

## تنوع گونه‌ای جامعه در ختان مهم جنگلی بخش پاتم جنگل خیرود<sup>۱</sup>

جهانگیر فقهی<sup>۲</sup>، محمود زبیری، محمدرضا مروی مهاجر و سید یوسف عرفانی فرد<sup>۳</sup>

### چکیده

تنوع گونه‌ای اهمیت بسیاری در عملکرد و دخالت انسانی در محیط زیست طبیعی دارد. بررسی و مقایسه تنوع گونه‌ای در جامعه درختان مهم جنگلی، مدیریت بهینه این بوم نظام‌های ارزشمند را امکان‌پذیر می‌کند. هدف از این پژوهش مقایسه تنوع گونه‌ای در چهار جامعه مهم جنگل‌های خزری است. به این منظور، چهار جامعه مورد نظر (راشستان، راش-ممرزستان، بلوط-ممرزستان، انجیلی-ممرزستان) در بخش پاتم جنگل خیرود آماربرداری صددرصد شد و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، تنوع گونه‌ای آن‌ها در سه طبقه درخت، درختچه و نهال بررسی و مقایسه شد. تنوع گونه‌ای بین سه طبقه گفته شده در هر جامعه و بین چهار جامعه انتخاب شده به صورت جداگانه بررسی شد. نتایج نشان داد که در بررسی تنوع گونه‌ای منطقه مورد بررسی، بین سه شاخص مورد استفاده (سیمپسون، شانون-وینر و بریلوین) اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. همچنین، مقدار شاخص شانون-وینر به ترتیب از جامعه بلوط-ممرزستان به انجیلی-ممرزستان، راش-ممرزستان و راشستان کاهش یافت. در مورد گونه‌های درختچه‌ای، بین چهار جامعه مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و از نظر آماری، تنوع گونه‌ای در آن‌ها یکسان بود. همچنین، تنوع گونه‌ای درختچه‌ها در منطقه مورد بررسی مستقل از تنوع گونه‌ای درختان و نهال‌ها است. بررسی شاخص شانون-وینر نشان داد که جامعه‌های مورد بررسی از نظر تنوع گونه‌ای با یکدیگر متفاوت هستند که این موضوع در تدوین راهکارهای مدیریتی باید در نظر گرفته شود. در پایان لازم است یادآوری شود که در مدیریت پایدار جنگل باید به دنبال حفظ تنوع گونه‌ای گیاهی و جلوگیری از کاهش آن بود.

**واژه‌های کلیدی:** آزمون ویلکاکسون، بلوط-ممرزستان، راش-ممرزستان، راشستان، شانون-وینر.

### مقدمه

اهمیت جنگل‌های طبیعی به عنوان بخشی مهم از محیط‌زیست بر کسی پوشیده نیست. تنوع گونه‌ای گیاهی در آن‌ها به عنوان شاخصی برای مدیریت پایدار این بوم‌نظام‌های طبیعی است که برای مقایسه وضعیت بوم‌شناختی آن‌ها به کار گرفته می‌شود (۴، ۱۷، ۱۸، ۲۰). تنوع گونه‌ای نقش زیادی در توسعه پایدار دارد و با توجه به سودمندی‌های مستقیم و غیرمستقیم آن، بر زندگی انسان تأثیر به‌سزایی دارد (۲۶). یکی از شاخص‌های مهم تنوع زیستی که در ارزیابی زیستگاه‌ها از آن استفاده می‌شود، شاخص تنوع گونه‌ای است و مقدار آن به پایداری محیط‌زیست آنان بستگی دارد (۲۱). از آنجایی

که پایداری در اجتماع‌های مختلف متفاوت است، وضعیت تنوع گونه‌ای نیز در این منطقه‌ها دستخوش تغییرهای محیطی خواهد بود. به همین دلیل تنوع گونه‌ای اهمیت زیادی در عملکرد و دخالت انسانی در سیستم‌های طبیعی دارد (۳، ۲۰، ۲۴، ۲۷).

متخصصان بوم‌شناسی معتقدند که توصیف و اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای دشوار است. به طور کلی دو راهکار برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای وجود دارد که عبارتند از غنای گونه‌ای که با شمار گونه‌ها در ارتباط است و یکنواختی گونه‌ای که توزیع فراوانی افراد را در هر گونه بررسی می‌کند (۲۱، ۲۲). در این پژوهش، تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های متداول (شانون-وینر، سیمپسون، بریلوین) بررسی شد. یکی از هدف‌های مدیران منابع طبیعی، حفظ گونه‌های موجود و جامعه‌هایی است که نسبت به دخالت انسان حساسند. تنوع گونه‌ای در چنین جامعه‌هایی که بر اساس نمایه‌های تنوع محاسبه می‌شود، معیاری مناسب برای نیل به هدف‌های مدیریت پایدار است و بسیاری از پژوهشگران معتقدند که تنوع گونه‌ای شاخص مهمی در مدیریت پایدار جنگل و پایش تغییرها در بوم‌نظام‌های جنگلی می‌باشد (۹، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۲). تنوع گونه‌ای در سطح جهانی در معرض خطر است. کاهش تنوع گونه‌ای با کاهش فراوانی و پراکنش مکانی گونه‌ها، جدا شدن زیستگاه‌های گونه‌ها و کاهش کیفیت آن‌ها قابل تشخیص است (۱۱، ۱۹، ۲۰). کاهش تنوع گونه‌ای در جنگل موجب اختلال در پایداری اجزای وابسته به فرآیندهای بوم‌شناختی آن می‌شود. بنابراین، با نابودی یک گونه گیاهی تعادل حیاتی با اشکال روبه‌رو می‌شود و در نتیجه روند تکاملی در آن به مخاطره می‌افتد (۱۹، ۲۴). تاکنون پژوهش‌هایی متعدد برای بررسی تنوع گونه‌ای در جنگل‌های هیرکانی انجام شده است (۱، ۳، ۶، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۶). در هیچ یک از آن‌ها تنوع گونه‌ای در جامعه‌های مختلف جنگلی در سه بخش درختان، درختچه‌ها و نهال‌ها مقایسه نشده است. برای تنوع گونه‌ای نیز تنها به درختان و در برخی موردها به نهال‌ها توجه کرده‌اند. با وجود این اختلاف آماری بین شاخص‌ها در تعیین تنوع گونه‌ای بررسی نشده است.

اهمیت شناخت و حفظ تنوع گونه‌ای جامعه‌های جنگلی در مدیریت جنگل‌های طبیعی و لزوم اجرای پژوهش در این مورد زمینه ساز اجرای این پژوهش شد. هدف از این پژوهش اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای در جامعه‌های جنگلی عمده جنگل‌های هیرکانی و مقایسه مقدار شاخص‌های متداول (شانون-وینر، سیمپسون، بریلوین) بین جامعه‌های مختلف با هم است. افزون بر درختان، درختچه‌ها و نهال‌ها نیز بررسی شدند. با بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای، تعیین می‌گردد که جامعه‌های موجود از نظر تنوع در چه وضعیتی هستند و برای مدیریت آن‌ها چگونه باید برنامه‌ریزی کرد تا امکان حفظ تنوع گونه‌ای آن‌ها فراهم آید. بررسی تنوع گونه‌ای در سطح جامعه‌های جنگلی، بررسی شاخص‌های متداول در سه طبقه درختان، درختچه‌ها و نهال‌ها و بررسی ارتباط بین تنوع گونه‌ای درختان و نهال‌ها از نوآوری‌های این پژوهش به شمار می‌روند.

### منطقه مورد بررسی

این پژوهش در بخش پاتم جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود به اجرا درآمد. بخش پاتم با ۹۰۰ هکتار مساحت، اولین بخش از جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود است. ارتفاع از سطح دریا در این بخش از ۴۲ تا ۹۳۴ متر تغییر می‌کند. میانگین بارندگی سالانه ۱۳۳۰ میلی‌متر و اقلیم آن بر اساس روش آمبرژه خیلی مرطوب با زمستان خنک است. بخش پاتم، نخستین بخش جنگل خیرود، شامل ۱۸ قطعه است و پنج قطعه آن به مساحت ۳۲۶ هکتار جزء قطعه‌های حمایتی هستند. قطعه‌های حمایتی بخش‌هایی از جنگل هستند که به دلیل شرایط طبیعی، بهره‌برداری از آن‌ها مشکل است و به

عنوان جنگل حمایتی برای مشاهده و بررسی تحول جامعه‌های گیاهی و جانوری در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده (۲)، جامعه‌های جنگلی موجود در این بخش از پایین به بالا عبارتند از جامعه نمدار- شمشادستان، جامعه انجیلی- ممرزستان<sup>۲</sup>، جامعه بلوط- ممرزستان<sup>۳</sup>، جامعه راش- ممرزستان<sup>۴</sup>، جامعه راشستان<sup>۵</sup> و جامعه افراسستان و توسکاستان<sup>۶</sup>.

## مواد و روش‌ها

### روش

از بین هفت جامعه موجود در بخش پاتم، با توجه به پراکنش این جامعه‌ها در بخش و فراوانی آن‌ها در جنگل‌های هیرکانی، چهار جامعه: راشستان، راش-ممرزستان، بلوط-ممرزستان و انجیلی-ممرزستان انتخاب شدند. در گام دوم، برای انتخاب مکان آماربرداری، ابتدا با استفاده از نقشه جامعه‌های جنگلی (۲)، مرز جامعه‌های اشاره شده روی نقشه قطعه‌ها قرار گرفت و بررسی شد که چهار جامعه مورد نظر در چه قطعه‌هایی قرار دارند. با توجه به این که قطعه ۱۱۷ دارای سه جامعه راشستان، راش- ممرزستان و بلوط- ممرزستان بود، این قطعه به عنوان بخشی از منطقه مورد بررسی انتخاب و مرز جامعه‌ها روی نقشه توپوگرافی با استفاده از دره‌ها و جاده‌های فرعی مشخص شد. برای بررسی جامعه چهارم، یعنی انجیلی-ممرزستان، قطعه ۱۰۹ انتخاب شد. بدین ترتیب، در دو قطعه انتخاب شده ۱۰۹ و ۱۱۷ به ترتیب با مساحت ۴۵/۲۶ و ۷۱/۹۰ هکتار، چهار جامعه یاد شده وجود داشتند. در گام بعد، در دو قطعه مورد نظر آماربرداری صددرصد اجرا شد. در این آماربرداری، اطلاعات کل درختان موجود در هر قطعه در سه طبقه تفکیک شده درختان، درختچه‌ها و نهال‌ها یادداشت شد. افزون بر این، گونه‌ها نیز ثبت شدند. بدین ترتیب، کل گونه‌ها و فراوانی هر گونه در سه طبقه داده‌برداری شد.

### شاخص‌های تنوع گونه‌ای

در این پژوهش، برای ارزیابی تنوع گونه‌ای گیاهان در سه طبقه درختان، درختچه‌ها و نهال‌ها از شاخص‌های پرکاربرد شانون - وینر، سیمپسون و بریلوین استفاده شد. شانون-وینر شاخصی است که ترکیبی از غنا و یکنواختی را در نظر می‌گیرد و نسبت به تغییرهای گونه‌های نادر حساسیت دارد و شاخص بریلوین هم از همین مزیت برخوردار است. از سوی دیگر، شاخص سیمپسون به گونه‌های رایج حساس است و نسبت به گونه‌های نادر جامعه حساسیت کمتری دارد و به نوعی، مکمل شاخص شانون - وینر است (۲۳، ۲۵).

### ارزیابی اختلاف بین شاخص‌ها

پس از تعیین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای، بررسی اختلاف بین آن‌ها نیز اهمیت زیادی دارد. قضاوت در مورد تفاوت تنوع گونه‌ای طبقه‌های مختلف بر پایه کمتر یا بیشتر بودن شاخص‌ها، از پشتوانه علمی کمی برخوردار است و باید از نظر آماری نیز ارزیابی شود که آیا اختلاف مشاهده‌شده در سطح معینی (۰/۰۵ در این پژوهش) معنی دار هست یا نه. بنابراین، با توجه به ماهیت شاخص‌های مورد بررسی، برای مقایسه نتیجه‌های به‌دست آمده از آن‌ها از آزمون ویلکاکسون استفاده شد (۵). جایارامان (۲۳) معتقد است که بین شاخص‌های ارائه شده برای بررسی تنوع گونه‌ای، تنها شاخص شانون- وینر

1. *Tilio-Buxetum*  
5. *Fagetum*

2. *Parrotio-Carpinetum*  
6. *Aceratum and Alnetum*

3. *Quercu-Carpinetum*

4. *Fageto-Carpinetum*

نسبت به دیگر شاخص‌ها بهتر است. به همین دلیل در این پژوهش، شاخص شانون-وینر جامعه‌های مختلف با هم و طبقه‌های مختلف هر جامعه با یکدیگر از نظر آماری با استفاده از آزمون t- student مقایسه می‌شوند [معادله (۱)] (۲۳).

$$t = \frac{|H'_1 - H'_2|}{\sqrt{\text{Var}(H'_1) + \text{Var}(H'_2)}} \quad \text{معادله (۱)}$$

$H'$  شاخص شانون-وینر

### نتایج

مقدار هر یک از شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شانون-وینر، سیمپسون، بریلوین) برای هر یک از جامعه‌های مورد بررسی (راشستان، راش-ممرزستان، بلوط-ممرزستان، انجیلی-ممرزستان) در سه طبقه جداگانه (درختان، درختچه‌ها، نهال‌ها) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱- شاخص‌های تنوع گونه‌ای در جامعه‌های جنگلی مورد بررسی.

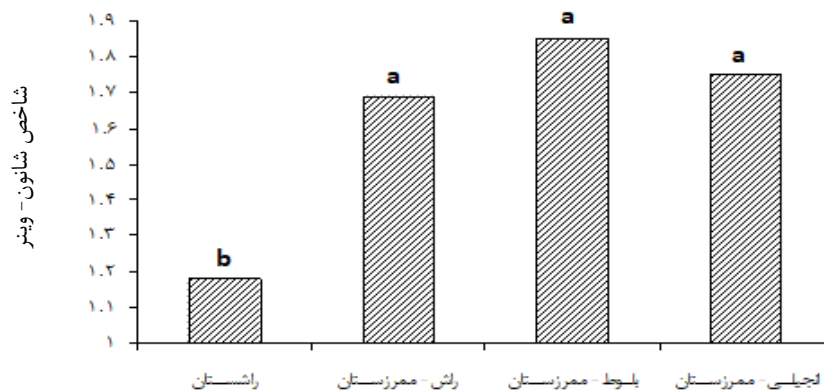
جامعه جنگلی	طبقه	شانون-وینر	سیمپسون	بریلوین
راشستان	درخت	۱/۲۸۰	۰/۶۰۴	۱/۸۶۶
	درختچه	۰/۷۸۰	۰/۴۴۴	۱/۱۴۰
	نهال	۰/۸۹۶	۰/۳۹۴	۱/۳۱۷
راش-ممرزستان	درخت	۱/۲۰۹	۱/۶۱۰	۱/۷۸۵
	درختچه	۱/۸۵۴	۱/۵۳۳	۱/۲۴۸
	نهال	۱/۴۲۰	۰/۶۶۰	۲/۰۸۹
بلوط-ممرزستان	درخت	۱/۴۲۰	۰/۶۷۴	۲/۰۹۸
	درختچه	۰/۷۷۰	۰/۵۰۶	۱/۱۳۰
	نهال	۱/۴۵۰	۰/۷۳۵	۲/۱۱۹
انجیلی-ممرزستان	درخت	۱/۳۳۰	۰/۶۹۰	۱/۹۶۱
	درختچه	۱/۰۳۰	۰/۵۵۱	۱/۵۲۴
	نهال	۱/۳۲۰	۰/۶۰۴	۱/۹۶۱

به منظور تفسیر بهتر شاخص‌های محاسبه شده در جامعه‌های مختلف و سه طبقه جداگانه (جدول ۱)، اختلاف بین آن‌ها با استفاده از آزمون ناپارامتری ویلکاکسون بررسی شد. با توجه به مقدار سطح معنی‌دار، فرض صفر در آزمون ویلکاکسون (نبود اختلاف معنی‌دار بین شاخص‌ها) تایید می‌شود. بنابراین، از نظر آماری بین شاخص‌های محاسبه شده اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

مقدار شاخص شانون-وینر در هر یک از چهار جامعه مورد بررسی محاسبه (شکل ۱) و معنی‌دار بودن اختلاف آن بین جامعه‌های مختلف با استفاده از آزمون t-student بررسی شد (جدول‌های ۲ تا ۴). نتیجه بررسی‌ها نشان داد به غیر از دو جامعه راش-ممرزستان با انجیلی-ممرزستان و همچنین بلوط-ممرزستان با انجیلی-ممرزستان، شاخص مورد بررسی در سایر جامعه‌ها برای تمام طبقه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ۲). به غیر از دو جامعه راش-ممرزستان با بلوط-ممرزستان، شاخص مورد بررسی در دیگر جامعه‌ها برای درختان اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۳). شاخص شانون-وینر

تنوع گونه‌های جامعه درختان مهم جنگلی بخش پاتم جنگل خیرود

در جامعه رازشستان با سه جامعه دیگر دارای اختلاف معنی‌داری از نظر آماری است، ولی در دیگر موردها اختلافی ندارند (جدول ۴). آزمون آماری شاخص شانون-وینر درختچه‌ها نیز نشان داد که در این طبقه بین جامعه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. لازم است گفته شود که همه این نتیجه‌ها به احتمال ۹۵٪ درست و ۵٪ دارای خطا هستند.



جامعه‌های جنگلی مورد بررسی.

شکل ۱- مقایسه شاخص شانون-وینر بین جامعه‌های جنگلی مورد بررسی. حروف نامتشابه بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف شاخص‌ها در سطح ۹۵٪ است.

جدول ۲- نتیجه آزمون آماری اختلاف شاخص شانون-وینر بین جامعه‌های جنگلی مورد بررسی.

وضعیت آماری	t جدول	t محاسبه شده	مقدار پراش (واریانس)	شاخص شانون-وینر	جامعه جنگلی
*	۱/۹۶	۶/۶۰	۰/۰۰۴۳	۱/۱۸	راشستان
*	۱/۹۶	۸/۰۷	۰/۰۰۱۷	۱/۶۹	راش-ممرزستان
*	۱/۹۶	۷/۲۱	۰/۰۰۴۳	۱/۱۸	راشستان
*	۱/۹۶	۲/۴۶	۰/۰۰۲۶	۱/۸۵	بلوط-ممرزستان
*	۱/۹۶	۲/۴۶	۰/۰۰۱۷	۱/۶۹	راش-ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۰۲	۰/۰۰۱۹	۱/۷۵	انجیلی-ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۴۹	۰/۰۰۲۶	۱/۸۵	بلوط-ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۴۹	۰/۰۰۱۹	۱/۷۵	انجیلی-ممرزستان

\* اختلاف در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است. ns اختلاف معنی‌دار نیست.

جدول ۳- آزمون آماری اختلاف شاخص شانون- وینر درختان بین جامعه‌های جنگلی مورد بررسی.

وضعیت آماری	t جدول	t محاسبه شده	مقدار پراش (واریانس)	شاخص شانون- وینر	جامعه جنگلی
ns	۱/۹۶	۰/۷۱	۰/۰۰۷۳	۱/۲۸	راشستان
			۰/۰۰۶۹	۰/۸۹	راش- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۳۲	۰/۰۰۷۳	۱/۲۸	راشستان
			۰/۰۰۴۱	۱/۴۲	بلوط- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۰/۵۰	۰/۰۰۷۳	۱/۲۸	راشستان
			۰/۰۰۳۸	۱/۳۳	انجیلی- ممرزستان
*	۱/۹۶	۲/۶۰	۰/۰۰۶۹	۰/۸۹	راش- ممرزستان
			۰/۰۰۴۱	۱/۴۲	بلوط- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۵۱	۰/۰۰۶۹	۰/۸۹	راش- ممرزستان
			۰/۰۰۳۸	۱/۳۳	انجیلی- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۰۲	۰/۰۰۴۱	۱/۴۲	بلوط- ممرزستان
			۰/۰۰۳۸	۱/۳۳	انجیلی- ممرزستان

\* اختلاف در سطح ۰/۰۵ معنی دار است. ns اختلاف معنی دار نیست.

جدول ۴- آزمون آماری اختلاف شاخص شانون- وینر نهال‌ها بین جامعه‌های جنگلی مورد بررسی.

وضعیت آماری	t جدول	t محاسبه شده	مقدار پراش (واریانس)	شاخص شانون- وینر	جامعه جنگلی
*	۱/۹۶	۵/۲۴	۰/۰۰۶۹	۰/۸۹	راشستان
			۰/۰۰۵۰	۱/۴۲	راش- ممرزستان
*	۱/۹۶	۴/۶۰	۰/۰۰۶۹	۰/۸۹	راشستان
			۰/۰۰۷۳	۱/۴۵	بلوط- ممرزستان
*	۱/۹۶	۳/۴۰	۰/۰۰۶۹	۰/۸۹	راشستان
			۰/۰۰۸۶	۱/۳۲	انجیلی- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۰/۲۷	۰/۰۰۵۰	۱/۴۲	راش- ممرزستان
			۰/۰۰۷۳	۱/۴۵	بلوط- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۰/۸۶	۰/۰۰۵۰	۱/۴۲	راش- ممرزستان
			۰/۰۰۸۶	۱/۳۲	انجیلی- ممرزستان
ns	۱/۹۶	۱/۰۳	۰/۰۰۷۳	۱/۴۵	بلوط- ممرزستان
			۰/۰۰۸۶	۱/۳۲	انجیلی- ممرزستان

\* اختلاف در سطح ۰/۰۵ معنی دار است. ns اختلاف معنی دار نیست.

از آن جایی که آینده هر جامعه جنگلی و تنوع گونه‌ای درختان آن به تنوع گونه‌ای نهال‌ها وابسته است، آزمون اختلاف بین شاخص شانون- وینر درختان و نهال‌ها در هر جامعه نیز انجام شد (جدول ۵). نتیجه آزمون نشان داد این اختلاف در

دو جامعه راشستان و راش - ممرزستان معنی‌دار است، ولی در دو جامعه دیگر بین تنوع گونه‌های درختان و نهال‌ها اختلافی از نظر آماری وجود ندارد. این نتیجه‌ها نیز به احتمال ۹۵٪ درست و ۵٪ دارای خطا هستند.

جدول ۵- آزمون آماری اختلاف شاخص شانون- وینر درختان و نهال‌ها در جامعه‌های جنگلی مورد بررسی.

جامعه جنگلی	طبقه	شاخص شانون- وینر	مقدار پراش	t محاسبه شده	t جدول	وضعیت آماری
راشستان	درخت	۱/۲۸	۰/۰۰۷۳	۳/۲۲	۱/۹۶	*
	نهال	۰/۸۹	۰/۰۰۶۹			
راش - ممرزستان	درخت	۱/۲۱	۰/۰۰۲۶	۲/۴۲	۱/۹۶	*
	نهال	۱/۴۲	۰/۰۰۵۰			
بلوط - ممرزستان	درخت	۱/۴۲	۰/۰۰۴۱	۰/۳۰	۱/۹۶	ns
	نهال	۱/۴۵	۰/۰۰۷۳			
انجیلی - ممرزستان	درخت	۱/۳۳	۰/۰۰۳۸	۰/۰۹	۱/۹۶	ns
	نهال	۱/۳۲	۰/۰۰۸۶			

\* اختلاف در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است. ns اختلاف معنی‌دار نیست.

## بحث

در این پژوهش، تنوع گونه‌های بخشی از این جنگل‌ها در چهار جامعه بلوط - ممرزستان، انجیلی - ممرزستان، راش - ممرزستان و راشستان و در سه طبقه جداگانه بررسی شد. این چهار جامعه از جامعه‌های اصلی موجود در جنگل‌های خزری به‌شمار می‌آیند (۱۴). در بسیاری از بررسی‌های مربوط به تنوع گونه‌های از روش‌های نمونه‌برداری استفاده شده است (۸، ۱۱، ۱۲)، اما در این پژوهش آماربرداری صددرصد به عنوان روشی قابل اطمینان در جمع‌آوری داده (۷) به‌کار گرفته شد تا نتیجه‌های به‌دست آمده از این پژوهش از درستی و دقت قابل قبول برخوردار شود.

مقایسه آماری نتیجه‌های به‌دست آمده از شاخص‌های متداول اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای نشان داد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. هر سه شاخص شانون- وینر، سیمپسون و بریلوین در منطقه مورد مطالعه نتیجه‌هایی یکسان ارائه داده‌اند که به نوعی تأیید این موضوع است که می‌توان آن‌ها را در منطقه مورد بررسی با اطمینان بیشتری تفسیر کرد، زیرا نتیجه‌های سه روش از نظر آماری یکسان‌اند و از آماربرداری صد در صد به دست آمده‌اند. از آنجایی که شمار شاخص‌های بررسی شده زیاد است، در صورت بررسی اختلاف بین تک‌تک آن‌ها حجم زیادی از محاسبه لازم است. از سوی دیگر، شاخص تنوع گونه‌های شانون- وینر نسبت به دیگر شاخص‌های تنوع گونه‌های قضاوت بهتری از تنوع گونه‌های جامعه را ارائه می‌دهد (۲۳). با توجه به نکته‌های اشاره شده، مقدار این شاخص به‌گونه‌ای دقیق‌تر بررسی شد.

مقدار این شاخص به ترتیب از جامعه بلوط - ممرزستان به انجیلی - ممرزستان، راش - ممرزستان و راشستان کاهش می‌یابد (شکل ۱). از آنجایی که شاخص مورد نظر به گونه‌های نادر حساس است، با افزایش شمار گونه‌ها مقدار آن زیاد می‌شود. نوری و همکاران (۱۶) نیز در بررسی‌های خود به این موضوع اشاره کرده‌اند. این موضوع، کمینه بودن مقدار شاخص شانون- وینر در جامعه راشستان را توجیه می‌کند، زیرا جامعه راشستان به دلیل خالص بودن، کمینه تنوع گونه‌ای را دارد. همچنین، تنوع گونه‌های کم بیانگر این است که راشستان‌ها به‌احتمال در مرحله‌های پایانی توالی قرار دارند. بررسی‌های اسحق نیموری و همکاران (۱) و دانشور و همکاران (۶) نیز این دستاورد را تأیید می‌کنند.

همان گونه که اشاره شد، مقدار شاخص شانون- وینر در جامعه بلوط- ممرزستان نسبت به دیگر جامعه‌های مورد بررسی بیشتر بود. با توجه به موقعیت جغرافیایی جامعه بلوط- ممرزستان (استقرار در طبقه ارتفاعی ۱۰۰ تا ۷۰۰ متر) در جنگل‌های خزری و حضور چوپانان و جنگل‌نشینان از دیرباز و بهره‌برداری شدید از این جامعه‌ها (۱۴)، گونه‌های بیشتری امکان استقرار پیدا کرده‌اند و شاخص محاسبه شده که به شمار گونه‌ها حساس است، تنوع گونه‌ای گیاهی بیشتر را نشان می‌دهد. فلاح‌چای (۱۰) و اسماعیل‌زاده و حسینی (۳) نیز به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد. در این پژوهش نیز مشاهده می‌شود جامعه‌های بلوط- ممرزستان و انجیلی- ممرزستان (در طبقه ارتفاعی ۱۰۰ تا ۷۰۰ متر) دارای بیشینه تنوع گونه‌ای هستند (حد ارتفاعی و خروجی مربوط به آن در بخش نتیجه‌ها مشاهده نمی‌شود). پس از آن‌ها جامعه راش- ممرزستان قرار دارد که کمی بالاتر مستقر شده‌است و سرانجام جامعه راشستان (در طبقه ارتفاعی ۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متر) دارای کمینه تنوع گونه‌ای است (شکل ۱). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تنوع گونه‌ای زیاد نمی‌تواند تنها دلیل کافی برای اثبات پایداری جامعه باشد و باید در کنار آن به دیگر ویژگی‌ها نیز توجه کرد. برای نمونه، جامعه راشستان در منطقه مطالعاتی پژوهش حاضر (شکل ۱) دارای کمترین تنوع گونه‌ای است حال این که مروی مهاجر (۱۴) گزارش کرد که این جامعه که به عنوان جامعه اوج در برخی از منطقه‌های جنگل‌های هیرکانی شناخته شده است جزء جامعه‌های مطلوب و پایدار محسوب می‌شود.

نتیجه‌های به‌دست آمده از این بررسی با نتیجه پژوهش‌های قمی اوپلی و همکاران (۱۲، ۱۳) برابری ندارد. این پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که جامعه راشستان در بین جامعه‌های مورد بررسی آن‌ها در بخش نمخانه جنگل خیرود بیشترین تنوع گونه‌ای را دارد. در حالی که پیشتر گفته شد که شاخص‌های تنوع گونه‌ای به شمار گونه‌ها حساس‌اند و همان طور که انتظار می‌رود و در آماربرداری صد در صد نیز مشاهده شد، شمار گونه‌ها در جامعه راشستان در بخش پاتم در مقایسه با دیگر جامعه‌ها اندک است و به همین دلیل مقدار شاخص‌ها در بررسی حاضر نیز از نظر عددی کم هستند. این موضوع نشان دهنده شمار کم گونه‌ها و خالص بودن نسبی جامعه راشستان مورد بررسی در بخش پاتم است (۱۴).

نبود اختلاف معنی‌دار بین شاخص شانون- وینر در جامعه انجیلی- ممرزستان با جامعه‌های بلوط- ممرزستان و راش- ممرزستان ممکن است ناشی از شرایط موجود این جامعه‌ها و نزدیکی شمار گونه‌ها در جامعه انجیلی- ممرزستان با هر یک از آن‌ها باشد (جدول ۲). در حالی که شاخص شانون- وینر درختان به غیر از یک مورد، در هر جامعه با جامعه دیگر اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۳). این نتیجه افزون بر برابری با دستاوردهای فلاح‌چای (۱۰)، نشان می‌دهد که جامعه‌های مورد بررسی از نظر تنوع گونه‌ای درختان از یکدیگر متمایز هستند. بنابراین هر یک از آن‌ها مدیریت خاص و متناسب با شرایط خودشان را نیاز دارند و باید در تدوین طرح‌های جنگلداری این مسئله را در نظر گرفت.

همان گونه که انتظار می‌رود، جامعه راشستان به دلیل خالص بودن دارای تنوع گونه‌ای کمی در نهال‌ها باشد. نتیجه این پژوهش نیز نشان می‌دهد که شاخص شانون- وینر نهال‌ها در جامعه راشستان با سایر جامعه‌ها اختلاف معنی‌داری دارد، اما بین جامعه‌های دیگر از این نظر، از نظر آماری تفاوتی مشاهده نمی‌شود (جدول ۴). بررسی‌ها نشان می‌دهند که جامعه‌های مورد بررسی در این پژوهش از نظر تنوع گونه‌ای طبقه درختچه‌ای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. این موضوع نشان می‌دهد که تنوع گونه‌ای درختچه‌ها در منطقه مورد بررسی توزیع به‌نسبت یکسانی دارد و مستقل از تنوع گونه‌ای درختان و نهال‌ها است. همچنین، تنوع گونه‌ای درختچه‌ها بر دو طبقه دیگر تأثیری ندارد.



از آن جایی که در دو جامعه راشستان و راش-ممرزستان شاخص تنوع گونه‌های درختان و نهال‌ها با هم اختلاف معنی‌داری دارند، می‌توان نتیجه گرفت بین تجدید حیات مستقر شده و درختان قابل مشاهده در هر دو جامعه ارتباطی وجود ندارد که دلیل آن می‌تواند عدم تطابق سال بذر دهی درختان با زمان آماربرداری در جامعه راشستان باشد. در حالی که بین تنوع گونه‌های درختان و نهال‌ها در دو جامعه دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود که این موضوع بیانگر وجود ارتباط بین نهال‌های مستقر شده و درختان موجود در هر جامعه است.

### نتیجه گیری

از نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که به منظور داوری درست در مورد وضعیت هر جامعه جنگلی، افزون بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای باید به دیگر ویژگی‌ها نیز توجه کرد. همواره مقدار اندک شاخص‌های تنوع گونه‌ای نمی‌تواند بیانگر قوت و ضعف جامعه باشد. چنانچه شاخص شانون-وینر حاصل از آماربرداری صد در صد در جامعه راشستان مورد بررسی در این پژوهش، تنوع گونه‌ای کم را نشان داد، اما این جامعه در جنگل‌های خزری جزء جامعه‌های پایدار است. همچنین، تنوع گونه‌های درختچه‌ها در منطقه مورد بررسی مستقل از تنوع گونه‌های درختان و نهال‌ها است. بررسی شاخص شانون-وینر نشان داد که جامعه‌های مورد بررسی از نظر تنوع گونه‌ای با یکدیگر متفاوت هستند که این موضوع در تدوین راهکارهای مدیریتی باید در نظر گرفته شود. در پایان لازم است یادآوری شود که در مدیریت پایدار جنگل باید به دنبال حفظ تنوع گونه‌های گیاهی و جلوگیری از کاهش آن بود.

### منابع

- ۱- اسحق نیموری، ج. ق. زاهدی امیری، م. ر. مروی مهاجر، م. اسدی و ا. متاجی. ۱۳۸۵. ارزیابی و مقایسه تنوع گونه‌های در جوامع گیاهی *Quercus-Carpinetum betulii* و *Fagetum orientalis* (مطالعه موردی: بخش‌های نمخانه و گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار، نوشهر). جنگل و صنوبر ایران ۳۳۷-۳۲۶: (۴) ۱۴.
- ۲- اسدی، م. ۱۳۶۴. مطالعه جامعه‌های گیاهی سری پاتم. پایان نامه ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. تهران، ایران ۹۷ صفحه.
- ۳- اسماعیل زاده، ا. و س. م. حسینی. ۱۳۸۶. رابطه بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در ذخیره‌گاه سرخدار افراخته. محیط شناسی ۳۰-۲۱: (۴۳) ۳۳.
- ۴- امیری، م.، د. درگاهی، ه. حبشی، د. آزادفر و ن. سلیمانی. ۱۳۸۷. مقایسه تراکم زادآوری و تنوع گونه‌ای در توده‌های طبیعی و مدیریت شده جنگل بلوط لوه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۵۳-۴۴: (۶) ۱۵.
- ۵- بی‌همتا، م. ر. و م. ع. زارع چاهوکی. ۱۳۹۴. اصول آمار در علوم منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۳۲۲ صفحه.
- ۶- دانشور، ا.، ر. رحمانی و ه. حبشی. ۱۳۸۶. بررسی تنوع ساختاری در راشستان آمیخته (مطالعه موردی جنگل شصت کلاته، گرگان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۳۰-۲۱: (۴) ۱۴.

- ۷- زبیری، م. ۱۳۸۶. زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ایران ۴۰۵ صفحه.
- ۸- شعبانی، س.، م. اکبری نیا، س.غ. جلالی و ع. علی عرب. ۱۳۸۸. تأثیر اندازه عرصه‌های باز جنگلی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در منطقه جنگلی لالیس- نوشهر. مجله جنگل ایران ۱۳۵-۱۲۵:۱(۲).
- ۹- عباسی، س.، س.م. حسینی، ب. پیلهور و ح. زارع. ۱۳۸۸. اثر حفاظت بر تنوع زیستی گونه‌های چوبی در منطقه اشترانکوه لرستان. مجله جنگل ایران ۱۰-۱:۱(۱).
- ۱۰- فلاح چای، م. ۱۳۸۰. اثر اکولوژیکی ارتفاع بر تنوع زیستی درختان در جنگل‌های سیاهکل. رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی. تهران. ایران. ۱۵۸ صفحه.
- ۱۱- قاسمی آقباش ف. و ا. فتایی. ۱۳۸۵. بررسی نقش مدیریت در تنوع زیستی گونه‌های چوبی در منطقه جنگلی فندقلوی اردبیل. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۱۸-۱۱:۱۹(۲).
- ۱۲- قمی اوپلی، ع.، س.م. حسینی، ا. متاجی و س.غ. جلالی. ۱۳۸۶ (الف). تنوع زیستی گونه‌های چوبی بر روی خاکهای مختلف در دو جامعه گیاهی. زیست‌شناسی ایران ۲۰۶-۲۰۰:۲(۲).
- ۱۳- قمی اوپلی، ع.، س.م. حسینی، ا. متاجی و س.غ. جلالی. ۱۳۸۶ (ب). بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی و زادآوری در دو جامعه گیاهی مدیریت شده در منطقه خیرودکنار نوشهر. محیط‌شناسی ۱۰۶-۱۰۱:۳۳(۴۳).
- ۱۴- مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۹۸. جنگلشناسی و پرورش جنگل. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ایران. ۴۱۸ صفحه.
- ۱۵- معماربان، ف.، طبری، م.، حسینی، س. م. و بانج شفیع، ع. ۱۳۸۶. مقایسه تنوع زیستی توده آمیخته سوزنی‌برگ با توده آمیخته پهن برگ در منطقه کلاردشت. محیط‌شناسی ۱۰۸-۱۰۳:۳۳(۴۲).
- ۱۶- نوری، ز.، فقهی، ج.، زاهدی امیری، ق.، زبیری، م. و رحمانی، ر. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای و اثر آن در مدیریت پایداری جنگل (بررسی موردی: بخش پاتم جنگل خیرود). فصلنامه جنگل و فرآورده‌های چوب ۲۰۳-۲۰۱:۶۱(۲).
17. Bertomeu, M. and C. Romero. 2001. Managing forest biodiversity: a zero-one goal programming approach, *J. Agr. Sys.*, 68:197-213.
18. Boutin, S., D.L. Haughland, J. Schieck, J. Herbers and E. Bayne, 2009. A new approach to forest biodiversity monitoring in Canada. *J. Forest Ecol. Manag.*, 258:168-175.
19. Czajkowski, M., M. Buszko-Briggs and N. Hanley, 2009. Valuing changes in forest biodiversity, *J. Ecol. Econ.*, 68:2910-2917.
20. Eyre, T.J., D.W. Butler, A.L. Kelly and J. Wang, 2010. Effects of forest management on structural features important for biodiversity in mixed-age hardwood forests in Australia's subtropics, *J. Forest Ecol. Manag.*, 259:534-546.
21. Hamilton, A.J., 2005. Species diversity or biodiversity? *J. Environ. Manag.*, 75:89-92.

22. Heino, J., J. Ilmonen, J. Kotanen, H. Mykka, L. Paasivirta, J. Soininen and R. Virtanen, 2009. Surveying biodiversity in protected and managed areas: Algae, macrophytes, and macroinvertebrates in boreal forest streams, *J. Ecol. Indic.*, 9:1179-1187.
23. Jayaraman, K., 2000. *A Statistical Manual for Forestry Research*. Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations (UN), 242 p.
24. Klenner, W., A. Arsenault, E.G. Brockerhoff and A. Vyse, 2009. Biodiversity in forest ecosystems and landscapes: A conference to discuss future directions in biodiversity management for sustainable forestry, *J. Forest Ecol. Manag.*, 258:1-4.
25. Magurran, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd, New York, 256 p.
26. Nijkamp, P., G. Vindigni and P.A.L.D. Nunes, 2008. Economic valuation of biodiversity: A comparative study, *J. Ecol. Econ.*, 67:217-231.
27. Torras, O. and S. Saura, 2008. Effects of silvicultural treatments on forest biodiversity indicators in the Mediterranean, *J. Forest Ecol. Manag.*, 255:3322-3330.

## Species Diversity of Important Forest Communities in Patum District, Kheyrod Forest

J. Fegghi<sup>1</sup>, M. Zobeiri, M.R. Marvi Mohadjer and Y. Erfanifard<sup>2</sup>

Biodiversity is important in human performance and interference in natural environments. Investigation on biodiversity in main forest communities makes the improved management of these valuable ecosystems possible. The aim of this research was the comparison of biodiversity in four major forest communities in Hyrcanian forests. The four forest communities (i.e., *Fagetum*, *Fageto-Carpinetum*, *Querco-Carpinetum*, *Parrotio-Carpinetum*) were surveyed by full-callipering method in Patum District of Kheyrod forest. Applying the collected data, the biodiversity of them were studied in three levels of trees, shrubs and seedlings. Biodiversity was studied among the mentioned three levels in each association and among the communities separately. The results showed that there was no significant difference among the applied indices (Simpson, Shannon-Wiener and Brillouin) in the study area. Also Shannon-Wiener index decreased in order from *Querco-Carpinetum* to *Parrotio-Carpinetum*, *Fageto-Carpinetum* and *Fagetum*. There was no significant difference among the associations in the biodiversity of shrubs. The diversity of shrub species in the study area is also independent of the diversity of tree species and seedlings. The study of Shannon-Wiener index showed that the studied communities are different from each other in terms of species diversity, which should be considered in the development of management strategies. Finally, it should be noted that in sustainable forest management should be sought to preserve the diversity of plant species and prevent its decline.

**Key words:** *Fageto-Carpinetum*, *Fagetum*, *Querco-Carpinetum*, Shannon-Wiener, Wilcoxon test.

---

1. Corresponding author, Email: jfegghi@ut.ac.ir

2. Associate members and Associate member (deceased) of I.R. Iran Academy of Sciences, Professors and Associate Professor of University of Tehran, Tehran, respectively.