

## بررسی تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافیکی در منطقه جنگلی ده سرخ، جوانرود، استان کرمانشاه

هرمز سهرابی<sup>۱</sup> و مسلم اکبری نیا<sup>۲</sup>

### چکیده

تنوع گونه‌ای یکی از خصوصیات مهم جوامع زیستی است. تنوع ارگانسیم ها، اندازه‌گیری تنوع و آزمون فرض‌هایی درباره علل تنوع از جمله مسائلی هستند که مدت‌های مدیدی مورد علاقه اکولوژیست‌ها بوده‌اند. در این تحقیق تنوع گونه‌های گیاهی در منطقه جنگلی ده سرخ با برداشت ۶۰ قطعه نمونه ۲۵۶ متر مربعی و ۲۴۰ قطعه نمونه ۲/۲۵ متر مربعی و محاسبه شش شاخص تنوع و یکنواختی (سیمپسون دوطرفه، شانون، هیل، پایلو، آلتالو و ملیناری) در ارتباط با عوامل فیزیوگرافیکی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دهنده آن است که تنوع گونه‌ای در جهت‌های شمالی بیشتر بوده و همچنین تنوع گونه‌ای در شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد دارای بیشترین مقدار بوده است. عامل ارتفاع از سطح دریا با تنوع گونه‌ای رابطه معنی‌داری نداشت. با بررسی همبستگی تعداد گونه‌ها در قطعه نمونه با شاخص‌ها و همچنین روند و نقش شاخص‌ها در مراحل مختلف تجزیه و تحلیل، شاخص سیمپسون دو طرفه به عنوان شاخص مناسب در این گونه مطالعات پیشنهاد شد.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع گونه‌های گیاهی، عوامل فیزیوگرافیکی، منطقه جنگلی ده سرخ، جوانرود.

---

۱ - کارشناس ارشد جنگل داری، پست الکترونیک: [sohrabi@hotmail.com](mailto:sohrabi@hotmail.com)

۲ - عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: ۸۴/۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۱/۱۳

### مقدمه

فیزیوگرافی مخفف جغرافیای فیزیکی<sup>۱</sup>، به معنای شکل‌های سطحی یک منطقه است (Neufeldt and Guralnik, 1998) که تأثیر زیادی بر تنوع گیاهان و پراکنش آنها دارد (Barnes, 1998). محققان مختلفی تنوع زیستی را با در نظر گرفتن فیزیوگرافیکی (Baker and Barnes, 1998) و یا هر یک از عوامل مختلف فیزیوگرافی به صورت مجزا مانند ارتفاع از سطح دریا (Theurillat *et al.*, 1999)، شیب یا جهت و یا با ادغام دو عامل شیب و جهت (Sternberg and Shoshany, 2001) مد نظر قرار داده‌اند.

تنوع زیستی<sup>۲</sup> دارای معنای بسیار گسترده‌ای بوده و از تنوع ژنتیکی تا تنوع اکوسیستم‌ها را شامل می‌شود. تنوع گونه‌ای<sup>۳</sup> را اغلب مترادف با تنوع زیستی می‌دانند که به تنوع در سطح محلی و یا منطقه‌ای محدود می‌شود (Krebs, 1998).

تنوع گونه‌ای یکی از خصوصیات مهم جوامع زیستی است که به روشهای مختلفی اندازه‌گیری می‌شود (Krebs, 1998). تنوع ارگانسیم‌ها، اندازه‌گیری تنوع و آزمون فرض‌هایی درباره علل تنوع از جمله مسائلی هستند که مدت‌های مدیدی مورد علاقه اکولوژیست‌ها بوده‌اند (Barnes, 1998). محققان شاخص‌های مختلفی را به منظور اندازه‌گیری تنوع بکار برده‌اند (Krebs, 1998). درک ضرورت تنوع گونه‌ای که اخیراً پدید آمده موجب گردیده است که تمرکز زیادی در مورد چگونگی اندازه‌گیری تنوع زیستی در گیاهان و حیوانات صورت گیرد (Ehrlich and Wilson, 1991).

در اغلب مطالعات تنوع زیستی، تنوع آلفا و تنوع بتا مورد توجه واقع شده‌اند (Pitkanen, 1998). تنوع آلفا به معنای تنوع گونه‌ای در یک منطقه بوده (Whittaker, )

---

1- Physical geography  
2- Biodiversity  
3- Species diversity

1972) و تنوع بتا اشاره به میزان تغییرات گونه‌ها در طول گرادیان محیطی دارد (Whittaker, 1972, Wilson and Shmida, 1984).

اولین شاخص ناهمگنی توسط سیمپسون در سال ۱۹۴۹ بکار گرفته شد (Whittaker, 1972) و تاکنون نسخه‌های بسیاری از این شاخص توسعه پیدا کرده‌اند (Baev and Penev, 1995). شاخص دیگری که کاربرد بسیاری در مطالعات دارد شاخص شانون \_ وینر است (Whittaker, 1972).

در کنار شاخص‌های تنوع آلفا روشهای مختلفی برای اندازه‌گیری یکنواختی<sup>۱</sup> توسعه یافته‌اند (Pitkanen, 1998). یکنواختی به عنوان عامل بنیادی در رویشگاه‌های با بیش از یک گونه در نظر گرفته شده است (Molinari, 1989). شاخص‌های یکنواختی در واقع بیانگر میزان وفور (Abundance) گونه‌ها در یک جامعه هستند. اولین شاخص یکنواختی توسط هیل در سال ۱۹۷۳ توسعه یافت که مقایسه کمی نتایج به دست آمده از رویشگاه‌های مختلف را ممکن می‌ساخت (Pitkanen, 1998). سپس Alatalo (1981) و Molinari (1989) اندازه‌گیری یکنواختی را بر پایه روش هیل بنا نهادند. میلیاری روش خود را به دلیل دو ایراد شاخص F، یکی برآورد بیش از واقعیت و دیگری داشتن همبستگی غیر خطی، توسعه داد. سومین شاخص یکنواختی توسط پایلو (Peet, 1974) توسعه یافت که حداکثر ارزش را به تنوع مشاهده شده در یک جامعه معین می‌داد.

در مقاله حاضر به مبحث تنوع آلفا پرداخته شده و شاخص‌های مهم تنوع گونه‌ای و یکنواختی محاسبه شد. هدف اصلی این تحقیق در مرحله نخست اندازه‌گیری تنوع بر اساس شاخص‌های مختلف و تحلیل این شاخص‌ها بر اساس طبقه‌بندی‌های مختلف، و

---

1- Evenness

در دومین مرحله بررسی وضعیت شاخص‌های مختلف در ایجاد تمایز بین طبقات و ارزیابی شاخص‌ها است.

## مواد و روشها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جنگل روستای ده سرخ در ۱۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان جوانرود از توابع استان کرمانشاه است. رویشگاه مورد مطالعه با مساحت ۴۵ هکتار در طول ۴۶ درجه و ۲۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۹ ثانیه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۵۰ دقیقه و ۳۲ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۵۰ دقیقه و ۵۴ ثانیه شمالی با حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۵۳۴ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است. وضعیت بارش در این مناطق بیشتر به صورت برف است. ۴۴/۹ درصد بارندگی در زمستان، ۲۹/۵ درصد در پاییز، ۲۵/۵ درصد در بهار و فقط ۰/۱ درصد در تابستان صورت می‌گیرد. میانگین سالیانه بارش ۵۹۰/۵ میلیمتر، میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۳/۱ درجه سانتیگراد، میانگین رطوبت نسبی سالیانه ۴۵/۱ درصد است. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، نیمه مرطوب سرد و بر اساس روش دومارتن تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر نیمه مرطوب و بیشتر از آن مرطوب است (بی‌نام، ۱۳۸۳). منطقه مورد مطالعه در سلسله جبال زاگرس قرار دارد و سنگ آهک، گلسنگ و سنگهای آلومیکال و اورتوکمیکال در منطقه مشاهده شده است.

### روش تحقیق

تعداد ۶۰ قطعه نمونه ۲۵۶ متر مربعی به روش منظم تصادفی برداشت شدند. در هر قطعه نمونه چهار میکروپلات ۲/۲۵ متر مربعی به منظور برداشت پوشش علفی پیاده شد که در مجموع ۲۴۰ میکروپلات برداشت شد. در قطعه نمونه‌های اصلی گونه، تعداد

و درصد پوشش درختان و درختچه‌ها (با اندازه‌گیری قطر کوچک و بزرگ تاج) یادداشت شد. در میکروپلات‌ها نیز گونه، تعداد و درصد پوشش گونه‌های علفی ثبت شد. تعداد قطعات نمونه از طریق محاسبه ضریب تغییرات و خطای قابل قبول نمونه‌برداری تعیین گردید (Barbour *et al.*, 1999). مساحت قطعات نمونه نیز از طریق رسم منحنی سطح گونه (Cain, 1938) برای پوشش علفی و پوشش درختی و درختچه‌ای به طور جداگانه بدست آمد.

با استفاده از سامانه

اطلاعات جغرافیایی و نرم افزارهای Arc و Arc Info

View نقشه توپوگرافی

منطقه رقومی و نقشه‌های

طبقات شیب، جهت و

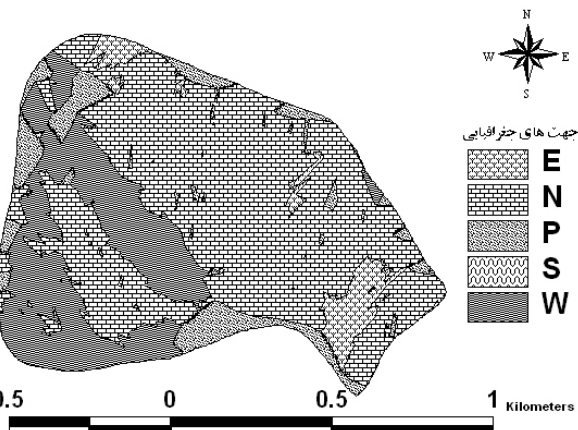
ارتفاع از سطح دریا تهیه

شدند (شکل‌های شماره ۱

تا ۳). شیب منطقه به سه

طبقه کم شیب (کمتر از ۳۰

درصد)، شیب متوسط (۶۰-۳۰

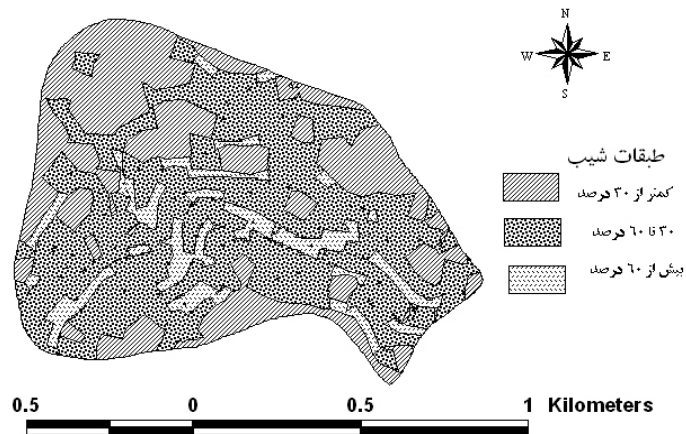


شکل شماره ۱ - نقشه جهت‌های جغرافیایی منطقه جنگلی ده سرخ  
درصد)، و پرشیب (بیش از ۶۰ درصد) و ارتفاع به سه طبقه کمتر از ۱۳۵۰ متر، ۱۴۵۰-۱۳۵۰ متر و بیش از ۱۴۵۰ متر تقسیم شد. جهت جغرافیایی نیز به جهات اصلی تقسیم شد.

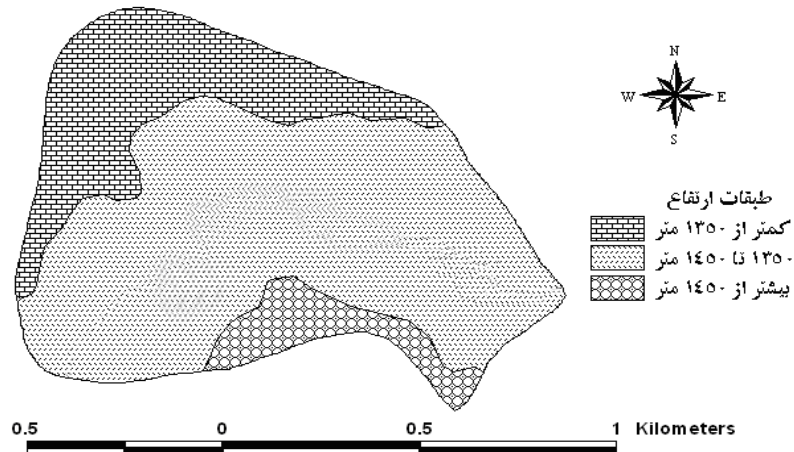
ارزیابی تنوع در سطح آلفا برای منطقه با استفاده از مهمترین شاخص‌های تنوع

(Baev and Penev, 1995) در دو بخش غنای گونه‌ای و یکنواختی صورت گرفت.

شاخص‌های محاسبه شده در جدول شماره ۱ درج شده‌اند.



شکل شماره ۲ - نقشه طبقات شیب منطقه جنگلی ده سرخ



شکل شماره ۳ - نقشه طبقات ارتفاع از سطح دریا منطقه جنگلی ده سرخ

## شاخص‌های تنوع

جدول شماره ۱- شاخص‌های تنوع و یکنواختی بکار گرفته شده

ویژگی	فرمول	منبع	شاخص‌ها
			شاخص‌های تنوع
			آلفا
حساس به گونه‌های نادر	$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$	Peet, 1974	شانون ( $H'$ )
حساس به گونه‌های خیلی فراوان	$N_2 = (\sum_i p_i^2)^{-1}$	Hill, 1973	سیمپسون دوطرفه
حساس به گونه‌های نادر	$N_1 = \exp[-\sum p_i \ln(p_i)]$	Hill, 1973	هیل ( $N^1$ )
			شاخص‌های یکنواختی
تمامی گونه‌های جامعه باید شناسایی گردند	$J' = [-\sum p_i \ln(p_i)] / \ln S$	Peet, 1974	پایلو
وابسته به یکنواختی	$F = (N_2 - 1) / (N_1 - 1)$	Alatalo, 1981	آلاتالو
به غنای گونه‌ای وابسته نیست	$G = [(\arcsin F) / 90^\circ] F$	Molinari, 1989	ملیناری

$n_i$  = تعداد افراد گونه  $i$  در قطعه نمونه،  $S$  = تعداد کل گونه هادر قطعات نمونه،  $P_i$  = نسبتی از گونه  $i$  ام در جامعه

## روشهای آماری

در ابتدا تبعیت داده‌های اصلی و تبدیل شده از توزیع نرمال به وسیله آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و همگن بودن واریانس‌ها به وسیله آزمون لون بررسی شد و بهترین توزیع داده‌ها برای تجزیه و تحلیل داده‌ها انتخاب گردید. به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت طبقات شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا بر اساس هر یک از

شاخص‌های تنوع با توجه به نرمال و همگن بودن داده‌ها از تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه (Cannon *et al.*, 1998; Vujnovic *et al.*, 2002; Sagar *et al.*, 2003) استفاده شد. پس از معنی دار شدن اختلاف شاخص‌ها در طبقات مختلف برای مقایسه‌های چندگانه میانگین‌ها از آزمون دانکن (Pitkanen, 1998) استفاده شد. برای بررسی همبستگی متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. با استفاده از رابطه (Beers *et al.* (1996)  $Cos(45 - A) + 1$ ؛ A آزمون دامنه را نشان می‌دهد) جهت جغرافیایی برای بکارگیری در تجزیه و تحلیل‌ها تبدیل شد.

### نتایج

در مجموع تعداد ۱۱۴ گونه گیاهی متعلق به ۷۶ جنس و ۳۱ خانواده در منطقه مورد مطالعه جمع آوری شد. خانواده Leguminosae و جنس *Trifolium* بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند. نتایج حاکی از آن است که گونه *Bromus tectorum* با بالاترین حضور در ۹۶ درصد از قطعات نمونه حضور داشته است. پس از آن گونه‌های *Ziziphora capitata* و *Torilis leptophylla* با ۹۴ درصد حضور و گونه‌های *Bromus danthoniae* و *Poa bulbosa* با ۹۱ درصد حضور ثبت شده‌اند. از گونه‌های درختی *Quercus infectoria* در ۸۳ درصد و *Quercus brantii* در ۷۶ درصد قطعات نمونه دیده شده‌اند.

### تحلیل اثر عوامل فیزیوگرافیکی

میانگین، حداقل و حداکثر شاخص‌های تنوع آلفا در جدول شماره ۲ درج شده است. آزمون کولموگروف - اسمیرنوف نشان داد که مقادیر تمامی شاخص‌ها نرمال بود.



جدول شماره ۲- میانگین، حداقل و حداکثر شاخص‌های تنوع آلفا و یکنواختی در منطقه مورد مطالعه

شاخص‌های یکنواختی			شاخص‌های تنوع			
ملیناری	آلتالو	پایلو	هیل ( $N^1$ )	شانون ( $H^1$ )	سیمپسون دوطرفه	
۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۴۳	۳/۸۳	۲/۳۴	۲/۰۰	حد اقل
۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۸۹	۱۹/۸۴	۲/۹۷	۱۴/۰۰	حداکثر
۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۴	۱۱/۵۹	۲/۸۳	۷/۲۴	میانگین

به منظور بررسی اثر عوامل فیزیوگرافیکی بر شاخص‌های تنوع، هر یک از این عوامل طبقه‌بندی شدند. بررسی کلی اثر این عوامل با توجه به نرمال بودن داده‌ها به وسیله تجزیه واریانس یک طرفه صورت گرفت. بررسی کلی شاخص‌ها در رابطه با عوامل فیزیوگرافیکی نشان دهنده آن بود که عامل ارتفاع، اثر معنی‌داری بر هیچ یک از شاخص‌های تنوع گونه‌ای ندارد ولی اثر شیب بر همگی شاخص‌ها به غیر از شاخص‌های آلتالو و ملیناری معنی‌دار بود. اثر جهت بر شاخص‌های سیمپسون دوطرفه، شانون و هیل معنی‌دار و بر شاخص‌های پایلو، آلتالو و ملیناری معنی‌دار نبود. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه در جدولهای شماره ۳، ۴ و ۵ آمده است:

جدول شماره ۳ - نتایج تجزیه واریانس شاخص‌ها در طبقات ارتفاع

میلیناری	آلاتالو	پایلو	هیل ( $N_1$ )	شانون ( $H^1$ )	سیمپسون دوطرفه	
۲/۲۳	۰/۸۶	۱/۸۲	۱/۹۰	۰/۷۱	۰/۸۹	مقدار F محاسباتی
۰/۱۴ ns	۰/۴۷ ns	۰/۱۸ ns	۰/۶۷ ns	۰/۵۵ ns	۰/۴۲ ns	مقدار p

جدول شماره ۴ - نتایج تجزیه واریانس شاخص‌ها در طبقات شیب

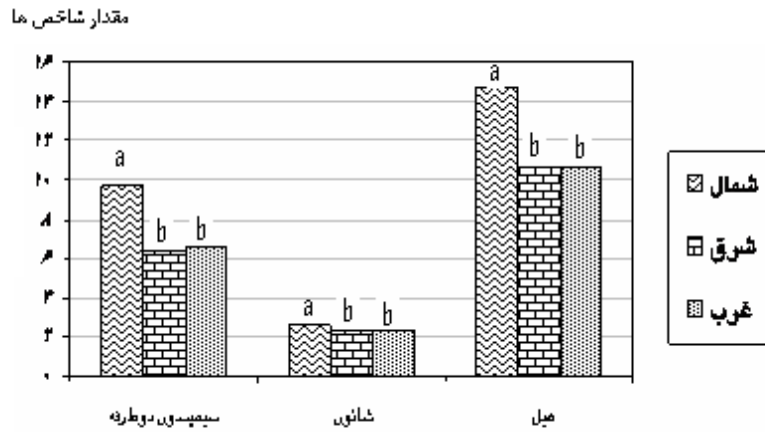
میلیناری	آلاتالو	پایلو	هیل ( $N_1$ )	شانون ( $H^1$ )	سیمپسون دوطرفه	
۰/۸۹	۰/۶۶	۳/۳۴	۶/۷۵	۵/۵۶	۴/۶۴	مقدار F محاسباتی
۰/۴۲ ns	۰/۵۲ ns	۰/۰۴ *	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۶ **	۰/۰۱ **	مقدار p

جدول شماره ۵ - نتایج تجزیه واریانس شاخص‌ها در طبقات جهت‌های مختلف

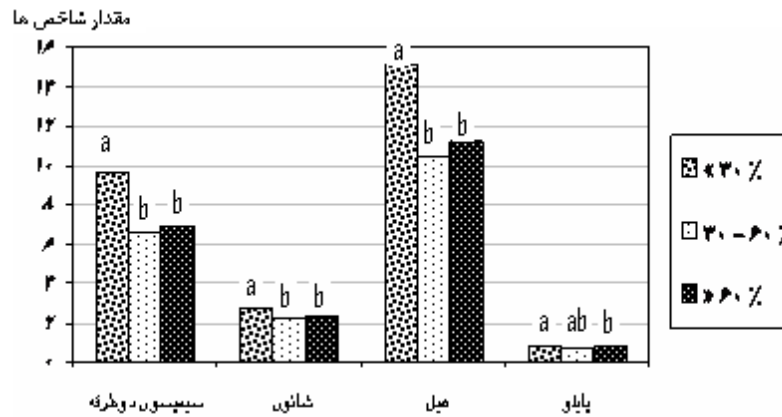
میلیناری	آلاتالو	پایلو	هیل ( $N_1$ )	شانون ( $H^1$ )	سیمپسون دوطرفه	
۱/۵۷	۱/۱۲	۲/۴۱	۶/۱۷	۴/۷۶	۵/۷۷	مقدار F محاسباتی
۰/۲۲ ns	۰/۳۳ ns	۰/۱۰ ns	۰/۰۰۴ *	۰/۰۱ **	۰/۰۰۵ **	مقدار p

\*\* معنی‌دار در سطح ۱٪، \* معنی‌دار در سطح ۵٪، ns: غیرمعنی‌دار

پس از معنی‌دار شدن اختلاف شاخص‌ها در جهات و شیب‌های مختلف با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه، برای مقایسه تفکیکی گروه بندی‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. نتایج بدست آمده از آزمون دانکن در جهت‌های مختلف نشان داد که همگی شاخص‌ها در جهت شمالی با جهت‌های غربی و شرقی تفاوت معنی‌داری داشته و میانگین این شاخص‌ها در جهت شمالی بیشتر از دو جهت دیگر است. اما تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های دو جهت غربی و شرقی وجود نداشت (شکل شماره ۴).



شکل شماره ۴- میانگین شاخص های تنوع در جهت های مختلف



شکل شماره ۵- میانگین شاخص های تنوع در طبقات شیب

بر اساس شاخص های سیمپسون دوطرفه، شانون و هیل، شیب های کمتر از ۳۰ درصد دارای میانگین بیشتری نسبت به شیب های بیشتر از ۳۰ درصد هستند. اما بین

شیب‌های ۳۰ تا ۶۰ درصد با شیب‌های بیش از ۶۰ درصد تفاوت معنی داری از لحاظ سه شاخص مذکور وجود ندارد. میانگین شاخص پایلو در شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد دارای مقدار بیشتری نسبت به شیب‌های بیش از ۶۰ درصد است. اما بین شیب‌های ۳۰ تا ۶۰ درصد و شیب‌های بیش از ۶۰ درصد تفاوت معنی داری وجود ندارد (شکل شماره ۵).

### تحلیل همبستگی

با توجه به نرمال بودن داده‌ها از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی همبستگی شاخص‌ها با یکدیگر (جدول شماره ۶)، همبستگی شاخص‌ها با متغیر کمی شده جهت، شیب، ارتفاع از سطح دریا و تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه (جدول شماره ۷) استفاده شد.

جدول شماره ۶ - نیمه ماتریس همبستگی شاخص‌های تنوع

میلیناری	آلاتالو	پایلو	هیل ( $N_1$ )	شانون ( $H^1$ )	سیمپسون دوطرفه
					سیمپسون دوطرفه
				۱	۰/۹۰
			۱	۰/۹۷	۰/۹۴
		۱	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۰
	۱	۰/۷۸	۰/۶۴	۰/۶۵	۰/۸۴
۱	۰/۹۹	۰/۷۶	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۸۴

سطح معنی داری  $p > 0.01$

نتایج بررسی همبستگی شاخص‌ها با یکدیگر نشان دهنده همبستگی قوی، مثبت و معنی‌داری ( $p > 0/01$ ) بین همگی شاخص‌هاست. حداکثر همبستگی بین شاخص‌های آلتالو و ملیناری، و حداقل همبستگی بین شاخص‌های ملیناری و شانون، و ملیناری و هیل وجود دارد.

جدول شماره ۷- نتایج همبستگی شاخص‌های تنوع با تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه، جهت، شیب و ارتفاع از سطح دریا

متغیرها	سیمپسون دوطرفه	شانون ( $H'$ )	هیل ( $N_1$ )	پایلو	آلتالو	ملیناری
جهت	۰/۰۱ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۳ ns
شیب	۰/۳۲ *	-۰/۲۸ *	-۰/۳۳**	-۰/۱۹ ns	-۰/۱۶ ns	-۰/۱۹ ns
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۹ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۳ ns	۰/۱۵ ns	۰/۲۰ ns	۰/۱۸ ns
تعداد گونه‌ها	۰/۲۱ ns	۰/۳۸**	۰/۴۱**	۰/۰۹ ns	-۰/۱۷ ns	-۰/۱۷ ns

\*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد، \* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns غیر معنی‌دار

نتایج بررسی همبستگی شاخص‌های تنوع با تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه، جهت، شیب و ارتفاع از سطح دریا در جدول شماره (۷) آمده است. دو متغیر شیب و ارتفاع فاقد همبستگی معنی‌داری هستند. اما همبستگی منفی و معنی‌داری بین شاخص‌های سیمپسون دوطرفه، شانون و هیل با شیب دیده می‌شود. همچنین شاخص‌های شانون و هیل همبستگی معنی‌دار و مثبتی را با تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه نشان می‌دهند. ولی شاخص‌های سیمپسون دو طرفه، پایلو، آلتالو و ملیناری فاقد همبستگی معنی‌دار با تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه هستند.

## بحث

محاسبه و مقایسه شاخص‌های مختلف تنوع، به عنوان روشی مطلوب برای مطالعه تنوع زیستی مورد توجه است (Baev and Penev, 1995). هر شش شاخص محاسبه شده در این مطالعه به عنوان کاربردی ترین شاخص‌ها ذکر شده‌اند (Baev and Peet, 1974; Penev, 1995). محققان مختلفی تنوع گونه‌ای را در ارتباط با عوامل فیزیوگرافیکی مد نظر قرار داده‌اند (Grabherr *et al.*, 1995; Theurillat *et al.*, 1999; Korner, 2000). گرچه ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، و شیب به عنوان عوامل تأثیر گذار بر تنوع ذکر شده‌اند (Sternberg and Shoshany, 2001; Theurillat *et al.*, 1999)، اما در مطالعه حاضر تأثیر ارتفاع از سطح دریا با تنوع معنی دار نبود. این مسأله می‌تواند به دلیل دامنه ارتفاعی محدود منطقه باشد. اما اثر شیب و جهت جغرافیایی بر تنوع گونه‌ای معنی دار بود. دیده می‌شود که طبقه شیب کمتر از ۳۰ درصد دارای حداکثر تنوع بوده و همچنین رابطه شیب با برخی از شاخص‌ها معنی دار بوده و تأثیر منفی شیب بر تنوع گونه‌ای کاملاً مشهود است. محدودیت رطوبت در منطقه و تأثیر منفی شیب به دلیل زهکشی آب و خارج نمودن آن از دسترس گیاه، به علاوه شستشوی مواد غذایی می‌تواند در مجموع به دلیل نامطلوب‌تر شدن شرایط رویشی، کاهش تنوع گونه‌ای را موجب شود. بر اساس نتایج به دست آمده جهت شمال در منطقه مورد مطالعه دارای تنوع بیشتری در مقایسه با سایر دامنه هاست. این مسأله توسط Sternberg and Shoshany (2001) نیز گزارش شده است. این موضوع نیز می‌تواند به دلیل بیشتر بودن رطوبت خاک به دلیل دریافت کمتر انرژی خورشیدی و به طور کلی بهتر بودن شرایط رویشی در دامنه شمالی باشد.

در نهایت با توجه به نقش شاخص‌های مختلف در تجزیه و تحلیل‌های مختلف و نیز معنی دار نبودن همبستگی شاخص سیمپسون با تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه، می‌توان این شاخص را به عنوان شاخصی مناسب جهت بکارگیری در چنین مطالعاتی پیشنهاد کرد. Pitkanen (1998) نیز در ارزیابی کاربرد شاخص‌های تنوع برای بررسی تنوع پوشش گیاهی نتیجه‌گیری کرد که شاخص سیمپسون یکی از شاخص‌های مناسب برای ایجاد تمایز میان گروه بندی‌های مختلف است.

## سپاسگزاری

از کارکنان محترم مرکز تحقیقات استان کرمانشاه، اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه، اداره جهاد کشاورزی شهرستان جوانرود به خاطر مساعدت‌های ارزنده شان تشکر می‌شود. زحمات آقای مجید سهرابی در مراحل اجرای این پژوهش درخور تقدیر است.

## منابع مورد استفاده

بی‌نام، ۱۳۸۳. مدیریت آبخیزداری استان کرمانشاه. گزارش هواشناسی، جهاد دانشگاهی استان کرمانشاه، ۱۶۵ صفحه.

- Alatalo, R. V., 1981. Problems in the measurement of evenness in ecology. *Oikos* 37: 199-204.
- Baev, P. V. and Penev, L.D., 1995. BIODIV. Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft, 57 P.
- Baker, M.E. and Barnes, B. V., 1998. Landscape ecosystem diversity of river floodplains in northwestern Lower Michigan, USA, *Canadian Journal of Forest*, 28: 1405-1418.
- Barbour, M.G., Burk, J. H., Pitts, W. D., Gilliam, F.S. and Schwartz, M.W., 1999. *Terrestrial Plant Ecology* (3rd edition), An important of Addison Wesley Longman Incorporation, 649 P.
- Barnes, B. V., Zak, D. R., Denton, S. R. and Spurr, S. H. 1998. *Forest ecology*, (4<sup>th</sup> ed.), John Wiley and Sons, Inc., 773 P.
- Beers, T. W., Dress, P. E. and Wensel, L. C., 1966. Aspect transformation in site productivity research. *Journal of Forestry* 80: 493-498.
- Cain, S. A., 1938. The species-area curve. *American Midland Naturalist*, 19:573-581.
- Cannon, H. C., Peart, R.P. and Lighton, L., 1998. Tree species diversity in commercially logged Bornean Rainforest, *Science*, 281: 1366-1368.
- Ehrlich P. R., Wilson, E.O., 1991. Biodiversity studies: Science and policy, *Science* 253: 758-762
- Grabherr, G., Gottfried, M., Gruber, A. and Pauli, H., 1995. Patterns and current changes in alpine plant diversity, 167-181. In: Chapin A, Körner

- C (eds.) Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes and ecosystem consequences. Ecological Studies, vol 113. Springer, Heidelberg.
- Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54(2): 427-432.
- Krebs, J. C., 1998. Ecological methodology. Addison Wesley Longman Inc., 620 P.
- Körner C., 2000. Why are there global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. TREE 15:513
- Molinari, J., 1989. A calibrated index for the measurement of evenness. Oikos 56: 319-326.
- Neufeldt, V. and Guralink, D.B., 1988. Webster's New World dictionary. Third College Edition, Simon and Schuster, New York, in: Barnes, B.V., Zak, D. R., Denton, S.R. and Spurr, S.H., (eds.). Forest Ecology (4<sup>th</sup> edition). John Wiley and Sons Inc., 774pp.
- Peet, R. K., 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Systematics 5: 285-307.
- Pitkanen, S., 1998. The use of diversity indices to assess the diversity of vegetation in managed Boreal Forests. Forest Ecology and Management, 112: 121-137.
- Sagar, R., Raghubanshi, A.S. and Singh, J.S., 2003. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in dry tropical forest region of India. Forest Ecology and management, 186: 61-71.
- Sternberg, M. and Shoshany, M., 2001. Influence of slope aspect on Mediterranean woody formation: comparison of semiarid and an arid site in Israel. Ecological Research, 16: 335-345.
- Theurillat, J.P., Schlüssel, A., Wiget, L. and Guisan, A., 1999. Elevational floristic gradient of vascular plants at the subalpine-alpine ecocline in the Valais (Switzerland). ESF Alpnet News 1: 19-20.
- Vujnovic, K., Wein, R.W. and Dale, M.R.T., 2002. Predicting plant species diversity in response to disturbance magnitude in grassland remnants of central Alberta. Canada Journal Botany, 80: 504-511.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21(2/3): 213-251.
- Wilson, M.V. and Shmida, A., 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. J. Ecol. 72: 1055-1064.