

شاخص‌های مناسب برای بررسی تنوع گونه‌ای در چهار مکان مرتعی استان اصفهان

الهام قهساره اردستانی^{۱*}، مهدی بصیری^۲، مصطفی ترکش^۳ و مسعود برهانی^۴

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۷

چکیده

فعالیت‌های نابخردانه بشر از جمله مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، جنگل‌تراشی، بیابان‌زایی، آلودگی‌های شیمیایی و برخی از بلایای طبیعی از مهمترین عواملی هستند که محیط زیست و تنوع زیستی را در معرض نابودی و زوال قرار داده‌اند. زوال تنوع زیستی با انقراض گونه‌های موجود شروع شده و به کاهش ذخایر ژنتیکی منجر می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین و بررسی تنوع گونه‌ای با استفاده از روش‌های غیرپارامتری می‌باشد. تراکم گونه‌های گیاهی چندساله در امتداد ترانسکت‌های خطی با استفاده از روش کوادرات، در طی شش سال (۱۳۸۶-۱۳۸۱) ثبت شد. شاخص‌های غنای گونه‌ای، ناهمگنی و یکنواختی در دو منطقه نیمه‌استپی و درمنه‌زارهای استپی محاسبه شد. در درمنه‌زارهای استپی شاخص هیل N_2 (ناهمگنی) به دلیل غالبیت و در مناطق نیمه‌استپی شاخص هیل N_1 (ناهمگنی) به دلیل ناهمگنی بیشتر، از عملکرد بهتری جهت اندازه‌گیری تنوع برخوردار بودند. در اکثر موارد آزمون آماری نشان داد که مقادیر غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع بین دو منطقه نیمه استپی و درمنه‌زارهای استپی اختلاف معنی‌دار دارد. نتایج نشان داد که دو مکان مرتعی نیمه‌استپی (آخچه و وردشت) از لحاظ تنوع و غنای گونه‌ای دارای اختلاف معنی‌دار بوده در حالیکه از نظر یکنواختی یکسان هستند. در درمنه‌زارهای استپی (گردنه شادپان و خونداب) از لحاظ یکنواختی و تنوع دارای اختلاف معنی‌دار بوده ولی از نظر غنای گونه‌ای یکسان هستند. لذا مؤلفه غنای گونه‌ای در مناطق نیمه استپی و مؤلفه یکنواختی در مناطق درمنه‌زارهای استپی در نشان دادن تنوع بیشتر، مؤثر هستند.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، شاخص‌های تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای، ناهمگنی، یکنواختی.

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد مرتع‌داری دانشگاه صنعتی اصفهان، * نویسنده مسئول: elham_ghesareh@yahoo.com

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

مقدمه

تنوع زیستی معنای وسیع‌تری نسبت به تنوع گونه‌ای را شامل می‌شود که در برگیرنده تنوع ژنتیکی و تنوع اکوسیستمی نیز می‌باشد. با این حال تنوع گونه‌ای، بخش عمده‌ای از تنوع زیستی را در مقیاس محلی و ناحیه‌ای شامل می‌شود (۷)، ۱۴ و ۲۹). به همین دلیل در بسیاری از مطالعات، تنوع گونه‌ای به‌عنوان نماینده تنوع زیستی جهان مدنظر قرار گرفته است (۸). تنوع گونه‌ای (ناهمگنی^۱) شامل دو جنبه غنای گونه‌ای^۲ (تعداد گونه) و یکنواختی^۳ (وفور نسبی گونه‌ها) می‌باشد که به‌طور وسیع در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی‌های زیست محیطی به‌عنوان یکی از معرف‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت اکوسیستم‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (۸)، ۱۴ و ۱۸). غنای گونه‌ای بیانگر تعداد گونه موجود در یک جامعه، یک سطح یا حجم معین می‌باشد. دانشمندان تعداد گونه‌های موجود بر روی کره زمین را حدود ۳/۶ میلیون تا ۱۱۷/۷ میلیون تخمین زده‌اند، تاکنون حدود ۱/۵ تا ۱/۷۵ میلیون آن شناسایی شده است (۸). یکنواختی جنبه دیگر تنوع گونه‌ای می‌باشد که بیانگر توزیع افراد در میان گونه‌هاست (۲۶). الگوهای یکنواختی زیادی در جوامع مشاهده می‌شود که شایع‌ترین آنها وجود یک یا دو گونه غالب، همراه با تعدادی گونه با وفور نسبی متوسط و تعداد زیادی گونه نادر می‌باشد (۲۶). از نظر مقایسه، در جوامع با یکنواختی مشابه، جامعه‌ای که دارای غنای گونه‌ای بیشتری است، شاخص تنوع بالاتری را نمایش می‌دهد و در جوامع با غنای گونه‌ای مشابه، جامعه‌ای که دارای یکنواختی بیشتری می‌باشد از تنوع بیشتری برخوردار خواهد بود. بنابراین چنانچه هر دو مؤلفه غنا و یکنواختی در

سطح جوامع تغییر کند، بطوریکه یکی از جوامع غنی‌تر و جامعه دیگر یکنواخت‌تر باشد، شناخت جامعه با تنوع بیشتر به راحتی میسر نمی‌باشد. بر این اساس شاخص‌های تنوع بسیاری، از ترکیب دو مؤلفه غنای گونه‌ای و یکنواختی تشکیل شده‌اند و جزء روش‌های غیرپارامتریک طبقه‌بندی می‌شوند (۲۷).

کشور ایران به دلیل شرایط متنوع جغرافیایی و آب و هوایی، محل حضور گونه‌های گیاهی بسیاری است بطوریکه تاکنون بالغ بر ۹۰۰۰ گونه گیاهی جمع‌آوری و نامگذاری شده است و ایران را به یکی از ده خاستگاه مهم گونه‌زایی گیاهی در جهان تبدیل کرده است (۱۹). قسمت عمده این گیاهان در مراتع که بالغ بر ۹۰ میلیون هکتار از سطح کشور را در بر گرفته‌اند، یافت می‌شوند. گونه‌های گیاهی مرتعی علاوه بر تولید علوفه و مصارف صنعتی و دارویی در امر حفاظت آب و خاک نقش مهمی را ایفا می‌کنند. متأسفانه مسئله حفاظت گونه‌های گیاهی در کشور ما کمتر مورد توجه قرار گرفته است، بطوریکه اخیراً بدلیل توسعه شهری و کشاورزی، تخریب جنگل‌ها و مراتع و تغییرات طبیعی، تعدادی از گونه‌های گیاهی جزء گونه‌های منقرض شده گزارش شده‌اند (۱۹). اگر چه اهمیت بررسی تنوع گونه‌ای در مباحث اکولوژی گیاهی بخوبی آشکار است (۱۳) و (۱۷) با این وجود مطالعات اندکی در ارتباط با مقایسه شاخص‌های مختلف تنوع در ایران وجود دارد و اکثر آن از شاخص‌های رایجی همچون شانون و سیمپسون استفاده کرده‌اند. به‌عنوان مثال فاریابی (۲۰۰۶) به مقایسه تنوع گیاهی تحت سه شدت بهره‌برداری در مراتع بوته‌ای پارک ملی خبر و مناطق همجوار پرداخت و مشخص نمود که در منطقه بحرانی به علت چرای مفرط و خارج از فصل، غنا و تنوع گونه‌ای (شانون) به شدت کاهش یافته و از میزان خوشخوراکی

1- Heterogeneity
2- Species richness
3- Evenness

گونه‌های، غنای گونه‌ای و یکنواختی در طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

برای مقایسه و تحلیل شاخص‌های تنوع گونه‌ای، دو مکان مرتعی درمنه زار استپی (گردنه‌شادیان و خونداب) و دو مکان مرتعی نیمه‌استپی (وردشت و آخچه) در استان اصفهان انتخاب گردید. خصوصیات فیزیوگرافی و پوشش گیاهی مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

گیاهان کاسته شده است. در مطالعه‌های دیگر حاتمی (۲۰۰۴) از شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون به منظور مطالعه پوشش گیاهی دامنه‌های شمالی و جنوبی کوه گچان در استان ایلام استفاده نمود. در مطالعه جامع تر، اسرار (۱۹۹۸) شاخص‌های مهم غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای (سیمپسون، شانون و هیل) را مورد بررسی قرار داده و رفتار بعضی شاخص‌ها و محدودیت کاربردی آنها را مشخص کرد. در مطالعه حاضر، تعدادی از شاخص‌های تنوع (روش غیرپارامتری) در چهار مکان مرتعی واقع در مناطق نیمه استپی و درمنه‌زارهای استپی استان اصفهان به منظور بررسی و مقایسه تنوع

جدول ۱: مشخصات مکان‌های مرتعی مورد مطالعه

نام مکان مرتعی	وردشت	آخچه	گردنه‌شادیان	خونداب
شهرستان	سمیرم سفلی	فریدونشهر	شهرضا	گلبایگان
طول و عرض	۵۱° ۳۹' ۰۱" E	۵۰° ۰۱' ۳۶" E	۵۲° ۰۲' ۳۴" E	۵۰° ۴۳' ۱۴" E
جغرافیایی	۳۱° ۳۶' ۳۰" N	۳۳° ۰۲' ۱۸" N	۳۱° ۵۶' ۵۱" N	۳۳° ۱۴' ۳۰" N
منطقه	نیمه‌استپی	نیمه‌استپی	درمنه زار استپی	درمنه زار استپی
ارتفاع متوسط (m)	۲۵۰۳	۲۸۰۰	۱۸۷۰	۱۹۹۵
بارندگی (mm)	۴۹۱	۶۳۴	۱۰۷	۲۷۷
شیب (%)	٪۷	٪۴۰ تا ۲۰	٪۸	٪۵
جهت شیب	شمال شرقی	شمالی	شرقی	جنوبی
متوسط پوشش (%)	٪۱۲/۴	٪۲۴/۴	٪۱۰/۷	٪۱۹/۲
وضعیت مرتع	متوسط	ضعیف	ضعیف	متوسط
تیب گیاهی غالب	<i>Bromus tomentellus</i> <i>Scariola orientalis</i>	<i>Scariola orientalis</i> <i>Cousinia cylindracea</i>	<i>Artemisia sieberi</i>	<i>Artemisia sieberi</i>

مطالعات صحرائی

به منظور بررسی تنوع گونه‌ای، آمار ۵ ساله ارزیابی پوشش گیاهی مکان‌های مرتعی مورد مطالعه (۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان اخذ شده (۲) و سال آخر مطالعه (۱۳۸۶) داده‌های مربوط به پوشش گیاهی و خاک توسط گروه مطالعاتی جمع‌آوری شد. تراکم هر گونه گیاهی چندساله در امتداد ترانسکت‌ها و کوادرات‌های ثابت در طی سال‌های مورد مطالعه برای هر مکان مرتعی، برآورد شد. به منظور اندازه‌گیری تراکم در منطقه نیمه‌استپی از کوادرات‌های ۱×۱ متر مربعی و در منطقه درمنه‌زار استپی از کوادرات ۲×۱ متر

مربعی از روش شمارش افراد هر گونه استفاده گردید. در منطقه وردشت، گردنه‌شادیان و خونداب به دلیل ماهیت دشتی بودن منطقه مساحتی حدود ۱۲ هکتار برای نمونه‌برداری انتخاب شد و چهار ترانسکت خطی ۴۰۰ متری به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر نصب و در هر ترانسکت ۱۵ کوادرات ثابت به فواصل ۳۰ متر از یکدیگر تعبیه شد. در منطقه آخچه بدلیل پستی و بلندی و تغییرات پوشش گیاهی در جهات مختلف شیب، مساحتی حدود ۵ هکتار برای نمونه‌برداری انتخاب گردید و شش ترانسکت ۲۰۰ متری به فاصله ۵۰ متر از یکدیگر تعبیه شد و در هر ترانسکت ۱۰ کوادرات ثابت به فاصله ۲۰ متر از یکدیگر بکار

شاخص‌های مناسب برای بررسی تنوع گونه‌ای در چهار مکان مرتعی.....۳۶

از n فرد داخل یک مجموعه N فردی حاصل می‌شود (۱۴).

۳-۱ روش جکنایف^۳: وقتی واحد نمونه‌گیری، کوادرات باشد، روش غیرپارامتری بنام جکنایف برای برآورد غنای گونه‌ای قابل استفاده است. این برآورد بر اساس تکرار مشاهده گونه‌های نادر در جامعه است (۱۰). در این روش حضور (یک) و غیاب (صفر) گونه‌ها که توسط کوادرات‌ها جمع‌آوری شده، مشخص می‌گردد. سپس گونه منحصر به فرد (Q_1) به عنوان گونه‌ای که فقط در یک کوادرات اتفاق افتاده، تعریف می‌گردد (۱۴) و مقدار جکنایف با استفاده از معادلات (۲) و (۳) محاسبه می‌شود. در برآورد جکنایف مرتبه اول، فقط گونه‌های منحصر به فرد (Q_1) (۳، ۴ و ۱۰) و در جکنایف مرتبه دوم علاوه بر گونه‌های منحصر به فرد (Q_1)، گونه‌هایی که در دو کوادرات رخ داده‌اند (Q_2) نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۴). در این معادلات S_{Jack} بیانگر غنای گونه‌ای جکنایف، m تعداد کوادرات و S_{obs} کل تعداد گونه در نمونه است (۱۴ و ۱۶).

$$S_{Jack1} = S_{obs} \frac{Q_1 m - 1}{m} \quad (2) \text{ معادله}$$

$$S_{Jack2} = S_{obs} \left(\frac{Q_1^2 + 2m - 3}{m} + \frac{Q_2 m - 2}{m m - 1} \right) \quad (3) \text{ معادله}$$

۴-۱ روش بوت‌استرپ^۴: روش غیرپارامتری دیگر برای برآورد غنای گونه‌ای از نمونه کوادراتی می‌باشد (۲۴) که شبیه به روش جکنایف بوده ولی بدلیل پیچیده بودن محاسبات شبیه‌سازی نیاز به کامپیوتر می‌باشد. در عملیات بوت‌استرپ ابتدا نمونه‌گیری تصادفی به اندازه n از تعداد کل q کوادرات با روش جایگزینی صورت می‌گیرد، که به آن نمونه بوت‌استرپ اطلاق می‌شود (۱۴ و ۱۶). در مرحله دوم، غنای گونه‌ای با استفاده از معادله

برده شد. به منظور نمونه‌برداری از روش سیستماتیک-تصادفی استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

۱- غنای گونه‌ای

۱-۱- روش شمارش گونه: ساده‌ترین روش برآورد غنای گونه‌ای، شمارش گونه‌های مختلف در یک جامعه، دارای سطح یا حجم معین است (۶ و ۳۰).
 ۱-۲- روش رقیق‌سازی^۱: اختلاف در اندازه نمونه‌ها، اغلب مشکلی است که برای مقایسه نمونه‌ها در جوامع وجود دارد. به طور کلی با افزایش اندازه نمونه تعداد گونه مورد انتظار نیز افزایش می‌یابد. به منظور غلبه بر این مشکل، نمونه‌های گرفته شده از جوامع مختلف به یک اندازه نمونه متداول یا تعداد افراد برابر استاندارد می‌شوند. برای دستیابی به این هدف، سندرز^۲ (۱۹۶۸) روش رقیق‌سازی را پیشنهاد کرد. رقیق‌سازی روش آماری برای برآورد تعداد گونه مورد انتظار در یک نمونه تصادفی از یک مجموعه بزرگتر می‌باشد. در حقیقت رقیق‌سازی تعداد گونه مورد انتظار از نمونه‌ای شامل n فرد را تعیین می‌کند. اگر کل نمونه شامل S گونه و N فرد باشد در نمونه رقیق شده همواره $n < N$ و $s < S$ می‌باشد. عمل رقیق‌سازی با استفاده از معادله (۱) صورت می‌گیرد (۱۴).

$$E \hat{S}_n = \sum_{i=1}^s \frac{N_i^2}{N} \quad (1) \text{ معادله}$$

$E(\hat{S}_n)$ تعداد گونه مورد انتظار در یک نمونه تصادفی از n فرد

s تعداد کل گونه‌ها در مجموعه

N_i تعداد افراد گونه i ام

$\sum N_i = N$ = تعداد کل افراد در مجموعه

$n =$ تعداد افراد انتخاب شده برای علمیات

استانداردسازی ($n \text{ dN}$)

3 -Jackknife Estimate
4 -Bootstrap Method

1- Rarefaction Method
2- Sanders

جامعه توسط یکنواختی نشان داده می‌شود (۸). در این مطالعه چهار شاخص یکنواختی سیمپسون، کامارگو، اسمیت و ویلسون و اصلاح شده نی مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۲). کلیه محاسبات این مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای Past و Ecological Methodology انجام شده است.

نتایج

۱- مقایسه غنای گونه‌ای مکان‌های مرتعی در طول دوره مطالعه: شاخص‌های غنای گونه‌ای مورد مطالعه برای هر یک از مکان‌های مرتعی با استفاده از روش‌های شمارش، جکنایف و بوت‌استرپ محاسبه شد. با صرف‌نظر از محدود استثنائات، به‌طور کلی مکان‌های مرتعی آنچه و خونداب در طی سال‌های مورد مطالعه به‌ترتیب بالاترین و کمترین میزان غنای گونه‌ای را نمایش می‌دهند (جدول‌های ۳ و ۴).

(۴) محاسبه می‌شود (۲۴):

$$S_{boot} = S_{obs} \sum_{K=1}^{S_{obs}} \frac{1}{p_K^m} \quad (۴)$$

p_K نسبتی از n کوادرات‌های بوت‌استرپ است که گونه i ام در آن حضور دارد، S_{obs} = کل تعداد گونه در نمونه‌ها و S_{boot} = برآورد بوت‌استرپ از غنای گونه‌ای است (۱۴ و ۱۶). در مرحله سوم، مراحل ۱ و ۲ به تعداد N مرتبه (۱۰۰ تا ۱۰۰۰) تکرار می‌شود و مقدار غنای گونه‌ای با فاصله اطمینان ۹۵٪ تعیین می‌گردد.

۲- تنوع گونه‌ای (ناهمگنی)

به منظور رهایی از روش‌های پارامتریک و پیچیدگی‌های محاسباتی موجود در تعیین سری‌های لگاریتمی، توزیع لوگ نرمال و ...، اکولوژیست‌ها سعی نموده‌اند شاخص‌هایی را برای اندازه‌گیری غیرپارامتری تنوع (ناهمگنی)، ابداع نمایند، در این مطالعه شاخص‌های تنوع همچون سیمپسون، هیل N_2 ، شانون-وینر، هیل N_1 و بریلوین مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۲) (۱۴).

۳- یکنواختی: وفور نسبی هر یک از گونه‌ها در

جدول ۲: شاخص‌های تنوع (ناهمگنی) و یکنواختی مورد استفاده در مطالعه (۱۶)

مؤلفه	شاخص	شماره معادله	فرمول	دامنه	توضیحات
	تنوع سیمپسون	۵	$\sum_{i=1}^S \frac{1}{p_i^2}$	۰-۱	
	هیل N_2	۶	$\sum_{i=1}^S \frac{1}{p_i}$	۱-S	
شانون-وینر	شانون-وینر	۷	$-\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$	$-\log S$	
	هیل N_1	۸	$\exp(H)$	$\log N / S$	
بریلوین	بریلوین	۹	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^S \frac{N!}{n_i! n_i! \dots}$	۰-۱	