



دانشگاه گواران و منابع طبیعی

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد نوزدهم، شماره سوم، ۱۳۹۱

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

## بررسی ساختار مکانی راش و بلوط در یک جنگل آمیخته

### (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)

\* وحید علی‌جانی<sup>۱</sup>، جهانگیر فقهی<sup>۲</sup> و محمدرضا مروی مهاجر<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، <sup>۲</sup> دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

<sup>۳</sup> استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۴

#### چکیده

برای کسب اطلاعات مربوط به تنوع زیستی و به‌منظور مدیریت صحیح جنگل به شاخص‌هایی نیاز است که بتوانند با صرف کم‌ترین هزینه و زمان اطلاعات کافی را در رابطه با وضعیت فعلی ساختار جنگل و تغییرات آن ارائه دهند. در این پژوهش، ضمن معرفی برخی از شاخص‌های ساختار مکانی، ساختار گونه‌های راش و بلوط در بخش گرازبن جنگل خیرود مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های به‌کار رفته در این پژوهش عبارتند از شاخص زاویه یکنواخت، شاخص اختلاط گونه‌ای، شاخص ابعاد قطر برابر سینه و شاخص اختلاف قطر برابر سینه که به بررسی موقعیت مکانی، چیدمان گونه‌های مختلف و وضعیت قطری بین درختان همسایه می‌پردازند. به این منظور با استفاده از نرم‌افزار Crancod (ver.1.3) تعداد ۲۱۴۹ گروه ساختاری راش و ۳۵۷ گروه ساختاری بلوط بررسی شد. میانگین شاخص‌های ذکر شده برای گونه راش به ترتیب برابر با ۰/۵۸، ۰/۲۷، ۰/۵۳ و ۰/۴۵ و برای گونه بلوط به ترتیب برابر با ۰/۵۷، ۰/۷۴، ۰/۵۶ و ۰/۳۷ محاسبه گردید. شاخص اختلاط گونه‌ای، به‌خوبی نشان‌دهنده اختلاف دو گونه راش و بلوط می‌باشد، در حالی که شاخص‌های دیگر دارای ارزش‌هایی تقریباً یکسان می‌باشند. همچنین به‌منظور کمی‌سازی اختلاف ساختار بین دو گونه راش و بلوط از الگوریتم اختلاف مطلق استفاده گردید؛ که مقدار آن برای شاخص‌های یاد شده به ترتیب برابر با ۸/۸، ۵۹/۳، ۶/۲ و ۱۹/۲ درصد محاسبه شد.

\* مسئول مکاتبه: [v\\_alijani@ut.ac.ir](mailto:v_alijani@ut.ac.ir)

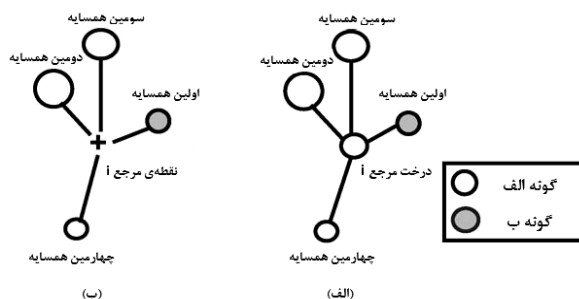
مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۹)، شماره (۳) ۱۳۹۱

به‌علت توانایی این شاخص‌ها در نشان دادن تغییرات ساختار یک توده در طی زمان‌های مختلف و همچنین امکان مقایسه آن با توده‌های دیگر می‌توان از این شاخص‌ها به‌عنوان یک ابزار مناسب برای مدیریت پایدار استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع زیستی، ساختار مکانی، موقعیت مکانی، اختلاط گونه‌ای، ابعاد قطری

### مقدمه

ساختار مکانی، از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر روی تنوع زیستی اکوسیستم‌های جنگلی است (پومرنینگ، ۲۰۰۲). به‌طورکلی، در اکوسیستم‌های جنگلی واژه "ساختار" چیدمان فضایی یک‌سری از ویژگی‌های درختان از جمله سن درخت، ابعاد، گونه، جنسیت (در رابطه با گونه‌های دوپایه) را مورد بررسی قرار می‌دهد (گراز، ۲۰۰۴). به‌منظور تشریح ساختار مکانی جنگل، سه بعد موقعیت مکانی، اختلاط گونه‌ای و همچنین اختلاف ابعاد درختان نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد (کینت و همکاران، ۲۰۰۴). موقعیت مکانی درختان نشان‌دهنده یکی از الگوهای منظم، تصادفی، کپه‌ای و یا حالتی مابین آن‌ها می‌باشد؛ اختلاط گونه‌ای چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر را مورد بررسی قرار می‌دهد و اختلاف ابعاد چیدمان مکانی ویژگی‌هایی از جمله قطر برابر سینه و ارتفاع را نشان می‌دهد (کینت و همکاران، ۲۰۰۰؛ آگویری و همکاران، ۲۰۰۳؛ پومرنینگ، ۲۰۰۶) به‌منظور بررسی سه جنبه ذکر شده، در سال ۱۹۹۲ یک مجموعه از شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه توسط مؤسسه مدیریت جنگل دانشگاه گوتینگن (آلمان) طراحی شد؛ این شاخص‌ها که دارای عملکردی شبیه به ساختار مولکول‌های شیمیایی می‌باشند به بررسی همسایه‌های هر درخت یا نقطه معین در توده جنگلی می‌پردازند (شکل ۱) (پومرنینگ، ۲۰۰۶).



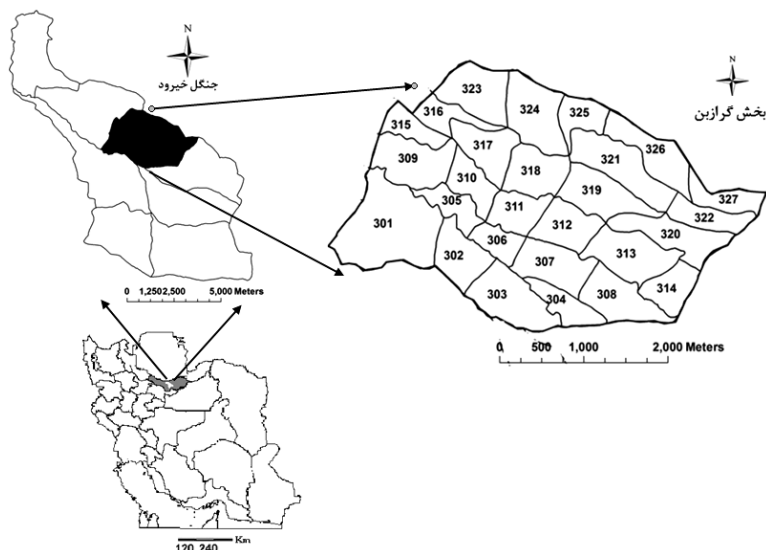
شکل ۱- الف) نمونه‌ای از ساختار گروهی بر مبنای درخت و ب) بر مبنای یک نقطه معین (پومرنینگ، ۲۰۰۶).

یکی از موانع اتخاذ تصمیم صحیح به منظور بهبود ساختار جنگل، کمبود بینش در مورد روابط بین ساختار توده، مدیریت و تنوع زیستی می باشد (کینت، ۲۰۰۵)؛ که به منظور حل این مشکل روپرشت و همکاران (۲۰۱۰) به کار بردن ترکیبی از شاخص های ساختاری که در برگیرنده هر سه جنبه ساختار مکانی باشد را توصیه می کنند. پومرنینگ (۲۰۰۲) ضمن تشریح یک مجموعه ای از شاخص های ساختاری مبتنی بر نزدیک ترین همسایه به بررسی مزایای این شاخص ها پرداخته و بیان می کند که استفاده از این شاخص ها آسان تر از اندازه گیری های مستقیم تنوع زیستی می باشد. همچنین گراز (۲۰۰۴) بیان می کند که این شاخص ها نه تنها قادرند که وضعیت فعلی تنوع زیستی را نشان دهند بلکه می توانند نیازهای اکولوژیکی گونه های مختلف را تشریح نمایند. از دیگر برتری های این شاخص ها نیاز نداشتن به اندازه گیری فاصله بین درختان و در نتیجه آسان و ارزان بودن محاسبه آن ها می باشد (آگویی و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین در پژوهشی که توسط کینت و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد، توانایی این شاخص ها در تشریح ساختار توده های جنگلی و همچنین بررسی تکامل توده مورد تأکید قرار گرفته است.

جنگل های هیرکانی که همانند نواری سبز بر روی دامنه شمالی رشته کوه های البرز قرار گرفته اند، جزو جنگل های غنی دنیا محسوب می شوند. این جنگل ها از نظر ظاهری شباهت زیادی با جنگل های پهن برگ آمیخته اروپای مرکزی دارند ولی از نظر تعداد و تنوع گونه ای بسیار غنی تر می باشند (مروی مهاجر، ۲۰۰۵). به دلیل اهمیت این جنگل ها و به منظور مدیریت صحیح آن نیاز است که اطلاعات کافی در رابطه با ساختار مکانی گونه های موجود در این جنگل ها و همچنین تأثیر مدیریت بر روی آن جمع آوری و در اختیار مدیر جنگل قرار گیرد. به این منظور این پژوهش به هدف کمی سازی ساختار مکانی گونه های راش و بلوط و همچنین بررسی توانایی شاخص های مبتنی بر نزدیک ترین همسایه برای نشان دادن اختلاف ساختار این گونه ها مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش ها

**منطقه مورد مطالعه:** این مطالعه در بخش گرازبن (سومین بخش از جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود) که دارای مساحت کلی در حدود ۱۰۰۱ هکتار می باشد، انجام شده است. همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، این بخش از ۲۷ پارسل با مساحتی بین ۸۳/۳۷-۱۵/۵۶ هکتار تشکیل شده است. سنگ مادر این بخش آهکی و متعلق به دوران ژوراسیک علیا بوده و از نظر خاک شناسی دارای خاک های قهوه ای جنگلی می باشد. میزان بارندگی در این بخش در حدود ۱۶۰۰-۱۳۰۰ میلی متر در سال بوده و اقلیم منطقه با استفاده از ضریب آمبرژه مرطوب سرد تعیین شده است (بی نام، ۲۰۱۰).



شکل ۲- موقعیت بخش گرازبن در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود.

**روش مطالعه:** در این مطالعه به منظور کمی‌سازی ساختار مکانی گونه‌های راش و بلوط از اطلاعات ۲۴۳ قطعه نمونه ۱۰۰۰ مترمربعی که به روش منظم تصادفی برداشت شده بود استفاده گردید. با توجه به مشخص بودن فاصله و آزیموت درختان نسبت به مرکز قطعه نمونه، موقعیت درختان راش و بلوط و همچنین درختان همسایه آن‌ها تعیین شد. در مجموع تعداد ۲۱۴۹ گروه ساختاری راش و ۳۵۷ گروه ساختاری بلوط مشخص (هر گروه ساختاری شامل یک درخت مرجع و چند همسایه آن می‌باشد) و با استفاده از نرم‌افزار Crancod (Ver.1.3) (پومرنینگ، ۲۰۰۶) به بررسی ساختار مکانی گونه‌های نام‌برده پرداخته شد. از آنجایی‌که براساس پژوهش‌های انجام گرفته با استفاده از روش‌های زمینی اثبات شده است که به‌کار بردن چهار همسایه دارای بیش‌ترین دقت می‌باشد (کینت و همکاران، ۲۰۰۰؛ آگویری و همکاران، ۲۰۰۳؛ گراز، ۲۰۰۴؛ گادوو، ۲۰۰۶؛ کورال و همکاران، ۲۰۱۰) بنابراین در این پژوهش مشخصه‌های موقعیت مکانی، اختلاط گونه‌ای و ابعاد قطری گونه‌های راش و بلوط نسبت به چهار درخت همسایه خود مورد بررسی قرار گرفت.

**شاخص‌های ساختار مکانی:** شاخص‌های به‌کار گرفته شده در این پژوهش در جدول ۱ تشریح شده است.

جدول ۱- شاخص‌های ساختار مکانی مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه ( $i$ = درخت مرجع و  $j$ = درخت همسایه) (آگویی و همکاران، ۲۰۰۳؛ پومرینگ، ۲۰۰۶؛ روپرشت و همکاران، ۲۰۱۰).

ویژگی مورد مطالعه	معادله	شرح شاخص	دامنه شاخص
موقعیت مکانی	$W_i = \frac{1}{\xi} \sum_{j=1}^{\xi} v_{ij}$	$v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow \alpha_j < \alpha_i \\ 0 \rightarrow \alpha_j \geq \alpha_i \end{cases}$	$W_i \in [0, 1]$
اختلاط گونه‌ای	$DM_i = \frac{1}{\xi} \sum_{j=1}^{\xi} v_{ij}$	$v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow j \text{ گونه } \neq i \\ 0 \rightarrow j \text{ گونه } = i \end{cases}$	$DM_i \in [0, 1]$
ابعاد قطر برابر سینه	$TD_i = \frac{1}{\xi} \sum_{j=1}^{\xi} v_{ij}$	$v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow DBH_i \geq DBH_j \\ 0 \rightarrow DBH_i < DBH_j \end{cases}$	$TD_i \in [0, 1]$
ابعاد قطر برابر سینه	$T_{ij} = 1 - \frac{1}{\xi} \sum_{j=1}^{\xi} v_{ij}$	$v_{ij} = \frac{\min(DBH_i, DBH_j)}{\max(DBH_i, DBH_j)}$	$T_{ij} \in [0, 1]$

شاخص زاویه یکنواخت (UAI)<sup>۱</sup> که با  $W_i$  نشان داده شده است، به بررسی موقعیت مکانی درخت مرجع نسبت به درختان مجاور خود می‌پردازد. اساس کار این شاخص بر مبنای مقایسه زاویه بین درختان همسایه ( $\infty_j$ ) نسبت به زاویه استاندارد ( $\infty_i$ ) می‌باشد. مقدار زاویه استاندارد از رابطه ۱ قابل محاسبه است.

$$\infty_i = \frac{360}{1 + \text{تعداد درخت همسایه}} \quad (1)$$

در هنگام استفاده از چهار درخت همسایه، پنج ارزش صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ می‌تواند برای این شاخص در نظر گرفته شود. با میانگین گرفتن از ارزش‌های به‌دست آمده برای کل گروه‌های ساختاری، مقدار متوسط تجمع ( $\overline{W}_i$ ) برای کل جنگل قابل محاسبه است. اگرچه مقدار  $\overline{W}_i$  به‌منظور مطالعه ساختار یک توده کاملاً مفید است اما با این وجود محققان توصیه می‌کنند که به‌منظور بررسی ساختار مکانی از نمودار توزیع ارزش‌های  $W_i$  استفاده شود (آگویی و همکاران، ۲۰۰۳). ارزش پایین  $W_i$  نشان‌دهنده وضعیت منظم درختان می‌باشد در حالی‌که در درختان با توزیع کپه‌ای این شاخص به‌سمت ۱ میل می‌کند (کورال و همکاران، ۲۰۱۰). در کل می‌توان بیان نمود که:

$$\overline{W}_{\text{کپه‌ای}} < \overline{W}_{\text{تصادفی}} < \overline{W}_{\text{منظم}}$$

## 1- Uniform Angle Index

دومین شاخص مورد مطالعه که به بررسی چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر می‌پردازد، شاخص اختلاط گونه‌ای ( $DM_i$ )<sup>۱</sup> می‌باشد. ارزش این شاخص نیز همانند شاخص زاویه یکنواخت در هنگام استفاده از چهار همسایه اطراف درخت مرجع می‌تواند یکی از پنج مقدار صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ باشد. هرچه مقدار این شاخص به سمت ۱ میل کند نشان‌دهنده حضور گونه مورد بررسی در کنار سایر گونه‌ها می‌باشد و بالعکس (روپرشت و همکاران، ۲۰۱۰).

سومین جنبه ساختار مکانی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفت ابعاد درختان مجاور نسبت به یکدیگر است؛ که به منظور بررسی آن از شاخص‌های ابعاد قطر برابر سینه ( $TD_i$ )<sup>۲</sup> و اختلاف قطر برابر سینه ( $T_{ij}$ )<sup>۳</sup> استفاده گردید. ارزش‌های به دست آمده از شاخص ابعاد قطر برابر سینه در هنگام استفاده از چهار درخت همسایه همانند دو شاخص قبلی یکی از پنج مقدار صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ می‌باشد، زمانی که درختان مرجع از نظر قطر برابر سینه نسبت به سایر گونه‌های مجاور خود چیره باشند، ارزش این شاخص به سمت ۱ میل می‌کند و بالعکس (گراز، ۲۰۰۶). همچنین ارزش‌های شاخص اختلاف قطر برابر سینه بین صفر تا ۱ متغیر می‌باشد؛ زمانی که درختان همسایه دارای اختلاف کمی باشند این شاخص به سمت صفر میل می‌کند؛ در حالی که اگر یک ناهمگنی زیاد در میان درختان همسایه مشاهده شود ارزش این شاخص به سمت ۱ میل می‌کند. به منظور سهولت در تفسیر نتایج این شاخص، ارزش‌های آن به پنج طبقه اختلاف کم (۰-۰/۲)، متوسط (۰/۲-۰/۴)، آشکار (۰/۴-۰/۶)، زیاد (۰/۶-۰/۸) و خیلی زیاد (۰/۸-۱) تقسیم می‌شوند (کینت و همکاران، ۲۰۰۰).

کمی‌سازی اختلاف بین ساختار مکانی گونه‌های مختلف: یکی از اهداف کمی‌سازی ساختار مکانی گونه‌های مختلف، تعیین اختلاف بین جمعیت‌های آن‌ها به منظور مقایسه با یکدیگر می‌باشد (آگویی و همکاران، ۲۰۰۳). به این منظور می‌توان از الگوریتم اختلاف مطلق ( $AD$ )<sup>۴</sup> استفاده کرد. مقدار این الگوریتم از رابطه ۲ قابل محاسبه است:

$$AD = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^n |P_{vi} - P_{ri}| \quad AD \in [0, 1] \quad (2)$$

- 
- 1- Species Mingling
  - 2- DBH Dominance
  - 3- DBH Differentiation
  - 4- Absolute Discrepancy Algorithm

در رابطه بالا،  $P_{\pi}$  عبارت است از فراوانی نسبی ارزش‌های جمعیت اول در طبقات ۱ تا  $n$  توزیع و  $P_{\pi i}$  فراوانی نسبی ارزش‌های جمعیت دوم در طبقات ذکر شده می‌باشد. مقدار  $AD$  بیان‌کننده درصد نسبی است که باید بین طبقات توزیع اول مبادله شود تا این توزیع مشابه توزیع جمعیت دوم شود. اگر مقدار  $AD$  برابر با صفر باشد، بیانگر شباهت مطلق بین دو توزیع مورد مقایسه می‌باشد در حالی که اگر مقدار این الگوریتم برابر با ۱ محاسبه شود بیانگر این است که دو توزیع دارای هیچ طبقه مشترکی با یکدیگر نمی‌باشند (پومرینگ، ۲۰۰۲).

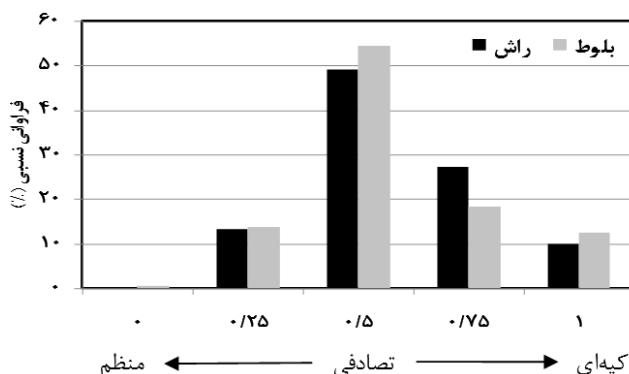
## نتایج

در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های ساختار مکانی به تشریح و مقایسه ساختار مکانی دو گونه راش و بلوط پرداخته شد. در جدول ۱ اطلاعات کمی مربوط به این دو گونه ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات کمی گونه‌های راش و بلوط در بخش گرازین جنگل خیرود.

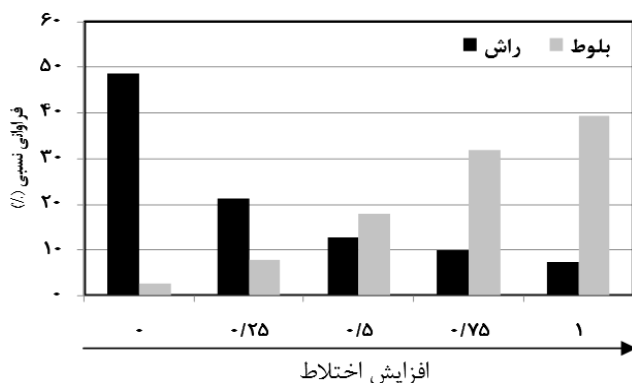
گونه	تعداد در هکتار	حداقل قطر (سانتی‌متر)	حداکثر قطر (سانتی‌متر)	میانگین قطر (سانتی‌متر)	ضریب تغییرات قطر (درصد)	فراوانی گونه (درصد)
راش	۸۸/۴	۶	۱۸۲	۳۹/۵	۷۵/۷	۲۹/۶
بلوط	۱۴/۷	۸	۱۱۵	۲۲/۲۵	۶۸/۹	۴/۹

مقدار میانگین شاخص زاویه یکنواخت برای گونه‌های راش و بلوط به ترتیب برابر با ۰/۵۸ و ۰/۵۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده چیدمان تصادفی با تمایل بسیار کم به حالت کپه‌ای برای این دو گونه می‌باشد. به منظور تفسیر بهتر این شاخص، توزیع ارزش‌های این شاخص مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳). با توجه به مجموع ارزش‌های موجود در طبقه ۰/۷۵ و ۱ برای گونه راش (۳۷/۳ درصد) و بلوط (۳۱/۱ درصد) مشاهده می‌شود که گونه راش نسبت به بلوط تمایل بیشتری به توزیع کپه‌ای نشان می‌دهد. همچنین شکل ۳ نشان می‌دهد که چگونه توزیع تجمع دو گونه راش و بلوط با یکدیگر مقایسه می‌شود. میزان اختلاف مطلق ( $AD$ ) توزیع تجمع بین دو گونه راش و بلوط برابر با ۰/۰۸۸ محاسبه گردید که بیانگر این است که اگر ۸/۸ درصد از ارزش‌های هر یک از طبقات راش یا بلوط به سایر طبقات منتقل شوند توزیع دو گونه به یکدیگر شبیه خواهد شد.



شکل ۳- توزیع ارزش‌های شاخص زاویه یکتواخت مربوط به گونه‌های راش و بلوط.

شاخص اختلاط گونه‌ای به‌خوبی بیانگر نحوه چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر می‌باشد. مقدار میانگین این شاخص برای دو گونه راش و بلوط به‌ترتیب برابر با ۰/۲۷ و ۰/۷۴ محاسبه گردید. نتایج به‌دست آمده از این شاخص بیانگر این است که گونه بلوط در کنار سایر گونه‌ها به‌جز بلوط قرار دارد؛ در حالی‌که راش در کنار پایه‌های هم‌گونه خود می‌باشد. نمودار توزیع ارزش‌های شاخص اختلاط گونه‌ای به‌خوبی بیانگر اختلاف ساختار این دو گونه از نظر حضور در کنار سایر گونه‌ها می‌باشد (شکل ۴). شکل ۴ به‌خوبی بیانگر اختلاف توزیع شاخص اختلاط گونه‌ای مربوط به دو گونه راش و بلوط می‌باشد. همچنین مقدار اختلاف مطلق توزیع ارزش‌های این شاخص برای دو گونه مورد بررسی برابر با ۰/۵۹۳ محاسبه گردید.



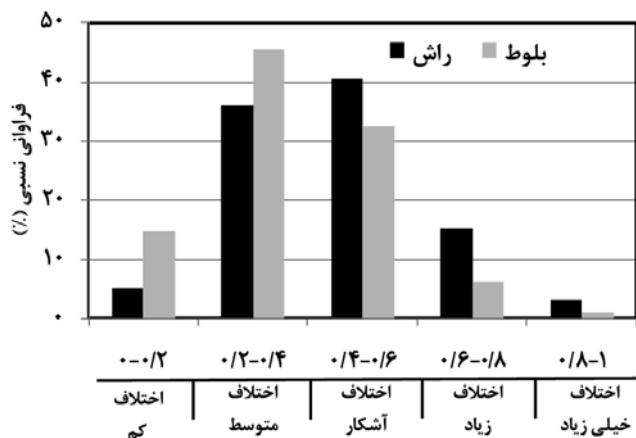
شکل ۴- توزیع ارزش‌های شاخص اختلاط گونه‌ای مربوط به گونه‌های راش و بلوط.



سومین بعد ساختار مکانی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفت، وضعیت قطری گونه‌های راش و بلوط نسبت به درختان مجاور خود می‌باشد. ارزش شاخص ابعاد قطر برابر سینه برای گونه‌های راش و بلوط به ترتیب برابر با ۰/۵۳ و ۰/۵۶ محاسبه گردید. همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده می‌شود این شاخص در هر دو گونه راش و بلوط دارای توزیعی تقریباً یکسان در تمامی طبقات ۰ تا ۱ می‌باشد. همچنین با استفاده از الگوریتم اختلاف مطلق میزان اختلاف توزیع بین این دو گونه برابر با ۰/۰۶۲ محاسبه گردید، که در میان سایر شاخص‌های مورد بررسی کم‌ترین اختلاف را نشان می‌دهد. همچنین میانگین شاخص اختلاف قطر برابر سینه برای گونه‌های راش و بلوط به ترتیب برابر با ۰/۴۵ و ۰/۳۷ به دست آمد که نشان‌دهنده این است که گونه راش و همسایگانش از نظر قطر برابر سینه ناهمگنی بیشتری نسبت به گونه بلوط و همسایگانش دارند. در شکل ۶ فراوانی نسبی پراکنش گروه‌های ساختاری شاخص اختلاف قطر برابر سینه در طبقات مختلف نشان داده شده است. همچنین نتایج به دست آمده از الگوریتم اختلاف مطلق نشان‌دهنده تفاوت ۰/۱۹۲ یا ۱۹/۲ درصدی توزیع شاخص اختلاف قطر برابر سینه در این دو گونه است.



شکل ۵- توزیع ارزش‌های شاخص ابعاد قطر برابر سینه مربوط به گونه‌های راش و بلوط.



شکل ۶- توزیع ارزش‌های شاخص اختلاف قطر برابر سینه مربوط به گونه‌های راش و بلوط.

### بحث و نتیجه‌گیری

مدیریت جنگل با در نظر گرفتن وضعیت طبیعی جنگل و داشتن دانش کافی در رابطه با ساختار مکانی و ویژگی‌های اکولوژیکی گونه‌های جنگلی و با به‌کارگیری ابزارهایی از جمله عملیات پرورشی، به اهداف مدیریتی خود دست می‌یابد. فعالیت‌هایی از جمله عملیات پرورشی و بهره‌برداری تأثیر مستقیمی بر روی ساختار مکانی جنگل و تنوع زیستی می‌گذارند. بنابراین به‌منظور مدیریت صحیح جنگل به شاخص‌هایی نیاز است که بتوان با صرف کم‌ترین هزینه و زمان اطلاعات کافی را در رابطه با وضعیت فعلی ساختار جنگل و پایش تغییرات ناشی از فعالیت‌های مدیریتی به‌دست آورد. در این پژوهش سعی شد که علاوه بر کمی‌سازی ساختار مکانی گونه‌های راش و بلوط به بررسی قابلیت این شاخص‌ها در نشان دادن اختلاف ساختار بین این گونه‌ها پرداخته شود.

میانگین شاخص زاویه یکنواخت برای دو گونه راش و بلوط نشان‌دهنده چیدمان تصادفی با تمایل بسیار کم به حالت کپه‌ای برای این دو گونه نسبت به درختان مجاور خود می‌باشد؛ که بیانگر طبیعی بودن جنگل مورد مطالعه است. اما با بررسی نمودار توزیع این شاخص برای هر دو گونه مشاهده می‌شود که گونه راش دارای تمایل بیش‌تری به پراکنش کپه‌ای می‌باشد. حبشی و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین حسنی و امانی (۲۰۱۰) علت پراکنش کپه‌ای گونه راش را در خصوصیات اکولوژیکی این گونه از جمله بذره‌های سنگین، سایه‌پسندی و داشتن زادآوری لکه‌ای می‌دانند. همچنین در پژوهشی که

اخوان و همکاران (۲۰۱۰) بر روی توده‌های دست‌نخورده راش انجام دادند بیان کردند که موقعیت مکانی درختان راش در مراحل اولیه، بلوغ و پوسیدگی به ترتیب برابر با خوشه‌ای شدید، تصادفی و خوشه‌ای ضعیف است. در پژوهشی دیگر که پومرنینگ (۲۰۰۲) بر روی یک توده متشکل از بلوط و راش انجام داد بیان می‌کند که بلوط تمایل بیش‌تری به حالت تصادفی دارد؛ در حالی‌که راش بیش‌تر به حالت کپه‌ای متمایل است. همچنین کینت و همکاران (۲۰۰۰) بیان می‌کنند که پراکنش گونه بلوط از توزیع تصادفی پیروی می‌کند. علاوه‌بر عوامل اکولوژیکی؛ مدیریت جنگل نیز بر روی پراکنش گونه‌ها تأثیرگذار است. به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که توده‌های مدیریت شده تمایل بیش‌تری به منظم شدن دارند زیرا در عملیات پرورشی معمولاً خوشه‌ها به‌نفع درختان مرغوب تنک می‌شوند (کینت و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج به‌دست آمده از شاخص اختلاط گونه‌ای به‌خوبی نشان‌دهنده اختلاف ساختار دو گونه راش و بلوط است؛ به‌گونه‌ای که میزان اختلاف مطلق بین نمودارهای توزیع این دو گونه ۵۹/۳ درصد محاسبه گردید. نتایج به‌دست آمده از به‌کارگیری این شاخص در بخش گرازبن بیان می‌کند که گونه بلوط دارای رقابت دگرگونه‌ای می‌باشد در حالی‌که راش دارای رقابت درون‌گونه‌ای بیش‌تری است. پومرنینگ (۲۰۰۲) ضمن تشریح ساختار درختان بلوط و راش بیان می‌کند که اختلاط گونه‌ای به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر موقعیت مکانی درختان قرار می‌گیرد. تمایل گونه راش به داشتن الگوی مکانی کپه‌ای باعث شده است که بیش‌تر درختان مجاور این گونه را پایه‌هایی از همان‌گونه تشکیل دهند، در حالی‌که الگوی مکانی تصادفی گونه بلوط باعث اختلاط بالای این گونه با سایر گونه‌ها می‌باشد. سومین شاخص مورد مطالعه در این پژوهش، به بررسی ابعاد قطری گونه‌های راش و بلوط نسبت به درختان مجاور خود می‌پردازد. نتایج به‌دست آمده از این شاخص برای دو گونه راش و بلوط دارای اختلاف خیلی کمی از یکدیگر می‌باشند. با بررسی نمودارهای توزیع این شاخص در دو گونه مورد مطالعه مشاهده می‌شود که فراوانی نسبی هر یک از طبقات تقریباً با یکدیگر برابر می‌باشد. اما نکته قابل‌توجه بیش‌تر بودن فراوانی نسبی مربوط به طبقه ۱ در گونه بلوط نسبت به راش می‌باشد که با توجه به نورپسندی بلوط و حضور این گونه در کنار درختان با قطر کم‌تر قابل‌توجه است. مقدار این شاخص نیز همانند دو شاخص قبلی به‌شدت تحت‌تأثیر فعالیت‌های مدیر جنگل می‌باشد. در مطالعه‌ای که پومرنینگ (۲۰۰۲) بر روی یک توده متشکل از بلوط و راش انجام داد، علت قطورتر بودن پایه‌های بلوط نسبت به راش را با توجه به اهداف مدیریتی جنگل در آن منطقه توجیه می‌کند. همچنین کینت و همکاران (۲۰۰۰) با مطالعه‌ای که بر روی افزایش اختلاف قطری بلوط در طی بازه

زمانی ۹۸-۱۹۹۳ انجام دادند بیان کردند که دلیل افزایش اختلاف قطری این گونه، برداشت پایه‌های قطور گیلاس وحشی مجاور با بلوط و جایگزین شدن پایه‌های جوان می‌باشد. همچنین نتایج شاخص اختلاف قطر برابر سینه نشان‌دهنده ناهمگنی بیش‌تر درخت راش نسبت به همسایگان خود می‌باشد در حالی‌که بلوط ناهمگنی کم‌تری را نشان می‌دهد.

شاخص‌های به‌کار گرفته شده در این پژوهش به‌خوبی نشان‌دهنده وضعیت ساختار مکانی توده‌های جنگلی می‌باشند. این شاخص‌ها به‌علت داشتن برتری‌هایی از جمله آسانی اندازه‌گیری، ارزان بودن و صحت بالا نسبت به سایر روش‌ها برتری دارند (پومرنینگ، ۲۰۰۲؛ آگویری، ۲۰۰۳؛ کینت و همکاران، ۲۰۰۳؛ پومرنینگ، ۲۰۰۶). از دیگر برتری‌های این شاخص‌ها که به‌کارگیری آن را در جنگل‌های شمال ایران موجه می‌سازد، قابلیت استفاده از قطعات نمونه ثابت می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که با پیاده کردن قطعات نمونه ثابت علاوه‌بر بهره‌مند شدن از برتری‌های این قطعات نمونه می‌توان به اندازه‌گیری و پایش این شاخص‌ها پرداخت. همچنین به‌علت توانایی این شاخص‌ها در نشان دادن اختلاف‌های به‌وجود آمده در ساختار یک توده در طی زمان‌های مختلف و همچنین امکان مقایسه یک توده با توده‌های دیگر می‌توان از این شاخص‌ها به‌عنوان یک ابزار مناسب برای مدیریت پایدار جنگل استفاده کرد.

## منابع

1. Aguirre, O., Hui, G., Gadow, K.V. and Jimenez, J. 2003. An analysis of forest structure using neighborhood-based variables. *Forest Ecology and Management*, 183: 137-145.
2. Akhavan, R., Sagheb-Talebi, Kh., Hassani, M. and Parhizkar, P. 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran. *Iran. J. Forest and Poplar Res.* 18: 2. 322-336. (In Persian)
3. Corral, J.J., Wehenkel, C., Castelanos, H.A., Vargas, B. and Dieguez, U. 2010. A permutation test of spatial randomness: application to nearest neighbor indices in forest stands. *J. Forest Res.* 15: 218-225.
4. Gadow, K.V. 2006. *Forsteinrichtung, Adaptive Steuerung und Mehrpfadprinzip*. University of Gottingen, 163p.
5. Graz, P.F. 2004. The behavior of the species mingling index  $M_{sp}$  in relation to species dominance and dispersion. *Euro. J. Forest Res.* 123: 87-92.
6. Habashi, H., Hosseini, S.M., Mohammadi, J. and Rahmani, R. 2007. Stand structure and spatial pattern of trees in mixed Hyrcanian Beech forest of Iran. *Iran. J. Forest and Poplar Res.* 15: 1. 55-64. (In Persian)

7. Hassani, M. and Amani, M. 2010. Investigation on structure of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand at optimal stege in Sangdeh forest. Iran. J. Forest and Poplar Res. 18: 2. 163-176. (In Persian)
8. Kint, V. 2005. Structural development in ageing temperate Scots pine stands. Forest Ecology and Management, 214: 237-250.
9. Kint, V., Lust, N., Ferris, R. and Olsthoorn, A.F.M. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scote Pine (*Pinus Sylvestris* L.) Forests Investigation Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, Fuera de serie, 1: 147-163.
10. Kint, V., Van Meirvenne, M., Nachtergale, L., Geudens, G. and Lust, N. 2003. Spatial methods for quantifying forest stand structure development: a comparison between nearest neighbor indices and variogram analysis. Forest Science, 49: 36-49.
11. Kint, V., Wulf Robert, D. and Noel, L. 2004. Evaluation of sampling methods for the estimation of structural indices in forest stands. Ecological Modeling, 180: 461-476.
12. Marvi Mohadjer, M.R. 2005. Silviculture. University of Tehran Press. 387p. (In Persian)
13. Pommerening, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. Forestry, 75: 3. 305-324.
14. Pommerening, A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. Forest Ecology and Management, 224: 266-277.
15. Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Raphael, K. and Vacik, H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus bacata* L.) Populations. Euro. J. Forest Res. 129: 189-198.
16. Unknown. 2010. Forest management planning (Gorazbon district of Kheirud forest). Department of forestry and forest economic, University of Tehran, 297p. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 19 (3), 2012

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

## **Investigation on the beech and oak spatial structure in a mixed forest (Case study: Gorazbon district, Kheirud forest)**

**\*V. Alijani<sup>1</sup>, J. Fegghi<sup>2</sup> and M.R. Marvi Mohadjer<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran,

<sup>2</sup>Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran,

<sup>3</sup>Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Received: 2011/04/10; Accepted: 2012/09/25

### **Abstract**

For achieving appropriate knowledge on biodiversity with a minimum cost and time to obtain a sustainable forest management, some applicable indices are needed. This study was attempted to describe some spatial structure indices as well as to quantify beech and oak spatial structures in Gorazbon district of Kheirud forest. The indices of uniform angle (UAI), mingling ( $DM_i$ ), DBH dominance ( $TD_i$ ) and DBH differentiation ( $T_{ij}$ ) were applied to investigate of positioning, mixture and DBH status of neighborhood trees. For this aim, a total of 2149 beech structural groups and 357 oak structural groups were analyzed using Crancod (Ver.1.3) software. The average values of UAI,  $DM_i$ ,  $TD_i$  and  $T_{ij}$  were calculated 0.58, 0.27, 0.53 and 0.45 for beech and 0.57, 0.74, 0.56 and 0.37 for oak respectively. The  $DM_i$  clearly showed the difference between beech and oak, whereas the values of UAI,  $TD_i$  and  $T_{ij}$  were approximately the same for the studied species. The values of absolute discrepancy algorithm, which employed to quantify difference between beech and oak spatial structures, were 8.8%, 59.3%, 6.2% and 19.2% for UAI,  $DM_i$ ,  $TD_i$  and  $T_{ij}$  respectively. Because of the ability of these indices to precisely demonstrate the differentiation of stands in succession stages and their applicability for comparing the studied stand with others, they can be considered as useful tools for sustainable management.

**Keywords:** Biodiversity, Spatial structure, Positioning, Mixture, DBH dominance

---

\* Corresponding Author; Email: v\_alijani@ut.ac.ir