بررسی پیامدهای جاده‌سازی بر تنوع و فراوانی گونه‌های مختلف پرندگان (مطالعه موردی: پارک زاینده رود، اصفهان)

- **مریم رشیدی**: گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
- **عاطفه چمنی***: گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
- **مینوسادات مشتاقی**: باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

چکیده

توسعه شبکه حمل و نقل و تعداد رو به افزایش وسایل نقلیه در جاده‌ها، تهدیدی برای زیستگاه حیات‌وحش و پرندگان در سراسر جهان است. این پژوهش به بررسی تاثیر جاده بر تنوع و فراوانی پرندگان در پارک حاشیه زاینده‌رود در مجاورت یک بزرگراه اصلی پرترافیک در شهر اصفهان می پردازد. بدین‌منظور، سه ترانسکت با فاصله ٦٥، ٣٣٥ و ٦٠٥ متر از جاده و با فاصله عرضی ٢٧٠ و طولی ١٥٠ متر از یکدیگر تعیین شدند. شمارش پرندگان با استفاده از روش شمارش نقطه‌ای در طول هر ترانسکت تا فاصله ٥٠ متری هر ٥ دقیقه یک‌بار هنگام طلوع آفتاب شروع و تا ساعت ١٤ بعد از ظهر و با شش مرتبه تکرار در طول فصل انجام شد. با استفاده از دوربین چشمی و همین‌طور ردیابی صدا، پرندگان موجود در هر ترانسکت ثبت و با استفاده از منابع موجود شناسایی شد. جهت تهیه عکس از دوربین Canon SX٥٠ استفاده گردید. در مجموع ٣٩ گونه متعلق به ٢٠ خانواده و ٩ راسته شناسایی گردید. براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن، میانگین حضور گونه‌ها بین ترانسکت ها دارای تفاوت‌معنی‌دار است. شاخص جک‌نایف در ترانسکت سه، ٧٣/٨ درصد از غنای گونه‌ای را دربر دارد. شاخص‌های یکنواختی و ناهمگنی، بیش‌ترین میزان را در ترانسکت سوم نشان می‌دهند. میزان تنوع و تراکم پرندگان در ترانسکت سوم به‌دلیل دوری از جاده، وجود امنیت و پوشش گیاهی بیش‌تر هم‌چنین مجاورت با مزارع کشاورزی و زاینده‌رود، نسبت به ترانسکت اول که در مجاورت جاده قرار دارد، افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: غنا گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای، ناهمگنی

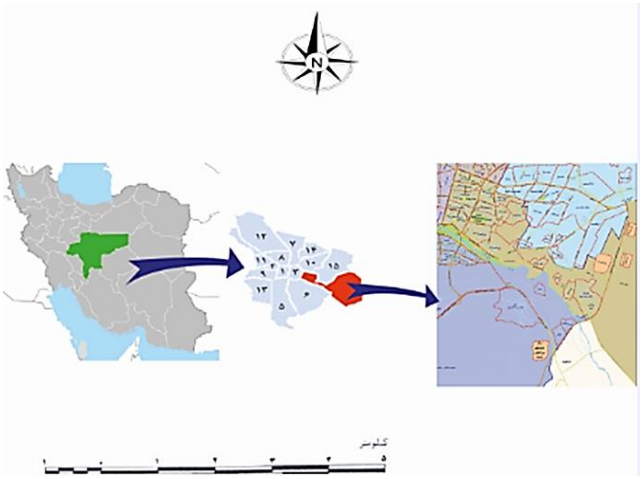
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: atefehchamani@yahoo.com

مقدمه

توسعه شبکه حمل و نقل و تعداد رو به افزایش وسایل نقلیه در جاده‌ها، تهدیدی برای زیستگاه‌حیات‌وحش و پرندگان در سراسر جهان است (Chen و Koprowski، ۲۰۱۶). پرندگان دارای ارزش‌های زیبایی شناختی، تفرجی، اقتصادی، اجتماعی و بسیاری ارزش‌های دیگر هستند. هر نوع پرنده یا گروهی از پرندگان، شرایط خاص زیستگاه خود وابسته است و با شرایطی از قبیل عمق آب، دما، پوشش گیاهی، امنیت و وجود مواد غذایی وابستگی اکولوژیک دارد (Elemberg و همکاران، ۱۹۹۴). پایش جمعیت پرندگان، مطالعه‌ای باارزش در برنامه جامع پایش سلامت اکوسیستم است (Furness و Greenwood، ۱۹۹۳). امروزه به‌دلیل تغییرات سرزمین ناشی از تغییرات آب و هوایی، آلودگی‌ها و فعالیت‌های انسانی، انتخاب زیستگاه توسط گونه‌های حیات‌وحش با دشواری روزافزونی مواجه شده است (Van Sterien، ۲۰۱۱). پیش‌روی تمدن و شهرنشینی انسان پایان‌ناپذیر است. به‌همین علت بسیاری از مناطق مورد استفاده توسط حیوانات، ازجمله پرندگان مورد تجاوز قرار گرفته‌است (Sauer و همکاران، ۲۰۱۱؛ Wight، ۲۰۰۲). ساخت و ساز جاده‌های جدید باعث تخریب محیط‌زیست از طریق تکه تکه‌شدن زیستگاه و آلودگی صوتی می‌شود (Salek و همکاران، ۲۰۱۰). سر و صدای ناشی از ترافیک اثرات منفی و نامطلوبی بر بسیاری از پرندگان دارد (Fahrig و Rytwinski، ۲۰۰۹). تنوع و تراکم پرندگان در نزدیکی جاده‌ها با بار ترافیک سنگین به‌سرعت کاهش می‌یابد (Polak و همکاران، ۲۰۱۳) و توجه به چراغ خودروها و سر و صدای ناشی از ترافیک و آلودگی مواد غذایی باعث اختلال در رفتار پرندگان می‌شود (Summers و همکاران، ۲۰۱۱). البته برخی از گونه‌های پرندگان با وجود نزدیکی به جاده‌ها و آثار منفی آن‌ها با چنین مناطقی سازگاری یافته (Benitez-Lopez و همکاران، ۲۰۱۰) و قادر به تغییر رفتار خود در یک محیط پر سر و صدا هستند (Brumm و Slabbekoorn، ۲۰۰۵). این پژوهش به بررسی تاثیر جاده بر تنوع و فراوانی گونه‌های مختلف پرندگان در پارک حاشیه زاینده‌رود در مجاورت یک بزرگراه اصلی پرترافیک در شهر اصفهان می‌پردازد.

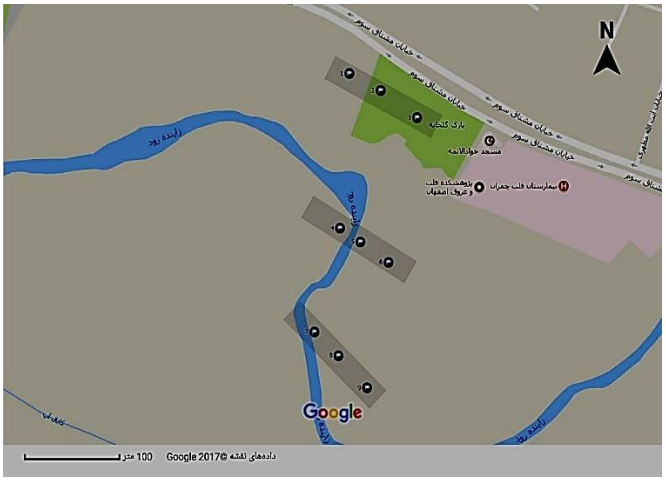
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: حوزه زاینده‌رود شامل منطقه‌ای است واقع در جنوب‌غربی حوزه داخلی ایران بین °۳۱٬۳۰ و °۳۲٬۳۳ عرض شمالی و °۴۹٬۳۰ و °۴۹٬۵۲ طول شرقی و ازجمله اکوسیستم‌هایی است که تأثیر زیادی بر اقلیم، فضای سبز و جذب پرندگان آبزی زمستان‌گذران دارد (معینیان، ۱۳۸۷). اصفهان دارای ۳۷۰۰ هکتار (۳۷ میلیون مترمربع) فضای سبز شهری است که با داشتن سرانه فضای سبز ۲۵ مترمربع بالاترین رتبه را در سطح کلان شهرهای ایران دارد (شهرداری اصفهان، ۱۳۹۵). از این میان، پارک گلخانه در منطقه ۴ شهرداری اصفهان و در مجاورت بزرگراه مشتاق سوم، باتوجه به بازدیدهای میدانی مکرر و بررسی پارامترهای مختلف برای انجام این تحقیق انتخاب گردید (شکل ۱). شدت ترافیک در این بزرگراه در ازای هر یک ساعت شامل ۱۱۰۶ خودروی شخصی، ۵۳ وسایل نقلیه سنگین و ۹۲ موتورسیکلت می‌باشد. این بزرگراه دارای محدودیت سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت می باشد. ارتفاع منطقه به‌طور متوسط، ۱۵۸۵ متر از سطح دریا ثبت گردید.



شکل۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در مرحله مطالعات میدانی با انجام بازدیدهایی از منطقه، تعداد، مساحت و فاصله ترانسکت‌ها تعیین و مشخصات همه نقاط توسط GPS ثبت گردید (شکل ۲). برای اندازه‌گیری درصد تاج پوشش در شرایط جوی مساعد و آفتابی که سایه درختان کاملاً مشخص باشد با متر نواری شعاع سایه هر درخت اندازه‌گیری و مساحت آن محاسبه و بر مساحت هر ترانسکت تقسیم گردید (زبیری، ۱۳۸۶). از آن‌جاکه وجود موانع و پوشش گیاهی انبوه در مسیر حرکت سبب گمراهی و انحراف از مسیر ترانسکت می‌گردید، لذا سعی شد خطوط ترانسکت در مسیرهای با حداقل میزان موانع تعیین گردد (Manuwal و همکاران، ۱۹۹۱).

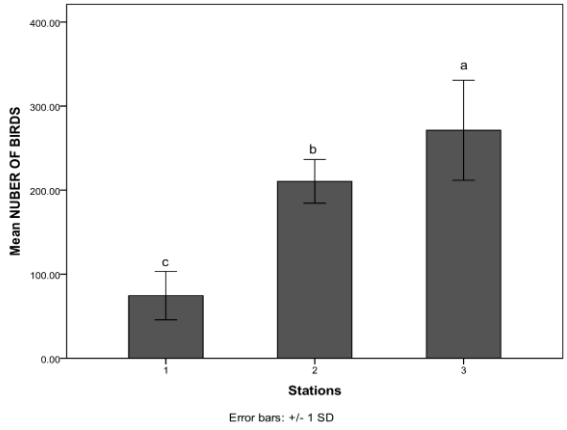


شکل۲: موقعیت جغرافیایی جاده، رودخانه و ترانسکت‌ها در منطقه

ترانسکت اول با فاصله ۶۵ متری از جاده و در محدوده جنگل دست کاشت، ترانسکت دوم، ۳۳۵ متری از جاده و ترانسکت سوم، با فاصله ۶۰۵ متری از جاده و در نزدیکی زاینده‌رود انتخاب شدند. با توجه به مساحت منطقه، فاصله عرضی بین ترانسکت‌ها ۲۷۰ متر و فاصله طولی بین آن‌ها ۱۵۰ متر تعیین شد. تعداد و الگوی توزیع پرندگان با استفاده از روش شمارش نقطه‌ای در طول هر ترانسکت هر ۵ دقیقه یک‌بار انجام شد و همه پرندگان مشاهده شده تا فاصله ۵۰ متری با توجه به فاصله طولی و عرضی ترانسکت، تراکم پوشش درختی منطقه و شعاع دید ثبت شدند (Wiacek و همکاران، ۲۰۱۵). با استفاده از دوربین‌های چشمی و همین‌طور ردیابی صدا، پرندگان موجود در هر ترانسکت ثبت و با استفاده از منابع موجود (منصوری، ۱۳۷۹) شناسایی شد. جهت تهیه عکس از دوربین Canon SX۵۰ استفاده گردید. مشاهده و شناسایی پرندگان در فصل پاییز در شرایط جوی مساعد و عدم بارندگی و وزش باد شدید هنگام طلوع آفتاب که فعالیت پرندگان و هم‌چنین احتمال مشاهده آن‌ها در بالاترین حد ممکن می‌باشد، شروع و تا ۱۴ بعدازظهر ادامه می‌یافت (Wiacek و همکاران، ۲۰۱۵). جهت برآورد فراوانی گونه‌ای تعداد افراد گونه‌های شناسایی شده در هر ترانسکت شمارش و ثبت گردید و تمامی ایستگاه‌ها در روزهای مشخص در طول ماه برای کنترل به‌طور مجدد با ۶ مرتبه تکرار اندازه‌گیری شدند. مشکل رایج این قبیل مطالعات، عدم توانایی مشاهده‌گر در شناسایی اصوات پرندگان به‌دلیل سر و صدای ترافیک است که به‌همین دلیل، اصوات مشکوک، ثبت نگردید. همه مشاهده‌ها به‌وسیله دو مشاهده‌گر متخصص انجام شد. به‌دلیل حذف خطای احتمالی در ساعات مشاهده و رکورد پرندگان، طبق مشاهده‌ها با ترتیب متفاوت انجام‌شد. بدین‌ترتیب که‌روز بعد، مشاهده از نقطه‌ای شروع شد که روز قبل، در آن نقطه به اتمام رسیده بود. پیش از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تمام متغیرها با استفاده از آزمون Canoco از نظر توزیع نرمال مورد بررسی قرار گرفتند. برای محاسبه تراکم پرندگان در فواصل مختلف از جاده از نرم‌افزار Distance ۶ استفاده شد. هم‌چنین با استفاده از نرم‌افزارهای Statistica ۱۰ و SPSS ۲۳، آنالیزهای واریانس و کوواریانس، آنالیزهای پارامتری و ناپارامتری و ضریب همبستگی انجام گرفت. برای برآورد شاخص‌های غنای گونه‌ای (بریلیون، سیمپسون و شانون) و شاخص‌های یکنواختی (کامارگو و سیمپسون) و شاخص ناهمگنی از نرم‌افزار Ecological methodology استفاده شد.

نتایج

در منطقه مورد مطالعه در مجموع ۳۹ گونه متعلق به ۲۰ خانواده و ۹ راسته شناسایی گردید. بیش‌ترین تعداد گونه متعلق به راسته گنجشک‌سانان (Passeriformes) با ۲۱ گونه و کم‌ترین تعداد متعلق به راسته درناسانان (Gruiformes)، دارکوب‌سانان (Piciformes)، سبزقباسانان (Coraciformes) و طوطی‌سانان (Psittaciformes) با ۱ گونه است. تمامی گونه‌های مشاهده شده براساس آخرین طبقه‌بندی IUCN در طبقه Least Concern یا کم‌ترین نگرانی قرار دارند (جدول ۱). درصد تاج پوشش در ترانسکت ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب ۰/۷۸، ۰/۴۴ و ۱/۱۸ به‌دست آمد.



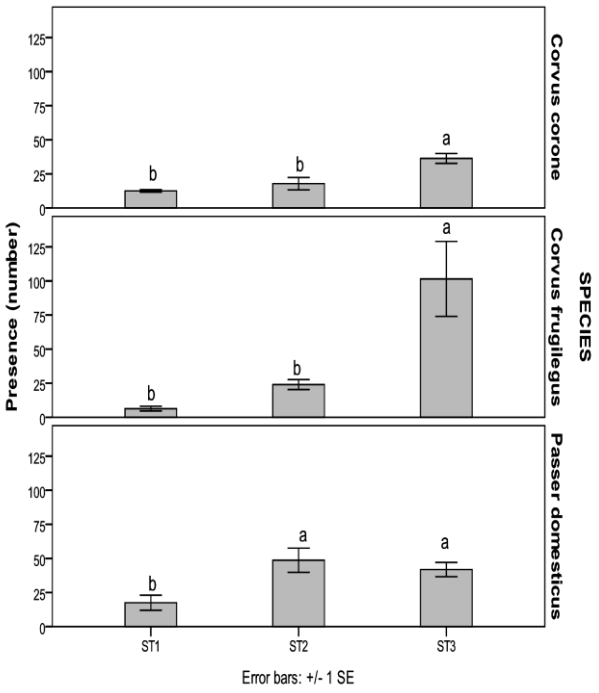
شکل ۳: میانگین حضور گونه‌ها در سه ترانسکت

(حروف متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است).

جدول۱: تعداد کل مشاهدات و میانگین مشاهدات در هر ترانسکت (میانگین ۶ تکرار)

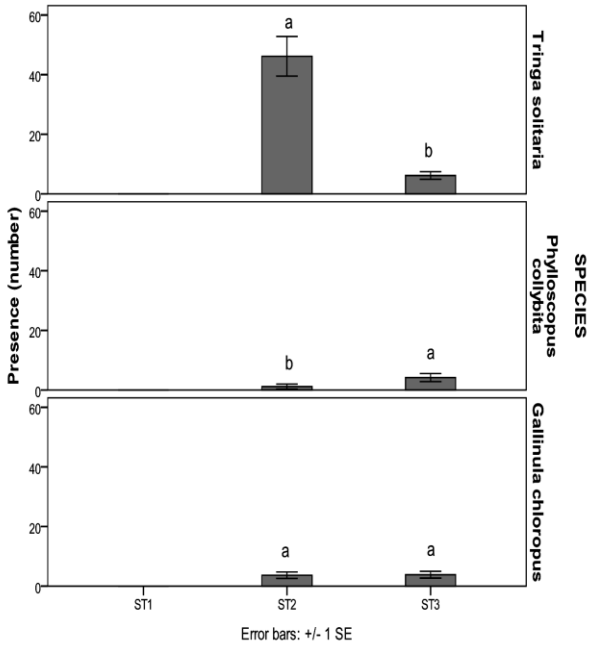
راسته	تیره	نام علمی	نام فارسی	تعداد کل	تعداد پرندگان مشاهده شده در هر ترانسکت		
					ترانسکت ۳	ترانسکت ۲	ترانسکت ۱
گنجشک‌سانان Passeriformes	کلاغیان Corvidae	*Corvus corone*	کلاغ ابلق	۴۰۰	۲۱۸	۱۰۷	۷۵
	کلاغیان Corvidae	*Pica pica*	زاغی	۱۹۲	۶۷	۶۶	۵۹
	دم جنبانک Motacillidae	*Motacilla Alba.*	دم جنبانک ابلق	۵۷۰	۱۸۹	۲۴۹	۱۳۲
	کلاغیان Corvidae	*Corvus florensis*	کلاغ سیاه	۷۹۱	۶۰۹	۱۴۴	۳۸
	گنجشکیان Ploceidae	*Passer domesticus*	گنجشک معمولی	۶۴۸	۲۹۲	۲۵۴	۱۰۵
	سسکیان Sylviidae	*Phylloscopus collybita*	سسک چیف چاف	۴۷	۴۳	۲۱	۳
	کلاغیان Corvidae	*Pyrrhocorax pyrrhocorax*	غراب	۱	۱	۰	۰
	دم جنبانک Motacillidae	*Motacilla cinerea*	دم جنبانک خاکستری	۳	۳	۰	۰
	سسکیان Sylviidae	*Acrocephalus arundinaceus*	سسک بزرگ نیزار	۴	۴	۰	۰
	سسکیان Sylviidae	*Sylvia atricapila*	سسک سر سیاه	۴	۴	۰	۰
	سسکیان Sylviidae	*Hyppolais caligata*	سسک درختی کوچک	۱۴	۴	۲	۸
	چکاوکیان Alaudidae	*Galerida cristata*	چکاوک کاکلی	۲۷	۱۵	۱۰	۲
	سسکیان Syilviidae	*Hippolais languida*	سسک درختی بزرگ	۱۰	۳	۷	۰
	دم جنبانک Motacillidae	*Motacilla citreola*	دم جنبانک سر زرد	۳	۳	۰	۰
	دم جنبانک Motacillidae	*Motacilla flava*	دم جنبانک شکم زرد	۱۰	۰	۱۰	۰
	تیره سار Sturnidae	*Acridotheres tristis*	مرغ مینا	۹	۹	۰	۰
	سهره بیان Fringillidae	*Fringilla coelebs*	سهره جنگلی	۲	۰	۲	۰
	دم جنبانک Motacillidae	*Anthus campestris*	پیپت دشتی	۱	۰	۱	۰
	توکاییان turdidae	*Luscinia svecica*	گلو آبی	۱	۱	۰	۰
	سنگ‌چشمیان Laniidae	*Lanius collurio*	سنگ چشم پشت سرخ	۱	۱	۰	۰
آبچلیک سانان Charadriiformes	آبچلیکیان Scolopacidae	*Tringa solitaria*	ابچلیک تک زی	۳۱۴	۳۷	۲۷۷	۰
	آبچلیکیان Scolopacidae	*Actitis hypoleucos*	آبچلیک آواز خوان	۲	۱	۱	۰
	آبچلیکیان Scolopacidae	*Tringa Totanus*	آبچلیک پاسرخ	۲	۱	۱	۰
	آبچلیکیان Scolopacidae	*Gallinago gallinago*	پاشلک معمولی	۲۱	۹	۱۲	۰
	کاکاییان Laridae	*Larus ridibundus*	کاکایی سر سیاه	۱۷	۱۷	۰	۰
شاهین‌سانان Falconiformes	قوشیان Accipiteride	*Accipiter nisus*	قرقی	۱	۰	۰	۱
	قوشیان Accipiteride	*Accipiter brevipes*	پیغو کوچک	۲	۲	۰	۰
	قوشیان Accipiteride	*Circus pygargus*	سنقر گندمزار	۱	۱	۰	۰
	تیره شاهین Falconidae	*Falco tinnunculus*	دلیجه	۱	۱	۰	۰
کبوترسانان Columbiformes	کبوتریان Columbidae	*Spilopelia senegalensis*	قمری خانگی	۲۱	۷	۱۲	۲
	کبوتریان Columbida	*Columba livia*	کبوتر چاهی	۱۲	۰	۶	۶
	کبوتریانColumbidae	*Columba palumbus*	کبوتر جنگلی	۱۰۹	۹۶	۵	۸
لک لک سانان Ciconiformes	حواصیل Ardeidae	*Egretta garzetta*	اگرت گوچک	۱۲	۱۲	۰	۰
	غازیان Anserinae	*Anas platyrhynchos*	اردک سر سبز	۵	۰	۵	۰
درناسانان Gruiformes	یلوه بیان Rallidae	*Gallinula chloropus*	چنگر نوک سرخ	۴۵	۲۳	۲۲	۰
دارکوب‌سانان Piciformes	دارکوبیان Picidae	*Dendrocopos syriacus*	دارکوب سوری	۱۱	۳	۳	۵
سبزقباسانان Coraciformes	هدهدیان Upupidae	*Upupa epops*	هدهد	۱	۰	۱	۰
طوطی‌سانانPsittaciformes	طوطیان psittacidae	*Psittacula krameri*	طوطی طوق صورتی	۱۴	۱۲	۲	۰

براساس Shapiro Wilk test داده‌های هر سه ترانسکت، توزیع نرمال دارند(PvalueA=۰/۲۰۵؛PvalueB=۰/۱۷۴؛PvalueC=۰/۵۷۹). بنابراین، برای تجزیه تحلیل آن‌ها از آزمون‌های پارامتری استفاده گردید. هم‌چنین براساس Levene test داده‌ها از همگنی لازم برخوردار هستند (P value =۰/۱۳۲؛ F_2 =۱۵، F_1=۲). براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی دانکن (P<۰/۰۵؛ F=۳۶/۲۴) میانگین حضور گونه‌ها بین ترانسکت ۱، ۲ و ۳ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند. شکل ۳ میانگین حضور گونه‌ها در سه ترانسکت را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نقاط حضور گونه‌های کلاغ ابلق، کلاغ سیاه و گنجشک معمولی

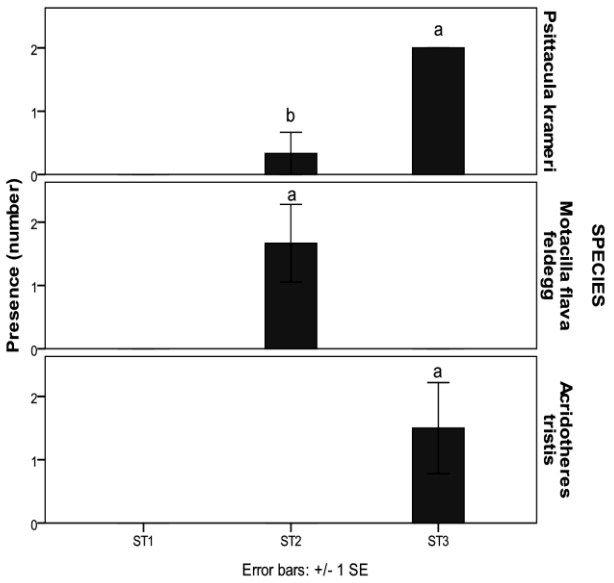
شکل ۴ نقاط حضور کلاغ ابلق (*Corvus corone*)، کلاغ سیاه (*Corvus florensis*) و گنجشک معمولی (*Passer domesticus*) که دارای فراوانی زیاد (بیش از ده) در منطقه هستند را نشان می‌دهد. بر این اساس، فراوانی کلاغ ابلق (*Corvus corone*) و کلاغ سیاه (*Corvus florensis*)، در ترانسکت سه از ترانسکت یک و دو بیش‌تر است و دارای اختلاف معنی‌دار است، اما بین ترانسکت یک و دو تفاوت معنی‌داری ندارد. از طرفی فراوانی گنجشک معمولی (*Passer domesticus*)، در ترانسکت یک کم‌تر از ترانسکت‌های دو و سه بوده و دارای اختلاف معنی‌دار است.



شکل ۵: نقاط حضور آبچلیک تکزی، سسک چیف‌چاف و چنگر نوک سرخ

شکل ۵، نقاط حضور آبچلیک تکزی (*Tringa solitaria*)، سسک چیف‌چاف (*Phylloscopus collybita*) و چنگر نوک سرخ (*Gallinula chloropus*) را بررسی می‌کند. در ترانسکت اول هیچ‌کدام از گونه‌ها مشاهده نشدند. فراوانی آبچلیک تکزی (*Tringa solitaria*) در ترانسکت دوم به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از ترانسکت سوم است که به‌علت پوشش علف‌زاری و درختان گز و کاج در ترانسکت دوم می‌باشد. فراوانی چنگر نوک سرخ (*Gallinula chloropus*) بین ترانسکت دو و سه دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. فراوانی سسک چیف‌چاف (*Phylloscopus collybita*) در ترانسکت سه از ترانسکت دو بیش‌تر بوده و دارای اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

شکل ۶، حضور طوطی‌طوق صورتی (*Psittacula krameri*)، دم جنبانک شکم‌زرد (*Motacilla flava*) و مرغ مینا (*Acridotheres tristis*) را بررسی می‌کند که در ترانسکت اول، به‌دلیل نزدیکی با جاده و آلودگی صوتی و نیز حساسیت بالا، هیچ‌کدام مشاهده نگردید. طوطی طوق صورتی (*Psittacula krameri*) در ترانسکت سه دارای اختلاف معنی‌دار با ترانسکت دو است و دارای فراوانی بیش‌تری است. دم جنبانک شکم زرد (*Motacilla flava*) تنها در ترانسکت دو حضور دارد و مرغ مینا (*Acridotheres tristis*) تنها در ترانسکت سوم پراکنش دارد.



شکل۶: نقاط حضور طوطی طوق صورتی، دم جنبانک شکم زرد و مرغ مینا

نتایج محاسبه شاخص‌های سیمپسون، شانون و برلیون و جک نایف بین تکرارها، با حدود اطمینان ۹۵٪ در جدول ۲ آمده است. براین اساس، غنای گونه‌ای در بازدید اول در سه شاخص سیمپسون با (۰/۸۴۶)، شانون (۳/۱) و برلیون (۳/۱۲) دارای مقادیر بالاتری است و در این میان، شاخص برلیون نیز نسبت به دو شاخص دیگر از میزان بالاتری برخوردار است.

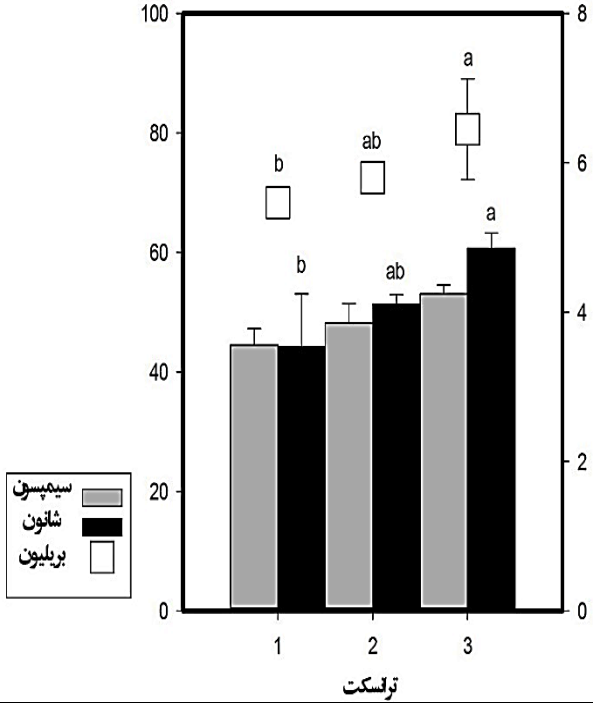
جدول۲: نتایج کلی آزمون‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون، شانون و برلیون

بازدید	شاخص	سمپسون	شانون	برلیون
۱ (۶ آبان)		۰/۸۴۶	۳/۱	۳/۱۲
۲ (۹ آبان)		-۰/۰۴۲۳	-۰/۱۵۵	-۰/۱۵۶
۳ (۱۳ آبان)		۰/۰۳۸	۰/۱۴	۰/۱۴
۴ (۱۶ آبان)		-۰/۰۰۱۹	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷
۵ (۲۰ آبان)		۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۳۵	۰/۰۰۰۳۵
۶ (۲۳ آبان)		-۰/۰۰۰۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۰۰۱

جدول۳: نتایج حاصل از شاخص جک نایف در کل منطقه

شماره ترانسکت	حد اطمینان	شاخص جک‌نایف (٪)
ترانسکت اول	۹۸ درصد	۶۸/۶
ترانسکت دوم	۹۸ درصد	۶۲/۱
ترانسکت سوم	۹۸ درصد	۷۳/۸

ضریب تأثیر شاخص جک‌نایف برای برآورد غنای گونه‌ای در ترانسکت‌ها درجدول ۳ آمده است. براین اساس، شاخص جک‌نایف در ترانسکت سه، درصد بیش‌تری (۷۳/۸٪) از غنای گونه‌ای را در بردارد.

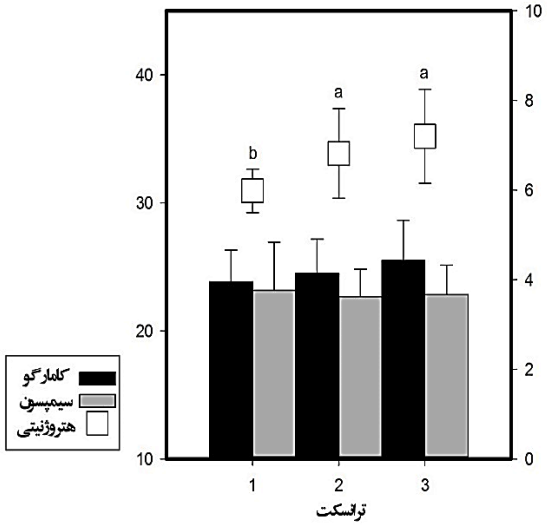


شکل ۷: مقایسه شاخص‌های غنای گونه‌ای بین ترانسکت‌ها

(a ,b اختلاف معنی‌دار و ab عدم اختلاف معنی‌دار)

همان‌طورکه در شکل ۷ آمده است، مقایسه بین شاخص‌های مختلف غنای گونه‌ای نشان می‌دهد که شاخص سیمپسون به‌علت این‌که عدم اختلاف معنی‌دار بین ترانسکت‌ها را نشان می‌دهد، می‌تواند به‌تنهایی گزینه مناسبی باشد. شاخص شانون و بریلیون دارای اختلاف معنی‌دار بین ترانسکت یک و سه است.

براساس شکل ۸، دو شاخص کارماگو و سیمپسون معیارهای مناسبی برای براوردیکنواختی گونه‌ای‌هستندکه‌باتوجه‌به‌عدم اختلاف معنی‌دار بین ترانسکت‌ها، هر دو شاخص می‌توانند معیار مناسبی برای برآورد یکنواختی گونه‌ای باشند. ترانسکت دو و سه اختلاف معنی‌داری را با ترانسکت یک در شاخص ناهمگنی نشان می‌دهند. بنابراین هر چقدر فاصله ازجاده بیش‌تر شود، شاخص ناهمگنی در پرندگان منطقه افزایش می‌یابد. شکل ۸، در کل، نشان می‌دهد که ترانسکت دو و سه از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به ترانسکت یک برخوردارند.



شکل ۸: مقایسه شاخص‌های یکنواختی(کامارگو و سیمپسون) و شاخص ناهمگنی(هتروژنیتی) بین سه ترانسکت

بحث

شناخت تنوع‌زیستی امکان بررسی عوامل مؤثر بر زیستگاه‌ها را میسر می‌سازد. به‌همین منظور با استفاده از یک‌سری شاخص‌های تنوع‌زیستی، می‌توان به کنترل و ارزیابی روند تغییرات اکوسیستم‌ها پرداخت (Kumar Koli و Rao، ۲۰۱۷). شاخص‌های تنوع‌زیستی، میزان فراوانی یک گونه در یک محیط انتخابی را به‌صورت یک ارزش واحد نشان می‌دهند. از این شاخص‌ها می‌توان برای ارزیابی سه جنبه از ساختار جامعه استفاده کرد. غنای گونه‌ای که بیانگر حضور انواع گونه‌هاست. یکنواختی گونه‌ای که نحوه پراکنش و توزیع جمعیت افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد و تنوع گونه‌ای که دو مقدار غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای را در یک کمیت مشخص جمع‌آوری می‌کند. هم‌چنین هرچه میزان تنوع گونه‌ای در جامعه‌ای بالاتر باشد به این معناست که شاخص غلبه (Dominance) که بیانگر فراوانی بالاتر برخی گونه‌ها نسبت به سایر گونه‌هاست پایین‌تر است و گونه‌ها از توزیع یکنواخت‌تری برخوردارند (Barnes و همکاران، ۱۹۹۸). براساس شکل ۳، ترانسکت اول که در نزدیکی جاده قرار دارد به‌علت تردد خودروها و ایجاد آلودگی صدا از تنوع و فراوانی گونه‌ای کم‌تری برخوردار است ولی در ترانسکت دوم که در مجاورت زاینده‌رود قرار دارند، تنوع و فراوانی گونه‌ها افزایش می‌یابد. ترانسکت سوم به‌علت امنیت و سکوت بیش‌تر و هم‌چنین نزدیکی به زاینده‌رود دارای فراوانی بیش‌تری نسبت به ترانسکت دوم است. در تحقیق Mainwaring (۲۰۱۵) نیز در مورد تاثیر سازه‌های انسانی بر حضور پرندگان و عقب‌نشینی آن‌ها از جاده شان می‌دهد در جایی‌که نمایه‌هایی از حضور انسان باشد، گونه‌های پرنده به‌دلیل حساسیت بالا عقب‌نشینی خواهند داشت.

در شکل ۴، حضور گونه‌های کلاغ ابلق (*Corvus corone*)، کلاغ سیاه (*Corvus florensis*) و گنجشک معمولی (*Passer domesticus*) که به‌طور عموم بیش‌تر مشاهده می‌شوند آمده است. هر سه پرنده در سه ترانسکت وجود داشتند و کلاغ سیاه و کلاغ ابلق در ترانسکت سوم به‌علت وجود پوشش گیاهی بیش‌تر و هم‌چنین مزارع کشاورزی اطراف بیش‌تر مشاهده می‌شوند. گنجشک معمولی در ترانسکت دوم به‌علت وجود رودخانه زاینده‌رود و هم‌چنین درختان گز (*Tamarix* sp) و کاج (*Pinales* sp) بیش‌تر مشاهده شدند و فراوانی هر سه گونه در سه ترانسکت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارد و می‌توان دریافت که پوشش بوته‌ای و درختچه‌ای، پوشش گیاهی کف زمین، شدت نور و دما عامل مهمی در حضور این گونه‌ها در نزدیکی جاده است. شکل ۵، حضور گونه‌های آبچلیک تکزی (*Tringa solitaria*)، سسک چیف‌چاف (*Phylloscopus collybita*) و چنگر نوک سرخ (*Gallinula chloropus*) را نشان می‌دهد گونه‌ی چنگر نوک سرخ به‌دلیل وابستگی به نیزارها و بوته‌زارهای نزدیک به آب و آبچلیک تکزی به‌دلیل حساس بودن و وابستگی به آب در ترانسکت اول وجود نداشتند و سسک چیف‌چاف هم به‌دلیل استتار روی درختان بید (*Salix* sp.) و شرایط زیستگاهی که معمولا لانه خود را فقط کمی بالاتر از سطح زمین داخل بوته‌های خاردار و گیاهان همیشه سبز در جنگل‌های تنک و بوته‌زارهای غیرمحصور می‌سازد (دانشنامه پرندگان ایران، ۱۳۹۲)، بیش‌تر در ترانسکت دوم و سوم مشاهده گردید. در این‌جا نیز می‌توان به اهمیت تغییر شکل زیستگاه و حضور گونه که در تحقیق Morelli (۲۰۱۴) نیز بیان شده است اشاره نمود که با تغییر فلور زیستگاهی، تنوع گونه‌های منطقه نیز تغییر کرده و حضور گونه‌ها محدود به شرایط زیستگاهی خاص هر منطقه شده است. امنیت، همراه با اندازه و تنوع در زیستگاه، عامل کلیدی برای افزایش فراوانی پرندگان است. مساحت بیش‌تر، ساختار متفاوت بستر، تنوع گیاهان آبزی و امنیت بیش‌تر، نقش مهمی در جلب تعداد و جمعیت پرندگان آبزی و کنارآبزی دارد (Fox و Bell، ۱۹۹۴).

براساس شکل ۶، طوطی طوق صورتی (*Psittacula krameri*)، دم جنبانک شکم‌زرد (*Motacilla flava*) و مرغ مینا (*Acridotheres tristis*) در مجاورت جاده مشاهده نگردید. لذا جاده به‌عنوان یک عامل محدود کننده حضور گونه‌ها عمل می‌کند که با مطالعه Kumar Koli و Rao

(۲۰۱۷) نیز مطابقت دارد. از طرفی دیگر پناه برای بیش‌تر پرندگان به‌عنوان نیازهای اساسی‌زیستی به‌حساب می‌آید که در رابطه با طوطی طوق صورتی‌که بیش‌تر در ترانسکت سوم و نزدیک زاینده‌رود مشاهده شده است وجود گونه‌های درختی بید و کشت‌زارها با درختان بلند، می‌تواند شاخص مناسبی برای حضور این گونه لحاظ گردد. از طرف دیگر تغییر ارتفاع در این اکوسیستم می‌تواند دلیل منطقی برای تغییر فون پرندگان در ترانسکت‌های موردمطالعه باشد. به‌عنوان نمونه حضور گونه درختی بید در ترانسکت دوم و سوم می‌تواند به‌عنوان پناه بسیار مناسب پرندگان در آشیان‌های اکولوژیک مختلف باشد دم جنبانک شکم زرد فقط در ترانسکت دوم به‌علت وجود درختان گز و علف‌زارها، چمن‌زارها و رودخانه مشاهده گردید و مرغ مینا هم در ترانسکت سوم به‌علت‌وجودزمین‌های‌زراعتی،باغ‌ها،میوه‌زارهاوزمین‌های بایر مشاهده شد. برای بررسی شاخص تنوع هر سه شاخص استاندارد مورد بررسی قرار گرفت تا در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین هر کدام از شاخص‌ها آزمون‌های تکمیلی مورد بررسی قرار گیرند. اما با توجه به این‌که اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌ها مشاهده نشد هر سه شاخص سیمپسون، شانون و برلیون مورد تایید است و همان‌طورکه از نتایج این تحقیق برمی‌آیدمی‌توان‌نتیجه‌گرفت که تنوع گونه‌ای در ترانسکت سوم به‌دلیل فاصله از زیرساخت‌های شهری، هم‌چنین جاده و بالطبع کاهش میزان آلودگی صوتی، غنای بالاتری را نشان می‌دهد. براساس نتایج شاخص‌های یکنواختی می‌توان یک شیب‌توزیع یکنواخت را بین سه ترانسکت مورد مطالعه مشاهده کرد. شاخص ناهمگنی (Heterogeneity) بیش‌ترین میزان تنوع گونه‌ای را در ترانسکت سوم نشان داده است. بدین‌ترتیب این بخش از زیستگاه علی‌رغم حساسیت بالا، منطقه‌ای غنی همراه با تنوع‌زیستی بالای پرندگان است.

منابع

۱. **اجتهادی، ح.؛ سپهری، ع. و عکافی، ح.، ۱۳۸۷.** روش‌های اندازه‌گیری تنوع‌زیستی. چاپ‌اول، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی. ۲۵۵ صفحه.

۲. **زبیری، م.، ۱۳۸۶.** کتاب زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۵ صفحه.

۳. **معینیان‌میمه‌ای، م.، ۱۳۸۷.** سیمای طبیعی رودخانه زاینده‌رود (اصفهان). انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان.

۴. **منصوری، ج.، ۱۳۷۹.** راهنمای‌صحرایی پرندگان ایران. نشردل آویز.

۵. **دانشنامه پرندگان ایران.** www.iranbird.com.

۶. **درگاه الکترونیکی شهرداری اصفهان**. http://new.isfahan.ir.

۷. **Barnes, B.V.; Pregitzer, K.S. and Spies, T.A., 1998.** Ecological forest site classification. Journal of Forest Research. Vol. 80, pp: 493-498.

۸. **Benitez-Lopez, A.; Alkemade, R. and Verweij, P.A., 2010.** The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. Biological Conservation. Vol. 143, pp: 1307-1316.

۹. **Brumm, H. and Slabbekoorn, H., 2005.** Acoustic communication in noise. Advances in the Study of Behavior. Vol. 35, pp: 151-209.

۱۰. **Chen, H.L. and Koprowski, J.L., 2016a.** Differential effects of roads and traffic on space use and movements of native forest-dependent and introduced edge tolerant species. PLoS ONE. Vol. 11, No. 1, pp: 1-18.

۱۱. **Elemberg, P.N.; Poeysae, H. and Sjoeberg, K., 1994.** Relationship between species number, lake size and resource diversity in assemblages of breeding water. Journal of Biology. Vol. 21, pp: 75-84.

۱۲. **Fahrig, L. and Rytwinski, T., 2009.** Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. Ecology and Society. Vol. 14, 21 p.

۱۳. **Fox, A.D. and Bell, M.C., 1994.** Breeding bird communities and environmental variable correlations of Scottish peatland wetlands. In Aquatic-Birds in the Tropic Web of Lakes (editor) Kerekes.J.J. pp: 297-307.

۱۴. **Furness, R. and Greenwood, J.J.D., 1993.** Birds as monitors of environmental change. Chapman & Hall, London.

۱۵. **Mainwaring, M.C., 2015.** The use of man-made structures as nesting sites by birds: a review of the costs and benefits. Journal for Nature Conservation. Vol. 25, pp: 17-22.

۱۶. **Manuwal, D.A., and Carey, A.B., 1991.** Methods for Measuring Populations of Small, Diurnal Forest Birds, Wildlife Habitat Relationships: Sampling Procedures for Pacific Northwest Vertebrates, USDA Forest Service. General Technical Report PNW-GTR-278.

۱۷. **Morelli, F.; Beim, M.; Jerzak, L.; Jones, D. and Tryjanowski, P., 2014.** Can roads, railways and related structures have positive effects on birds? A review. Transportation Research. Part D. Vol. 30, pp: 21-31.

۱۸. **Polak, M.; Wiacek, J.; Kucharczyk, M. and Orzechowski, R., 2013.** The effect of road traffic on a breeding community of woodland birds. European Journal of Forest Research. Vol. 132, pp: 931-941.

۱۹. **Rao, S. and Kumar Koli, V., 2017.** Edge effect of busy high traffic roads on the nest site selection of birds inside the city area: Guild response. Transportation Research Part D. Vol. 51, pp: 94-101.

۲۰. **Salek, M.; Svobodova, J. and Zasadil P., 2010.** Edge effect of low-traffic forest roads on bird communities in secondary production forests in central Europe. Landscape Ecology. Vol. 25, pp: 1113-1124.

۲۱. **Sauer, J.; Hines, J.; Fallon, J.; Paedieck, K.; Ziolkowski. D. and Link, W., 2011.** The North American breeding birds survey, results and analysis 1966–2009. Laurel, MD: USGS Patuxent Wildlife Research Center.

۲۲. **Summers, P.D.; Cunnington, G.M. and Fahrig L., 2011.** Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise? J of Applied Ecology. Vol. 48, pp: 1527-1534.

۲۳. **Van Sterien, A.J.; Pannekoek, J. and Gibbons, D.W., 2001.** Indexing European trends using results of national monitoring: a trial of a new methods. Bird Study. Vol. 48, pp: 200-213.

۲۴. **Wiacek, A.J.; Polaka, M.; Kucharczyka, M. and Bohatkiewiczb, J., 2015.** The influence of road traffic on birds during autumn period: Implications for planning and management of road network. Landscape and Urban Planning. Vol. 134, pp: 76-82.

۲۵. **Wight, P., 2002.** Supporting the principles of sustainable development in tourism and ecotourism: Governments' potential role. Current Issues in Tourism. Vol. 5, pp: 222-243.