

## پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در جنگل‌های زاگرس شمالی (پژوهش موردی: جنگل‌های هواره‌خول)

سروش ذبیح‌الهی\*<sup>۱</sup>، نقی شعبانیان<sup>۲</sup>، منوچهر نمیرانیان<sup>۳</sup> و مهدی حیدری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۲۰

### چکیده

با توجه به اهمیت جنگل‌های زاگرس شمالی از نظر اقتصادی-اجتماعی، حفاظتی و احیایی و با توجه به اینکه تاکنون بیشتر تحقیقات صورت گرفته در رابطه با الگوی پراکنش مکانی در جنگل‌های غرب کشور بیشتر در جنگل‌های شاخه زاد همسال (روی درخت) بوده است، الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در جنگل‌های هواره‌خول شهرستان بانه که به صورت ترکیبی از جنگل شاخه زاد ناهمسال (روی زمین) و شاخه زاد همسال (روی درخت) اداره می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌برداری منظم-تصادفی و شبکه آماربرداری ۲۰۰×۳۰۰ متر، تعداد ۶۰ نقطه نمونه-برداری با استفاده از روش‌های فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد، مربع‌تی و ترکیبی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند و تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش‌های فاصله‌ای شامل شاخص‌های جانسون و زایمر، ابرهات، هاپکینز، هینز و شاخص C با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology انجام شد. نتایج الگوی کپه‌ای را برای شاخص‌های جانسون و زایمر، ابرهات و هینز، الگوی کپه‌ای به سمت تصادفی را برای شاخص C و الگوی یکنواخت را برای شاخص هاپکینز نشان داد. در نهایت الگوی پراکنش مکانی درختان در جنگل هواره‌خول به صورت کپه‌ای تعیین شد. در کل نتایج نشان دادند که فاصله گرفتن الگوی پراکنش مکانی از حالت طبیعی در جنگل هواره‌خول بر اساس برخی از شاخص‌ها، به طور عمده به شغل اصلی جنگل‌نشینان که دامداری است و فعالیت‌های آنان (سرشاخه زنی، چرای دام و...) مربوط می‌شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش مکانی، بانه، روش‌های فاصله‌ای، زاگرس شمالی، هواره‌خول.

(Ghazanfari, 2003). شرایط سخت طبیعی و زمستان-های سرد در شمال زاگرس سبب ایجاد وابستگی شدید مردم به منابع طبیعی و در نتیجه استفاده شدید و در برخی مواقع تخریب این منابع شده است (Shakeri, 2006). در جنگل‌های شهرستان بانه به دلیل تراکم بالای جمعیت در واحد سطح جنگل، شرایط توپوگرافی نامساعد و کمبود آب کشاورزی در سطوح وسیعی از این شهرستان زندگی جوامع محلی را در شرایط توسعه نیافته کنونی تا حد بسیاری به دامداری وابسته کرده است (Anonymous, 2005). دامداری در این منطقه سردسیر که نظام کوچ نیز در آن وجود ندارد، کمبود علوفه را موجب شده است که این کمبود در فصل سرد سبب به وجود آمدن بحران در سیستم دامداری سنتی منطقه می‌شود. بنابراین جنگل-نشینان به منظور سازگار کردن نظام معیشتی خود با دشواری‌ها و محدودیت‌های طبیعت پیرامون خود، درختان را سرشاخه زنی (گلازنی) می‌کنند (Anonymous, 2005). روش مدیریت جنگل در جنگل‌های شهرستان بانه به دلیل وجود دام‌های مختلف در قسمت‌های مختلف آن یکسان نبوده و به دو صورت انجام می‌پذیرد. در قسمت‌هایی از جنگل-های بانه و به‌طور ویژه جنگل آرمرده، نظام شاخه زاد همسال منجر به ایجاد درختانی شده است که تا ارتفاع حدود دو متر بدون انشعاب بالا رفته و از آن به بعد به دلیل نوع بهره‌برداری به صورت شاخه زاد و منشعب درآمده است که این روش به الگوی آرمرده معروف است (Anonymous, 2005). این جنگل‌ها دارای ساختاری همسال هستند و تاکنون مطالعاتی محدودی که در رابطه با الگوی پراکنش مکانی در جنگل‌های این شهرستان انجام گرفته است، در جنگل آرمرده بوده است؛ اما در جنگل‌های هواره‌خول ترکیبی از دو شیوه جنگل‌شناسی شاخه زاد ناهمسال روی زمین و شاخه

پراکنش مکانی گیاهان یکی از جنبه‌های مهم اکولوژی گیاهی است. آگاهی از الگوهای پراکنش مکانی گیاهان در هر منطقه از مقدمات و ضروریات اندازه‌گیری و بررسی پوشش گیاهی به حساب می‌آید (Moghadam, 2001). الگوی پراکنش مکانی، موقعیت افراد در محیط یا نحوه آرایش مکانی گونه‌ها در یک جمعیت را بیان می‌کند (Dale, 1998) و به مجموعه‌ای از نقاط بدون بعد اطلاق می‌شود که برحسب فاصله نسبی‌شان از یکدیگر توصیف می‌شوند (Hou et al., 2004). گیاهان در هر منطقه جغرافیایی یا در هر رویشگاه به صورت تصادفی یا غیر تصادفی پراکنده شده‌اند که پراکنش غیر تصادفی به دو شکل یکنواخت و تجمعی (کپه‌ای) تقسیم می‌شوند. وقتی حضور یک فرد بر حضور فرد دیگر تأثیر زیادی نداشته باشد، پراکنش این افراد تصادفی است. پراکنش یکنواخت معمولاً زمانی به وجود می‌آید که قلمرو افراد معین بوده و این محدوده‌ها برابر و یکسان باشند. پراکنش کپه‌ای وقتی مشاهده می‌شود که بیشتر یا تمام افراد جمعیت تمایل دارند تا در قسمت‌های خاصی از محیط حضور داشته باشند. زمانی که حضور یک فرد در یک مکان به حضور دیگر افراد در آن مکان وابسته باشد الگوی پراکنش کپه‌ای یا مجتمع است (Moghadam, 2001). آگاهی از الگوی پراکنش مکانی جنگل، ابزاری لازم برای مدیریت بهینه در بسیاری از عرصه‌های جنگلی جهان است (Wulder and Franklin, 2007) و شناخت آن در تشریح پایداری اکوسیستم، طراحی طرح‌های مدیریتی مناسب و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است (Miller et al., 2002). جنگل‌های بلوط زاگرس شمالی با ترکیبی از سه گونه بلوط ایرانی، مازودار و ویول حدود ۴۴۹۰۰۰ هکتار از جنگل‌های ایران را شامل می‌شوند (Fattahi, 2000);

کردند. (Saffari 2009) الگوی پراکنش مکانی گونه‌های بلوط ایرانی (برودار) و بنه را در جنگل‌های باینگان کرمانشاه با استفاده از روش‌های فاصله‌ای مربع‌تی و ترکیبی و شاخص‌های پراکنش جانسون و زایمر، ابره‌ارت، هینز، هاپکینز و C، کپه‌ای و کپه‌ای به سمت تصادفی معرفی کرد. (Heidari 2011) به منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی جنگل‌های بلکه، واقع در شهرستان بانه از روش قطعه‌نمونه و شاخص‌های نسبت واریانس به میانگین، مورسیتا و استاندارد شده مورسیتا استفاده کرد و الگوی پراکنش این جنگل را یکنواخت به سمت تصادفی تعیین کرد. (Kunstler et al., 2004) نهال‌های دو گونه راش (*Fagus sylvatica*) و بلوط (*Quercus pubescens Mill.*) را در جنگل‌های طبیعی کاج (*Pinus sylvestris*) فرانسه با استفاده از روش فاصله‌ای بایت و رایپلی به صورت کپه‌ای تعیین کردند. Sapkota و همکاران (2009) الگوی پراکنش مکانی پنج منطقه جنگلی مشابه (از نظر تیپ، فیزیوگرافی و ...) که از نظر آشفستگی‌های طبیعی و میزان تخریب باهم متفاوت بودند را با استفاده از روش قطعه‌نمونه و شاخص پراکنش استاندارد شده مورسیتا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که هر سه الگوی پراکنش یکنواخت، کپه‌ای و تصادفی در پنج منطقه وجود دارد که دلیل آن را آشفستگی حاصل از تخریب جنگل توسط جنگل‌نشینان (قطع درختان، تغییر کاربری جنگل، چرای دام و ...) و همچنین آشفستگی‌های محیطی عنوان کردند. Ledo و همکاران (2012) الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی را در جنگل‌های مونتانا‌ی پرو در آمریکای جنوبی در سه کلاس سنی مسن (بالغ) با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر، جوان با قطر بین ۲/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر و زیراشکوب با قطر کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر با استفاده از تابع L رایپلی بررسی کردند و الگوی پراکنش درختان بالغ را

زاد همسال روی درخت اعمال می‌شود (Ghazanfari, 2003). در این سیستم جنگلداری، یک یا چند جست گروه غالب شده و از افق چرای دام خارج می‌شوند. افق چرای دام حداقل ارتفاعی است (حدود دو متر) که جست یا نهال از دسترس دام خارج شده و خطر سرچر شدن را پشت سر می‌گذارد. اگر جست یا نهالی از افق چرای دام خارج شود، به احتمال بسیار زیاد در آینده به درخت بالغی تبدیل خواهد شد. این روش به الگوی هواره‌خول معروف است. در هواره‌خول به منظور تأمین علوفه دام (گلازنی) از روش تنظیم سطحی و برای تولید چوب سوخت و ساختمانی از روش تنظیم درختی استفاده می‌شود (Ghazanfari, 2003). مطالعاتی در رابطه با الگوی پراکنش مکانی در ایران صورت گرفته است، اما تعداد کمی از آن‌ها به جنگل‌های زاگرس شمالی مربوط می‌شوند. ضمن اینکه در جنگل‌هایی که با شیوه شاخه زاد ناهمسال روی زمین و شاخه زاد همسال روی درخت اداره می‌شوند (مانند جنگل هواره‌خول) تاکنون پژوهشی در رابطه با الگوی پراکنش مکانی انجام نشده است. Basiri و همکاران (2006) الگوی پراکنش مکانی پنج گونه ویول، مازودار، برودار، گلابی و زالزالک را در جنگل‌های منطقه قامیشه مریوان با استفاده از روش عمومی، مدل توزیع پواسون و شاخص‌های کمی (گرین، نسبت واریانس به میانگین و استاندارد شده مورسیتا) به صورت کپه‌ای تعیین کردند. Heidari و همکاران (2007) با استفاده از روش فاصله‌ای مربع‌تی و شاخص هاپکینز، الگوی پراکنش مکانی جست گروه‌های بلوط ایرانی را در جنگل‌های سرخه دیزه کرمانشاه کپه‌ای معرفی کردند. Erfani Fard و همکاران (2007) الگوی مکانی درختان بلوط را در جنگل سروک در نزدیکی یاسوج با استفاده از شاخص نزدیک‌ترین همسایه، به شکل یکنواخت تعیین

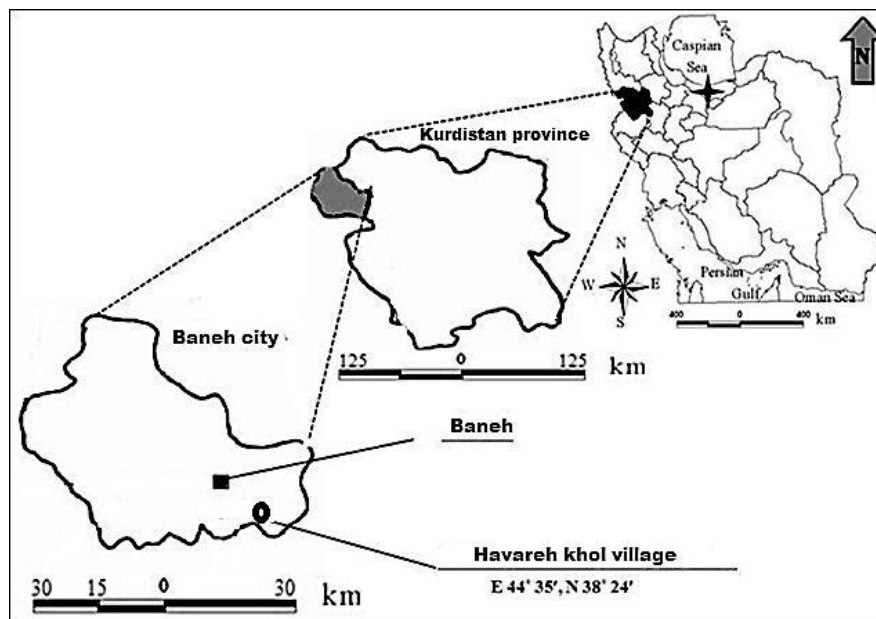
این پژوهش تعیین الگوی پراکنش مکانی بخشی از جنگل‌های زاگرس شمالی در شهرستان بانه است.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد بررسی

برای تعیین الگوی پراکنش مکانی جنگل، جنگل‌های روستای هواره‌خول واقع در ۱۳ کیلومتری شرق شهرستان بانه از استان کردستان انتخاب شد. روستای هواره‌خول در بخش نونور و دهستان بوئین واقع است. این جنگل ۳۴۵ هکتار وسعت داشته و در محدوده ارتفاعی ۱۵۸۰ تا ۲۲۵۰ متری از سطح دریا گسترش یافته است (Ghazanfari, 2003).

تصادفی و الگوی پراکنش پایه‌های جوان و همچنین پایه‌های زیراشکوب را کپه‌ای تعیین کردند. با توجه به مطالب فوق، می‌توان دریافت که جنگلداری با الگوی پراکنش مکانی درختان رابطه مستقیم دارد. با توجه به اهمیتی که جنگل‌های شهرستان بانه از نظر اقتصادی-اجتماعی، حفاظتی و احیایی دارند و از آنجاکه الگوی پراکنش مکانی در جنگل‌هایی که از الگوی هواره‌خول پیروی می‌کنند تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است، ضرورت دارد تا این موضوع به‌عنوان معیاری برای کنترل تغییرات و پایش این جنگل مورد بررسی قرار گیرد. همچنین لازم است اثرهای دانش بومی و رفتار محلی در چهارچوب جنگلداری سنتی نیز بر الگوی پراکنش مکانی مورد بررسی قرار گیرد. از این‌رو هدف



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران، استان کردستان و شهرستان بانه

Figure 1. The geographical location of study area within Iran, Kurdistan province and Baneh city

گیری قرار گرفتند. در این تحقیق به‌منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی جنگل از روش‌های فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد، مربع تی و ترکیبی استفاده شد. بوم-شناسان گیاهی انواعی از روش‌های نمونه‌گیری بدون قاب را توسعه دادند که به کلیه آن‌ها روش‌های فاصله‌ای اطلاق می‌شود و از دو رویکرد عمومی از

#### روش تحقیق

با توجه به مشاهدات به‌دست‌آمده از وضعیت جنگل، بررسی نقشه منطقه مورد بررسی و به‌منظور پوشش دادن تمامی نقاط آن، تعداد ۶۰ نقطه نمونه‌برداری به روش نمونه‌برداری منظم تصادفی انتخاب و در یک شبکه آماربرداری به ابعاد ۳۰۰ × ۲۰۰ متر مورد اندازه-

شاخص (I) برابر ۲ باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر کمتر از ۲ باشد، پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از ۲ باشد پراکنش درختان کپه‌ای خواهد بود (Heidari, 2008). برای آزمون تصادفی بودن پراکنش درختان از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$z = \frac{I - 2}{\sqrt{\frac{4(n-1)}{(n+2)(n+3)}}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

چنانچه مقدار z بین اعداد  $+1/96$  و  $-1/96$  قرار بگیرد الگوی پراکنش درختان به صورت تصادفی و در غیر این صورت الگوی پراکنش به صورت غیر تصادفی خواهد بود (Pour-Babaei, 2004).

#### شاخص ابرهارت:

این شاخص برای تعیین الگوی پراکنش مکانی و برای فواصل نزدیک‌ترین فرد تا نقطه تصادفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که توسط ابرهارت (۱۹۶۷) پیشنهاد گردیده و بعدها توسط هینز (۱۹۷۹) تجزیه و تحلیل آن صورت گرفت. یکی از نکات مثبت شاخص ابرهارت این است که وابسته به تراکم جمعیت نیست و از رابطه زیر به دست می‌آید (Krebs, 1989):

$$I_e = \left(\frac{S}{\bar{X}}\right)^2 + 1 \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه،  $I_e$  شاخص پراکنش ابرهارت، S انحراف معیار فواصل مشاهده شده،  $\bar{X}$  متوسط فواصل نقطه تا نزدیک‌ترین فرد. مقادیر مورد انتظار شاخص پراکنش ابرهارت برای حالت‌های آرایش تصادفی، یکنواخت و کپه‌ای به ترتیب برابر با  $1/27$ ، کمتر از  $1/27$  و بیشتر از  $1/27$  است (Krebs, 1989; Heidari, 2008). به منظور آزمون تصادفی بودن الگوی پراکنش توسط این شاخص، مقدار  $I_e$  به دست آمده با مقدار استخراج شده از جدول هینز مقایسه می‌شود. جدول هینز جدولی دو عامله است که مقادیر آن بر اساس تعداد نقاط نمونه برداری و سطح احتمال قید شده

فواصل اندازه‌گیری شده بهره می‌گیرند: الف) فاصله از نقاط تصادفی تا نزدیک‌ترین موجود زنده ب) فاصله از موجود زنده تصادفی تا نزدیک‌ترین همسایه (Krebs, 1989). روش مربع تی نخستین بار توسط بساگ و گلیوز در سال ۱۹۷۳ ارائه شد (Krebs and Charles, 2001; Mesdaghi, 2001). در این روش فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به نقطه نمونه برداری اندازه‌گیری می‌شود. سپس از مرکز درخت انتخاب شده، خطی فرضی عمود بر امتداد فاصله درخت تا نقطه نمونه برداری رسم می‌شود و بعد در سمت دیگر این خط فرضی (سمت مقابل نقطه نمونه برداری) فاصله نزدیک‌ترین درخت به درخت اول اندازه‌گیری می‌شود (Heidari, 2008). در روش ترکیبی، ترکیبی از دو روش نزدیک‌ترین فرد و نزدیک‌ترین همسایه استفاده می‌شود. در این روش فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به نقطه نمونه برداری اندازه‌گیری می‌شود. سپس فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به درخت انتخاب شده در مرحله پیش اندازه‌گیری می‌شود (Heidari, 2008). به منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی با استفاده از روش‌های فاصله‌ای چند شاخص پراکنش پیشنهاد شده است:

#### شاخص جانسون و زایمر:

این شاخص بر مبنای فاصله نقطه تا نزدیک‌ترین فرد استوار است. شاخص جانسون و زایمر مستقل از تراکم جمعیت بوده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \left[ \frac{(n+1) \left( \sum_{i=1}^n (r_{pi}^2)^2 \right)}{\left[ \sum_{i=1}^n (r_{pi}^2) \right]^2} \right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه، I شاخص پراکنش جانسون و زایمر، n تعداد نقطه نمونه برداری،  $r_{pi}$  فاصله بین فرد اول (نزدیک‌ترین فرد) به نقطه نمونه برداری. اگر مقدار

2001). برای محاسبه این شاخص از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$I_h = \frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2 + \sum(r_{ni})^2} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در این رابطه،  $I_h$  شاخص پراکنش هاپکینز،  $r_{pi}$  فاصله از نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد،  $r_{ni}$  فاصله از گیاه تصادفی تا نزدیک‌ترین همسایه. مقدار شاخص پراکنش هاپکینز برای الگوی پراکنش تصادفی برابر ۰/۵، برای الگوی پراکنش یکنواخت بین اعداد صفر و ۰/۵ و برای الگوی کپه‌ای بین اعداد ۰/۵ تا یک است. برای آزمون مقدار شاخص هاپکینز به صورت زیر عمل می‌شود: ابتدا مقدار  $h$  از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$h = \frac{\sum(r_p^2)}{\sum(r_n^2)} \quad \text{رابطه (۷)}$$

سپس مقدار  $F_{0.05(2n, 2n)}$  با استفاده از جدول  $F$  مشخص می‌شود. بعد مقدار  $F_{0.05(2n, 2n)}$  نیز از جدول  $F$  استخراج می‌شود. اگر مقدار  $h$  محاسبه شده  $F_{0.05(2n, 2n)}$  کمتر باشد، توده دارای پراکنش تصادفی است. اگر مقدار  $h$  محاسبه شده از  $F_{0.05(2n, 2n)}$  جدول بیشتر باشد، توده دارای پراکنش یکنواخت است. اگر مقدار  $h$  محاسبه شده از  $F_{0.05(2n, 2n)}$  جدول بیشتر باشد، توده دارای پراکنش کپه‌ای است (Krebs and Charles, 2001).

#### شاخص هینز:

این شاخص، یکی از قوی‌ترین شاخص‌هایی است که برای تعیین الگوی پراکنش مکانی افراد در روش مربع تی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Krebs, 1989). همچنین قوی‌ترین آزمونی که برای این شاخص وجود دارد، توسط هینز ارائه گردیده که نحوه محاسبه آن به شرح زیر است:

$$h_T = \frac{2n[2\sum(r_{pi}^2) + \sum(r_{ni}^2)]}{[(\sqrt{2}\sum r_{pi}) + \sum r_{ni}]^2} \quad \text{رابطه (۸)}$$

است. اگر مقدار شاخص از مقدار جدول بیشتر باشد الگوی پراکنش کپه‌ای و اگر این مقدار از مقدار جدول کمتر باشد الگوی پراکنش یکنواخت خواهد بود (Krebs, 1989).

#### شاخص C:

این شاخص برای فواصل اندازه‌گیری شده در روش مربع تی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$C = \frac{\sum \left[ \frac{X_i^2}{X_i^2} + \frac{1}{2} Y_i^2 \right]}{N} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه،  $C$  شاخص پراکنش مکانی،  $X_i$  فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد،  $Y_i$  فاصله فرد تا نزدیک‌ترین همسایه. مقدار  $C$  برای الگوی پراکنش مکانی تصادفی، یکنواخت و کپه‌ای به ترتیب برابر با ۰/۵، کمتر از ۰/۵ و بیشتر از ۰/۵ است. به‌منظور آزمون تصادفی بودن شاخص  $C$  از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$z = \frac{C - 0/5}{\sqrt{\frac{1}{(12N)}}} \quad \text{رابطه (۵)}$$

چنانچه مقدار  $z$  بین اعداد  $+1/96$  و  $-1/96$  قرار بگیرد الگوی پراکنش درختان به صورت تصادفی و در غیر این صورت الگوی پراکنش به صورت غیر تصادفی خواهد بود (Ludwig and Reynolds, 1988; Pour- Babaei, 2004).

#### شاخص هاپکینز:

این شاخص برای شرایطی پیشنهاد شد که در اندازه‌گیری فواصل، هم فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد و هم فاصله نزدیک‌ترین فرد تا نزدیک‌ترین همسایه آن ثبت شده باشد (Moghadam, 2001). از نکات مثبت این شاخص اینکه توزیع آماری شاخص به‌خوبی شناخته شده است (Krebs and Charles, )

مرکز جست گروه و برای درختان تک‌پایه مرکز درخت به‌عنوان مبدأ و یا مقصد اندازه‌گیری فاصله در نظر گرفته شدند. همچنین محل تقاطع اضلاع شبکه به‌عنوان نقاط نمونه‌برداری در نظر گرفته شدند. در نهایت داده‌های برداشت شده در روش‌های فاصله‌ای با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

### نتایج

طبق جدول ۱ برای شاخص جانسون و زایمر مقدار I، ۳/۲۶ محاسبه شده و چون این مقدار از عدد ۲ بیشتر است الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص عدد ۵/۱۲ برای Z محاسبه شده که طبق مقادیر تعریف‌شده چون این عدد از ۱/۹۶+ بیشتر است، الگوی تصادفی به نفع الگوی غیر تصادفی رد می‌شود و الگوی غیر تصادفی تأیید می‌شود.

در این رابطه،  $h_T$ ، آزمون هینز برای تصادفی بودن،  $\pi^2$  فاصله نزدیک‌ترین فرد به نقطه نمونه‌برداری،  $r_{ni}^2$  فاصله نزدیک‌ترین همسایه به نزدیک‌ترین فرد،  $n$ ، تعداد نقطه نمونه‌برداری است. در حالت پراکنش تصادفی شاخص هینز برابر ۱/۲۷ است. مقادیر کمتر از ۱/۲۷ نشان‌دهنده الگوی منظم و مقادیر بیشتر از ۱/۲۷ نشان‌دهنده حالت کپه‌ای خواهند بود (Krebs, 1989). به‌منظور آزمون تصادفی بودن الگوی پراکنش توسط این شاخص، مقدار  $h_T$  به‌دست‌آمده با مقدار استخراج‌شده از جدول هینز مقایسه می‌شود. اگر مقدار شاخص از مقدار جدول بیشتر باشد، الگوی پراکنش کپه‌ای و اگر این عدد از مقدار جدول کمتر باشد الگوی پراکنش یکنواخت خواهد بود (Krebs, 1989; Heidari, 2008).

### روش اندازه‌گیری فاصله:

اندازه‌گیری فاصله درختان در روش‌های فاصله‌ای بدین‌صورت انجام گرفت که برای جست گروه‌ها،

جدول ۱- مقادیر مربوط به شاخص جانسون و زایمر و آزمون آن

Table 1. The values and test of the Johnson and Zimmer index

مقدار Z	مقدار I	شاخص جانسون و زایمر
Z value	I value	Johnson and Zimmer index
5.12	3.26	مقادیر Values
تصادفی Random	-1.96 < Z < +1.96	یکنواخت Uniform
غیر تصادفی Non-random	Z < - ۱/۹۶	تصادفی Random
غیر تصادفی Non-random	Z > + ۱/۹۶	کپه‌ای Clumped
غیر تصادفی Non-random		کپه‌ای Clumped
		الگوی پراکنش مکانی Distribution pattern

جدول ۲ برای شاخص ابره‌ارت مقدار I را ۱/۳۹ نشان می‌دهد و چون این مقدار از عدد ۱/۲۷ بیشتر است بنابراین الگوی پراکنش کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص عدد به‌دست‌آمده با مقدار استخراج‌شده از جدول هینز مقایسه می‌شود.

جدول ۲ برای شاخص ابره‌ارت مقدار I را ۱/۳۹ نشان می‌دهد و چون این مقدار از عدد ۱/۲۷ بیشتر است بنابراین الگوی پراکنش کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص عدد به‌دست‌آمده با مقدار استخراج‌شده از جدول هینز مقایسه می‌شود.

جدول ۲- مقادیر مربوط به شاخص ابرهارت و آزمون آن

Table 2. The values and test of the Eberhart index

مقدار Z Z value	مقدار I I value	شاخص ابرهارت Johnson and Zimmer index
1.3565 (Hines table)	1.39	مقادیر Values
یکنواخت Uniform	جدول هینز $I <$ Hines table $>$ I	یکنواخت Uniform
تصادفی Random	جدول هینز $I =$ Hines table = I	تصادفی Random
کپه‌ای Clumped	جدول هینز $I >$ Hines table $<$ I	کپه‌ای Clumped
کپه‌ای Clumped	کپه‌ای Clumped	الگوی پراکنش مکانی Distribution pattern

همچنین برای آزمون این شاخص عدد  $2/15 +$  برای Z محاسبه شد که به دلیل بزرگ‌تر بودن عدد محاسبه شده از مقدار تعریف شده  $1/96 +$ ، الگوی پراکنش مکانی تصادفی به نفع الگوی پراکنش غیر تصادفی رد شده و الگوی پراکنش غیر تصادفی تأیید می‌شود.

مقدار شاخص C در جدول ۳، عدد  $0/58$  را نشان می‌دهد که چون این مقدار از عدد  $0/5$  بزرگ‌تر است الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه‌ای است، اما چون به عدد  $0/5$  که نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی است نزدیک است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به دست آمده کپه‌ای متمایل به تصادفی است.

جدول ۳- مقادیر مربوط به شاخص C و آزمون آن

Table 3. The values and test of the C index

مقدار Z Z value	مقدار C C value	شاخص C C index
+ 2.15	0.58	مقادیر Values
غیر تصادفی Non- Random	جدول هینز $Z < -1.96$	یکنواخت Uniform
تصادفی Random	جدول هینز $-1.96 < Z < +1.96$	تصادفی Random
غیر تصادفی Non- Random	جدول هینز $Z > +1.96$	کپه‌ای Clumped
غیر تصادفی Non- Random	کپه‌ای به تصادفی Clumped to random	الگوی پراکنش مکانی Distribution pattern

$0/65$  محاسبه شد که این مقدار به دلیل کمتر بودن از عدد استخراج شده از جدول F ( $0/74$ ) الگوی پراکنش را به صورت یکنواخت تأیید می‌نماید.

جدول ۴ برای شاخص هاپکینز مقدار I را  $0/39$  نشان می‌دهد که چون این مقدار بین اعداد صفر و  $0/5$  قرار دارد الگوی پراکنش یکنواخت تأیید می‌شود. همچنین به منظور آزمون این شاخص، برای h مقدار



جدول ۴- مقادیر مربوط به شاخص هاپکینز و آزمون آن

Table 4. The values and test of the Hopkins index

مقدار h h value	مقدار I I value	شاخص هاپکینز Hopkins index
0.65	0.39	مقادیر Values
F <sub>0.95[2n, 2n]</sub> = 0.74 و And 0.65 < 0.74	یکنواخت Uniform	0 ≤ I < 0.5
	تصادفی Random	I = 0.5
	کپه‌ای Clumped	0.5 < I ≤ 1
یکنواخت Uniform	یکنواخت Uniform	الگوی پراکنش مکانی Distribution pattern

شاخص مقدار  $h_T$  با عدد استخراج شده از جدول هینز (۱/۳۵۶۵) مقایسه می‌شود و چون مقدار محاسبه شده از عدد جدول بیشتر است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه‌ای تأیید می‌شود.

طبق جدول ۵ برای شاخص هینز مقدار  $h_T$  ۱/۳۸ محاسبه شده که چون این مقدار از عدد ۱/۲۷ بیشتر است الگوی پراکنش مکانی با این شاخص به صورت کپه‌ای به دست می‌آید. همچنین به منظور آزمون این

جدول ۵- مقادیر مربوط به شاخص هینز و آزمون آن

Table 4. The values and test of the Hines index

مقدار $h_T$ $h_T$ value	مقدار $h_T$ $h_T$ value	شاخص هینز Hines index
1.3565 (from Hines table)	1.38	مقادیر Values
یکنواخت Uniform	Hines table value > I	یکنواخت Uniform
تصادفی Random	Hines table value = I	تصادفی Random
کپه‌ای Clumped	Hines table value < I	کپه‌ای Clumped
کپه‌ای Clumped	کپه‌ای Clumped	الگوی پراکنش مکانی Distribution pattern

بحران زادآوری در جنگل‌های زاگرس یکی از عواملی است که آینده این جنگل‌ها را با خطر مواجه خواهد کرد، کما اینکه اثرهای آن در زمان حال نیز مشکلات زیادی را در زمینه ناپایداری جنگل‌ها ایجاد کرده - است. شاید بتوان گفت جنگل‌های هواره‌خول در میان

جنگل‌های زاگرس شرایط ویژه‌ای را دارا هستند، چرا که جست‌هایی که در کنار پایه اصلی رشد کرده و باقی می‌مانند، می‌توانند جایگزین خوبی برای درختان پیر و فرسوده باشند و پایداری جنگل را نیز تضمین نمایند. از این‌رو در این پژوهش سعی شد تا با استفاده از روش‌های فاصله‌ای، الگوی پراکنش مکانی درختان

که از مقدمات و ضروریات بررسی پوشش جنگلی به حساب می‌آید، در جنگل هواره‌خول مورد بررسی قرار گیرد. شاخص‌های جانسون و زایمر، ابره‌ارت و هینز الگوی پراکنش کپه‌ای و شاخص C الگوی پراکنش کپه‌ای به سمت تصادفی را برای درختان جنگل هواره‌خول تعیین کردند. همچنین شاخص هاپکینز الگوی پراکنش مکانی درختان را به صورت یکنواخت معرفی کرد. با توجه به اینکه بیشتر شاخص‌ها الگوی کپه‌ای را پذیرفتند، می‌توان الگوی پراکنش مکانی درختان را در جنگل هواره‌خول به صورت کپه‌ای معرفی کرد که در بعضی مواقع این کپه‌ای بودن به سمت الگوی تصادفی تمایل داشت. در پراکنش کپه‌ای افراد به صورت گروه‌هایی در کنار هم قرار می‌گیرند که این الگو می‌تواند به علت رفتار اجتماعی (تمایل در ایجاد گروه) و عدم یکنواختی محیط و نوع تکثیر و تولیدمثل گیاهان باشد (Ludwig and Reynolds, 1988). جوان بودن جنگل هواره‌خول و وجود جست‌های زیاد در جست گروه‌ها سبب رقابت آن‌ها بر سر منابع برای رشد و در نتیجه تأثیرپذیری آن‌ها از هم می‌شود و با توجه به ناهمگن بودن جنگل (از نظر شرایط خاک، عوامل فیزیوگرافی و) انتظار می‌رود که افراد تشکیل‌دهنده جمعیت نقاطی را برای حضور ترجیح دهند که شرایط مناسبی را برایشان فراهم کند که نتیجه آن ایجاد پراکنش افراد به شکل کپه‌ای خواهد بود؛ اما تمایل الگوی کپه‌ای به سمت الگوی تصادفی در جنگل هواره‌خول می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی باشد که سبب شده‌اند این جنگل از شرایط طبیعی خود فاصله بگیرد. (Wei-dong et al., 2001) معتقدند که تنوع زیستی، عادات گلدهی و میوه دهی گونه‌ها، شرایط رویشگاهی و دخالت‌های انسانی بر نحوه الگوی پراکنش مکانی مؤثر هستند و دخالت‌های انسانی می‌تواند بر فاصله

گرفتن الگوی پراکنش جنگل از شرایط طبیعی مؤثر باشد. یکی از این عوامل می‌تواند عدم وجود زادآوری دانه‌زاد به دلایلی چون مساعد نبودن شرایط خاک، کمبود درختان مادری و از بین رفتن بذرها به دلیل چرای شدید دام باشد که این عوامل همراه با قطع و سرشاخه زنی درختان سبب شده‌اند این جنگل از حالت طبیعی خود خارج شده و درختان به فرم شاخه زاد درآیند و جست‌های زیادی را نیز تولید کنند. همچنین قطع و سرشاخه زنی درختان، با قطع پیوستگی تاج پوشش جنگل سبب به هم خوردن وضعیت کپه‌ها شده و موجب می‌شود جنگل از حالت کپه‌ای به حالت تصادفی تمایل پیدا کند. با توجه به جوان بودن جنگل هواره‌خول و قرار داشتن در مراحل ابتدایی توالی و نتایج حاصل از تحقیقات Ledo و همکاران (2012) می‌توان اظهار کرد که تعیین الگوی کپه‌ای برای این جنگل قابل توجه بوده و تأییدی بر نتایج کار محققان مذکور است. در کل نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات Kunstler و همکاران (2004)، Basiri و همکاران (2006)، Heidari و همکاران (2007) و Saffari (2009) مطابقت دارد. ایشان در تحقیقات خود الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مختلف بلوط را به صورت کپه‌ای معرفی کردند؛ اما نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات Erffani Fard و همکاران (2007) و Heidari (2011) همخوانی ندارد. Erffani Fard و همکاران (2007) الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط ایرانی را در جنگل‌های یاسوج به صورت یکنواخت معرفی کردند. دلیل این اختلاف می‌تواند مربوط به تفاوت در مساحت مناطق مورد بررسی و نحوه متفاوت استفاده جنگل‌نشینان از جنگل در دو قسمت از جنگل‌های زاگرس، یعنی زاگرس شمالی و زاگرس جنوبی باشد. Hidari (2011) نیز الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط را در

جلوگیری از تخریب جنگل باشد. بلکه ایجاد فرصت-های شغلی مناسب مثل ایجاد واحدهای صنعتی کوچک یا کارگاه به‌منظور تبدیل و فرآوری محصولات فرعی جنگل و همچنین ایجاد تعاونی‌هایی به‌منظور کشت و توسعه گیاهان دارویی برای مردم بومی این مناطق می‌تواند به کاهش روند تخریب جنگل و پایداری آن‌ها کمک نماید.

## References

- Anonymous, 2005. Multi functional forest management plan with an emphasis on organizing and managing pollarding in Armardeh Forests, The Center for Research & Development of North Zagros Forest, University of Kurdistan, Sanandaj, 541 p. (In Persian)
- Basiri, R., H. Sohrabi & M. Mozayen, 2006. A Statistical Analysis of the Spatial Pattern of Trees Species in Ghamisheleh Marivan Region, *Iranian Journal of the Iranian Natural Resources*, (59): 579 – 588. (In Persian)
- Dale, M.R.T., 1998. Spatial pattern analysis in Plant Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 326 p.
- Erffani Fard, S.Y., J. Fegghi, M. Zobeiry & M. Namirian, 2007. Spatial pattern of trees in the Zagros Forest, *Journal of the Iranian Natural Resources*, 60(4): 1319-1328. (In Persian)
- Fattahi, M., 2000. Management of Zagros forests, Research Institute of Forests and Rangelands press, Tehran, 47 p. (In Persian)
- Ghazanfari, H., 2003. Investigation of growth and thickness changes in heaps of Libanian Oat and Aleppo Oat for production of forest regulation pattern in baneh region (case study: Havare khol). PhD thesis. Forestry department. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. Tehran, Iran, 82 p. (In Persian)
- Heidari, M., 2011. The study of horizontal and vertical structure and determining the suitable inventory method in Northern Zagros Forests (Case study: Balake forest). M.Sc. thesis. Forestry department. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. Tehran, Iran, 63 p. (In Persian)

جنگل بلکه واقع در شهرستان بانه به‌صورت یکنواخت به سمت تصادفی عنوان کرده است که در راستای نتایج تحقیق حاضر نیست. یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند مربوط به مراحل توالی در دو جنگل بلکه و هواره‌خول باشد. جنگل بلکه (که از الگوی آرمدره پیروی می‌کند) دارای ساختار سنی مسن و همسال (Heidari, 2011) و جنگل هواره‌خول دارای ساختار سنی جوان و ناهمسال هستند (Ghazanfari, 2003) و طبق نتایج محققان که ذکر شد، الگوهای پراکنش مکانی در مراحل مختلف توالی جنگل باهم متفاوت‌اند. دلیل دیگر را می‌توان تفاوت در سیستم جنگلداری محلی در دو جنگل مذکور جستجو کرد. جنگل بلکه با شیوه شاخه زاد از بالا (شاخه زاد روی درخت) اداره می‌شود و هیچ جستی در کنار پایه اصلی باقی نمی‌ماند؛ اما در جنگل هواره‌خول، جنگل عمدتاً با ترکیبی از دو روش شاخه زاد از پایین (شاخه زاد روی زمین) و شاخه زاد از بالا (شاخه زاد روی درخت) اداره می‌شود و جست‌های زیادی را می‌توان در کنار پایه اصلی مشاهده کرد که این شیوه خود موجب ایجاد رقابت بیشتر جست‌ها و تأثیر گذاشتن آن‌ها بر هم شده و الگوی پراکنش جنگل را به سمت کپه‌ای شدن سوق می‌دهد. به‌طور کلی از نتایج می‌توان دریافت که فاصله گرفتن الگوی پراکنش مکانی از حالت طبیعی (الگوی کپه‌ای) در جنگل هواره‌خول که در برخی شاخص‌ها نشان داده شد، به‌طور عمده به شغل اصلی جنگل‌نشینان که دامداری است و فعالیت‌های آنان (سرشاخه زنی، چرای دام و...) مربوط می‌شود. قطعاً خروج دام از جنگل و منع جنگل‌نشینان سستی از سرشاخه زنی و چرای دام، با توجه به وضعیت نامناسب اقتصادی و عدم توسعه‌یافتگی در این مناطق، نخواهد توانست راه‌حل مناسبی برای

- Heidari, R.H., M. Zobeiri, M. Namiranian & H. Sobhani, 2007. Application of T-square sampling method in Zagross forests (Case Study: Kermanshah province), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(1): 32-42. (In Persian)
- Heidari, R.H., 2008. Distance Sampling Methods in Forest Inventory, University of Razii Press, Mashhad, 119 p. (In Persian)
- Hou, J.H., X.C. Mi, C.R. Liu & K.P. Ma, 2004. Spatial patterns and associations in a Quercus-Betula forest in northern China, *Journal of Vegetation Science*, 15(3): 407-414.
- Krebs, C.J., 1989. Ecological Methodology, Harper Collins, New York, 653 p.
- Krebs, C.J. & J. Charles, 2001. Programs for Ecological Methodology, second edition. Department of Zoology, University of British Columbia, Vancouver, B.C. Canada, 41 p.
- Kunstler, G., T. Curt & J. Lepart, 2004. Spatial pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus pubescens* Mill.) seedling in natural pine (*Pinus sylvestris* L.) woodlands, *European Journal of Forest Research*, 123(4): 331-337.
- Ledo, A., F. Montes & S. Condés, 2012. Different spatial organisation strategies of woody plant species in a montane cloud forest, *Acta oecologica*, 38: 49-57.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds, 1988. Statistical Ecology: A primer on methods and computing, a wiley-interscience publication, New York, 337 p.
- Mesdaghi, M., 2001. Description and analysis of Vegetative cover, University of Mashhad Press, Mashhad. 287 p. (In Persian)
- Miller, T.F., D.J. Maladenoff & M.K. Clayton, 2002. Old growth northern hardwood forests: Spatial autocorrelation and patterns of understory vegetation, *Ecological Monographs*, 72(4): 487-503.
- Moghadam, M.R., 2001. Descriptive statistical ecology Of Vegetative cover, University of Tehran Press, Tehran, 285 p. (In Persian)
- Pour-Babaei, H., 2004. Application of Statistics in Ecology (methods and basic Calculation), University of Guilan Press, Guilan, 409 p. (In Persian)
- Saffari, A., 2009. The Study of Spatial Pattern of Oak manna tree (*Quercus brantii* Lindl.) and Wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in Zagross Forests (Case Study: Bayangan, Kermanshah province). M.Sc. thesis. Department of Forestry. Faculty of Natural Resources. University of Kurdistan. Sanandaj, Iran, 83 p. (In Persian)
- Sapkota, I.P., M. Tigabu and P.C. Odén, 2009. Spatial distribution, advanced regeneration and stand structure of Nepalese Sal (*Shorea robusta*) forests subject to disturbances of different intensities, *Forest Ecology and Management*, 257(9): 1966-1975.
- Shakeri, Z., 2006. Survey of ecologic and silviculture effects of pollarding on the baneh oak forests. M.Sc. thesis. Department of Forestry. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. Tehran, Iran, 80 p. (In Persian)
- Wulder, M.A. & S.E. Franklin, 2007. Understanding forest disturbance and spatial pattern. Remote sensing and GIS approach, Taylor and Francis Press, 246 p.
- Wei-dong, H., G. Xiu-mei, L. Lin-feng & L. Chang-yi, 2001. Spatial pattern of dominant species of the secondary monsoon rain forest in Liangiang, Guangdong Province, *Journal of forestry Research*, 12(2): 101-104.

## Spatial distribution of wooden species in Northern Zagros forests (Case study: Havare-khol forests)

S. Zabiolahi<sup>\*1</sup>, N. Shabani<sup>2</sup>, M. Namiranian<sup>3</sup> and M. Heydari<sup>4</sup>

1- PhD student of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Ilam University, Ilam, I.R. Iran.

2- Associate professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Kurdistan University, Sanandaj, I.R. Iran.

3- Professor of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, I.R. Iran.

4- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Ilam University, Ilam, I.R. Iran.

Received: 05.05.2015

Accepted: 14.07.2015

### Abstract

Understanding the distribution of plant spatial pattern is useful for explaining the ecosystems stability, designing proper management plans, and preservative and reforestation operations. Considering the importance of the northern Zagros forests in terms of socio - economic, protection and reforestation, and given that most research which has been done on the spatial patterns in the Western forests of the country focused on the even-aged coppice forests, the woody species spatial pattern in Havare-Khol forests of Baneh city, governed by a combination of both even-age (on the tree) and uneven-aged forests (on the ground), was studied. In this research, using the randomized-systematic method and 200×300 m inventory network, sixty sampling points were measured by the nearest individual, T-square and compound methods. Data analyses were accomplished by the distance methods of Johnson and Zimmer, Eberhart, Hopkins, Hinez and C index, using of Ecological Methodology software. Results showed the clumped pattern for Johnson and Zimmer, Eberhart and Hinez, the clumped pattern towards the random patterns for C index, and the uniform pattern for Hopkins indices. The clumped tree spatial pattern in Havare-Khol forest was totally determined. The results generally illustrated that based on some indices, taking distance the tree spatial pattern in Havare-Khol forest from natural condition was mainly related to the major jobs of forest dwellers, animal husbandry, and their activities (pruning and cattle grazing etc.)

**Keywords:** Spatial pattern, Baneh, Distance methods, Northern Zagros forest, Havare – Khol.

---

\* Corresponding author:

Email: sorosh.zabiolahi@yahoo.com