تنوع گونه‌ای مکان‌های اکولوژیکی مراتع کوهستانی چرِ ارومیه با تأکید بر شاخص‌های عددی و پارامتری

جواد معتمدی[۱*] و اسماعیل شیدای‌کرکج[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۳)

چکیده

شاخص‌های عددی تنوع، به‌تنهایی توصیف کاملی از چگونگی توزیع فراوانی و غنای گونه‌ها را ارائه نمی‌دهند؛ لذا شاخص‌های پارامتری نیز باید در مطالعه جوامع گیاهی، مورد توجه قرار گیرند. در این رابطه، شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای مربوط به مکان‌های اکولوژیکی مراتع کوهستانی چر شهرستان ارومیه محاسبه شد. سپس منحنی‌های درجه‌بندی تنوع و فراوانی- رتبه گونه‌ای مرتبط با مکان‌ها، ترسیم و مدل‌های توزیع فراوانی برای آنها با آزمون نکویی برازش، آزمون و بهترین مدل انتخاب شد. اختلاف معنی‌دار از نظر شاخص‌های عددی بین مکان‌ها وجود نداشت ولی هر کدام از شاخص‌ها، یکی از مکان‌ها را متنوع‌تر نشان داد و تشخیص مکان اکولوژیکی با تنوع بالا را با سختی مواجه می‌سازد. مشکل تفسیر، درخصوص نتایج منحنی‌های رسم شده درجه‌بندی تنوع و فراوانی- رتبه گونه‌ای نیز مشهود بود و آنها نیز قادر به شناسایی توزیع گونه‌ها و غنای آن نبودند. بنابراین، بررسی تنوع با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی و تطبیق انتشار گونه‌ای موجود با انتشار گونه‌های مورد انتظار، انجام شد. نتایج نشان داد؛ مدل لوگ نرمال که نشان‌دهنده جوامع با ثبات است، برای مکان‌های اکولوژیکی دورتر از کانون آشفتگی (محل اطراق شبانه دام)، قابل برازش است. بر اساس نتایج، توجه به شدت چرای دام (شدت متوسط) در مراتع، سبب حفظ تنوع زیستی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، چرای دام، مدل‌های توزیع فراوانی، مراتع چر

۱. بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: motamedi@rifr-ac.ir

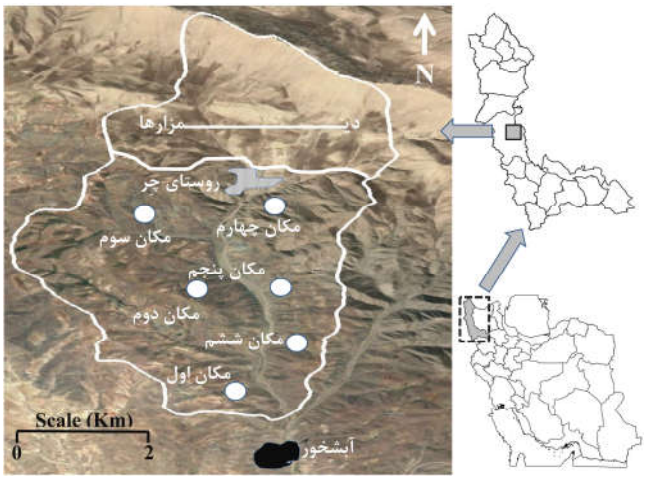
مقدمه

با توجه به سطح وسیع اکوسیستم‌های مرتعی و مشکلات مدیریتی که این اکوسیستم‌ها با آن مواجه‌اند، مطالعه جنبه‌های مختلف بوم‌شناسی آن حائز اهمیت است. در این میان، ویژگی‌های تنوع، از مفاهیم مهم در بوم‌شناسی اکوسیستم‌های مرتعی است (۸).

این ویژگی‌ها، به‌طور وسیع در مطالعات پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت اکوسیستم، ناشی از مدیریت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طریق مطالعه و اندازه‌گیری آن می‌توان دینامیک جامعه گیاهی و توزیع گونه‌ها را در محیط بررسی کرده و توصیه‌های مدیریتی لازم را ارائه کرد (۱۳). در این راستا، روش‌های متعددی برای ارزیابی و مطالعات تنوع گیاهی پیشنهاد شده است. دو گروه عمده از این روش‌ها شامل شاخص‌های عددی (غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای) و شاخص‌های پارامتریک (مدل‌های توزیع فراوانی، منحنی‌های فراوانی- رتبه‌ای، چیرگی- تنوع و منحنی درجه‌بندی تنوع) هستند (۱). با بهره‌گیری از شاخص‌های عددی تنوع، مطالعات متعددی در مورد تغییرات تنوع بر اثر مدیریت‌ها صورت گرفته است. برای مثال، تأثیر مدیریت چرا بر غنای گونه‌ای، در چمنزاری در کانزاس مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که سیستم‌های چرایی، تفاوت معنی‌داری از نظر تأثیرگذاری بر تنوع و غنای گونه‌ای ندارند، اما شدت‌های چرایی بر این شاخص‌ها تأثیرگذار است، به‌طوری که افزایش شدت چرا با کاهش فراوانی گیاهان چمنی دائمی همراه است (۱۶). همچنین تنوع و غنای گونه‌ای در امتداد گرادیان چرایی مختلف، در مراتع آفریقای جنوبی بررسی و گزارش شد که تنوع و غنای گونه‌ای در مناطق نزدیک محل استقرار شبانه دام که فشار چرا بیشتر است، دارای کمترین مقدار است (۱۵). با بررسی اثر شدت چرا بر غنای گونه‌ای مراتع کوهستانی البرز، گزارش شد که در واحد کوهستانی بالادست، با افزایش شدت چرا از چرای سبک به‌سمت چرای متوسط، غنای گونه‌ای تغییر نمی‌کند ولی در واحد کوهستانی میان‌دست و پایین‌دست، با افزایش شدت چرا از چرای سبک به‌سمت چرای متوسط و از چرای متوسط به‌سمت چرای شدید، غنای گونه‌ای کاهش می‌یابد (۴). ضمن اینکه با بررسی شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری تنوع در سه نوع مدیریت متفاوت چرا، گزارش شد که عرصه قرق و چرای سنگین به‌ترتیب بیشترین و کمترین غنا را دارند (۱).

آنچه از مطالعات مذکور نتیجه می‌شود، این است که تعدد شاخص‌های عددی تنوع و اینکه هر کدام از شاخص‌ها سعی دارند تا تنوع یک مکان اکولوژیکی یا یک جامعه را با یک عدد نشان دهند یا اینکه در متون مختلف مثلاً محاسبه شاخص شانون- وینر با استفاده از پایه‌های مختلف لگاریتمی ارائه شده است، باعث سردرگمی در تفسیر نتایج خواهد شد و قادر نخواهند بود که مدیریت را در تعیین چگونگی ساختار و نحوه انتشار گونه‌ها یاری کنند. بنابراین، همواره این سؤال مطرح است که برای ارزیابی تنوع در مناطق مختلف آب‌وهوایی، کدام شاخص کارامدتر است و بر اساس مقادیر شاخص‌ها؛ حد مطلوب غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای در هر اکوسیستم طبیعی درخصوص گونه‌های گیاهی چه میزان باید باشد. به‌دلیل مشکلات پیش رو و با علم بر اینکه شاخص‌های عددی تنوع، اگر چه می‌توانند به‌عنوان یک نشانگر سریع در مطالعات مربوط به مقایسه جوامع مورد استفاده قرار گیرند، لیکن به‌دلیل عدم تفسیر مناسب نتایج از نقطه نظر اکولوژیکی، نواقصی بر آنها وارد است. لذا شاخص‌های پارامتری تنوع نظیر مدل‌های توزیع فراوانی، پیشنهاد و برای مقایسه جوامع و پاسخ به سئوالات فوق، مورد استفاده قرار گرفتند.

با وجود اینکه نزدیک به سه دهه از پیشنهاد شاخص‌های مذکور می‌گذرد، مطالعات اندکی در جهت برازش مدل‌های توزیع فراوانی برای جوامع گیاهی و استفاده از شاخص‌های پارامتریک در اکوسیستم‌های طبیعی کشور، صورت گرفته است که می‌توان به بررسی تنوع گونه‌ای در شدت‌های مختلف چرا در مراتع حفاظت شده دشت موته و بررسی جوامع گیاهی کویر میقان اراک (۱۱) اشاره کرد. در این رابطه، تنوع گونه‌ای به‌عنوان



شکل ۱. موقعیت مکان‌های اکولوژیکی منطقه چر بر روی سامانه google Earth

یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های نشان‌دهنده تغییرات اکوسیستم‌ها معرفی شده و نتایج بررسی نشان داد که جوامع با تنوع گونه‌ای کم، از مدل سری هندسی (جوامع شکننده و بی‌ثبات) و جوامع با تنوع گونه‌ای بالا، از مدل لوگ نرمال (جوامع با ثبات) تبعیت می‌کنند. در این رهگذر از دیگر مطالعات می‌توان بـه تحقیقـات صورت گرفته درخصوص شاخص‌های مناسـب بـرای بررسـی تنوع گونه‌ای رویشگاه‌های مرتعـی (۷) و مـدل مناسـب توزیـع فراوانی تنوع گونه‌ای در سه شدت‌های مختلف چرا (۱۰) اشاره کرد. از تحقیقات انجام شده چنین استنباط مـی‌شـود کـه چـرا و دیگر انواع آشفتگی‌ها که در عرصه مراتع مطرح هستند، به‌طور مستقیم بر میزان و چگونگی تنوع پوشش گیاهی اثر می‌گـذارد و مطابق نظر ویلسون و تیلمان (۲۲)، نتایج به‌دست آمـده در ایـن خصوص یکسان نبوده است و دیدگاه متخصصـان بـرای همـه مناطق قابل تعمیم نیست. بنابراین، مقالهٔ حاضر با هدف مقایسـهٔ شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای در مراتع کوهستانی چِر ارومیه و تعیین مدل مناسب توزیع فراوانی تنوع گونه‌ای در واحـدهای اکولوژیکی، تنظیم شده است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

مراتع مورد بررسی با طول جغرافیـایی ″۱۵ ′۵۵ °۴۴ تـا ″۱۳ ′۵۷ °۴۴ و عرض جغرافیایی″۱۳ ′۴۶ °۳۷ تا ″۲۸ ′۴۹ °۳۷ ، در ارتفاع ۲۳۷۹ متر از سطح دریا پراکنش دارند (شکل ۱).

روش تحقیق

برای انجام پژوهش حاضر، در گام اول، شش مکان معرف برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به‌عنوان مکان اکولوژیکی درنظـر گرفته شد (شکل ۱). مکان‌های مذکور در دو جهت غالب منطقه و در طبقات مختلف ارتفاعی (سه طبقه ارتفاعی) پراکنش دارند. ضمن اینکه فاصله نسبت به کانون آشفتگی (محل اطراق شـبانه دام و آبشخور) در فواصل مختلف قرار دارند که مشخصات هر یک از آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

پس از انتخاب مکان‌هـای اکولـوژیکی، پوشـش گیـاهی در داخل پلات‌هایی که به فواصـل ۱۰ متـر از یکـدیگر در امتـداد ترانسکت‌های ۱۰۰ متری، اندازه‌گیری شد. در این خصوص، با استناد به منابع علمی و روابط آماری توصیه شـده بـرای مراتـع کشور (۲، ۸ و ۹)، تعداد ۶۰ پلات یک مترمربعی در هر یک از مکان‌ها به‌روش تصادفی سیستماتیک بـه‌کـار گرفتـه شـد و در داخل آنها درصد پوشش تاجی و تعـداد پایـه‌هـای گونـه‌هـای گیاهی ثبت شد.

در تحقیق حاضر، به‌دلیل لزوم مطالعه تمـام جوانـب تنـوع، محدود نکردن آن تنها به مطالعه یـک جنبـه از تنـوع گیـاهی و

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی مکان‌های اکولوژیکی

مکان اکولوژیکی	جامعه گیاهی	تعداد گونه گیاهی	جهت غالب	شیب غالب (درصد)	طبقه ارتفاعی (متر)	جمع امتیاز وضعیت	طبقه وضعیت مرتع	جمع نمرات گرایش	گرایش مرتع	فاصله از محل اطراق شبانه دام
اول	*Pteropyrum aucheri-Rosa conia*	۳۴	غربی	۱۰-۳۰	<۱۶۰۰	۲۹	فقیر	-۴	منفی	زیاد
دوم	*Pteropyrum aucheri-Astragalus microcephaalus*	۲۶	غربی	۲۰-۴۰	۱۶۰۰-۱۷۰۰	۲۴	فقیر	-۸	منفی	متوسط
سوم	*Pteropyrum aucheri-Astragalus microcephaalus*	۲۹	غربی	۲۰-۴۰	>۱۷۰۰	۱۶	خیلی فقیر	-۱۲	منفی	کم
چهار	*Astragalus microcephaalus-Pteropyrum aucheri*	۲۵	شرقی	۳۰-۵۰	>۱۷۰۰	۱۸	خیلی فقیر	-۱۰	منفی	کم
پنجم	*Pteropyrum aucheri-Astragalus microcephaalus*	۳۴	شرقی	۲۰-۴۰	۱۶۰۰-۱۷۰۰	۲۹	فقیر	-۷	منفی	متوسط
ششم	*Pteropyrum aucheri-Rosa conia*	۲۸	شرقی	۱۰-۳۰	<۱۶۰۰	۳۱	متوسط	-۱	منفی	زیاد

شناخت بهتر و حصول اطمینان از نتایج آن، در گام اول با استفاده از داده‌های درصد پوشش تاجی گونه‌ها، شاخص‌های عددی مربوط به غنای گونه‌ای مارگالف، یکنواختی سیمپسون و تنوع گونه‌ای شانون- وینر جهت ارزیابی تنوع گیاهی محاسبه شدند. در تکمیل شاخص‌های عددی، در گام دوم از شاخص‌های پارامتریک شامل منحنی درجه‌بندی تنوع و منحنی فراوانی- رتبه گونه‌ای و مدل‌های توزیع فراوانی (عصای شکسته، لوگ نرمال، سری لگاریتمی و سری هندسی) جهت بررسی گرافیکی تنوع گیاهی استفاده شد. جهت برازش هر مدل، نخست طبقات فراوانی برای داده‌های دیده شده تعیین، سپس شمار گونه‌های قابل انتظار در هر طبقه فراوانی بر پایه مدل فراوانی به‌کار برده شده، محاسبه شد. آزمون کای- اسکور برای ارزیابی ارتباط بین فراوانی گونه‌های دیده شده و فراوانی قابل انتظار در هر یک از طبقات یاد شده به‌کار برده شد. در این آزمون چنانچه P محاسبه شده بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، مدل پذیرفته شده و در غیر این‌صورت مدل رد می‌شود.

محاسبه شاخص‌های عددی و رسم منحنی درجه‌بندی تنوع و برازش مدل‌ها در محیط نرم‌افزار PAST نسخه ۳/۱۸ و رسم منحنی فراوانی- رتبه گونه‌ای توسط نرم‌افزار Biodiversity نسخه ۲ انجام شد. همچنین با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها بر اساس آزمون کولموگراف- اسمیرنوف، آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه میانگین دانکن جهت پی‌بردن به اختلاف موجود و مقایسه شاخص‌های عددی بین مکان‌های اکولوژیکی از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد.

نتایج

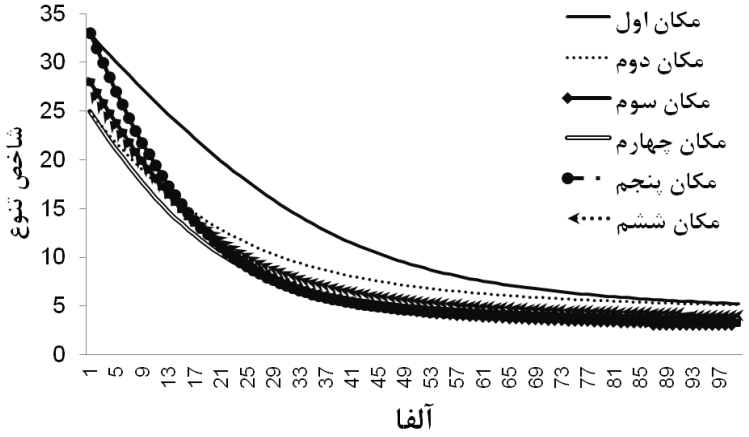
مقادیر شاخص‌های عددی هر یک از مکان‌های اکولوژیکی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در سطح احتمال ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار از نظر شاخص‌های عددی بین مکان‌های اکولوژیکی وجود دارد ولی به‌هنگام مقایسه مکان‌ها، هر کدام از این شاخص‌ها، یکی از مکان‌های اکولوژیکی را متنوع‌تر به‌حساب می‌آورند.

منحنی درجه‌بندی تنوع گونه‌ای که بر اساس شاخص رنی (Renyi) محاسبه شده و به‌منظور اثبات و ایجاد اطمینان بیشتر از مقایسه تنوع دو مکان اکولوژیکی به‌ار گرفته شد، در شکل ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. تجزیه واریانس مقادیر شاخص‌های یکنواختی، غنا و تنوع گونه‌ای در مکان‌های اکولوژیکی

مکان اکولوژیکی	شاخص غنای گونه‌ای مارگالف	شاخص یکنواختی سیمپسون	شاخص تنوع گونه‌ای شانون- وینر
اول	۲/۶۹a	۰/۶۶a	۱/۶۴a
دوم	۱/۷۹b	۰/۶۸ a	۱/۳۹ab
سوم	۲/۳۵a	۰/۶۲ a	۱/۴۲ab
چهارم	۱/۶۲b	۰/۵۸ a	۱/۱۴b
پنجم	۲/۳۳a	۰/۵۵ a	۱/۳ab
ششم	۱/۴۸b	۰/۶۱ a	۱/۱۹b
F	۷/۵**	۱/۲۱ns	۲/۲۵*
Sig.	۰/۰۰۰	۰/۳	۰/۰۴۸

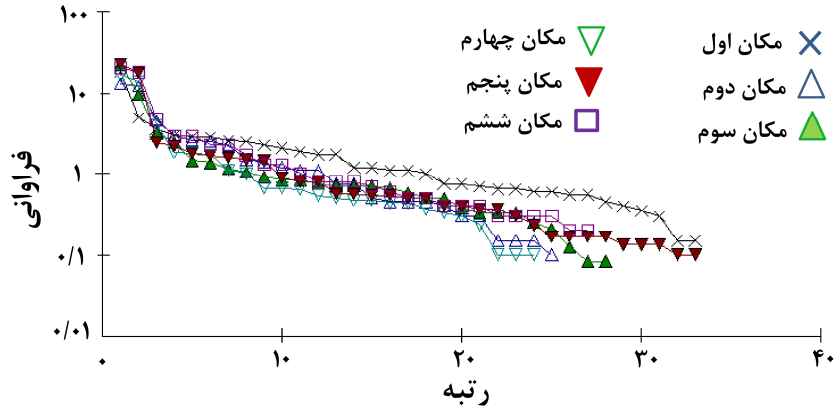
حروف a و b و ... نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار برای هر شاخص در سطح ۰/۰۵ بین مکان‌های اکولوژیکی است.



شکل ۲. منحنی درجه‌بندی تنوع مکان‌های اکولوژیکی

نتایج نشان می‌دهد با توجه به عدم قطع شدن پروفیل مربوط به سایت یک، توسط پروفیل‌های سایر سایت‌ها و بالاتر قرار گرفتن پروفیل مربوطه نسبت به سایر پروفیل‌ها، تنوع مکان اول نسبت به مکان‌های دیگر بیشتر است. اما به‌دلیل اینکه منحنی مرتبط با هر یک از مکان‌های دیگر، همدیگر را قطع کرده‌اند؛ امکان مشخص کردن واحد اکولوژیکی با تنوع بالاتر وجود ندارد و به‌عبارتی قطع کردن منحنی‌ها بیانگر آن است که این مکان‌ها از لحاظ شاخص‌های عددی در تمامی موارد با هم قابل مقایسه نیستند و تصمیم‌گیری درخصوص تنوع گونه‌ای آنها مشکل است. لذا به‌منظور تصمیم‌گیری بهتر، منحنی فراوانی- رتبه گونه‌ای مربوط به مکان‌های مورد بررسی نیز که جهت بیان تفاوت تنوع گیاهی بین مکان اکولوژیکی به‌کار گرفته شد، در شکل ۳ ارائه شده است.

شکل ۳ نشان می‌دهد که منحنی مربوط به هر مکان اکولوژیکی، دارای شیب و طول خط متفاوتی از دیگری دارد. درنتیجه غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع آن مکان‌ها متفاوت خواهد بود و می‌توانند توسط مدل‌های مختلف ریاضی تشریح شوند. بر همین اساس، نتایج برازش مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای با اطلاعات مربوط به فراوانی و پوشش گونه‌ها، با استفاده از آزمون کای- اسکور و همچنین ترتیب تطابق هر یک



شکل ۳. منحنی فراوانی- رتبه گونه‌ای مکان‌های اکولوژیکی

جدول ۳. نتایج برازش داده‌های پوشش گیاهی با مدل‌های پارامتریک توزیع فراوانی و ترتیب معنی‌داری مدل‌ها در مکان‌های اکولوژیکی

مکان اکولوژیکی/ مدل	سری هندسی		سری لگاریتمی		عصای شکسته		لوگ نرمال	
	X^2	P	X^2	P	X^2	P	X^2	P
مکان اول	۳۱/۵۷	۰/۰۰۰۲	۱۹/۷	۰/۰۱۹	۲۵/۶۴	۰/۰۰۱	۳/۶۶	۰/۰۵۱
رتبه معنی‌داری	–		(b)		–		a	
مکان دوم	۱۳/۲	۰/۰۳۹	۱۵/۰۶	۰/۰۳۵	۱۹/۲۱	۰/۰۰۷	۱/۹۱	۰/۱۶
رتبه معنی‌داری	(b)		(c)		-		a	
مکان سوم	۸۰/۴۱	۰/۰۰۰	۴۹/۷	۰/۰۰۰	۵۹/۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
رتبه معنی‌داری	-		-		-		-	
مکان چهارم	۴۶/۹۵	۰/۰۰۰	۳۲/۳۴	۰/۰۰۰	۴۱/۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
رتبه معنی‌داری	-		-		-		-	
مکان پنجم	۱۳۰/۶	۰/۰۰۰	۷۴/۵	۰/۰۰۰	۸۹/۴۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰
رتبه معنی‌داری	-		-		-		-	
مکان ششم	۶۲/۳۵	۰/۰۰۰	۳۴/۲۷	۰/۰۰۰	۴۸/۲۴	۰/۰۰۰	۱/۴۳	۰/۲۳
رتبه معنی‌داری	-		-		-		a	

حروف a، b و ... بیانگر ترتیب معنی‌داری و برازش مدل‌ها در سطح ۵ درصد و حروف داخل پرانتز در سطح ۱ درصد است.

از مکان‌ها با مدل‌های توزیعی چهارگانه در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج نشان داد که مدل لوگ نرمال که نشان‌دهنده جوامع با ثبات است (۱۸)، برای مکان‌های اول، دوم و ششم با فواصل زیاد از کانون آشفتگی (محل اطراق شبانه دام)، قابل برازش است. مکان‌های اول و دوم که در محدوده‌هایی از آن شدت چرا به‌واسطه نزدیک بودن با کانون آشفتگی (محل آبشخور) به‌نسبت زیاد است، علاوه بر مدل لوگ نرمال، در سطح اطمینان بالاتر (کاهش خطای نوع اول آزمون) یعنی در سطح α=٪۱، با مدل سری هندسی و مدل لگاریتمی که نشان‌دهنده جوامع نابالغ با تنوع گونه‌ای پایین است، نیز تطابق دارند. برای سایت‌های سوم، چهارم و پنجم، هیچ مدلی با داده‌های حاصل تطابق ندارد.

بحث

نتایج مطالعه درخصوص شاخص‌های تنوع در این تحقیق نشان داد، اگرچه از نظر شاخص‌های عددی تنوع، بین مکان‌های اکولوژیکی اختلاف وجود دارد ولی به‌هنگام مقایسه آنها، هرکدام از این شاخص‌ها، یکی از مکان‌ها را متنوع‌تر به‌حساب می‌آورند. علت این امر، ناشی از تفاوت وزن و اهمیت نسبی است که در محاسبه مقدار آن به گونه‌های نادر و یا غالب توسط روابط محاسبه هر شاخص داده می‌شود (۱۷).

آنچه مسلم است با توجه به یکسان نبودن فاصله مکان‌های اکولوژیکی نسبت به کانون آشفتگی (محل اطراق شبانه دام)، اختلاف در مقادیر شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای، می‌تواند مرتبط با شدت چرا باشد. اگر چه در این رابطه، خصوصیات فیزیکی مرتع نیز می‌تواند، بسیار مؤثر باشد. در تأیید این امر، گزارش شد که عوامل فیزیوگرافی از جمله شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا، از فاکتورهای مهم در تنوع گونه‌ای هر یک از رویشگاه‌ها یا مکان‌های اکولوژیکی هستند (۱۴ و ۱۹). زیرا عوامل فیزیوگرافی موجب تغییر در میکرواقلیم و عوامل ادافیکی شده و درنتیجه کنش متقابل پوشش گیاهی، خاک و اقلیم سبب بهبود رویشگاه می‌شود و آشیان‌های مختلف اکولوژیک را برای گیاهان فراهم می‌کند. در این راستا، می‌توان بالا بودن مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون- وینر و همچنین شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در مکان اول را به خصوصیات فیزیوگرافی آن نسبت داد. معمولاً بیان می‌شود که در شیب‌های ملایم، به‌دلیل مساعدتر بودن شرایط خاکی و رطوبتی نسبت به شیب‌های تند، تنوع گونه‌ای بیشتر است (۵ و ۲۰). بنابراین می‌توان بیان کرد که به‌دلیل ارتفاع پائین‌تر و شیب ملایم‌تر مکان اول نسبت به دیگر مکان‌ها و فاصله زیاد آن نسبت به محل اطراق شبانه دام، مقادیر شاخص‌های غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای (ناهمگنی) آن به‌نسبت بالاتر از مکان‌های دیگر است.

همان‌گونه که ذکر شد؛ شاخص‌های عددی، کمتر قادر به تفکیک و الویت‌بندی مکان‌ها از هم هستند و نمی‌توان با اطمینان نسبت به رتبه‌بندی مکان‌های اکولوژیکی از نظر شاخص‌های عددی تنوع اظهار نظر کرد. با استفاده از منحنی درجه‌بندی تنوع گونه‌ای مکان‌های مورد بررسی نیز به‌دلیل قطع منحنی مربوط به مکان‌ها با هم، امکان تفکیک وجود ندارد. در این ارتباط، گزارش شده درصورتی که دو منحنی همدیگر را قطع کنند، دو واحد اکولوژیکی غیرقابل مقایسه بوده و نمی‌توان گفت کدام مکان متنوع‌تر است (۲۱) ولی نکته دیگری که از منحنی درجه‌بندی تنوع مشخص می‌شود، این است که چون مکان اول، منحنی درجه‌بندی تنوع آن، بالاتر از دیگر مکان‌هاست، همواره تنوع بیشتری نسبت به دیگر مکان‌ها دارد.

در تأیید ایرادات وارده به شاخص‌های عددی، گزارش شد که شاخص‌های تنوع، فقط تنوع را در یک نمونه یا جامعه به‌واسطه تعداد افراد تعیین می‌کند و بیشتر اطلاعات پوشش را بدون استفاده باقی می‌گذارند و تنها الگوی فراوانی (منحنی فراوانی- رتبه) می‌تواند خصوصیات یا ترکیب یک جامعه را توصیف کند (۱۲). منحنی فراوانی- رتبه، مفاهیم ویژه‌ای در رابطه با نحوه توزیع فراوانی گونه‌های غالب و نادر، همگنی یا ناهمگنی جامعه و یا حتی میزان تخریب اکوسیستم در رابطه با فراوانی گونه‌ها دارد. از طرفی، شکل آن نیز منعکس‌کننده ویژگی خاصی از جامعه است (۱۷). ضمن اینکه منحنی مذکور، چگونگی توزیع فراوانی گونه‌ها را با توجه به تغییر شیب و یکنواختی منحنی، نمایش می‌دهد و اطلاعات را قابل تفسیر می‌سازد (۱). بنابراین، مطالعه و بررسی منحنی‌های فراوانی- رتبه، جهت شناخت و بررسی بهتر تنوع مکان‌ها صورت گرفت. نتایج نشان داد مکان اول به‌دلیل کم‌شیب و کشیده‌تر بودن منحنی آن، از تنوع بالاتری نسبت به مکان‌های دیگر برخوردار هستند. طویل بودن منحنی مربوط به مکان تیپ گیاهی *Pteropyrum aucheri- Rosa conia* نیز بیانگر بالا بودن غنای گونه‌ای است که در این تیپ علاوه بر داشتن گونه‌های غالب زیاد (انتهای سمت راست منحنی در شکل ۳)، تعداد زیادی گونه نادر (انتهای سمت چپ منحنی در شکل ۳) وجود دارد.

در بررسی تطبیق مدل‌های چهارگانه، مشخص شد که فراوانی گونه‌های مکان اول و دوم در سطح اطمینان ۵٪=α از

مدل لوگ نرمال (که نشان‌دهنده جوامع با ثبات است) و در بازه اطمینان بالاتر (کاهش خطای نوع اول آزمون) یعنی در سطح α=٪۱ ، از مدل سری هندسی و مدل لگاریتمی پیروی می‌کند. حال آنکه مدل سری هندسی و سری لگاریتمی مختص جوامع تخریبی آلوده و نابالغ و با تنوع کم بوده که در معرض فشار قرار دارد و تعداد گونه‌های با فراوانی کم، در آن بسیار زیاد و تعداد گونه‌های با فراوانی بالا، بسیار کم است (۱۷ و ۱۸). بنابراین می‌توان اظهار نظر کرد که در محدوده‌ای از مکان‌های مذکور، کانون آشفتگی (فاصله از آبشخور) به‌عنوان عامل فشار عمل کرده است ولی با توجه به اینکه مکان‌های مذکور در اولویت اول از مدل سری لوگ نرمال (جوامع پایدار) پیروی می‌کنند، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عرصه‌های ذکر شده، هنوز توان برگشت‌پذیری خود را از دست نداده و با استراحت دادن عرصه‌های نزدیک محل آبشخور و اعمال مرتعداری طبیعی، می‌توان امیدوار بود که عرصه‌های مذکور به حالت اولیه قبل از تخریب برگردند. از همین نظر می‌توان مکان‌های اول و دوم را به‌عنوان آستانه اکولوژیکی نام برد. در تأیید مطالب فوق، گزارش شد که کاهش در تنوع زیستی، باعث می‌شود قدرت ارتجاعی محیط در برابر نوسانات و دخالت‌های بشری به حداقل برسد (۱۳). اگر تعداد و فراوانی گونه‌های موجود که نشان‌دهنده تنوع است، در شرایط بهتری باشد؛ بازگشت به‌وضع سابق هم سریع‌تر صورت می‌گیرد، در غیر این‌صورت بازگشت به حال قبلی قابل تصور نیست. نتایج نشان داد هیچ کدام از مدل‌های توزیع فراوانی برای سایت‌های سوم، چهارم و پنجم با وجود تعداد نمونه کافی، برازش نیافتند. به‌نظر می‌رسد به‌علت کم بودن فراوانی گونه‌ها در طبقات فراوانی و غنای پایین منطقه یا ناهمگونی داده‌ها، امکان استفاده از آزمون کای‌اسکور و برازش داده‌ها با مدل‌ها امکان‌پذیر نبوده است (۳).

نتایج تطبیق مدهای چهارگانه در دیگر مکان‌ها نشان داد که مکان ششم نیز از مدل لوگ نرمال پیروی می‌کند و با توجه به این‌که این مدل در جوامع پایدار وجود دارد و در این جوامع، گونه‌های با فراوانی متوسط، بسیار زیاد است (۱۸)، لذا این نکته آشکار می‌شود که با اعمال چرای متوسط در عرصه می‌توان به پایداری مرتع دست یافت. نتایج به‌دست آمده، فرضیه تخریب در حد متوسط را تأیید و همچنین این فرض را که در جوامع تحت تخریب و چرا، یک تغییر از مدل لوگ نرمال (تخریب کمتر) به‌سمت مدل لگاریتمی و هندسی (تخریب بیشتر) به‌وجود می‌آید را حمایت می‌کند. نتیجه اینکه جوامع گیاهی تا حد تخریب متعادل و دست‌کاری محدود (چرای متوسط)، مجاز بوده و غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای را افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان داد که شاخص‌های عددی، به‌تنهایی قادر به‌نحوه انتشار گونه‌ها نیستند و به‌دلیل عدم تفسیر نتایج از نقطه نظر اکولوژیکی، نواقصی بر آنها ایراد وارد است و بهتر است که این‌گونه شاخص‌ها همراه با شاخص‌های پارامتری نظیر منحنی درجه‌بندی تنوع، منحنی‌های فراوانی- رتبه‌ای و مدل‌های توزیع فراوانی در شناسایی جوامع گیاهی، مورد مطالعه قرار گیرند. در این خصوص به‌منظور پایش ملی مراتع، ضرورت دارد که ضمن مشخص کردن سطح نمونه‌برداری و تعداد واحد نمونه‌برداری قابل اعتماد؛ حد مطلوب غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای در مناطق مختلف آب‌وهوایی مشخص و شاخص‌های کارامد معرفی شوند تا بر مبنای آنها بتوان ضمن آگاهی از ساختار جامعه گیاهی و نحوه انتشار گونه‌ها، مدیریت مرتع را در انتخاب نوع مدیریت (چرا، قرق و مرتع‌کاری) و تشخیص به‌هنگام جوامع در حال تخریب، مناطق بحرانی و تعیین آستانه-های اکولوژیکی یاری کرد. ذکر این نکته ضروری است که از دیدگاه مرتعداری، بالابودن مقادیر شاخص تنوع، دلیل بر بهبود وضعیت منطقه نیست، بلکه باید همراه با آن به بررسی ترکیب گونه‌ای نیز پرداخت و مشخص کرد که درنتیجه تغییرات ایجاد شده، کدام دسته از گونه‌های گیاهی در منطقه افزایش یافته‌اند. مدل‌های توزیع فراوانی به‌کار برده شده در این پژوهش، جزء مدل‌های آماری محض هستند که در آنها هیچ‌گونه پیش فرضی در ارتباط با روابط متقابل گونه‌ها در تحلیل فراوانی آنها وجود

ندارد و تنها بر اساس یک‌سری پارامترهای مشخص نظیر درصد پوشش تاجی، تعداد گونه‌ها و...، توزیع فراوانی گونه‌ای تعیین می‌شود. به‌عبارتی هر طبقه از توزیع، همیشه دارای تعداد مشخصی گونه است و داده‌ها برداشتی از هر جامعه و با هر ویژگی که باشند، طبقه اول کلاس فراوانی، تعداد ثابتی گونه دارد. همچنین به‌نظر می‌رسد با وجود برتری مدل‌های پارامتری تنوع نسبت به شاخص‌های عددی تنوع، این ایراد نیز بر آنها وارد است که در تعیین توزیع فراوانی گونه‌ای در یک منطقه، توزیع فراوانی گونه‌ای از چند مدل پیروی می‌کند. بر همین اساس به‌تازگی توجه اکولوژیست‌ها به مدل‌های تقسیم آشیان اکولوژیک نظیر؛ چیرگی پیش‌دست، جورسازی تصادفی، شکست تصادفی، شکست توانی، شکست مک‌آتور و زوال چیرگی که از آنها به‌عنوان مدل‌های بیولوژیک نام برده می‌شود (۶)، جلب شده است که ضرورت دارد در پژوهش جداگانه، هر دو دسته مدل‌های آماری (عصای شکسته، لوگ نرمال، سری لگاریتمی و سری هندسی) و بیولوژیک مورد مقایسه قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

۱. اجتهادی، ح.، ع. سپهری و ح. ر. عکافی. ۱۳۸۸. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۲۲۸ ص.

۲. ارزانی، ح. و م. عابدی. ۱۳۹۴. ارزیابی مرتع (اندازه‌گیری پوشش گیاهی)، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۵ ص.

۳. بی‌همتا، م. و م. ع. زارع چاهوکی. ۱۳۸۸. اصول آمار در علوم منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۰ ص.

۴. شکری، م.، ع. طویلی و ج. مولایی. ۱۳۸۴. اثر شدت چرا در غنای گونه‌های گیاهی در مراتع البرز. *مجله مرتع* ۱(۳): ۲۷۸-۲۶۹.

۵. شیدای کرکج، ا.، ج. معتمدی و ک. کریمی‌زاده. ۱۳۹۱. ارزیابی توان کاربری مرتع به‌روش سیستمی در حوزه آبخیز خانقاه سرخ ارومیه. *فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۱۹(۱): ۴۴-۲۳.

٦. فعال فیض‌آبادی، م.، پ. طهماسبی، ر. امیدی‌پور و ا. ظفریان. ۱۳۹۶. تغییر در توزیع فراوانی آشیان اکولوژیک گونه‌های گیاهی در طی مراحل مختلف توالی. *بوم شناسی کاربردی* ۶(۳): ۶۹-۵۷.

۷. قهساره اردستانی، ا.، م. بصیری، م. ترکش و م. برهانی. ۱۳۸۹. شاخص‌های مناسب برای بررسی تنوع گونه‌ای در چهار مکان مرتعی استان اصفهان. *مجله علمی پژوهشی مرتع* ۴(۱): ۳۹۷-۳۸۷.

۸. مصداقی، م. ۱۳۸۴. بوم‌شناسی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۷ ص.

۹. معتمدی، ج.، ز. عبدلعلیزداه، ا. شیدای کرکج. ۱۳۹۵. روش‌های میدانی و آزمایشگاهی در پژوهش گراسلندها و تولیدات دامی. انتشارات دانشگاه ارومیه، ۳۵۰ ص.

۱۰. معتمدی، ج. و ا. شیدای کرکج. ۱۳۹۳. مدل مناسب توزیع فراوانی تنوع گونه‌ای در سه شدت چرایی متفاوت در مراتع دیزج بطچی آذربایجان غربی. *نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران* ۶۷(۱): ۱۱۵-۱۰۳.

۱۱. میرداوودی، ح. ر. و ح. ا. زاهدی‌پور. ۱۳۸۴. تعیین مدل مناسب تنوع گونه‌ای برای جوامع گیاهی کویر میقان اراک و تأثیر برخی از عوامل اکولوژیک بر آن. *مجله پژوهش و سازندگی* ۶۸: ۶۵-۵۶.

12. Bell, G., M. J. Lechowicz and M. J. Waterway. 2000. Environmental heterogeneity and species diversity of forest sedges. *Journal of Ecology* 88: 67-87.

13. Hayek, L. A. C., M. A. Buzas and L. E. Osterman. 2007. Community structure of foraminiferal communities within temporal biozones from the Western Arctic Ocean. *Journal of Foraminifera Research* 37(1): 33-40.

14. He, M. Z., J. G. Zheng, X. R. Liaud and Y. L. Qian. 2007. Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateua, China. *Journal of Arid Environment* 69: 473-489.

15. Hendricks, H. H., W. J. Bond, J. J. Midgley and P. A. Novellie. 2005. Plant species richness and composition a long livestock grazing intensity gradients in a Namaqualand (South Africa) protected area. *Journal of Plant Ecology* 176: 19-33.
16. Hickman, K. R., D. C. Hartnett, R. C. Cochran and C. E. Owensby. 2004. Grazing management effects on plant species diversity in tall grass prairie. *Journal of Range Management* 57: 58-65.
17. Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Scientific, Oxford, 322 p.
18. Motamedi, J. and M. Souri. 2016. Efficiency of numerical and parametrical indices to determine biodiversity in mountain rangelands. *Acta Ecological Sinica* 36: 108-112.
19. Sheidai Karkaj, E., J. Motamedi, M. Akbarlou and A. Alijanpour. 2012. Floristic structure and vegetation composition of Boralan Mountainous rangelands in north-western Azerbaijan, Iran. *Journal of Rangeland Science* 2(4): 697-706.
20. Takyu, M., S. I. Aibas and K. Kanehiro. 2002. Effects of topography on tropical lower montane forest under different geological conditions on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 159: 35-49.
21. Tothmeresz, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science* 6: 283-290.
22. Wilson, S. D. and D. Tilman. 2002. Quadratic variation in old-field species richness along gradients of disturbance and nitrogen. *Ecology* 83: 492-500.

Species Diversity of Ecological Sites of Mountain Rangelands of Cher in Urmia with Emphasis on Numerical and Parametric Indices

J. Motamedi[1] and E. Sheidai Karkaj[2*]

(Received: March 11-2018; Accepted: Nov. 04-2018)

Abstract

Numerical indices of diversity, in their entirety, do not provide a complete description of distribution and richness of species. Therefore, parametric indices should be also considered in studying of plant communities. In this regard, the indices of species richness, evenness and diversity related to the ecological sites of Cher mountainous rangelands of Urmia were calculated. The diversity profiles and rank-abundance species curves related to each of the sites were plotted and finally species diversity distribution models were fitted to each of data set using the Goodness-of-fit test and then best model was selected. There was no significant difference in terms of numerical indices among sites, but each of the indicators showed one of the sites be more diverse and made it difficult to distinguish the ecological site with high diversity. The difficulty of interpreting results considering the curves of diversity profile and rank abundance-species was also observable and the pattern of species distribution could not be understood. Therefore, surveying diversity using speciesabundance distribution models and fitting the data with current species distribution models was carried out. The results indicated that Log-normal model can be fitted to all the types with moderate grazing intensity (sites far from resting points). based on the results considering to the proper grazing intensity could conserve the plant diversity.

Keywords: Species diversity, livestock grazing, abundance distribution models, rangelands of Cher.

1. Rangeland Res. Division, Res. Institute of Forests and Rangelands, Agric. Res. Edu. and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
2. Dep. of Range and Watershed Manag. Faculty of Natur. Resour. Urmia Univ. Urmia, Iran.
*: Corresponding Author, Email: motamedi@rifr-ac.ir