

Original Article



Seasonal Dynamics of Small Passerine Communities and Species Diversity Across Elevational Gradients: Insights from Golestankooch No-hunting Area

Received: 2024.09.23

Accepted: 2024.10.15

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

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

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

³ Department of Biology, Yasouj University, Yasuj, Iran

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: The composition of species and biodiversity of a community can be influenced by various factors such as geographical barriers, habitat heterogeneity resulting from elevation gradients, access to food resources, vegetation structure, temperature, precipitation, and historical factors, all of which can create different spatial patterns of species distribution. Identifying different species, including avian diversity, is an integral part of biodiversity conservation. Bird diversity functions as a strong bio-indicator, reflecting ecosystem health and showing sensitivity to environmental changes and biodiversity status in general. The present study investigated changes in the composition of the community structure of small passerines along an elevation gradient during spring and autumn in the no-hunting area of Golestankooch, Khansar, located in the west of Isfahan province.

Material and Methods: Considering the east-west orientation of environmental gradients, especially elevation and microclimate, three stations were selected along this axis, and mist-netting was used for sampling. Sampling was conducted in both spring and autumn, with four replicates per season at each station. To avoid double counting colored silicone leg rings were attached to the captured birds. The *Ecological Methodology* program was employed to calculate species diversity indices such as Simpson, Shannon-Wiener, Brillouin, Camargo, Smith and Wilson, modified nee and Jackknife estimator, and similarity coefficients. In addition, beta diversity indices were calculated using the PAST software.

Results and Discussion: A total of 23 species of small passerine species were identified in the study area. The most diverse family and genus were warbler with 12 species and *Acrocephalus* with 4 species. The House Sparrow, Great Tit, Common Chiffchaff, and Clamorous Reed Warbler were the dominant species. Species richness and abundance were higher in spring and at station B (mid-elevation) compared to autumn and other stations. The heterogeneity of Simpson (1-D), Shannon-Wiener (H) and Brillouin (H) were higher in spring at stations C and B compared to A, and in autumn peaked at station B but were lowest at station C (with no samples). Overall, the indices showed similar values between the two seasons across the entire area. Evenness indices, including Camargo (E), modified Nee (EQ) and Smith-Wilson (Evar) were highest at station C and B in spring and autumn, respectively, and were slightly higher in autumn compared to spring. The Morisita similarity index indicated only a few shared species at station B between the two seasons. The highest similarity was observed between habitats A and C, while the lowest similarity occurred between habitats A and B in spring, with very low similarity again between A and B in autumn. The highest Jaccard and Sorensen similarity coefficients between seasons were recorded at station B, indicating stability in the small passerine community at this site. Finally, beta diversity index was higher in autumn than in spring.

Conclusion: The Golestankooch No-hunting area hosts considerable small passerine diversity, with significant variations in community structure both seasonally and across habitats. The most complex yet stable social structure was found in mid-elevations (station B, central part of the area) during both seasons. Therefore, conservation of microhabitats in this region, particularly mid-elevation zones year-round (and highlands during the warm season), can have a profound impact on maintaining small passerine diversity.

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

How to cite this article:

Ramezani, A., Elahi, M., Shafaeipour, A. and Morovati, M., 2025. Seasonal Dynamics of Small Passerine Communities and Species Diversity Across Elevational Gradients: Insights from Golestankooch No-hunting Area. *Adv. Environ. Sci.* 23(3): 705-718.

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

DOI: 10.48308/envs.2024.1439



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

پویایی فصلی جوامع گنجشک‌شکلان کوچک و تنوع گونه‌ها در طول شیب‌های ارتفاعی: نگاهی به منطقه شکارممنوع گلستانکوه



تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۴

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

^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

چکیده مبسوط

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 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. در تحقیق حاضر، تغییر در ترکیب ساختار جامعه گنجشک‌شکلان کوچک‌جثه در امتداد شیب ارتفاعی طی دو فصل بهار و پاییز در منطقه شکارممنوع 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 پرخاگردا 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 (I-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 ایستگاه A و C و حداقل تشابه دو ایستگاه A و B در فصل بهار و همچنین شباهت بسیار اندک دو ایستگاه A و B در فصل پاییز بدست آمد. بالاترین میزان ضرائب 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 تأثیر شگرفی در حفظ تنوع گنجشک‌شکلان کوچک داشته باشد.

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

استناد به این مقاله: رضانی، ع.، م. الهی، ا. شفائی پور و م. مروتی. ۱۴۰۴. پویایی فصلی جوامع گنجشک‌شکلان کوچک و تنوع گونه‌ها در طول شیب‌های ارتفاعی: نگاهی به منطقه شکارممنوع گلستانکوه. فصلنامه علوم محیطی نوین. ۷۱۸-۷۰۵ (۳): ۲۳.

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

DOI: 10.48308/envs.2024.1439



مقدمه

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 توربست 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،

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، به ویژه 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 جدایی ناپذیر حفاظت

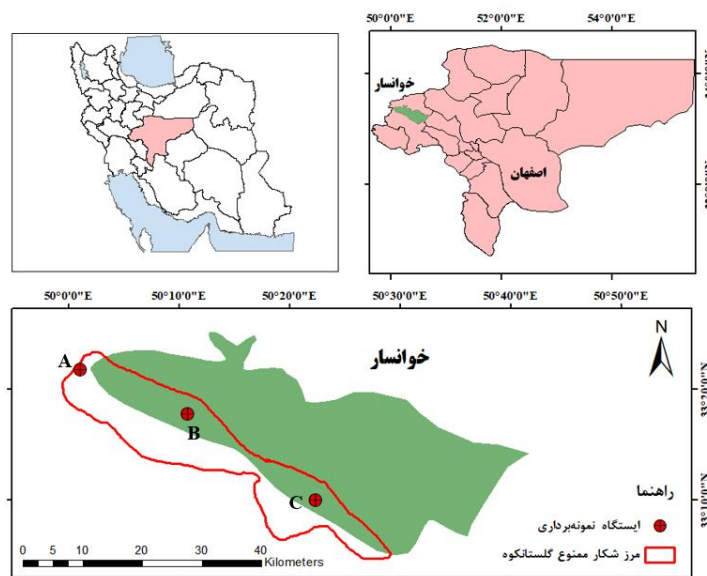
(شکل ۱). ارتفاعات این منطقه از شمال کوه کرقلی تا جنوب کوه سیل در شهرستان خوانسار امتداد دارد و بطور کلی تیپ منطقه کوهستانی و مربوط به حوزه آبریز قمرود می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی خوانسار، تغییرات دمایی منطقه از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در تیرماه تا ۱۵- درجه در دی‌ماه (میانگین دمای سالانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد) متغیر بوده و اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی 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).

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).

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 شهر 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- موقعیت منطقه شکارممنوع 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

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری

Table 1. Specifications of the sampling stations

نام ایستگاه	موقعیت در منطقه	مختصات جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله تا ایستگاه B (کیلومتر)	ویژگی‌های ایستگاه نمونه‌گیری
A	غرب	۳۳°۲۱'۴۵/۵"N ۵۰°۰۱'۰۸/۳"E	۲۰۴۱	۱۷	درختی-ساحل رودخانه
B	مرکز	۳۳°۱۷'۴۴/۳"N ۵۰°۰۱'۴۸/۵"E	۲۳۲۱	۰	باغی-استخر آب
C	شرق	۳۳°۰۹'۵۹/۱"N ۵۰°۰۲'۲۴/۴"E	۲۵۶۷	۲۲	باغی و زراعی

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.

جهت انجام نمونه‌برداری میدانی، از تور نامرئی^۳ با ابعاد ۱۵*۳ 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. بدین منظور کل دوره یک ماهه به چهار هفته تقسیم شد و در هر هفته، از هر سه



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

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 مترکم و فشرده آشیانه‌سازی می‌کنند و اساساً پرندگانی 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 گوش‌سیاه، توکای سیاه، صعوه ابروسفید و الیکایی فقط یک نمونه در کل دوره نمونه‌برداری شناسایی شد.

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 شکارممنوع 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.

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)	<i>Acrocephalus</i>	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 پرسدا	3
		مهاجر	6	-	-	-	-	6	-	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	سسک تالابی معمولی	4
	<i>Phylloscopus</i>	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
	<i>Scotocerca</i>	مقیم	2	-	-	-	-	-	2	<i>Scotocerca inquieta</i>	سسک جنبان	8
	<i>Prinia</i>	مقیم	1	-	-	-	-	1	-	<i>Prinia gracilis</i>	سسک شکیل‌دم‌دراز	9
	<i>Sylvia</i>	مهاجر	1	-	-	1	-	-	-	<i>Sylvia atricapilla</i>	سسک سرسیاه	10
	<i>Cettia</i>	مهاجر	1	-	-	-	-	-	1	<i>Cettia cetti</i>	سسک دم‌پهن	11
	<i>Hippolais</i>	مهاجر	1	-	-	-	1	-	-	<i>Hippolais pallida</i>	سسک درختی زیتونی	12
سهره‌ها (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 گوش‌سیاه	17
	<i>Turdus</i>	مهاجر	1	-	-	-	1	-	-	<i>Turdus merula</i>	توکای سیاه	18
زردپره‌ها (Emberizidae)	<i>Emberiza</i>	مقیم	2	-	2	-	-	-	-	<i>Emberiza cia</i>	زردپره کوهی	19
گنجشک‌ها (Passeridae)	<i>Paaser</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 بزرگ	22
البکایی‌ها (Troglodytidae)	<i>Troglodytes</i>	مهاجر	1	-	-	1	-	-	-	<i>Troglodytes troglodytes</i>	البکایی	23
8	18		81	0	19	17	12	17	16	23	23	جمع

چیف‌چاف (۹ نمونه) و چرخ‌ریسک بزرگ (۳ نمونه) و در ایستگاه B، سهره سینه سرخ (۶ نمونه) و چرخ‌ریسک بزرگ (۴ نمونه) هستند. گونه‌های سهره 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، سهره سینه سرخ، زرده‌پره کوهی، سهره 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).

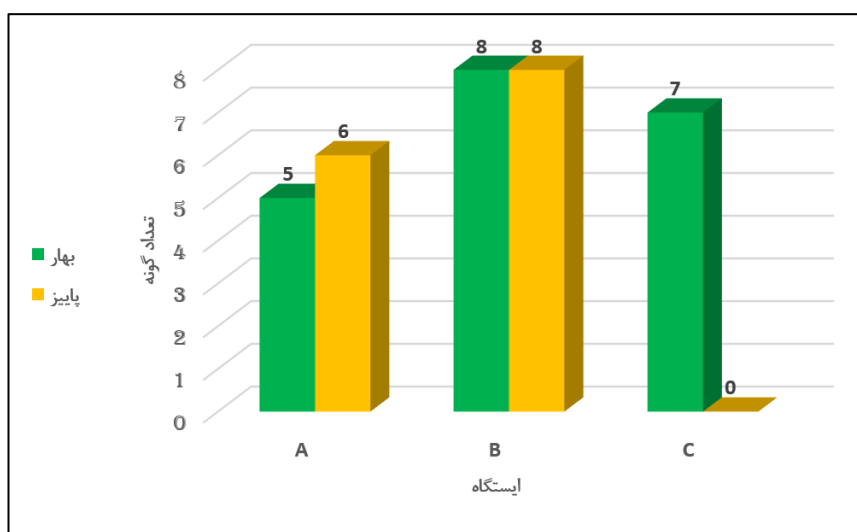
تحقیقات متعددی بر روی رابطه غنا و تنوع گونه‌ای پرندگان و ارتفاع انجام شده‌است (Bhat et al., 2022; Pineda-López et al., 2023; Kunwar et al., 2023). تحقیقات (López et al., 2023; Pineda-López et al., 2023) نشان داد تفاوت در ترکیب گونه‌ها فقط در گرادیان‌های شدید دیده می‌شود و حداکثر غنا در بخش میانی گرادیان 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 تفرجی زیستگاه A (علی‌رغم مجاورت آن با رودخانه) می‌تواند با کاهش امنیت منجر به کاهش مطلوبیت آن برای

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

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

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

پرندگان شود. بالاتر بودن تنوع آرایه‌های مورد مطالعه در ایستگاه A در پاییز می‌تواند به دلیل کاهش ارزش تفرجی 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 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

(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

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 ایستگاه 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

غنا گونه‌ای مورد انتظار در زیستگاه بر اساس تنوع مشاهده شده است در هر فصل بصورت جداگانه محاسبه شد. در فصل بهار، غنا گونه‌ای کل منطقه (شامل ۳ ایستگاه) برابر 20.7 ± 1.33 (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، غنا گونه‌ای برآورد شده برابر $15/5 \pm 0/50$ (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^۳: نتایج محاسبات سه شاخص ناهمگنی سیمپسون (1-D)، شانون-وینر (H') و بریلوئین

شاخص‌های یکنواختی^۴: نتایج محاسبات مربوط به سه شاخص یکنواختی کامارگو (E')، اصلاح شده نی (Eq) 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.

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 گونه‌های 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 شاخص-های تنوع، مربوط به فصل زمستان و کم‌ترین مقدار مربوط به فصل پاییز است.

پرنده‌گان به حساب می‌آیند (Nezami, 2020). با این وجود، آب تنها عاملی بود که ارتباط مثبت معنی‌داری با فراوانی پرنده‌گان نشان داد زیرا اغلب گونه‌های کلونی‌زی به دلیل غذای فراوان، آب، مواد آشیانه‌سازی و همچنین زادآوری، در چنین زیستگاه‌هایی حضور دارند. تغییرات تنوع زیستی پرنده‌گان 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 پرنده‌گان در چهار

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
بهار	پاییز	بهار	پاییز	بهار	پاییز	
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

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 پرنده‌گان این سه ایستگاه در فصل

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. عبارتی 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. عبارتی 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 پرنده‌گان مورد مطالعه برخوردار است و

(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 ($J=0/300$ و $S=0/469$) و حداقل آن بین دو ایستگاه A و C ($J=0/200$ و $S=0/333$) وجود دارد. در فصل پاییز، بیشترین تشابه بین دو ایستگاه A و B ($J=0/167$ و $S=0/286$) و حداقل آن بین دو ایستگاه A و C و همچنین B و C محاسبه گردید.

شاخص‌های ویتاگر، ویلسون-شمیدا، گدی و روتلج^{۱۷}:
در فصل بهار، مقادیر شاخص‌های ویتاگر، ویلسون-شمیدا، گدی و روتلج 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. کمی سازی این پارامتر می‌تواند برای طراحی استراتژی‌های حفاظت از تنوع جانداران در این مناطق مورد استفاده قرار گیرد.

بهار نیز نشان داد گنجشک‌خانگی 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 گنجشک‌خانگی و سسک تالابی پرصدا بین هر سه ایستگاه مشترک هستند.

شاخص ضریب تشابه مورسیتا 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 ($J=0/143$ و $S=0/250$) و ایستگاه‌های A و C حداقل ضریب تشابه

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	-	-
	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

نتیجه گیری

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 پرندگان، می‌تواند پتانسیل‌های زیستگاهی این منطقه برای پرندگان 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.

پی‌نوشت‌ها

- 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

References

- Akhavan Roofgar, A., & Bagheri, A. (2021). The floristic study of Golestankoooh 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., & 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., & 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., & 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. & Zetterström, D. (2009). *Collins bird guide*. British

منابع

- birds.
- del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., & de Juana, E. (2014). *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Desalegn, T., Aynalem, S., & 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. & 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. & 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. & 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., & 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. & 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. & 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. & 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., Moshtaghie, 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. & 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., & 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/diss.v25i75.e22s1663>

Pineda-López, R. Tepos-Ramírez, M. Acosta-Ramírez, A. Calderón, A.M.S. & 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., & 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., & 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., & Edwards, S. V. (2022). Passerine birds. *Current Biology*, 32(20), 1149-1154. <http://doi.org/10.1016/j.cub.2022.08.061>

Shariatie, M., & Kaboli, M. (2014). Bird species richness and diversity along an altitudinal gradient in North of Alborz Mountain (Case study: Kheyroud 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., & 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>

