

الگوی پراکنش مکانی و ساختار مکانی متغیرهای کمی درختان خشکیده بلوط ایرانی در جنگل‌های بیوره استان ایلام

رضا اخوان^۱، علی مهدوی^{۲*} و امید کرمی^۳

^۱دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

^۲دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

^۳دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۲)

چکیده

پدیده خشکیدگی جنگل چند سالی است که در ناحیه زاگرسی ایران مشاهده می‌شود و همچنان در حال گسترش است. یکی از کانون‌های اصلی این پدیده، جنگل‌های استان ایلام است. این تحقیق به منظور بررسی وضعیت درختان خشکیده، الگوی پراکنش مکانی آنها و ساختار مکانی متغیرهای کمی آنها در استان ایلام انجام گرفت. بدین منظور یک منطقه جنگلی آلوده به پدیده خشکیدگی به مساحت ۹۶ هکتار در جنگل‌های منطقه بیوره شهرستان ملکشاهی انتخاب و آماربرداری صددرصد شد. کلیه درختان از نظر نوع گونه، قطر برابرسینه، فرم پرورشی، تعداد جست در شاخه‌زادها و میانگین قطر تاج بررسی و اندازه‌گیری شدند. همچنین مختصات جغرافیایی درختان با خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد نیز ثبت شد. بررسی الگوی پراکنش مکانی درختان خشکیده با استفاده از آماره او-رینگ و تحلیل ساختار مکانی متغیرهای کمی آنها با استفاده از واریوگرام انجام گرفت. نتایج نشان داد که تراکم درختان خشکیده ۱۰ پایه در هکتار است که بیشتر شامل جست‌گروه‌های شاخه‌زاد است و بیشترین درصد فراوانی خشکیدگی در پایه‌های خیلی قطور دیده می‌شود. الگوی پراکنش درختان خشکیده تا شعاع ۱۲ متری خوشه‌ای تعیین شد. به عبارت دیگر درختان خشکیده در لکه‌هایی با مساحت حدود ۴/۵ آر با میانگین فاصله ۱۵/۸ متر جمع شده‌اند. بررسی ساختار مکانی متغیرهای قطر تاج، قطر برابرسینه و تعداد جست درختان و جست‌گروه‌ها نشان داد که شباهتی بین درختان خشک مجاور وجود ندارد؛ به عبارت دیگر، این خشکیدگی در تمام مقادیر قطر تاج، قطر برابرسینه و تعداد جست مشاهده می‌شود. نتایج به دست آمده از نظر الگو و ساختار مکانی درختان خشکیده می‌تواند راهنمایی در راستای مدیریت توده‌های خشکیده و جنگل‌شناسی کاربردی آنها باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوی مکانی، ایلام، خشکیدگی درختان، ساختار مکانی.

مقدمه و هدف

اهمیت جنگل‌های زاگرس چه از نظر حفاظت خاک و تولید آب و چه از نظر نقشی که در تأمین معاش مردم ساکن در این ناحیه رویشی دارند، بر هیچ کس پوشیده نیست. براساس آخرین برآوردها بیش از یک میلیون هکتار از اکوسیستم‌های جنگلی بلوط ناحیه زاگرس از کل مساحت ۶ میلیون هکتاری جنگل‌های این ناحیه دچار پدیده خشکیدگی و زوال شده‌اند. کانون این پدیده به ترتیب رویشگاه‌های جنگلی استان‌های ایلام و فارس و پس از آن، استان‌های لرستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، و کرمانشاه است (سوسنی، ۱۳۹۲).

تیپ غالب درختان استان ایلام از گونه برودار (بلوط ایرانی^۱) است؛ به طوری که بیش از ۹۰ درصد جنگل‌های این استان از این گونه تشکیل شده است (پیری، ۱۳۹۰). طی دهه گذشته بخش بزرگی از جنگل‌های زاگرس به ویژه در استان ایلام در مناطق پارک جنگلی چغاسبز، ملکشاهی و تنگه‌دالاب مبتلا به بحران زوال بلوط^۲ شده‌اند. عوامل مختلفی در بروز این خشکیدگی تأثیر داشته‌اند، اما به نظر می‌رسد عامل اصلی و اولیه، خشکسالی‌های اخیر و سپس حمله آفات و امراض به درختان ضعیف شده باشد.

این پدیده چند سالی است که در ناحیه جنگل‌های زاگرس ایران مشاهده و گزارش شده، اما پژوهش‌های زیادی در مورد علل و عوامل آن در کشور انجام نگرفته است. اولین پژوهش در مورد پدیده زوال بلوط در کشور را حمزه‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در جنگل‌های دشت برم کازرون در استان فارس انجام دادند که براساس آن مشخص شد بیشترین درختان خشکیده، شاخه‌زادند (۵۸/۳ درصد) و در طبقه میان قطر (۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متر) قرار دارند. همچنین بیشترین تعداد درختان خشکیده در طبقه خشکیدگی شدید (بیش از ۷۵ درصد) قرار داشتند. در پژوهشی دیگر در جنگل‌های شلم استان ایلام مشخص شد که بر اثر وقوع بحران زوال بلوط، به طور متوسط ۱۵/۷

درصد از تراکم اشکوب درختی و درختچه‌ای کم شده که ۹۷/۷ درصد آن مربوط به برودار (بلوط ایرانی) بوده است. همچنین بیشترین مرگ‌ومیر در طبقات قطری ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متر گزارش شد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱).

خشکیدگی بلوط در دنیا نیز دارای سابقه‌ای طولانی است. این پدیده در کشورهای پرتغال (اواخر قرن نوزدهم)، انگلستان (۱۹۲۰)، اسپانیا (۱۹۸۰)، لهستان (۲۰۰۵)، آمریکا (۲۰۰۶) و رومانی (۲۰۰۷) ظاهر شد که مهم‌ترین عوامل آن گرم شدن هوا، کاهش بارندگی، خشکی در تابستان و بارش‌های سیل‌آسا در زمستان، تغییرات کاربری اراضی و کشت گونه‌های غیربومی، آتش‌سوزی‌های گسترده در جنگل و طغیان آفات و امراض جنگلی ذکر شده است (Ainsworth and Long, 2005). (Aber et al. 2002) با بررسی تأثیر فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی بر توده‌های بلوط نشان دادند که این گونه فعالیت‌ها سبب تشدید تأثیر وقایع اقلیمی می‌شوند. Van der Werf et al. (2007) نیز عنوان کردند که فصل خشک تابستان سبب توقف رشد دو گونه راش^۳ و بلوط^۴ می‌شود.

در حال حاضر پدیده خشکیدگی و زوال جنگل‌های بلوط زاگرس همچنان در حال گسترش است و هرچه سریع‌تر باید برای مدیریت مناطق آلوده اقدام شود. هدف این تحقیق، بررسی وضعیت درختان خشکیده، الگوی پراکنش مکانی آنها و ساختار مکانی متغیرهای کمی این درختان در جنگل‌های منطقه بیوره شهرستان ملکشاهی در استان ایلام است تا اقدامات مدیریتی در راستای مقابله با این پدیده براساس شناخت وضعیت موجود برنامه‌ریزی شود.

^۱ *Quercus brantii* Lindl.

^۲ Oak decline

^۳ *Fagus sylvatica*

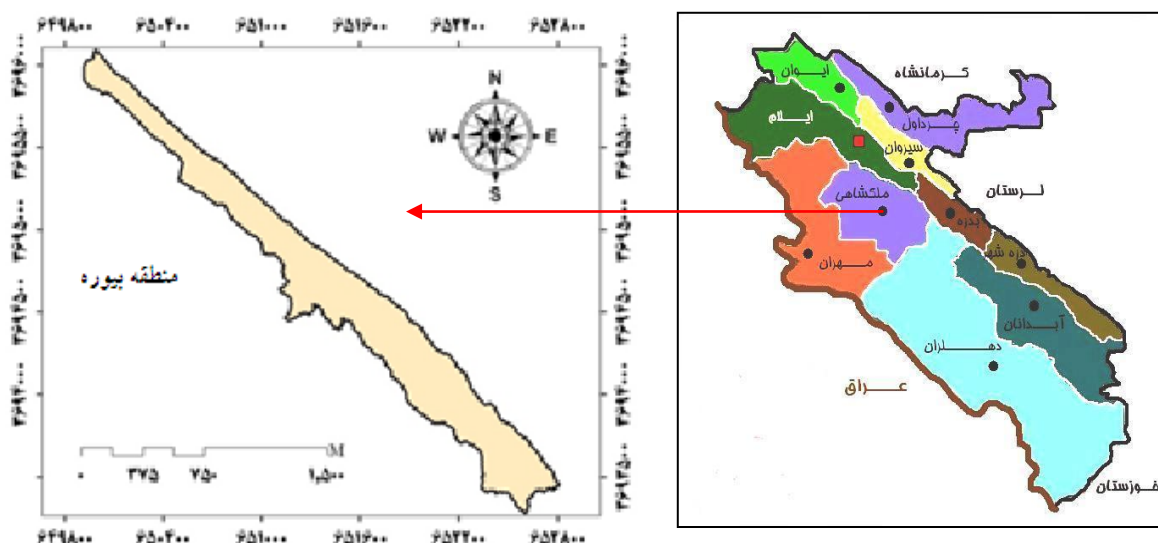
^۴ *Quercus robur*

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

منطقه تحقیق با مساحت ۹۶ هکتار در جنگل‌های بیوره شهرستان ملکشاهی در استان ایلام قرار دارد که به صورت نوار باریکی با جهت غالب غربی و جنوبی قرار گرفته است (شکل ۱). دامنه ارتفاعی این منطقه بین ۱۳۶۷ تا ۱۶۸۷ متر بالاتر از سطح دریاست. براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهرستان ملکشاهی، میانگین بارندگی سالانه آن در سال‌های

۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ به ۲۶۰ میلی‌متر رسیده است. حداقل دمای مطلق منطقه ۱۰- درجه سانتی‌گراد در بهمن و حداکثر دمای مطلق آن ۴۲ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه سال ۱۳۸۷ گزارش شده است (اداره کل هواشناسی استان ایلام، ۱۳۹۰). منطقه تحقیق کاملاً پوشیده از جنگل و گونه غالب آن برودار (بلوط ایرانی) است که سایر گونه‌ها مانند زالزالک، بنه، کیکم و ارژن همراه آن هستند (شرکت مهندسی مشاور طرح آبریز، ۱۳۸۶).



شکل ۱- موقعیت منطقه تحقیق در استان ایلام

به‌وسیله دستگاه موقعیت‌یاب جهانی^۱ تعیین شد.

شیوه اجرای پژوهش

برای اجرای این تحقیق همه درختان موجود در محدوده ۹۶ هکتاری با قطر برابر سینه بیشتر از ۵ سانتی‌متر آماربرداری صد درصد شدند. متغیرهای مورد بررسی در هر درخت شامل نوع گونه، قطر برابر سینه (در شاخه‌زادها قطر برابر سینه قطورترین جست)، فرم پرورشی (دانه‌زاد یا شاخه‌زاد)، تعداد جست در شاخه‌زادها و میانگین قطر تاج بود. برای درختان با خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد که در شرایط بحرانی و رو به نابودی و مرگ بودند، مختصات جغرافیایی (X, Y) نیز در سیستم مختصات UTM

الگوی مکانی

به‌منظور بررسی الگوی پراکنش مکانی درختان خشکیده در منطقه تحقیق از آماره او-رینگ^۲ استفاده شد. این روش در بررسی الگوی مکانی، نسبت به تابع K رابپلی و شکل خطی آن یعنی تابع L مفیدتر است. جایگزینی حلقه‌ها^۳ در او-رینگ به‌جای دوایر در تابع

^۱GPS

^۲O-ring statistic

^۳Rings

نظر گرفته شد؛ چون در فواصل بیش از ۱۰۰ متر تغییری در الگوی مکانی توابع تک‌متغیره ایجاد نشد. همه محاسبات مربوط به تعیین مقادیر آماره او-رینگ با استفاده از نرم‌افزار *Programita* نسخه ۲۰۱۰ (Wiegand and Moloney, 2004) انجام گرفت. به دلیل ناهمگنی از لحاظ توپوگرافی در منطقه تحقیق، برای محاسبات از گزینه منطقه ناهمگن نرم‌افزار استفاده شد.

ساختار مکانی

در این تحقیق به منظور بررسی و تشریح ساختار و همبستگی مکانی بین مقادیر قطر تاج، قطر برابرسینه و تعداد جست درختان و جست‌گروه‌های واقع در منطقه تحقیق از تحلیل واریوگرام (نمودار واریانس در برابر فاصله؛ شکل ۲) استفاده شد. اگر تغییرات متغیری وابسته به فاصله باشد، متغیر ناحیه‌ای^۱ نامیده می‌شود. مقدار واریوگرام به فاصله بین مقادیر یک متغیر ناحیه‌ای در دو نقطه وابسته است. متغیر ناحیه‌ای دارای ساختار مکانی است که وجود این ساختار به وسیله واریوگرافی بررسی می‌شود (Cressie, 1993).

در واریوگرافی برای تشریح و مدل‌سازی رفتار واریوگرام از سه مؤلفه استفاده می‌شود (شکل ۲): دامنه تأثیر^۲، حد آستانه یا سقف^۳ و اثر قطعه‌ای^۴. دامنه تأثیر (a در شکل ۲) حداکثر فاصله‌ای است که پس از آن، دیگر ساختار مکانی (C_1 در شکل ۲) وجود ندارد و واریوگرام به مقدار ثابتی می‌رسد. اغلب در عمل، واریوگرام دارای عرض از مبدأیی است که اثر قطعه‌ای نامیده می‌شود (C_0 در شکل ۲) که بیانگر واریانس تصادفی و بدون ساختار است. وقتی واریوگرام به مقدار ثابت خود می‌رسد، ارتفاع واریوگرام برابر حد

K ، این آماره را در کشف الگو در فواصل مختلف توانمندتر می‌سازد (Wiegand *et al.*, 1999; Illian *et al.*, 2008). توابع K و L براساس تعداد نقاط موجود در داخل دایره با شعاع r در اطراف نقاط مرکزی محاسبه می‌شوند و ماهیت تجمعی دارند؛ به طوری که با افزایش شعاع دایره، الگوی مکانی شامل ترکیبی از اطلاعات مکانی نقاط در مقیاس‌های کوچک و بزرگ خواهد بود. اما اساس آماره او-رینگ بر پایه متوسط تعداد نقاط قرار گرفته بر روی حلقه‌ها با شعاع r از نقاط مرکزی در داخل قطعه مورد مطالعه است (Luis *et al.*, 2008). از آماره او-رینگ تک‌متغیره برای نشان دادن نوع الگوی پراکنش گونه‌ها (تصادفی، خوشه‌ای و منظم) استفاده می‌شود. آماره او-رینگ با تابع K رایلی و تابع روابط جفتی $g(r)$ ارتباط دارد که به صورت رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$O(r) = \lambda g(r) \quad \text{رابطه ۱}$$

در این رابطه $O(r)$ آماره تک‌متغیره او-رینگ، λ تراکم (تعداد در واحد سطح) و $g(r)$ مشتق تابع K رایلی است. برای آزمون وجود اختلاف معنی‌دار بین الگوی تصادفی (فرض صفر) و الگوی مشاهده‌شده، نتایج حاصل از او-رینگ در سطح احتمال مشخص با تکرار شبیه‌سازی تصادفی روش مونت کارلو مقایسه می‌شود. در صورتی که مقادیر او-رینگ در داخل محدوده مونت کارلو قرار گیرند، فرض صفر در آن فاصله تأیید، و در صورتی که این مقادیر خارج از محدوده مونت کارلو قرار گیرند فرض صفر رد می‌شود؛ به طوری که اگر نمودار او-رینگ بالاتر از حد بالای محدوده مونت کارلو یا پایین‌تر از حد پایین آن قرار گیرد، الگوی مشاهده‌شده به ترتیب خوشه‌ای و یکنواخت (منظم) خواهد بود (Luis *et al.*, 2008).

در این تحقیق ۹۹ بار شبیه‌سازی مونت کارلو با احتمال ۹۵ درصد انجام گرفت و فاصله مورد عمل برای محاسبه آماره او-رینگ تک‌متغیره ۱۰۰ متر در

¹Regionalized variable

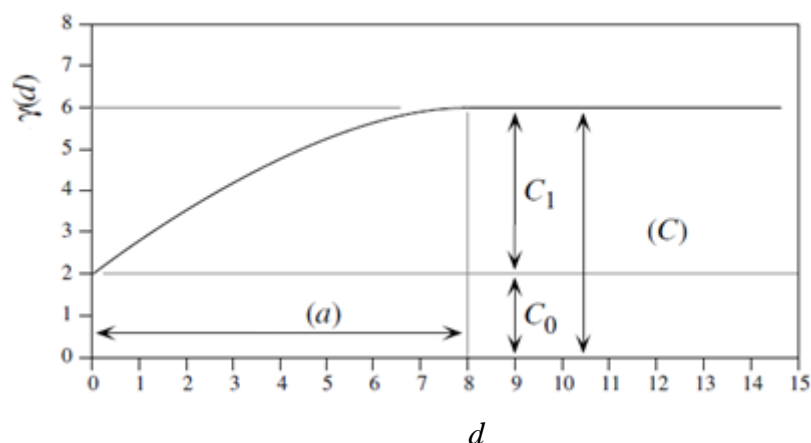
²Range

³Sill

⁴Nugget effect

به صورت خطی موازی محور افقی ظاهر می‌شود، یعنی هیچ گونه شباهتی بین افراد مجاور وجود ندارد، بین ۲۵ تا ۷۵ درصد بیانگر ساختار مکانی متوسط و کمتر از ۲۵ درصد نشان‌دهنده ساختار مکانی قوی (یعنی افراد مجاور تا فاصله دامنه تأثیر، شباهت دارند) متغیر مورد بررسی است (Cambardella *et al.*, 1994).

آستانه یا سقف واریوگرام، یعنی برابر مجموع واریانس تصادفی و ساختاردار است (C در شکل ۲) (Webster and Oliver, 2000). نسبت اثر قطعه‌ای به حد آستانه نشان‌دهنده نوع ساختار مکانی واریوگرام است. نسبت ۷۵ درصد و بیشتر، نشان‌دهنده ساختار مکانی ضعیف (در حالت شدید آن مدل واریوگرام



شکل ۲- یک واریوگرام نظری به همراه مؤلفه‌های آن

a : دامنه تأثیر، C: سقف واریوگرام، C_0 : اثر قطعه‌ای، C_1 : ساختار مکانی، d: فاصله و γd : مقدار واریوگرام

ارژن بررسی شدند که تراکمی حدود ۹۰ پایه در هکتار تولید کردند. از این تعداد درخت بررسی شده، ۱۰۰۰ اصله درخت دارای خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد بودند (جدول ۱) که ۶۲/۵ درصد از آنها را شاخه‌زادها و ۳۷/۵ درصد را دانه‌زادها تشکیل می‌دادند. همان‌گونه که در جدول ۱ مشخص است غالبیت درختان خشکیده در منطقه با گونه برودار است.

جدول ۲ مشخصات آماری متغیرهای اندازه‌گیری شده در این درختان را نشان می‌دهد.

همه تجزیه و تحلیل‌های این بخش با استفاده از نرم‌افزار GS⁺ نسخه ۹ (Gamma Design Software, LLC, Plain well, MI) انجام گرفت.

نتایج

آماربرداری صددرصد

پس از اتمام آماربرداری صددرصد در محدوده ۹۶ هکتاری منطقه تحقیق در مجموع ۸۶۵۲ اصله درخت از گونه‌های برودار (بلوط ایرانی)، زالزالک، کیکم، بنه و

جدول ۱- فراوانی و تعداد درختان خشکیده به تفکیک گونه و فرم پرورشی در منطقه تحقیق

گونه	برودار		زالزالک		کیکم		بنه		ارژن		جمع
	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	
فراوانی مطلق	۳۴۶	۶۱۰	۲۵	۰	۱۴	۰	۴	۰	۱	۰	۱۰۰۰
درصد فراوانی	۳۴/۶	۶۱/۰	۲/۵	۰	۱/۴	۰	۰/۴	۰	۰/۱	۰	۱۰۰
تعداد در هکتار	۳/۶	۶/۳	۰/۲۶	۰	۰/۱۴	۰	۰/۰۴	۰	۰/۰۱	۰	۱۰/۴

جدول ۲- مشخصه‌های آماری متغیرهای بررسی شده در درختان خشکیده منطقه تحقیق

ضریب تغییرات	بیشینه		کمینه		میانگین		متغیر	
	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد		
	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	شاخه‌زاد	دانه‌زاد	فرم پرورشی	
%۳۱/۷	%۲۹/۲	۶	۷/۵	۱	۱/۵	۴/۰	۴/۳۵	قطر تاج (متر)
%۶۸/۱	%۵۴/۸	۱۰۰	۱۱۲	۴	۵	۲۸/۵	۳۵/۴	قطر برابرسینه* (سانتی‌متر)
%۸۹	۰	۳۵	۰	۱	۰	۵	۰	تعداد جست

* در شاخه‌زادها قطر قطورترین جست

استفاده از آمارهٔ او-رینگ تعیین شد. شکل ۵ وضعیت پراکنش درختان خشکیده و شکل ۶ الگوی پراکنش مکانی آنها را در منطقه تحقیق نشان می‌دهد.

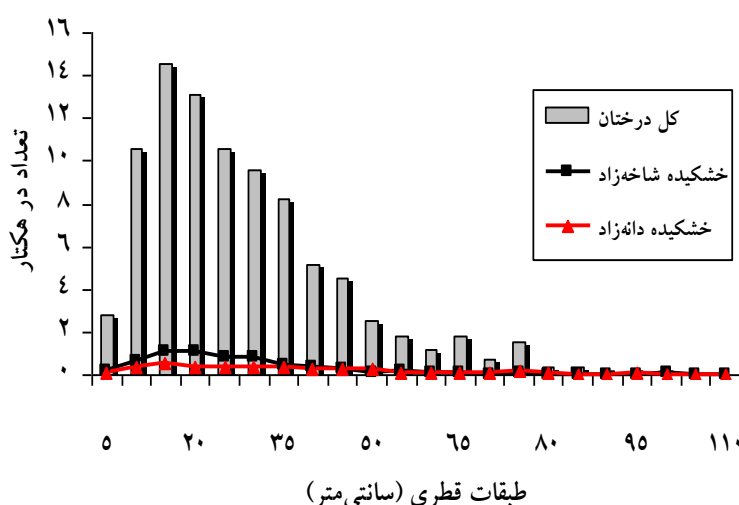
همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، الگوی پراکنش درختان خشکیده تا شعاع حدود ۱۲ متری خوشه‌ای و پس از آن با قرار گرفتن نمودار آماره او-رینگ در داخل محدودهٔ مونت کارلو، الگوی پراکنش تا شعاع ۱۰۰ متری تصادفی است. به عبارت دیگر درختان خشکیده در فواصل کوتاه به صورت کپه‌ای و در کنار هم مجتمع شده‌اند. همچنین میانگین فاصله بین درختان خشک ۱۵/۸۰ متر به دست آمد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است، میزان ناهمگنی (ضریب تغییرات) در متغیرهای قطر برابرسینه و تعداد جست بسیار زیاد است. شکل ۳ نمودار پراکنش تعداد در طبقات قطری درختان خشکیده را در مقایسه با نمودار کل درختان در منطقه تحقیق نشان می‌دهد.

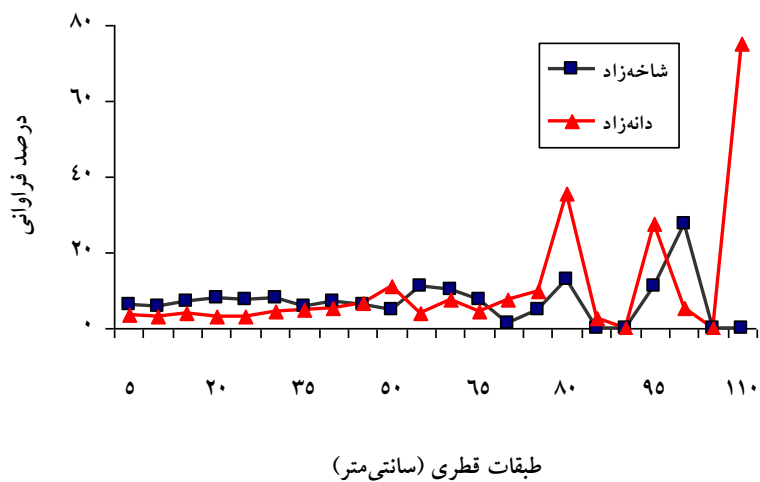
شکل ۴ توزیع درصد فراوانی درختان خشکیده را به تفکیک طبقات قطری در منطقه تحقیق نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۴ مشخص است، درصد فراوانی درختان خشک قطور بسیار بیشتر از درختان کم‌قطر و میان‌قطر است.

الگوی مکانی

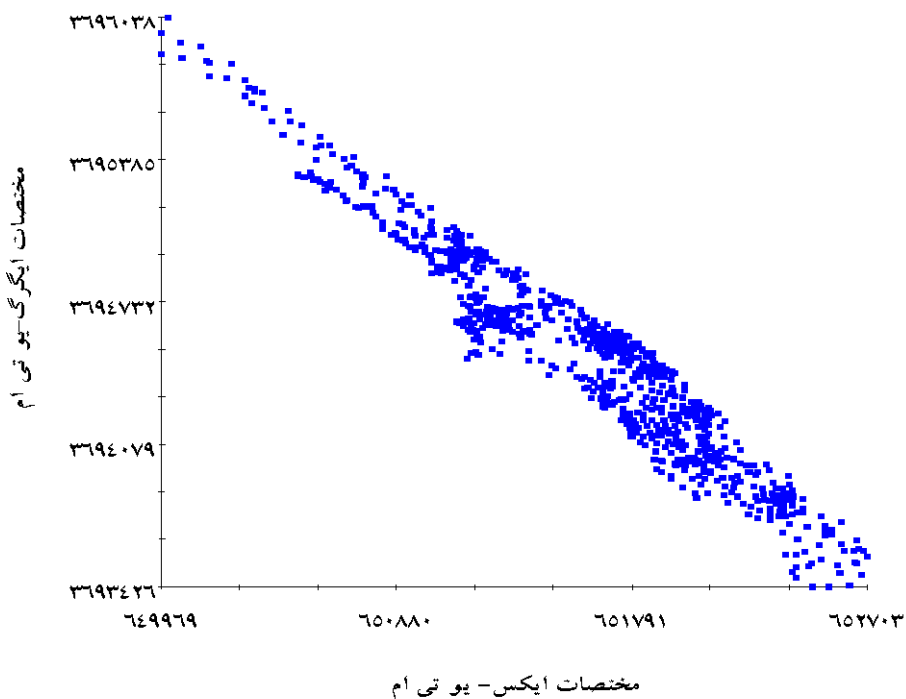
با در دسترس بودن مختصات درختان خشکیده، الگوی پراکنش مکانی آنها در منطقه تحقیق با



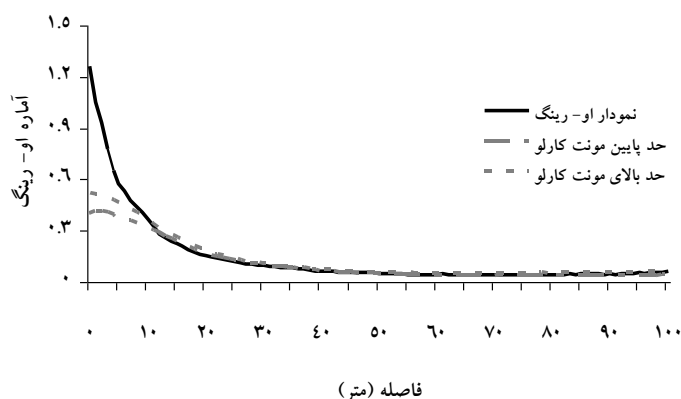
شکل ۳- نمودار پراکنش تعداد در طبقات قطری کل و درختان خشکیده در منطقه تحقیق



شکل ۴- درصد فراوانی درختان خشکیده در طبقات قطری در منطقه تحقیق



شکل ۵- وضعیت پراکنش درختان خشکیده در منطقه تحقیق (هر نقطه نشان‌دهنده یک درخت است)



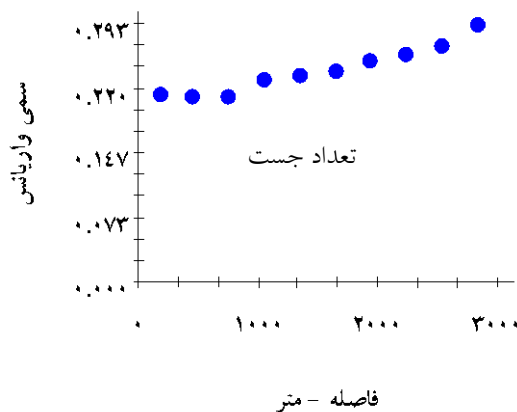
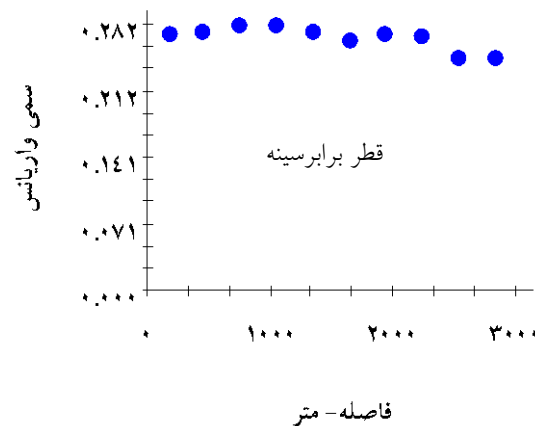
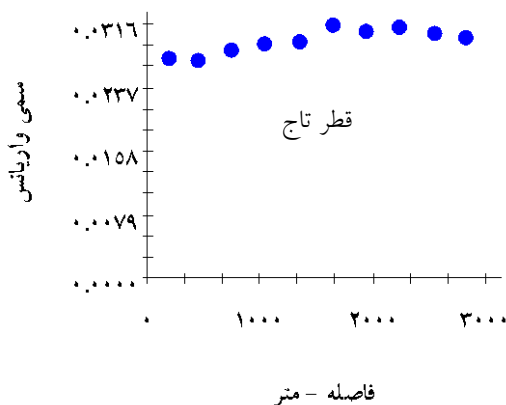
شکل ۶- الگوی پراکنش مکانی درختان خشکیده در منطقه تحقیق

(اگر آماره او-رینگ بالاتر، در میان یا پایین تر از حدود مونت کارلو قرار گیرد، الگوی مکانی به ترتیب خوشه‌ای، تصادفی و یکنواخت خواهد بود)

هیچ‌گونه ساختار مکانی قوی قابل مدلسازی وجود ندارد و مقادیر این متغیرها از نظر شباهت مکانی، مستقل از هم و فاقد روند مکانی‌اند (شکل ۷).

ساختار مکانی

پس از اعمال تبدیل لگاریتمی بر روی داده به‌منظور ایجاد توزیع نرمال در آنها، بررسی ساختار مکانی متغیرهای اندازه‌گیری‌شده درختان خشکیده در منطقه تحقیق با استفاده از واریوگرام نشان داد که



شکل ۷- ساختار مکانی (واریوگرام) متغیرهای مورد بررسی درختان خشکیده در منطقه تحقیق

(جدول ۱). همچنین فراوانی درختان خشکیده شاخه‌زاد بیشتر از دانه‌زادهاست که از این نظر مطابق با نتایج حسینی و همکاران (۱۳۹۱) است. از سویی نمودار پراکنش تعداد در طبقات قطری درختان خشکیده نشان داد که بیشترین فراوانی درختان خشکیده در طبقات قطری ۱۰ تا ۳۵ سانتی‌متری دیده می‌شود که با توجه به تراکم بیشتر درختان در این طبقات قطری، امری بدیهی است (شکل ۳)؛ اما درصد فراوانی درختان قطور خشکیده بسیار بیشتر از درختان کم‌قطر و میان‌قطر خشکیده است (شکل ۴) که از این نظر با نتایج مطالعات حمزه‌پور و همکاران (۱۳۹۰) و حسینی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد.

این موضوع نشان‌دهنده حساسیت بیشتر درختان قطور به عوامل ایجاد خشکیدگی در این منطقه است. البته نمی‌توان این پدیده را به‌طور کامل به بحران خشکیدگی نسبت داد، چون برخی از این درختان به‌علت رسیدن به سن دیرزیستی و مرگ فیزیولوژیک دچار خشکیدگی شده‌اند. از سوی دیگر درختان قطور اغلب دانه‌زادند و نیاز بیشتری به رطوبت دارند، در نتیجه، کاهش نزولات آسمانی و خشکسالی‌ها نیز آثار منفی بیشتری بر آنها دارد. اما از سوی دیگر درختان طبقات قطری پایین که جوان‌اند نیز به‌دلیل اینکه ریشه توسعه‌یافته‌تر و قوی‌تری نسبت به درختان اطراف خود ندارند، در رقابت‌های ریشه‌ای برای جذب رطوبت و مواد غذایی مورد نیاز بازنده می‌شوند، تحت فشار قرار گرفته و ریشه‌های مویین خود را از دست می‌دهند؛ بنابراین دچار تنش خشکی و ضعف فیزیولوژیک شده و از بین می‌روند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). به‌همین دلیل بروز خشکیدگی هم در طبقات قطری زیاد و هم در طبقات قطری کم با درصد‌های مختلف در این منطقه مشاهده می‌شود.

نتیجه بررسی الگوی مکانی درختان خشکیده نشان داد که این درختان در مقیاس کوچک یعنی تا فاصله ۱۲ متری پراکنش خوشه‌ای دارند، ولی پس از این فاصله، الگوی پراکنش تصادفی از خود نشان

همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است نسبت اثر قطعه‌ای به سقف واریوگرام در هر سه متغیر مورد بررسی بیش از ۷۵ درصد است که نشان‌دهنده نبود همبستگی مکانی بین مقادیر هر متغیر در منطقه تحقیق است.

بحث

در این تحقیق، وضعیت خشکیدگی درختان جنگل در یک محدوده ۹۶ هکتاری در جنگل‌های ناحیه زاگرس از طریق آماربرداری صددرصد درختان خشکیده بررسی شد. در سال‌های اخیر، خشکسالی‌ها و ریزگردها، به‌عنوان مهم‌ترین عوامل خشکیدگی و زوال درختان جنگلی به‌ویژه در استان ایلام و استان‌های مجاور کانون توجه بوده‌اند. به اعتقاد برخی محققان، مهم‌ترین دلایل خشکیدگی درختان، تغییرات اقلیمی، گرم شدن کره زمین، خشکسالی‌ها و گردوغبارهای سال‌های اخیر است که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم با ایجاد ضعف فیزیولوژیک در درختان و حمله آفات و امراض، سبب مرگ آنها شده‌اند (Ainsworth and Long, 2005).

Hogg *et al.* (2002) با مطالعه خشکیدگی درختان در جنگل‌های کانادا اعلام کردند که خشکسالی‌ها سبب ضعف و کندی رشد درختان شده و در نتیجه، درختان، مستعد حمله کرم‌های چوب‌خوار و قارچ‌های بیماری‌زا شده‌اند. Bolte *et al.* (2010) نیز با مطالعه تأثیرات تغییر اقلیم در جنگل‌های سوئد اعلام کردند که خشکی سبب حمله سوسک پوست‌خوار به درختان، مرگ‌ومیر و حتی تغییر ساختار توده‌های جنگلی شده است. بر اساس آمار هواشناسی استان ایلام نیز مقدار بارندگی در منطقه تحقیق از ۸۰۰ میلی‌متر در سال ۱۳۶۶ به کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال ۱۳۸۸ کاهش یافته است (اداره کل هواشناسی استان ایلام، ۱۳۹۰).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گونه درختی خشک غالب در این منطقه، برودار (بلوط ایرانی) است

منابع

اداره کل هواشناسی استان ایلام، ۱۳۹۰. گزارش داخلی سالانه. پیری، عبدالسلام، ۱۳۹۰. سیمای منابع طبیعی استان ایلام، اداره کل منابع طبیعی استان ایلام، ۵۵ ص.

حسینی، احمد، سیدمحسن حسینی، احمد رحمانی و داوود آزادفر، ۱۳۹۱. تأثیر مرگومیر درختی بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰ (۴): ۵۶۵-۵۷۷.

حمزه پور، مجتبی، هادی کیادلیری و سیدکاظم بردبار، ۱۳۹۰. بررسی مقدماتی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی (*Q. brantii* Lindl.) در دشت برم کازرون، استان فارس، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹ (۲): ۳۶۳-۳۵۲.

خبرگزاری کشاورزی ایران: ایانا؛ www.iana.ir

سوسنی، جواد، ۱۳۹۲. بررسی علل بروز پدیده زوال جنگلهای زاگرس تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و ارائه راه کارهای کاهش اثرات در استان لرستان، خلاصه گزارش طرح پژوهشی دانشگاه لرستان.

شرکت مهندسی مشاور طرح آبریز، ۱۳۸۶. مطالعات تفصیلی اجرایی حوزه آبخیز شهر ملکشاهی-مطالعه پوشش گیاهی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام، ۷۷ ص.

Aber, J.S., J. Wallace, and M.C. Nowak, 2002. Response of forest to climatic events and human management at Fort Leavenworth, Kansas, *Current Research in Earth Science Bulletin*, 248: 1-24.

Ainsworth, E.A., and S.P. Long, 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 Phytologist*, 165:351-372.

Bolte, A., L. Hilbrig, B. Grundmann, F. Kampf, J. Brunet, and A. Roloff, 2010. Climate change impacts on stand structure and competitive interactions in a southern Swedish spruce-beech forest, *European Journal of Forest Research*, 129:261-276.

می‌دهند (شکل ۶). به عبارت دیگر درختان خشکیده در لکه‌هایی با مساحت حدود ۴/۵ آر (۴۵۲ مترمربع) جمع شده‌اند. این مطلب نشان‌دهنده این است که اگر مقیاس بررسی و کار بر روی درختان خشکیده تا حدود ۱۲ متر باشد، الگوی مشاهده‌شده خوشه‌ای است؛ ولی اگر مقیاس کار بزرگ‌تر شود، تا فاصله ۱۰۰ متری و حتی بیشتر پراکنش درختان خشکیده از الگوی تصادفی پیروی می‌کند. همچنین میانگین فاصله بین درختان خشک در این منطقه ۱۵/۸ متر به دست آمد که با توجه به مساحت ۴/۵ آری لکه‌ها نشان می‌دهد در هر خوشه حدود ۱۸ درخت خشک با فاصله حدود ۱۶ متر از هم قرار گرفته‌اند که این موارد باید در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی مدنظر قرار گیرد.

از سوی دیگر بررسی ساختار مکانی متغیرهای بررسی‌شده در درختان خشک (قطر تاج، قطر برابرسینه و تعداد جست) به کمک روش واریوگرافی زمین‌آمار نشان داد که ساختارهای مکانی مشاهده‌شده ضعیف‌اند و قابلیت مدل‌سازی ندارند (شکل ۷). به عبارت دیگر، از نظر متغیرهای یادشده شباهتی بین درختان خشک مجاور وجود ندارند و این خشکیدگی در تمام مقادیر قطر تاج، قطر برابرسینه و تعداد جست مشاهده می‌شود که این نتیجه در تطابق با مقادیر زیاد ضریب تغییرات مشاهده‌شده برای این متغیرها به‌ویژه برای قطر برابرسینه و تعداد جست است (جدول ۲). بنابراین خشکیدگی‌های اتفاق‌افتاده دامنگیر همه درختان با ابعاد مختلف شده که این مطلب نیز باید در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی لحاظ شود.

نتایج به‌دست‌آمده از نظر الگو و ساختار مکانی درختان خشکیده می‌تواند راهنمایی در راستای مدیریت توده‌های خشکیده و جنگل‌شناسی کاربردی آنها باشد تا اقدامات لازم اعم از پیشگیری و مبارزه با این پدیده براساس واقعیات موجود در عرصه برنامه‌ریزی شود.

- Cambardella, C.A., T.B. Moorman, T.B. Parkin, D.L. Karlen, R.F. Turco, and A.E. Konopka, 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soil, *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1501-1511.
- Cressie, N.A.C., 1993. Statistics for spatial data. John Willy and Sons, Inc., New York. 900 p.
- Hogg, E.H., J.P. Brandt, and B. Kochtubajda, 2002. Growth and dieback of aspen forests in northwestern Alberta, Canada, in relation to climate and insects, *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 823-832.
- Illian, J., A. Penttinen, H. Stoyan, and D. Stoyan, 2008. Statistical analysis and modeling of spatial point patterns, John Wiley and Sons, 556 pp.
- Luis, M.D., J. Raventos, T. Wiegand, and C.H. Hidalgo, 2008. Temporal and spatial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in mediterranean fire-prone ecosystems, *Ecography*, 31: 620-629.
- Van der Werf, G.W., U. Sass-Klaassen, and G.M.J. Mohren, 2007. The impact of the 2003 summer drought on the intra-annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry site in the Netherlands, *Dendrochronologia*, 25 (2): 103-112.
- Webster, R. and Oliver, M.A., 2000. Geostatistics for environmental scientists. Wiley press, 271 p.
- Wiegand, T., K.A. Moloney, J. Naves, and F. Knauer, 1999. Finding the missing link between landscape structure and population dynamics: a spatially explicit perspective, *American Naturalist*, 154: 605-627.

Spatial patterns and spatial structure of dried trees in Bioreh Forests, Ilam Province

R. Akhavan¹, A. Mahdavi^{*2}, and O. Karami³

¹ Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

^{2*} Associate Prof., Department of Forest Sciences, Faculty of Agriculture, University of Ilam, I.R. Iran

³ Ph.D. Candidate, Forestry Department, Faculty of Natural Resources, University of Agriculture and Natural Resources of Sari, I.R. Iran

(Received: 10 April 2015; Accepted: 13 December 2015)

Abstract

Recently, forest decline has outburst in Zagros forests, west of Iran. Consequently, we aimed considering dried trees and their spatial patterns as well as spatial structure at Bioreh forests in Ilam province, west of Iran. For this purpose, we selected and fully inventoried a 96 ha infected forest. The interested attributes were tree species, diameter at breast height (DBH), crown diameter, origin and number of sprout in coppice trees as well as Cartesian coordinates of dried trees with drying intensity more than 50 percent. For spatial point pattern analysis and spatial structure of interested attributes, *O*-ring statistics and variogram analysis were used, respectively. Results showed that the density of dried trees was 10 N/ha which more comprised of coppice trees, while high frequency percentage of drying was observed in large diameter classes. The spatial pattern of dried trees was determined as cluster up to 15 m, which implied that dried trees created patches with 4500 m² surface area. No spatial structure were found for three interested attributes (DBH, crown diameter and number of sprout) which implied that there was no similarity among infected trees. These results can be used as an instruction to manage infected stands based on their spatial characteristics.

Keywords: Dieback, Spatial patterns, Spatial structure, Zagros forests.