

## بررسی رابطه بین غنای گونه‌ای با پوشش گیاهی فرم‌های رویشی مختلف (مطالعه موردی: طالقان میانی)

سارا فرازمنند<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۰

### چکیده

کاهش تنوع گونه‌ای در اثر تغییر اقلیم و تغییر کاربری اراضی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر کارکردها و عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی اثر گذاشته است که این امر منجر به مطالعات گسترده‌ای در این زمینه شده است. در این تحقیق، رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد پوشش گیاهی در مراتع طالقان میانی بررسی شد. برای رسیدن به این هدف، ۳۵ سایت در منطقه مورد مطالعه انتخاب و در هر سایت ۲۱ پلات یک مترمربعی مستقر شد و پارامترهای درصد تاج‌پوشش هرگونه و غنای گونه‌های گیاهی اندازه‌گیری شد. برای بررسی روابط بین غنای گونه‌ای و پوشش گیاهی از مدل ترکیبی استفاده شد. غنای گونه‌ای به‌عنوان متغیر وابسته و درصد تاج‌پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر مستقل، وارد مدل شد. نتایج نشان داد که رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد تاج‌پوشش گیاهی به‌صورت گوسی شکل است و با افزایش درصد پوشش گیاهی، غنای گونه‌ای نیز افزایش می‌یابد و در مقدار تاج‌پوشش ۰/۶۰٪، میزان غنای گونه‌ای حداکثر می‌باشد. همچنین حداکثر غنای گونه‌ای در سطح آشفستگی و استرس متوسط و کمترین غنای گونه‌ای در سطح آشفستگی و استرس کم مشاهده شد. علاوه بر این در فرم‌های رویشی مختلف نیز، روابط مشابهی به دست آمد.

**کلیدواژه‌ها:** رابطه گوسی، طالقان، غنای گونه‌ای، فرم رویشی، مدل ترکیبی.

۱. استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، sara\_farazmand@yahoo.com

\* این مقاله برگرفته از پژوهش مستقل است.

## مقدمه

از دست رفتن تنوع زیستی در سراسر جهان و تأثیر آن بر کارکردها و عملکرد اکوسیستم در طول چند دهه گذشته، منجر به شروع مطالعات زیادی در این زمینه شده است (تیلمان<sup>۱</sup>، لورا<sup>۲</sup>؛ ۱۹۹۹؛ لورا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ واردل<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱). تنوع و غنای گونه‌ای از مفاهیم مهم در مدیریت پوشش گیاهی هستند و نقش مهمی در سلامت، تولید و ارزیابی اکوسیستم دارند. تنوع گونه‌ای بخش عمده‌ای از تنوع زیستی و یکی از مهم‌ترین پارامترهای نشان‌دهنده تغییرات اکوسیستم‌هاست (دره‌سیری و همکاران، ۲۰۲۰). پوشش گیاهی یکی از فاکتورهایی است که بر میزان غنای گونه‌ای تأثیر می‌گذارد (انباشت<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲). تنوع گونه‌ای نشان‌دهنده پیچیدگی موجودات یک جامعه است که تغییرات در اکوسیستم‌ها را به‌خوبی آشکار می‌سازد (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱). شایان ذکر است حفظ تنوع گونه‌ای یکی از اهداف اصلی مدیریت اکوسیستم است و بسیاری از پژوهشگران تنوع بالا را به‌عنوان پایداری سامانه‌های اکولوژیک در نظر می‌گیرند (نودهی<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).

اولین مطالعه در زمینه تعیین رابطه بین غنای گونه‌ای و پوشش گیاهی، مطالعه داهلس<sup>۶</sup> (۱۹۵۶) می‌باشد که رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد تاج‌پوشش گیاهی را در پوشش آلبی نروژ بررسی کرد. کمپ<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۳) طی تحقیقی نشان دادند که تولید با افزایش غنای گونه‌ای افزایش پیدا می‌کند. گریتنس<sup>۸</sup> و برایک (۲۰۰۳) بیان کردند که رابطه غنای گونه‌ای و درصد پوشش گیاهی به‌صورت گوسی بوده و این روابط از یک تیپ گیاهی به تیپ گیاهی دیگر متفاوت است. الحمد<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۰) در مناطق با درصد پوشش کم، رابطه خطی افزایشی و در مناطق با درصد پوشش بالا و همچنین در ترکیب داده‌های مناطق با درصد پوشش گیاهی بالا

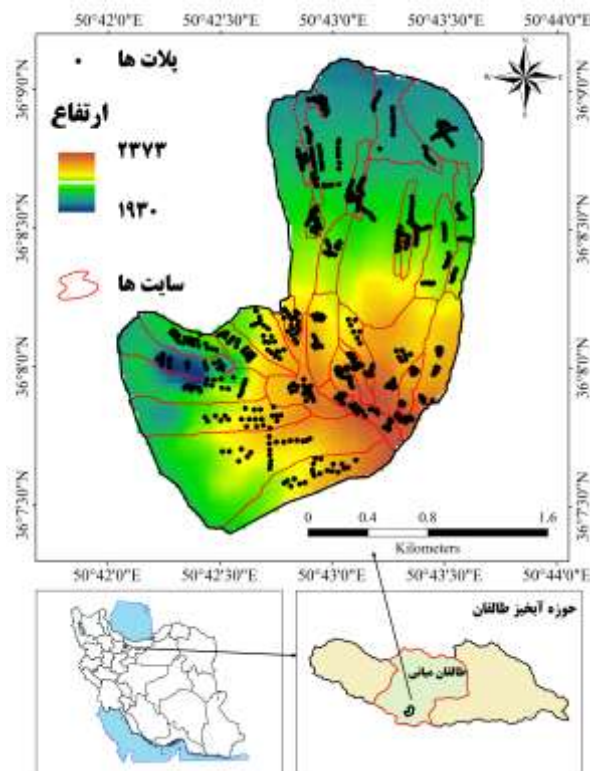
و پایین رابطه گوسی را به دست آوردند. سولورز<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۴) رابطه گوسی را برای بوته‌ها در ۲۲۴ سایت مناطق خشک که از ۱۶ کشور جهان (آرژانتین، استرالیا، شیلی، برزیل، چین، اکوادور، ایران، کنیا، مکزیک، اسرائیل، پرو، اسپانیا، تونس، آمریکا، ونزوئلا و مراکش) جمع‌آوری شده بودند، به دست آوردند. در داخل کشور، کرمی و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقی که صورت گرفته بود، بیان کردند که بین تنوع گونه‌ای و با پوشش گیاهی روابط متفاوتی (افزایشی خطی و کاهش خطی) در گروه‌های عملکردی مختلف مشاهده شد. دره‌سیری و همکاران (۲۰۲۰) رابطه بین تغییرات تنوع و غنای گونه‌ای با تولید را در مراتع استپی استان اصفهان بررسی کردند. درصد تاج‌پوشش در امتداد ترانسکت‌ها با استفاده از پلات‌های ثابت و تولید نیز با استفاده از روش اندازه‌گیری مضاعف برآورد شد. آن‌ها برای بررسی ارتباط بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای با پارامترهای تولید، ترکم و درصد تاج‌پوشش، از تحلیل همبستگی پیرسون و آنالیز رگرسیون چندمتغیره استفاده کردند. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد که رابطه معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و پارامترهای پوشش گیاهی وجود دارد. همچنین نتایج آنالیز رگرسیون نشان‌دهنده تأثیرگذاری متغیرهای تراکم، درصد پوشش پهن‌برگان علفی و درصد پوشش کل بر تولید است.

رابطه بین تنوع و خصوصیات دیگر به‌خصوص درصد تاج‌پوشش و تولید گیاهان، به مبحث مهمی در علم اکولوژی تبدیل شده و این رابطه و عوامل دخیل در آن، سؤال اساسی و بنیادی است که پاسخ به آن مستلزم ساختن مفاهیم حاصل از بوم‌شناسی و اکوسیستم و مدل‌سازی و ارائه روابط ریاضی در این زمینه است که در این تحقیق، این مهم انجام می‌شود. از آنجا که رابطه بین غنای گونه‌ای و پوشش گیاهی در کشور خیلی کم بررسی شده است، این مطالعه تلاش در جهت بررسی رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد تاج‌پوشش گیاهی در فرم‌های رویشی گیاهی مختلف در مراتع طالقان میانی دارد.

1. Tilman
2. Loreau
3. Wardle
4. Ambasht
5. Nodehi
6. Dahl's
7. Kemp
8. Grytnes
9. Alhamad

اساس مساحت هر سایت (پراکنش پلات‌ها متفاوت بود) انجام شد. تعداد پلات‌ها با استفاده از روش آماری (کریز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹) ۲۱ عدد (یک مترمربعی) و نمونه‌برداری در راستای دو تا سه ترانسکت (به طول ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر) در مناطق معرف سایت‌های مورد بررسی انجام شد (در کل منطقه، ۳۳۵ پلات نمونه‌برداری شد). در هر پلات ابتدا فهرست گیاهان موجود در هر پلات ثبت و فرم رویشی هرگونه گیاهی تعیین شد، قابل ذکر است که چون مراتع منطقه مورد مطالعه دارای جوامع گیاهی با فرم‌های رویشی مختلف و مراحل مختلف فنولوژیکی متفاوت هستند، زمان نمونه‌برداری (اواخر خرداد و در فصل بهار) طوری انتخاب شد که تقریباً کل جامعه مورد بررسی در مرحله اوج تولید باشد (مصدقی، ۲۰۰۱). در هر پلات، درصد پوشش گیاهی به تفکیک گونه برآورد شد (باربور<sup>۳</sup> و همکاران، ۱۹۸۹). برای بررسی شکل رابطه بین درصد تاج‌پوشش گیاهی- غنای گونه‌ای، از مدل‌های مختلف رگرسیونی استفاده شد؛ این مدل‌ها به‌گونه‌ای ساخته شدند که میزان غنای گونه‌ای (گونه در مترمربع) به‌عنوان متغیر وابسته (پاسخ) و میزان درصد تاج‌پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر مستقل در معادله‌ها وارد شدند.

در بررسی رابطه غنای گونه‌ای با درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی ابتدا ماتریس داده‌های درصد پوشش گونه‌های گیاهی در پلات و سایت‌های مختلف تولید شد. سپس با استفاده از پکیج وگان<sup>۴</sup> (اکسانن<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۶) و آی ام ای<sup>۶</sup> (بیستس<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۶) در نرم‌افزار R مدل‌سازی معادلات رگرسیونی صورت گرفت. در این تحقیق، از مدل ترکیبی<sup>۸</sup> برای مدل‌سازی روابط رگرسیونی بین غنای گونه‌ای و درصد پوشش گیاهی استفاده شد (برنهام و اندرسون<sup>۹</sup>، ۲۰۰۲). مدل ترکیبی شامل دو اثر ثابت<sup>۱۰</sup> و تصادفی<sup>۱۱</sup> است. در این تحقیق، سایت به‌عنوان اثر تصادفی و



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران  
Figure (1): Location of the study area in Iran

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در بخشی از مراتع طالقان میانی انجام شد (شکل ۱). از تلفیق نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی منطقه، نقشه واحدهای نمونه‌برداری منطقه تهیه شد. بر این اساس، ۳۵ واحد نمونه‌برداری به‌عنوان سایت‌های نمونه‌برداری در منطقه انتخاب شدند. این سایت‌ها دارای شرایط توپوگرافی مشابهی بوده و در محدوده اراضی دیمزارهای رهاشده و اراضی مرتعی واقع شده بودند و دارای شدت‌های چرای متفاوتی نیز بودند. بر اساس آثار شدت چرای دام، وضعیت و گرایش مرتع (۴ فاکتوره)، آثار فرسایش خاک و درصد سنگ و سنگریزه در هر سایت ۵ سطح آشفستگی و استرس به‌ترتیب آشفستگی بالا و استرس متوسط، آشفستگی متوسط و استرس متوسط، آشفستگی متوسط و استرس کم، آشفستگی کم و استرس متوسط و آشفستگی کم و استرس کم در منطقه شناسایی شدند (پارکر<sup>۱</sup>، ۱۹۵۱؛ عاشوری و همکاران، ۲۰۱۶). نمونه‌برداری بر اساس روش سیستماتیک طبقه‌بندی‌شده و در مناطق معرف بر

2. Krebs
3. Barbour
4. vegan
5. Oksanen
6. lme4
7. Bates
8. Generalized Linear Mixed Model (GLMM)
9. Burnham and Anderson
10. Fixed effect
11. Rrandom effects

بین غنای گونه‌ای و درصد تاج پوشش گیاهی برای پهن برگان، گندمیان و بوته‌ای‌ها مدل لگاریتمی-کوآدراتی است (جدول ۱). همچنین نتایج حاکی از این است که بیشترین واریانس در مدل‌سازی به وسیله اثر ثابت تبیین می‌شود (بر اساس مقادیر  $R^2_m$ ) و به ترتیب پهن برگان بیشترین و بوته‌ای‌ها کمترین میزان واریانس را دارند.

جدول (۱): مقایسه مدل‌های مختلف برازش داده شده با استفاده از AIC

برای غنای گونه‌ای در پهن برگان، گندمیان و بوته‌ای‌ها

Table (1): Comparison of different models fitted using AIC for species richness in broadleaf, wheat and shrubs

مدل	اثر ثابت	اثر تصادفی	AIC		
			پهن برگان	گندمیان	بوته
۱	بدون اثر ثابت	Null	۳۶۲۷/۴	۲۸۸۸	۲۰۵۹/۱
۲	ثابت	(1 site)	۳۵۱۴	۲۸۱۵/۹	۲۰۳۷/۸
۳		(B site)	۳۳۸۸/۶	۲۸۱۵/۸	۱۹۸۰/۹
۴		Null	۳۳۲۴/۲	۲۸۳۹	۱۹۲۹/۶
۵	خطی	(1 site)	۳۳۲۱/۷	۲۷۹۵/۲	۱۹۳۱/۶
۶		(B site)	۳۳۲۱/۸	۲۸۱۷/۸	۱۹۳۴/۲
۷		Null	۳۲۷۱/۸	۲۸۰۵	۱۸۵۵/۸
۸	کوآدراتی	(1 site)	۳۲۷۱/۶	۲۷۶۸/۹	۱۸۵۷/۸
۹		(B site)	۳۲۷۱/۶	۲۷۶۸/۸	۱۸۶۱/۸
۱۰		Null	۳۲۵۷/۹	۲۷۷۸/۵	۱۸۰۱/۴
۱۱	لگاریتمی-خطی	(1 site)	۳۲۵۷/۸۳۵	۲۷۴۵/۸	۱۸۰۳/۴
۱۲		(log(B) site)	۳۲۶۰/۳	۲۷۴۹/۲	۱۸۰۷/۴
۱۳		Null	۳۲۴۳/۴	۲۷۴۲/۹	۱۷۳۵/۶
۱۴	لوگ-کوآدراتی	(1 site)	۳۲۴۳/۸	۲۷۱۸/۰۵۱	۱۷۳۷/۶
۱۵		(log(B) site)	۳۲۴۲/۹	۲۷۲۲/۰۵۰	۱۷۴۱/۶
		$R^2_c$	۰/۴۵	۰/۳	۰/۵۶
		$R^2_m$	۰/۴۴	۰/۲۴	۰/۵۶

بعد از تعیین بهترین مدل از بین مدل‌های انتخاب شده برای پهن برگان، گندمیان و بوته‌ای‌ها، بهترین مدل در هر فرم رویشی بر روی داده‌ها برازش داده شد و شکل آن تهیه شد. از آنجا که در این مطالعه، ۵ سطح آشفستگی و استرس وجود داشت که به صورت فاکتور وارد مدل شدند (برای نشان دادن مقادیر غنای گونه‌ای در هر کدام از سطوح آشفستگی و استرس)، برازش هر کدام از سطوح آشفستگی نیز وارد شد

درصد پوشش گیاهی به عنوان اثرات ثابت انتخاب شد. در مدل‌های رگرسیونی ساخته شده، آشفستگی به عنوان فاکتور وارد مدل شد. در این مدل‌ها درصد پوشش گیاهی به عنوان اثر ثابت هر بار به صورت مدل خالی<sup>۱</sup>، خطی<sup>۲</sup>، کوآدراتی<sup>۳</sup>، لگاریتمی-خطی<sup>۴</sup> و لوگ-کوآدراتی<sup>۵</sup> وارد مدل شد. اثر تصادفی نیز به صورت خالی، به صورت عرض از مبدأ<sup>۶</sup> (بدون اثر ثابت) و به صورت شیب خط<sup>۷</sup> (همراه با اثر ثابت) وارد مدل‌سازی شد. شایان ذکر است که مدل‌سازی روابط یک بار بدون وارد کردن اثر تصادفی انجام شد (۵ مدل رگرسیونی ذکر شده در بالا بدون اثر تصادفی).

از بین مدل‌های مختلف رگرسیونی برازش داده شده بر روی غنای گونه‌ای و درصد تاج پوشش گیاهی، بر اساس آماره معیار اطلاعات آکائیک<sup>۸</sup> (AIC) بهترین مدل انتخاب شد (برنهام و اندرسون، ۲۰۰۲). بر این اساس که نتایج این آماره برای هر کدام از اثرات جداگانه محاسبه شده و بر اساس کمترین مقدار این آماره، بهترین مدل انتخاب شد. در صورتی که اختلاف این آماره در دو یا بیش از دو مدل کمتر از مقدار ۲ عدد باشد، در این صورت هر دو و یا بیش از دو مدل به عنوان بهترین مدل انتخاب می‌شوند. در انتها نیز برای بهترین مدل مقادیر  $R^2_c$  و  $R^2_m$  (ناکاگاو و شلزدر<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۳) با استفاده از پکیج MuMin (بارتن<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۶) در نرم افزار R محاسبه شد. شایان ذکر است که  $R^2_m$  تغییرات تبیین شده به وسیله اثر ثابت را محاسبه می‌کند و  $R^2_c$  میزان تغییرات تبیین شده به وسیله هر دو اثر ثابت و تصادفی را محاسبه می‌کند (ناکاگاو و شلزدر، ۲۰۱۳).

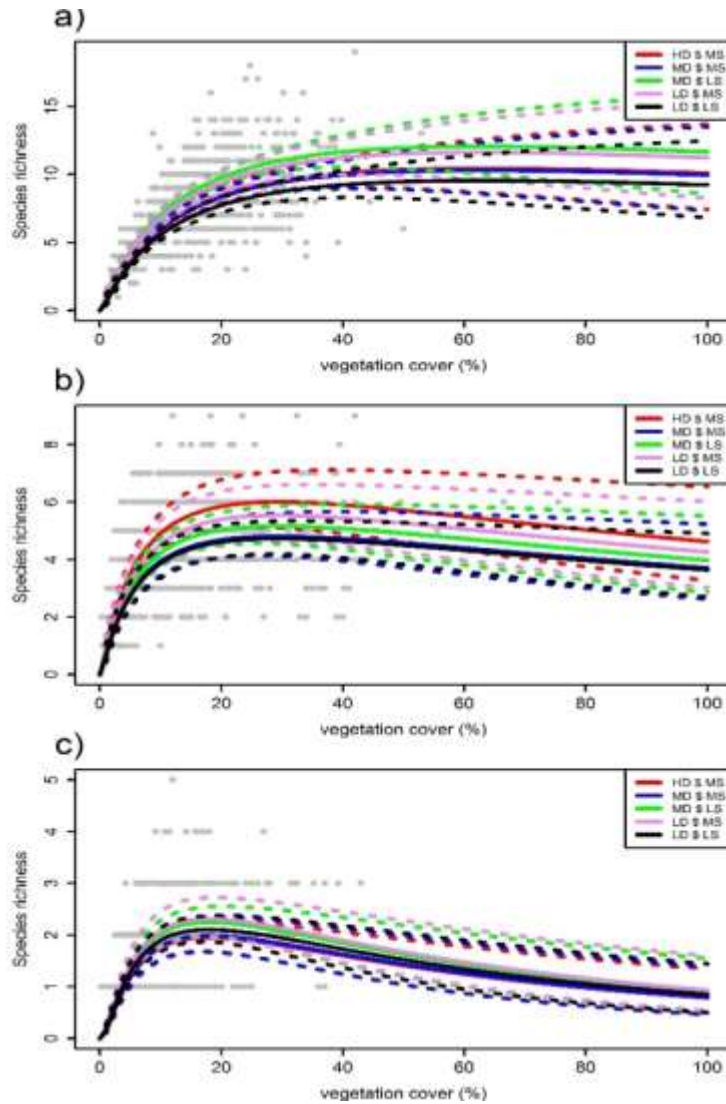
## نتایج

نتایج نشان داد که بهترین مدل برازش داده شده بر روی روابط

1. Null
2. Linear
3. Quadratic
4. Logarithmic-Linear
5. Log-quadratic
6. Intercept
7. Slope
8. Akaike Information Criterion (AIC)
9. Conditional R2
10. Marginal R2
11. Nakagawa and Schielzeth
12. Barton

کم مشاهده شد. در گندمیان بیشترین میزان غنای گونه‌ای در سطح آشفته‌گی بالا و کمترین آن در سطح آشفته‌گی و استرس کم مشاهده شد. همچنین در بوته‌ای‌ها بیشترین مقدار غنای گونه‌ای در سطح آشفته‌گی کم و استرس متوسط و کمترین آن در سطح آشفته‌گی بالا و استرس متوسط مشاهده شد (شکل ۲).

(شکل ۲). نتایج حاکی از این است که روابط بین غنای گونه‌ای در فرم‌های رویشی مختلف با درصد تاج‌پوشش گیاهی به صورت گوسی بوده ولی به صورت کامل نیست، در سمت چپ منحنی بیشتر مدل گوسی شکل مشاهده شد. همچنین در پهن‌برگان، بیشترین میزان غنای گونه‌ای در سطح آشفته‌گی و استرس متوسط و کمترین آن در آشفته‌گی و استرس



شکل (۲): رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد تاج‌پوشش گیاهی در فرم‌های رویشی مختلف (به ترتیب a = پهن‌برگان، b = گندمیان و c = بوته)

HD \$ MS = آشفته‌گی بالا و استرس متوسط؛ MD \$ MS = آشفته‌گی متوسط و استرس متوسط

MD \$ LS = آشفته‌گی متوسط و استرس کم؛ LD \$ MS = آشفته‌گی کم و استرس متوسط

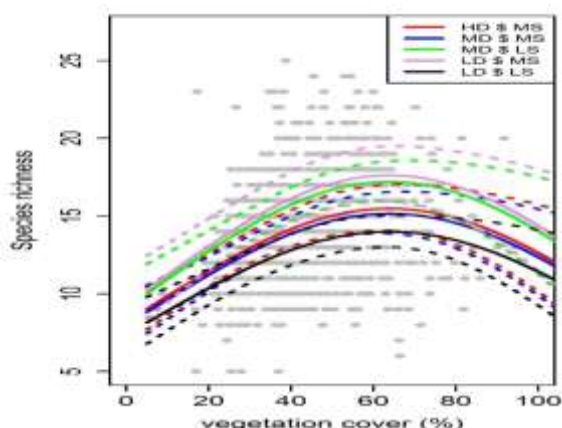
LD \$ LS = آشفته‌گی کم و استرس کم

Figure (2): Relationship between species richness and percentage of vegetation canopy in different vegetative forms (a = broadleaf, b = grasses and c = plant, respectively)

HD \$ MS = high turbulence and moderate stress; MD \$ MS = moderate turbulence and moderate stress

MD \$ LS = moderate turbulence and low stress; LD \$ MS = low turbulence and moderate stress

LD \$ LS = Low turbulence and low stress



شکل (۳): رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد پوشش گیاهی  
Figure (3): Relationship between species richness and vegetation percentage

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج کلی این مطالعه نشان داد که رابطه بین غنای گونه‌ای با درصد تاج پوشش گیاهی به صورت گوسی شکل است. از آنجا که غنای گونه‌ای یکی از مؤلفه‌های پایداری اکوسیستم است (چاپین<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۹) و شناسایی روابط آن با دیگر فاکتورها برای حفاظت از آن از اهمیت زیادی برخوردار است، در زمینه کنترل غنای گونه‌ای، پوشش گیاهی دارای مزایایی نسبت به بیوماس می‌باشد. میزان درصد پوشش گیاهی در مقایسه با اندازه‌گیری بیوماس می‌تواند با سرعت بیشتری صورت گیرد؛ در نتیجه می‌توان تعداد بیشتری نمونه را جمع‌آوری کرد. رابطه بین غنای گونه‌ای و پوشش گیاهی شاید در نتیجه اثرات رقابتی بیشتر برای منابع در دسترس (از جمله نور، مواد غذایی، فضای لازم برای هرگونه و...) باشد تا اینکه برای ارزش واقعی بیوماس انباشته‌شده توسط جامعه باشد (گریس، ۱۹۹۹). نتایج بررسی رابطه بین غنای گونه‌ای با پوشش گیاهی نشان داد که با افزایش میزان درصد پوشش گیاهی میزان غنای گونه‌ای نیز افزایش می‌یابد و این روند افزایشی تقریباً تا سطح ۶۰٪ پوشش گیاهی ادامه دارد، سپس با افزایش درصد پوشش گیاهی، میزان غنای گونه‌ای کاهش می‌یابد. کاسکادو و همکاران (۲۰۰۴) نیز حداکثر غنای گونه‌ای را در ۶۰٪ پوشش گیاهی گزارش کردند.

کاهش غنای گونه‌ای در میزان بالای درصد پوشش گیاهی (بیش از ۶۰٪) می‌تواند به دلیل کاهش دریافت نور باشد که

جدول (۲): مقایسه مدل‌های مختلف برازش داده شده با استفاده از AIC برای غنای گونه‌ای در کل منطقه

مدل	اثر ثابت	اثر تصادفی	AIC
۱		Null	۳۹۵۷/۸
۲	بدون اثر ثابت	(I site)	۳۸۵۴/۹
۳		(B site)	۳۸۵۰/۸
۴		Null	۳۸۵۲/۹
۵	خطی	(I site)	۳۸۱۸/۲
۶		(B site)	۳۸۲۲
۷		Null	۳۸۳۹/۸
۸	کوآدراتی	(I site)	۳۸۰۴/۵
۹		(B site)	۳۸۱۳/۸
۱۰		Null	۳۸۴۵/۵
۱۱	لگاریتمی خطی	(I site)	۳۸۰۹/۶
۱۲		(log(B) site)	۳۸۱۳/۶
۱۳		Null	۳۸۴۳/۲
۱۴	کوآدراتی	(I site)	۳۸۰۷/۵
۱۵		(log(B) site)	۳۸۱۱/۳
		$R^2_c$	۰/۲۳
		$R^2_m$	۰/۱۴

پس از تعیین بهترین مدل از بین مدل‌های انتخاب‌شده (مدل کوآدراتی به صورت عرض از مبدأ)، این مدل بر روی داده‌ها برازش داده شد و شکل آن تهیه شد (شکل ۳). نتایج نشان داد که غنای گونه‌ای با افزایش میزان درصد پوشش گیاهی افزایش می‌یابد و سپس با افزایش بیشتر درصد پوشش گیاهی، میزان غنای گونه‌ای کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر رابطه بین غنای گونه‌ای و درصد پوشش گیاهی دارای دو فاز افزایشی و کاهش می‌باشد (رابطه گوسی). میزان غنای گونه‌ای در سطح آشفته‌گی کم و استرس متوسط و همچنین آشفته‌گی متوسط و استرس کم بالاترین مقدار و در سطح آشفته‌گی کم و استرس کم کمترین مقدار است (شکل ۳). بر اساس نتایج (شکل ۳) بالاترین میزان غنای گونه‌ای در ۶۰ تا ۶۵٪ پوشش گیاهی حاصل شد.

(۲۰۰۰) در بررسی روابط بین غنای گونه‌های و پوشش گیاهی در گروه‌های عملکردی مختلف روابط خطی افزایشی ولی برای گیاهان چوبی گروه اول، رابطه کاهشی خطی را گزارش کردند. همچنین نتایج حاکی از این بود که بیشترین میزان غنای گونه‌های در گندمیان در سطح آشفته‌گی بالا مشاهده شد، که این امر می‌تواند به دلیل اثر شدت چرا و آشفته‌گی بر روی گونه‌های خانواده گندمیان باشد. در این رابطه، باکر و الف<sup>۴</sup> (۲۰۰۳) بیان کردند که چرای مناسب دام باعث افزایش غنای گونه‌های در گندمیان و در نتیجه کاهش رقابت برای استفاده از منابع موجود می‌شود.

به‌طور کلی، برای کل منطقه مورد مطالعه، رابطه گوسی‌شکل بین غنای گونه‌های و پوشش گیاهی مشاهده شد. از آنجا که اندازه‌گیری پوشش گیاهی نسبت به سایر پارامترها از جمله بیوماس راحت‌تر و دست‌یافتنی‌تر است، می‌تواند به‌عنوان پارامتری برای پیش‌بینی غنای گونه‌های در مراتع به کار رود و همچنین چون بررسی این رابطه در مراتع کشور کمتر صورت گرفته و اینکه در چه آستانه‌های از درصد پوشش گیاهی میزان غنای گونه‌های حداکثر است، بررسی این رابطه می‌تواند به مدیریت و حفظ هرچه بیشتر پوشش گیاهی برای رسیدن به میزان غنای گونه‌های بهینه در اکوسیستم نیز کمک کند.

منجر به ایجاد رابطه گوسی خواهد شد. همچنین سولیور و همکاران (۲۰۱۴)، رابطه گوسی را برای بوته‌های‌ها در مناطق خشک گزارش کردند. رجمانک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۴) نیز رابطه گوسی را بین غنای گونه‌های و پوشش گیاهی در شمال اتریش گزارش کردند. نتایج حاصل از رابطه غنای گونه‌های با درصد پوشش گیاهی با نتایج گریتنس کاسادو و همکاران (۲۰۰۴)، رجمانک و همکاران (۲۰۰۴)، الحمد و همکاران (۲۰۱۰) و سولیور و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد، ولی با نتایج لوبل<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) که رابطه افزایشی خطی را بین غنای گونه‌های و پوشش گیاهی گزارش کردند، مطابقت ندارد.

نتایج نشان داد که بیشترین میزان غنای گونه‌های در سطح آشفته‌گی و استرس متوسط و کمترین آن در سطح آشفته‌گی و استرس کم مشاهده شد. محققان بیان کردند که بر اساس نظریه آشفته‌گی متوسط (هوستن<sup>۳</sup>، ۱۹۷۹) بیشترین میزان غنای گونه‌های در سطح آشفته‌گی و استرس متوسط حاصل می‌شود و همچنین آشفته‌گی و استرس کم نیز کمترین میزان غنای گونه‌های را شامل می‌شود (رجمانک و همکاران، ۲۰۰۴). بر اساس نتایج رابطه گوسی‌شکل در فرم‌های رویشی مختلف (گندمیان، پهن‌برگان و بوته‌ای‌ها) به‌صورت کامل مشاهده نشد و فقط در سمت چپ مدل گوسی‌شکل مشاهده شد. کرمی و همکاران

## منابع

- Alhamad, N.M., Oswald, B.P., Bataineh, M.M., Alrababah, M.A. and Al-Gharaibeh, M.M., 2010. Relationships between herbaceous diversity and biomass in two habitats in arid Mediterranean rangeland. *Herbaceous diversity*, 1-26.
- Ambasht, R.S. and Ambasht, N.K., 2002. *Modern Trends in Applied Terrestrial Ecology*. Springer-Science+ Business Media New York, 367 P.
- Ashouri, P., Jalili, A., Danekar, A., Zare Chahouki, M.A. and Hamzeh'ee, B., 2016. Is there any support for the humped-back model in some steppe and semi steppe regions of Iran. *Acta Oecologica* 73, 61-70.
- Bakker, E.S. and Olff, H., 2003. Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grasslands. *Journal of Vegetation Science* 14, 465-474.
- Barbour, M.G., Burk, J.H. and Pitts, W.D., 1989. *Terrestrial Plant Ecology*, the Benjamin/ comings. California, 634 p.
- Barton, K., 2016. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.15.6.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. and Walker, S., 2016. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.1-12.
- Burnham, K.P. and Anderson, D.R., 2002. *Model Selection and Multimodel Inference a Practical Information-Theoretic Approach*. Springer Press, 487 p.
- Chapin, E.S., E.S. Zavaleta, V.T. Eviner, R.L. Naylor, P.M. Vitousek, H.L. Reynolds, C.U. Hooper, S. Lavrel, O.E. Sala, S.E. Hobbie, M.C. Mack & S. Diaz, 1999. Functional and societal consequences of changing biotic diversity. *Nature*, 405: 234-242.
- Dahl's, E., 1956. Mountain vegetation in South Norway and its relation to the environment. *Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Mat.-Naturv. Klasse 3*, 1-374.

11. Darehsiri Hassanabad, S., Sadeghinia, M., Borhani, M., Tazeh, M. and Morovati, M., 2020. Investigation of the relationship between production and biodiversity in steppe rangelands of Isfahan province. *PEC*. 8 (16): 55-78.
12. Grytnes, J.A. & Birks, H.J.B., 2003. The influence of scale and species pool on the relationship between vascular plant species richness and cover in an alpine area in Norway. *Plant Ecology*, 169 (2): 273–284.
13. Ghorbani, J., Taya, A., Shokri, M. and Naseri, H.R., 2011. Comparison of Whittaker and Modified – Whittaker plots to estimate species richness in semi-arid grassland and shrubland. *Journal of Desert*. 16: 17-22.
14. Huston, M.A., 1979. A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* 113, 81 -101.
15. Karami, P., Gorgin, M., Basiry, R. and Kargari, A., 2000. Species diversity in ecological species groups. *Journal of Environmental Studies* 34, 47-56.
16. Kemp, D.R., King, W., Mc, G., Lodge, G. M., Murphy, S. R., Quigley P.E. and Sanford, P., 2003. Plant species diversity and productivity in grazed permanent grasslands. *Proceedings of 11th Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy*, pp.138.
17. Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc. 624 p.
18. Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J.P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D., 2001. Biodiversity And Ecosystem Functioning: Current Knowledge And Future Challenges. *science*, 294 (5543): 804-808.
19. Löbell, S., Dengler, J., & Carsten H., 2006. Species Richness of Vascular Plants, Bryophytes And Lichens In Dry Grasslands: The Effects of Environment, Landscape Structure And Competition. *Folia Geobotanica* 41: 377–393.
20. Mesdaghi, M., 2001. *Vegetation description and analysis, a practical approach*. Mashhad jahad Daneshgahi Press, Mashhad, 333 P.
21. Nakagawa, S. and Schielzeth, H., 2013. A general and simple method for obtaining R<sup>2</sup> from generalized linear mixed effect models. *Methods Ecol Evol* 4, 283–294.
22. Nodehi, N., Akbarlou, M., Sepehry, A. and Vahid., H., 2015. Investigation of Stability and Relationships between Species Diversity Indices and Topographical Factors (Case Study: Ghorkhud Mountainous Rangeland, Northern Khorasan Province, Iran). *Journal of Rangeland Science*. 5(3), 192-201.
23. Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H. and Wagner, H., 2016. *Vegan: Community Ecology Package*. R package 2.4.0.
24. Parker, K.W., 1951. Application of ecology in the determination of range condition and trend. *Journal of Range Management* 7(1), 14-23.
25. Rejmánek, M., Rejmánková, E. and Holzner, W., 2004. Species diversity of plant communities on calcareous screes: the role of intermediate disturbance. *Preslia, Praha* 76, 207–222.
26. Soliveres, S., Maestre, F.T., Eldridge, D.J., Delgado-Baquerizo, M., Quero, J.L., Bowker, M.A. and Gallardo, A., 2014. Plant diversity and ecosystem multi functionality peak at intermediate levels of woody cover in global drylands. *Global Ecology and Biogeography* 23, 1408–1416.
27. Tilman, D., 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80, 1455–1474.
28. Wardle, D.A., 2001. No observational evidence for diversity enhancing productivity in Mediterranean shrub lands. *Oecologia* 129, 620–621.

## Investigating the Relationship Between Species Richness and Vegetation of Different Vegetative Forms: A Case Study of Middle Taleghan

Sara Farazmand<sup>1</sup>

Received: 08/02/2021

Accepted: 10/08/2021

### Extended Abstract

**Introduction:** The loss of biodiversity worldwide and its impact on ecosystems' functions and performance over the past few decades has led to the conduct of many studies in this regard. On the other hand, identifying the reasons behind and the processes involved in changes made in species diversity has remained a challenge in ecological research. However, as vegetation is one of the factors that affect the richness of species, this study sought to investigate the relationship between species richness and vegetation percentage in the middle Taleghan rangelands.

1. Assistant Professor in Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran; Sara\_farazmand@yahoo.com  
DOI: 10.22052/deej.2021.10.32.61



**Materials and Methods:** considering the effects of livestock grazing, pasture condition and tendency, soil erosion, soil depth, and the percentage of rocks and pebbles at each site, the researchers of this study identified five levels of turbulence and stress in order of importance, including high turbulence and medium stress, medium turbulence and medium stress, medium turbulence and low stress, low turbulence, and moderate stress and low turbulence and low stress. To this end, random-systematic sampling was performed on the representative areas of each sampling unit to collect the required samples.

Moreover, the number of plots was determined via the statistical method of 21 (one square meter) and the sampling was performed along two to three transects (100 to 150 meters long) in the representative areas of the study sites (a total of 735 plots). In each plot, first, the list of plants was recorded and their life forms were identified individually. Furthermore, different regression models were used to investigate the relationship between canopy cover percentage and species richness. These models were developed in such a way that the researchers were able to insert the amount of species richness (species per square meter) as a dependent variable (response) and the percentage of vegetation canopy as an independent variable in the relevant equations.

On the other hand, to investigate the relationship between species richness and canopy cover percentage of plant species, first, the matrix of the data regarding the plant species cover percentage in different plots and sites was produced, followed by the modeling of regression equations via *vegan* and *lme4* packages in R software. Moreover, this study used a hybrid model to model the regression relationships between species richness and vegetation percentage. To this end, the best model was selected based on AIC standard statistics from among different regression models fitted on species richness and percentage of the vegetation canopy. It should be noted that as the results of such a statistic are separately calculated for each effect, and that the best model is selected based on the lowest value of the statistic, two or more models are selected as the best model in cases where the difference of the statistic is less than 2 in two or more models. Finally, R2C and R2m values were calculated for the best model using the *MuMIn* package in R software.

**Results:** The study's results indicated that the logarithm-quadratic model was the best-fitted model for the relationships between species richness and percentage of vegetation canopy for forbs, grasses, and shrubs. It was also found that the highest variance in modeling was explained by the fixed effect (based on R2m values). Therefore, the broad-leaf weeds and the shrubs had the highest and lowest variance, respectively. The results also showed that the relationship between species richness in different vegetative forms and the percentage of vegetation canopy were Gaussian but not complete. Moreover, the Gaussian model was observed more on the left side of the curve. Furthermore, in the broad-leaf weeds, the highest species richness was observed in moderate turbulence and stress and the lowest one was found in low turbulence and stress. On the other hand, in wheatgrass plants, the highest species richness was observed at high turbulence levels and the lowest one was found at low turbulence and stress.

According to the study's results, the quadratic model was identified as the best-fitted model for the relationships between species richness and canopy cover percentage. Also, it was found that species richness was increased with increasing vegetation percentage and that the species richness decreased (Gaussian relationship) with increased vegetation percentage. Moreover, the highest amount of species richness was found in low turbulence and moderate stress and medium turbulence and low stress, and its lowest amount was observed in low turbulence and low stress. Furthermore, the highest species richness was found in 60-65% of the vegetation.

**Discussion and Conclusion:** The results showed that the relationship between species richness and canopy cover percentage was of Gaussian type and that the amount of species richness increased with an increase in the percentage of vegetation, and this increasing trend continued almost to 60% of the vegetation. Moreover, it was found that the species richness decreased with an increase in the percentage of vegetation (more than 60% of vegetation), which may be attributed to reduced light intake, which, in turn, would lead to a Gaussian relationship. Furthermore, according to the study's results, the highest species richness was observed at moderate turbulence and stress, and the lowest was observed at the level of low turbulence and stress. On the other hand, in wheatgrass plants, the highest species richness was observed at a high turbulence level, which could be due to the effect of grazing intensity and turbulence on species of the wheatgrass family. In general, a Gaussian relationship was observed in the whole study area between species richness and vegetation. Therefore, as measuring vegetation is easier and more accessible than other parameters such as biomass, it can be used as a parameter to predict species richness in rangelands. Moreover, considering the fact that a few studies have so far been conducted on the investigation of such a relationship in Iranian rangelands, and on the threshold at which vegetation is at its maximum species richness, examining such a relationship can help the relevant officials manage and maintain vegetation as much as possible so that that optimal species richness is obtained in the ecosystem.

**Keywords:** Combined model, Gaussian relationship, Species richness, Taleghan, Vegetative form.