

## ارزیابی الگوی پراکنش پایه‌های خشکیده بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های منطقه تل‌گاه یاسوج

احسان تقوایی‌پور<sup>۱</sup>، علیرضا صالحی<sup>۲\*</sup> و یوسف عسکری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۲\* - نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. پست الکترونیک: asalehi@mail.yu.ac.ir

۳ - دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۸

### چکیده

در پژوهش پیش‌رو یک توده جنگلی به وسعت حدود ۲۵ هکتار در منطقه تل‌گاه در نزدیکی شهر یاسوج برای ارزیابی الگوی پراکنش مکانی درختان خشکیده بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) بررسی شد. برای جمع‌آوری اطلاعات کمی و کیفی، از روش‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی استفاده شد. مشخصات کمی کلیه درختان بلوط خشکیده موجود در منطقه مورد مطالعه با استفاده از ۶۵ قطعه‌نمونه ۱۰ آری به‌همراه مشخصات سایر درختان سالم موجود در قطعات نمونه، آماربرداری شد، به‌نحوی که هر درخت خشکیده احتمالی در هر قطعه‌نمونه، خود مرکز قطعه‌نمونه دیگری بود. علاوه بر مشخصات جغرافیایی درختان خشکیده، قطر برابر سینه، ارتفاع کل و قطر تاج درختان در هر قطعه‌نمونه اندازه‌گیری شد. برای کمی کردن الگوی پراکنش درختان خشکیده از شاخص‌های جانسون-زیمر، ابره‌ارت و پیلو که براساس فاصله نقطه نمونه‌برداری تا فرد (درخت) استوار هستند و از شاخص‌های نسبت واریانس به میانگین، موری‌سیتا و استاندارد شده موری‌سیتا که بر مبنای به‌کارگیری قطعات نمونه هستند، استفاده شد. تمام شاخص‌های مربوط به قطعه‌نمونه، الگوی کپه‌ای را برای درختان خشکیده نشان دادند. از میان شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص جانسون-زیمر و ابره‌ارت الگوی کپه‌ای و شاخص پیلو الگوی یکنواخت را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش، زوال بلوط، شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های قطعه‌نمونه.

### مقدمه

ابزار مناسبی محسوب می‌شوند (Pommerening, 2002) که می‌توانند اطلاعات مفیدی را در مورد نظم مکانی و ترتیب قرارگیری گیاهان که از مؤلفه‌های مهم در بررسی ساختار پوشش گیاهی در جنگل‌های طبیعی هستند، در اختیار قرار دهند (Kint et al., 2004). خشکیدگی درختی پدیده مهم و پیچیده‌ای است که از حدود یک قرن پیش در بیشتر جنگل‌های بلوط دنیا اتفاق افتاده است و در سال‌های اخیر نیز در جنگل‌های بلوط زاگرس به دنبال خشکسالی‌های

با افزایش جمعیت کره زمین و اثر مخرب انسان بر طبیعت، سیمای کره زمین حالت طبیعی خود را از دست داده است و در این میان اکوسیستم‌های جنگلی بر اثر عامل‌های مخرب در حال تغییر هستند. برای رسیدن به اهداف مدیریت پایدار جنگل، نیاز به ابزاری است که از طریق آن بتوان اختلاف بین ساختار توده‌های مختلف و تغییرات آنها را در طی زمان تعیین کرد. در این راستا، الگوهای پراکنش مکانی

اولین بار در سال ۱۹۷۸ میلادی توسط Hutchinson مطرح شد (Hutchinson, 1978). وی علاوه بر عامل‌های برداری که برآیندی از نیروهای محیط بیرونی مثل باد، جریان آب و شدت نور هستند، نحوه تکثیر و زادآوری و همچنین عامل‌های اجتماعی را به‌عنوان مهم‌ترین عامل‌های ایجادکننده الگوهای مکانی معرفی کرد. درکل، سه نوع الگوی پراکنش مکانی شامل کپه‌ای (تجمعی)، تصادفی و یکنواخت پیشنهاد شده است. در الگوی پراکنش تصادفی، هر عضو مستقل و تأثیرناپذیر از سایر اعضا است. این الگو بر تشابه محیطی و یا الگوهای رفتاری غیرانتخابی دلالت دارد. در پراکنش یکنواخت، افراد با فواصل منظم در کنار هم قرار می‌گیرند و این الگو نشان‌دهنده تأثیر منفی بین افراد مانند رقابت برای غذا یا مکان است. پراکنش کپه‌ای زمانی اتفاق می‌افتد که بیشتر یا تمام افراد جمعیت تمایل دارند تا در قسمت‌های به‌خصوصی از محیط حضور داشته باشند. گیاهان در طبیعت در محدوده وسیعی از مقیاس‌ها، به‌صورت لکه‌هایی قابل مشاهده هستند. به‌نظر می‌رسد تکثیر غیرجنسی و بذریزی زیاد دو عامل اصلی تجمع در گیاهان باشد (Moghaddam, 2001). هرچند به عقیده بیشتر کارشناسان، آشیان اکولوژیک هم بی‌تأثیر نیست.

به‌طور کلی در رابطه با الگوی پراکنش درختان خشکیده و خشکه‌دارها، مطالعات محدودی انجام شده است. Shahsavari و همکاران (۲۰۰۹) الگوی مکانی خشکه‌دارها را در توده‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده جنگل خیرودکنار نوشهر بررسی کردند و به الگوی پراکنش کپه‌ای دست یافتند. Lin و همکاران (۲۰۰۴) به بررسی عامل‌های مؤثر بر الگوی پراکنش غیرتصادفی درختان خشکه‌دار در توده‌های جنگلی مناطق خاصی از آمریکا پرداختند. البته در مورد الگوی پراکنش درختان جنگلی غیرخشکه‌دار، تحقیقات زیادی انجام شده است. Safari و همکاران (۲۰۱۰) الگوی پراکنش مکانی بنه را در جنگل‌های بایگان استان کرمانشاه با استفاده از روش‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای مربع تی و ترکیبی بررسی کردند. آنها برای تحلیل الگوی پراکنش مکانی با استفاده از

متوالی به‌وقوع پیوسته است. هرچند عامل‌های متعددی در وقوع خشکیدگی‌های درختی دخیل هستند، اما منشأ اصلی آن خشکسالی‌ها و بروز تنش‌های خشکی شدید است که باعث می‌شود درختان نتوانند آب مورد نیاز خود را به اندازه کافی به‌دست آورده و دچار ضعف فیزیولوژیک شوند (Jenkins & Pallardy, 1995). در چنین شرایطی هر عاملی که به نحوی با حیات درختان و رشد و نمو آنها در ارتباط است، می‌تواند بر مقاومت درختان به تنش‌های محیطی تأثیر بگذارد و درختان تضعیف‌شده را مستعدتر به خشکیدگی و مرگ کند. البته عامل‌های مؤثر بر خشکیدگی درختان زیاد بوده و تعیین عامل‌های اصلی بسیار مشکل است (Das et al., 2008). براساس بررسی‌های پژوهشگران، تنوع عامل‌های فیزیوگرافی و خصوصیات ساختار توده، رقابت درختی، طغیان سوسک‌های چوبخوار و عامل‌های بیماری‌زای دیگر در خشکیدگی درختان تأثیر دارند (Franklin et al., 1987).

اگر اکوسیستم جنگلی به‌وسیله پراکنش یک تیپ عمده به‌صورت غالب درآمد باشد، در این اکوسیستم ارتباط بین الگوهای مکانی درختان خشکیده و پراکنش آن‌ها از ثبات بیشتری برخوردار است (Rebertus et al., 1997). در بعضی از جنگل‌ها، الگوهای مکانی درختان خشکیده به ناهمگنی‌های مکانی پراکنش‌های اولیه مرتبط بوده و از آن‌ها تأثیر پذیرفته است. در جنگل‌های خزان‌کننده یکی از دلایل عمده شکل‌گیری الگوی پراکنش درختان خشک، بادهای شدید است (Runkle, 1985; Runkle, 1990; Oliver & Larson, 1996). به‌علاوه، بیماری، صاعقه و رسیدن به سن دیرزیستی فیزیولوژیک از دلایل اصلی شکل‌گیری الگوی پراکنش در این جنگل‌ها عنوان شده است (Runkle, 1985; McCune et al., 1988). عامل‌های فیزیکی از جمله شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و عامل‌های بیولوژیکی مانند چرای دام و آتش‌سوزی‌های ناشی از فعالیت‌های انسان نیز بر نحوه استقرار الگوهای پراکنش مکانی جوامع گیاهی در طبیعت مؤثر هستند (Lamont & fox, 1981). اهمیت الگوی پراکنش مکانی در جوامع گیاهی

نحوه پراکنش درختان آلوده در اختیار مدیران اجرایی قرار دهد. پژوهش پیش‌رو در نظر دارد با استفاده از شاخص‌های بر مبنای روش قطعه‌نمونه (شامل موری‌سیتا، استاندارد شده موری‌سیتا و نسبت واریانس به میانگین) و شاخص‌های بر مبنای روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد (شامل جانسون-زیمر، ابرهات و پیلو)، نحوه پراکنش درختان خشکیده بلوط ایرانی را به صورت کمی در منطقه مورد مطالعه بررسی کند تا اطلاعاتی را در این زمینه فراهم کند.

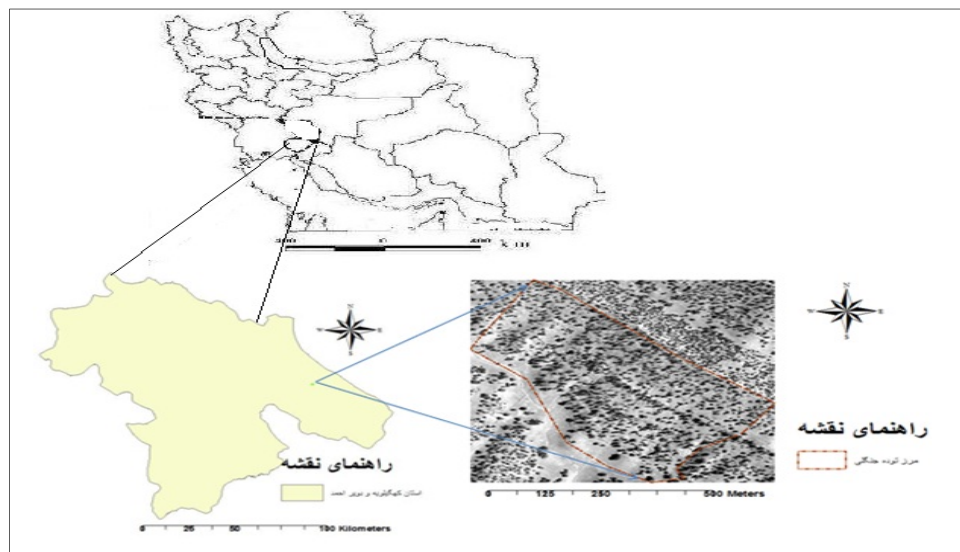
### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحتی حدود ۲۵ هکتار در محدوده جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی در منطقه تل‌گاه در بخش مرکزی شهرستان بویراحمد در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد (شکل ۱). منطقه مذکور با شیبی بین ۲۹ تا ۵۵ درصد در جهت غالب جنوب شرقی و در دامنه ارتفاعی بین ۱۷۳۷ تا ۱۸۴۸ متر از سطح دریا واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه منطقه در یک دوره آماری ۱۰ ساله (۱۳۸۳ الی ۱۳۹۲)، ۷۴۹/۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه آن ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه در ناحیه سرد، کوهستانی و پربارش قرار دارد (Anonymous, 2014). گونه چوبی غالب منطقه، بلوط ایرانی با تراکم تاج‌پوشش بین ۲۵ تا ۵۰ درصد است. منطقه مورد مطالعه از سال ۱۳۸۰ تحت قرق بوده و کمتر مورد چرای دام قرار گرفته است، اما با توجه به نزدیکی به شهر یاسوج، برای تفرج و یا جمع‌آوری گیاهان خوراکی و دارویی در بعضی از مواقع سال توسط مردم محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قطعه‌نمونه، از شاخص‌های پراکنش گرین، موری‌سیتا و استاندارد شده موری‌سیتا و برای بررسی الگوی پراکنش با استفاده از روش‌های فاصله‌ای از شاخص‌های پراکنش ابرهات، هینز، هاپکینز و C استفاده کردند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که همه شاخص‌های مربوط به قطعه‌نمونه، الگوی کپه‌ای و از میان شاخص‌های فاصله‌ای، ابرهات و هینز الگوی کپه‌ای، شاخص C الگوی یکنواخت و شاخص هاپکینز الگوی تصادفی را برای بنه نشان می‌دهد. Payandeh (۱۹۷۰) از روش‌های شمارش در قطعه‌نمونه و روش‌های فاصله‌ای برای تعیین روش مناسب نمونه‌برداری در تعیین الگوی پراکنش مکانی درختان استفاده کرد و به این نتیجه رسید که روش نمونه‌برداری فاصله‌ای (نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین درخت) مناسب‌تر است. Franklin و همکاران (۱۹۸۵) و Moeur (۱۹۹۳) الگوی پراکنش مکانی را تحلیل کردند و به این نتیجه رسیدند که الگوهای کپه‌ای در بیشتر جنگل‌ها یکسان نیستند و درختان کوچک گرایش به الگوی تصادفی دارند، در حالی که درختان بزرگ‌تر از الگوی یکنواخت تبعیت می‌کنند. Lei و همکاران (۲۰۰۹) الگوی مکانی جنگل‌های طبیعی پهن‌برگ کاج را در کوه‌های شانگبای کره جنوبی بررسی کردند. برای تحلیل این الگوها از شاخص زاویه یکنواخت استفاده شد. نتایج نشان داد که درختان با طبقات قطری مختلف، الگوی پراکنش متفاوتی دارند. درختان کوچک الگوی کپه‌ای داشتند، در حالی که الگوی درختان مسن تصادفی بود.

آگاهی از الگوی مکانی پراکنش درختان خشک‌دار بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) به عنوان گونه غالب چوبی در زاگرس جنوبی، می‌تواند در ارزیابی راهکارهای احتمالی برای پیشگیری و مبارزه با عامل‌های ایجاد خشکیدگی این گونه مثرتر واقع شود و اطلاعاتی را در زمینه چگونگی ساختار افقی توده‌های جنگلی آلوده شده و



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

ایرانی، شاخص‌های اندازه‌گیری نسبت واریانس به میانگین (Myers, 1978)، موری‌سیتا و استاندارد شده موری‌سیتا (Krebs, 1999) بر مبنای استفاده از قطعات نمونه و شاخص‌های جانسون-زیمر (Johnson & Zimmer, 1985)، ابرهارت (Krebs, 1999) و پیلو (Pielou, 1969) بر مبنای روش‌های فاصله‌ای (نزدیک‌ترین فرد) با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۹ محاسبه شدند.

شاخص نسبت واریانس به میانگین یکی از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین معیارهای سنجش پراکنش است. نسبت  $s^2 / \bar{x}$  به‌طور معمول مبتنی بر مشاهداتی است که در یک آرایش تصادفی با توزیع پواسن توصیف می‌شود. اگر واریانس برابر میانگین باشد، مقدار این نسبت برابر یک خواهد بود که در این حالت جمعیت مورد بررسی دارای الگوی پراکنش تصادفی خواهد بود. اگر نسبت واریانس به میانگین کمتر از یک باشد، جمعیت دارای الگوی پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از یک باشد، دارای الگوی پراکنش تجمعی (کپه‌ای) خواهد بود (Heidari, 2008). Morisita (۱۹۶۲) رابطه ۱ را برای بررسی پراکنش افراد یک جمعیت ارائه کرد.

#### روش پژوهش

با جنگل‌گردشی و آگاهی از وضعیت پراکنش درختان خشکیده در آن، پایه‌های خشکیده پراکنده در توده جنگلی با روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی (Adaptive cluster sampling) (Thompson, 1990) که برای آماربرداری گونه‌های نادر و پراکنده در توده‌های جنگلی پیشنهاد شده است، آماربرداری شدند. با ثبت محل دقیق استقرار تک‌تک درختان خشکیده در طبیعت، هر درخت خشکیده به‌عنوان مرکز یک قطعه‌نمونه دایره‌ای ۱۰ آری با شعاع حدود ۱۷/۸۵ متر در نظر گرفته شد. برخی از مشخصات کمی درختان خشکیده و سالم موجود در قطعات نمونه شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کامل درختان و دو قطر کوچک و بزرگ تاج آنها در قطعات نمونه اندازه‌گیری شد. در اندازه‌گیری قطر درختان شاخه‌زاد، قطر تمامی جست‌ها اندازه‌گیری شد. درختان با ارتفاع کمتر از ۱/۳۰ متر به‌عنوان زادآوری در نظر گرفته شدند. همچنین درختان با بیشتر از ۷۰ درصد خشکیدگی در تاج، به‌عنوان درختان خشکیده در نظر گرفته شدند.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

علاوه بر استفاده از روش‌های آمار توصیفی، برای ارزیابی الگوی پراکنش مکانی درختان خشکیده بلوط

$$M_u = \frac{\chi^2_{0.975} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$M_c = \frac{\chi^2_{0.025} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$I_p = 0.5 + 0.5 \left( \frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right) \quad \text{رابطه (۶)}$$

شاخص جانسون- زیمر (I) (رابطه ۷) بر مبنای فاصله نقطه نمونه برداری تا فرد مورد نظر که در این جا همان درخت خشکیده است، استوار است. در این رابطه، n تعداد نقاط نمونه برداری و  $r_{pi}$  فاصله بین فرد اول (نزدیک ترین درخت) به نقطه نمونه برداری (i)، است. اگر مقدار شاخص I برابر مقدار مبنای دو باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی خواهد بود.

$$I = \left[ (n+1) \sum_{i=1}^n (r_{pi}^4) \right] / \left[ \sum_{i=1}^n (r_{pi}^2) \right]^2 \quad \text{رابطه (۷)}$$

به منظور تعیین معنی دار بودن تفاوت از مقدار مبنای در رابطه ۷، آزمون تصادفی بودن Z براساس رابطه ۸ پیش بینی شده است. در این آزمون اگر مقدار Z بین دو عدد  $1/96 +$  و  $1/96 -$  قرار گیرد، فرضیه تصادفی بودن الگوی پراکنش با ۹۵ درصد اطمینان مورد پذیرش قرار می گیرد، در غیر این صورت، مقدار I میزان کپه ای و یا یکنواخت بودن پراکنش را تعیین می کند. اگر I کمتر و یا بیشتر از مقدار مبنای دو باشد، پراکنش به ترتیب یکنواخت و کپه ای خواهد بود (Johnson & Zimmer, 1985).

$$z = (I - 2) / \sqrt{4(n-1) / ((n+2)(n+3))} \quad \text{رابطه (۸)}$$

در شاخص ابرهارت (Eberhart) (Krebs, 1999) فقط از فاصله بین نقطه تصادفی تا نزدیک ترین فرد استفاده

$$I_d = n \left[ \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه ۱، شاخص پراکنش موری سیتا، n تعداد قطعه نمونه ها،  $\sum x$  مجموع درختان داخل قطعه نمونه ها و  $\sum x^2$  مجموع مربعات اعداد قطعه نمونه ها است. مقدار مورد انتظار شاخص پراکنش موری سیتا برای حالت های آرایش تصادفی برابر یک، برای حالت حداکثر یکنواختی براساس رابطه ۲ و برای حداکثر تجمع (کپه ای) برابر n است (Krebs, 1999).

$$1 - \left( \frac{n-1}{\sum x - 1} \right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

برای آزمون تصادفی بودن پراکنش درختان توده مورد بررسی، کای اسکور محاسبه شده از رابطه ۳، با کای اسکور  $X^2$  جدول با توجه به مقدار شاخص فوق مقایسه می شود. اگر  $\hat{\chi}^2$  محاسبه شده کمتر از  $X^2$  جدول باشد، تصادفی بودن پراکنش درختان پذیرفته می شود و بالعکس (Heidari, 2008).

$$\hat{\chi}^2 = I_d (\sum x - 1) + n - \sum x \quad \text{رابطه (۳)}$$

پس از محاسبه شاخص موری سیتا، دو حد مهم با عنوان شاخص یکنواختی و شاخص تجمع به ترتیب براساس رابطه های ۴ و ۵ محاسبه شد. براساس این دو شاخص و مقدار  $I_d$  محاسبه شده از شاخص پراکنش موری سیتا (رابطه ۱)، شاخص استاندارد شده موری سیتا محاسبه می شود. بدین معنی که حالت های متفاوتی برای محاسبه این شاخص وجود دارد؛ اگر  $I_d \geq M_c > 1$  باشد، آنگاه مقدار آن از رابطه ۶ به دست می آید. برای الگوی پراکنش تصادفی این مقدار برابر صفر، برای الگوی حداکثر یکنواختی برابر منهای یک و برای حداکثر تجمع (کپه ای) برابر یک است. براساس این مدل، دامنه بزرگتر از صفر و کمتر از یک نیز بیان گر الگوی کپه ای است (Krebs, 1999).

### نتایج

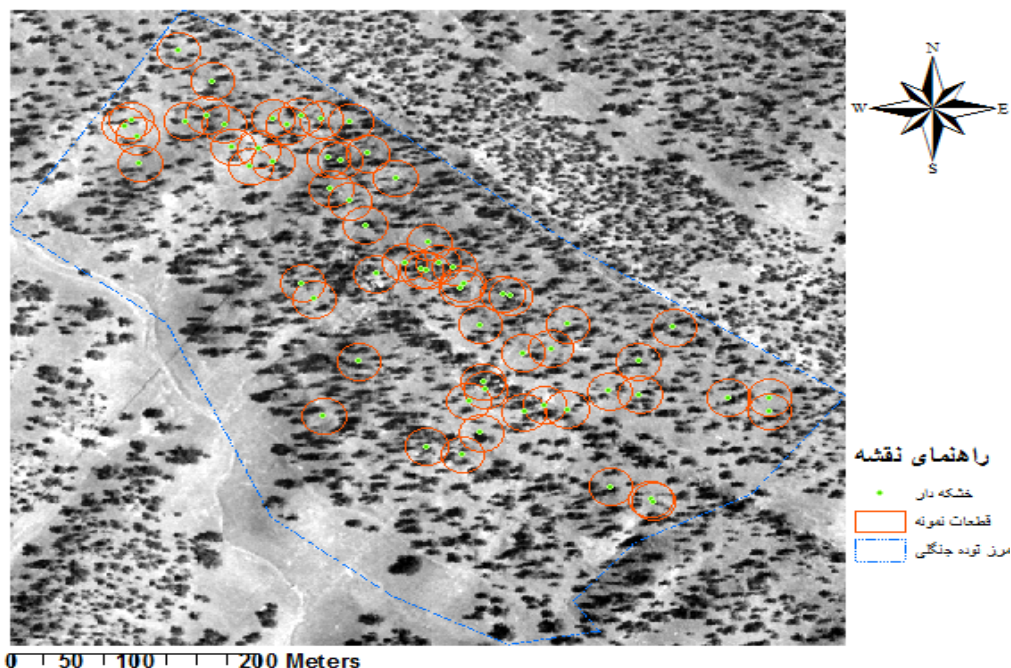
شکل ۲ نحوه پراکنش درختان خشکیده را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. از بین درختان اندازه‌گیری شده، حدود ۸۱ درصد آنها سالم تا دارای خشکیدگی کمتر از ۷۰ درصد در تاج بودند. ۱۹/۹ درصد از درختان سالم دارای فرم رویشی تک‌پایه و بقیه دارای فرم شاخه‌زاد بودند. برای درختان خشکه‌دار این نسبت به ترتیب ۲۳/۱ و ۷۶/۹ درصد برآورد شد. به‌طور کلی، فراوانی جست‌گروه‌ها در طبقات قطری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب حدود ۳۵، ۴۳ و ۱۲ درصد بود و برای طبقات قطری بیشتر، این مقدار به کمتر از پنج درصد و حتی کمتر از یک درصد برای طبقات قطری بیشتر از ۴۰ سانتی‌متر کاهش یافت.

می‌شود. براساس رابطه ۹،  $I_E$  شاخص پراکنش ابرهات،  $S$  انحراف معیار فواصل مشاهده‌شده و  $\bar{x}$  متوسط فواصل نقاط تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد است (Krebs, 1999; Heidari, 2008).

$$I_E = (S / \bar{x})^2 + 1 \quad \text{رابطه (۹)}$$

بر مبنای نمونه‌گیری نزدیک‌ترین فرد، شاخص پیلو (Pielou, 1969) محاسبه شد (رابطه ۱۰) که در آن  $\pi$  عدد پی،  $\sum_i X_i$  مجموع فواصل اندازه‌گیری شده تا نزدیک‌ترین فرد،  $n$  تعداد نقاط نمونه و  $D$  تراکم واقعی درختان در متر مربع است. در این شاخص، مقدار مبنا ( $P$ ) برابر یک، نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی و مقادیر  $P$  بزرگتر و کوچکتر از یک به ترتیب نشان‌دهنده الگوهای پراکنش کپه‌ای و یکنواخت است.

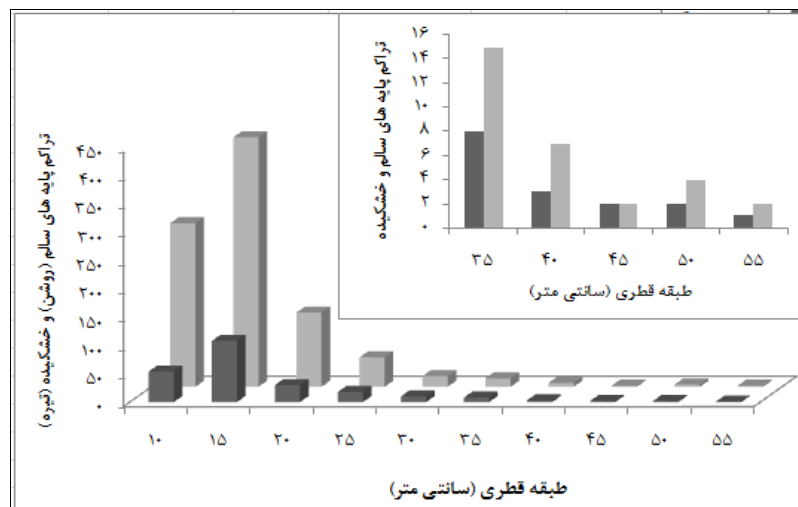
$$P = \pi D (\sum_i X_i / n)^2 \quad \text{رابطه (۱۰)}$$



شکل ۲- نقشه پراکنش پایه‌های خشکیده بلوط ایرانی در منطقه مورد مطالعه

۲۲/۱۷ و برای درختان سالم ۱۵/۵۴ سانتی‌متر برآورد شد که عمده درختان خشکیده مانند درختان سالم در طبقه قطری ۱۵ سانتی‌متر قرار داشتند (شکل ۳).

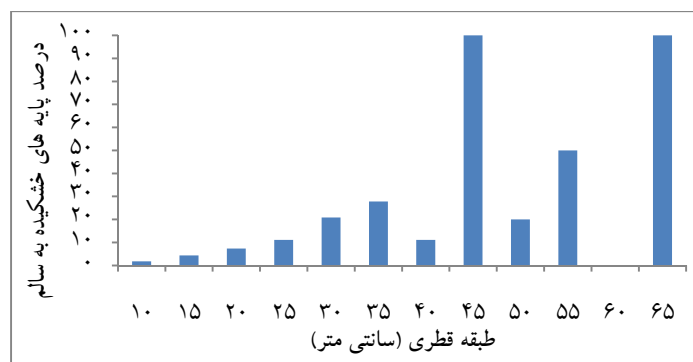
میانگین ارتفاع درختان خشکیده بلوط ایرانی ۵/۲۴ متر و میانگین ارتفاع درختان سالم ۴/۴ متر برآورد شد. همچنین میانگین قطر برابر سینه برای درختان خشکیده



شکل ۳- توزیع درختان سالم و خشکیده بلوط ایرانی در طبقات قطری مختلف (به دلیل تراکم کم درختان در طبقات قطری بیشتر، به منظور نمایش بهتر نمودار طبقات قطری ۴۵ تا ۵۵ سانتی متری به صورت جداگانه ارایه شده است).

نسبت فراوانی درختان خشکیده به سالم بود، در حالی که دو طبقه قطری ۴۵ و ۶۵ سانتی متر دارای بیشترین نسبت درصد درختان خشکیده به سالم بودند (شکل ۴).

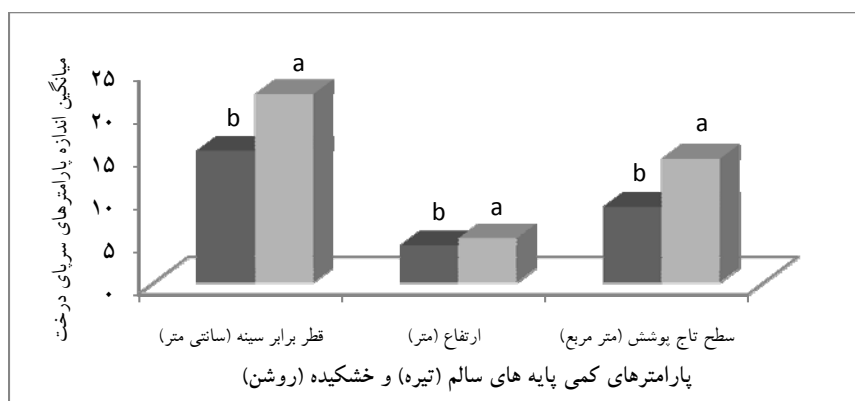
مقایسه پراکنش درختان سالم و خشکیده در طبقات قطری مختلف (شکل ۴) نشان داد که به جز در سه طبقه ۱۰، ۴۵ و ۶۵ سانتی متر، طبقات دیگر روند تغییرات نسبی مشابهی داشتند. طبقه قطری ۱۰ سانتی متر دارای کمترین



شکل ۴- نسبت (درصد) فراوانی درختان خشکیده به سالم بلوط ایرانی در طبقات قطری متفاوت

آماري معنی داری بین این شاخص‌ها وجود دارد (شکل ۵). شاخص‌های مذکور در درختان خشکیده از میانگین بیشتری برخوردار بودند.

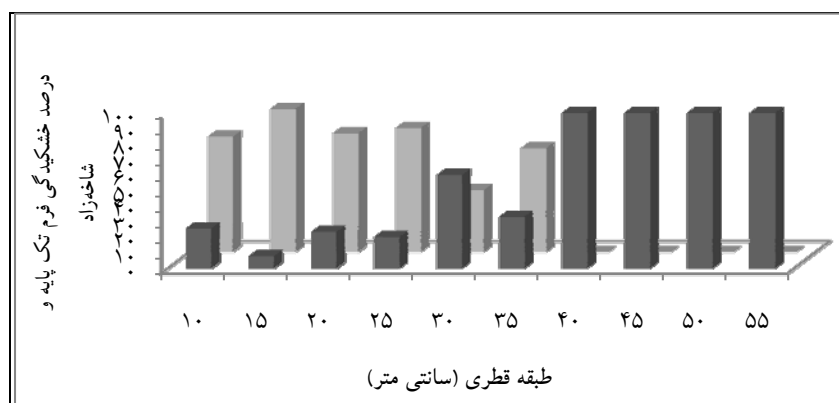
مقایسه شاخص‌های کمی متوسط سطح تاج ارتفاع ( $p = 0.05$ )، ارتفاع ( $p = 0.01$ ) و قطر برابر سینه ( $p = 0.05$ ) درختان سالم و خشکیده نشان داد که اختلاف



شکل ۵- نتایج مقایسه پارامترهای کمی درختان سالم (تیره) و خشکیده (روشن) بلوط ایرانی در سطح اطمینان ۹۹ درصد (حروف متفاوت a و b نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد است).

درختان خشکیده دارای فرم شاخه‌زاد بودند و در طبقات قطری بیشتر، درختان خشکیده به‌طور عمده تک‌پایه بودند (شکل ۶).

بر اساس تقسیم‌بندی دیگر مربوط به میزان خشکیدگی در فرم‌های تک‌پایه و شاخه‌زاد، در طبقات قطری کمتر از ۳۵ سانتی‌متر که بیشتر از ۹۰ درصد فراوانی درختان منطقه مورد مطالعه را به‌خود اختصاص داده بودند (شکل ۶)، بیشتر



شکل ۶- درصد خشکیدگی فرم شاخه‌زاد (روشن) و تک‌پایه (تیره) بلوط ایرانی در طبقات قطری مختلف

برای درختان خشکیده بلوط ایرانی در توده جنگلی تأیید شد.

برای شاخص استاندارد شده موری‌سیتا، دو مقدار شاخص یکنواختی (MU) و شاخص تجمع (MC) محاسبه شدند که این مقادیر به ترتیب عبارت بودند از ۰/۹۸ و ۱/۰۱ و چون  $I_d \geq M_c > 1$ ، مقدار شاخص استاندارد شده موری‌سیتا ۰/۵ محاسبه شد و این مقدار از صفر بزرگتر بود، الگوی کپه‌ای با استفاده از این شاخص پذیرفته شد. شاخص نسبت واریانس به میانگین هم ۲/۱۲ به‌دست آمد و چون از

در زمینه شاخص‌های پراکنش استفاده شده، مقدار شاخص پراکنش موری‌سیتا ۱/۰۶ بود و چون این مقدار از یک بزرگتر است، الگوی کپه‌ای را برای درختان خشکیده بلوط ایرانی مشخص کرد. کای اسکور محاسبه شده و کای اسکور جدول در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۶۵ قطعه نمونه (درجه آزادی) به ترتیب عبارت بودند از: ۱۳۲/۲۸ و ۰/۸۴. از آنجایی که کای اسکور محاسبه شده از کای اسکور جدول بزرگتر بود، الگوی پراکنش اختلاف معنی‌داری با الگوی تصادفی داشت، بنابراین الگوی پراکنش غیرتصادفی (کپه‌ای)



دارای یک پایه بودند و ۷۷ درصد باقی مانده به صورت شاخه‌زاد بودند که این خود عامل دوم در مورد علت الگوی پراکنش کپه‌ای درختان خشکیده بلوط ایرانی در این منطقه است؛ چرا که شاخه‌زاد بودن درختان بلوط خود می‌تواند باعث تجمع درختان در اطراف پایه اصلی و کپه‌ای شدن الگوی پراکنش درختان در عرصه جنگل شود. با توجه به نتایج ارائه شده، طبقه قطری ۱۵ سانتی‌متر دارای بیشترین فراوانی درختان شاخه‌زاد بود و براساس شکل ۳، بیشترین فراوانی درختان خشکیده نیز مربوط به همین طبقه قطری بود. این موضوع، تأثیر عامل دوم بر الگوی پراکنش کپه‌ای درختان خشکیده در منطقه مورد مطالعه را تأیید می‌کند. پراکنش‌های طبیعی مقدمه‌ای بر ناهمگنی‌های مکانی داخل توده جنگلی هستند که با توجه به مرگ و میرهای تصادفی درختان شکل گرفته‌اند (Harmon et al., 1986; Everham & Brokaw, 1996). در بیشتر موارد، الگوهای مکانی درختان خشک‌دار نیز از این ناهمگنی‌ها تأثیر پذیرفته و الگوی پراکنش آنها شکل می‌گیرد (Muller & Liu, 1991; Rebortus et al., 1997). با این وجود، تنها دانستن الگوی پراکنش، اگرچه مبین اطلاعات اکولوژیکی زیادی هم باشد، کافی نیست (Dale & Powell, 2001)، بلکه لازم است اطلاعات کافی در مورد فواصل گیاهان در پراکنش یکنواخت و میزان آن برای گونه‌های مختلف، ابعاد کپه‌ها (هنگامی که پراکنش کپه‌ای است)، فضاهای خالی بین لکه‌های واجد پوشش گیاهی و شکل آنها و نیز موارد متعدد دیگر که هر یک در نوع خود اهمیت زیادی دارند، به دست آید که این‌ها خود نیازمند بررسی و تحلیل بیشتر و دقیق‌تر داده‌ها است. الگوی خشکیدگی درختان تابع شرایط فیزیکی محیط پیرامون است. نتایج مطالعات مربوط به شاخص رشد آزاد (Askari et al., 2014) برای تعیین الگوی پراکنش کل درختان (سالم و خشکیده) موجود در منطقه حاکی از وجود الگوی پراکنش کپه‌ای بود. از آنجایی که الگوی پراکنش درختان خشک‌شده از الگوی پراکنش پایه‌های مادری تأثیرپذیر است، بنابراین الگوی پراکنش درختان خشکیده نیز کپه‌ای است که نتایج نیز آن را تأیید می‌کند.

یک بزرگتر بود، بیان‌گر الگوی پراکنش کپه‌ای بود. برای شاخص جانسون- زیمر مقدار I برابر ۳/۰۵ و بیشتر از دو به دست آمد که بیان‌گر الگوی پراکنش کپه‌ای برای درختان خشکیده در منطقه مورد مطالعه بود. با مقایسه مقدار Z محاسباتی با مقدار Z استاندارد در این شاخص و عدد به دست آمده (۴/۴۱۱) که در محدوده دو عدد ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- قرار نگرفت، فرض صفر مبنی بر تصادفی بودن الگو رد شد و الگوی کپه‌ای تأیید شد. برای شاخص ابرهاتر، مقدار این عدد (۱/۴) بیشتر از عدد مبنای یعنی ۱/۲۷ به دست آمد که بیان‌گر الگوی پراکنش کپه‌ای برای درختان خشکیده بود. برخلاف دو شاخص قبلی که الگوی پراکنش کپه‌ای را برای درختان خشکیده معرفی کردند، مقدار عددی به دست آمده (۰/۲۷) برای شاخص پیلو کمتر از عدد مبنای یعنی یک بود که بیان‌گر الگوی پراکنش یکنواخت برای درختان خشکیده بود.

## بحث

با توجه به تحلیل‌های انجام شده در پژوهش پیش‌رو بر مبنای استفاده از آماره‌های مربوط به قطعات نمونه، شاخص‌های نسبت واریانس به میانگین، موری‌سیتا، استاندارد شده موری‌سیتا، جانسون- زیمر و ابرهاتر، بر الگوی پراکنش غیرتصادفی کپه‌ای درختان خشکیده بلوط ایرانی دلالت داشتند. به‌طور کلی الگوی پراکنش یک جمعیت تحت تأثیر تنوع زیستی، عادات گلدهی و میوه‌دهی گونه‌ها، شرایط رویشگاهی و بالاخره دخالت‌های انسانی است (Dong et al., 2001). در ارتباط با الگوی پراکنش کپه‌ای درختان خشک‌دار بلوط ایرانی، عامل‌های مختلفی قابل بحث است. اول این‌که الگوی مکانی پراکنش گونه‌هایی که با بذر زادآوری می‌کنند، در ارتباط با الگوی پراکنش بذر آنها است (Calviño, 2002) که بر این اساس به علت سنگینی بذر بلوط و ریزش بیشتر آن در زیر درختان مادری، احتمال ایجاد الگوی پراکنش کپه‌ای وجود دارد. در حالی که تنها حدود ۲۳ درصد از درختان خشکیده بلوط ایرانی به احتمال زیاد منشأ دانه‌زادی داشتند و یا به ظاهر

## References

- Anonymous, 2014. Climatic data. Meteorological Administration of Iran, <http://www.chaharmahalmnet.ir/iranarchive.asp>.
- Askari, Y., Soltani, A. and Sohrabi, H., 2014. Evaluation of spatial distribution pattern of tree and shrub species in a central Zagros (Case study: Chahartagh forest reserve). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(2): 175-187 (In Persian).
- Calviño-Cancela, M., 2002. Spatial patterns of seed dispersal and seedling recruitment in *Corema album* (Empetraceae): the importance of unspecialized dispersers for regeneration. *Journal of Ecology*, 90(5): 775-784.
- Dale, M.R.T. and Powell, R.D., 2001. A new method for characterizing point patterns in plant ecology. *Journal of Vegetation Science*, 12: 597-608.
- 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: 1744-1756.
- Dewyer, J.M., Fensham, R.J., Fairfax, R.J. and Buckley, Y.M., 2010. Neighborhood effects influence drought-induced mortality of savanna trees in Australia. *Journal of Vegetation Science*, 21(3): 573-585.
- Dong, HW., Xiu-mei, G. and Lin-feng, G., 2001. Spatial pattern of dominant tree species of the secondary monsoon rain forest in Linjiang, Gaungdong Province. *Journal of Forestry Research*, 12(2): 101-104.
- Everham, E.M. and Brokaw, N.V.L., 1996. Forest damage and recovery from catastrophic wind. *Botanical Review*, 62(2): 113-185.
- Franklin, J.F., Michaelsen, J. and Strahler, A.H., 1985. Spatial analysis of density dependent pattern in coniferous forest stands. *Vegetation*, 64: 29-36.
- Franklin, J.F., Shugart, H.H. and Harmon, M.E., 1987. Tree death as an ecological process. *Bioscience*, 37: 550-556.
- Hamzhepour, 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).
- مختصان آفات و بیماری‌های درختان جنگلی بر این باورند که حضور آفات در میان درختان بلوط به‌تنهایی نمی‌تواند عامل وقوع خشکیدگی این درختان باشد و در کنار آن عامل‌هایی مانند تخریب جنگل، خشکسالی‌های متوالی، ریزگردها، گسترش صنایع و طرح‌های توسعه‌ای و همچنین نوع خاک در بروز پدیده خشکیدگی دخیل هستند (Hamzhepour et al., 2011). در مواقع خشکسالی و بروز خشکی شدید که در دهه اخیر به‌طور گسترده در جنگل‌های زاگرس اتفاق افتاده است، رطوبت مورد نیاز درختان در خاک مجاور ریشه به مقدار بیشتری نسبت به نقاط اطراف کاهش یافته و در نتیجه، تنش خشکی شدید و به‌دنبال آن فشار رقابتی بیشتری بر درختان وارد می‌شود (Hamzhepour et al., 2011). در این نقاط به‌دلیل الگوی پراکنش کپه‌ای درختان، در اثر کم بودن رطوبت خاک، فشار رقابتی در داخل کپه‌ها و گروه‌های درختی زیاد شده و باعث می‌شود که درختان ضعیف‌تر مغلوب شوند و تحت تنش خشکی و فشار مضاعف رقابتی درختان هم‌جوار خشکیده شوند. این نتایج با یافته‌های (Dewyer et al., 2010) درخصوص اثر عدم تجانس رطوبت خاک و الگوی پراکنش کپه‌ای بر میزان رقابت و خشکیدگی درختان هم‌خوانی دارد. در هر دو صورت الگوی رقابت درختی در واحدهای همگن مرطوب و انبوه‌تر و الگوی رقابت درختی در واحدهای همگن خشک و گرم‌تر (با وجود این‌که فشار رقابتی به‌صورت معمول بین درختان وجود دارد)، با بروز تنش خشکی شدید، رقابت درختان برای به‌دست آوردن آب مورد نیاز بیشتر از قبل می‌شود و به خشکیدگی درختان تضعیف‌شده کمک می‌کند، بنابراین بیشتر درختان خشکیده در طبقات قطری پایین‌تر قرار می‌گیرند. در مجموع، از پژوهش پیش‌رو چنین برمی‌آید که الگوی پراکنش مکانی پایه‌های خشکیده بلوط ایرانی در جنگل‌های منطقه تل‌گاه یاسوج به صورت کپه‌ای است که شاخه‌زادی این پایه‌ها و شرایط مؤثر بر آن می‌تواند از دلایل مهم این نوع الگوی پراکنش باشد.

- University Press, Tehran, 285p (In Persian).
- Morisita, M., 1962. I- $\delta$  Index a measure of dispersion of individuals. *Research Population Ecology*, 4(1): 1-7.
  - Muller, R.N. and Liu, Y., 1991. Coarse woody debris in an old-growth deciduous forest on the Cumberland Plateau, south-eastern Kentucky. *Canadian Journal Forest Research*, 21: 1567-1572.
  - Myers, J.H., 1978. Selecting a measure of dispersion. *Environment Entomology*, 7(5): 619-621.
  - Oliver, C.D. and Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons, New York, 467p.
  - Payandeh, B., 1970. Comparison of methods for assessing spatial distributions of trees. *Forest Science*, 16(3): 312-317.
  - Pielou, E.C., 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience, New York, 286p.
  - Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*, 75(3): 305- 324.
  - Runkle, J.R. 1985. Disturbance regimes in temperate forests: 17-33. In: Pickett, S.T.A. and White, P.S., (Eds.). *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, 720p.
  - Runkle, J.R., 1990. Gap dynamics in an Ohio Acer-Fagus forest and speculations on the geography of disturbance. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 632-641.
  - Safari, A., Shabaniyan, N., Erfanifard, Y., Heidari, H. and Purreza, M., 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf) in Bayangan forests, Kermanshah. *Iranian Journal of Forest*, 2(2): 177-185 (In Persian).
  - Shahsavari, H., Mataji, A. and Akhavan, R., 2009. Determination of spatial patterns and different types of dead trees in managed and un-managed beech forests of Iran. *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*, 4(1):11-18 (In Persian).
  - Thompson, S.K., 1990. Adaptive cluster sampling. *Journal of the American Statistical Association*, 85: 1050-1059.
  - Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K.J. and Cummins, K.W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 15: 133-302.
  - Heidari, R.H., 2008. *Distance Sampling Methods in Forest Inventory*. Razi University Press, Kermanshah, 121p (In Persian).
  - Hutchinson, G.E., 1978. *An Introduction to Population Biology*. Yale University Press, USA, 260p.
  - Jenkins, M.A. and Pallardy, S.G., 1995. The influence of drought on red oak group species growth and mortality in the Missouri Ozarks. *Canadian Journal of Forest Research*, 25: 1119-1127.
  - Johnson, R.B. and Zimmer, W.J., 1985. A more powerful test for dispersion using distance measurements. *Ecology*, 66(5): 1669-1675.
  - Kint, V., Robert, D.W. and Noël, L., 2004. Evaluation of sampling methods for the estimation of structural indices in forest stands. *Ecological Modelling*, 180(4): 461-476.
  - Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Welsey Educational Publisher, Benjamin, 581p.
  - Lamont, B.B. and Fox, J.E.D., 1981. Spatial pattern of six sympatric leaf variants and two size classes of *Acacia aneura* in a semi-arid region of western Australia. *Oikos*, 37: 73-79.
  - Lei, W., Chunyu, Z. and Xiuhai, Z., 2009. Spatial pattern of Korean pine broadleaved forest in Changbai mountains. *Scientia Silvae Sinicae*, 5: 54-59.
  - Lin, Y., Hulting, M.L. and Augspurger, C.K., 2004. Causes of spatial patterns of dead trees in forest fragments in Illinois. *Plant Ecology*, 170: 15-27.
  - McCune B., Cloonan, C.L. and Armentano, T.V., 1988. Tree mortality rates and vegetation dynamics in Hemmer Woods, Indiana. *American Midland Naturalist*, 120: 416-431.
  - Moeur, M., 1993. Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. *Forest Science*, 39(4): 756-775.
  - Moghaddam, M.R., 2001. *Statistical and Descriptive Ecology of Vegetation*. Tehran

## Distribution pattern of declined Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) trees in forests of Tol-e Ghah, Yasuj

E. Taghvayipour<sup>1</sup>, A. Salehi<sup>2\*</sup> and Y. Askari<sup>3</sup>

1- M.Sc. Student, Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Yasuj, Yasuj, Iran

2\*- Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Yasuj, Yasuj, Iran. E-mail: asalehi@mail.yu.ac.ir

3- Ph.D. Student, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Earth Science, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran

Received: 09.03.2015

Accepted: 21.07.2015

### Abstract

A forest stand of 25 ha in Tol-e Gah region nearby Yasuj (Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province) was selected to assess the spatial distribution pattern of its dead trees of Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl). The fixed area plot samples and adaptive cluster sampling method were employed to collect qualitative and quantitative information of the forest stand. Using sixty-five, 10-Ar sample plots, quantitative characteristics of all dead trunks together with those for the healthy trees in the sample plots were recorded in a way that each dead trunk found in each of the plots was considered as the center of another sample plot. In addition to determining the geographical coordinates of the dead trunks, diameter at breast height, tree height, and crown diameter of trees were measured. The Johnson-Zimmer, Eberhart, and Pielou indices (based on the distance of the sampling spot to the individual trees) and the variance to mean ratio, Morisita index, and standardized Morisita indices (efficient in using plot samples) were applied to quantify the distribution pattern of dead trees. All sample plot-related indices indicated a clumping distribution pattern for the dead trees. Among the distance indices, the Johnson-Zimmer and Eberhart indices also showed a clumping and a uniform pattern of dead tree distribution, respectively.

**Keywords:** Distribution pattern, oak decline, distance indices, sample plot indices.