

## کاربرد شاخص‌های عددی ریرفکشن و جک‌نایف در ارزیابی غنای

### گونه ای جنگل‌های بلوط

گلاره ولدی، جواد اسحاقی راد\* و محمدرضا زرگران

ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۶



#### چکیده

به منظور بررسی کاربرد روش‌های عددی ریرفکشن و جک‌نایف در ارزیابی غنای گونه‌های جنگل‌های بلوط بانه استان کردستان، سه منطقه با پوشش گیاهی کمتر دست‌خورده، تخریب متوسط و تخریب شدید ناشی از عوامل انسانی انتخاب شد. ۳ قطعه جنگلی با شرایط فیزیوگرافی مشابه از هر منطقه انتخاب و در هر قطعه، ۳ پلات ۴۰۰ مترمربعی (بر روی ترانسکت و در فاصله ۱۰۰ متری) برای برداشت اطلاعات فلورستیک پیاده گردید. در هر قطعه نمونه نوع و فراوانی گونه‌های علفی در ۵ میکروپلات به ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر بررسی شد. از روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف در کنار شاخص‌های تعداد گونه، مارگالف و منهنیک استفاده شده و با آزمون توکی مقایسه گردید. مقادیر میانگین شاخص مارگالف برای جنگل کمتر دست‌خورده، جنگل با تخریب متوسط و جنگل با تخریب شدید به ترتیب ۶/۲۵۴، ۴/۸۰۳ و ۲/۷۵۹ برآورد شد و میانگین شاخص منهنیک به ترتیب ۱/۶۲۸، ۱/۲۶۳ و ۰/۷۹۴ بدست آمد و میانگین شاخص تعداد گونه به ترتیب ۴۱/۵۶، ۳۲/۱۱ و ۱۸/۳۳ محاسبه شد. همچنین تفاوت معنی‌دار شاخص‌های فوق در بین سه تیمار مشاهده شد. مقدار غنای گونه‌ای برآورد شده به روش ریرفکشن برای جنگل کمتر دست‌خورده، جنگل با تخریب متوسط و جنگل با تخریب شدید به ترتیب ۴۰/۵۶، ۳۰/۹۹ و ۱۷/۹۶ بود و مقدار غنای گونه‌ای به روش جک‌نایف برای تیمارها با استفاده از ۹ پلات به ترتیب ۱۴۹، ۱۴۳/۷ و ۹۸/۱۱ برآورد شد. به‌طورکلی با توجه به گستردگی اکوسیستم‌های جنگلی و عدم امکان برداشت تعداد قطعات نمونه کافی از یکسو و متفاوت بودن تعداد افراد برداشت شده در هر قطعه نمونه بدلیل تراکم متفاوت گونه‌های چوبی و علفی از سوی دیگر، روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف برآورد دقیق‌تری از غنای گونه‌ای ارائه می‌کند و می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق‌تر حفاظت اکوسیستم‌های جنگلی به‌ویژه جنگل‌های بلوط زاگرس کاربرد زیادی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بلوط، تخریب، غنای گونه‌ای، مارگالف، منهنیک

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۴۴۳۲۷۷۰۴۸۹، پست الکترونیکی: Javad.eshaghi@yahoo.com

#### مقدمه

پارامترهایی است تا قبل از تخریب کامل اکوسیستم از وضعیت موجود اطلاع حاصل شود (۱۱). بررسی غنای گونه‌ای می‌تواند ابزاری مناسب در جهت تصمیم‌گیری‌ها در مدیریت جنگل‌ها باشد (۳۱). برای ارزیابی غنای گونه‌ای از شاخص‌های متعددی مانند شاخص تعداد گونه، مارگالف و منهنیک استفاده شده است. در این زمینه در

تنوع زیستی عبارت است از: بیان سطوح سازمان‌یافته حیات براساس سلسله‌مراتب ژن، فرد، گونه، جامعه زیستی و اکوسیستم (۱۶). طبق آمارهای فائو در ۲۰ سال اخیر، سالانه ۱۸ میلیون هکتار از مساحت جنگل‌های جهان تخریب شده است. این تخریب‌ها بر اثر فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های بشر اتفاق می‌افتد، بنابراین نیاز به یک سلسله

می‌تواند به میان‌یابی تعداد گونه، درحالی‌که تعداد کمتری نمونه‌برداری انجام می‌شود، بپردازد (۱) و یا بعبارت دیگر هدف اصلی ریرفکشن مقایسه مستقیم جوامع بر اساس تعداد پایه‌ها در نمونه‌های کوچک‌تر می‌باشد (۱۲). روش ریرفکشن در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. Willie و همکاران (۳۲) داده‌های مربوط به گیاهان علفی را برای کاربرد روش ریرفکشن و هشت تخمین کننده غنای گونه‌ای استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که ارزیابی دقیق غنای گونه‌ای در نمونه‌هایی که به‌طور دقیق و در مناطق محدود بررسی می‌شوند، امکان‌پذیر است. Lima و همکاران (۲۲) روش ریرفکشن را برای ارزیابی و مقایسه غنای گونه‌ای در جامعه جنگلی ۳۵ ساله با گونه‌های بومی و جنگل اولیه مجاور استفاده کردند. Frances و همکاران (۱۵) روش ریرفکشن را برای برآورد غنای گونه‌ای پرندگان در آمریکا بکار گرفتند. از سوی دیگر زمانی که نمونه‌برداری از یک جامعه از طریق واحدهای کوادرات انجام گیرد و نمونه‌برداری در سطح کوچک انجام شده و هدف برآورد غنای گونه‌ای در سطح بزرگ‌تر باشد، می‌توان از روش جک‌نایف برای تخمین غنای گونه‌ای استفاده کرد. این برآورد بر اساس فراوانی مشاهده‌شده گونه‌های نادر در یک جامعه استوار است و این امکان را به پژوهشگران می‌دهد تا تخمینی از تعداد گونه با توجه به اندازه نمونه‌ای که انجام نداده‌اند به‌دست آورند (۱). همچنین روش جک‌نایف بر اساس حضور و غیاب گونه‌ها استوار است نه فراوانی گونه‌ها (۲۹). در این زمینه Lam و همکاران (۲۱) غنای گونه‌ای مناطق جنگلی کاستاریکا را با استفاده از روش جک‌نایف تخمین زده‌اند. ضمناً قهساره اردستانی و همکاران (۷) از شاخص-های جک‌نایف و ریرفکشن برای بررسی غنای گونه‌ای در چهار منطقه مرتعی استان اصفهان استفاده کردند.

با توجه به تخریب روز افزون جنگل‌های بلوط غرب که با عنایت به میزان وابستگی جنگل‌نشینان و حاشیه‌نشینان به عرصه‌های جنگلی در راستای تأمین معیشت و نیازهای

بخشی از جنگل دارابکلا، غنای گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های مارگالف، منهینک محاسبه شد (۲). نتایج نشان داد که مقادیر شاخص‌های غنای گونه‌ای در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی است. همچنین بررسی ارتباط بین غنای گونه‌ای و ارتفاع از سطح دریا در جنگل-های زاگرس نشان داد با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان غنا افزایش می‌یابد (۳). بررسی ارتباط غنای گیاهان علفی و چوبی و توپوگرافی در جنگل آموزشی و پژوهشی واز دانشگاه تربیت مدرس که با مساحت ۱۷۲۱ هکتار در حوزه ۴۶ جنگلهای شمال واقع شده است، نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، مقدار شاخص‌های تعداد گونه، غنای مارگالف و منهینک کاهش یافت (۴). در مطالعه‌ای اثر شدت‌های مختلف چرا بر شاخص‌های غنا به‌منظور حفاظت از زیست‌بوم‌های مرتعی تفتان مورد بررسی قرار گرفت و بالاترین شاخص‌های غنای مارگالف و منهینک در چرای سبک مشاهده شد (۵). بررسی غنای گونه‌ای پروانه‌ها در پارک ملی ماناس در یک دوره سه‌ماهه نشان داد که شاخص غنای مارگالف در منطقه مورد مطالعه نسبت به مناطق مجاور بالاتر بود (۲۶). در این مطالعات هیچ اشاره‌ای به تعداد افراد نمونه‌برداری شده، نشده است، درحالی‌که با افزایش تعداد افراد نمونه‌برداری شده احتمال افزایش برآورد غنای گونه‌ای وجود دارد. شاخص مارگالف یک شاخص ساده برای برآورد غنای گونه‌ای است ولی نمی‌تواند وابستگی غنا را به افزایش تعداد افراد نمونه-برداری شده نشان دهد (۱۴). بنابراین مشکل اصلی در تخمین غنای گونه‌ای وابستگی غنا به شدت نمونه‌برداری است و عدم توجه به شدت نمونه‌برداری مانع از مقایسه دقیق غنای گونه‌ای در مناطق مختلف می‌شود (۱۲). بنابراین برای رفع این مشکل روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف ارائه شده است.

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

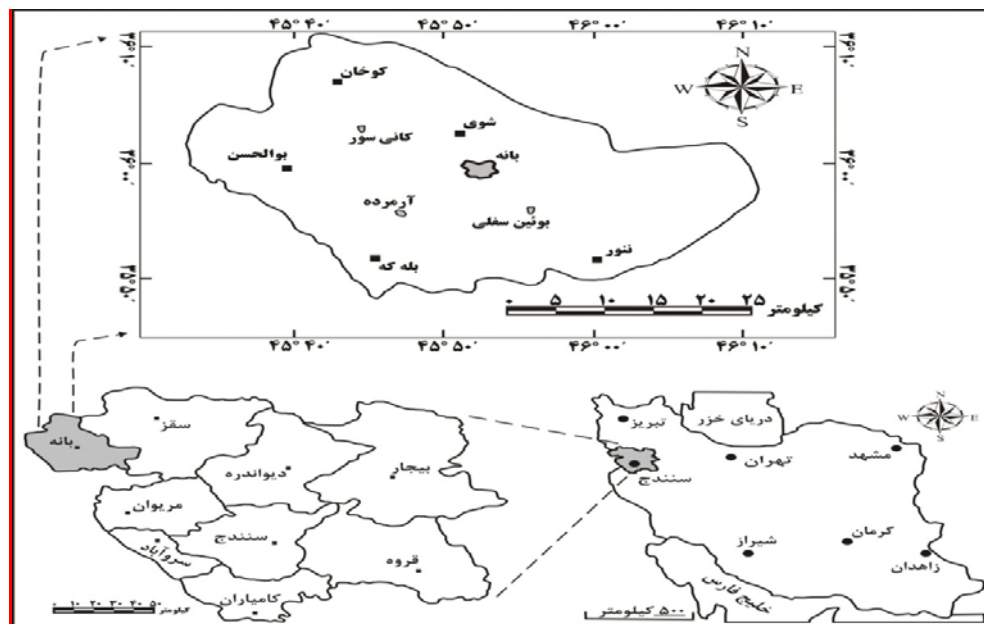
برای انجام این تحقیق به منظور بررسی کاربرد شاخص‌های عددی ریرفکشن و جک‌نایف در ارزیابی غنای توده‌های جنگلی در جنگل‌های بلوط زاگرس شمالی، سه توده جنگلی در زاگرس شمالی در شهرستان بانه استان کردستان در اطراف روستاهای شوی (بخش مرکزی)، صدبار (بخش مرکزی) و یعقوب‌آباد (بخش نمشیر) انتخاب شد (شکل ۱). توده‌های انتخاب شده در هر منطقه از لحاظ فیزیوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) و اقلیمی شرایط مشابه داشتند.

بر اساس بررسی و شواهد میدانی، جنگل‌های منطقه بانه استان کردستان بر اثر تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی و آتش‌سوزیهای عمدی و سهوی و همچنین قطع درختان برای تهیه هیزم و ذغال در طی سالیان گذشته بصورت قطعات جنگلی به سطوح کوچک و بزرگ تبدیل شده است.

اولیه از جنگلهای منطقه از طریق تبدیل اکوسیستمهای جنگلی به عرصه‌های کشاورزی و مرتعی، تأمین چوب سوخت، تعلیف دام و غیره از شرایط تخریبی متفاوتی برخوردار است، بنابراین ضروری است تا با برآورد دقیق غنای گونه‌های چوبی و علفی تحت تأثیر تخریب انسانی با شدت‌های مختلف با استفاده از روشهای مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.

در نتیجه این تحقیق سعی دارد شاخص‌های عددی ریرفکشن و جک‌نایف را در کنار شاخص‌های غنا معمول پژوهش‌های تنوع زیستی مانند تعداد گونه، مارگالف و منهینیک در ارزیابی غنای گونه‌ای جنگلهای بلوط با شرایط تخریبی مختلف استفاده نماید تا قابلیت روشهای ریرفکشن و جک‌نایف در ارزیابی دقیق غنای گونه‌ای مشخص شود.

## مواد و روشها



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در ابتدا با جنگل گردشی سه تیمار بر اساس معیارهای زیر (۲۴) برای مطالعه انتخاب شد: جنگل کمتر دست‌خورده: تاج پوشش بیش از ۴۰ درصد، مشاهده جزئی آثار تخریبی ناشی از چرای دام، کت‌زنی و دیگر اشکال بهره‌برداری شدید: تاج پوشش درختان کمتر از ۱۰٪، مشاهده وسیع

در ابتدا با جنگل گردشی سه تیمار بر اساس معیارهای زیر (۲۴) برای مطالعه انتخاب شد: جنگل کمتر دست‌خورده: تاج پوشش بیش از ۴۰ درصد، مشاهده جزئی آثار تخریبی ناشی از چرای دام، کت‌زنی و دیگر اشکال بهره‌برداری

شاخص‌های تعداد گونه، مارگالف و منهنیک برای هر قطعه نمونه با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$\frac{S-1}{\ln N} \quad \text{شاخص تنوع مارگالف}$$

$$\frac{S}{\sqrt{N}} \quad \text{شاخص تنوع منهنیک}$$

$S =$  تعداد کل گونه‌ها

$N =$  حجم یا اندازه نمونه یا تعداد کل افراد در نمونه

$\ln N =$  لگاریتم طبیعی  $N$  یا  $\log_e N$  است

همچنین از روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف برای ارزیابی یا برآورد غنای گونه‌ای گیاهان علفی تیمارهای مختلف استفاده شد. 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. برای برآورد غنا با استفاده از روش ریرفکشن از فرمول زیر استفاده می‌شود (۱).

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

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

$S$ : تعداد کل گونه‌ها در کل مجموعه.

$N_i$ : تعداد رقم گونه‌ای.

$N$ : 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 ( $n \leq N$ ).

برای تخمین تعداد گونه‌ها به روش تخمین جک‌نایف، ابتدا داده‌های گونه‌های گیاهی به صورت جدول حضور (۱) و عدم حضور (۰) به گونه‌ها تبدیل می‌شود و تعداد گونه‌های منحصر به فرد موجود در کوادرات‌ها مشخص می‌شود و بعد غنای گونه‌ای از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$\hat{S} = s + \left( \frac{n-1}{n} \right) k$$

آثار تخریبی ناشی از چرای دام، کت‌زنی و دیگر اشکال بهره‌برداری سنتی (۲۴). لازم به ذکر است بعلت کوهستانی بودن جنگلهای بلوط زاگرس، انتخاب بیشتر تیمارها که دارای شرایط فیزیوگرافی مشابه باشند امکان‌پذیر نبوده است. سپس از هر تیمار سه قطعه جنگلی با شرایط فیزیوگرافیک مشابه انتخاب و از هر قطعه سه نمونه ۴۰۰ مترمربعی برای برداشت اطلاعات فلورستیک مشخص شدند. نمونه‌ها بر روی ترانسکت و در فواصل ۱۰۰ متری از هم پیاده شدند. در این پژوهش با توجه به سطح محدود قطعات جنگلی مورد بررسی (به ویژه قطعات نمونه کمتر دست‌خورده) برای پیاده کردن قطعات نمونه فاصله نمونه‌ها ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد تا علاوه بر اینکه تغییرات پوشش گیاهی را تا حد امکان پوشش دهد، برای حذف اثر حاشیه‌ای پلات‌ها از حاشیه قطعات جنگلی نیز فاصله داشته و سه قطعه نمونه نیز برداشت شود.

در هر قطعه نمونه برای برداشت مشخصات مربوط به پوشش علفی پنج میکروپلات با ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر در مرکز و چهار جهت مختلف در داخل هر پلات پیاده شدند. قطعات نمونه ۴۰۰ مترمربعی برای تعیین نوع گونه و فراوانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در نظر گرفته شد و در میکروپلات‌های ۲/۲۵ مترمربعی نوع و فراوانی داده‌های علفی بررسی شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، اطلاعات نوع و فراوانی گونه‌های چوبی در قطعات نمونه ۴۰۰ مترمربعی مد نظر قرار گرفت. از آنجا که پوشش چوبی در منطقه مورد مطالعه عمدتاً از گونه بلوط ایرانی تشکیل شده است و غنای گونه‌های چوبی در قطعات نمونه بسیار ناچیز بود، بنابراین اطلاعات پوشش درختی در تجزیه و تحلیل‌ها وارد نشد. همچنین میانگین فراوانی گونه‌های علفی در ۵ ریز قطعه نمونه، در هر قطعه نمونه از ترانسکت محاسبه شد و به عنوان اطلاعات پوشش گیاهی آن قطعه نمونه در تجزیه و تحلیل‌ها وارد شد.

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

$\hat{S}$ : تخمین چکانیف از غنای گونه‌ای.

$s$ : تعداد کل گونه‌های مشاهده‌شده در  $n$  کوادرات.

$n$ : تعداد کل کوادرات‌های نمونه‌برداری.

$k$ : تعداد کل گونه‌ای منحصربه‌فرد.

$\text{var}(\hat{S})$ : واریانس تخمین چکانیف از غنای گونه‌ای.

$f_j$ : تعداد کوادرات‌هایی که دارای تعداد  $j$  (1, 2, 3, ..., s) گونه منحصربه‌فرد هستند (۱).

می‌دهد) برای کل افراد نمونه‌برداری شده از تیمارها نشان می‌دهد (شکل ۲) که جنگل کمتر دست‌خورده با تعداد گونه مورد انتظار ۱۱۷ بیشترین غنا و جنگل با تخریب شدید با تعداد گونه مورد انتظار ۶۷ دارای کمترین غنا می‌باشد. جنگل با تخریب متوسط با تعداد گونه مورد انتظار ۱۰۹ به جنگل کمتر دست‌خورده بسیار نزدیک است. همچنین منحنی ریرفکشن مربوط به جنگل کمتر دست‌خورده به منحنی جنگل با تخریب متوسط بسیار به هم نزدیک بوده ولی این دو منحنی از منحنی برآورد ریرفکشن جنگل تخریب شده فاصله زیادی دارند.

در جدول ۴ مقدار غنای گونه‌ای برای قطعات نمونه سه تیمار با استفاده از روش ریرفکشن برآورد شده است که بیشترین مقدار غنا مربوط به جنگل کمتر دست‌خورده و کمترین مقدار مربوط به جنگل با تخریب شدید می‌باشد. همچنین از جهت آماری بین میانگین برآورد شده روش ریرفکشن در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد. جدول ۵ نتایج برآورد غنای گونه‌ای قطعات نمونه سه تیمار مورد بررسی با استفاده از روش چکانیف را نشان می‌دهد. بیشترین میانگین غنای برآورد شده با استفاده از داده‌های ۹ پلات در هر تیمار مربوط به جنگل کمتر دست‌خورده با غنای ۱۴۹ و کمترین مقدار غنا مربوط به جنگل با تخریب شدید با غنای ۹۸/۱۱ می‌باشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که شاخص‌های تعداد گونه، منهنیک و مارگالف برای جنگل کمتر دست‌خورده دارای بیشترین مقدار و برای جنگل با تخریب شدید دارای کمترین مقدار می‌باشد (جدول ۲) و اختلاف معنی‌داری در این شاخص‌ها بین سه تیمار مورد بررسی دیده شد. نتایج محاسبه شاخص‌های مارگالف و منهنیک در چهار گروه اکولوژیک در جنگل حفاظت شده کلارآباد بالاترین غنا را در گروه اکولوژیک اول نشان داد (۱۰).

از آزمون توکی برای مقایسه میانگین شاخص‌های تعداد گونه، مارگالف و منهنیک و مقدار برآورد شده غنای گونه‌ای حاصل از روش ریرفکشن بین تیمارهای مختلف استفاده شد. برای محاسبه کلیه شاخص‌های غنای گونه‌ای از نرم‌افزار SDR نسخه ۴،۱،۲ و به‌منظور اثبات معنی‌دار بودن تفاوت میزان غنا در سه تیمار مورد بررسی از آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح معنی‌دار ۵٪ و برای انجام آزمون توکی از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد.

### نتایج

مقادیر شاخص‌های مارگالف، منهنیک و تعداد گونه برای جنگل کمتر دست‌خورده بیشترین مقدار و برای جنگل با تخریب شدید کمترین مقدار به‌دست آمد. جدول ۱ نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه برای شاخص‌های غنا را نشان می‌دهد، چون سطح معنی‌داری از ۰/۰۵ کوچکتر است و با اطمینان ۰/۹۵ بین شاخص‌های غنا در سطوح مختلف تخریب اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج آزمون توکی نشان داد که میانگین شاخص‌های تعداد گونه، مارگالف و منهنیک سه تیمار دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به هم می‌باشند.

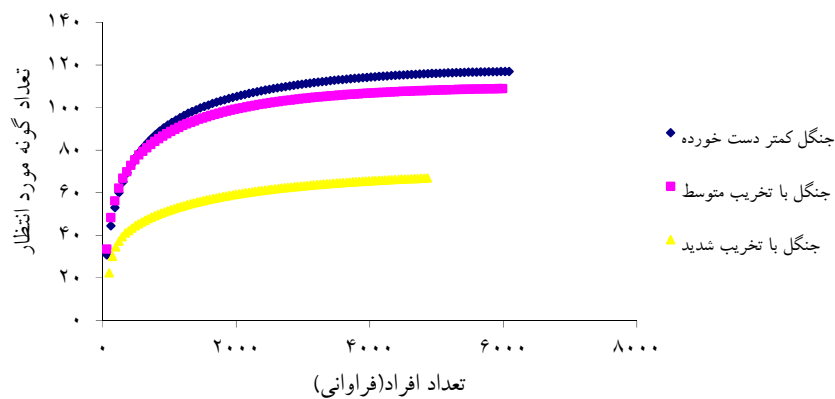
منحنی ریرفکشن (محور افقی تعداد افراد و محور عمودی تعداد گونه مورد انتظار حاصل از این روش را نشان

جدول ۱- نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه برای شاخص‌های مارگالف، منهنیک، و تعداد گونه

معنی داری	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منابع تغییر	
۰/۰۰۰	۶۰/۷۵۲	۲۷/۷۴۱	۲	۵۵/۴۸۲	شدت تخریب	مارگالف
		۰/۴۵۷	۲۴	۱۰/۹۵۹	منابع خطا	
			۲۶	۶۶/۴۴۱	کل	
۰/۰۰۰	۳۷/۰۰۶	۱/۵۷۵	۲	۳/۱۴۹	شدت تخریب	منهنیک
		۰/۰۴۳	۲۴	۱/۰۲۱	منابع خطا	
			۲۶	۴/۱۷۰	کل	
۰/۰۰۰	۵۹/۹۸۴	۱۲۲۷/۴۴۴	۲	۲۴۵۴/۸۸۹	شدت تخریب	تعداد گونه
		۲۰/۴۶۳	۲۴	۴۵۱/۱۱۱	منابع خطا	
			۲۶	۲۹۴۶/۰۰۰	کل	

جدول ۲- مقادیر شاخص منهنیک، مارگالف و تعداد گونه در پلات‌های مختلف برداشت شده از سه تیمار

شماره پلات	جنگل کمتر دست‌خورده			جنگل با تخریب متوسط			جنگل با تخریب شدید		
	منهنیک	مارگالف	تعداد گونه	منهنیک	مارگالف	تعداد گونه	منهنیک	مارگالف	تعداد گونه
۱	۱/۳۷	۵/۳۵	۳۶	۱/۲۷	۴/۳۷	۲۸	-/۹۲	-/۰۸	۲۰
۲	۱/۵۱	۶/۹۰	۴۹	۱/۴۰	۵/۱۷	۳۴	-/۵۹	-/۰۶	۱۴
۳	۱/۲۷	۵/۵۵	۳۹	۱/۱۹	۴/۶۰	۳۱	-/۶۱	۱/۹۷	۱۳
۴	۱/۷۸	۶/۸۱	۴۵	۱/۱۳	۴/۴۲	۳۰	-/۷۵	۲/۸۹	۲۰
۵	۱/۸	۶/۹۵	۴۶	۱/۲۲	۵/۵۹	۴۰	-/۶۹	۲/۶۱	۱۸
۶	۱/۷۹	۶/۳۹	۴۱	۱/۴۷	۶/۱۱	۳۹	۱/۰۸	۳/۷۱	۲۴
۷	۱/۶۱	۵/۹۶	۳۹	۱/۳۴	۵/۱۱	۳۴	-/۷۵	۲/۴۵	۱۶
۸	۱/۹۷	۶/۹۲	۴۴	۱/۱۰	۴/۲۸	۲۹	-/۸۹	۳/۰۵	۲۰
۹	۱/۵۱	۵/۴۱	۳۵	۰/۹۳۷	۳/۵۴	۲۴	-/۸۳	۲/۹۸	۲۰
میانگین وانحراف معیار	$۱/۶۲۸^a \pm ۰/۰۷۲۵$			$۱/۲۶۳^b \pm ۰/۰۷۰۶$			$۰/۷۹۴^c \pm ۰/۰۷۷۱$		
	$۶/۲۵۴^a \pm ۰/۳۸۵۳$			$۴/۸۰۳^b \pm ۰/۵۲۴۸$			$۲/۷۵۹^c \pm ۰/۵۹۷۸$		
	$۴۱/۵۶^a \pm ۳/۵۲۸$			$۳۲/۱۱^b \pm ۴/۸۰۷$			$۱۸/۳۳^c \pm ۱۸/۲۳$		



شکل ۲- منحنی ریرفکشن برای سه تیمار

جدول ۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه برای روش ریرفکشن

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
شدت تخریب	۲۳۱۶/۰۴۱	۲	۱۱۵۸/۰۲۰	۶۳/۲۹۹	۰/۰۰۰
منابع خطا	۴۳۹/۰۶۷	۲۴	۱۸/۲۹۴		
کل	۲۷۵۵/۱۰۷	۲۶			

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار برآورد روش ریرفکشن برای تیمارهای مورد بررسی

شماره پلات	جنگل با تخریب شدید		جنگل با تخریب متوسط		جنگل کم‌تر دست‌خورده	
	انحراف معیار	غنا گونه‌ای	انحراف معیار	غنا گونه‌ای	انحراف معیار	غنا گونه‌ای
۱ پلات	۰/۳۶۸	۱۹/۸۶	۰/۰۶۴	۲۸	۰/۴۸۴	۳۵/۷۵
۲ پلات	۰/۴۶۲	۱۳/۷۵	۰/۷۸۲	۳۳/۲۹	۱/۵۵۲	۴۵/۸
۳ پلات	۰/۰۰۲	۱۳	۰/۸۹۵	۲۹/۹۴	۱/۲۷۲	۳۶/۶۸
۴ پلات	۰/۵۱۸	۱۹/۵۹	۰/۸۹۲	۲۸/۹۷	۰/۸۶۵	۴۴/۱۸
۵ پلات	۰/۷۷۲	۱۷/۱۵	۱/۵۲۰	۳۶/۷۹	۰/۶۹۶	۴۵/۴۵
۶ پلات	۰/۵۵۱	۲۳/۶۷	۰/۴۹۲	۳۸/۷۵	۰/۶۴۰	۴۰/۵۷
۷ پلات	۰/۲۰۹	۱۵/۹۶	۱/۰۰۰	۳۲/۷	۰/۸۸۰	۳۸/۱۱
۸ پلات	۰/۵۸۹	۱۹/۶۱	۱/۰۴۵	۲۷/۴۶	۰/۱۲۷	۴۳/۹۸
۹ پلات	۰/۸۶۴	۱۹/۰۳	۰/۸۶۵	۲۳/۰۳	۰/۷۰۰	۳۴/۴۸
میانگین	۰/۴۸۲	۱۷/۹۶ <sup>c</sup>	۰/۸۴۰	۳۰/۹۹ <sup>b</sup>	۰/۸۰۲	۴۰/۵۶ <sup>a</sup>

حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد

جدول ۵- برآورد جک‌نایف با استفاده از پلات‌های مورد بررسی

پلات	جنگل با تخریب شدید		جنگل با تخریب متوسط		جنگل کم‌تر دست‌خورده	
	انحراف معیار	غنا گونه‌ای	انحراف معیار	غنا گونه‌ای	انحراف معیار	غنا گونه‌ای
یک پلات	۰/۰۰۱	۱۶/۶۷	۰/۰۰۱	۳۲/۳۳	۰/۰۰	۴۰/۸۹
دو پلات	۲/۸۳۳	۴۲/۳۹	۱/۹۴۴	۷۳/۲۸	۳/۵	۸۸/۱۷
سه پلات	۲/۹۵۷	۵۷/۵۹	۴/۷۹۲	۹۵/۳۷	۴/۳۱۱	۱۰۳/۹
چهار پلات	۲/۸۷۴	۵۷/۵۹	۷/۳۰۸	۱۱۱/۷	۴/۱۴۵	۱۱۸/۳
پنج پلات	۳/۲۶۹	۷۲/۶۹	۷/۲۶۳	۱۱۸/۶	۳/۹۵۱	۱۲۷/۶
شش پلات	۳/۸۳۷	۷۹/۰۷	۶/۳۶۱	۱۲۶/۲	۳/۸۵۵	۱۳۴/۴
هفت پلات	۴/۲۵۷	۸۵/۵۶	۶/۱۷۸	۱۳۳/۴	۴/۰۳۵	۱۴۳/۱
هشت پلات	۴/۵۱۹	۹۰/۷۴	۵/۲۷	۱۳۹/۳	۳/۵۹۹	۱۴۶/۸
نه پلات	۵/۰۶۷	۹۸/۱۱	۴/۸۰۷	۱۴۳/۷	۳/۵۲۸	۱۴۹

گونه‌های گیاهی منطقه ارسباران با استفاده از شاخص‌های غیر پارامتریک شاخص مارگالف به‌عنوان بهترین شاخص محاسبه غنا تعیین شد (۹). با این حال به هنگام استفاده از شاخص‌های رایج تعداد گونه، مارگالف و منهیک فرض بر

به‌منظور ارزیابی تنوع گونه‌های علفی در رانشستان بهره- برداری نشده با استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی مقادیر غنا و تنوع محاسبه شده و بالاترین غنا و تنوع در منطقه بدون بهره‌برداری مشاهده شد (۷). در ارزیابی تنوع زیستی

تخمین خواهد زد و برای رفع این مشکل باید نمونه‌برداری را افزایش داد (۱۷) و این روش قادر به برون‌یابی و تخمین تعداد گونه برای نمونه‌های بزرگتر نیست (۱). همچنین مقایسه جوامع با استفاده از روش ریرفکشن تنها برای واحدهای تاکسونومیک مشابه که با روش مشابه نمونه‌برداری شده باشند امکان‌پذیر است و این روش باید برای زیستگاه‌های یکسان و مشابه استفاده شود (۱). این روش برای تخمین تعداد گونه‌های مورد انتظار از یک مجموعه افراد انتخاب‌شده به‌طور تصادفی در یک نمونه (۳۲) و برای استاندارد کردن حجم نمونه‌ها (تعداد) افراد برای مقایسه جوامع نمونه‌برداری‌شده با شدت‌های متفاوت (۲۷) و یا کنترل تفاوت‌های نمونه‌برداری کاربرد مناسبی دارد. در نتیجه زمانی که اندازه نمونه متفاوت باشد و هدف مقایسه جوامع از نظر غنای گونه‌ای باشد روش ریرفکشن نسبت به شاخص‌های معمول مطالعات در ارجحیت است و برآورد دقیق‌تری را از غنای گونه‌ای ارائه می‌کند. منحنی - ریرفکشن افزایش تعداد گونه را با افزایش اندازه نمونه (تعداد افراد) یا با افزایش تعداد پلات نشان می‌دهد (شکل ۲). منحنی تجمع گونه‌ای تعداد کل گونه‌های شناسایی شده را در طول فرایند جمع‌آوری داده ثبت می‌کند (۱۳). اما بیان شده که منحنی‌های تجمع به دو دلیل نمی‌توانند بطور مستقیم غنای گونه‌ای را نشان دهند: ۱- در بعضی مناطق همواره با افزایش نمونه‌برداری تعداد گونه‌ها افزایش می‌یابد، در نتیجه منحنی همواره به سمت بالا حرکت می‌کند، ۲- محقق پایه‌ها را به طور تصادفی پشت سر هم ثبت نمی‌کند و معمولاً در طول ترانسکت و یا به صورت نواری گونه‌ها را ثبت می‌کند (۲۰). یک منحنی تجمع گونه‌ای تعداد کل گونه‌های شناسایی شده را در طول فرایند جمع‌آوری داده ثبت می‌کند (۳۳). تعداد بیشتر گونه‌ها در اجتماع و یکنواختی توزیع فراوانی گونه‌ها باعث می‌شود منحنی به سمت بالا حرکت کند. بالاترین منحنی مربوط به جنگل کمتر دست‌خورده به دلیل عدم تخریب و حفظ تعداد گونه‌ها در رویشگاه و پایین‌ترین منحنی مربوط به

جمع‌آوری تمام گونه‌ها در حجم نمونه (تعداد کل افراد موجود در نمونه) با اندازه یکسان می‌باشد تا غنای گونه‌ای بطور دقیق تعیین شود. از آنجاکه امکان آماربرداری صددرصد تمام گونه‌ها در یک منطقه وجود ندارد این مفهوم را می‌رساند که شاخص‌های مارگالف و منهینک نمی‌توانند اندازه دقیقی از غنای گونه‌ای را نشان دهند (۶). شدت نمونه‌برداری متفاوت در دو یا چند جامعه منجر به برآورد غنای گونه‌ای متفاوت در آن جوامع خواهد شد، در نتیجه با استفاده از شاخص‌های معمول مطالعات نمی‌توان جوامع را از نظر غنای گونه‌ای مقایسه کرد. Gamito (۱۶) و Magurran (۱۲) شاخص‌های مارگالف و منهینک را به‌عنوان شاخص‌های ساده برای برآورد غنای گونه‌ای معرفی کردند که از شدت نمونه‌برداری تأثیر می‌پذیرند و به‌اندازه نمونه حساس می‌باشند، زیرا مشکل اصلی در تخمین غنای گونه‌ای وابستگی غنا به شدت نمونه‌برداری است. از این جهت عدم توجه به شدت نمونه‌برداری مانع از مقایسه دقیق غنای گونه‌ای در مناطق مختلف می‌شود (۱۲). در این پژوهش با توجه به اینکه اندازه نمونه‌ها (تعداد افراد) متفاوت است، از این روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف برای استاندارد کردن شرایط نمونه‌برداری تیمارها برای مقایسه دقیق غنای گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. غنای گونه‌ای برآورد شده با روش‌های ریرفکشن و روش جک‌نایف نشان داد که جنگل کمتر دست‌خورده دارای غنای بیشتری نسبت به جنگل تخریب متوسط و تخریب شدید می‌باشد و جنگل با تخریب متوسط دارای غنای گونه‌ای بالاتری نسبت به جنگل تخریب شدید می‌باشد (جدول ۴ و ۵). ثابت شده است که روش ریرفکشن زمانی که اندازه نمونه جامعه متفاوت باشد نسبت به شاخص‌های مارگالف و منهینک در ارجحیت است. اما میان‌یابی از رابطه ریرفکشن بدون درک تأثیرات شدت نمونه‌برداری نتایج اشتباهی را با خود به همراه دارد (۱۳). همچنین اگر توزیع مکانی افراد به صورت کپه‌ای باشد این روش غنای گونه‌ای بیشتری را



نمونه‌برداری ثابت است. این دو فرض محدودیت استفاده از جک‌نایف در مناطق جنگلی بزرگ می‌باشد (۲۱). در یک منطقه نمونه‌هایی که انتخاب می‌شوند تنها بخشی از نمونه‌هایی است که از جمعیت در یک منطقه انتخاب شده‌اند و نتایج حاصل از این نمونه‌ها ممکن است با مقدار واقعی تفاوت داشته باشد (۲۸). جک‌نایف به‌عنوان یک روش آماری غیرپارامتری بر پایه‌ی اصل تکرار و خطای استاندارد استوار است معرفی شده است (۱۸). جک‌نایف یک روش مناسب در مواقعی که نمونه‌های کوچک در اختیار است کاربرد دارد و این روش از تمام داده‌ها با حذف تأثیر داده‌های غیرمعمول استفاده می‌کند و از آنجا که آماربرداری صددرصد در مناطق مختلف هزینه‌بر و وقت‌گیر می‌باشد از جک‌نایف به‌عنوان یک تکنیک و برآوردگر کلی و مناسب زمانی که تعداد کمی نمونه در سطحی معین در اختیار است می‌توان برای برآورد غنا در سطوح بزرگ استفاده کرد (۱۸). *hemantha* (۱۸) این روش را به‌عنوان بهترین تکنیک در برآورد نوسانهای موجودی معرفی کرد.

بیشترین مقدار برآورد جک‌نایف از غنای گونه‌ای دو برابر تعداد گونه‌های مشاهده شده است، در جنگل کمتر دست خورده ۱۱۷ گونه با استفاده از ۹ پلات ثبت شده که برآورد جک‌نایف برای این منطقه ۱۴۹ و حداکثر ۲۳۴ گونه خواهد بود. برای تیمار جنگل با تخریب متوسط و جنگل با تخریب شدید برآورد جک‌نایف به‌ترتیب ۱۴۴ و ۹۸ و حداکثر برآورد این روش دو برابر گونه‌های مشاهده شده است که برای دو تیمار برابر ۲۱۸ و ۱۳۴ می‌باشد.

بطور کلی با توجه به حساسیت بسیار کم روشهای ریفکشن و جک‌نایف به تفاوت‌های نمونه‌برداری (۲۰) و لزوم استاندارد کردن داده‌های جمع‌آوری شده برای مقایسه غنای گونه‌ای در بین مناطق، روشگاه‌ها و جوامع گیاهی (۱۷) (۲۵) و به‌طورکلی با توجه به گستردگی اکوسیستم‌های جنگلی و عدم امکان برداشت تعداد قطعات نمونه کافی در کنار اصل افزایش تعداد گونه‌ها با افزایش

جنگل با تخریب شدید به دلیل حذف تعداد زیادی از گونه‌ها می‌باشد. با افزایش شدت تخریب از غنا و تنوع گونه‌ها کاسته شده و باعث تغییر در ساختار جوامع از نظر ترکیب و تراکم گونه‌ها می‌شود (۲۴). منحنی جنگل با تخریب متوسط به منحنی جنگل کمتر دست‌خورده نزدیک‌تر است که نشان‌دهنده شباهت بیشتر این دو تیمار از نظر غنای گونه‌ای می‌باشد. در همین زمینه عنوان شده است که تخریب در سطح متوسط گاهی باعث ایجاد حفره و فراهم شدن شرایط برای استقرار گونه‌های مهاجم و نورپسند و افزایش تعداد گونه (غنای گونه‌ای) در یک منطقه می‌شود (۳۰).

روش جک‌نایف این امکان را به پژوهشگر می‌دهد تا تخمینی از تعداد گونه با توجه به اندازه نمونه‌ای که انجام نداده است به‌دست آورد. در این پژوهش بیشترین میزان برآورد شده از روش جک‌نایف مربوط به جنگل کمتر دست‌خورده و جنگل با تخریب متوسط است که با میزان شاخص تعداد گونه اختلاف زیادی دارد که نشان می‌دهد ناکافی بودن تعداد نمونه و شدت‌های نمونه‌برداری متفاوت منجر به تعیین نامطمئن غنای گونه‌ای می‌شود. همچنین جک‌نایف به‌عنوان بهترین روش برای برآورد غنای گونه‌ای در صورتی که نمونه‌برداری با استفاده از کوادرات انجام شود و هنگامی که تعداد کمی از پلات‌ها در یک منطقه نمونه‌برداری شده کاربرد دارد (۲۹) و برای استفاده از این روش نیاز است که اندازه پلات‌ها و شکل پلات‌ها یکسان باشند و برای برآورد غنا با استفاده از این روش نمی‌توان از مناطق قطعه قطعه شده استفاده کرد (۲۱). همچنین این روش را برای جامعه‌هایی که دارای تعداد زیادی گونه نادر هستند و همچنین در جوامعی که نمونه‌برداری اندکی انجام می‌شود و تعداد گونه کمتر از نصف گونه‌های حاضر است نمی‌توان استفاده کرد (۱). همچنین فرض‌هایی در استفاده از روش جک‌نایف وجود دارد، فرض اول بسته بودن جمعیت است یعنی هیچ افزایش یا کاهش در طول مشاهدات در گونه‌ها ایجاد نشود و فرض دوم شدت

به ذکر است این پژوهش برای اولین بار در جنگل‌های بلوط زاگرس انجام شده است و ضروریست تا پژوهش‌های مشابه و حتی کامل‌تر در سایر مناطق رویشی و با داده‌های پوشش گیاهی متفاوت انجام شود تا بتوان دستورالعمل جامعی در زمینه روش‌های ارزیابی غنا و تنوع گونه‌ای مختلف ارائه نمود.

شدت نمونه‌برداری از یکسو و متفاوت بودن تعداد افراد برداشت شده در هر قطعه نمونه بدلیل تراکم متفاوت گونه‌های چوبی و علفی از سوی دیگر، بر اساس نتایج این پژوهش روش‌های ریرفکشن و جک‌نایف برآورد دقیق‌تری از غنای گونه‌ای ارائه می‌دهد که می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق‌تر حفاظت اکوسیستم‌های جنگلی به‌ویژه جنگل‌های بلوط زاگرس کاربرد زیادی داشته باشد. لازم

## منابع

- ۱- اجتهادی، ح.، سپهری، ع.، عکافی، ح.، ۱۳۹۱. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۲۶ص.
- ۲- بهمنی، ح.، عطایی، ا.، جلالی، ع.، ۱۳۹۲. مقایسه‌ی شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل دارابکلا. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۵(۴):۵۵-۶۴.
- ۳- پرمای، ر.، شتایی جویباری، ش.، ۱۳۸۹. اثر عوامل فیزیوگرافی و انسانی بر تاج پوشش و تنوع گونه‌های چوبی در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های حفاظت شده قلاجه استان کرمانشاه). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸(۴):۵۳۹-۵۵۵.
- ۴- ذاکری پاشایی، م.، الوانی نژاد، س.، اسماعیل‌زاده، ا.، ۱۳۹۳. رابطه‌ی تنوع زیستی گیاهان با عوامل توپوگرافی در جنگل‌های غرب مازندران. بوم‌شناسی کاربردی، سال سوم، شماره هشتم.
- ۵- ریگی، م.، فخریه، ا.، ۱۳۹۲. مطالعه‌ی اثر شدت‌های مختلف چرا بر شاخص‌های غنا و تنوع پوشش‌های گیاهی به منظور حفاظت زیست‌بوم‌های مرتعی تفتان. حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۱۱۸-۱۰۵(۳):۱.
- ۶- سلامی، ا.، زارع، ح.، امینی اشکوری، ط.، اجتهادی، ح.، جعفری، ب.، ۱۳۸۶. بررسی و مقایسه‌ی تنوع گونه‌ای گیاهان در دو عرصه‌ی تحت چرا و قرق مرتع کهنه لاشک نوشهر. مجله‌ی پژوهش و سازندگی، ۲۰:۳۷-۴۶.
- ۷- عادل، م.ن.، پوربابایی، ح.، امید، ع.، ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع گونه‌های علفی در رانشستان‌های بهره‌برداری نشده (مطالعه‌ی موردی: رودبار گیلان). مجله‌ی زیست‌شناسی ایران، ۲۷(۴):۶۸۱-۶۹۰.
- ۸- قهساره اردستانی، ا.، بصیری، م.، ترکش، م.، برهانی، م.، ۱۲۸۹. شاخص‌های مناسب برای بررسی تنوع گونه‌ای در چهار مکان مرتعی استان اصفهان. مجله‌ی علمی پژوهشی مرتع، ۴(۱):۳۳-۴۶.
- ۹- محمدزاده، ا.، بصیری، ر.، تراهی، ع.ا.، ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی منطقه‌ی ارسباران با استفاده از شاخص‌های غیرپارامتریک در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا. مجله‌ی زیست‌شناسی ایران، ۲۷(۵):۹۴۹-۹۶۳.
- ۱۰- محمودی، ج.، ۱۳۸۶. بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان جنگل حفاظت‌شده در کلارآباد در سطح گروه‌های اکولوژیک. مجله‌ی زیست‌شناسی ایران، ۲۰(۴):۳۵۳-۳۶۲.

- 11- Ajbilou, R., Maranon, T. and Arroyo, J., 2006. Ecological and biogeographical analyses of Mediterranean forests of northern Morocco. *ActaOecologica*, 29:104-113.
- 12- Anne E. Magurran., 2004. Measuring biological diversity. Black Well Science Ltd, Chapter2. 53p.
- 13- Clarke, K., Lewis, M., 2011. Additive partitioning of rarefaction curves: Removing the influence of sampling on species diversity in vegetation surveys. *Ecological Indicators*, 11(1):132-139.
- 14- Death, R., 2008. Margalef index. Reference module in earth system and environmental sciences, *Encyclopedia of Ecology*, pp:2209-2210.
- 15- Frances, C., Rathbun, S., 1981. Rarefaction, relative abundance, and diversity of Avian communities. *American Ornithologists Union*, 98:785-800.
- 16- Gamito, S., 2010. Caution is needed when applying Margalef diversity index. *Ecological Indicators*, 15(2):550-551.
- 17- Gotelli, N., Chao, A., 2013. Measuring and estimating species richness, species diversity,

- and biotic similarity from sampling data. Encyclopedia of Biodiversity, Second Edition, pp:195-211.
- 18- Hemantha, S.B., Kumar, P., 2002. The Jackknife Estimator for Estimating Volatility of Volatility of a Stock, Corporate Finance Review, 7(3):13-21.
- 19- Jeffrey, A., 2006. Lessons from the past: Forest and Biodiversity. Scientific American, 225(3):116-132.
- 20- Joaquin, H., Paul, A.V., Gaspar, C., 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. Journal of Animal Ecology, 75:274-287.
- 21- Lam, T., Kieinn, ch., 2008. Estimation of tree species richness from large area forest inventory data: Evaluation and comparison Jackknife estimators. Forest Ecology and Management, 255(3):1002-1010.
- 22- Lima, T., Vieira, G., 2013. High plant species richness in monospecific tree plantation in the central Amazon. Forest Ecology and Management, 295:77-86.
- 23- Melo, A., Claudio, G., 2001. Evaluation of methods for estimating macroinvertebrate species Richness using individual stones in tropical streams. Freshwater Biology, 46:711-721.
- 24- Mishra, B.P., Tripathi, O.P., Tripathi, R.S., Pandey, H.N., 2004. Effects of anthropogenic disturbance on plant diversity and community structure of a sacred grove in Meghalaya, northeast India. Biodiversity and Conservation, 13: 421-436.
- 25- Moro, M., Lima, D., Matias, L., 2014. Rarefaction, richness estimation and extrapolation methods in the evaluation of unseen plant diversity in aquatic ecosystem. Aquatic Botany, 117:48-55.
- 26- Nidup, Sh., Dorji, T., Tshering, U., 2014. Taxon diversity of butterflies in different habitat types in Royal Manas national park. Journal of Entomology and Zoology studies, 2(6): 292-298.
- 27- Ricotta, C., Pavoline, S., Giovanni, B., Alicia, T., 2011. Functional rarefaction for species abundance data. methods in Ecology and Evolution, 3(3):519-525.
- 28- Sayed, M., 2015. General Jackknife Variance Estimator for Stratified Sampling Survey, International Mathematical Forum, 10(8):377-383.
- 29- Smith, Ch., Pontius, J., 2006. Jackknife estimator of species Richness with S-PLUS. Journal of statistical software, volum 15, Issue3.
- 30- Thomas, A., Justin, L., Callie, J., Daniel, C., 2014. Influence of gap scale disturbance on developmental and successional pathway in *Quercus- pinus* stands. forest ecology and management, 331:60-70.
- 31- Wilson, E.O., 1998. The current state of ecological diversity. In: Biodiversity, National Academy press, pp:210-231.
- 32- 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. ActaOecologica, 45:31-41.
- 33- Zhao, J., Ouyan, 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, Landscape and urban planning, 113-121.

## **Application of numerical indices "Rarefaction and Jackknife" to evaluate oak forest plant richness (Case study: Bane oak forest)**

**Valadi G., Eshaghi rad J. and Zrgaran M.R.**

**Forestry Dept., Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran**

### **Abstract**

In order to investigate the application of numerical indices to the evaluation of Rarefaction and Jackknife species richness in assessing the diversity of oak forests in Baneh, Kurdistan Province, three treatments with vegetation namely: the undisturbed, moderately disturbed, and highly disturbed due to anthropogenic factors were selected. Three forest patches with similar physiographic conditions of each treatment were selected and three 400m<sup>2</sup> plots were taken in each patch to record the floristic information. Type and abundance of understory species in 5 micro plots with 1.5×1.5 m dimensions were recorded in each sample. The results of Margalef index that were obtained using the data from herbaceous plants for undisturbed, moderately disturbed and highly disturbed were, 6.254, 4.803, and 2, respectively. The results of Minchin index for three treatments were, 1.628, 1.263, and 0.794 respectively. The results of number of species were, 41.56, 32.11, and 18.33 respectively. Rarefaction and jackknife methods were used to compare the richness of the three treatments. The results of Rarefaction method that were obtained using the data from herbaceous plants for undisturbed, moderately disturbed and highly disturbed were, 40.56, 30.99, and 17.96, respectively. Jackknife method estimated the richness of herbaceous species on 9 plots in each forest area to be equal to 149, 143.7, and 98.11, respectively. Generally, regarding to largeness of the forest ecosystems and impossibility of sufficient sampling in one hand and differences of the number of individuals which recorded in each sample due to different woody and herbaceous density in the other hand, Rarefaction and Jackknife methods estimate the species richness more accurately which can apply in the more accurately management and program of the forest ecosystem conservation specially in the Oak forest of Zagros region.

**Key words:** Oak, Disturbance, Species Richness, Margalef, Minchin