

بررسی تغییرات تنوع زیستی پرندگان در فصول مختلف سال (مطالعه موردی پارک ملی کلاه قاضی)

- **میلاذ لطیفی:** باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- **مینو مشتاقی*:** باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- **علیرضا رادان:** باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

چکیده

در این پژوهش تغییرات جمعیت، تراکم و تنوع پرندگان در ۴ ایستگاه مطالعاتی با تیپ‌های زیستگاهی متفاوت که به‌عنوان ایستگاه‌های پایش هر فصل در نظر گرفته شده به‌روش ترانسکت خطی در طول یک‌سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶) برآورد شد. برای تعیین تنوع گونه‌ها از شاخص‌های سیمپسون، شانون - وینر و بریلوئین و یکنواختی با استفاده از شاخص‌های سیمپسون و کامارگو نیز محاسبه شد. برای ارزیابی شاخص‌های تنوع گونه‌ای، از نرم‌افزار Ecological Methodology و برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. در طول این پژوهش ۷۴ گونه پرنده مشاهده و شناسایی شده که بیش‌ترین فراوانی متعلق به گونه‌های *Alectoris Chukar* و *Ammomanes Deserti* و *Galerida Cristata* است. براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین مقدار شاخص‌های تنوع ($4/0.91$ و $4/3.72$) مربوط به فصل زمستان، که بیانگر بیش‌ترین تنوع گونه‌ای و کم‌ترین مقدار شاخص‌های تنوع ($3/6.07$ و $3/2.21$) مربوط به فصل پاییز، که بیانگر کم‌ترین تنوع گونه‌ای است.

کلمات کلیدی: تنوع گونه، پرندگان، پارک ملی کلاه قاضی، ترانسکت، شاخص



مقدمه

و منسجم در این مناطق در بر روی فراوانی آن‌ها می‌توان کیفیت زیستگاه و فاکتورهای موثر بر جمعیت پرندگان مورد بررسی قرار داد. فلات مرکزی ایران به دلیل قرار گرفتن در مسیر مهاجرتی پرندگان هم‌چون هوبره (*Chalmydotis Undulata*) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است لذا باید پژوهش‌هایی بر پرندگان در این مناطق صورت بگیرد. پارک ملی کلاه قاضی در بخشی از فلات مرکزی ایران نیز قرار دارد. مطالعاتی که بر روی فون پرندگان در اکوسیستم‌های خشکی انجام شده می‌تواند به پژوهش محمدی و همکاران (۱۳۹۳) که فون پرندگان پارک ملی سارگیل را شناسایی کردند و براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش ۵۷ گونه در طول یک سال شناسایی شد. یکی از ابزارهای مدیریتی و مشخصه‌های کیفیت یک زیستگاه شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای است که شامل دو مشخصه جامعه زیستی یعنی غنا و یکنواختی گونه‌ای بوده، این شاخص‌ها تصویر واضحی از وضعیت جامعه زیستی مورد مطالعه را در اختیار محققین می‌گذارد (یزدان‌داد، ۱۳۹۰). با کمک شاخص‌های عددی می‌توان تنوع تغییرات تنوع گونه‌ای پرندگان را در فصول مختلف سال ارزیابی کرد که تغییرات پوشش گیاهی و عوامل اقلیمی هر فصل را می‌توان فاکتورهای موثری در پراکنش و جمعیت پرندگان اکوسیستم‌های خشکی دانست (Buckland, ۲۰۰۸). نرم‌افزارهای مختلفی از جمله Past و Ecological Methodology برای محاسبه این شاخص‌ها وجود دارد، از بین مطالعاتی که با این نرم‌افزارها انجام شده می‌توان به پژوهش (طبیعی و ابراهیمی، ۱۳۹۲) اشاره کرد که تنوع گونه پرندگان تالاب میقان را با استفاده از شاخص تنوع و به کمک نرم‌افزار Ecological Methodology نیز صورت گرفت که در این پژوهش از همین نرم‌افزار مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی تنوع گونه‌ای پرندگان پارک ملی کلاه قاضی است که با مقایسه تنوع و فراوانی فصول مختلف سال همین‌طور با سال‌های گذشته، تغییرات اقلیمی و پراکنش پرندگان در منطقه بتوان یک برنامه حفاظتی در جهت مدیریت حیات وحش منطقه تهیه شود.

مواد و روش‌ها

پارک ملی کلاه قاضی در جنوب شرقی شهر اصفهان واقع شده است و جاده آسفالته اصفهان - شیراز از کناره شمالی و غربی آن می‌گذرد. مساحت پارک ملی کلاه قاضی ۴۷،۲۶۲ هکتار است. اقلیم منطقه نیمه‌بیابانی و خشک است. پارک ملی کلاه قاضی به موجب شرایط خاص از دیرباز زیستگاه حیات وحش بوده و دارای قدمت تاریخی زیادی است. کوه کلاه قاضی قسمتی از رشته کوه ماهدشت است. بلندترین قله این کوه به ارتفاع ۲۵۳۴ متر است. پوشش گیاهی پارک

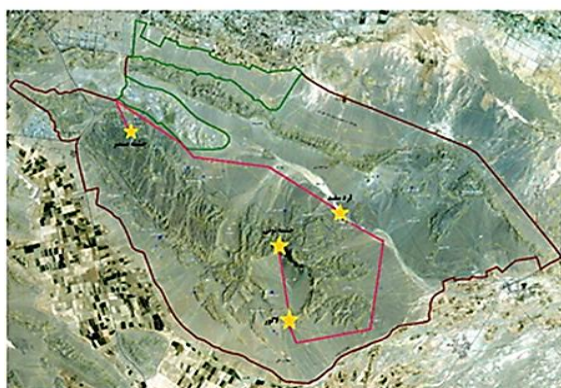
پارک‌های ملی به دلیل حفاظت شدید و مهاجرت‌های بین‌زیستگاهی از تنوع گونه‌های جانوری و گیاهی خوبی برخوردار است لذا می‌توان این مناطق را به عنوان ذخایر ژنتیکی گونه‌های گیاهی و جانوری معرفی کرد (Holden, ۲۰۱۶). یکی از سطوح تنوع زیستی که به آن پرداخته می‌شود تنوع گونه‌ای است که شامل انواع گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی است (Tantipisanuh & Gale, ۲۰۱۸). حیات وحش یکی از شاخص‌های زیستی اکوسیستم‌ها می‌باشد و از تغییرات در حیات وحش می‌توان به کیفیت اکوسیستم‌ها پی برد که حفظ آن مستلزم شناخت گونه‌ها و روابط اکولوژیکی آن‌ها در اکوسیستم است. برای حفاظت بهتر از زیستگاه‌ها و گونه‌های حیات وحش باید شناخت کافی از گونه‌های جانوری و اهمیت آن‌ها داشت تا توانست از انقراض بعضی از گونه‌ها جلوگیری نمود (مصطفوی و همکاران، ۱۳۸۶). در بین گونه‌های جانوری پرندگان به علت بیش‌ترین تنوع گونه‌ای و قرار گرفتن بعضی از پرندگان در راس هرم غذایی و کنترل کردن جوندگان و خزندگان که از وارد شدن خسارات جدی به اکوسیستم‌ها جلوگیری می‌کنند از اهمیت اکولوژیکی بالایی برخوردار هستند. از طرفی بعضی از پرندگان نیز آفات گیاهی و حشرات مضر را از بین می‌برند. بعضی از پرندگان نیز با لاشه‌خواری باعث پاکسازی محیط زیست می‌شوند و در جلوگیری از انتشار عوامل بیماری‌زا در محیط زیست نقش مهمی ایفا می‌کنند (جوانمردی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین نبود کردن پرندگان به هر دلیل چه به بهانه تفریح و تفرج و یا به بهانه بدشگون بودن آن‌ها ضربه‌های مهلکی بر تنوع زیستی منطقه و نهایتاً بر تنوع زیستی زمین وارد می‌کند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱). برای حفاظت و مدیریت بهتر فون پرندگان هر منطقه که از سرمایه‌های ژنتیکی کشور به شمار می‌روند باید در گام اول زیستگاه‌های آن‌ها شناسایی، پایش و حفاظت شود و در گام بعدی باید اطلاعاتی مبتنی بر بوم‌شناسی، شرایط اکولوژیکی، مورفولوژی و رفتارشناسی گونه‌ها جمع‌آوری شود (Canfield & Hoyer, ۱۹۹۴)، که می‌توان با تجزیه و تحلیل این اطلاعات کربدورهای زیستگاهی طراحی کرده و برای هر کدام بافرهای حفاظتی تعیین نمود که سرانجام با تدوین برنامه حفاظتی بلندمدت می‌توان از روند کاهش تنوع زیستی پرندگان که در کشور جلوگیری شود (نجمی‌زاده و رضا، ۱۳۸۴). در کشور ایران بیش از ۵۰۰ گونه پرنده زیست می‌کند (فیروز، ۱۳۷۸) که این نشانگر تنوع گونه‌ای بالای پرندگان در کشور می‌باشد. عواملی هم‌چون قرار گرفتن کشور ایران در موقعیت جغرافیای مناسب و شرایط اقلیمی خاص باعث مهاجرت بسیاری از گونه‌های پرندگان در داخل کشور می‌باشد (منصوری، ۱۳۸۷). یکی از الزامات پژوهش بر روی فون پرندگان در اکوسیستم‌های خشکی نبود مطالعات کافی



واحد نمونه برداری یا یک جامعه نشان می دهند. این شاخص ها بر اساس این که فقط از مؤلفه غنای گونه ای، یا تنها از مؤلفه یکنواختی و یا از هر دو مؤلفه غنا و یکنواختی استفاده نمایند به سه گروه زیر تقسیم می شوند. این شاخص در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۱):

۱. شاخص های غنای گونه ای: ساده ترین و قدیمی ترین روش اندازه گیری تنوع است و بر اساس تعداد کل گونه ها و افراد موجود در نمونه محاسبه میشود. شاخص منهنیک شامل این گروه است.
۲. شاخص های یکنواختی: در این گروه سه شاخص یکنواختی سیمپسون، کامارگو و شاخص اصلاح شدنی پیشنهاد شده است.
۳. شاخص های ناهمگنی: تعدادی از شاخص های پیشنهادی بر اساس فراوانی نسبی گونه ها عمل کنند. این دسته از شاخص ها به نام شاخص های ناهمگنی معرفی شدند چرا که اندازه گیری یکنواختی و غنای گونه ای را با هم در بر می گیرند. از شاخص های این گروه می توان به شاخص ناهمگنی شانن- واینر، شاخص ناهمگنی سیمپسون، شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس اشاره کرد. در این پژوهش ۴ ایستگاه و یک مسیر ترانسکت جهت پایش و سرشماری ماهانه در منطقه مشخص شد که در شکل ۲ علامت گذاری شده است. این مناطق (ایستگاه) شامل: چشمه صنمیر، لرد سفید، لاگور و چشمه توتی است. انتخاب این مناطق که به عنوان ایستگاه های پایش انتخاب شدند بر اساس وجود آبشخور، چشمه، پوشش گیاهی مناسب، توپوگرافی مناسب، امنیت بالا، دسترسی آسان و غیره است.

نقشه مسیر ترانسکت و ایستگاه ها



شکل ۲: مسیر پیمایش در منطقه

طی پایش و سرشماری یک ساله در پارک ملی کلاه قاضی ۷۴ گونه پرنده شناسایی و رکورد شدند، که حدود ۴۵٪ از گونه های ثبت شده گونه های بومی منطقه است (جدول ۱). از بین پرندگان ثبت

ملی کلاه قاضی علاوه بر پوشش علفی، دارای گونه های درختی و درختچه ای است (جوانمردی، ۱۳۸۸).

موقعیت پارک ملی کلاه قاضی



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه (پارک ملی کلاه قاضی)

در این تحقیق به منظور مشاهده و ثبت بهتر پرندگان و وجود مناطق صعب العبور پیمایش زمینی صورت گرفت. برای افزایش دقت پذیری در ثبت گونه ها و سهولت شناسایی گونه های مشاهده شده و هم پوشانی کل منطقه در هر بازدید میدانی از ورودی های مختلف وارد منطقه شده. در طول پژوهش ۱۶ بازدید از منطقه صورت گرفت هر بازدید میدانی از ۶ صبح آغاز و تا ۵ بعد ظهر در شرایط جوی مناسب صورت می گرفت. برای شناسایی و شمارش پرندگان از روش ترانسکت خطی و تعیین ایستگاه های مختلف در مسیر استفاده شد. برای شناسایی گونه لزوم عکس برداری مبنی بر تایید حضور گونه مربوطه امری انکار ناپذیر است. در این تحقیق از دوربین دوچشمی ۳۰*۸، دوربین عکاسی D ۵۵۰ همراه با لنز ۱۵۰-۶۰۰ تله تامرون، تلسکوپ جهت ثبت و شناسایی پرندگان استفاده شد. برای شناسایی بهتر پرندگان از کتاب های منصور (۱۳۹۲) و Porter و Aspinall (۲۰۱۳) به عنوان کلید شناسایی پرندگان در این پژوهش استفاده شد. بعد از سرشماری و شناسایی گونه ها فراوانی و تنوع هر گونه نسبت به هر فصل توسط نرم افزار Excel تجزیه و تحلیل می شود. اعداد با توجه به گونه های شناسایی شده و فراوانی آن ها در هر چهار ایستگاه و فصول مختلف با استفاده از نرم افزار تنوع زیستی و اکولوژیکی Ecological Methodology ۶,۱ شاخص های غنا و تنوع گونه ای برآورد می گردد. با استفاده از اعداد به دست آمده از شاخص های تنوع (جدول ۲) نمودار تغییرات تنوع و غنا گونه ها در طی یک سال توسط نرم افزار Excel رسم می شود. اساساً دو روش برای اندازه گیری تنوع گونه ای وجود دارد که هر دو اطلاعات تنوع (غنای گونه ای) و فراوانی نسبی افراد در هر گونه (فراوانی گونه ای) را با هم یکی می کنند. یکی از این روش ها شاخص های پارامتری است که به مقایسه الگوهای مشاهده شده فراوانی گونه ای با مدل های وفور گونه می پردازد و روش دیگری استفاده از شاخص های عددی است. شاخص های عددی با ارائه یک عدد به عنوان نتیجه، تنوع را در یک





شکل ۴: پرندگان تحت حفاظت (منصوری، ۱۳۸۷)

شده می‌توان به گونه‌های ارزشمندی مانند: عقاب صحرائی، عقاب طلایی، دلیجه کوچک، دلیجه معمولی، سارگپه پابلند و دال اشاره کرد (شکل ۴). گونه غالب و تیپیک منطقه کبک است که در مکان‌های مختلف منطقه و در همه فصول مشاهده شده (جدول ۱) کلیه شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۲ بیان شده است.



شکل ۳: کبک (گونه غالب و بومی پارک ملی کلاه قاضی)

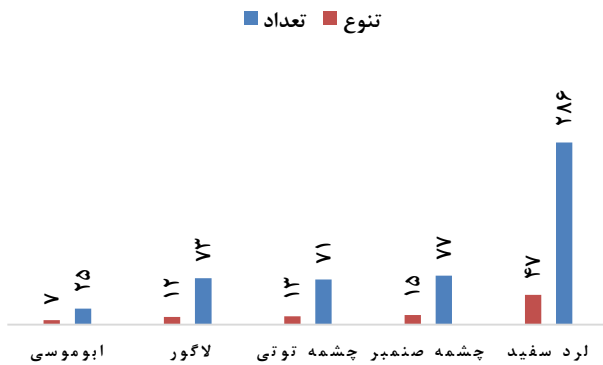
جدول ۱: جدول زیستی و موقعیت پرندگان شناسایی شده در منطقه

ردیف	اسم فارسی	اسم علمی	بومی	موقعیت گونه در منطقه			فصل مشاهده		
				مهاجر بهاره و تابستانه	مهاجر زمستانه	عبوری و اتفاقی	فصل بهار	فصل تابستان	فصل پاییز
۱	سهره صورتی	<i>Bucanetes githagineus</i>	*			*			
۲	سهره پیشانی سرخ	<i>Serinus pusillus</i>		*		*			
۳	سهره جنگلی	<i>Fringilla coelebs</i>		*					*
۴	سهره خاکی	<i>Rhodospiza obsoleta</i>	*						*
۵	سهره سینه سرخ	<i>Carduelis cannabina</i>		*					*
۶	توکا باغی	<i>Turdus philomelos</i>		*					*
۷	توکا سیاه	<i>Turdus Merula</i>		*					*
۸	توکا گلو سیاه	<i>Turdus Ruficollis</i>		*					*
۹	پی پت دشتی	<i>Anthus Campestris</i>		*					*
۱۰	پی پت صحرائی	<i>Anthus Pratensis</i>		*					*
۱۱	چکچک سیاه	<i>Oenanthe Alboniger</i>		*				*	*
۱۲	چکچک کوهی	<i>Oenanthe Oenanthe</i>		*				*	*
۱۳	چکچک دشتی	<i>Oenanthe isabellina</i>		*				*	*
۱۴	چکچک ابلق جنوبی	<i>Oenanthe Lugens</i>		*				*	*
۱۵	چکچک پشت سفید	<i>Oenanthe Finschii</i>		*				*	*
۱۶	چکچک بیابانی	<i>Oenanthe Deserti</i>		*				*	*
۱۷	چکچک ابلق	<i>Oenanthe pleschanka</i>		*				*	*
۱۸	دم سرخ سیاه	<i>Phoenicurus Ochrurus</i>		*				*	*
۱۹	دم سرخ پشت بلوطی	<i>Phoenicurus Erythronota</i>		*				*	*
۲۰	دم سرخ معمولی	<i>Phoenicurus Phoenicurus</i>		*				*	*
۲۱	چکاوک بیابانی	<i>Ammomanes Deserti</i>	*				*	*	*
۲۲	چکاوک کاکلی	<i>Galerida Cristata</i>	*				*	*	*
۲۳	چکاوک آسمانی	<i>Alauda Arvensis</i>	*				*	*	*
۲۴	زردپره لیمویی	<i>Emberiza Citrinella</i>		*				*	*
۲۵	دم جنبانک ابلق	<i>Motacilla Alba</i>		*				*	*
۲۶	چلچله بیابانی	<i>Hirundo Obsoleta</i>		*				*	*
۲۷	پری شاهرخ	<i>Oriolus Oriolus</i>		*				*	*
۲۸	سنگ چشم خاکستری کوچک	<i>Lanius Minor</i>		*				*	*
۲۹	سنگ چشم دم سرخ	<i>Lanius isabellinus</i>		*				*	*

ردیف	اسم فارسی	اسم علمی	موقعیت گونه در منطقه					
			بومی	مهاجر بهاره و تابستانه	مهاجر زمستانه	عبوری و اتفاقی	فصل بهار	
						فصل تابستان	فصل پاییزی	فصل زمستانی
۳۰	سنگ چشم خاکستری بزرگ	<i>Lanius Excubitor</i>		*	*			*
۳۱	سنگ چشم سر حنایی	<i>Lanius senator</i>		*	*			*
۳۲	سنگ چشم بزرگ دشتی	<i>Lanius lahtora</i>			*			*
۳۳	سنگ چشم پیشانی سفید	<i>Lanius-nubicus</i>			*			*
۳۴	کمرکولی بزرگ	<i>Sitta Tephronata</i>	*				*	*
۳۵	کمرکولی کوچک	<i>Sitta Neumayer</i>	*				*	*
۳۶	مگس گیر راه راه	<i>Muscicapa Striata</i>			*			*
۳۷	کلاغ ابلق	<i>Corvus Corone</i>	*					*
۳۸	زاغی	<i>Pica Pica</i>			*			*
۳۹	کلاغ سیاه	<i>Corvus Frugilegus</i>			*			*
۴۰	غراب معمولی	<i>Corvus Corax</i>	*					*
۴۱	زاغ نوک سرخ	<i>Pyrrhcorax Pyrrhcorax</i>	*					*
۴۲	سسک چیف چاف	<i>Phylloscopus Collybita</i>			*			*
۴۳	سسک جنیان	<i>Scotocerca Inquieta</i>	*					*
۴۴	سسک بیابانی	<i>Sylvia nana</i>			*			*
۴۵	سار	<i>Sturnus Vulgaris</i>			*			*
۴۶	گنجشک خانگی	<i>Passer Domesticus</i>	*					*
۴۷	کفتار چاهی	<i>Columba livia</i>	*					*
۴۸	باقرقره شکم سیاه	<i>Pterocles Orientalis</i>	*					*
۴۹	هدهد	<i>Upupa epops</i>			*			*
۵۰	حواصیل کوچک	<i>Egretta Garzetta</i>			*			*
۵۱	غغد کوچک	<i>Athene Noctua</i>	*					*
۵۲	سارگپه پابلند	<i>Bueto Rufinus</i>	*					*
۵۳	دلیجه معمولی	<i>Falco Timunculus</i>	*					*
۵۴	دلیجه کوچک	<i>Falco Naumanni</i>	*					*
۵۵	عقاب طلائی	<i>Aquila Chrysaetos</i>	*					*
۵۶	عقاب صحرائی	<i>Aquila Nipalensis</i>	*					*
۵۷	دال سیاه	<i>Aegyptius Monachus</i>			*			*
۵۸	تیمهو	<i>Ammoperdix Griseularis</i>	*					*
۵۹	کبک	<i>Alectoris Chukar</i>	*					*
۶۰	سنگ چشم سرحنایی	<i>Lanius senator</i>		*	*			*
۶۱	کوکو	<i>Cuculus canorus</i>		*	*			*
۶۲	زردپرسر سیاه	<i>Emberiza melanocephala</i>		*	*			*
۶۳	زردپرسر زیتونی	<i>Emberiza hortulana</i>		*	*			*
۶۴	چرخ ریسک بزرگ	<i>Parus major</i>		*	*			*
۶۵	سسک گلو سفید	<i>Sylvia communis</i>		*	*			*
۶۶	سسک درختی بزرگ	<i>Hippolais languida</i>		*	*			*
۶۷	دم چتری	<i>Cercotrichas galactotes</i>		*	*			*
۶۸	سینه سرخ	<i>Irania gutturalis</i>		*	*			*
۶۹	طرقه کبود	<i>Monticola solitarius</i>		*	*			*
۷۰	گنجشک خاکی	<i>Carpospiza brachydactyla</i>		*	*			*
۷۱	سسک سرسیاه	<i>Sylvia atricapilla</i>		*	*			*
۷۲	چلچله کوهی	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>		*	*			*
۷۳	بادخورک	<i>Apus apus</i>		*	*			*
۷۴	چلچله	<i>Hirundo rustica</i>		*	*			*



(شکل ۵). همان‌طور که در شکل ۵ مشخص شده است، مناطق چشمه صنمیر، چشمه توتی و لاگور نسبتاً از لحاظ تنوع و فراوانی گونه یکسان هستند و در صورتی که منطقه لرد سفید از لحاظ تنوع و فراوانی گونه با سایر مناطق اختلاف چشمگیری دارد و تعداد گونه‌ها مشاهده شده و مجموع فراوانی هر گونه در منطقه لرد سفید به ترتیب ۴۷ و ۲۸۶ است.



شکل ۵: نمودار تنوع و فراوانی پرندگان در ۴ ایستگاه

پس از این که پایش هر چهار ایستگاه در هر فصل سال انجام شد، تعداد گونه‌های مشاهده شده مربوط به هر فصل را به‌طور مجزا تعیین شد که به‌صورت نمودار ترسیم شد (شکل ۶). همان‌طور که در شکل ۶ مشخص هست بیشترین تعداد گونه مشاهده شده مربوط به فصل زمستان که ۴۲ گونه است و کمترین گونه مشاهده در فصل تابستان که ۲۶ گونه است.



شکل ۶: نمودار تعداد گونه‌های شناسایی شده در چهار فصل

باتوجه تعداد گونه‌های مشاهده شده و فراوانی گونه‌ها شاخص‌های یکنواختی و غیریکنواختی محاسبه شده به‌صورت نمودار ترسیم شد (شکل ۷). در شکل ۷ بیشترین و کمترین مقدار شاخص‌های شانون و بریلوبین به ترتیب مربوط به فصل زمستان و فصل پاییز است و شاخص‌های کامارگو و سیمپسون کمترین تغییرات را در چهار فصل دارند و نسبتاً ثابت است.

جدول ۲: شاخص‌های تنوع زیستی محاسبه شده در این مطالعه

شاخص	فرمول محاسبه
تنوع شانون-وینر	$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_r P_i)$
تنوع سیمپسون	$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S \left[\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right]$
غنای مارگالف	$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$
غنای منهینیک	$D_{Mn} = \frac{S - 1}{\sqrt{N}}$
یکنواختی سیمپسون	$E_{1/D} = \frac{1/D}{S}$
یکنواختی کامارگو	$E = 1.0 - \left(\sum_{i=1}^S \sum_{j=i+1}^S \left[\frac{ p_i - p_j }{S} \right] \right)$

P_i نسبت تعداد افراد گونه i ام به کل نمونه، N جمعیت کل، S تعداد گونه‌ها، n_i تعداد گونه i ام (Barnes, ۱۹۹۸).

نتایج

با توجه به جدول شاخص‌های تنوع (سیمپسون و شانون) که برای این تحقیق محاسبه شده بیشترین عدد شانون برای فصل زمستان است (جدول ۳).

جدول ۳: شاخص‌های تنوع محاسبه شده برای فصول مختلف سال

شاخص ناهمگنی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
شانون	۰/۳	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۳۴
سیمپسون	۰/۱۸۸	۰/۱۸۹۵	۰/۱۸۸۶	۰/۹۲۷

همین‌طور شاخص‌های یکنواختی و غیریکنواختی (شانون، کامارگو، سیمپسون و بریلوبین) که برای این تحقیق محاسبه شده بیشترین یکنواختی در فصل تابستان و بیشترین ناهمگنی در فصل زمستان مشاهده شد (جدول ۴).

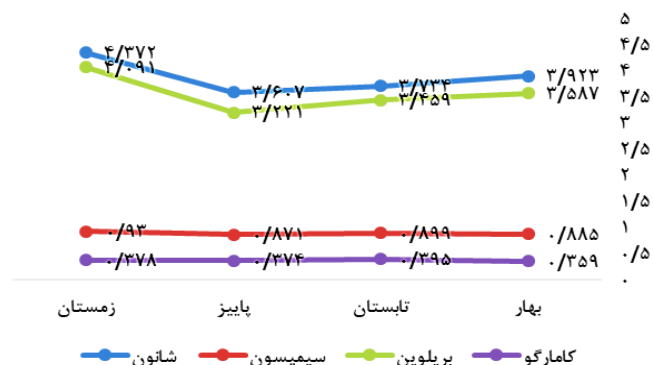
جدول ۴: شاخص‌های یکنواختی و غیریکنواختی برای فصول مختلف

شاخص‌های یکنواختی و غیر یکنواختی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
شانون	۳/۹۲۳	۳/۷۳۴	۳/۶۰۷	۴/۳۷۲
سیمپسون	۰/۱۸۸۵	۰/۱۸۹۹	۰/۱۸۷۱	۰/۹۳۰
بریلوبین	۳/۵۸۷	۳/۴۵۹	۳/۲۲۱	۴/۰۹۱
کامارگو	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۷۴	۳/۷۸۷

در طول چهار فصل مجموع تعداد گونه‌ها و مجموع فراوانی هر گونه مربوط به هر ایستگاه محاسبه و به‌صورت نمودار ترسیم شده است



شده در این چهار فصل متعلق به همین خانواده بوده است. طبق نتایج به دست آمده از سرشماری گونه‌ها مشخص گردید که در فصل زمستان تعداد گونه‌ها (تنوع) و جمعیت پرندگان نسبت به فصول دیگر بهتر است که یکی از دلایل آن وجود گونه مهاجر زمستانه و منابع آبی در این فصل است. با توجه به این که فصل زمستان از تنوع و تراکم خوبی از پرندگان برخوردار است لذا باید برنامه حفاظتی متناسب این فصل در نظر گرفته شود. طی این پژوهش دو گونه سهره پیشانی سرخ (*Serinus pusillus*) و پی پت دشتی (*Anthus Campestris*) که به تعداد اندک مشاهده شدند برای اولین بار در استان اصفهان رکورد و در لیست پرندگان استان اصفهان ثبت شدند. براساس نتایج به دست آمده از سرشماری از هر ۴ ایستگاه بیشترین تنوع و فراوانی گونه‌های پرنده مربوط به منطقه لرد سفید که از لحاظ پوشش گیاهی، منابع آبی و حفاظتی نسبت به مناطق دیگر در شرایط بهتری قرار دارد. وجود ۴۷ گونه در این منطقه با مقیاس بسیار کم بیانگر آن است که این منطقه از نظر حفاظتی، گردشگری، پرندنگری و پژوهش حائز اهمیت است و می‌توان این منطقه را به‌عنوان یکی از مناطق کلیدی معرفی کرد. از سوی دیگر ارتباط و همبستگی معنی‌دار قوی بین متغیرهای مستقل محیطی و جامعه پرندگان در مناطق بیابانی و نیمه بیابانی به دست نمی‌آید (Likens و Lindenmayer, ۲۰۱۰). با توجه به آمار سرشماری سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ اداره حفاظت محیط زیست استان اصفهان از پرندگان پارک ملی کلاه قاضی (کابلی و همکاران، ۱۳۸۸) و نتایج به دست آمده این پژوهش در سال ۹۵-۹۶ نشان‌دهنده کاهش جمعیت پرندگان کلاه قاضی است و فراوانی پرندگانی از جمله کبک (*Alectoris Chukar*) و تیهو (*Ammoperdix Grisegularis*) بسیار کاهش یافته که یکی از دلایل آن از بین رفتن پوشش گیاهی و کمبود منابع آبی در منطقه است لذا در این راستا باید یک برنامه بلندمدت برای احیا پوشش گیاهی و حیات وحش منطقه در دستور کار قرار گیرد که در تحقیق Thomas و همکاران (۲۰۱۲) نیز به علت وجود پاره‌ای از مشکلات مانند تخریب زیستگاه به ارائه پیشنهاداتی جهت کاهش تاثیر بر فون پرندگان پرداخته است. از جمله تحقیقاتی که بر روی فون پرندگان در مناطق بیابانی در استان اصفهان انجام شده است از سوی دیگر تحقیق (حجتی و جلالپور، ۱۳۹۳) که در این پژوهش ۱۳۹ گونه پرنده شناسایی شد. نتایج نشان می‌دهد که استان اصفهان به دلیل تیپ‌های زیستگاهی متفاوت دارای تنوع گونه‌ای پرندگان منحصر به فردی است. در طی چند سال اخیر پژوهش‌هایی روی پرندگان پارک ملی کلاه قاضی انجام شده که نتایج این پژوهش‌ها نشان‌دهنده روند افزایشی تنوع گونه‌ای در این منطقه هست که می‌توان یکی از دلایل آن افزایش پیچدگی سیمای سرزمین در این منطقه است که افزایش پیچدگی سیمای سرزمین باعث افزایش



شکل ۷: نمودار شاخص‌های یکنواختی و غیریکنواختی در فصول مختلف

بحث

تنوع زیستی بالای گونه‌های جانوری در یک منطقه بیانگر آن است که مدیریت خوبی در آن منطقه صورت می‌گیرد (Martin و Kutt, ۲۰۱۰). از این رو برآورد چنین شاخص‌های مرتبط می‌تواند کمک بزرگی به مدیران در بخش‌های مختلف مدیریت مناطق حفاظت شده نماید. توجه به رعایت اصول محاسبات شاخص‌های مختلف می‌تواند یک نمایه مناسب برای ارائه برنامه‌های کوتاه‌مدت حفاظتی برای گونه‌های مختلف موجود در منطقه است. پارک ملی کلاه قاضی از جمله مناطقی است که به دلیل تنوع شرایط زیستگاهی گونه‌های متنوعی را در خود جا داده است اما وجود دستکاری‌های مختلف و هم‌چنین بروز خشکسالی در سال‌های اخیر علی‌رغم تلاش‌های مدیران منطقه را دچار تهدیدات جدی کرده است. در این پژوهش گونه‌های پرندگان پارک ملی کلاه قاضی از نظر تنوع، تراکم و جمعیت در طول بازه زمانی یک‌ساله از مهر ۹۵ تا شهریور ۹۶ مورد بررسی قرار گرفتند. طی این بررسی ۷۴ گونه متعلق به ۸ راسته مشاهده شده و از این تعداد ۲۷، ۴۲، ۳۵، ۲۶ گونه به ترتیب در فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان مشاهده شد (شکل ۶). با توجه به شکل ۷، بیشترین مقدار شاخص‌های غیریکنواختی (۴/۰۹۱ و ۴/۳۷۲) مربوط به فصل زمستان است که بیانگر افزایش تنوع پرندگان در این منطقه است و کمترین مقدار شاخص‌های غیریکنواختی (۳/۶۰۷ و ۳/۲۲۱) مربوط به فصل پاییز است و شاخص‌های یکنواختی نسبتاً در طول سال در منطقه تغییری نمی‌کند و ثابت است. در مطالعات و پژوهش‌های قبلی که روی پرندگان پارک ملی کلاه قاضی انجام شده کم‌تر از ۴۰ گونه پرنده شناسایی شده است (جوانمردی و همکاران، ۱۳۸۸). بیشترین جمعیت مشاهده در این چهار فصل مربوط به راسته ماکیان‌سانان (*Galliformes*)، گنجشک‌سانان (*Passeriformes*) بود و بیشترین تنوع پرندگان مشاهده شده مربوط به راسته (*Coraciiformes*) است که ۱۹ گونه مشاهده



۸. نجمی‌زاده، س. و یاوری، ا.ر.، ۱۳۸۴. ارزیابی توان محیط زیستی پارک ملی خیر برای زون‌بندی و برنامه‌ریزی به کمک GIS. محیط شناسی. سال ۳۱، شماره ۳۸، صفحات ۴۷ تا ۵۸.
۹. یزدان‌داد، ح.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات تنوع و فراوانی پرندگان در اکوسیستم‌های آبی استان خراسان رضوی. محیط زیست جانوری. سال ۳، شماره ۱، صفحات ۴۵ تا ۵۸.
۱۰. حجتی، و. و جلالپور، م.، ۱۳۹۶. بررسی فون پرندگان پناهگاه حیات وحش عباس آباد در استان اصفهان. محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۲، صفحات ۷۵ تا ۸۶.
۱۱. طبیعی، ا. و ابراهیمی، ن.، ۱۳۹۲. تعیین وضعیت تنوع گونه‌ای پرندگان آبی زمستان‌گذران تالاب میقان در استان مرکزی. مجله زیست‌شناسی جانوری تجربی. سال ۲، شماره ۲، صفحات ۲۳ تا ۳۳.
۱۲. فیروز، ا.، ۱۳۷۸. حیات وحش ایران. مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۴۹۱ صفحه.
۱۳. منصور، ج.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پرندگان ایران، انتشارات کتاب فرزانه، چاپ دوم. ۵۱۳ صفحه.
- تنوع گونه‌ای نیز می‌شود. با توجه به پژوهش (براتی و همکاران، ۱۳۹۶)، از هم‌گسیختگی سیمای سرزمین را در چند سال اخیر در منطقه شاهد تعارضاتی مانند افزایش کاربری معدن، کشاورزی و شهری باعث دور شدن لکه‌های مرتع شده است. افزایش کاربری‌های کشاورزی در حاشیه و در داخل منطقه در سال‌های اخیر باعث افزایش تنوع گونه پرندگان شده که البته این نرخ افزایشی بیش‌تر مربوط به تنوع گونه گنجشک‌سانان در پارک ملی کلاه قاضی است. لذا برای بررسی وضعیت تنوع زیستی یک سیمای سرزمین ناهمگون می‌توان از شاخص‌های تنوع زیستی استفاده کرد (Valerio و همکاران، ۲۰۱۶).

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نگارندگان از زحمات و رهنمودهای اداره کل محیط زیست استان اصفهان، اداره پارک ملی کلاه‌قاضی، محیط‌بانان و همکاری که در این پژوهش صمیمانه همکاری کردند کمال تشکر را دارند.

منابع

۱۴. Barnes, B.V.; Pregitzer, K.S. and Spies, T.A., 1998. Ecological forest site classification, J. Forest. Vol. 80, pp: 493-498.
۱۵. Buckland, T.S., 2008. Estimating Bird abundance: Mating methods work. J. Bird. Con. Inter. Vol. 18, pp: 91-108.
۱۶. Hoyer, M.V. and Canfield, D.E., 1994. Bird abundance and species richness on Florida lakes: influence of trophic status, lake morphology and aquatic macrophytes. Hydrobiologia. Vol. 279-280, pp: 1-14.
۱۷. Holden, A., 2016. Environment and tourism. 3rd Ed. Routledge, Taylor & Francis. 280 p.
۱۸. Kutt, A. and Martin, T., 2010. Bird foraging height predicts bird species response to woody vegetation change. Biodiversity & Conservation. Vol. 19, No. 8, pp: 2247-2262.
۱۹. Lindenmayer, D.B. and Likens, G.E., 2010. The science and application of ecological monitoring. Biological conservation. Vol. 143, No. 6, pp: 1317-1328.
۲۰. Porter, R. and Aspinall, S., 2013. Birds of the Middle East: Bloomsbury Publishing.
۲۱. Tantipisanuh, N. and Gale, G.A., 2018. Identification of biodiversity hotspot in national level Importance of unpublished data. Vol. 13, pp: 2-10.
۲۲. Thomas, C.D.; Gillingham, P.K.; Bradbury, R.B.; Roy, D.B.; Anderson, B.J.; Baxter, J.M.; Bourn, N.A.; Crick, H.Q.; Findon, R.A. and Fox, R., 2012. Protected areas facilitate species' range expansions. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 109, No. 35, pp: 14063-14068.
۲۳. Valerio, F.; Basile, M.; Balestrieri, R.; Posillico, M.; Di Donato, S.; Altea, T. and Matteucci, G., 2016. The reliability of a composite biodiversity indicator in predicting bird species richness at different spatial scales. Ecological Indicators. Vol. 71, pp: 627-635.
۱. اجتهادی، ح.؛ سپهری، ع. و عکافی، ح.، ۱۳۹۱. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. چاپ دوم. دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۳۰ صفحه.
۲. براتی، ب.؛ زبردست، ج. و رایگانی، ل.، ۱۳۹۶. رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین (منطقه مورد مطالعه: پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی). مجله آمایش سرزمین. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۱۵۳ تا ۱۶۸.
۳. جوانمردی، س.؛ خباز، ع.پ. و پورخباز، ح.، ۱۳۸۸. بررسی بوم‌سازگان و جغرافیای زیستی پارک ملی کلاه قاضی. اطلاعات جغرافیایی (سپهر). سال ۱۸، شماره ۷۰، صفحات ۴۸ تا ۵۳.
۴. کابلی، م.؛ کریمی، م.؛ بهروز، ر.؛ اسدی، س.ب. و کریمی، ص.، ۱۳۸۸. عوامل موثر بر پراکنش و فراوانی پرندگان در پارک ملی کلاه قاضی و پناهگاه حیات وحش موه در استان اصفهان. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست. سال ۱۱، شماره ۱، صفحات ۱۲۱ تا ۱۲۹.
۵. کریمی، س.؛ مرادی، ح.و. و قدیمی، م.، ۱۳۹۱. مطالعه تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی جامعه پرندگان در تپه‌های پوششی متفاوت جنگل شصت کلاته گرگان. مجله حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی. سال ۱، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۸.
۶. مصطفوی، ح.، ۱۳۸۶. تنوع زیستی منطقه حفاظت شده مند. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۷. منصور، ج.، ۱۳۹۲. راهنمای پرندگان ایران. چاپ دوم. انتشارات فرزانه. ۵۱۳ صفحه.

