۲۳). جهت نرمال کردن توزیع متغیرها، از تبدیل لگاریتم پایه طبیعی استفاده شد.

جدول ۱- خلاصه آماری ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم (قبل از تبدیل).

Table 1. Statistical summary of trees with dieback and healthy trees properties (Before transformation).

متغیر Variable	میانگین Mean	میانه Median	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	انحراف معیار Standard. Deviation	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	چولگی Skewness
قطر (سانتی‌متر) (Diameter, (cm))	11.33	11.15	15.92	8.85	1.33	12	0.591
ارتفاع (متر) (height (m))	3.18	3.10	4.50	1.90	0.53	17	-0.004
قطر تاج (متر) (Crown diameter (m))	3.17	3.07	5.06	1.40	0.81	26	0.333
متوسط سطح تاج (مترمربع) (Crown Area Mean (m ²))	8.94	8.09	21.52	1.70	4.44	50	0.856
درصد سطح تاج (Crown Area%)	19.28	17.63	58.40	0.24	12.27	64	0.706
تعداد جست (Number of Shoot)	6.38	5.39	17.50	2.44	3.34	52	1.803
تعداد درختان دارای خشکیدگی (Number of trees with dieback)	10.78	10.50	23	1	5.63	52	0.146
درصد خشکیدگی (Dieback percentage)	52.95	56.00	100	7.00	22.76	43	-0.042
تعداد درختان سالم (Number of Healthy trees)	9.61	9	23	0	5.55	58	2.66
متوسط سطح تاج درختان سالم (مترمربع) (Crown area of healthy trees (m ²))	10.04	8.85	43.80	0	6.35	63	2.63

لازم به ذکر است که پس از تبدیل داده‌ها در مورد همه متغیرها ضریب تغییرات کاهش یافت و داده‌ها نرمال شدند (جدول ۲).

حدیث دارابی و همکاران

جدول ۲- خلاصه آماری ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم (بعد از تبدیل).

Table 2. Statistical summary of trees with dieback and healthy trees properties (After transformation).

متغیر Variable	میانگین Mean	میانه Median	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	انحراف معیار Standard. Deviation	ضریب- تغییرات (درصد) CV (%)	چولگی Skewness
قطر (سانتی‌متر) (Diameter, (cm))	2.51	2.50	2.83	2.29	0.11	4	0.259
ارتفاع (متر) (height (m))	1.42	1.41	1.70	1.60	0.13	9	-0.392
قطر تاج (متر) (Crown diameter (m))	1.41	1.40	1.80	0.88	0.20	14	-0.227
متوسط سطح تاج (مترمربع) (Crown Area Mean (m ²))	2.20	2.21	3.11	0.99	0.46	21	-0.262
درصد سطح تاج (Crown Area%)	2.76	2.92	4.08	0.22	0.78	28	-1.038
تعداد جست (Number of Shoot)	1.92	1.85	2.92	1.24	0.38	20	0.879
تعداد درختان دارای خشکیدگی (Number of trees with dieback)	2.32	2.44	3.18	0.69	0.59	25	-0.858
درصد خشکیدگی (Dieback percentage)	3.87	4.04	4.62	2.08	0.54	14	-1.23
تعداد درختان سالم (Number of Healthy trees)	2.18	2.30	3.18	0	0.67	30	-0.97
متوسط سطح تاج درختان سالم (مترمربع) (Crown area of healthy trees (m ²))	2.26	2.29	3.80	0	0.55	24	-0.84

همبستگی خشکیدگی با ویژگی‌های درختان: مقادیر ضریب همبستگی پیرسون بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم در جدول ۴ و ۳ نشان داده شده است. نتایج

حاکمی از آن است که میزان خشکیدگی با ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی از جمله قطر، ارتفاع، قطر تاج، درصد تاج‌پوشش و تعداد جست همبستگی معنی‌دار و مثبت دارد (جدول ۳)، یعنی درختان با تاج‌پوشش بیشتر دارای خشکیدگی بیشتر هستند.

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی.

Table 3. Pearson correlation coefficient between declining and trees with dieback properties.

متغیر Variable	قطر (سانتی‌متر) Diameter (cm)	ارتفاع (متر) Height (m)	قطر تاج (سانتی‌متر) Crown diameter (cm)	متوسط سطح تاج‌پوشش (مترمربع) Mean of Crown Area (m ²)	درصد تاج پوشش (درصد) Canopy (%)	تعداد جست Number of shoot
تعداد درختان دارای خشکیدگی Number of trees with dieback	0.315**	0.292**	0.84	0.057	0.576**	-0.066
درصد خشکیدگی Declining percentage	0.462**	0.321**	0.333**	0.229	0.640**	0.281*

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

بر اساس نتایج همبستگی، میزان خشکیدگی با ویژگی‌های درختان سالم از جمله تعداد درختان و متوسط سطح تاج‌پوشش همبستگی معنی‌دار و منفی دارد (جدول ۴). در واقع زمانی که تعداد درختان سالم و سطح تاج آن‌ها افزایش می‌یابد درصد خشکیدگی کاهش می‌یابد. میزان خشکیدگی همبستگی بیشتری با درصد تاج‌پوشش درختان دارای خشکیدگی نشان می‌دهد (جدول ۴).

جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان سالم.

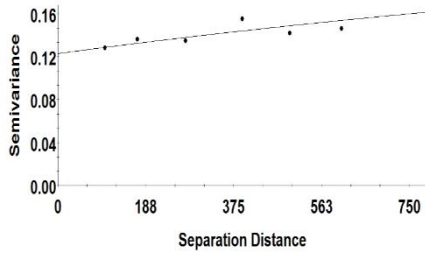
Table 4. Pearson correlation coefficient between declining and healthy trees properties.

متغیر Variable	تعداد درختان (تعداد در پلات) Number of trees (in plot)	متوسط سطح تاج‌پوشش (مترمربع) Mean of crown area (m ²)
تعداد درختان دارای خشکیدگی Number of trees with dieback	-0.156	-0.223
درصد خشکیدگی Declining percentage	-0.681**	-0.309*

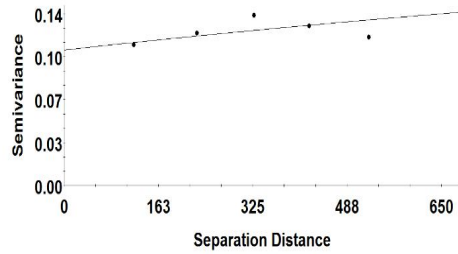
** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

خشکیدگی تاجی از پدیده‌های بارزی است که در جریان خشکسالی‌های اخیر در جنگل‌های بلوط زاگرس رخ داده و عمدتاً درختان بلوط را در بر گرفته است (۱۶). گالیانو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که خشکیدگی ماهیت چند عامله‌ای دارد و از بین آن‌ها خصوصیات فردی درختان مانند تعداد درختان سالم در الگوی مکانی و سرخشکیدگی در جنگل نقش مهمی دارند، که این به نتایج تحقیق حاضر نزدیک است به گونه‌ای که نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد میزان خشکیدگی با ویژگی‌های درختان سالم از جمله تعداد درختان و متوسط سطح تاج‌پوشش همبستگی معنی‌دار و منفی دارد، به عبارتی می‌توان اظهار داشت که ویژگی درختان سالم، میزان خشکیدگی را در منطقه تحت تأثیر قرار می‌دهند. ژائوفی و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی بیان کردند که بین عرض تاج و خشکیدگی تاج گونه بلوط همبستگی مثبت وجود دارد. حسین‌زاده و پورهاشمی (۲۰۱۵) و اسکات و همکاران (۲۰۱۳) داشتن تاج باز را نشانه بارزی از وجود تنش و یا زوال درخت نشان دادند. این یافته‌ها با نتیجه تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد به گونه‌ای که میزان خشکیدگی با ویژگی‌های تاج درختان دارای خشکیدگی همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. به‌نظر می‌رسد که درختان دارای تاج بزرگ‌تر، به‌دلیل محدودیت منابع در دسترس و رقابت، برای مقابله با این پدیده مشکلات بیشتری داشته باشند و همین عامل می‌تواند زمینه سرخشکیدگی این درختان را بیشتر می‌کند.

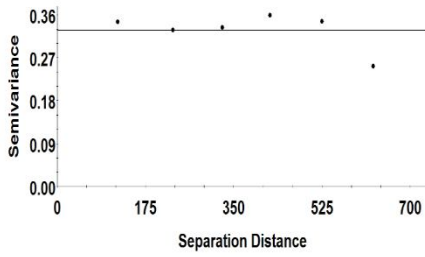
ساختار مکانی خشکیدگی و ویژگی‌های درختان: از لحاظ آماری یکی از راه‌های بررسی تغییرات مکانی پارامترهای محیطی با ساختار مکانی، استفاده از تجزیه و تحلیل زمین‌آماری (واریوگرام) است (۲۷). بنابراین به‌منظور بررسی و مطالعه الگوی توزیع مکانی خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و درختان سالم، واریوگرام‌ها متغیرها محاسبه و ترسیم شدند. با بررسی واریوگرام‌های روبه‌ای، ناهمسانگردی مشخصی مشاهده نگردید. بنابراین، با توجه به همسانگرد بودن متغیرهای مورد بررسی، واریوگرام‌های همه‌جهته آن‌ها تهیه و مدل مناسب برازش داده شد. شکل ۲ واریوگرام‌های تجربی به همراه مدل‌های برازش شده را نشان می‌دهد. همسانگرد بودن متغیرهای مورد بررسی، نمایانگر آن است که تغییرپذیری آن‌ها در جهات مختلف، یکسان است (۱۱، ۱۵).



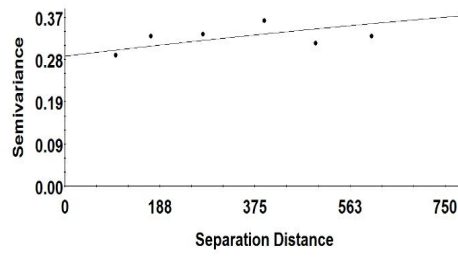
b



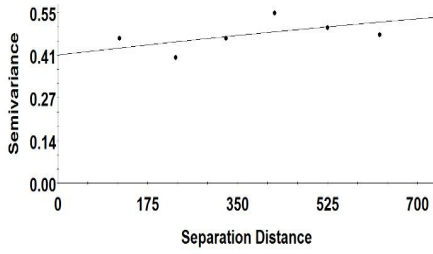
a



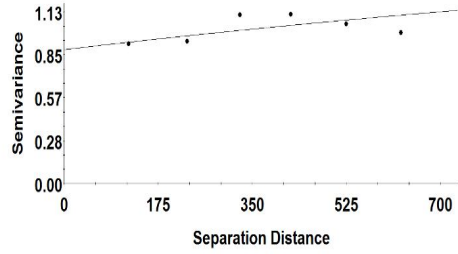
d



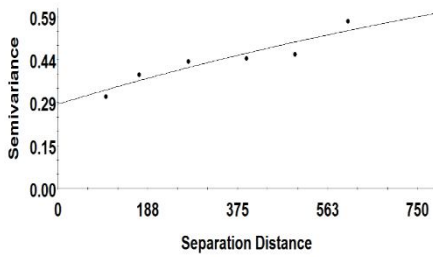
c



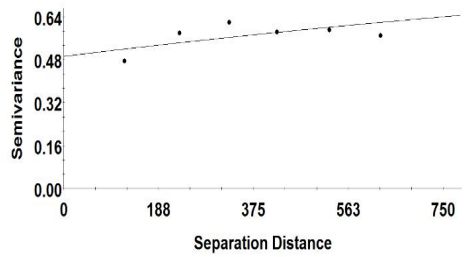
f



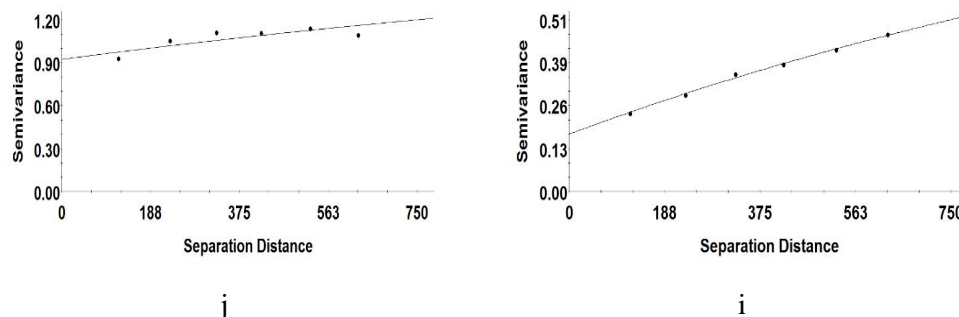
e



h



g



شکل ۲- واریوگرام تجربی و مدل برازش داده شده به داده‌های (a) ارتفاع، (b) قطر متوسط تاج، (c) قطر (d) تعداد جست، (e) درصد سطح تاج، (f) متوسط سطح تاج، (g) تعداد درختان دارای خشکیدگی، (h) تعداد درختان سالم، (i) متوسط سطح تاج درختان سالم و (j) درصد خشکیدگی. مقدار واریوگرام $(\gamma(h))$ به ازای فاصله (h) روی نمودارها آمده است.

Figure 2. Experimental variogram model fitted to the data (a) height, (b) Crown diameter, (c) diameter, (d) number of shoot, (e) Crown area (%), (f) Mean of Crown Area, (g) Number of declined trees, (h) Number of Healthy trees, (i) Crown Area of healthy trees and (k) Declining percentage. Variogram values $(\gamma(h))$ for distance (h), is shown on the Charts.

نتایج حاکی از آن است که همه متغیرهای مورد بررسی به جز تعداد جست‌ها، دارای ساختار مکانی می‌باشند. شایان ذکر است که واریوگرام ارتفاع، قطر، قطر متوسط تاج، سطح تاج‌پوشش و درصد سطح تاج‌پوشش درختان دارای خشکیدگی، میزان خشکیدگی و همچنین تعداد درختان سالم از مدل نمایی تبعیت می‌کنند، بقیه متغیرها از مدل کروی تبعیت می‌کنند. پارامترهای به‌دست آمده از واریوگرام‌ها و مدل‌های برازش داده شده بر همه متغیرها در جدول ۵ نشان داده شده‌اند.

مطالعه این واریوگرام‌ها نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها در مورد همه فاکتورها به جز تعداد جست‌ها، در سطح منطقه به گونه‌ای است که نشانگر وجود روند در هر متغیر نمی‌باشد و واریوگرام‌ها حضور همبستگی مکانی را نشان می‌دهند. واریوگرام تعداد جست‌های درختان دارای خشکیدگی، دلالت بر غلبه کامل بخش بدون ساختار مؤلفه تصادفی متغیر ناحیه‌ای به بخش دارای ساختار آن دارد. در چنین شرایطی تغییرات داده‌ها مستقل از یکدیگر بوده و اصل همبستگی مکانی (فاصله کمتر، شباهت بیشتر و بالعکس) در مقیاس مطالعاتی موردنظر برقرار نمی‌باشد. بنابراین جهت توصیف ساختار تغییرات مکانی مشخصه موردنظر می‌بایستی اقدام به نمونه‌برداری متراکم تری کرد (۱۴ و ۲۱).

در تحقیق حاضر، اثر قطعه‌ای در مورد ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی از جمله ارتفاع، قطر متوسط تاج، قطر، متوسط سطح تاج‌پوشش، درصد سطح تاج‌پوشش، میزان خشکیدگی و تعداد درختان خشکیده ۵۰ درصد حد آستانه می‌باشد. این نسبت در مورد تعداد درختان سالم ۴۶ درصد و متوسط سطح تاج‌پوشش ۳۸ درصد حد آستانه می‌باشد (جدول ۵). در واقع بر اساس این نتایج، کلیه متغیرهای مورد بررسی دارای همبستگی مکانی متوسط بودند و این نمایانگر تغییرات مکانی متوسط در مورد این متغیرها است.

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، ۱۱). این پارامتر در مورد ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی از جمله ارتفاع، قطر متوسط تاج، قطر، متوسط سطح تاج‌پوشش، درصد سطح تاج‌پوشش، میزان خشکیدگی و تعداد درختان دارای خشکیدگی، ۲۱۱۰ متر می‌باشد. دامنه تأثیر در مورد تعداد درختان سالم ۱۵۹۹ متر و متوسط سطح تاج‌پوشش آن‌ها ۱۶۵۲ متر است (جدول ۵). نتایج اعتبارسنجی، اعتبار ضعیف واریوگرام‌ها را نشان می‌دهد. همچنین مجموع مربعات خطا در مورد مدل‌های برازش داده شده نسبتاً بالاست که بیانگر این است که ساختار مکانی بر اساس این مدل‌ها قوی نیست (۱۸).

همبستگی مکانی مشاهدات میزان خشکیدگی و برخی از ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی از جمله ارتفاع، قطر، قطر متوسط تاج و درصد تاج‌پوشش در فاصله بیشتری رخ می‌دهد (بیشترین دامنه تأثیر)، که نشان‌دهنده یکسان بودن بیشتر شرایط در مورد این متغیرها است (۱۱، ۱۴). همچنین بالا بودن دامنه تأثیر، همگنی بیشتر متغیرها را نشان می‌دهد (۲). براساس نتایج این تحقیق، دامنه تأثیر متغیرهای مورد بررسی در محدوده‌های نسبتاً بزرگ رخ داده است که دلالت بر ساختار مکانی گسترده، پراکنش یکنواخت و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر موردنظر است (۱۴). به‌طور کلی دامنه واریوگرام‌ها و همچنین پارامترهای دیگر آن‌ها در متغیرهای مورد بررسی نسبتاً مشابه است که بیانگر یکسان بودن شرایط توزیع و پراکنش میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

جدول ۵- پارامترهای مدل برازش داده شده بر واریوگرام‌های تجربی میزان خشکیدگی، ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی و ویژگی درختان سالم. RSS: مجموع مربعات خطا.

Table 5. Experimental variogram model parameters fitted to the trees with dieback and characteristics of healthy trees. RSS: Residual sums of square.

RSS	R ² اعتبارسنجی R ² of Cross validation	همبستگی مکانی Spatial Dependency	اثر قطعه‌ای / حد آستانه (درصد) Nugget/Sill%	دامنه تأثیر (متر) Range(m)	حد آستانه Sill	اثر قطعه‌ای Nugget	مدل Model	متغیر Variable
0.098	0.104	متوسط Moderate	48	1599	0.768	0.370	نمایی Exponential	تعداد درختان سالم (Number of Healthy trees)
0.013	0.067	متوسط Moderate	38	1652	0.403	0.152	کروی Spherical	متوسط سطح تاج درختان سالم (Crown Area of Healthy trees)
0.011	0.001	متوسط Moderate	50	2110	1.849	0.924	نمایی Exponential	درصد خشکیدگی (Declining percentage)
4.484	0.024	متوسط Moderate	50	2110	0.573	0.286	نمایی Exponential	قطر (Diameter)
4.276	0.004	متوسط Moderate	50	2110	0.212	0.105	نمایی Exponential	ارتفاع (height)
2.657	0.093	متوسط Moderate	50	2110	0.253	0.126	نمایی Exponential	قطر تاج (Crown diameter)
8.992	0.016	متوسط Moderate	50	2110	0.823	0.411	نمایی Exponential	متوسط سطح تاج درختان (Mean of Crown Area)
0.0271	0.036	متوسط Moderate	50	2110	1.733	0.866	نمایی Exponential	درصد تاج پوشش (Crown Area%)
0.190	0.062	متوسط Moderate	50	2110	0.845	0.422	کروی Spherical	تعداد درختان دارای خشکیدگی (Number of trees with dieback)

میزان خشکیدگی با ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی ارتباط مکانی نزدیکی دارد. به خصوص دامنه تأثیر آن (۲۱۱۰ متر)، مشابه دامنه تأثیر قطر، ارتفاع، قطر متوسط تاج، متوسط سطح تاج پوشش و درصد تاج پوشش است. مدل پراکنش مکانی میزان خشکیدگی و ویژگی‌های ذکر شده مشابه و منطبق بر مدل نمایی است. ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار بین میزان خشکیدگی و قطر، ارتفاع، قطر متوسط تاج و درصد تاج پوشش دلیل دیگری بر این تأثیر است (۱۱). همچنین دامنه تأثیر درصد خشکیدگی (۲۱۱۰ متر) با مدل نمایی نزدیک به دامنه تأثیر تعداد درختان سالم (۱۵۹۹ متر) و سطح تاج پوشش درختان سالم (۱۶۵۲ متر) با مدل نمایی می‌باشد. که البته بر اساس همبستگی پیرسون،

ارتباط آن‌ها در این دامنه معکوس است. شباهت در ساختار مکانی خشکیدگی و ویژگی درختان حاکی از تغییرات مکانی مشابه آن‌ها است. در واقع الگوی مکانی ویژگی‌های درختان محدوده مکانی گسترش خشکیدگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ساختار ارتفاع درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس تفاوت چندانی باهم ندارند و همه درختان مقادیر ارتفاعی نزدیک به هم دارند، ولی در رابطه با همبستگی و ارتباط میزان خشکیدگی با قطر درختان و ویژگی‌های تاج آن‌ها می‌توان اظهار داشت که درختانی که دارای قطر بیشتر و یا سطح تاج بیشتری هستند، بیشتر مستعد پدیده خشکیدگی می‌باشند و این امر می‌تواند به دلیل کمبود منابع و رقابت بیشتر باشد. این نتیجه با یافته‌های ژائوفی و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی تجزیه و تحلیل ساختار مکانی درصد خشکیدگی و ویژگی‌های درختان خشکیده و سالم نشان می‌دهد که واریانس مؤلفه ساختاری بر واریانس مؤلفه تصادفی غلبه دارد. دامنه تأثیر متغیرهای مورد بررسی در محدوده‌های نسبتاً بزرگ رخ داده است که دلالت بر ساختار مکانی گسترده، پراکنش یکنواخت و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر متغیر موردنظر دارد. شباهت در دامنه تأثیر میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی (قطر، ارتفاع، قطر متوسط تاج، متوسط سطح تاج‌پوشش و درصد تاج‌پوشش) و همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آن‌ها، بیانگر ارتباط مکانی نزدیک بین میزان خشکیدگی و ویژگی‌های درختان دارای خشکیدگی است. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین میزان خشکیدگی و ویژگی درختان سالم (تعداد درختان و متوسط سطح تاج‌پوشش)، می‌توان اظهار داشت که تغییرپذیری مکانی ویژگی درختان سالم، میزان خشکیدگی را به‌صورت عکس تحت تأثیر قرار می‌دهد. در واقع هرچه تراکم و سطح تاج درختان سالم افزایش یابد به‌دلیل بهبود شرایط میکرو اقلیمی خشکیدگی کمتر خواهد بود. این اطلاعات برای پیش‌بینی الگوی تغییرات خشکیدگی بر اساس ویژگی‌های درختان در تحقیقات مختلف و مدیریت جنگل کاربرد فراوان دارند. به‌طور 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 به‌دست آمده و ساختار مکانی آن‌ها تعیین می‌گردد که نتایج حاصل از آن می‌تواند در ارائه راهکارهای مدیریتی مفید واقع شود.

منابع

1. Afshar, H., Salehi, M.H., Mohammadi, J., and Mehnatkesh, A. 2009. Spatial Variability of Soil Properties and Irrigated Wheat Yield in a Quantitative Suitability Map, a Case Study: Shahr-e-Kian Area, Chaharmahalva-Bakhtiari Province. *Journal of Water and Soil*. 23: 1.161-172. (In Persian)
2. Akhavan, R., and Kleinn, C. 2009. On the potential of kriging for estimation and mapping of forest plantation stock (Case study: Beneshki plantation). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 17: 2.303-318. (In Persian)
3. Akhavan, R., Zahedi Amiri, Gh., and Zobeiri, M. 2010. Spatial variability of forest growing stock using geostatistics in the Caspian region of Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 8: 1. 43-53.
4. Akhavan, R., Karami Khorramabadi, M., and Soosani, J. 2012. Application of Kriging and IDW methods in mapping of crown cover and density of coppice oak forests (case study: Kakareza region, Khorramabad). *Iranian Journal of Forest*. 13: 4.305-316. (In Persian)
5. Ainsworth, E.A., and Long, S.P. 2005. What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytol*. 165.351–372.
6. Bravo-Oviedo, A., Sterba, H., Del Rio, M., and Bravo, F. 2006. Competition-induced mortality for Mediterranean *Pinus pinaster* Ait. and *P. sylvestris* L. *Forest Ecology and Management*. 222.88–98.
7. Crosby, M.K., Zhaofei, F., Spetich, M.A., Leininger, T.D., and Fan, X. 2015. Early indications of drought impacts on forests in the southeastern United States. *THE FORESTRY CHRONICLE*. 91: 4. 376-383.
8. Das, A.J., Battles, J., van Mantgem, P.J., and Stephenson, N.L. 2008. Spatial elements of mortality risk in old-growth forests. *Ecology*. 89: 6.1744-1756.
9. Franklin, J.F., Shugart, H.H., and Harmon, M.E. 1987. Tree death as an ecological process. *BioScience*. 37: 8. 550-556.
10. Galiano, L., Martínez-Vilalta, J., Sabaté, S., and Lloret, F. 2012. Determinants of drought effects on crown condition and their relationship with depletion of carbon reserves in a Mediterranean holm oak forest. *Tree Physiology*. 32:4.478-489.
11. Gholami, Sh., Hosseini, S.M., Mohammadi, J., and Mahini, A.S. 2011. Spatial Variability of Soil Macrofauna Biomass and Soil Properties in Riparian Forest of Karkhe River. *Journal of Water and Soil*. 25: 2.248-257. (In Persian)
12. Guarin, A., and Taylor, A.H. 2005. Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. *Forest Ecology and Management*. 218. 229-244.
13. Hamzehpour, M., Kia-daliri, H., and Bordbar, K. 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)
14. Hassani Pak, A.A. 1998. Geostatistics. University of Tehran, Tehran, 340p. (In Persian)
15. Hogg, E.H., James, P., Brand, T., and Kochtubajda, B. 2002. Growth and dieback of aspen forests in northwestern Alberta, Canada, in relation to climate and insects. *Can. J. For. Res.* 32: 823-832.
16. Hosseini, A. 2014. Effects of some of Persian oak tree and stand characteristics on crown dieback rate in oak forests of medium Zagros. *Journal of Zagros Forests Research*. 1: 1. (In Persian)
17. Hosseinzadeh, J., and Pourhashemi, M. 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)
18. Katsalirou, E., Deng, Sh., Nofziger, D.L., Gerakis, A., and Fuhlendorf, S.D. 2010. Spatial structure of microbial biomass and activity in prairie soil ecosystems. *European Journal of soil Biology*. 46: 181-189.
19. Mahdavi, A., Mirzaei, J., and Karami, O. 2015. The status of dead standing trees in Zagros forest (Case study: Bioreh Forests in Ilam Province). *Journal of Forest Sustainable Development*. 1: 4. (In Persian)
20. Miller, M.P., Singer, M.J., and Nielson, D.R. 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 1133-1141.
21. Mohammadi, J. 2001. Review on Fundamentals of Geostatistics and its Application to Soil Science. *Iranian Journal of soil and water sciences*. 15: 1, 99-121. (In Persian)
22. Mohammadi, J. 2006. *Pedometrics: Classical Statistics (Univariate and Multivariate)*. Pelk Publication, 531p. (In Persian)
23. Mohammadi J. 2006. *Pedometrics: Geostatistics*. Pelk Publication, Tehran. 453p. (In Persian)
24. Morin, R.S., Randolph, K.C., and Steinman, J. 2015. Mortality rates associated with crown health for eastern forest tree species. *Environmental Monitoring and Assessment*. 187(3): 4332.
25. Namiranian, M., Henareh Khalyani, A., Zahedi Amiri, Gh., and Ghazanfari, H. 2007. Study of different restoration and regeneration techniques in northern Zagros (Case study: Armardeh oak forest, Baneh). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 15: 4.386-397. (In Persian)
26. Palik, B.J., and Pederson, N. 1996. Over story mortality and canopy disturbances in longleaf pine ecosystems. *Can. J. For. Res.*, 26: 2035-2047.
27. Ritz, K., McNicol, 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, A.E., and Prosser, J.I. 2004. Spatial structure in soil chemical and microbiological properties in an upland grassland. *FEMS Microbiology Ecology*. 49: 191-205.

28. Ruiz-Benito, P., Lines, E.R., Gómez-Aparicio, L., Zavala M.A., and Coomes, D.A. 2013. Patterns and drivers of tree mortality in iberian forests: Climatic effects are modified by competition. *PloS One*. 8: 2.e56843.
29. Schomaker, M.E., Zarnoch, S.J., Bechtold, W.A., Latelle, D.J., Burkman, W.G., and Cox, S.M. 2007. Crown-condition classification: a guide to data collection and analysis. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 78p.
30. Scott, P.M., Shearer, B.L., Barber, P.A., and Hardy, G.E. 2013. Relationships between the crown health, fine root and ectomycorrhizal density of declining, *Eucalyptus gomphocephala*. *Australasian Plant Pathology*. 42: 2. 121-131.
31. Sokouti-Oskoe, R., Mahdian, M.H., and Mahmoodi, Sh. 2008. Comparing the applicability of some geostatistic methods to predict the variability of soilsalinity, a case study of Uromieh plain. *J. Pajouhesh and Sazandegi*. 74: 90-98.
32. 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.
33. Temesgen, H., and Mitchell, S.J. 2005. An individual-tree mortality model for complex stands of southeastern British Columbia. *Western Journal of Applied Forestry*. 20: 2.101-109.
34. Zhaofei, F., Kabrick, J.M., Spetich, M.A., Shifley, S.R., and Jensen, R.G. 2008. Oak mortality associated with crown dieback and oak borer attack in the Ozark Highlands. *Forest Ecology and Management*. 255: 7. 2297-2305.
35. WWW. Kermanshahmet.ir. Kermanshah regional meteorology office. Site visited on 5/10/2015.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Spatial distribution of Oak decline in relation to trees morphologic properties in Zagros forests, Kermanshah

H. Darabi¹, *Sh. Gholami² and E. Sayad²

¹M.Sc. Student of Forestry, Dept., Natural Resources, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran, ²Assistant Prof., of Forestry, Natural Resources Dept., Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 01/31/2016; Accepted: 06/23/2016

Abstract

Background and objectives: One of the main problems in Zagros forests is oak trees dieback. What is certain and important is that the tree dieback crisis caused the declining of oak in Zagros forest. Oak decline is characterized by crown thinning, foliar necrosis and progressive death of primary leaf-bearing branches and the emergence and subsequent decline of foliage. The condition of tree crowns is an important indicator of tree and forest health. A range of biotic and abiotic factors has been shown to contribute to the decline. However, no satisfactory investigation has been established to explain the distribution.

Materials and methods: The aim of this study was to investigate the spatial variability of Oak decline and its relation to tree properties in Zagros Forest of Kermanshah (Gahvareh). In this order, 70 hectares of Gahvareh forest were selected and then 67 sample plots (400 m²) were used in a 100 × 100 m sampling grid. In each of the plots the number of healthy trees and their canopy cover, the dieback and trees with dieback features including diameter, height, crown diameter, average canopy cover, and the number search trees were recorded. Then the spatial continuity, using was described geostatistics (variogram).

Results: The results of the Pearson correlation coefficient indicates that dieback has a significant positive relationship with the feature tree dieback including diameter, height, crown diameter, canopy cover is a significant and positive relationship between the number of sprouts. As well as between the dieback and features healthy tree such as the number of trees and average canopy cover and there is a significant negative relationship variogram of variables revealed the

*Corresponding author: Shaiestegholami@gmail.com

presence of spatial autocorrelation except for the number of shoots have the spatial structure.

Conclusion: Overall analysis of the spatial structure of healthy and dead tree dieback and features showed that the structural component of the variance components of random variance prevails. The variables studied occurred in a relatively large area, indicating the spatial structure of large, uniform distribution and continuity in the desired location in variable amounts. The similarity in the effect of dieback and features trees with dieback (collar diameter, height, crown diameter, average level of cover and canopy cover) and also a significant positive correlation between them, represents the close spatial relationship between the dieback and trees have been dieback features. Given the significant negative correlation between the dieback and characteristics of healthy trees (number of trees and average level of cover), it can be stated that the spatial variability characteristics of healthy trees, the dieback effects as photos.

Keywords: Dieback, Spatial pattern, Variogram, Zagros forests

