

معرفی مهمترین شاخص‌های تنوع زیستی درختی مناسب برای جنگل‌های هیرکانی (تعریف شاخص‌ها، نحوه محاسبه و معرفی نرم‌افزارهای مناسب)

محمود بیات*

* استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران. mbayat1983@alumni.ut.ac.ir

چکیده

تجزیه و تحلیل تنوع زیستی در جنگل‌های شمال کشور با توجه به اهمیت فراوان به‌عنوان مهم‌ترین اکوسیستم‌های جنگلی کشور، بسیار ضروری است. در واقع بررسی تنوع زیستی ابزاری مناسب برای تصمیم‌گیری‌ها در مدیریت پایدار جنگل به‌شمار می‌آید. شاخص‌های تنوع زیستی جهت برآورد و مقایسه تنوع زیستی توده‌های مختلف و تعیین روند تغییرات تنوع زیستی در طول زمان در نقاط ثابتی از جنگل اندازه‌گیری می‌شوند. این شاخص‌ها در واقع ابزارهای کنترلی در مدیریت جنگل هستند. امروزه با توجه به فراوانی شاخص‌های تنوع زیستی، انتخاب شاخص‌های مناسب برای ارزیابی تنوع زیستی درختی جنگل‌های هیرکانی برای مدیران و جنگلبانان پیچیده و مشکل شده است. مهمترین مسأله در انتخاب شاخص‌های تنوع زیستی، هدف از بررسی و ارزیابی می‌باشد که کدام گروه از شاخص‌های غنا، ناهمگنی و یکنواختی مورد نیاز و استفاده قرار خواهد گرفت. در این مقاله با توجه به کاربرد، سابقه و نحوه محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی در جنگل، به‌خصوص جنگل‌های هیرکانی، از هر سه گروه شاخص‌های تنوع زیستی (غنا، ناهمگنی و یکنواختی) شش شاخص پرکاربرد برآورد تنوع زیستی یعنی: شاخص مارگالف و منهینک (از گروه شاخص‌های غنای گونه‌ای)، سیمپسون، شانون وینر (از گروه شاخص‌های تنوع گونه‌ای) و پیلو، هیپ (از گروه شاخص‌های یکنواختی) معرفی و تعیین شدند. توصیه این تحقیق به استفاده از شاخص‌های مناسب تنوع زیستی در جنگل‌های هیرکانی به‌منظور بررسی اثرات مدیریتی و پرورشی در این جنگل‌ها است.

واژگان کلیدی: جنگل، شانون وینر، غنا، ناهمگنی، یکنواختی.

بیان مسأله

تنوع زیستی معمولاً به همه شکل‌های زندگی از سلول‌ها تا گونه‌ها و اکوسیستم‌ها گفته می‌شود. تاکنون چهار سطح تنوع زیست‌شناختی به‌وسیله تنوع زیستی تعریف می‌شود؛ تنوع مولکولی، تنوع گونه‌ای، تنوع اکوسیستم و تنوع ژنتیکی (Gaston, 2000). تنوع زیستی ابزاری مناسب برای تصمیم‌گیری‌ها در مدیریت پایدار جنگل می‌باشد. کاهش تنوع زیستی در جنگل پیامدهای نامطلوب بیشماری را می‌تواند به‌دنبال داشته باشد که مهمترین آن، ناپایداری اکوسیستم‌های جنگلی است (Kwon et al., 2019).

امروزه مدیران و کارشناسان جنگل با مدیریت و دخالت در جنگل و با بهبود تنوع زیستی سعی در افزایش حاصلخیزی جنگل دارند به‌نحوی که تحقیقات زیادی در زمینه رابطه بین تنوع زیستی و افزایش حاصلخیزی و بهره‌وری در جنگل شده است (Liang et al., 2016). با افزایش تنوع و غنای گونه‌ای جنگل از همه منابع در دسترس در جنگل از قبیل منابع خاکی، آبی، نور و هوا بهتر استفاده شده و حاصلخیزی و تولید چوب افزایش پیدا می‌کند (Bayat et al., 2021a). شاخص‌های تنوع زیستی جهت برآورد و مقایسه تنوع زیستی توده‌های مختلف و تعیین روند تغییرات تنوع زیستی در طول زمان در سطح مختلف جنگل اندازه‌گیری می‌شوند. این شاخص‌ها در واقع ابزارهایی کنترلی در مدیریت جنگل می‌باشند (Bayat et al., 2021). مطالعه تنوع زیستی گیاهی بنا به ضرورت انجام گرفته، از نظر محققان داخلی و خارجی نیز دور نمانده است.

پوربابایی (۱۹۹۹) تنوع زیستی گونه‌های چوبی در جنگل‌های راش گیلان را مورد بررسی قرار داد و بدین منظور از شاخص‌های شانون وینر، سیمپسون، بریلوین، مارگالف و منهینک استفاده کرد. نتایج نشان داد که جوامع مختلف راش، رویشگاه‌های قطره و ونی، ناو اسالم و تالش شلیشه، املش و رودسر حداکثر ارزش تنوع زیستی و رویشگاه‌هایی مانند سیاهکل، چشمه‌سر و شن‌رود حداقل ارزش تنوع زیستی را دارا بودند.

بیات و حیدری (۱۴۰۰) شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل‌های هیرکانی در سه جنگل خیرود، رامسر و نکا را مقایسه کرده و نتایج آن‌ها نشان داد که تمامی شاخص‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بین سه منطقه هستند. بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای، در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا بوده است و بالاترین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون وینر نیز در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا و در مورد شاخص‌های یکنواختی، در جنگل رامسر و کمترین مقدار آن در جنگل نکا است.

در تحقیقی دیگر بیات و همکاران (۲۰۲۱b) تنوع زیستی جنگل‌های هیرکانی از غرب استان گیلان تا شرق استان گلستان را بررسی نمودند و انواع شاخص‌ها را برای این جنگل‌ها مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تنوع زیستی از غرب به شرق دارای روند نزولی است و بالاترین شاخص‌های تنوع زیستی و غنای گونه‌ای درختی در استان گلستان مشاهده شدند.

دستاوردها

شاخص‌های تنوع زیستی: تعریف شاخص‌ها، نحوه محاسبه، نرم‌افزارهای مناسب

مقادیر تنوع گونه‌ای در هر قطعه‌نمونه با سطح مشخص می‌تواند با استفاده از شاخص‌های ذیل و در نرم‌افزارهای Past, R, Excel, SPSS, STATISTICS و Ecological Methodology محاسبه شود که این شاخص‌ها به شرح زیر هستند:

- شاخص غنای گونه‌ای: غنای گونه‌ای به تعداد گونه‌های موجود در یک سطح یا در یک نمونه مشخص، بدون در نظر گرفتن تعداد افراد مورد مطالعه در هر گونه گفته می‌شود و در واقع، حضور انواع گونه‌ها را نشان می‌دهد که از طریق شمارش گونه‌های گیاهی در یک منطقه به‌دست می‌آید. تاکنون، تعداد زیادی شاخص غنای گونه‌ای ابداع شده که از میان

شاخص‌های ارائه شده، شاخص مارگالف و منهینک (Krebs, 1999) مشهورتر است و در تحقیقات و مقالات زیادی مورد استفاده قرار گرفته است.

- شاخص هتروژنیته (ناهمگونی): در واقع ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی است. این شاخص، دو مقدار غنای گونه‌ای و یکنواختی را در یک کمیت جمع‌آوری می‌کند. از مهمترین شاخص‌ها برای بررسی تنوع گونه‌ای، شاخص‌های شانون وینر و سیمپسون (Bourque and Bayat, 2015) را می‌توان نام برد.
- شاخص یکنواختی گونه‌ای: یکنواختی گونه‌ها عبارت از توزیع افراد در میان گونه‌های موجود یا وفور هرگونه است. این شاخص، نحوه پراکنش و توزیع افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد. هر چه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، میزان پایداری و ثبات بیشتر بوده، در نتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود. از شاخص‌های مهم در زمینه شاخص یکنواختی، می‌توان به توابع پیلو و هیپ (Krebs, 1999) اشاره کرد. در جدول ۱ این شاخص‌ها به‌طور خلاصه ارائه شده است.

جدول ۱- شاخص‌های تنوع زیستی استفاده شده در پژوهش (Krebs, 1999)

| مولفه تنوع زیستی | نام شاخص | فرمول |
|------------------|------------|-----------------------------|
| غنای گونه‌ای | مارگالف | $R = \frac{S-1}{\ln(N)}$ |
| | منهینک | $R2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$ |
| ناهمگنی گونه‌ای | شانون وینر | $H = -\sum pi \ln(pi)$ |
| | سیمپسون | $\lambda = 1 - \sum pi^2$ |
| یکنواختی گونه‌ای | پیلو | $E = \frac{H}{\ln S}$ |
| | هیپ | $A = \frac{e^H - 1}{S - 1}$ |

S: تعداد گونه‌ها، N: تعداد افراد کل گونه‌ها در نمونه، pi: فراوانی نسبی گونه آم، H: شاخص محاسبه شده تنوع شانون وینر

جدول ۲ یک نمونه از مقادیر انواع شاخص‌های تنوع زیستی درختی در جنگل‌های هیرکانی را نشان می‌دهد که حاصل تحقیق نویسندگان مقاله در جنگل‌های شمال کشور است.

جدول ۲- مشخصات آماری شاخص‌های تنوع زیستی بررسی شده

| شاخص | مارگالف | منهینک | شانون وینر | سیمپسون | پیلو | هیپ |
|---------|---------|--------|------------|---------|------|------|
| میانگین | ۰/۶۵ | ۰/۶۳ | ۰/۶۲ | ۰/۳۴ | ۰/۵۳ | ۰/۴۳ |

توصیه ترویجی

- شاخص‌های تنوع زیستی درختی هرچه بیشتر جهت مقایسه تنوع زیستی اکوسیستم‌های جنگلی مختلف و برآورد تغییرات تنوع زیستی در طول زمان اندازه‌گیری شوند.
- آموزش و آشنایی کارشناسان و مدیران جنگلی با این شاخص‌ها که در واقع به‌عنوان ابزارهای کنترلی در مدیریت پایدار جنگل هستند. با دخالت و مدیریت در جنگل می‌توان این شاخص‌های تنوع زیستی درختی را ارتقا بخشید و به غنای جنگل کمک کرد یا برعکس به نفع گونه‌های درختی شاخص و نخبه به‌منظور تولید چوب بیشتر این شاخص‌ها را کاهش داد.
- مدیران و کارشناسان جنگل رابطه بین تنوع‌زیستی و حاصلخیزی جنگل، تولید چوب و رویش جنگل را بررسی کنند و سعی در استفاده حداکثری از فواید جنگل به‌منظور بالا بردن رفاه در جامعه کنند.
- شناخت، بررسی و مقایسه تنوع گونه‌های درختی در رویشگاه‌های جنگلی شمال کشور و رابطه آن‌ها با عوامل مختلف از جمله فیزیوگرافیک امری است که نیاز به بررسی و مطالعه بیشتری در آینده دارد. چرا که با توجه به روند تخریبی سریع در جنگل‌ها از یک سو و از سوی دیگر اهمیت بسیار بالای جنگل‌های شمال کشور از منظرهای مختلف، حراست از آنها و برنامه‌ریزی جهت حفظ و ارتقای عملکرد این اکوسیستم‌ها، روزه‌روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

فهرست منابع

- بیات، م. و حیدری، س. ۱۴۰۰. ارزیابی و مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل‌های هیرکانی (مطالعه موردی: جنگل‌های خیرود، رامسر و نکا). پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران، ۳۴ (۲): ۳۱۵-۳۲۶.
- Bayat, M., Bettinger, P., Heidari, S., Hamidi, S.K. and Jaafari, A. 2021a. A combination of biotic and abiotic factors and diversity determine productivity in natural deciduous forests. *Forests*, 12 (11), p.1450.
- Bayat, M., Burkhart, H., Namiranian, M., Hamidi, S.K., Heidari, S. and Hassani, M., 2021b. Assessing Biotic and Abiotic Effects on Biodiversity Index Using Machine Learning. *Forests* 2021, 12, 461.
- Bourque, CPA. and Bayat. M. 2015. Landscape variation in tree species richness in northern Iran forests. *PLoS One*, 10 (4): e0121172.
- Gaston, K.J. Global patterns in biodiversity. *Nat. Cell Biol.* 2000, 405: 220-227.
- Kwon, Y., Lee, T., Lang, A. and Burnette, D. 2019. Assessment on Latitudinal Tree Species Richness Using Environmental Factors in the Southeastern United States. *PeerJ*, 7, e6781.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. University of British Columbia, Jim Green publisher, 620 p.
- Liang, J., Crowther, T.W., Picard, N., Wiser, S., Zhou, M., Alberti, G., Schulze, E.D., McGuire, A.D., Bozzato, F. and Pretzsch, H. 2016. Positive Biodiversity-Productivity Relationship Predominant in Global Forests. *Science*, 354, aaf8957.
- Pourbabaie, H. 1999. Biodiversity of wood species in the forests of beech of Gilan. National Congress northern forest management and sustainable development, Ramsar, Iran.