



# دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴ دانشگاه محقق اردبیلی



## کاربرد شاخص‌های عددی ریرفکشن و جک‌نایف در ارزیابی غنای گونه‌های جنگل‌های بلوط

گلاره ولدی<sup>۱</sup>، جواد اسحاقی‌راد<sup>۲</sup>، محمدرضا زرگران<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه

۲- نویسنده‌ی مسؤل، دانشیار، گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه

۳- استادیار، گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه

### چکیده:

تنوع یک مسأله‌ی اساسی در حفاظت محیط زیست بوده و هدف اصلی از حفاظت محیط نیز نگهداری بیشترین تعداد ممکن از گونه‌های بومی در یک ناحیه می‌باشد و این هدف تنها از طریق شناخت تنوع و راه‌های اندازه‌گیری آن حاصل می‌شود. دو گروه عمده از روش‌های اندازه‌گیری تنوع که در منابع مختلف آمده است، شاخص‌های عددی و شاخص‌های پارامتری یا غیر عددی است. از جمله شاخص‌های عددی برای برآورد غنا گونه‌ای، روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف می‌باشد. در این تحقیق سه تیمار جنگل کمتر دست‌خورده، جنگل کم تخریب شده، جنگل کاملاً تخریب‌شده در جنگل‌های بلوط شهرستان بانه استان کردستان انتخاب شدند. سپس از هر تیمار سه منطقه با شرایط فیزیوگرافیک مشابه انتخاب و از هر منطقه سه نمونه ۱۰ آری برای برداشت اطلاعات فلورستیک مشخص شد. جهت برداشت مشخصات مربوط به گیاهان علفی و زادآوری ۵ میکرو پلات به ابعاد  $1/5 \times 1/5$  متر در مرکز و چهار جهت مختلف در داخل هر پلات ثبت شد که در داخل آن‌ها فراوانی و نوع گونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در جنگل کمتر دست‌خورده ۶۰۸۷ فرد متعلق به ۱۱۷ گونه، در جنگل کم تخریب‌شده ۵۹۸۹ فرد متعلق به ۱۰۹ گونه، و در جنگل با تخریب شدید ۴۸۶۴ فرد متعلق به ۶۷ گونه ثبت گردید. مقدار غنای گونه‌ای برآوردشده به روش ریرفکشن برای جنگل کمتر دست‌خورده، جنگل کم تخریب‌شده و جنگل کاملاً تخریب‌شده به ترتیب ۱۱۶، ۱۰۸/۱ و ۶۷ می‌باشد. و مقدار غنای گونه‌ای به روش جک‌نایف برای تیمارها به ترتیب ۱۱۶/۹۱، ۱۱۰/۱۱۴ و ۶۹/۶۲ می‌باشد. بنابر این با افزایش شدت تخریب بطور فزاینده‌ای میزان غنای گونه‌ای کاهش یافته است.

**واژگان کلیدی:** ریرفکشن، جک‌نایف، تنوع گونه‌ای، جنگل بلوط

### مقدمه:

تنوع زیستی عبارت است از بیان سطوح سازمان‌یافته حیات بر اساس سلسله مراتب ژن، فرد، گونه، جامعه‌ی زیستی و اکوسیستم (Jeffrey, 2006). طبق آمارهای فائو در ۲۰ سال اخیر، سالانه ۱۸ میلیون هکتار از مساحت جنگل‌های جهان تخریب می‌شود (رستمی شاهراچی، ۱۳۸۲). این تخریب‌ها بر اثر فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های بشر اتفاق می‌افتد، بنابراین نیاز به یک سلسله پارامترهایی است تا قبل از تخریب کامل سیستم از وضعیت موجود اطلاع حاصل شود (Ajbilou et al, 2006). بررسی تنوع زیستی می‌تواند ابزاری مناسب در جهت تصمیم‌گیری‌ها در مدیریت جنگل‌ها باشد (Wilson, 1998). مروری کلی بر منابع مربوط به تنوع نشان می‌دهد که تعداد زیادی شاخص معرفی شده است (بیش از ۶۶ شاخص) که هر کدام از این شاخص‌ها سعی دارند تنوع یک واحد نمونه‌برداری یا یک جامعه را با یک عدد یا نمودار مشخص سازند (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۱). دو گروه عمده از روش‌های اندازه‌گیری تنوع که در منابع مختلف آمده است، شاخص‌های عددی و شاخص‌های پارامتری یا غیر عددی است. شاخص‌های عددی شامل شاخص‌های غنای گونه‌ای، شاخص‌های یکنواختی و شاخص‌های هتروژنیته است. می‌توان غنای گونه‌ای را در صورتی که فقط اطلاعات مربوط به قسمتی از کل غنای جامعه در اختیار است و حجم نمونه با هم یکی نیست نیز اندازه‌گیری کرد، روش‌های زیردر این زمینه برای اندازه‌گیری غنای گونه‌ای پیشنهاد شده است: روش ریرفکشن، تخمین جک‌نایف، روش بوت استرپ و تخمین منحنی سطح\_گونه.

روش ریرفکشن یک روش آماری برای تخمین تعداد گونه‌های مورد انتظار از یک مجموعه افراد انتخاب شده به طور تصادفی در یک نمونه است. عملاً روش ریرفکشن می‌تواند به میان‌یابی تعداد گونه، در حالتی که تعداد کمتری نمونه‌برداری انجام می‌شود، بپردازد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۱). روش ریرفکشن در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است: Willie و همکاران (۲۰۱۲) داده‌های مربوط به



# دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴

## دانشگاه محقق اردبیلی



گیاهان علفی را برای آزمون ریرفکشن و هشت تخمین کننده‌ی غنای گونه‌ای استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که ارزیابی دقیق غنای گونه‌ای در نمونه‌هایی که به طور دقیق و در مناطق محدود بررسی می‌شوند، امکان پذیر است و تخمین غنای گونه‌ای نیازمند اندازه‌های کمی از غنای گونه‌ای می‌باشد. Lima و همکاران (۲۰۱۳) غنای گونه‌ای را در جامعه‌ی جنگلی که ۳۵ سال دارای گونه‌های بومی بود را با جنگل اولیه‌ی مجاور مقایسه کردند و برای هر رویشگاه، به‌طور جداگانه منحنی ریرفکشن رسم گردید. France و همکاران (۱۹۸۱) شاخص‌های شانون وینر، سیمپسون، هیل و ریرفکشن را برای جمعیت پرندگان در آمریکا محاسبه کردند. Pielou و همکاران (۱۹۶۶) شاخص شانون وینر و ریرفکشن را باهم مقایسه کردند و دریافتند که ریرفکشن قادر است منحنی‌هایی را فراهم کند که به کمک آن جوامع قابل مقایسه با یکدیگر می‌باشند. زمانی که نمونه برداری از یک جامعه از طریق واحدهای کوادرات انجام گیرد، میتوان از روش جک‌نایف برای تخمین غنای گونه‌ای استفاده کرد. این برآورد براساس فراوانی مشاهده شده‌ی گونه‌های نادر در یک جامعه استوار است. Lam و همکاران (۲۰۰۸) به تخمین غنای گونه‌ای در مناطق جنگلی وسیع پرداختند و تخمین کننده‌های جک‌نایف را با هم مقایسه کردند. Arrhenus (۱۹۲۳) و Fisher (۱۹۴۳) از تکنیک‌های برون‌یابی برای تخمین غنای گونه‌ای استفاده کردند. Palmer (۱۹۹۰) جک‌نایف را بر اساس نمونه‌های گرفته‌شده در شمال کارولینا ارزیابی کرد.

Smith و همکاران (۲۰۰۶) جک‌نایف را بر اساس حضور و غیاب گونه‌ها در پلات ارزیابی کردند. قهساره اردستانی و همکاران (۱۳۸۹) از شاخص‌های مناسب برای بررسی تنوع گونه‌ای در چهار مکان مرتعی استان اصفهان استفاده کردند و به بررسی تنوع گونه‌ای با استفاده از روش‌های غیر پارامتری پرداختند. این تحقیق سعی دارد شاخص‌های عددی مانند ریرفکشن و جک‌نایف را در ارزیابی غنای گونه‌ای توده‌های بلوط جنگل‌های زاگرس به کار گیرد و از این شاخص‌ها برای مقایسه توده‌های بلوط استفاده نماید.

### مواد و روش‌ها:

در این تحقیق سه تیمار جنگل کمتر دست‌خورده (تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد)، جنگل کم تخریب شده (تاج پوشش بین ۱۰ تا ۵۰ درصد)، جنگل کاملاً تخریب‌شده (تاج پوشش کمتر از ده درصد) در جنگل‌های بلوط شهرستان بانه استان کردستان انتخاب شدند. سپس از هر تیمار سه منطقه با شرایط فیزیوگرافیک مشابه انتخاب و از هر منطقه سه نمونه ۱۰ آری برای برداشت اطلاعات فلورستیک مشخص شد. جهت برداشت مشخصات مربوط به گیاهان علفی و زادآوری ۵ میکرو پلات به ابعاد  $1/5 \times 1/5$  متر در مرکز و چهار جهت مختلف در داخل هر پلات ثبت شد که در داخل آن‌ها فراوانی و نوع گونه‌ها موردبررسی قرار گرفت. روش‌های عددی در این مطالعه شامل روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف می‌باشند. روش ریرفکشن یک روش آماری برای تخمین تعداد گونه‌های مورد انتظار از یک مجموعه افراد انتخاب‌شده به‌طور تصادفی در یک نمونه است. عملاً روش ریرفکشن می‌تواند به میان‌یابی تعداد گونه، در حالتی که تعداد کمتری نمونه‌برداری انجام می‌شود، بپردازد. این روش به پژوهشگران این امکان را می‌دهد تا اگر تعداد ۱۰۰ فرد متعلق به ۳۰ گونه را نمونه‌برداری کرده باشند بتوانند تعداد گونه را اگر ۹۰ فرد یا ۵۰ فرد یا ۴۰ فرد باشد، تخمین بزنند. روش‌های ریرفکشن زمانی که اندازه‌ی نمونه جامعه متفاوت باشند، نسبت به شاخص‌های ساده و موجود غنای گونه‌ای در ارجحیت هستند. برای برآورد غنا با استفاده از روش ریرفکشن از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$E(\hat{S}_n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad \binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

$E(\hat{S}_n)$ : تعداد گونه‌های مورد انتظار در یک نمونه تصادفی با  $n$  فرد.

$S$ : تعداد کل گونه‌ها در کل مجموعه.

$N_i$ : تعداد رقم گونه  $i$  ام.

$N$ : تعداد کل افراد گزارش شده در مجموعه ( $\sum N_i$ ).

$n$ : اندازه نمونه استاندارد شده یا تعداد افراد یافت شده در اندازه نمونه انتخاب شده برای استاندارد کردن ( $n \leq N$ ).



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



زمانی که نمونه برداری از یک جامعه از طریق واحدهای کوادرات انجام گیرد، می توان از روش جک نایف برای تخمین غنای گونه ای استفاده کرد. این برآورد بر اساس فراوانی مشاهده شده ی گونه های نادر در یک جامعه استوار است. در این روش باید داده های حاصل از یکسری کوادرات تصادفی به صورت جدول حضور (۱) و عدم حضور (۰) هرگونه تهیه شود و تعداد گونه های منحصر به فرد موجود در کوادرات ها، مشخص گردد. برای تخمین تعداد گونه ها به روش تخمین جک نایف از فرمول زیر استفاده می شود:

$$\hat{S} = s + \binom{n-1}{n} k$$

$$\text{var}(\hat{S}) = \left(\frac{n-1}{n}\right) \left[ \sum_{j=1}^s (j^2 f_j) - \frac{k^2}{n} \right]$$

$\hat{S}$ : تخمین جک نایف از غنای گونه ای.

$s$ : تعداد کل گونه های مشاهده شده در  $n$  کوادرات.

$n$ : تعداد کل کوادرات های نمونه برداری.

$k$ : تعداد کل گونه ای منحصر به فرد.

$\text{var}(\hat{S})$ : واریانس تخمین جک نایف از غنای گونه ای.

$f_j$ : تعداد کوادرات هایی که دارای تعداد  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, s$ ) گونه منحصر به فرد هستند.

از این شاخص ها جهت مقایسه غنای گونه ای سه نوع جنگل استفاده گردید. برای انجام کلیه ی آنالیزها از نرم افزار SDR نسخه ۴.۱.۲ استفاده شد.

### نتایج:

از آنجا که اندازه نمونه در هر تیمار متفاوت است در نتیجه غنای گونه ای برآورد شده هم متفاوت خواهد بود، از این رو امکان مقایسه ی غنای گونه ای بین تیمارهای مختلف ممکن نخواهد بود مگر آنکه غنای گونه ای تیمار با تعداد بیشتر نمونه ریرفکشن شده تا غنای گونه ای آنها، اگر اندازه نمونه ای برابر با تیمار با کمترین اندازه نمونه می داشتند بدست آید و امکان مقایسه تیمارها در شرایط برابر فراهم شود. در اینجا جنگل با تخریب شدید دارای کمترین اندازه نمونه (۴۸۶۴) می باشد که غنای گونه ای دو تیمار دیگر در شرایط با تعداد نمونه برابر ۴۸۶۴ برآورد می گردد (جدول ۱).

پس از محاسبه ی شاخص ریرفکشن برای سه تیمار (جنگل کمتر دست خورده، جنگل با تخریب متوسط، و جنگل با تخریب شدید) مشخص شد بیشترین غنای برآورد شده مربوط به جنگل کمتر دست خورده و کمترین غنا مربوط به جنگل با تخریب شدید می باشد همچنین برای مقایسه تیمارها از منحنی ریرفکشن استفاده شد که محور افقی تعداد افراد و محور عمودی تعداد گونه ی مورد انتظار را نشان می دهد (شکل ۱). مطابق شکل ۱ در جنگل کمتر دست خورده ۶۰۸۷ فرد متعلق به ۱۱۷ گونه و در جنگل با تخریب متوسط، ۵۹۸۹ فرد متعلق به ۱۰۹ گونه و همچنین در جنگل با تخریب شدید، ۴۸۶۴ فرد متعلق به ۶۷ گونه می باشد. غنای گونه ای هر سه تیمار در شرایط با تعداد نمونه برابر ۴۸۶۴ با استفاده از روش ریرفکشن قابل مقایسه است که جنگل کمتر دست خورده با تعداد گونه مورد انتظار ۱۱۶ بیشترین غنا و جنگل با تخریب شدید با تعداد گونه مورد انتظار ۶۷ دارای کمترین غنا می باشد.

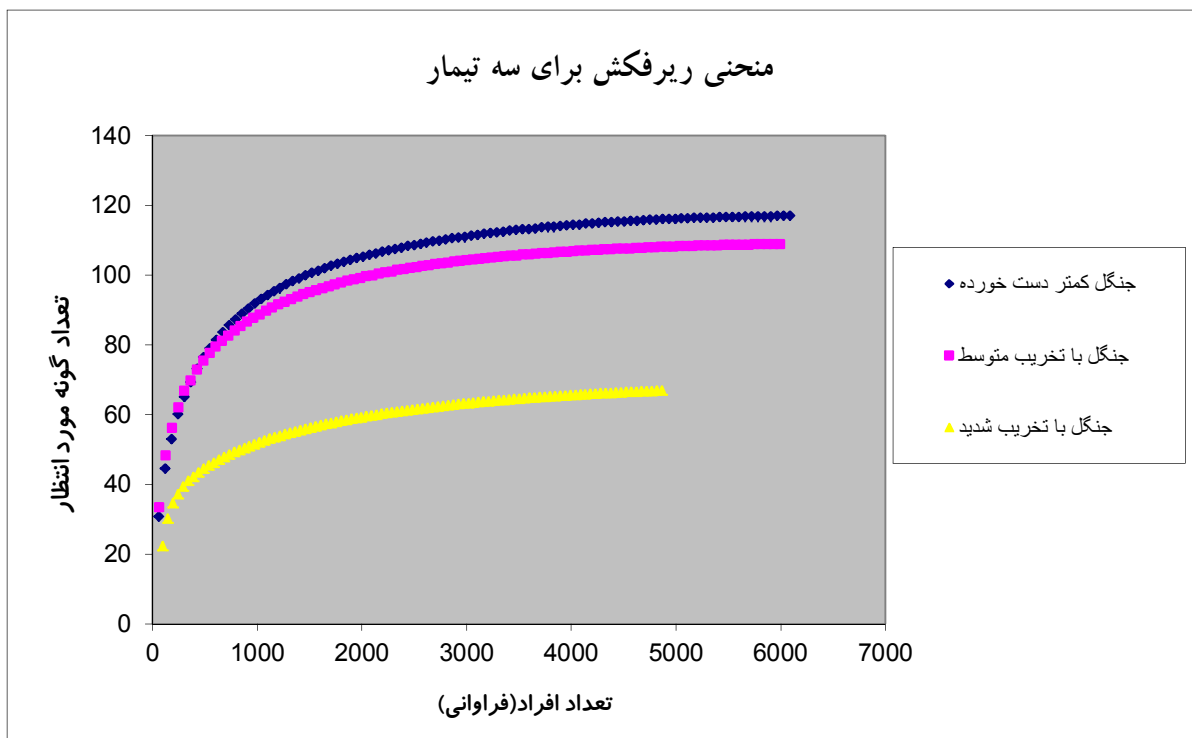


دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



جدول ۱- برآورد ریرفکشن برای سه تیمار در جنگل بلوط مورد بررسی

انحراف معیار	برآورد ریرفکشن	جنگل کمتر دست خورده
۰/۹۵۷۹	۱۱۶	جنگل کمتر دست خورده
۰/۸۷۴	۱۰۸/۱	جنگل با تخریب متوسط
۰/۳۵۱۵	۶۷	جنگل با تخریب شدید



شکل ۱- منحنی ریرفکشن برای سه تیمار

روش جک‌نایف این امکان را به پژوهشگر می‌دهد تا تخمینی از تعداد گونه با توجه به اندازه‌ی نمونه‌ای که انجام نداده‌اند به دست آورند. در جدول‌های ۲، ۳، و ۴ مقدار غنا برای هر سه تیمار با استفاده از شاخص جک‌نایف به دست آمده است که بیشترین مقدار غنا مربوط به جنگل کمتر دست‌خورده و کمترین مقدار غنا مربوط به جنگل با تخریب شدید می‌باشد.



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



جدول ۳- برآورد جنک‌نايف برای جنگل با تخریب متوسط

پلات	برآورد جنک‌نايف	انحراف معيار
پلات ۱	۳۲/۳۳	۰
پلات ۲	۷۳/۲۸	۱/۹۴۴
پلات ۳	۹۵/۳۷	۴/۷۹۲
پلات ۴	۱۱۱/۷	۷/۳۰۸
پلات ۵	۱۱۸/۶	۷/۲۶۳
پلات ۶	۱۲۶/۲	۶/۳۶۱
پلات ۷	۱۳۳/۴	۶/۱۷۸
پلات ۸	۱۳۹/۳	۵/۲۷
پلات ۹	۱۴۳/۷	۴/۸۰۷
میانگین	۱۱۰/۱۱۴	۵/۰۶

جدول ۲- برآورد جنک‌نايف برای جنگل کمتر دست‌خورده

پلات	برآورد جنک‌نايف	انحراف معيار
پلات ۱	۴۰/۸۹	۰
پلات ۲	۸۸/۱۷	۳/۵
پلات ۳	۱۰۳/۹	۴/۳۱۱
پلات ۴	۱۱۸/۳	۴/۱۴۵
پلات ۵	۱۲۷/۶	۳/۹۵۱
پلات ۶	۱۳۴/۴	۳/۸۵۵
پلات ۷	۱۴۳/۱	۴/۰۳۵
پلات ۸	۱۴۶/۸	۳/۵۹۹
پلات ۹	۱۴۹	۳/۵۲۸
میانگین	۱۱۶/۹۱	۳/۴۴

جدول ۴- برآورد جنک‌نايف برای جنگل با تخریب شديد

پلات	برآورد جنک‌نايف	انحراف معيار
پلات ۱	۱۶/۶۷	۰
پلات ۲	۴۲/۳۹	۲/۸۳۳
پلات ۳	۵۷/۵۹	۲/۹۵۷
پلات ۴	۶۵/۷۸	۲/۸۷۴
پلات ۵	۷۲/۶۹	۳/۲۶۹
پلات ۶	۷۹/۰۷	۳/۸۳۷
پلات ۷	۸۵/۵۶	۴/۲۵۷
پلات ۸	۹۰/۷۴	۴/۵۱۹
پلات ۹	۹۸/۱۱	۵/۰۶۷
میانگین	۶۹/۶۲	۳/۲۹

### بحث و نتیجه‌گیری:

مقادير غناي به دست آمده با استفاده از شاخص‌های ريفرکشن و جنک‌نايف برای هر سه تیمار نشان می‌دهد جنگل کمتر دست خورده دارای بیشترین غنا و جنگل با تخریب شديد دارای کمترین غنا می‌باشد که به علت تخریب شديد در این منطقه می‌باشد. تخریب باعث کاهش غناي گونه‌ای در یک منطقه می‌شود و کاهش تنوع نشان دهنده‌ی تخریب است. تخریب‌هایی با شدت کم تنوع را افزایش می‌دهند. علت اینکه افراد نتایج متناقضی از مسأله‌ی ارتباط تخریب با تنوع به دست می‌آورند این است که جوامع تحت تأثیر چندین نوع تخریب قرار می‌گیرند که هر کدام ویژگی و شدت خاصی دارند و پژوهشگر به سختی می‌تواند مقادير کلی تخریب را در یک بوم‌سازگان برآورد کند.

Berhane و همکاران (۲۰۱۵). تأثیرات بهره‌برداری شديد از گیاهان چوبی در مناطق نیمه‌خشک شمال اتیوپی مورد بررسی قرار دادند: بهره‌برداری شديد دارای نتایجی از جمله برتری و چیرگی گونه‌های بومی که تحمل تخریب را دارند و همچنین گونه‌های مهاجم می‌شود. در این مطالعه تأثیرات برداشت بر روی فراوانی و غنا مورد ارزیابی قرار گرفت. غناي گونه‌ای در جنگل تقریباً دست‌نخورده دو برابر جنگل



## دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴ دانشگاه محقق اردبیلی



قابل دسترس بود و یکنواختی در جنگل قابل دسترس بیشتر بود در حالی که اختلاف بین تنوع شانون بین دو نوع جنگل دیده نشد. گرچه گونه‌های زیادی در جنگل دست‌نخورده پیدا شدند ولی فراوانی آن‌ها کم بود و بعضی شاخص‌های تنوع مانند شانون تفاوت‌ها را نشان نمی‌دهند چون تعداد گونه‌ها و فراوانی را باهم نشان می‌دهند. تخریب‌های طبیعی نقش مهمی را در نگهداری تنوع زیستی ایفا می‌کنند و نقش قابل توجهی را در استقرار گونه‌های مهاجم و افزایش تنوع دارند تخریب‌های طبیعی در مقیاس مکانی و زمانی تغییر می‌کنند. این تغییرات باعث جدا شدن اکوسیستم‌هایی می‌شود که در مراحل مختلف توالی هستند. (Eliana, 2008).

شدت نمونه‌برداری متفاوت در دو یا چند جامعه، منجر به برآورد غنای گونه‌ای متفاوت در آن جوامع خواهد شد، که می‌توان با استاندارد کردن تمام واحدهای نمونه‌برداری جوامع مختلف به یک اندازه با تعداد افراد مشابه جوامع را باهم مقایسه کرد (Frances و همکاران، ۱۹۸۱). ارزیابی دقیق غنای گونه‌ای در نمونه‌هایی که به‌طور دقیق و در مناطق محدود بررسی می‌شوند امکان دارد و تخمین غنای گونه‌ای نیازمند اندازه‌های کمی از غنای گونه‌ای است. تعداد نمونه‌ها باید تقریباً کل تنوع را در رویشگاه نشان دهد بنابراین نیازی نیست نمونه‌ها در رویشگاه‌های مختلف یکسان باشند و می‌توان بر اساس منحنی نمونه‌برداری که نمونه‌برداری کافی را نشان می‌دهد صورت گیرد. همچنین ریرفکشن برای تخمین تعداد گونه‌های مورد انتظار از یک مجموعه افراد انتخاب‌شده به‌طور تصادفی در یک نمونه است (Willi و همکاران، ۲۰۱۲). با شمردن پایه‌های بیشتر و یا نمونه‌برداری بیشتر و نمونه‌برداری یک منطقه‌ی بزرگ‌تر تعداد گونه‌ی بیشتری مشاهده خواهد شد، این افزایش به بهترین شکل در منحنی تجمع گونه‌ای نشان داده شده است، محور X تعداد پایه‌های نمونه‌برداری شده یا واحدهای نمونه‌برداری و محور Y تعداد گونه‌های مشاهده شده است. (Gotelli, 2013). ریرفکشن و تخمین کننده‌های غنای گونه‌ای و منحنی‌های بیرون‌یابی به‌عنوان ابزاری برای تعیین میزان کافی نمونه‌برداری برای جمع‌آوری داده عمل می‌کنند (Moro و همکاران، ۲۰۱۴). یک منحنی تجمع گونه‌ای تعداد کل گونه‌های شناسایی شده در طول فرآیند جمع‌آوری داده را ثبت می‌کند. پر استفاده‌ترین منحنی در نمونه‌برداری کافی منحنی تجمع گونه‌ای یا ریرفکشن است. روش‌های زیادی برای تخمین غنای یک جامعه پیشنهاد شده بسیاری از نویسندگان روش جک‌نایف را به‌عنوان جامع‌ترین روش معرفی کردند (Zhao و همکاران، ۲۰۱۰).

### منابع:

- اجتهادی، ح، سپهری، ع، عکافی، رضا، ۱۳۹۱. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۸ ص
- قهساره اردستانی، ا، بصیری، م، ترکش، م، برهانی، م، ۱۳۸۹. شاخص‌های مناسب برای بررسی تنوع گونه‌ای در چهار مکان مرتعی استان اصفهان. مجله‌ی علمی پژوهشی مرتع - شماره اول (۳۳-۴۶).
- Ajbilou, R., Maranon, T. and Arroyo, J. 2006. Ecological and biogeographically analyses of Mediterranean forests of northern Morocco. *Acta Ecologica*, 29:104-113.
- Berhane, A., Totland, Q., Haile, M., Stein, 2015. Intense use of woody plants in semiarid environment of Northern Ethiopia: Effect on species composition, richness and diversity.
- Eliana, H., Gholz, L. 2008. plant succession and disturbances in the urban forest Ecosystem. University of Florida
- Frances, C., James, Rathbun, s. 1981. rarefaction, relative abundance, and diversity of Avian communities.
- Gotelli, N., Chao, A., 2013. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data
- Jeffrey, A. Mcneely. 2006. Lessons from the past: Forest and Biodiversity. *Scientific American* 225(3):116-132.
- Lam, T., Kieinn, ch., 2008. Estimation of tree species richness from large area forest inventory data: Evaluation and comparison Jackknife estimators.
- Lima, th., Vieira, G., 2013. High plant species richness in monospecific tree plantation in the central Amazon.
- Moro, M., Lima, D., Matias, L., 2014. Rarefaction, richness estimation and extrapolation methods in the evaluation of unseen plant diversity in aquatic ecosystem
- Pielou, E . C. 1966a. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology*. 131-144
- Smith, Ch., Pontius, J., 2006. Jackknife estimator of species Richness with S-PIUS. *Journal of statistical software*. volum 15. Issue 3



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



- 
- Wilson, E.O. 1998. The current state of ecological diversity. In: Biodiversity, National Academy press, 210-231 pp.
  - Willie, J., Petre, ch., Tagg, N., Lens, L., 2012. Evaluation of species richness estimators based on quantitative performance measures and sensitivity to patchiness and sample grain size
  - Zhao, J., Ouyang, ZH., Xu, W., Zheng, H., Meng, X., 2010. sampling adequacy estimation for plant species composition by accumulation curves- A case study of urban vegetation in Beijing, China.