

Original Article

Seasonal dynamics of small passerine communities and species diversity across elevational gradients: Insights from Golestankooch no-hunting area

Alireza Ramezani,¹ Mehdi Elahi,^{1,2*} Arya Shafaeipour,³ Mayam Morovati^{1,2}

¹ Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

² Water, Energy and Environment Research Institute, Ardakan University, Ardakan, Iran

³ Department of Biology, Yasouj University, Yasuj, Iran

Introduction: Species composition and biodiversity of a community can be influenced by several factors such as geographical barriers, habitat heterogeneity due to altitude difference, access to food, vegetation structure, temperature, precipitation, and historical factors and create different spatial patterns of species distribution. Recognition the different species including bird diversity is an integral part of biodiversity conservation. Bird diversity serves as a powerful bio-indicator signal. They represent ecosystem health because they are sensitive to environmental change and status of biodiversity as a whole. In this study, the change in the composition of the community structure of small-sized sparrows along the elevation gradient during the two seasons of spring and autumn in the no-hunting area of Golestankooch, Khansar, located in the west of Isfahan province, has been investigated.

Material and Methods: Considering the east-west gradient of environmental changes, especially altitude and microclimate, three stations were selected in the east-west direction and sampled using a mist net. Sampling was done during two seasons, spring and autumn, with four repetitions in each season from each station. To avoid counting duplicate samples, all specimens were marked using colored silicone rings on the feet. The Ecological Methodology program was used to calculate a variety of species diversity indices such as Simpson, Shannon-Wiener, Brillouin, Camargo, Smith and Wilson, modified nee and Jackknife estimation and similarity coefficients. Also, indices related to beta diversity were calculated using the PAST program.

Results and Discussion: A total of 23 species of small passerines were identified in the study area and it was found that the most diverse family and genus are the warbler's family with 12 species and the *Acrocephalus* genus with 4 species. The House Sparrow, the Great Tit, the Common Chiffchaff, and the Clamorous Reed Warbler were identified as the dominant species of the area. Species richness and abundance were higher in spring and station B (intermediate) than in autumn and other stations. Simpson (1-D), Shannon-Wiener (H) and

* Corresponding Author Email Address: m.elahi@ardakan.ac.ir

Brillouin (H) heterogeneity indices in the spring, at stations C and B are higher than A, in autumn at station B maximum and at station C (no sample) minimum, and in the entire area between the two seasons, it was evaluated as the same and similar. Camargo uniformity (E), modified reed (EQ) and Smith-Wilson (Evar) indices were maximum in spring and autumn at station C and B, respectively, and slightly higher in autumn than spring. Morisita's similarity index indicated the presence of a small number of common species in station B between the two seasons. The maximum similarity between the two habitats A and C and the minimum similarity between the two habitats A and B were obtained in the spring, as well as the very small similarity of the two stations A and B in the autumn season. The highest Jaccard and Sorensen similarity coefficients between two seasons were recorded at station B, which indicated the stability of the community structure of small passerines in this habitat. Finally, beta diversity index was calculated higher in autumn than in spring.

Conclusion: The no-hunting area of Golestankooch has a significant species diversity of small passerines, which shows significant changes in community structure both in different seasons and different habitats. The most complex and at the same time the most stable social structure was identified in both seasons in the middle altitudes (in the central part of the region). Therefore, the protection of the micro-habitats of this area, especially the intermediate areas throughout the year (and the high areas in the hot season), can have a tremendous effect on maintaining the diversity of small passerines.

Keywords: Birds, Alpha and beta diversity, Similarity coefficients, Species diversity indices, Elevational gradient

پویایی فصلی جوامع گنجشک‌شکلان کوچک و تنوع گونه‌ها در طول شیب‌های

ارتفاعی: نگاهی به منطقه شکار ممنوع گلستانکوه

علیرضا رضانی^۱، مهدی الهی^{۲،۱}، آریا شفائی پور^۳، مریم مروتی^{۲،۱}

^۱ گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

^۲ پژوهشکده آب، انرژی و محیط زیست، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

^۳ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

سابقه و هدف: ترکیب گونه‌ها و تنوع زیستی یک جامعه می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی مانند موانع جغرافیایی، ناهمگنی زیستگاه ناشی از اختلاف ارتفاع، دسترسی به مواد غذایی، ساختار پوشش گیاهی، دما، بارش و عوامل تاریخی قرار گیرد و الگوهای فضایی مختلف پراکنش گونه‌ها را ایجاد کند. شناسایی گونه‌های مختلف از جمله تنوع پرندگان، بخش جدایی ناپذیر حفاظت از تنوع زیستی است. تنوع پرندگان همانند یک شاخص زیستی قوی عمل می‌کند. آنها سلامت اکوسیستم را نشان می‌دهند و به تغییرات محیطی و وضعیت تنوع زیستی به طور کلی حساس هستند. در تحقیق حاضر، تغییر در ترکیب ساختار جامعه گنجشک‌شکلان کوچک‌جثه در امتداد شیب ارتفاعی طی دو فصل بهار و پاییز در منطقه شکار ممنوع گلستانکوه خوانسار واقع در غرب استان اصفهان بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: با توجه به شرقی-غربی بودن شیب تغییرات محیطی، بویژه ارتفاع و خُرداقلیم، تعداد سه ایستگاه در راستای شرقی-غربی انتخاب و به کمک تور نامرئی نمونه‌برداری گردید. نمونه‌برداری طی دو فصل بهار و پاییز و با چهار تکرار در هر فصل از هر ایستگاه، انجام شد. بمنظور اجتناب از شمارش نمونه‌های تکراری، حلقه‌های رنگی سیلیکونی در پای پرندگان نصب گردید. از برنامه Ecological Methodology برای محاسبه انواع شاخص‌های تنوع گونه‌ای همچون سیمپسون، شانون-وینر، بریلوئین، کامارگو، اسمیت و ویلسون، اصلاح شده نی و برآورد جک نایف و ضرائب تشابه استفاده شد. همچنین شاخص‌های مربوط به تنوع بتا، به کمک برنامه PAST محاسبه گردید.

نتایج و بحث: در مجموع تعداد ۲۳ گونه از گنجشک‌شکلان کوچک در منطقه شناسایی گردید و مشخص شد متنوع‌ترین خانواده و جنس، به ترتیب خانواده سسک‌ها با ۱۲ گونه و جنس *Acrocephalus* با ۴ گونه می‌باشند. گنجشک خانگی، چرخ‌ریسک بزرگ، سسک

چیف‌چاف و سسک تالابی پرصدا گونه‌های غالب منطقه شناسایی شد. غنا و فراوانی گونه‌های در فصل بهار و ایستگاه B (میان‌بند) بیشتر از پاییز و سایر ایستگاه‌ها بود. شاخص‌های ناهمگنی سیمپسون ($1-D$)، شانون-وینر (H') و بریلوئین (H) در فصل بهار، در ایستگاه‌های C و B بالاتر از A، در فصل پاییز در ایستگاه B حداکثر و در ایستگاه C (بدون نمونه) حداقل و در کل منطقه بین دو فصل، یکسان و مشابه ارزیابی شد. شاخص‌های یکنواختی کامارگو (E')، اصلاح شده نی (EQ) و اسمیت-ویلسون ($Evar$) در فصل بهار و پاییز به ترتیب در ایستگاه C و B حداکثر و در فصل پاییز، اندکی بیشتر از بهار بود. شاخص تشابه مورسیتا بیانگر وجود تعداد اندکی گونه مشترک در ایستگاه B بین دو فصل بود. حداکثر تشابه بین دو زیستگاه A و C و حداقل تشابه دو زیستگاه A و B در فصل بهار و همچنین شباهت بسیار اندک دو ایستگاه A و B در فصل پاییز بدست آمد. بالاترین میزان ضرایب تشابه جاکارد و سورنسن بین دو فصل، در ایستگاه B ثبت گردید که بیانگر پایداری ساختار جامعه گنجشک‌شکلان کوچک در این زیستگاه بود. در نهایت شاخص تنوع بتا در فصل پاییز بالاتر از بهار محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری: منطقه شکارممنوع گلستانکوه واجد تنوع گونه‌ای قابل توجهی از گنجشک‌شکلان کوچک است که از نظر ساختار اجتماعی، تغییرات قابل توجهی هم از نظر فصلی و هم زیستگاهی متحمل می‌شود. پیچیده‌ترین و در عین حال پایدارترین ساختار اجتماعی در هر دو فصل در ارتفاعات میانه (ایستگاه B واقع در بخش مرکزی منطقه) شناسایی گردید. از اینرو حفاظت از خردزیستگاه‌های این منطقه، بویژه مناطق میان‌بند در تمام طول سال (و مناطق مرتفع در فصل گرم)، می‌تواند تاثیر شگرفی در حفظ تنوع گنجشک‌شکلان کوچک داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پرندگان، تنوع آلفا و بتا، ضرایب تشابه، شاخص‌های تنوع گونه‌ای، شیب تغییرات ارتفاع

مقدمه

یکی از اهداف بوم‌شناسان، شناخت میزان تغییرات تنوع زیستی با تغییر محیط، به ویژه گونه‌های تخصص یافته در زیستگاه‌هایی که از نظر فضایی سازمان یافته هستند می‌باشد. تحقیقاتی که تغییر در تعداد گونه‌ها را بین زیستگاه‌های محلی مقایسه می‌کند، برای تعیین الگوها، به‌ویژه در مکان‌هایی که از نظر گونه‌ای غنی هستند، ضروری است. ترکیب گونه‌ها و تنوع زیستی یک جامعه می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی مانند موانع جغرافیایی، فاصله جغرافیایی و ناهمگنی زیستگاه ناشی از اختلاف ارتفاع، دسترسی به مواد غذایی، ساختار پوشش گیاهی، دما، بارش و عوامل تاریخی قرار گیرد و الگوهای فضایی مختلف پراکنش گونه‌ها را ایجاد کند (Fluck et al., 2020; Zhang et al., 2023).

تنوع بتا^۱ نشان دهنده میزان تغییر گونه‌ها بین زیستگاه‌ها است و غالباً جایگزینی گونه‌ها را بدون در نظر گرفتن فراوانی نسبی اندازه‌گیری می‌کند. با این حال، لحاظ نمودن فراوانی نسبی یا شاخص فراوانی، امکان ارزیابی دقیق‌تری از تنوع گونه‌ها را فراهم می‌کند، به ویژه زمانی که بین زیستگاه‌ها متفاوت است. تنوع بتای بالا در امتداد شیب محیطی نشان دهنده میزان بالای تخصص یافتگی گونه‌ها در زیستگاه‌هاست. کمی‌سازی این پارامتر می‌تواند برای طراحی استراتژی‌های حفاظت از تنوع جانداران در این مناطق مورد استفاده قرار گیرد. تنوع بتای بالا در فواصل کوچک، نشان دهنده حضور گونه‌های فراوان بین زیستگاه‌های همسایه است که عموماً به صورت محلی تخصصی شده و به فعالیت‌های انسانی بسیار حساس هستند (Castilheiro *et al.*, 2017; Rakib *et al.*, 2024).

شاخص‌های مناسب با قابلیت اندازه‌گیری آسان، می‌توانند بعنوان میانبرهایی برای برنامه‌های حفاظت جهت شناسایی مناطق مهم و نقاط داغ تنوع زیستی مورد استفاده قرار گیرند (Lindenmayer *et al.*, 2000). شناسایی گونه‌های مختلف از جمله تنوع پرندگان، بخش جدایی‌ناپذیر حفاظت از تنوع زیستی است. تنوع پرندگان همانند یک شاخص زیستی قوی عمل می‌کند. آنها سلامت اکوسیستم را نشان می‌دهند و به تغییرات محیطی و وضعیت تنوع زیستی به طور کلی حساس هستند (Kunwar *et al.*, 2023). پرندگان آشکارا همه جا حضور داشته و به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته و شناخته شده‌اند. آنها تقریباً تمام زیستگاه‌ها در سراسر جهان را اشغال کرده‌اند و عملکردهای بوم‌شناختی متعددی (مانند گرده افشانی و کنترل جمعیت حشرات) در بوم‌سازگان ایفا می‌کنند (Bhat *et al.*, 2022)، به نحوی که حدود نیمی از گیاهان به وضوح با گرده افشانی پرندگان سازگار شده‌اند. آنها همچنین شاخصی از تغییرات اقلیمی، کیفیت آب و جذب توریست به حساب می‌آیند (Desalegn *et al.*, 2021). علی‌رغم توانایی ظاهری پراکندگی (قدرت پرواز)، به نظر می‌رسد بسیاری از عوامل (مانند تغییرات فصلی، ارتفاع و منابع آبی) بر تنوع پرندگان تأثیر می‌گذارد یا توزیع جغرافیایی آنها را محدود می‌کند (Castilheiro *et al.*, 2017). بنابراین در بسیاری از مطالعات به منظور ارزیابی کیفیت زیستگاه و حفظ تنوع زیستی و همچنین شناسایی اقدامات حفاظتی مورد نیاز، پرندگان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Khan and Ali, 2014; Hasmat *et al.*, 2020; Duco *et al.*, 2020; Jarrett *et al.*, 2021).

در سرتاسر جهان بیش از ۱۰۵۰۰ گونه پرنده شناسایی شده است که حدود دو سوم آنها (حدود ۶۵۰۰ گونه) از راسته گنجشک‌شکلان^۲ هستند. آنها که اغلب به عنوان پرندگان شاخه‌نشین و آوازخوان شناخته می‌شوند غنی‌ترین گروه از نظر گونه در بین پرندگان به حساب می‌آیند (Schmitt and Edwards, 2022). گنجشک‌شکلان به دلیل تنوع و فراوانی بالا و پراکنش

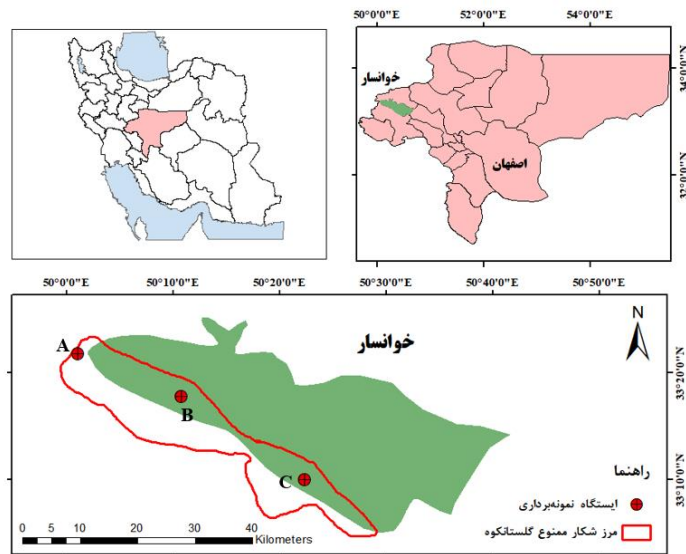
جهانی، از شناخته شده‌ترین پرندگان بوده و در فرهنگ و دانش بشری جایگاه ویژه‌ای دارند. تنوع و دسترسی به آنها در حیات وحش باعث شده است که این گروه از پرندگان به عنوان یکی از بهترین مدل‌های حیوانی برای مطالعات میدانی در زمینه‌هایی همچون بوم‌شناسی، تکامل، واکنش به تغییرات اقلیمی و ... تبدیل شوند (Desalegn *et al.*, 2021; Schmitt and Edwards, 2022).

در تحقیق حاضر، تغییر در ترکیب ساختار جامعه گنجشک‌شکلان کوچک‌جثه در امتداد شیب ارتفاعی طی دو فصل بهار و پاییز در منطقه شکارممنوع گلستانکوه واقع در غرب استان اصفهان بررسی شده است. این منطقه بدلیل ویژگی‌هایی همچون اقلیم کوهستانی، پوشش گیاهی متنوع (۶۲۰ آرایه متعلق به ۶۱ تیره)، قرار گرفتن در دامنه‌های شرقی زاگرس مرکزی و مسیر مهاجرتی بسیاری از پرندگان، می‌تواند زیستگاه بسیار مطلوبی برای بسیاری از پرندگان بویژه گنجشک‌شکلان به حساب آید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه شکارممنوع گلستانکوه با ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۳۲۰۰ متر از سطح دریا (میانگین ۲۳۰۰ متر) و مساحتی بالغ بر ۵۲۰۰۰ هکتار، در ۱۵ کیلومتری جنوب شهر خوانسار و ۱۵۰ کیلومتری غرب نئهر اصفهان واقع شده است. این منطقه از سمت شمال به شهرستان خوانسار، از سمت شرق به جاده داران-خوانسار و از جنوب به روستای دره‌بید (در شهرستان فریدن) محدود شده است (شکل ۱). ارتفاعات این منطقه از شمال کوه کرقلی تا جنوب کوه سیل در شهرستان خوانسار امتداد دارد و بطور کلی تیپ منطقه کوهستانی و مربوط به حوزه آبریز قمروود می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی خوانسار، تغییرات دمایی منطقه از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در تیرماه تا ۱۵- درجه در دی‌ماه (میانگین دمای سالانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد) متغیر بوده و اقلیم منطقه بر اساس طبقه بندی اقلیمی آمبرژه، نیمه‌خشک و سرد و بر اساس روش دومارتن سرد و نیمه‌خشک است. میزان بارندگی سالانه از ۱۵۰ تا ۴۸۰ میلی‌متر (متوسط ۳۶۰ میلی‌متر) متغیر است که بیشترین مقدار آن متعلق به شش ماهه آذر تا اردیبهشت است. این منطقه از نظر فلور گیاهی، بسیار غنی است و دارای ۶۲۰ آرایه متعلق به ۳۰۳ جنس و ۶۱ تیره می‌باشد (Akhavan Roofigar and Bagheri, 2021).



شکل ۱- موقعیت منطقه شکار ممنوع گلستانکوه در شهرستان خوانسار واقع در استان اصفهان به همراه ایستگاه‌های

نمونه‌برداری

Fig. 1 –Location of Golestankooch no-hunting area in Khansar city located in Isfahan province along with sampling stations

انتخاب ایستگاه و نمونه‌برداری: با توجه به شرقی-غربی بودن شیب تغییرات ارتفاع و خرد اقلیم منطقه، تعداد سه ایستگاه در راستای شرقی-غربی با در نظر گرفتن ارتفاع از سطح دریا و همچنین سهولت در دسترسی، بعنوان ایستگاه‌های مورد مطالعه انتخاب گردید (شکل ۱ و جدول ۱).

جدول ۱ – مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری

Table 1. Specifications of the sampling stations

ویژگی‌های ایستگاه نمونه‌گیری	فاصله تا ایستگاه B (کیلومتر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	مختصات جغرافیایی	موقعیت در منطقه	نام ایستگاه
درختی-ساحل رودخانه	۱۷	۲۰۴۱	۳۳°۲۱'۴۵/۵"N ۵۰°۰۱'۰۸/۳"E	غرب	A
باغی-استخر آب	۰	۲۳۲۱	۳۳°۱۷'۴۴/۳"N ۵۰°۱۰'۴۸/۵"E	مرکز	B
باغی و زراعی	۲۲	۲۵۶۷	۳۳°۰۹'۵۹/۱"N ۵۰°۲۲'۲۴/۴"E	شرق	C

جهت انجام نمونه‌برداری میدانی، از تور نامرئی^۳ با ابعاد ۳*۱۵ متر استفاد گردید (شکل ۲). به منظور افزایش موفقیت در صید و همچنین پرهیز از تلف شدن نمونه‌ها، نمونه‌برداری در صبح زود و غروب و با فاصله سرکشی حداکثر یک ساعت پس از نصب تور انجام شد. در تحقیق حاضر، با رعایت اصول اخلاق زیستی، از جمله نصب تور در سایه، فاصله سرکشی کوتاه، رهاسازی پرنده از تور با در نظر گرفتن اولویت رهاسازی اندام‌های حیاتی همچون گردن و زبان، نگهداری پرندگان رها شده از تور در سایه و رفع تشنگی با آب، خوشبختانه موردی از تلفات مشاهده و ثبت نگردید. از هر ایستگاه در دو فصل نمونه‌برداری شد؛ یک فصل در نیمه دوم سال (طی بازه زمانی یک ماهه از ۱۴۰۱/۸/۳ تا ۱۴۰۱/۹/۳) و یک فصل در نیمه اول سال (طی بازه زمانی یک ماهه از ۱۴۰۲/۳/۱۰ تا ۱۴۰۲/۴/۱۱). لازم به ذکر است به منظور پوشش کامل محدوده هر ایستگاه، در هر فصل، از ۴ خردزیستگاه موجود در آن زیستگاه، با در نظر گرفتن پوشش گیاهی، منابع آب، جهت جغرافیایی، شیب و مسیرهای تردد پرندگان، نمونه‌برداری شد. به این منظور کل دوره یک ماهه به چهار هفته تقسیم شد و در هر هفته، از هر سه ایستگاه فقط یک مرتبه نمونه‌برداری بعمل آمد. بدین ترتیب، از اریبی ناشی از توزیع نامناسب زمانی نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها پرهیز شد. واحد تلاش صید (CPUE) با تور نامرئی، برابر با ۱۶ تور-ساعت در هر ایستگاه در هر فصل (یا ۳۲ تور-ساعت در هر ایستگاه طی دو فصل) اعمال گردید. تمام نمونه‌های صید شده با وارد آوردن کمترین تنش، پس از عکاسی، با استفاده از حلقه‌های سیلیکونی رنگی مخصوص گنجشک‌شکلان کوچک‌جثه (ساخت ایران و خریداری شده از فروشگاه‌های پرنده‌فروشی محلی)، حلقه‌گذاری و سپس در زیستگاه رهاسازی گردیدند (شکل ۲). این حلقه‌ها، برخلاف حلقه‌های فلزی، بدلیل خاصیت ارتجاعی، به سادگی قابل نصب بوده و پس از چند ماه، بعلت فرسودگی، خودبخود از پای پرنده حذف می‌شوند. هدف از حلقه‌گذاری، تشخیص و پرهیز از شمارش نمونه‌های تکراری صید شده بود. به منظور شناسایی نمونه‌های صید شده، از کتب راهنمای پرنده کالینز (Svensson *et al.*, 2009) و پرندگان خاورمیانه (Porter and Aspinall, 2010) و همچنین ارسال عکس برای پرنده شناسان با تجربه استفاده گردید.



شکل ۲- (سمت راست) تور پرنده‌گیری نصب شده در مسیر تردد پرندگان و (سمت چپ) چرخ‌ریسک بزرگ (*Parus major*) به همراه حلقه‌های سیلیکونی سبز رنگ در هر دو پا

Fig. 2- (Right side) Mist-net installed in the bird passageway and (Left side) the great tit (*Parus major*) with green silicone rings on both legs

تجزیه و تحلیل داده‌ها: در تحقیق حاضر، از برنامه Ecological Methodology (نسخه ۷/۲) برای محاسبه انواع شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون^۴، شانون-وینر^۵، بریلوئین^۶، کامارگو^۷، اسمیت و ویلسون^۸، اصلاح شده نی^۹ و برآورد جک نایف^{۱۰} و ضرائب تشابه^{۱۱} استفاده شد (Krebs, 1999). همچنین شاخص‌های مربوط به تنوع بتا، به کمک برنامه PAST (نسخه ۳/۲۵) مورد محاسبه قرار گرفت (Hammer, 2019).

نتایج و بحث

در تحقیق حاضر، از تعداد سه ایستگاه (A، B و C) در منطقه شکار ممنوع گلستانکوه طی دو فصل بهار و پاییز نمونه‌برداری شد. در مجموع ۸۱ نمونه پرنده از گنجشک‌شکلان کوچک، متعلق به ۸ خانواده، ۱۸ جنس و ۲۳ گونه شناسایی گردید (جدول ۲). تمام گونه‌های ثبت شده در این تحقیق، از نظر وضعیت حفاظتی، در طبقه کمترین نگران (LC) لیست سرخ IUCN قرار داشتند. متنوع‌ترین خانواده در منطقه، خانواده سسکها (Sylviidae) با ۱۲ گونه و متنوع‌ترین جنس، *Acrocephalus* با ۴ گونه، شناسایی گردید. خانواده سسکها معمولاً در مناطقی با پوشش گیاهی متراکم و فشرده آشیانه‌سازی می‌کنند و اساساً پرندگان حشره‌خوار هستند (del Hoyo et al., 2014). حضور حداقل ۱۲ گونه از این خانواده در منطقه مورد مطالعه، علاوه بر بالا بودن سهم ذاتی بالای اعضای این خانواده در جامعه گنجشک‌شکلان، می‌تواند بدلیل پوشش گیاهی

غنی منطقه باشد که در تامین غذا (حشرات) و محل آشیانه‌سازی آنها نقش دارد. گونه‌های غالب منطقه، گنجشک خانگی، چرخ‌ریسک بزرگ، سسک چیف‌چاف و سسک تالابی پرصدا تشخیص داده شدند. از گونه‌های سسک بیدی، سسک کوچک، سسک شکیل، سسک سرسیاه، سسک دم پهن، سسک درختی زیتونی، دم‌سرخ سیاه، چکچک گوش سیاه، توکای سیاه، صعوه ابروسفید و الیکایی فقط یک نمونه در کل دوره نمونه‌برداری شناسایی شد.

جدول ۲ - تنوع و فراوانی گونه‌های صید شده در تحقیق حاضر

Table 2. Diversity and abundance of species caught in the present study

خانواده	جنس	وضعیت پراکنش	فراوانی کل	پاییز			بهار			نام علمی	نام فارسی	ردیف
				C	B	A	C	B	A			
سسک‌ها (Sylviidae)	Acrocephalus	مهاجر	2	-	-	1	-	1	-	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	سسک تالابی راه راه	1
		مهاجر	2	-	-	-	-	1	1	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	سسک تالابی بزرگ	2
		مهاجر	9	-	-	-	2	1	6	<i>Acrocephalus stentoreus</i>	سسک تالابی پرصدا	3
		مهاجر	6	-	-	-	-	6	-	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	سسک تالابی معمولی	4
	Phylloscopus	مهاجر	9	-	-	9	-	-	-	<i>Phylloscopus collybita</i>	سسک چیف‌چاف	5
		مهاجر	1	-	-	-	1	-	-	<i>Phylloscopus trochilus</i>	سسک بیدی	6
		مهاجر	1	-	-	-	-	1	-	<i>Phylloscopus neglectus</i>	سسک کوچک	7
	Scotocerca	مقیم	2	-	-	-	-	-	2	<i>Scotocerca inquieta</i>	سسک جنبان	8
	Prinia	مقیم	1	-	-	-	-	1	-	<i>Prinia gracilis</i>	سسک شکیل‌ادم دراز	9
	Sylvia	مهاجر	1	-	-	1	-	-	-	<i>Sylvia atricapilla</i>	سسک سرسیاه	10
	Cettia	مهاجر	1	-	-	-	-	-	1	<i>Cettia cetti</i>	سسک دم پهن	11

	<i>Hippolais</i>	مهاجر	1	-	-	-	1	-	-	<i>Hippolais pallida</i>	سسک درختی زیتونی	12
سهره ها (Fringillidae)	<i>Carduelis</i>	مهاجر	6	-	6	-	-	-	-	<i>Carduelis cannabina</i>	سهره سینه سرخ	13
	<i>Fringilla</i>	مهاجر	4	-	2	2	-	-	-	<i>Fringilla coelebs</i>	سهره جنگلی	14
	<i>Serinus</i>	مقیم	2	-	2	-	-	-	-	<i>Serinus pusillus</i>	سهره پیشانی سرخ	15
توکاها (Turdidae)	<i>Phoenicurus</i>	مهاجر	1	-	1	-	-	-	-	<i>Phoenicurus ochruros</i>	دم‌سرخ سیاه	16
	<i>Oenanthe</i>	مهاجر	1	-	-	-	1	-	-	<i>Oenanthe hispanica</i>	چکچک گوش‌سی اه	17
	<i>Turdus</i>	مهاجر	1	-	-	-	1	-	-	<i>Turdus merula</i>	توکای سیاه	18
زرده‌پره‌ها (Emberizidae)	<i>Emberiza</i>	مقیم	2	-	2	-	-	-	-	<i>Emberiza cia</i>	زرده‌پره کوهی	19
گنجشک‌ها (Passeridae)	<i>Passer</i>	مقیم	13	-	1	-	3	3	6	<i>Passer domesticus</i>	گنجشک خانگی	20
صعوه‌ها (Prunellidae)	<i>Prunella</i>	مهاجر	1	-	1	-	-	-	-	<i>Prunella ocularis</i>	صعوه ابرو سفید	21
چرخ‌ریسک‌ها (Paridae)	<i>Parus</i>	مقیم	13	-	4	3	3	3	-	<i>Parus major</i>	چرخ‌ریسک ک بزرگ	22
الیکایی‌ها (Troglodytidae)	<i>Troglodytes</i>	مهاجر	1	-	-	1	-	-	-	<i>Troglodytes troglodytes</i>	الیکایی	23
8	18		81	0	19	17	12	17	16	23	23	جمع

نمونه‌های صید شده در فصل بهار: نتایج نمونه‌های صید شده در فصل بهار به تفکیک ایستگاه، نشان داد که ایستگاه B (واقع در مرکز منطقه و در ارتفاع حدواسط) با ۸ گونه و ۱۷ نمونه، بالاترین غنای گونه‌ای و فراوانی را داراست. در حالیکه ایستگاه A با ۵ گونه و ایستگاه C با ۱۲ نمونه، به ترتیب کمترین غنای گونه‌ای و کمترین فراوانی را نشان دادند. همچنین مشخص شد رایج‌ترین گونه‌ها در ایستگاه A، گنجشک خانگی و سسک تالابی پرصدا، در ایستگاه B، سسک معمولی، گنجشک خانگی و چرخ‌ریسک بزرگ، و نهایتاً در ایستگاه C، گنجشک خانگی و چرخ‌ریسک بزرگ هستند. گونه‌های گنجشک خانگی و سسک تالابی پرصدا در هر سه ایستگاه حضور داشتند. گونه‌های سسک تالابی بزرگ و چرخ‌ریسک بزرگ بین دو ایستگاه

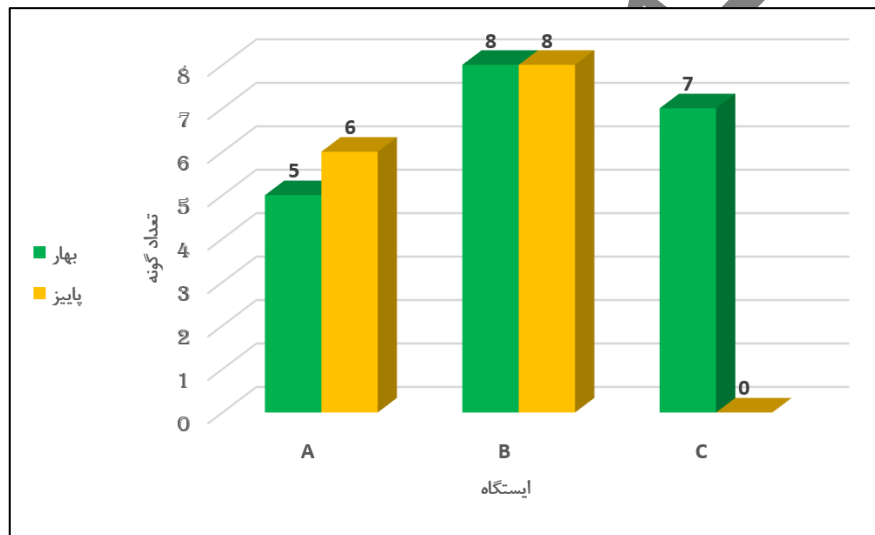
مشترک بودند و نهایتاً گونه‌های سسک جنبان، سسک دم پهن، سسک تالابی معمولی، سسک کوچک، سسک تالابی راه راه، سسک شکیل، چکچک گوش‌سیاه، سسک درختی زیتونی، توکای سیاه و سسک بیدی فقط در یک ایستگاه شناسایی شدند. لازم به ذکر است در این فصل تعداد ۴۵ نمونه متعلق به ۱۴ گونه در کل منطقه صید و شناسایی گردید (جدول ۲). حضور تعداد قابل توجهی از آرایه‌ها در فصل بهار در منطقه، بیانگر زادآور بودن آنها در این زیستگاه است و بدیهی است که زیستگاه‌های زادآوری از نظر حفاظتی، واجد ارزش بالایی می‌باشند.

نمونه‌های صید شده در پاییز: بررسی نمونه‌های صید شده در فصل پاییز به تفکیک ایستگاه، نیز بیانگر وجود حداکثر غنای گونه‌ای و فراوانی در ایستگاه B (با ۸ گونه و ۱۹ نمونه) بود. ایستگاه A با ۶ گونه و ۱۷ نمونه، از نظر غنای گونه‌ای و فراوانی، رتبه دوم را نشان داد. در ایستگاه C، علی‌رغم تلاش یکسان با دو ایستگاه قبل، هیچ نمونه‌ای صید نگردید و اصطلاحاً بعنوان فقیرترین ایستگاه هم از نظر غنای گونه‌ای و هم از نظر فراوانی شناخته شد. همچنین مشخص گردید رایج‌ترین گونه‌ها در ایستگاه A، سسک چیف‌چاف (۹ نمونه) و چرخ‌ریسک بزرگ (۳ نمونه) و در ایستگاه B، سپهره سینه سرخ (۶ نمونه) و چرخ‌ریسک بزرگ (۴ نمونه) هستند. گونه‌های سپهره جنگلی و چرخ‌ریسک بزرگ بین ایستگاه‌های A و B مشترک بودند و نهایتاً گونه‌های سسک چیف‌چاف، سسک تالابی راه راه، سسک سرسیاه، الیکایی، صعوه ابروسفید، دم‌سرخ سیاه، سپهره سینه سرخ، زرده‌پره کوهی، سپهره پیشانی سرخ و گنجشک خانگی تنها در یک ایستگاه مشاهده گردیدند. لازم به ذکر است در این فصل تعداد ۳۶ نمونه متعلق به ۱۲ گونه در کل منطقه صید و شناسایی گردید (جدول ۲).

تحقیقات متعددی بر روی رابطه غنا و تنوع گونه‌ای پرندگان و ارتفاع انجام شده است (Pineda-López *et al.*, 2023; Kunwar *et al.*, 2023; Bhat *et al.*, 2022). تحقیقات (Pineda-López *et al.*, 2023) نشان داد تفاوت در ترکیب گونه‌ها فقط در گرادیان‌های شدید دیده می‌شود و حداکثر غنا در بخش میانی گرادیان که با افزایش ارتفاع در زمستان کاهش می‌یافت، تشخیص داده شد. همچنین در تحقیقی که توسط Shariatic and Kaboli (2014) انجام گرفت مشخص گردید که غنا و تنوع گونه‌ای پرندگان با تغییر ارتفاع بصورت معنی‌داری تغییر می‌کند. نتایج تحقیق آنها نشان داد غنا و تنوع گونه‌ای پرندگان با ارتفاع از سطح دریا، از الگوی زنگوله‌ای پیروی می‌کند و در ارتفاعات میانه به بیشترین مقدار خود می‌رسد. (Nezami 2020) دلیل افزایش تنوع پرندگان شاخه‌نشین با افزایش ارتفاع در منطقه حفاظت شده پرور سمنان را تغییر ساختار گیاهی (توده‌های جنگلی بالغ) و در نتیجه ایجاد اشکوب‌ها و خردزیستگاه‌های بیشتر می‌داند که برای آنها مطلوب‌تر هستند. بعلاوه، امنیت بالاتر در این مناطق، یکی دیگر از عوامل افزایش تنوع برشمرده شد.

در تحقیق حاضر، ایستگاه B با ارتفاع ۲۳۲۱ متر حد واسط دو ایستگاه دیگر به حساب می‌آید. علاوه بر این، کاربری تفریحی زیستگاه A (علی‌رغم مجاورت آن با رودخانه) می‌تواند با کاهش امنیت منجر به کاهش مطلوبیت آن برای پرندگان شود. بالاتر بودن تنوع آرایه‌های مورد مطالعه در ایستگاه A در پاییز می‌تواند به دلیل کاهش ارزش تفریحی آن برای بازدیدکنندگان و در نتیجه افزایش امنیت آن برای پرندگان باشد. همچنین فقیر بودن ایستگاه C در فصل پاییز می‌تواند به دلیل نامطلوب شدن این ایستگاه برای پرندگان در این فصل باشد، چرا که این ایستگاه مرتفع‌ترین و سردترین ایستگاه به حساب می‌آید.

مقایسه ایستگاه‌ها بین دو فصل: مقایسه ایستگاه‌ها از نظر تنوع گونه‌ها بین دو فصل نشان می‌دهد ایستگاه A در پاییز غنای گونه‌ای بیشتری نسبت به بهار دارد، در حالیکه غنای گونه‌ای ایستگاه C در بهار بیشتر از پاییز است. در مورد ایستگاه B مشخص شد نه تنها تفاوتی بین دو فصل دیده نمی‌شود، بلکه حداکثر غنا نیز متعلق به این ایستگاه می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳ - نمودار ستونی تعداد گونه‌های هر ایستگاه در دو فصل بهار و پاییز

Fig. 3 - Number of species at the stations in spring and autumn

مقایسه ایستگاه‌ها از نظر یکنواختی و فراوانی گونه‌ای بین دو فصل نشان داد بیشترین یکنواختی، متعلق به ایستگاه C در فصل بهار (با حداکثر و حداقل فراوانی به ترتیب ۳ و ۱) و کمترین یکنواختی، متعلق به ایستگاه A، بویژه در فصل پاییز (با حداکثر و حداقل فراوانی به ترتیب ۹ و ۱) می‌باشد. به عبارتی در ایستگاه C در فصل بهار، فراوانی تمام گونه‌ها نزدیک به هم بوده، در حالیکه در ایستگاه A در فصل پاییز، فراوانی یک گونه (سک چیف‌چاف) بیشتر از مجموع فراوانی سایر گونه‌ها بدست آمد.

مطالعات Battisti et al. (2022) نشان داد الگوهای فصلی در سطح جامعه، منجر به پیدایش تفاوت‌های معنی‌داری در فراوانی می‌شود که حداکثر آن در پاییز و حداقل آن در تابستان بود. بیشترین مقدار فراوانی در پاییز می‌تواند بدلیل تجمعات گنجشک‌شکلان کوچک زمستان‌گذران در منطقه باشد. تحقیقات آنها نشان داد تعداد گونه‌ها بطور معنی‌داری بین فصول متفاوت است و غنی‌ترین جامعه متعلق به فصل بهار است. Desalegn et al. (2021) ارتباط گونه‌های پرندگان با حضور در زیستگاه در فصل مرطوب و خشک را به عواملی همچون دسترسی به غذا و مکان‌های لانه‌سازی مرتبط دانستند. Fluck et al. (2020) به بررسی تاثیر متغیرهای اقلیمی، فاصله جغرافیایی و رودخانه بر تنوع بتای گنجشک‌شکلان پرداختند. مشخص شد اهمیت آب و هوا و فاصله جغرافیایی نسبتاً مهمتر از رودخانه‌های موجود در زیستگاه است.

نتایج شاخص‌های تنوع گونه‌ای

برآورد غنای گونه‌ای^{۱۲} به روش جک نایف: تخمین غنای گونه‌ای به روش جک نایف که در واقع نشان دهنده غنای گونه‌ای مورد انتظار در زیستگاه بر اساس تنوع مشاهده شده است در هر فصل بصورت جداگانه محاسبه شد. در فصل بهار، غنای گونه‌ای کل منطقه (شامل ۳ ایستگاه) برابر 20.7 ± 1.3 (انحراف معیار \pm میانگین) با حدود اطمینان ۹۵٪ برابر با $14/9$ تا $26/4$ تخمین زده شد. تعداد گونه‌های منحصر به فرد (گونه‌هایی که فقط در یک ایستگاه مشاهده می‌شود) برابر با ۱۰ گونه محاسبه گردید. برای فصل پاییز، غنای گونه‌ای برآورد شده برابر 15.5 ± 0.5 (انحراف معیار \pm میانگین) با حدود اطمینان ۹۵٪ برابر با $9/1$ تا $21/9$ در کل منطقه بود. همچنین ۹ گونه منحصر به فرد در منطقه شناسایی گردید.

شاخص‌های ناهمگنی^{۱۳}: نتایج محاسبات سه شاخص ناهمگنی سیمپسون (1-D)، شانون-وینر (H') و بریلوئین (H) در فصول بهار و پاییز در جدول ۳ نمایش داده شده است. در فصل بهار، حداکثر میزان شاخص‌های ناهمگنی سیمپسون و شانون-وینر متعلق به ایستگاه C و شاخص ناهمگنی بریلوئین متعلق به ایستگاه B بود. همچنین حداقل میزان هر سه شاخص در این فصل، برای ایستگاه A بدست آمد. در فصل پاییز نیز هر سه شاخص ناهمگنی، در ایستگاه B حداکثر و در ایستگاه C (بدون نمونه)، حداقل محاسبه گردید. مقایسه شاخص‌های ناهمگنی کل منطقه (سه ایستگاه در فصل بهار و دو ایستگاه در فصل پاییز) اگرچه نشان داد دو شاخص شانون-وینر و بریلوئین در فصل بهار و شاخص سیمپسون در فصل پاییز بیشتر است، اما هیچ‌کدام از این تفاوت‌ها از نظر آماری، معنی‌دار نبودند. عبارتی تنوع منطقه بین دو فصل مشابه هم بود.

جدول ۳- مقایسه شاخص‌های ناهمگنی در هر ایستگاه و کل منطقه به تفکیک فصل

Table 3. Comparison of heterogeneity indices in stations and the entire area by season

بریلوئین (H)		شانون-وینر (H')		سیمپسون (1-D)		ایستگاه
پاییز	بهار	پاییز	بهار	پاییز	بهار	
1.546	1.517	2.012	1.936	0.706	0.742	A
2.088	1.981	2.695	2.616	0.860	0.846	B
0	1.889	0	2.666	0	0.894	C
2.535	2.622	3.067	3.124	0.873	0.865	کل منطقه

شاخص‌های یکنواختی^۴: نتایج محاسبات مربوط به سه شاخص یکنواختی کامارگو (E')، اصلاح شده نی (E_Q) و اسمیت-ویلسون (E_{var}) به تفکیک فصل در هر ایستگاه و همچنین کل منطقه در جدول ۴ ارائه گردیده است. مشخص شد در فصل بهار، هر سه شاخص در ایستگاه C حداکثر و در ایستگاه A حداقل هستند. در فصل پاییز، از بین دو ایستگاه واجد نمونه، ایستگاه B دارای حداکثر شاخص‌های سه‌گانه یکنواختی بودند و ایستگاه C، بدلیل عدم وجود نمونه، حداقل مقدار را نشان داد. محاسبه سه شاخص یکنواختی برای کل منطقه (۳ ایستگاه برای فصل بهار و ۲ ایستگاه برای فصل پاییز) نشان داد هر سه شاخص در فصل پاییز بیشتر از بهار هستند.

در تحقیقی که توسط Pandey *et al.* (2024) بر روی شاخص‌های تنوع گونه‌ای پرندگان در جنگلی در نپال انجام شد، شاخص‌های تنوع گونه‌ای در زمستان، بالاتر از پاییز بدست آمد. دلیل این اختلاف، حضور تعداد قابل توجهی از پرندگان مهاجر زمستان‌گذران در منطقه در فصل زمستان اعلام گردید. Ibrahim *et al.* (2024) ارتباط غنا و فراوانی گونه‌های پرندگان با ویژگی‌های زیستگاه در چهار زیستگاه (جنگل، درختستان، علفزار و حاشیه رودخانه) از زون ساوانای گینه در نیجریه را مورد بررسی قرار دادند. از بین تمام ویژگی‌های زیستگاهی، فقط تراکم درخت ارتباط مثبت با فراوانی، غنا و تنوع گونه‌ای پرندگان نشان داد زیرا درختان فراهم‌کنندگان نیچ‌های اصلی اغلب گونه‌های پرندگان به حساب می‌آیند (Nezami, 2020).

با این وجود، آب تنها عاملی بود که ارتباط مثبت معنی‌داری با فراوانی پرندگان نشان داد زیرا اغلب گونه‌های کلونی‌زی به دلیل غذای فراوان، آب، مواد آشیانه‌سازی و همچنین زادآوری، در چنین زیستگاهی حضور دارند. تغییرات تنوع زیستی پرندگان در فصول مختلف سال در پارک ملی کلاه قاضی توسط Latifi *et al.* (2019) مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور تغییرات جمعیت، تراکم و تنوع پرندگان در چهار ایستگاه با تیپ‌های زیستگاهی متفاوت به روش ترانسکت خطی در طول یکسال برآورد شد. از شاخص‌های سیمپسون، شانون-وینر، بریلوئین و کامارگو برای ارزیابی تنوع گونه‌ای و یکنواختی با

استفاده از برنامه Ecological Methodology استفاده گردید. نتایج تحقیق آنها حضور ۷۴ گونه پرنده در منطقه را تایید و مشخص نمود که بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع، مربوط به فصل زمستان و کمترین مقدار مربوط به فصل پاییز است.

جدول ۴- مقایسه شاخص‌های یکنواختی در هر ایستگاه و کل منطقه به تفکیک فصل

Table 4. Comparison of evenness indices in stations and the entire area by season

اسمیت-ویلسون (E _{var})		اصلاح شده نی (E _Q)		کامارگو (E')		ایستگاه
پاییز	بهار	پاییز	بهار	پاییز	بهار	
0.636	0.634	0.199	0.204	0.539	0.625	A
0.763	0.728	0.260	0.224	0.651	0.625	B
0	0.848	0	0.305	0	0.738	C
0.612	0.556	0.196	0.172	0.546	0.494	کل منطقه

اندازه‌گیری تنوع بتا

ضریب تشابه مورسیتا^{۱۵} و فراوانی نسبی گونه‌ها: شاخص ضریب تشابه مورسیتا در ایستگاه A بین فصل بهار و پاییز، برابر با صفر محاسبه شد. بعبارتی از مجموع ۱۱ گونه پرنده مشاهده شده در این ایستگاه، هیچ گونه مشترکی بین فصل بهار و پاییز وجود نداشت. همچنین فراوانی نسبی گونه‌های مشاهده شده در این ایستگاه در دو فصل محاسبه گردید. مشخص شد حداکثر فراوانی نسبی در ایستگاه A، متعلق به سسک چیف‌چاف (۰/۵۲۹) در فصل پاییز و پس از آن، دو گونه گنجشک خانگی و سسک تالابی پرصدا (۰/۳۷۵) در فصل بهار است. بعبارتی گونه/گونه‌های غالب موجود در ایستگاه A در فصل بهار و پاییز، به ترتیب شامل "سسک چیف‌چاف" و "گنجشک خانگی و سسک تالابی پرصدا" شناسایی شدند. شاخص ضریب تشابه مورسیتا ایستگاه B برای دو فصل بهار و پاییز، برابر با ۰/۳۲ بدست آمد. این بدان معنی است که این ایستگاه، از تشابه نسبتاً اندکی از نظر جامعه پرندگان مورد مطالعه برخوردار است و از میان ۱۴ گونه ثبت شده در آن، تنها دو گونه مشترک (چرخ‌ریسک بزرگ و گنجشک خانگی) بین دو فصل مشاهده گردید. محاسبه فراوانی نسبی گونه‌های این ایستگاه در دو فصل نشان داد سسک تالابی معمولی (۰/۳۵۳) و سهره سینه سرخ (۰/۳۱۶) گونه‌های غالب به ترتیب فصل بهار و پاییز ایستگاه B را تشکیل می‌دهند. با توجه به عدم حضور نمونه در ایستگاه C طی فصل پاییز، ضریب تشابه مورسیتا برای این ایستگاه برابر با صفر بود. محاسبه فراوانی نسبی گونه‌های این ایستگاه در فصل بهار، گنجشک خانگی و چرخ‌ریسک بزرگ را بعنوان گونه‌های غالب این ایستگاه معرفی نمود. شاخص ضریب تشابه مورسیتا هر سه ایستگاه در فصل بهار نیز محاسبه شد که مقدار آن

برای دو ایستگاه A و B برابر با ۰/۴۵، A و C برابر با ۰/۸۶ و B و C ۰/۷۵ بدست آمد. این بدین معنی است که حداکثر تشابه بین دو ایستگاه A و C و حداقل تشابه بین دو ایستگاه A و B می‌باشد.

نتایج فراوانی نسبی برای پرندگان این سه ایستگاه در فصل بهار نیز نشان داد گنجشک خانگی و سسک تالابی پرصدا در دو ایستگاه A (۰/۳۷۵) و C (۰/۲۵۰) و سسک تالابی معمولی (۰/۳۵۳) در ایستگاه B بعنوان گونه/گونه‌های غالب محسوب می‌شوند. همچنین مشخص شد از مجموع ۱۴ گونه مشاهده شده در این فصل، تنها دو گونه گنجشک خانگی و سسک تالابی پرصدا بین هر سه ایستگاه مشترک هستند.

شاخص ضریب تشابه مورسیستا در فصل پاییز بین دو ایستگاه A و B برابر با ۰/۲۳ بدست آمد که بیانگر شباهت بسیار اندک دو جامعه مورد مطالعه بود. مشخص شد از بین ۱۲ گونه مشاهده شده در فصل پاییز، فقط دو گونه سهره جنگلی و چرخ‌ریسک بزرگ بین دو زیستگاه مشترک هستند. بررسی فراوانی نسبی گونه‌ها بین دو ایستگاه نشان داد گونه‌های غالب شامل سسک چیف‌چاف (۰/۵۲۹) در ایستگاه A و دو گونه سهره سینه سرخ (۰/۳۱۶) و چرخ‌ریسک بزرگ (۰/۲۱۱) در ایستگاه B می‌باشند.

ضرایب تشابه جاکارد و سورنسن^{۱۶}: ضرایب تشابه جاکارد و سورنسن در دو فصل و بین ایستگاه‌ها نیز محاسبه گردید (جدول ۵). نتایج مقایسه ایستگاه‌های متناظر بین دو فصل نشان داد ایستگاه B بالاترین ضریب تشابه (J=۰/۱۴۳ و S=۰/۲۵۰) و ایستگاه‌های A و C حداقل ضریب تشابه (صفر) را دارند. بالاتر بودن ضریب تشابه در ایستگاه B بین دو فصل نشان دهنده پایداری ساختار جامعه گنجشک‌شکلان کوچک در این زیستگاه است. مقایسه ایستگاه‌های فصل بهار نشان داد حداکثر ضریب تشابه بین دو ایستگاه A و B (J=۰/۳۰۰ و S=۰/۴۶۹) و حداقل آن بین دو ایستگاه A و C (J=۰/۲۰۰ و S=۰/۳۳۳) وجود دارد. در فصل پاییز، بیشترین تشابه بین دو ایستگاه A و B (J=۰/۱۶۷ و S=۰/۲۸۶) و حداقل آن بین دو ایستگاه A و C و همچنین B و C محاسبه گردید.

شاخص‌های ویتاگر، ویلسون-شمیدا، کدی و روتلیج^{۱۷}: در فصل بهار، مقادیر شاخص‌های ویتاگر، ویلسون-شیدا، کدی و روتلیج به ترتیب ۱/۱، ۱/۲، ۸ و ۰/۲۶۵۹۲ محاسبه گردید. در فصل پاییز، این مقادیر به ترتیب برابر با ۱/۵۷۱۴، ۱/۹۲۸۶، ۹ و ۰/۲۱۰۵۷ بدست آمد. عبارتی، سه شاخص بیانگر بالاتر بودن تنوع بتا در فصل پاییز در منطقه مورد مطالعه بودند. تنوع بتای بالا در امتداد شیب محیطی نشان دهنده میزان بالای تخصص یافتگی گونه‌ها در زیستگاه‌هاست. کمی‌سازی این پارامتر می‌تواند برای طراحی استراتژی‌های حفاظت از تنوع جانداران در این مناطق مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۵- ماتریکس ضرایب تشابه جاکارد (J) و سورنسن (S) بین ایستگاه‌ها و فصول مختلف

Table 5. Matrix of Jaccard (J) and Sorensen (S) similarity coefficients between stations and seasons

		پاییز			بهار		
		C	B	A	C	B	A
پاییز	C	J=1 S=1	J=0 S=0	J=0 S=0	J=0 S=0	-	-
	B	J=0 S=0	J=1 S=1	J=0.167 S=0.286	-	J=0.143 S=0.250	-
	A	J=0 S=0	J=0.167 S=0.286	J=1 S=1	-	-	J=0 S=0
بهار	C	J=0 S=0	-	-	J=1 S=1	J=0.250 S=0.400	J=0.200 S=0.333
	B	-	J=0.143 S=0.250	-	J=0.250 S=0.400	J=1 S=1	J=0.300 S=0.469
	A	-	-	J=0 S=0	J=0.200 S=0.333	J=0.300 S=0.469	J=1 S=1

نتیجه‌گیری

مشخص شد منطقه شکار ممنوع گلستانکوه واجد فون غنی گنجشک‌شکلان کوچک است که از نظر ساختار اجتماعی، تغییرات قابل توجهی هم از نظر فصلی و هم خردزیستگاهی متحمل می‌شود. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر، پیچیده‌ترین و در عین حال پایدارترین ساختار اجتماعی در هر دو فصل در ارتفاعات میانه (ایستگاه B واقع در بخش مرکزی منطقه) شناسایی گردید، از اینرو حفاظت از خردزیستگاه‌های مناطق میانبند در تمام طول سال و همچنین مناطق مرتفع در فصل گرم، می‌تواند تاثیر شگرفی در حفظ تنوع گنجشک‌شکلان کوچک داشته باشد. علاوه بر این، بالا بودن تنوع بتا در منطقه مورد مطالعه، نشان دهنده میزان بالای تخصص یافتگی گونه‌ها در زیستگاه‌هاست. به نظر می‌رسد انجام مطالعه جامع فونستیک رده پرنده‌گان، می‌تواند پتانسیل‌های زیستگاهی این منطقه برای پرنده‌گان و در نتیجه، ارزش حفاظتی آن را برای مدیران و تصمیم‌گیران، بیش از پیش نمایان سازد.

سپاسگزاری

از آقای مهندس حسومی، ریاست محترم اداره محیط‌زیست شهرستان خوانسار و همچنین آقای شمسی بابت مساعدت و همکاری در نمونه‌برداری، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

منابع

- Akhavan Roofigar, A., Bagheri, A., 2021. The floristic study of Golestankooch area in Isfahan Province, Iran. *Nova Biologica Reperta*. 8(1), 68-83. (In Persian with English abstract). <http://dx.doi.org/10.52547/nbr.8.1.68>
- Battisti, C., Fanelli, G., and Ferri, V., 2022. Seasonal bird assemblages in Dehesas (substeppic prairies with *Quercus suber*) of North-Western Sardinia (Italy): A poorly studied landscape of high eco-biogeographic interest. *Biogeographia–The Journal of Integrative Biogeography*, 37(1), 1-9. <https://doi.org/10.21426/B637156444>
- Bhat, A.H., Mir, A.H., and Charoo, S.A., 2022. Study of avifauna of rajparian wildlife sanctuary, Kashmir Himalaya: Diversity, status and seasonal variation. *Journal of Mountain Research*. 17(1), 137-151. <https://doi.org/10.51220/jmr.v17i1.18>
- Castilheiro, W.F.F., Santos-Filho, M.D., and Oliveira, R.F.D., 2017. Beta diversity of birds (Passeriformes, Linnaeus, 1758) in Southern Amazon. *Ciência animal brasileira*, 18(e-40703), 1-18. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-40703>
- Svensson, L., Grant, P.J., Mullarney, K. and Zetterström, D., 2009. *Collins bird guide. British birds.*
- del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., and de Juana, E., 2014. *Handbook of the birds of the world alive.* Lynx Edicions, Barcelona.
- Desalegn, T., Aynalem, S., and Tassie, N., 2021. Diversity, abundance and habitat association of avifauna in Menagesha Amba Mariam and Gara Medhaniale forest. Oromia Region, Ethiopia. *Int J Avian & Wildlife Biol.* 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.15406/ijawb.2020.06.00175>
- Duco, R.A.J. Fidelino, J.S. Duya, M.V. Ledesma, M.M. Ong, P.S. and Duya, M.R.M., 2020. Bird assemblage and diversity along different habitat types in a karst forest area in Bulacan, Luzon Island, Philippines. *Philippine Journal of Science*. 150(S1), 399-414. <https://doi.org/10.56899/150.S1.30>
- Fluck, I.E. Cáceres, N. Hendges, C.D. Brum, M.D.N. and Dambros, C.S., 2020. Climate and geographic distance are more influential than rivers on the beta diversity of passerine birds in Amazonia. *Ecography*. 43(6), 860-868. <https://doi.org/10.1111/ecog.04753>
- Gill, F.B., 1995. *Ornithology*. 3rd ed. W. H. Freeman, New York.
- Hammer, Q., 2019. *PAST (PALeontological Statistics) Version 3.25. Reference manual.* Natural History Museum, University of Oslo.
- Hasmat, N. Lim, W.S. and Mojiol, A.R., 2020. Preliminary Study of Bird Species Composition in Kawang Forest Reserve (KFR), Papar, Sabah. *Transactions on Science and Technology*, 7(3), 108-112.
- Ibrahim, A.B., Ndams, I.S., Gadzama, I.M.K., Tanko, D., Mathew, D.A., Wada, Y., and Chercaoui, S.I., 2024. Avifauna species richness and abundance in relation to habitat features in selected areas of Guinea Savanna Zone, Nigeria. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*. 16(2), 103-110.
- Jarrett, C. Smith, T.B. Claire, T.T. Ferreira, D.F. Tchoumbou, M. Elikwo, M.N. Wolfe, J. Brzeski, K. Welch, A.J. Hanna, R. and Powell, L.L., 2021. Bird communities in African cocoa agroforestry are diverse but lack specialized insectivores. *Journal of Applied Ecology*. 58(6), 1237-1247. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13864>

- Khan, B. and Ali, Z., 2014. Assessment of birds' fauna, occurrence status, diversity indices and ecological threats at ManglaDam, AJK from 2011 to 2014. *Journal of Animal and Plant Science*. 25(3), 397-403.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*, Second ed. Benjamin Cummings.
- Kunwar, N. Pandey, N. Singh, K.D. and Bhattarai, B.P., 2023. Bird diversity along an elevational gradient in Shivapuri Nagarjun National Park, Nepal. *Our Nature*. 21(1), 1-15. <https://doi.org/10.3126/on.v21i1.50756>
- Latifi, M., Moshtaghi, M., Radan, A., 2019. The study of biodiversity changes of birds in different seasons (Case study of Kolah Ghazi National Park). *Journal of Animal Environment*. 11(1), 125-132. (In Persian with English abstract).
- Lindenmayer, D.B. Margules, C.R. and Botkin, D.B., 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation biology*. 14(4), 941-950. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98533.x>
- Nezami, B., 2020. Species Diversity of Parver Protected Area in Semnan Province. *Experimental animal Biology*. 8(3), 45-57. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.30473/eab.2020.34693.1573>
- Pandey, R., Jha, P.K., and Paudel, A.S., 2024. Seasonal variation of bird diversity in Chokchisapani Community Forest, Tanahu District, Nepal. 25(75), 1-11. <https://doi.org/10.54905/disssi.v25i75.e22s1663>
- Pineda-López, R. Tepos-Ramírez, M. Acosta-Ramírez, A. Calderón, A.M.S. and Feregrino, A.O., 2023. Elevational and seasonal changes in a bird assemblage within a mountain system in central Mexico. *Ornithology Research*. 31(4), 274-281. <https://doi.org/10.1007/s43388-023-00151-3>
- Porter, R., and Aspinall, S., 2010. *Birds of the Middle East*. Second Ed. Princeton. University Press, USA.
- Rakib, M.H., Chowdhury, M.I.H., Das, C., Hossain, T., and Tanvir, M.S.S.I., 2024. Wildlife Ecological Spectrum: unveiling alpha (α), beta (β), and gamma (γ) diversity of the Kaptai National Park, Bangladesh. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4668666/v1>
- Schmitt, C. J., and Edwards, S. V., 2022. Passerine birds. *Current Biology*, 32(20), 1149-1154. <http://doi.org/10.1016/j.cub.2022.08.061>
- Shariatie, M., and Kaboli, M., 2014. Bird species richness and diversity along an altitudinal gradient in North of Alborz Mountain (Case study: Kheyrod forest). *Journal of Natural Environment*. 66(4), 365-376. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/jne.2014.36609>
- Zhang, H., Yan, L., Yu, L., Su, H., Hu, C., Zhang, M., and Kong, Z., 2023. The diversity of resident passerine bird in the East Yunnan-Kweichow Plateau is closely related to plant species richness, vertical altitude difference and habitat area. *Ecology and Evolution*. 13(1), 1-16. <https://doi.org/10.1002/ece3.9735>

¹ β diversity

² Passeriformes

³ Mist net

⁴ Simpson

⁵ Shannon-Wiener

⁶ Brillouin

-
- ⁷ Camargo
 - ⁸ Smith and Wilson
 - ⁹ Modified Nee
 - ¹⁰ Jackknife
 - ¹¹ Similarity coefficients
 - ¹² Species richness
 - ¹³ Heterogeneity indices
 - ¹⁴ Evenness indices
 - ¹⁵ Morisita
 - ¹⁶ Jaccard and Sorensen
 - ¹⁷ Whittaker, Wilson-Shmida, Cody and Routledge indices

نسخه
پیش
انتشار