علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره هشت، آبان ماه ۹۹

کمی‌سازی فشار آشیان انتخابی گونه‌های چوبی در جنگل‌های میان‌بند شمال ایران (منطقه مورد مطالعه: بخش گرازبن جنگل خیرود)

سجاد بابایی [۱]

محمود بیات [۲*]

Mbayat@rifr-ac.ir

منوچهر نمیرانیان [۳]

سحر حیدری مستعلی [٤]

فاطمه احمدلو[۲]

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۶

چکیده

زمینه و هدف: شناخت آشیان اکولوژیکی گونه‌های مختلف در بسیار از مسائل اکولوژیکی ضروری است. آشیان اکولوژیک گونه‌ها یکی از فاکتورهای مهم در تشخیص الگوی پراکنش درختان بوده و برای کل گونه‌ها، با بررسی توزیع پراکنش گونه‌ها قابل‌تشخیص است. مدل‌های آشیان اکولوژیک اغلب به فهم بیشتر اکوسیستم کمک می‌نماید. این مدل‌ها در پیش‌بینی برآورد تغییرات پایداری اکوسیستم و نسبت پایداری و اکوسیستم‌ها کاربردی است.

روش بررسی: به منظور تعیین فشار انتخابی گونه‌های مختلف از شاخص‌های سطح تعادل آشیان انتخابی، سطح غالب آشیان انتخابی و سطح بحران آشیان انتخابی استفاده و ۴۱/۵ هکتار از جنگل آموزشی پژوهشی خیرود مورد آماربرداری کامل (صددرصد) قرار گرفت. سپس، مشخص‌های نظیر قطر برابر سینه درختان اندازه‌گیری و با استفاده از شاخص‌های آشیان انتخابی به اندازه‌گیری فشار انتخابی و سطوح آشیان گونه‌های راش، بلوط، ممرز، توسکا پرداخته شد.

یافته‌ها: مقدار بدست آمده از فشار انتخابی برای گونه‌های راش ۶۶/۴۱۹ ، بلوط ۲۸/۳۱۳، ممرز ۲۶۱/۳، توسکا ۳۶/۹۶۲ و نمدار ۹/۳۹ به ترتیب محاسبه شد. نتایج نهایی بدست آمده نشان داد گونه ممرز در سطح آشیان غالب، گونه راش و توسکا در سطح آشیان تعادل، گونه بلوط در حد واسط آشیان تعادل و مغلوب و نمدار در سطح آشیان مغلوب بوده است.

۱- کارشناسی ارشد جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج،ایران.

۴- دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

بحث و نتیجه‌گیری: گونه ممرز در سطح غالب فشار انتخابی، گونه نمدار در ردیف گونه‌های با سطح تعادل بحران و گونه بلوط در سطح آشیان بحران نزدیک به سطح تعادل قرار گرفت. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که کمی‌سازی فشار انتخابی یک عامل مهم برای تعیین جایگاه کنونی گونه‌های در حال انقراض می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آشیان اکولوژیک، پراکنش گونه‌ها، سطح تعادل آشیان انتخابی، فشار انتخابی.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.8, October, 2020

Quantitative Determination of the Selected Nests Pressure of Wood Species in the Middle Forest of Northern Iran

(Case study: Gorazbon section of Kheyroud forest)

Sajad Babaei [1]
Mahmood Bayat [2*]
Mbayat@rifr-ac.ir
Manoochehr Namiranian [3]
Sahar Heidari Masteali [4]
Fatemeh Ahmadloo[2]

Admission Date:November 27, 2019 Date Received: August 13, 2019

Abstract

Background and Objective: Understanding the ecological niche of the different species is essential in many ecological issues. Ecological niches of species are one of the important factors in the tree species distribution pattern and for all species, it can be detected by examining distribution of species distribution. Ecological nest models often help to understand more ecosystems. These models are applicable in predicting ecosystem stability and sustainability ratios and ecosystems.

Method: In order to determine the selective pressure of different species, the indicators of the equilibrium level of selected nests, the dominant level of selected nests and the crisis level of selected nests were used and 41.5 hectares of Khirud research and educational forest were fully surveyed (100%). Then, characteristics such as diameter equal to the chest of the trees were measured and using selective nesting indices, the selected pressure and nesting levels of beech, oak, hornbeam and alder species were measured.

Findings: The values of the selective pressure were measured for the species on the *Fagus orientalis* 66.419, *Quercus persica* 3. 313, *Carpinus orientalis* 261. 28, Alnus 36. 962 and *tilia begonifolia* 9. 39 respectively. The final results showed that *Carpinus orientalis wasat* a Dominates niche level, the *Fagus orientalis* and Alnus was in the balance niche level and the *Quercus persica* was in intermediate between balance and critical level and also *tilia begonifolia* was in the critical niche levels.

Discussion and Conclusion: The *Carpinus* species were at the dominant level of selective pressure, the *Tilla* species were at the equilibrium level and the *Quercus* species were at the equilibrium level of the crisis nest. The results of this study showed that selective strain quantification is an important factor in determining the current status of endangered species.

Keywords: Ecological Niches, Species Distribution, Selective Nest Balance, Selective Pressure.

1- M.Sc., Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. *(Corresponding Author)
3- Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
4- Ph.D., Student of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

مقدمه

اکوسیستم جنگل به‌عنوان بزرگ‌ترین آشیان موجودات زنده بوده که یکی از مسائل مهم آن، تجزیه و تحلیل روابط گونه‌ها می‌باشد. توصیف الگوی مکانی جوامع درختی در هر منطقه از ضروریات و مقدمات بررسی پوشش گیاهی به حساب می‌آید که می‌تواند نتیجه ناهمگنی محیطی، آشفتگی‌های طبیعی و انسانی، رقابت درون گونه‌ای و بین‌گونه‌ای، زادآوری و مرگ و میر باشد. رفتارهای درختان و درختچه ها متأثر رقابت بر سر منابع است (۱). رقابت به معنای ارتباط درختان در یک فضای رویشی مشترک با هدف افزایش کسب منابع محدود مثل نور، آب و مواد غذایی از طریق رشد و نمو آنهاست (۲). در حقیقت، الگوی مکانی و روابط متقابل میان درختان، منعکس کننده یکپارچگی ساختار جوامع، پویایی و پایداری آنهاست که ممکن است در مراحل مختلف تحولی متفاوت باشد (۳). طی فرایند تکامل توده‌های جنگلی در مراحل مختلف توالی کنش‌های متعددی نظیر رقابت درون گونه‌ای و بین‌گونه‌ای درختان داخل توده، نیز بین درختان و محیط فیزیکی پیرامون آنها با توجه به آشیان اکولوژیک متفاوت گونه‌های درختی شکل می گیرد که نتیجه این روند بر روی ساختار جنگل و حتی بخش زنده همراه آن نمود پیدا می‌کند. (۴). یکی از روش‌های بررسی ساختار جوامع بررسی مدلهای توزیع فراوانی گونه‌ای است که دارای کاربردهای گوناگونی در مباحث اکولوژیک بوده و اطلاعات مفیدی را در مورد ساختار و الگوی جوامع در اختیار قرار می‌دهد. می‌توان از مدلهای توزیع فراوانی گونه‌ای به عنوان یک شاخص برای اندازه‌گیری تاثیر آشفتگی‌ها، برای تغییر ساختار جوامع در طول گرادیان‌های اکولوژیکی از قبیل گرادیان توالی و یا برای پی بردن به نحوه تشکیل و ساختار اکولوژیکی جوامع استفاده نمود. (۳). مدلهای توزیع فراوانی گونه‌ای از جمله ابزارهای مناسب برای تعیین ساختار جوامع گیاهی هستند. به عبارت دیگر این مدلها بر این فرض استوارند که با ورود یک گونه جدید به جامعه موجود، کل منابع (آشیان اکولوژیک) تقسیم خواهد شد (۵). آشیان موجودات زنده به دو دسته اکولوژیکی و فیزیولوژیکی تقسیم‌بندی می‌شود. در آشیان فیزیولوژیکی حضور یک موجود زنده در اکوسیستم به‌صورت واحد می‌باشد، به‌نحوی‌که آن موجود زنده می‌تواند در اکوسیستم بدون هیچ‌گونه محدودیتی گسترش یابد، اما آشیان اکولوژیک گونه‌ها سطحی است که موجودات زنده در تقابل با سایر گونه‌های رقیب اشغال می‌کنند. آشیان اکولوژیک گونه‌ها یکی از فاکتورهای مهم در تشخیص الگوی پراکنش درختان است (۶). آشیان اکولوژیک کل گونه‌ها با بررسی توزیع پراکنش گونه‌ها قابل تشخیص است (۷). مدل‌های آشیان اکولوژیک اغلب به فهم بیشتر اکوسیستم کمک می‌نماید (۸ و ۹). این مدلها در پیش‌بینی تغییرات پایداری اکوسیستم و نسبت پایداری کوسیستم‌ها به سطح تعادل کاربرد دارند (۱۰، ۱۱ و ۱۲). به‌طورکلی رابطه مثبتی بین ناهمگنی زیستگاه‌ها و افزایش تنوع وجود دارد. مکانیسم تفکیک گونه‌ها وابسته به تقابل و تفاوت گونه‌های موجود در اکوسیستم می‌باشد (۱۳). یکی از عوامل شکل‌گیری گونه‌ها در آشیان‌های اکولوژیکی فشار انتخابی می‌باشد که در آن‌گونه‌ها برحسب قدرت رقابت و آستانه فشار انتخابی در جهت کاهش رقابت بین‌گونه‌ای در آشیان‌های اکولوژیکی قرار می‌گیرند. در دهه اخیر تحقیقات گسترده‌ای در ارتباط با مدل‌سازی آشیان اکولوژیکی در اکوسیستم‌های طبیعی انجام شده است (۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰). سابقه پژوهش در مطالعات اخیر نشان‌دهنده کاربردی بودن مدل آشیان اکولوژیک در پیش‌بینی پایداری اکوسیستم‌های جنگلی است (۲۱، ۲۲ و ۲۳). کاظم‌پور و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی الگوی پراکنش، رقابت و اجتماع پذیری درختان در مراحل مختلف تحولی جنگل در توده‌های آمیخته راش در گیلان پرداختند که نتایج این پژوهش نشان داد سرشت سایه‌پسندی و رقابت درون گونه‌ای راش در طبقات مختلف قطری و همچنین رقابت و اجتماع‌پذیری میان راش-ممرز و راش – دیگر گونه‌ها در طول زمان و در طی مراحل مختلف تحولی جنگلی یکسان نبود. امیدوار و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی الگوی مکانی و رقابت درون گونه‌ای درختان بلندمازو دریافتند که این درختان تاثیرات رقابتی مثبت و منفی متفاوتی در طبقات مختلف قطری نسبت به هم دارند. امان‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) در توده های آمیخته ممرز به الگوهای

خوشه‌ای و اثرهای متقابل درون و بین گونه‌ای متفاوتی دست یافتند. نوری و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی الگوی پراکنش مکانی درختان و ساختار در راشستان‌های طبیعی شمال ایران (بخش گرازبن جنگل خیرود) و الگوی مکانی گونه‌ها راش، ممرز، پلت و توسکا را بررسی نمودند. نتایج حاصل از تابع K-Ripely با شاخص نزدیک‌ترین همسایه مقایسه شد که در این مطالعه در نقش شاهد مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این تحقیق الگوی مکانی گونه‌های مذکور را کپه‌ای را نشان داد. مروی مهاجر و همکاران (۲۰۰۵) نیز ساختار توده‌های راش را به صورت منحنی کم‌شونده اعلام کردند . مانابه و همکاران (۲۰۰۰) نیز به این نتیجه دست یافتند که الگوی پراکنش بسیاری از گونه‌ها در جوامع جنگلی به صورت کپه‌ای یا منظم است. همان گونه که مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در جنگلهای کشور بیشتر بررسی الگوی پراکنش و تجزیه و تحلیل آن بوده و بسیار کم به موضوع بررسی و تحلیل آشیان انتخابی گونه‌های جنگلی و تشریح عوامل مؤثر بر آن توجه شده است؛ لذا با توجه به سابقه تحقیق و خلا وجود تحقیق‌های جامع در زمینه کمی‌سازی فشار آشیان اکولوژیک، هدف از انجام پژوهش حاضر، کمی‌سازی فشار انتخابی برای گونه‌ها و تعیین سطح غالبیت، تعادل و بحران آشیان فشار انتخابی برای گونه‌های جنگلی منطقه گرازبن جنگل خیرود، به عنوان شاخی از گونه های جنگلی شمال ایران می‌باشد.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه: در این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع گونه‌ای و غالبیت گونه‌ها ۴۱/۵ هکتار از جنگل آموزشی پژوهشی نوشهر (دانشگاه تهران) خیرود در سال ۱۳۹۵ مورد مطالعه قرار گرفت. جنگل خیرو دارای ۲۷ پارسل و ۷ بخش است و پارسل ۳۰۷ در قسمت مرکزی بخش گرازبن قرار دارد. بخش گرازبن در ارتفاع بین ۱۳۵۰-۸۴۰ متر قرار دارد و جهت جغرافیایی غالب آن شمالی- جنوبی و شیب غالب آن، به طور متوسط (۴۰-۳۰ درصد) می‌باشد (۲۸). جوامع اصلی و طبیعی این بخش راش و ممرز می‌باشد. بخش گرازبن از لحاظ خصوصیات ژئومورفولوژی مربوط به دوره ژوراسیک می‌باشد و سنگ مادر آن عمدتاً آهکی است. بیشترین و کمترین بارندگی به ترتیب در نیمه اول سال (مهرماه) و نیمه دوم سال (تیرماه) می‌باشد. در این بخش، در شرایط طبیعی جامعه راش- ممرزستان (*Fagus orientalis* Lipsky - *Carpinus betulus* L) دیده می‌شود؛ اما در شرایط کنونی به دلیل دخالت بی‌رویه انسانی فراوانی گونه‌های ممرز افزایش‌یافته و به تیپ ممرز- راش (*Carpinus - Fagus*) مبدل شده است. آماربرداری کامل (صددرصد): داده‌های مورد استفاده از این روش با استفاده از روش آماربرداری کامل جمع‌آوری شد. در طول انجام این روش ۱۵۴۴۸ درخت برداشت شد. قطر برابر سینه تمام درختان اندازه‌گیری شد. دامنه طبقات قطری مورد استفاده در خط‌کش دو بازو ۱ سانتی‌متر (cm) بود. در این پژوهش حد شمارش درختان ۷/۵ سانتی‌متر (cm) بود. به‌منظور بررسی فشار انتخابی ناشی از انبوهی گونه‌ها از شاخص فشار انتخابی استفاده‌شده است؛ که نحوه محاسبه آن در زیر توضیح داده‌شده است (۲۹).

$$s_p = \frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - 1) \times x_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق x_i: مشخصه یا پارامتر اندازه‌گیری شده و f_i فراوانی گونه مورد نظر، s_p شاخص انتخابی فشار گونه‌ای می‌باشد. در این شاخص به‌منظور بررسی تأثیر فراوانی گونه‌ها از نسبت ($\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i-1)\times x_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i}$) به حالتی که گونه فاقد فراوانی باشد (یعنی در این فرمول، فراوانی برابر صفر قرار داده شود)، استفاده شد. از بزرگ‌ترین مزایای این روش این است که فشارانتخابی گونه‌ها به‌راحتی محاسبه می‌شود. شاخص فشار انتخابی با تراکم و انبوهی گونه‌ها نسبت مستقیم دارد به‌نحوی‌که با افزایش و کاهش مقدار آماره و فراوانی آن مقدار این شاخص افزایش و کاهش پیدا می‌کند (۲۹).آشیان انتخابی: به‌منظور بررسی قدرت رقابت گونه‌ها در کسب فاکتورهای محیطی از شاخص آشیان انتخابی استفاده شده است. در این شاخص ابتدا سطح آشیان انتخابی هرگونه تعیین می‌شود. هدف از آشیان‌بندی انتخابی تعیین قدرت رقابت هرگونه در کسب عوامل محیطی زنده و غیرزنده می‌باشد. در آشیان‌بندی انتخابی سه سطح غالب، سطح

تعادل، سطح بحرانی وجود دارد (۹). تعیین سطح فضایی تعادل: به‌منظور تعیین سطح فضایی تعادل گونه‌ها از میانگین وزنی ضریب تاثیر فراوانی گونه‌ها نسبت به حالتی که گونه‌ها فاقد فراوانی باشند، استفاده می‌شود (رابطه ۲).

$$B_{sp} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - 1) \times x_{i1} + \sum_{i=1}^{n}(f_i - 1) \times x_{i2} + \cdots . \sum_{i=1}^{n}(f_i - 1) \times x_{in}}{\sum_{i=1}^{n} x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{i2}} \quad (۲)$$

B_{sp} **:** سطح فضایی تعادل آشیان انتخابی گونه‌ها؛ (۲۹).

با توجه به اینکه سطح فضایی تعادل آشیان انتخابی گونه در یک سطح احتمال خاص برآورد می‌شود، لذا سطح مذبور دارای یک دامنه بیشینه و کمینه است. به‌منظور محاسبه‌ی نوسانات سطح از شاخص‌های پراکندگی انحراف معیار و ضریب تغییرات استفاده شده است (۲۹).

$$st_{sp} = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (x_i - B_{sp})}{\sum_{i=1}^{n} f_i}\right)} \quad (۳)$$

st_{sp} **:** انحراف معیار سطح فضایی تعادل آشیان انتخابی گونه‌ها؛ B_{sp} **:** سطح فضایی تعادل آشیان انتخابی گونه‌ها؛ $\sum_{i=1}^{n} f_i$ **:** مجموع فراوانی گونه مورد نظر؛

$$c.v_{sp} = \frac{st_{sp}}{B_{sp}} \quad (۴)$$

$C.V\%$ **:** ضریب تغییرات سطح فضایی تعادل آشیان انتخابی گونه‌ها؛ st_{sp} **:** انحراف معیار سطح فضایی تعادل آشیان انتخابی گونه‌ها؛

سطح فضایی غالب آشیان انتخابی: پس از محاسبه سطح فضای تعادل، سطح فضایی آشیان انتخابی تک‌تک گونه‌ها نسبت به سطح تعادل مقایسه می‌شود، درصورتی‌که سطح فضایی محاسبه‌شده برای یک‌گونه بزرگ‌تر از بیشینه سطح فضای تعادل انتخابی باشد، گونه ذکرشده در ردیف گونه‌های غالب قرار می‌گیرد.

سطح فضایی بحران آشیان انتخابی: درصورتی‌که سطح فضای انتخابی محاسبه‌شده برای یک گونه کوچک‌تر از حد پایین سطح تعادل (سطح کمینه) باشد به سطح موردنظر سطح بحران گفته می‌شود و گونه موردنظر در ردیف گونه‌های مغلوب قرار می‌گیرد.

یافته‌ها

با توجه به اینکه پارامتر قطری درختان و فراوانی آن‌ها به‌عنوان دو عامل مهم در محاسبه آشیان انتخابی می‌باشد نتایج به‌دست‌آمده از پارامتر قطری درختان می‌تواند به کسب اطلاعات بیشتر در جهت تشریح آشیان انتخابی کمک نماید (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین قطری مربوط به روش آماربرداری کامل (صددرصد)

Table 1. the diameter mean of the whole sampling method (one hundred percent)

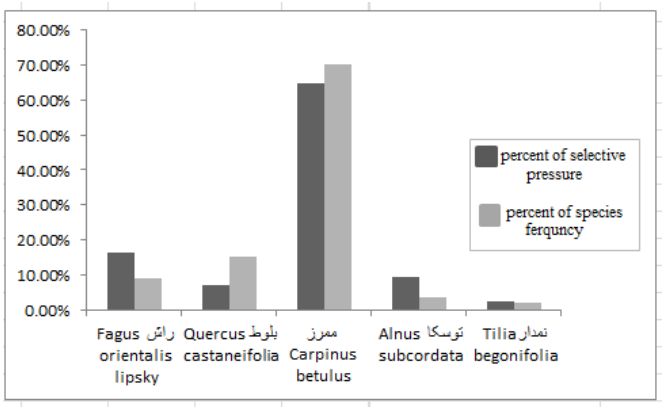
نام گونه	میانگین	واریانس	انحراف معیار	ضریب تغییرات
راش	۵۴/۹۱۸	۱۵۶/۷۳	۱۲/۵۱۹	۲۲/۷۹۵
بلوط	۲۶/۱۱۷	۱۱۳/۵۹	۱۰/۶۵۸	۴۰/۸۰۷
ممرز	۲۶/۰۳	۵/۰۲۵	۲/۲۴۱	۸/۶۱۲
توسکا	۴۰/۸۶۴	۷۹/۵۲۷	۸/۹۱۷	۶۰/۴۶۳
نمدار	۲۶/۰۳۸	۷۰/۰۱۵	۸/۳۶۷	۳۲/۱۳۵

در این پژوهش به‌منظور تشریح اختلاط گونه‌ای از روش آماربرداری کامل (۱۰۰ درصد) استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۲- درصد فراوانی گونه‌ای با استفاده از آماربرداری کامل (۱۰۰ درصد)

Table 2. species frequency percentage using full inventory (one hundred percent)

اسم گونه	فراوانی گونه	درصد فراوانی گونه
راش	۱۲۵۶	٪۸/۹۹
بلوط	۲۱۳۷	٪۱۵/۲۹۹
ممرز	۹۸۲۷	٪۷۰/۳۵۳
توسکا	۴۹۹	٪۳/۵۷۲
نمدار	۲۴۹	٪۱/۷۸۲



شکل ۱- درصد فراوانی و درصد فشار انتخابی گونه‌های مختلف منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Frequency percentage and Selective pressure of different species in the study area

جدول ۳- اندازه‌گیری فشار انتخابی

Table 3. Selective pressure measurement

اسم گونه	فشار انتخابی	درصد فشار انتخابی
راش	۶۶/۴۱۹	٪۱۶/۵
بلوط	۲۸/۳۱۳	٪۷/۰۳
ممرز	۲۶۱/۳	٪۶۴/۹۳
توسکا	۳۶/۹۶۲	٪۹/۱۸
نمدار	۹/۳۹	٪۲/۳۳

نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۳ نشان داد که فشار انتخابی از درختان ممرز، راش، توسکا، بلوط، نمدار به ترتیب کاهش پیدا می‌کند، به طور کلی در جنگلهایی که گونه ممرز غالب می‌باشد، جنگل از تنوع زیستی بالاتری برخوردار می‌باشد. ثبات و پایداری گونه ممرز نسبت به سایر گونه‌ها در دامنه‌های جنوبی که تابش خورشید بیشتر است بالاتر است (۲۸) (شکل ۲).

به‌منظور بررسی و تعیین سطوح فضای غالب، تعادل، بحران آشیان انتخابی با استفاده از رابطه ۴ ابتدا فشار انتخابی برای هرگونه تعیین شد. سپس با استفاده از رابطه ۵ سطح فضایی تعادل کل گونه‌ها مشخص شد. همین‌طور با استفاده از روابط ۳ و روابط ۴ انحراف معیار و ضریب تعادل سطح فضای تعادل تعیین شد. نتایج به‌دست‌آمده از میانگین سطح تعادل نشان داد که متوسط فشار انتخابی کل گونه‌ها ۷۹/۴۰۵ می‌باشد. همین‌طور انحراف معیار ۳۵ و ضریب تغییرات ٪۴۴/۰۸ تعیین شد. نتایج به‌دست‌آمده در سطح اطمینان ٪ ۹۵ نشان داد که بیشترین مقدار سطح تعادل آشیان انتخابی ۱۲۳/۴۹ و کمترین میزان سطح تعادل آشیان انتخابی ۳۵/۳۱۷ می‌باشد. همین‌طور نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که گونه ممرز در سطح آشیان اکولوژیکی غالب قرار دارد. با توجه به اینکه گونه توسکا دارای فشار انتخابی ۳۶ بود، در رده سطح آشیان انتخابی تعادل قرار گرفت. و گونه‌های نمدار و بلوط در سطح آشیان انتخابی مغلوب قرار گرفتند (شکل ۳). لازم به ذکر است که این نتایج به کمک آزمون‌های آماری تجزیه واریانس و مقایسه گروه‌ها (توکی[1] و دانکن[2]) و در نرم‌افزار SPSS انجام شد که خروجی آن در ادامه آورده شده است (جدول ۴)

نتایج به‌دست‌آمده از درصد اختلاط گونه‌ای نشان داد که گونه‌ی ممرز دارای بالاترین درصد فراوانی می‌باشد (٪۷۰/۳۵۳). کمترین درصد فراوانی مربوط به گونه نمدار بود (٪۱/۷۸۲). به‌منظور درک بهتر درصد فراوانی گونه‌ای، اطلاعات آن در شکل ۱ ذکرشده است.

همان گونه که عدد Sig آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد، بین گروه‌ها از نظر هر دو عامل فشار انتخابی و فراوانی، اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد وجود دارد.

1- Thukey’s test
2- Duncan’s test

جدول ۴- آزمون تجزیه واریانس (اختلاف معنی دار بین گونه ها از نظر دو عامل فشار انتخابی و فراوانی)

Table 4. ANOVA test (a significant difference between species in terms of selective pressure and frequency)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	۰/۹۹۹	۲/۷۶۷ E4[a]	۲	۴۴	۰/۰۰۳
	Wilks' Lambda	۰/۰۰۱	۲/۷۶۷ E4[a]	۲	۴۴	۰/۰۲۱
	Hotelling's Trace	۱/۲۵۸E3	۲/۷۶۷ E4[a]	۲	۴۴	۰/۰۰۰
	Roy's Largest Root	۱/۲۵۸E3	۲/۷۶۷ E4[a]	۲	۴۴	۰/۰۴
Species	Pillai's Trace	۱/۸۶۰	۱۴۹/۴۹۴	۸	۹۰	۰/۰۰۰
	Wilks' Lambda	۰/۰۰۰	۱/۲۲۳ E3[a]	۸	۸۸	۰/۰۰۰
	Hotelling's Trace	۱/۷۶۱E3	۹/۴۶۴E3	۸	۸۶	۰/۰۰۰
	Roy's Largest Root	۱/۷۵۵E3	۱/۹۷۴ E4[b]	۴	۴۵	۰/۰۰۰
a. Exact statistic						
b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						
c. Design: Intercept + species						

شکل ۲- سطح فضایی غالب، تعادل و بحران آشیان انتخابی

Figure 2. The dominant spatial level, the balance and the crisis of selective niche

بحث و نتیجه‌گیری

نحوه پراکنش پایه‌های درختی و درختچه‌ای یک جنگل و نحوه قرارگیری‌شان نسبت به درختان همان‌گونه و پایه‌های سایر گونه‌ها، اطلاعات فراوانی در اختیار جنگلداران و اکولوژیست‌های جنگل قرار می‌دهد. مثلاً برای یک گونه، الگوی قرارگیری پایه-های درختان در کنار یکدیگر می‌تواند ازیکطرف به معنی تمرکز منطقه‌های زادآوری باشد و از سوی دیگر ممکن است محدودیت رشدی برای آنگونه تلقی شود، بنابراین آشیان اکولوژیک حضور یک گونه گیاهی به‌طور مستقیم تحت تأثیر راهبرد الگوی پراکنش افراد جمعیت‌های آن گونه قرار می‌گیرد (۳۰). مدلهای بررسی آشیان اکولوژیک به محققین اجازه می-

دهد تا فرآیندهای موجود در ساختار جوامع را شبیه‌سازی و تحلیل کرده و با بررسی آنها به الگوی فراوانی گونه‌ها و نحوه تاثیر آنها در زمان، پی ببرند (۳۱). در واقع، برای رسیدن به هدفهای جنگل‌داری نوین به ابزاری نیاز است که با استفاده از آن بتوان به تفاوت بین توده‌های گوناگون و همچنین تغییرات آن طی زمان پی برد (۳۲). مطالعه در زمینهٔ روابط متقابل تراکم درختان و شرایط محیطی می‌تواند آگاهی مدیران جنگل را دربارهٔ فرایندهای تشکیل‌دهندهٔ این الگوها افزایش دهد و درنتیجه، درک بهتری از اینکه این اکوسیستم‌ها چگونه توسعه می‌یابند و حفظ می‌شوند فراهم کند (۲۴). با توجه به اهمیت شناخت الگوی توزیع گونه‌ای در اکوسیستم‌های جنگلی و نیز نبود مطالعات جامع در مورد الگوی توزیع فراوانی آشیان اکولوژیک گونه‌های درختی حتی در خارج از کشور و نیز از آنجا که استفاده از مدل های آشیان اکولوژیک در تعیین ساختار جوامع اطلاعات بیشتری را نسبت به روشهای مرسوم آماری نیاز دارند بنابراین این تحقیق باهدف بررسی تغییر توزیع فراوانی آشیان اکولوژیک گونه‌ها انجام پذیرفت. در پژوهش پیش‌رو به‌منظور تعیین قدرت رقابت گونه‌ها از شاخص‌های کمی‌سازی فشار انتخابی استفاده شد. به‌منظور بررسی ثبات پایداری گونه‌ها در رقابت میان گونه‌های مختلف از شاخص کمی‌سازی فشار انتخابی استفاده شد، مقدار به‌دست‌آمده از این شاخص برای گونه‌های راش، بلوط، ممرز، توسکا و نمدار نشان داد که درختان ممرز دارای بالاترین فشار انتخابی می‌باشد که همانطور که کوچ و همکاران (۲۰۰۹) علت آن را بالاتر بودن توانایی درختان ممرز در استفاده از عوامل ادافیکی(خاکی) (۳۴) و سایر عوامل موثر در رقابت می‌دانند. همین‌طور به‌منظور استانداردسازی فشار انتخابی، سه سطح غالب، تعادل و مغلوب تدوین شد. همان گونه که گفته شد، به‌منظور تعیین سطح تعادل از میانگین فشار انتخابی جامعه جنگلی استفاده شد که نتایج به‌دست‌آمده نشان دهنده این است که سطح فشار انتخابی تعادل برای جامعه جنگلی در دامنه ٪۳۵/۳۱۷ و ٪۱۲۳/۴۹ قرار دارد و گونه‌هایی که در این دامنه قرارگرفته شوند به آن‌ها گونه‌های با سطح تعادل فشار انتخابی اطلاق می‌شود. در این پژوهش گونه راش و توسکا در ردیف گونه‌هایی با سطح تعادل فشار انتخابی قرار گرفت، که علت آن می‌تواند ناشی از قدرت رقابتی راش در رویشگاه اصلی خود باشد (۳۵). گونه‌هایی که فشار انتخابی آن‌ها بالاتر از سطح بیشینه باشد در سطح غالب فشار انتخابی قرار می‌گیرند. در این پژوهش گونه ممرز در سطح غالب فشار انتخابی قرار گرفت، همین‌طور گونه‌هایی که دارای فشار انتخابی پایین‌تر از کمینه سطح تعادل جامعه باشند به آنها گونه‌های با فشار انتخابی در سطح بحران گویند. که این گونه‌ها دارای قدرت رقابت کمتری نسبت به سایر گونه‌ها می باشند. در این پژوهش گونه‌های نمدار در ردیف گونه‌های با سطح تعادل بحران قرار گرفت. همین‌طور گونه بلوط در سطح آشیان بحران نزدیک به سطح تعادل قرار گرفت. در واقع، الگوی مکانی و روابط متقابل میان درختان، منعکس کننده یکپارچگی ساختار جوامع، پویایی و پایداری آنهاست که ممکن است در مراحل مختلف تحولی متفاوت باشد. همه درختان به منابع اساسی و مشابهی مانند کربن، آب و مواد غذایی نیاز دارند و آن ها را با استفاده از ساز و کارهای مشابهی دریافت می‌کنند (جذب به وسیله ریشه و فتوسنتز) بنابراین درختان برای دستیابی به منابع با هم رقابت می‌کنند. الگوی مکانی و اندازه درختان در جوامع گیاهی مستقل از هم نبوده و به طور معمول تحت تأثیر رقابت و ناهمگنی رویشگاه هستند. درجه حرارت کم زیر تاج پوشش درختان بردبار به سایه می‌تواند میزان تجزیه را کاهش دهد که به تجمع بیشتر مواد آلی و کاهش بیشتر میزان تجزیه منجر شود که چنین وضعیتی برای درختان راش وجود دارد. ترکیب شیمیایی لاشبرگ درختان اشکوب فوقانی عامل مهم تاثیرگذار بر اسیدیته خاک و ذخیره عناصر غذایی می‌باشد. در واقع این نتیجه مطابق با نتیجه گیری ابراری واجاری (۲۰۱۶) است که چنین بیان کرد که همبستگی فراوانی گونه راش با ممرز را می‌توان به وضعیت توده جنگلی از لحاظ شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و خاک نسبت داد که شرایط مطلوب محیطی را برای اختلاط این دو گونه درختی در اشکوب فوقانی فراهم نموده است. چنین آمیختگی کم وبیش در جنگلهای هیرکانی بر اساس شرایط رویشگاهی قابل مشاهده است (۳۶). همچنین بورک و بیات (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند که

شدت رقابت با توجه به روند رویشی درختان کاهش می‌یابد. افزایش تفاوت در اندازه درختان، ممکن است رقابت بین درختان را دچار تغییر کند و نیز شیب منطقه بر میزان رقابت تأثیر معنی‌داری دارد و در مناطق پرشیب میزان رقابت بیشتر می‌شود. که در تحقیق حاضر این عامل دلیل افزایش فشار انتخابی گونه ممرز نسبت به سایر گونه‌ها می‌باشد (۳۷). کنگ و همکاران (۲۰۱۷) نیز همین نتیجه را تایید کرده و اظهار داشتند که شدت رقابت و فشار آن با توجه به روند رویشی درختان کاهش می‌یابد؛ به این معنی که افزایش تفاوت در اندازه درختان، رقابت بین درختان را تغییر می‌دهد، (۳۸) که در منطقه مورد مطالعه تحقیق حاضر هم، همین نتیجه گرفته شد به این معنی که در مراحل اولیه، رقابت درون گونه‌ای بیشتر بوده حال آن که با گذشت زمان و تغییر و تفاوت در اندازه درختان، رقابت بین گونه‌ای بیشتر شده و فشار انتخابی گونه‌ها با هم تفاوت معنی‌دار خواهد داشت. در واقع تجزیه و تحلیل الگوهای مکانی درختان با ابعاد و شرایط رقابتی متفاوت می‌تواند در بازسازی ساختار گذشتهٔ توده و تفسییر مراحل تحولی که الگوی پراکنش کنونی درختان را به وجود آورده‌اند، مفید باشد. همچنین مقادیر کمی حاصل از توصیف ساختار جنگل از جنگل‌ها، می‌تواند مرجعی برای ارزیابی روش‌های مدیریتی در بلندمدت باشد (۳۳). نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که کمی‌سازی فشار انتخابی یک عامل مهم برای تعیین جایگاه کنونی گونه‌های جنگلی می‌باشد. الگوی مکانی یکی از خصوصیات مهم جوامع جنگلی درختان است که فرایندهای اکولوژیک در اکوسیستم‌های جنگلی به طور مستقیم از آن درختان تأثیر می‌پذیرد. در واقع، فهم الگوی پراکنش، رقابت و درک آشیان اکولوژیک درختان می‌تواند برای مدیریت هماهنگ و در خور جنگل‌ها به عنوان مرجع، مورد استفاده قرار گیرد تا بتوان هرچه بیشتر به مدیریت پایدار و همگام با طبیعت در مناطق جنگلی نزدیک شد.

Reference

1. Coomes, D.A., and Allen, R.B. 2007. Effects of size, competition and altitude on tree growth. Journal of Ecology, 95(5): 1084-1097.
2. Van de Peer, T., Verheyen, K., Kint, V., Van Cleemput, E., and Muys, B. 2017. Plasticity of tree architecture through interspecific and intraspecific competition in a young experimental plantation. Forest Ecology and Management, 385: 1-9.
3. Matthews, T.J., Borregaard, M.K., Ugland, K.I., Borges, P.A.V., Rigal, F., Cardoso P., and Whittaker, R.J. 2014. The gambin model provides a superior fit to species abundance distributions with a single free parameter: evidence, implementation and interpretation. Ecography, 37: 1002–1011.
4. Kakavand, M., Marvi-Mohadjer, M., Sagheb-Talebi, Kh., and Sefidi, K. 2015. StrStructure and composition of oriental beech stands in the middle stage of ecological succession in the hyrcanain region. Forest and wood products, 1: 31-45. (In Persian)
5. Tokeshi, M., and Schmid, P.E. 2002. Niche division and abundance: an evolutionary perspective. Population Ecology, 44:189–200.
6. Macarthur, R. A. 1972. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. Ecological Modelling, 117:159–164.
7. Peterson, A. T., and Nakazawa, Y. 2008. Environmental data sets matter in ecological niche modeling: an example with Solenopsis invicta and Solenopsis richteri. Global Ecology and Biogeography, 17: 135–144.

8. Araújo, M., B. and Guisan, A. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modeling. Journal of Biogeography, 33: 1677–1688.
9. Jiménez-Valverde, A., J. M. Lobo, and Hortal, J. 2008. Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modeling. Diversity and Distributions, 14: 885–890.
10. Sobero´n, J., and Peterson, A. T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. Biodiversity Informatics, 2: 1–10.
11. Hampe, A. 2004. Bioclimatic models: what they detect and what they hide. Global Ecology and Biogeography, 11: 469– 471.
12. Menke, S. B., D. A. Holway, R. N. Fisher, and Jetz, W. 2009. Characterizing and predicting species distributions across environments and scales: Argentine ant occurrences in the eye of the beholder. Global Ecology and Biogeography, 18: 50–63.
13. Wright, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanism of species coexistence. Oecologia, 130: 1-14.
14. Costa, G. C., C. Nogueira, R. B. Machado, and Colli, G. R. 2010. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a biodiversity hotspot. Biodiversity and Conservation, 19: 883–899.
15. Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. Condor, 103: 599–605.
16. Mendoza-González, G., M. L. Martínez, O. R. Rojas-Soto, G. Vázquez, and Gallego-Fernández, J. B. 2013. Ecological niche modeling of coastal dune plants and future potential distribution in response to climate change and sea level rise. Global Change Biol, 19: 2524–2535.
17. Raxworthy, C. J., C. M. Ingram, N. Rabibisoa, and Pearson, R. G. 2007. Applications of ecological niche modeling for species delimitation: a review and empirical evaluation using day geckos (Phelsuma) from Madagascar. Syst. Biol, 56: 907–923.
18. Warren, D. L. 2012. In defense of 'niche modeling. Trends in Ecology and Evolution, 27: 497–500
19. Zink, R. M. 2015. Genetics, morphology, and ecological niche modeling do not support the subspecies status of the endangered Southwestern Willow Flycatcher (Empidonax traillii extimus). Condor, 117: 76–86
20. Solano, E., and Feria, T. P. 2007. Ecological niche modeling and geographic distribution of the genus Polianthes 1: (Agavaceae) in Mexico: using niche modeling to improve assessments of risk status. Biodiversity and Conservation, 16: 1885–1900.
21. Basiri, R., and Mahmoodi, A. 2013. Investigation relationship between some of environmental factors and ecological groups in Golzar Izeh, Iran. Journal of plant research (Iranian journal of biology) 2014, 26 (4): 387 - 396.
22. Zare Chahouki, M. A. 2011. Investigation on relationship between plant diversity and environmental factors in Eshtehard rangelands. Arid

Biom Scientific and Research Journal, 1 (2):1-14. (In Persian).

23. Falah Bagheri, F. 2007. Modeling the habitat suitability of sheep in Kolah Gazi Natinal Park with ENFA method. Thesis of Azad University. Science and Research Branch, 100p. (In Persian)
24. Kazempour Larsary, M., Taheri, K., Akhavan, R., Pourbabaei, H., and Amanzadeh, B. 2017. Spatial patterns, competition and spatial association of trees from different development stages in mixed beech (Fagus orientalis Lipsky) stands, 70 (2): 303-314. (In Persian)
25. Marvie Mohadjer, M.R. 2005. Silviculture, Tehran, University of Tehran Press. 387. (In Persian)
26. Manabe, T., Nishimura, N., Miura, M., Yamamoto, S. 2000. Population structure and spatial patterns for trees in temperate old-growth evergreen broad-leaved forests in Japan. Plant Ecology, 151: 181-197.
27. Habashi, H., Hosseini, S.M., Mohammadi, J., Rahmani, R (2007) "Stand structure and spatial patterns of trees in mixed Hyrcanian beech forests of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15 (1): 55-64. (In Persian)
28. Bourque, CPA., and Bayat, M. 2015. Landscape variation in tree species richness in northern Iran forests. PLoS One. 10(4), e0121172. - doi:10.1371/journal.pone.0121172
29. Bayat, M., Bettinger, P., Heidari, S., Henareh Khalyani, A., Jourgholami, M., Hamidi, S.K. 2020. Estimation of tree heights in an uneven-aged, mixed forest in northern Iran using artificial intelligence and empirical models. Forests, 11(3), Article 324.
30. Rostami, A., and Rafiei, F. 2017. The evaluation of spatial distribution pattern of Indicator species forests of Ghalarang protected area in Ilam province. Botanic research, 4: 990-997. (In Persian)
31. Omidipoor, R., and Tahmasbi, P. 2017. Evaluating species abundance distribution based on Niche Apportionment Models in Different Bioclimatic Regions, Journal of Rangeland, 4(10): 483-495. (In Persian)
32. Bayat, M., Noi, P.T., Zare, R., Bui, D.T. 2019. A semi-empirical approach based on genetic programming for the study of biophysical controls on diameter-growth of Fagus orientalis in northern Iran. Remote Sensing, 11(14), Article 1680.
33. Nouri, Z., M. Zobeiri، J. Feghhi, and Marvie Mohadjer, M. 2012. An Investigation on the Forest Structure and Trees Spatial Pattern in Fagusorientalis Stands of Hyrcanian Forests of Iran (Case Study: Gorazbon District of Kheyrud Forest). Journal of Natural Environment, 66(1), 113-125. (In Persian)
34. Kooch, Y., and Najafi, A. 2009. Ecological Potential Assessment of Forest Groups Using Fuzzy Set Theory and Regression Analysis of Soil Characteristics (Case Study: Khanikan Forest, Chalus, Iran). Journal of Wood & Forest Science and Technology, 18 (1): 43-60. (In Persian)
35. Hassanzad Navroodi, I., and Hassannazhad, S. 2015. Comparison of quantitative and qualitative

characteristics in managed and unmanaged natural forest stands at district Shenrood (Siahkal). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 28:1-14. (In Persian)

36. Abrari Vajari, K. 2016. Investigating the interaction between trees abundance and some environmental factors in beech forests (case study: beech forest of Savadkoh-Mazandaran). Botanic research, 4:694-701. (In Persian)

37. Kang, D., Deng, J., Qin, X., Hao, F., Guo, S., Han, X. and Yang, G. 2017. Effect of competition on spatial patterns of oak forests on the Chinese Loess Plateau. Journal of Arid Land, 9(1), 122-131.

38. Bourque, C. P. A., Bayat, M., & Zhang, C. 2019. An assessment of height–diameter growth variation in an unmanaged Fagus orientalis-dominated forest. European Journal of Forest Research, 1-15.