بوم‌شناسی کاربردی/ سال چهاردهم / شماره سوم / ۱٤۰٤/ صفحات ۳۷ تا ۵۳

پاسخ جوامع پرندگان و حشرات به روشنه‌های طبیعی و مصنوعی (مطالعه موردی: جنگل شصت‌کلاته)

ملیحه بروغنی[۱]، حسین وارسته مرادی[۱*] و احمد ندیمی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱٤۰٤/۱۱/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۵/۰۱/۳۱)

چکیده

روشنه‌های جنگلی به عنوان یکی از مهم‌ترین آشفتگی‌های اکولوژیک، بر پوشش گیاهی، حشرات و پرندگان اثر می‌گذارند. این پژوهش با هدف مقایسه تراکم و تنوع پرندگان در سه تیمار تاج‌بسته (شاهد)، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی در جنگل حفاظت‌شده شصت‌کلاته انجام شد. در ۷۰ نقطه به شعاع ۲۵ متر، نمونه‌برداری از پرندگان، حشرات (با استفاده از تله پنجره‌ای و گودالی) و متغیرهای زیستگاهی به روش نقطه‌ای و فاصله‌ای صورت گرفت. نتایج تحلیل افزونگی نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت پرندگان با متغیرهای زیستگاهی و حشرات، مربوط به روشنه‌های طبیعی و تاج‌بسته است. روشنه‌های طبیعی بیشترین فراوانی پرندگان را داشتند که به دلیل ورود نور، پیچیدگی ساختاری و پویایی بالای آن‌هاست. در مقابل، روشنه‌های مصنوعی با کاهش پیچیدگی ساختاری و ناپایداری منابع غذایی، تأثیر منفی بر پرندگان زادآور گذاشتند. بر اساس نمونه‌گیری فاصله‌ای، گونه سینه‌سرخ اروپایی (*Erithacus rubecula*) در هر سه تیمار بیشترین تراکم را داشت. تحلیل آنوسیم (ANOSIM) اختلاف معنی‌داری در ترکیب گونه‌ای پرندگان میان تیمارها نشان داد (p=۰/۰۰۱). به طور کلی، روشنه‌های طبیعی نسبت به شاهد و روشنه‌های مصنوعی از تراکم و تنوع پرندگان و تنوع حشرات بالاتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شناسی روشنه‌های جنگلی، تنوع‌زیستی روشنه‌ها، تراکم پرندگان، برآورد فراوانی حشرات، جنگل شصت کلاته

۱. گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.، گرگان، ایران.

۲ .گروه گیاهپزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.، گرگان، ایران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: varasteh@gau.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

مقدمه

جنگل‌ها به‌عنوان کلیدی‌ترین بوم‌سازگان‌های خشکی، با ارائه خدماتی چون حفاظت از تنوع زیستی، صیانت از خاک و تنظیم اقلیم، نقشی اساسی در تأمین نیازهای بشر دارند (۱). بااین‌حال، این بوم‌سازگان‌های پویا همواره در معرض آشفتگی‌های طبیعی و انسانی هستند. هرگونه تغییر در ساختار یا شرایط آن‌ها، «آشفتگی اکولوژیک» تلقی شده و پیامدهای قابل‌توجهی به‌دنبال دارد (۳۱). این آشفتگی‌ها با حذف درختان و تاج‌پوشش، به پیدایش و تکوین ساختار جمعی، زادآوری و تنوع گونه‌ای کمک کرده و درنهایت به شکل‌گیری فضاهایی به نام روشنه منجر می‌شوند (٥٤). روشنه‌های جنگلی (Forest gaps)، یکی از رایج‌ترین آشفتگی‌های طبیعی در جنگل‌ها هستند که براثر عواملی مانند وزش باد یا مرگ درختان، در ابعاد و اشکال گوناگون پدید می‌آیند و تنوع گونه‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱٥, ٥۲). افزون بر روشنه‌های طبیعی، روشنه‌های مصنوعی نیز براثر برداشت تک‌درخت یا گروهی از درختان توسط انسان ایجاد می‌شوند. سهم سطح اشغال‌شده توسط روشنه‌ها در جنگل‌های مختلف متفاوت است، اما جنگل‌های کهن و بسیار جوان پتانسیل بیشتری برای این امر دارند (۳۹). پویایی، رشد و توسعه بسیاری از اکوسیستم‌های جنگلی در جهان متأثر از شکل‌گیری روشنه‌هاست؛ این فضاها برای تجدید بستر جنگل و استقرار گونه‌ها (به‌ویژه درختان) حیاتی به‌شمار می‌روند (۲۱) و زیستگاه‌های مهمی برای گونه‌های گیاهی و جانوری ایجاد می‌کنند (۱۳). درختان به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی زیستگاه‌های جنگلی، ازطریق تعامل با سایر گیاهان و جانوران و پاسخ به عوامل غیرزنده (دما، رطوبت، نور)، نقش بنیادین در عملکرد اکوسیستم دارند (٤). درختان زنده و مرده با ایجاد ناهمسانی اکولوژیک، فضاهای مناسبی برای تخم‌گذاری و تغذیه گونه‌های وابسته فراهم می‌کنند (۳ و ۲۳) و به‌عنوان شاخص‌های مفید تنوع زیستی، زیستگاه بسیاری از پرندگان و بی‌مهرگان را پشتیبانی می‌کنند (٥). از سوی دیگر، حشرات گیاه‌خوار به‌عنوان بخشی از تنوع زیستی، بر ساختار جوامع گیاهی و پویایی اکوسیستم تأثیر می‌گذارند (۸). روشنه‌ها با افزایش نور، دما به همراه درختان مرده، بستر مناسبی برای افزایش تنوع حشرات (به‌ویژه گیاه‌خواران) فراهم می‌کنند (۲ , ۱۰ و ۲۷). افزایش حشرات و میوه‌ها در روشنه‌ها، پرندگان حشره‌خوار و میوه‌خوار را جذب کرده و جمعیت گونه‌های وابسته به نور و منابع حاصل از درختان مرده را افزایش می‌دهد (۲۷). پرندگان به‌عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین گروه‌های جانوری، نقش مهمی در عملکرد اکوسیستم داشته و به سرعت به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند (٦ و ١٤). در نهایت، روشنه‌ها زیستگاه‌های حیاتی و متنوعی برای پرندگان مختلف (لانه‌ساز، زمینی، حشره‌خوار و شکارچی) ایجاد می‌کنند (۲۹ و ۳۲). هدف از این مطالعه بررسی اثرات روشنه‌های طبیعی و مصنوعی بر متغیرهای زیستگاهی، جامعه پرندگان و حشرات، شناسایی گونه‌های شاخص پرندگان در انواع روشنه‌ها، و نیز مقایسه تنوع و تراکم پرندگان در تیمارهای مختلف روشنه‌های جنگلی بوده است. بر این اساس، پرسش‌های زیر مطرح می‌شوند: ۱. روشنه‌های طبیعی و مصنوعی چه تأثیری بر متغیرهای زیستگاهی، جامعه پرندگان و حشرات دارند؟ ۲. کدام گونه‌های شاخص پرندگان در انواع روشنه‌ها یافت می‌شوند؟ ۳. آیا تنوع و تراکم پرندگان در انواع تیمارهای روشنه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند؟

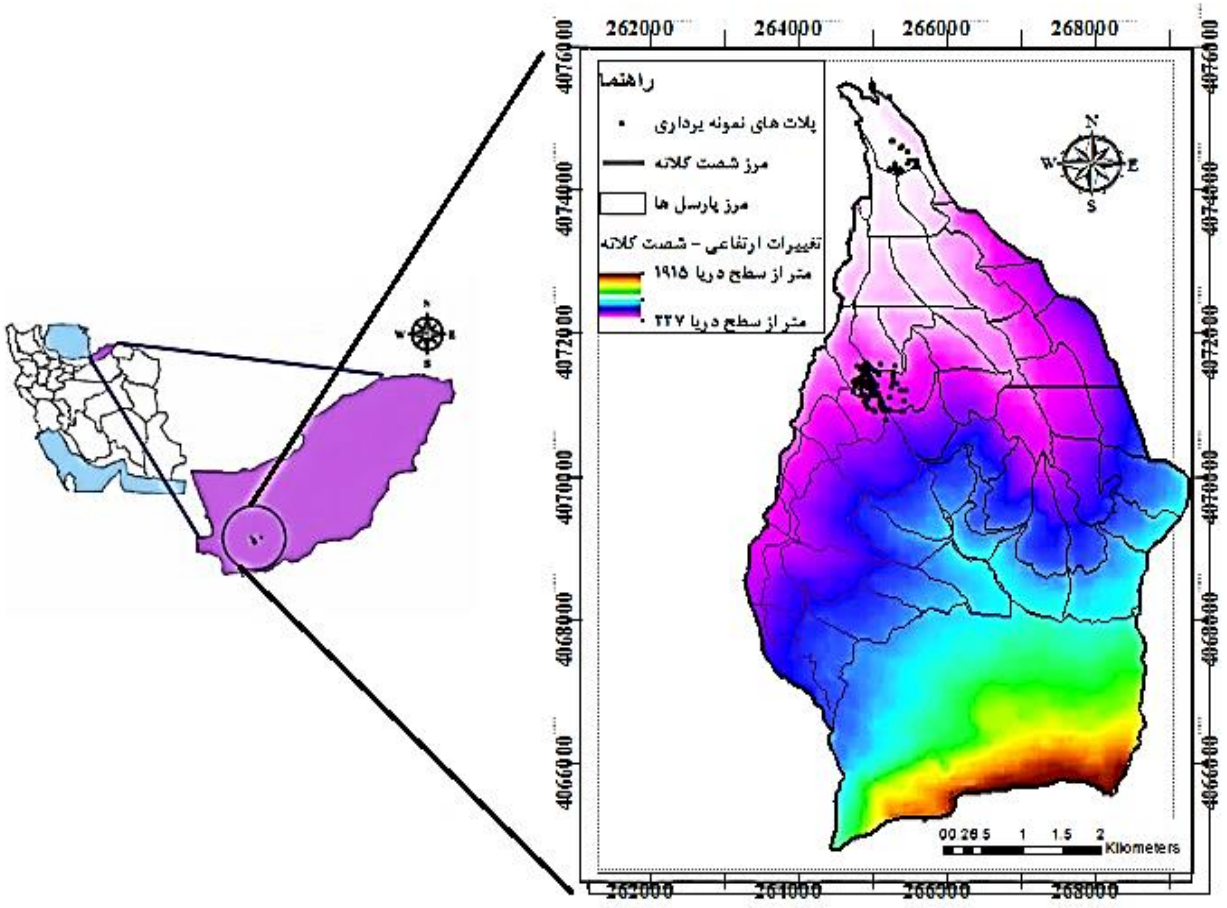
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنگل آموزشی–پژوهشی شصت‌کلاته به فاصله حدود ۸ کیلومتری جنوب‌غربی شهر گرگان قرار دارد. مساحت کل این جنگل حدود ۳۷۱٦ هکتار بوده و به دو سری تقسیم می‌شود. سری اول شامل ۳۳ پارسل با مساحت ۱۷۳۱/۳ هکتار است که بین عرض جغرافیایی ۳٦ درجه، ٤۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳٦ درجه، ٤۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه و طول جغرافیایی ٥٤ درجه، ۲۱ دقیقه و ٦ ثانیه تا ٥٤ درجه، ۲۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه واقع شده است. سری دوم شامل ۳۱ پارسل با مساحت ۱۹۹۲ هکتار بوده و در محدوده مختصات طول شرقی جغرافیایی ٥٤ درجه،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران، استان گلستان- جنگل شصت‌کلاته و جزئیات نقاط نمونه‌برداری

۲۱ دقیقه و ٦ ثانیه تا ٥٤ درجه، ۲۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرض شمالی ۳٦ درجه، ٤۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳٦ درجه، ٤۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه واقع شده است. جنگل شصت کلاته دارای اقلیم مدیترانه گرم و مرطوب با آب و هوای معتدل همراه است. میزان بارندگی سالیانه برای ناحیه طرح ٦۸۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرات سالیانه ۱۵/٦ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۲۵۰ متر و ۱۹۳۵ متر است. پوشش گیاهی آن در ارتفاعات میان‌بند به بالا گونه‌های راش و ممرز به ترتیب گونه‌های غالب را تشکیل می‌دهند، به طوری که از ارتفاعات به سمت پایین تا ۸۰۰ متر از سطح دریا جوامع راش و راش- ممرز اکثریت توده‌های جنگلی را شامل شده و از ارتفاع ۸۰۰ متر به پایین گونه‌های اصلی که جوامعه جنگلی را تشکیل می‌دهند شامل ممرز، انجیلی، افرا، توسکا و بعضا راش است (۲۸). منطقه مورد مطالعه در بخشی از سری یک (مدیریت‌شده) و سری دو (مدیریت‌نشده) با سیستم مختصات UTM در زون ٤۰ شمالی قرار دارد شکل (۱).

نمونه‌برداری

برای انجام این پژوهش جهت انتخاب نقاط در منطقه، ابتدا واحدهای همگن از نظر تیپ و توپوگرافی تقریبا یکسان و با توجه به شیب، جهت، ارتفاع و تیپ غالب توده در نظر گرفته شد و سپس نقاط نمونه‌برداری در سه بخش شاهد (تاج بسته)، روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های مصنوعی (روشنه‌های ناشی از فعالیت‌های انسان) با تعداد مشخص انتخاب و انجام شد شکل (۱).

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

متغیرهای محیط‌زیستی مورد بررسی در این پژوهش از جمله نوع گونه درختی زنده و مرده، قطر برابر سینه درختان زنده و مرده، ارتفاع درختان زنده و مرده، عمق لاش‌برگ، درصد تاج-پوشش درختان زنده، درصد پوشش علفی کف جنگل، درجه پوسیدگی درختان مرده سرپا و درختان مرده افتاده، دما و رطوبت خاک بود. نمونه‌برداری از پرندگان و شاخص‌های محیط‌زیستی از اردیبهشت ماه تا مهر سال ۱٤۰۳با استفاده از روش نمونه-برداری نقطه‌ای (Point sampling) صورت گرفت. در روش نقطه‌ای، ناظر در مرکز پلات (دایره‌ای با شعاع ۲۵ متر) مستقر می‌شود و طی مدت تعیین‌شده، تمامی پرندگان مشاهده‌شده یا شنیده‌شده را در فاصله‌های مختلف از مرکز و در محدوده شعاع ۲۵ متری ثبت و شمارش می‌کند (۳۵). جهت مشاهده پرندگان از تعداد ۷۰ پلات نمونه‌برداری دایره‌ای به شعاع ۲۵ متر از مرکز هر پلات به مدت ده دقیقه در نظر گرفته شد (۵۰). انتخاب شعاع ۲۵ متر به این دلیل بود که در محیط جنگلی اغلب تشخیص پرندگان در ورای این فاصله مشکل است. همچنین، متغیرهای زیستگاهی نیز در هر یک از این پلات‌ها نمونه‌برداری و ثبت شد (۱۱). مطالعات میدانی در طول روز، از هنگام طلوع خورشید تا ساعت ۱۰ صبح در شرایط جوی مساعد و عدم بارندگی و وزش باد شدید صورت گرفت (٤۹). جهت نمونه‌برداری از حشرات در سه بخش شاهد، روشنه‌های طبیعی و مصنوعی به تعداد متناظر بر پلات‌های ثبت پرندگان، از تله‌های پنجره‌ای (Window trap) جهت نمونه‌برداری از حشرات اشکوب فوقانی (حشرات پروازی تاج‌پوشش) ، تله گودالی (Pitfall trap) جهت نمونه‌برداری از حشرات اشکوب تحتانی بر زمین و روش دستی استفاده شد (۱۸). هم‌چنین، از دیگر روش‌های متداول از جمله جمع‌آوری دستی و ابزارهای مناسب مانند کارد در جمع‌آوری حشرات بسته به شرایط محیطی و گونه‌ای استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت انجام محاسبه تراکم پرندگان در این مطالعه از نرم‌افزار Distance7.1 استفاده شد. ۳ مدل به‌کار برده شده به عنوان توابع کلیدی عبارت بودند از Uniform- ،Hazard- Cosine Uniform- Cosine ،Polynomial.

برای بررسی رابطه بین فراوانی پرندگان و متغیرهای زیستگاهی از نرم‌افزار CanoDraw for Windows 4.14 استفاده شد. پیش از انجام تحلیل‌های رج بندی، طول گرادیان داده‌ها به‌منظور انتخاب روش مناسب تحلیل اندازه‌گیری شد. طول گرادیان به‌عنوان شاخصی از تنوع بتای کل جامعه زیستی در نظر گرفته می‌شود. نتایج نشان داد که مقدار طول گرادیان کمتر از سه است؛ بنابراین، با توجه به ماهیت غیرخطی داده‌ها، تحلیل افزونگی (Redundancy Analysis, RDA) به‌عنوان روش مناسب برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها انتخاب شد.

همچنین، تحلیل تشابه جهت یافتن تفاوت در ترکیب گونه‌ای جامعه پرندگان، و تحلیل درصد تشابه برای مشخص کردن بیشترین حضور و غالبیت گونه‌ای در سه تیمار شاهد، روشنه طبیعی و مصنوعی با استفاه از نرم‌افزاری CAP4 مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

در این بررسی، در مجموع، ۱۸۵۷ فرد پرنده متعلق به ۳٦ گونه در سه تیمار شاهد، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی مشاهده شد. تعداد مشاهدات در تیمار شاهد ۲۷۸، در روشنه طبیعی ۱۱٦۷ و در روشنه مصنوعی ٤۱۲ فرد بود (جدول ۱). همچنین، اسامی حشرات شناسایی شده نیز در جدول (۲) ذکر شده است. براساس آخرین ارزیابی‌های منتشر شده در فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (International Union for Conservation of Nature, IUCN)، تمامی گونه‌های ثبت شده در این مطالعه در طبقه کمترین نگرانی (LC) قرار دارند.

براساس آنالیز زوجی آنوسیم اختلاف معنی‌داری از نظر ترکیب گونه‌ای بین سه تیمار شاهد، روشنه مصنوعی و روشنه طبیعی مشاهده شد (جدول۳). آنالیز درصد تشابه جهت بررسی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

جدول ۱. اسامی پرندگان مشاهده شده جنگل شصت کلاته

نام گونه	نام علمی
سینه سرخ	*Erithacus rubecula*
مگس گیر خال‌دار	*Muscicapa striata*
مگس‌گیر سینه سرخ	*Ficedula parva*
مگس‌گیر طوق سفید	*F. semitorquata*
توکای سیاه	*Turdus merula*
توکای گلو سیاه	*T. ruficollis*
توکای باغی	*T. philomelos*
توکای بزرگ	*T. viscivorus*
بلبل	*Luscinia megarhynchos*
چرخ‌ریسک سرآبی	*Cyanistes caeruleus*
چرخ‌ریسک پس سر سفید	*Periparus ater*
چرخ‌ریسک بزرگ	*Parus major*
چرخ‌ریسک دم دراز	*Aegithalos caudatus*
الیکایی	*Troglodytes troglodytes*
سسک سر سیاه	*Sylvia atricapilla*
سسک دم پهن	*Cettia cetti*
سسک چیف‌چاف	*Phylloscopus collybita*
سسک بیدی سبز	*P. nitidus*
زاغی	*Pica pica*
سهره جنگلی	*Fringilla coelebs*
سهره سبز	*Carduelis chloris*
سهره نوک بزرگ	*Coccothraustes coccothraustes*
سهره سر سیاه	*Fringilla montifringilla*
سهره زرد	*Carduelis spinus*
گنجشک خانگی	*Passer domesticus*
کمرکلی جنگلی	*Sitta europaea*
دارخزک	*Certhia familiaris*
دم جنبانک زرد	*Motacilla flava*
پری شاهرخ	*Oriolus oriolus*
دارکوب سیاه	*Dryocopus martius*
دارکوب خالدار بزرگ	*Dendrocopos major*
دارکوب خالدار کوچک	*D. minor*
دارکوب سبز	*Picus viridis*
جغد جنگلی	*Strix aluco*
کبوتر جنگلی	*Columba palumbus*
زنبور خور معمولی	*Merops apiaster*

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

جدول ۲. اسامی حشرات شناسایی شده جنگل شصت کلاته

حشرات اشکوب فوقانی(شناسایی در سطح خانواده)	حشرات اشکوب میانی(شناسایی در سطح جنس)	حشرات اشکوب تحتانی(شناسایی در سطح جنس)
Orussidae	*Nicrophorus*	*Oryctes*
Ichneumonidae	*Necrodes*	*Morimus*
Braconidae	*Tenebrio*	*Nicrophorus*
Chrysididae	*Orchesia*	*Harpalus*
Apidae	*Oulema*	*Uloma*
Vespidae	*Cassida*	*Onthophagus*
Platygastridae	*Scydmaenus*	*phloeostiba*
Pompilidae	*Tachyporus*	*Platydra*
Syrphidae	*phloeostiba*	*Carabus*
Sciaridae	*Helophorus*	*Geotrupes*
Tipulidae	*Platydra*	*Durcus*
Stratiomyidae	*Laemophloeus*	*Lucanus*
Mycetophilidae	*Diplotaxis*	*Raphipodus*
Anisopodidae	*Uloma*	*Agosoma*
Dryomzidae	*Geotrupes*	*Mycetina*
Muscidae	*Agosoma*	*Pterostichus*
Calliphoridae	*Raphipodus*	*Neandra*
Limoniidae	*Carabus*	*Melanotus*
Buprestidae	*Neandra*	*Nyctophila*
Latridiidae	*Melanotus*	*Sisyphus*
Mycetophagidae	*Mycetina*	*Protaetia*
Curculionidae	*Morimus*	*Zabrus*
Ptinidae	*Nyctophila*	*Silpha*
Cerambycidae	*Strangalia*	*Trox*
Mordellidae	*Eleodes*	*Necrodes*
Erotylidae	*Dicerca*	*cerambyx*
Staphylinidae	*Sisyphus*	*Scydmaenus*
Laemophloeidea	*Trypocopris*	*Lampyris*
Scarabaeidae	*Saprinus*	*Limonia*
Endomychidae	*Attagenus*	*Musca*
Lampyridae	*Broscus*	*Lucilia*
Coccinellidae	*Lampyris*	*Taeniaptera*
Pyrrhocoridae	*Xorides*	*Dromyza*
Aphrophoridae	*Pompilus*	*Pompilus*
Cixiidae	*Thricops*	*Cicadatra*
Cicadellidae	*Limonia*	*Asianblatta*
Ectobiidae	*Dromyza*	*Ectobius*
Blattidae	*Lucilia*	*Pholidoptera*
Myrmeleontidae	*Musca*	*Lymantria*
Hemerobiidae	*Oncopsis*	*Panorpa*
Leuctridae	*Eurygaster*	*Oratemnus*
Phlaeothripidae	*Halyomorpha*	*Ardus*
Panorpidae	*Pentatoma*	*Lithobius*
Philotarsidae	*Reptalus*	*Geophilus*
Atemnidae	*Philaenus*	*Armadilliidium*
	Ectobius	
	Asianblatta	
	Pholidoptera	
	Lymantria	
	Panorpa	
	Ardus	
	Oratemnus	
	Lithobius	
	Armadilliidium	

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

جدول ۳. آنالیز زوجی آنوسیم برای بررسی میزان تشابه الگوی ترکیب گونه‌ای پرندگان بین سه بخش تاج بسته (شاهد)، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی منطقه جنگل شصت‌کلاته

گروه اول	گروه دوم	Permutations	p- Value
روشنه مصنوعی	شاهد	>۱۰۰۰۰۰۰	۰/۰۱۸
روشنه مصنوعی	روشنه طبیعی	>۱۰۰۰۰۰۰	۰/۰۲۷
شاهد	روشنه طبیعی	>۱۰۰۰۰۰۰	۰/۰٤٥

غالبیت گونه‌های مختلف پرندگان در سه بخش روشنه مصنوعی، شاهد و روشنه طبیعی به کار گرفته شد، که بیشترین سهم از گونه‌های پرندگان در ترکیب گونه‌ای و بیشترین حضور را نسبت به سایر پرندگان نشان می‌دهد. در بخش روشنه مصنوعی ٦٤ درصد ترکیب گونه‌ای را ۳ گونه سینه سرخ، کمرکلی جنگلی و چرخ‌ریسک بزرگ به خود اختصاص دادند که گونه سینه سرخ ۳۲/۳ درصد سهم را در ترکیب گونه‌ای و بیشترین حضور را نسبت به دیگر پرندگان داشت (جدول ٤). بنابراین، گونه سینه سرخ در بخش روشنه مصنوعی به عنوان گونه غالب انتخاب و ثبت شد. در بخش شاهد نیز، ٥٦ درصد ترکیب گونه‌ای را ۳ گونه سینه سرخ، سهره جنگلی و الیکایی به خود اختصاص دادند که گونه سینه سرخ با ۲٥/۹ درصد بیشترین سهم را در ترکیب گونه‌ای و بیشترین حضور را نسبت به سایر پرندگان داشت. همچنین، در بخش روشنه طبیعی ٥۳ درصد ترکیب گونه‌ای را ۳ گونه سینه سرخ، دارکوب خالدار بزرگ و الیکایی به خود اختصاص دادند که گونه سینه سرخ با ۲۷/٥ درصد بیشترین سهم را در ترکیب گونه‌ای و بیشترین حضور را نسبت به دیگر گونه‌های پرندگان داشت. گونه غالب در هر سه بخش روشنه مصنوعی، شاهد و روشنه طبیعی سینه سرخ بود.

تراکم هر یک از گونه‌های پرندگان در سه تیمار شاهد، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی جنگل شصت‌کلاته در جدول (٥) ارائه شده است. گونه‌های پرندگان الگوهای متفاوتی از تراکم را نشان دادند. در تیمار شاهد (تاج بسته) گونه‌هایی که بیشترین تراکم در هکتار را به همراه انحراف معیار به خود اختصاص دادند به ترتیب سینه‌سرخ (٦/۰۹ ± ۲٦/۳۸)، الیکایی (۳/۰۳ ± ۱٤/۲۹) و چرخ‌ریسک پس‌سر سفید (۲/۳۷ ± ۷/٥٦) بودند. سینه‌سرخ با بیشترین تراکم در هکتار (٦/۰۹ ± ۲٦/۳۸) و دارکوب سیاه با کمترین تراکم در هکتار (۰/۱۳ ± ۰/۱۳) ثبت شدند. در روشنه طبیعی نیز، گونه‌های سینه‌سرخ (۱/٤٥ ±۲٤/۲٦)، الیکایی (۲/۱۱ ± ۱٦/۱۳) و کمرکلی جنگلی (۰/۷۸ ± ٥/٥٥) دارای بیشترین تراکم در هکتار دارا بودند. گونه سینه‌سرخ با بیشترین تراکم در هکتار (۱/٤٥ ± ۲٤/۲٦)و گونه مگس‌گیر خالدار با کمترین تراکم در هکتار (۰/٤٥ ± ۰/۳۳) ثبت شدند. همچنین، در روشنه مصنوعی به ترتیب گونه‌های سینه‌سرخ (۳/۲۹ ±۱۸/۱۰)، کمرکلی جنگلی (۱/۷٥ ± ۹/۱٤)و الیکایی (۲/۰٤ ± ۷/۳٥) با بیشترین تراکم در هکتار ثبت شدند. در روشنه مصنوعی گونه سینه‌سرخ با بیشترین تراکم در هکتار (۳/۲۹ ±۱۸/۱۰) و سسک سر سیاه با کمترین تراکم در هکتار (۰/۱۰ ±۰/۱۰) ثبت شدند.

جدول (٦) نتایج بدست آمده از رج بندی پرندگان براساس متغیرهای محیط زیستی را نشان می‌دهد. رج بندی کل گونه‌ها در طول گرادیان متغیرهای محیط زیستی معنی دار بود.

طبق جدول (٦) همبستگی و رابطه قوی بین فراوانی پرندگان و متغیرهای محیط زیستی برقرار است. دو محور اولیه ۲۱/۱ درصد تغییرات داده‌های مربوط به گونه‌ها را نشان می‌دهد که می‌تواند به کمک متغیرهای محیط زیستی، توضیح داده شود. از سویی، همبستگی بین گونه‌های پرنده و متغیرهای محیط زیستی برای دو محور اولیه به ترتیب ۸۲/٥ و ۷۱/۲ درصد بدست آمد. این همبستگی نمایانگر قدرت توضیحی بالای متغیرهای محیط زیستی بر ترکیب جامعه پرندگان است.

در شکل (۲) محور اول نمودار که سمت راست را از سمت چپ نمودار متمایز می‌کند، تیمارهای روشنه طبیعی و شاهد

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

جدول ٤. آنالیز درصد تشابه سیمپر برای ترکیب گونه‌ای پرندگان جنگلی در بخش روشنه مصنوعی، شاهد و روشنه طبیعی در جنگل شصت کلاته

نام گونه	میانگین فراوانی			میانگین تشابه	درصد سهم هرگونه	درصد تجمعی
	روشنه مصنوعی	شاهد	روشنه طبیعی			
روشنه مصنوعی						
سینه سرخ	٥/٧	٥/١	٤/٧	١٦/٩	٣٢/٣	٣٢/٣
کمرکلی جنگلی	٤/٧	–	٢/٣	١٠/٩	٢٠/٩	٥٣/٣
چرخ‌ریسک بزرگ	٢/٥	١/٦	١/٥	٥/٨	١١/١	٦٤/٣
سهره جنگلی	٢/٥	٣/٥	٢/٥	٤/٢	٨/١	٧٢/٤
دارکوب خالدار بزرگ	١/٩	٢/٦	٣	٣/٩	٧/٥	٧٩/٩
چرخ‌ریسک دم‌دراز	١/٤	–	–	٢/٦	٥/١	٨٤/٩
چرخ‌ریسک سر آبی	١/٨	١/١	–	١/٩	٣/٨	٨٨/٧
چرخ‌ریسک پس‌سر سفید	١/٧	٢/٣	٢/٣	١/٨	٣/٤	٩٢/٢
شاهد						
سینه سرخ				١٢/١	٢٥/٩	٢٥/٩
سهره جنگلی				٨/٤	١٧/٩	٤٣/٨
الیکایی	–	٢/٧	٣/١	٥/٩	١٢/٧	٥٦/٥
دارکوب خالدار بزرگ				٤/٩	١٠/٥	٦٧/١
توکای سیاه	–	٣/١	١/٨	٣/٦	٨/١	٧٥/١
چرخ‌ریسک پس‌سر سفید				٣/٢	٦/٨	٨١/٩
چرخ‌ریسک بزرگ				٣/٠	٦/٥	٨٨/٤
چرخ‌ریسک سر آبی				٢/١	٤/٥	٩٢/٩
روشنه طبیعی						
سینه سرخ				١٤/٢	٢٧/٥	٢٧/٥
دارکوب خالدار بزرگ				٦/٩	١٣/٦	٤١/٢
الیکایی				٦/٤	١٢/٥	٥٣/٧
سهره جنگلی				٥/١	٩/٨	٦٣/٥
کمرکلی جنگلی				٤/١	٨/٠	٧١/٥
چرخ‌ریسک پس‌سر سفید				٣/٥	٦/٩	٧٨/٤
توکای سیاه				٢/٨	٥/٤	٨٣/٩
چرخ‌ریسک بزرگ				٢/٣	٤/٥	٨٨/٣
سهره سبز	–	–	١/٠	٢/٢	٤/٣	٩٢/٦

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

جدول ۵. برآورد میانگین تراکم پرندگان (فرد در هکتار ± انحراف معیار) در سه تیمار تاج بسته (شاهد)، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی جنگل شصت‌کلاته

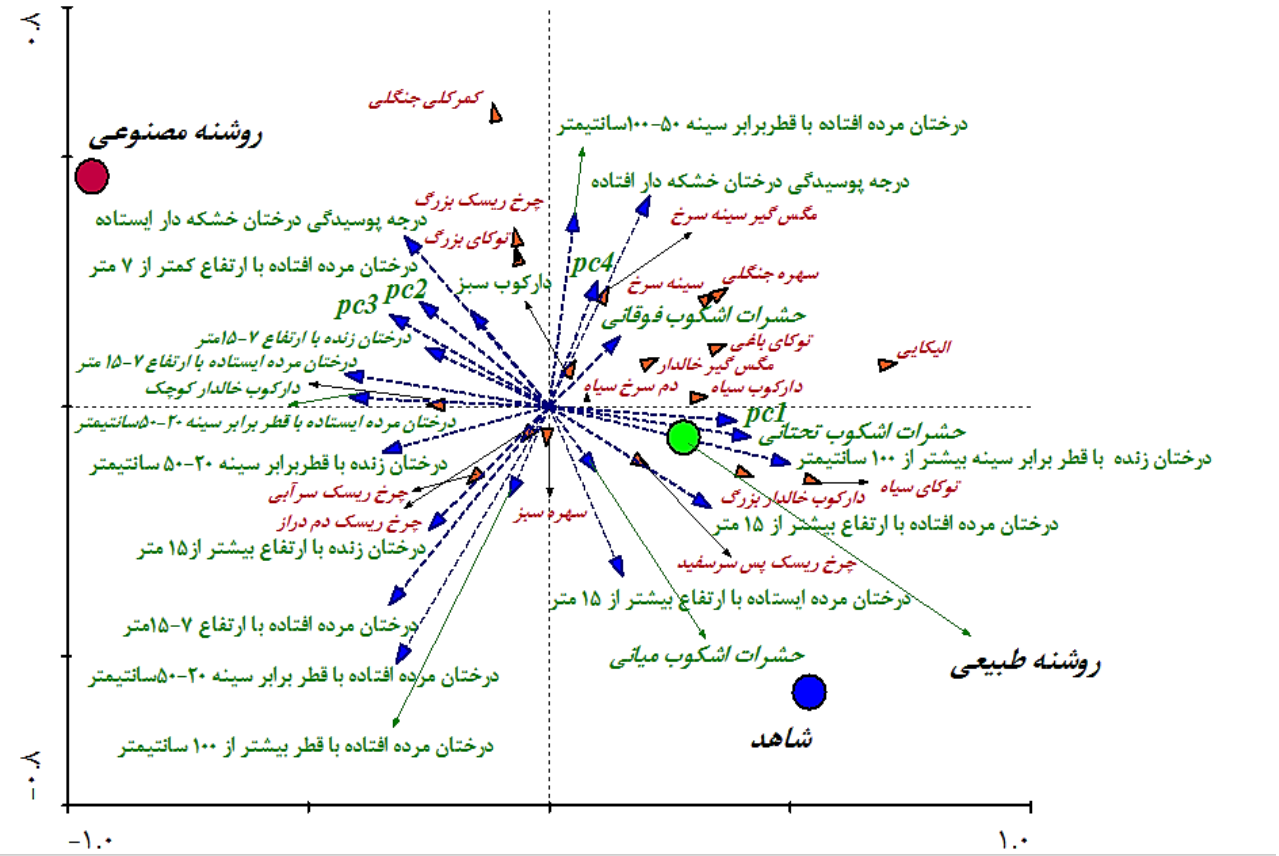
نام گونه	انحراف معیار ± تراکم فرد در هکتار		
	روشنه طبیعی	شاهد	روشنه مصنوعی
سهره نوک بزرگ	۰/۲۰ ±۰/٤۸	–	–
دم سرخ سیاه	۰/۱٤ ± ۰/۱٤	۰/٤۱ ±۰/٦۲	–
دارکوب سیاه	۰/۲۰ ±۱/۰۵	۰/۱۳ ±۰/۱۳	–
توکای سیاه	۱/۵۹ ±۳/۳۰	۳/۵٦ ±۵/۷۲	۰/۷٤ ±۱/۲۳
سسک سرسیاه	۰/۱۸ ± ۰/۳٤	۰/۳۹ ± ۰/۷۲	۰/۱۰ ±۰/۱۰
توکای گلو سیاه	۰/۲۵ ± ۰/ ٤٦	۱/۳۱ ± ۱/۳۱	–
چرخ ریسک سر آبی	۰/۹۷ ±٤/۱۲	۱/٦۲ ±٦/۲۲	۳/۱۱ ±٦/۹۱
سهره جنگلی	۰/٦۱ ±٤/۵۳	۰/۹۷±٤/۹۹	۰/۷٦±۳/۷۳
چرخ ریسک پس‌سر سفید	۰/۹۵ ±۵/۳٤	۲/۳۷ ±۷/۵٦	۱/۱۰ ±۲/۸۸
دارکوب سبز	۰/۱۱ ±۰/۳۹	۱۸۰ ±۰/۲۷	۰/۲۵ ±۰/٦۱
سهره سبز	۰/۳۸ ±۲/۲۵	۰/۹۸ ±۲/۷۰	۰/۳٤±۱/۱۲
دارکوب خالدار بزرگ	۲/۱۸ ±۵/۰۸	۲/۲۱ ±٤/۲۰	۱/۳۳ ±۲/۹٦
چرخ‌ریسک بزرگ	۰/٦٦ ±۳/۱٦	۰/۸۱ ± ۲/۷۸	۱/۰۳±٤/۵۱
چرخ‌ریسک دم دراز	۲/۰۹ ±۳/۳۱	۰/۷۱ ±۰/۸۱	۵/۰۱ ±۷/۲۸
کمرکلی جنگلی	۰/۷۸ ±۵/۵۵	۱/۲۳ ±۳/٤٤	۱/۷۵ ±۹/۱٤
مگس‌گیر سینه سرخ	۰/٤۲ ±۱/۲۲	۰/۵٤ ±۰/۵٤	۰/٤۱±۰/۹۰
سینه سرخ	۱/٤۵ ±۲٤/۲٦	٦/۰۹ ±۲٦/۳۸	۳/۲۹ ±۱۸/۱۰
توکای باغی	۳/۲٦ ± ۱/٦۱	۰/٦٦ ± ۱/۳۹	۰/۲٦ ± ۰/۵۵
مگس گیر خالدار	۰/٤۵ ± ۰/۳۳	۰/۳۹ ± ۰/۳۹	۰/۱۱ ± ۰/۱۱
الیکایی	۲/۱۱ ± ۱٦/۱۳	۳/۰۳ ± ۱٤/۲۹	۲/۰٤ ± ۷/۳۵

جدول ٦. رج‌بندی تحلیل افزونگی (RDA) برای گونه‌های پرندگان و متغیرهای زیستگاهی در سه بخش تاج بسته (شاهد)، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی جنگل شصت‌کلاته

اصطلاح	محورها				مجموع
	۱	۲	۳	٤	۱/۰۰۰
مقادیر ویژه	۰/۱٤۳	۰/۰٦۸	۰/۰۵۸	۰/۰٤۲	
همبستگی بین گونه‌های پرنده و متغیرهای محیط زیستی	۰/۸۲۵	۰/۷۱۲	۰/۷۷۰	۰/٦٤۹	
درصد واریانس تجمعی گونه‌ها	۱٤/۳	۲۱/۱	۲٦/۹	۳۱/۱	
درصد واریانس تجمعی رابطه بین گونه و متغیرهای محیط‌زیستی	۳۰/۵	٤۵/۲	۵۷/۵	٦٦/٦	
مجموعکل مقادیر ویژه متعارف					۰/٤٦۷

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]



شکل ۲. بردارهای مربوط به متغیرهای محیطی، گروه‌های حشرات و گونه‌های پرنده در فضای رج‌بندی حاصل از تحلیل افزونگی (RDA) برای سه تیمار تاج بسته (شاهد)، روشنه طبیعی و روشنه مصنوعی در جنگل شصت‌کلاته.

شصت کلاته را از تیمار روشنه مصنوعی جنگل شصت‌کلاته جدا می‌کند. دو محور اولیه حداکثر تغییرات جامعه را نشان می‌دهد. محور اول دو گروه اصلی از جامعه پرندگان را جدا نمود. گروه اول، گونه های سینه سرخ، چرخ ریسک پس سرسفید، توکای باغی، دارکوب سیاه، دارکوب سبز، الیکایی، مگس‌گیر خالدار، دم‌سرخ سیاه و دارکوب خالدار بزرگ بودند که با درجه پوسیدگی درختان افتاده، تعداد درختان مرده افتاده با قطر برابر سینه ۵۰-۱۰۰ سانتیمتر، تعداد درختان زنده با قطر برابر سینه بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر، درصد پوشش علفی، تعداد درختان مرده افتاده با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر، تعداد درختان مرده ایستاده با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر و حشرات اشکوب تحتانی در بخش‌های شاهد و روشنه طبیعی همبستگی مثبت نشان دادند. از مهم‌ترین حشرات اشکوب تحتانی در منطقه مورد مطالعه می توان به جنس‌های *Nicrophorus*، *Oryctes*، *Armadillidium*، *Carabus*، *Lucilia*، *Lampyris*، *Calosoma*، *Eleodes*، *Copris*، *Attagenus*، *Philaenus*، *Mycetina*، *Neandra* و خانواده‌های *Tettigoniidae*، *Anisolabididae*، *Curculionidae*، *Chrysomelidae*، *Zopheridae* اشاره کرد. توکای سیاه و دارکوب خالدار بزرگ بیشترین همبستگی را با تعداد درختان زنده با قطر برابر سینه بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر، تعداد درختان مرده افتاده با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر و حشرات اشکوب تحتانی داشتند. از طرفی، مگس‌گیر خالدار، دارکوب سبز، مگس گیر سینه سرخ، دم سرخ سیاه، سینه سرخ و دارکوب سیاه با فراوانی حشرات اشکوب فوقانی از جمله جنس‌های *Asianblatta*، *Cicadatra*، *Nyctophila*، *Ectobius*، *Pompilus*، *Panorpa* و *خانواده‌های Syrphidae*، *Vespidae*، *Sciaridae*، *Buprestidae*، *Leuctridae*

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

Tipulidae؛ همچنین، زنبورهایی از خانواده‌های *Orussidae*، *Apidae*، *Chrysididae*، *Braconidae*، *Ichneumonidae*، تعداد درختان مرده افتاده با قطر برابر سینه ۵۰–۱۰۰ سانتیمتر و درجه پوسیدگی درختان افتاده همبستگی قوی و مثبتی داشتند. در این دو بخش درصد پوشش علفی، درجه پوسیدگی درختان افتاده و حشرات اشکوب تحتانی بیشترین تاثیر را در حضورگونه‌های فوق نسبت به سایر متغیرهای زیستگاهی از خود نشان دادند. گروه دوم شامل کمرکلی جنگلی، چرخ ریسک بزرگ، توکای بزرگ، چرخ ریسک دم دراز و دارکوب خالدار کوچک با درجه پوسیدگی درختان ایستاده، تعداد درختان مرده ایستاده با ارتفاع ۱۵–۷ متر، تعداد درختان زنده با قطر برابر سینه ۲۰–۵۰ سانتیمتر، تعداد درختان مرده ایستاده با قطر برابر سینه ۲۰–۵۰ سانتیمتر، تعداد درختان مرده افتاده با ارتفاع کمتر از ۷ متر و تعداد درختان زنده با ارتفاع ۷–۱۵ متر دارای همبستگی مثبت در بخش روشنه مصنوعی جنگل شصت کلاته بودند. توکای سیاه و دارکوب خالدار بزرگ بیشترین همبستگی مثبت را با تعداد درختان مرده افتاده با طول کمتر از ۷ متر داشتند. در بخش روشنه مصنوعی درجه پوسیدگی درختان مرده ایستاده، تعداد درختان مرده ایستاده با ارتفاع ۷–۱۵ متر، تعداد درختان مرده افتاده با ارتفاع ۷–۱۵ متر و تعداد درختان مرده ایستاده با قطر برابر سینه ۲۰– ۵۰ سانتیمتر بیشترین تاثیر را در حضور گونه‌های فوق نسبت به سایر متغیرهای زیستگاهی از خود نشان دادند. گونه‌های سسک دم پهن، چرخ ریسک دم دراز و سهره سبز همبستگی مثبتی با عمق لاشبرگ، تعداد درختان مرده ایستاده با قطر برابر سینه ۲۰– ۵۰ سانتیمتر و تعداد درختان مرده افتاده با قطر برابر سینه ۲۰– ۵۰ سانتیمتر داشتند. همچنین، محور دوم نمودار که بخش بالای نمودار را از پایین جدا نموده، بخش‌های روشنه طبیعی و شاهد را از روشنه مصنوعی متمایز می‌کند. در بخش روشنه مصنوعی پرندگان سینه سرخ، مگس‌گیر سینه سرخ، دم‌سرخ سیاه و مگس‌گیر خالدار رابطه مثبتی با حشرات اشکوب فوقانی جنس‌های *Cicadatra*، *Asianblatta*، *Nyctophila*، *Ectobius*، *Pompilus*، *Panorpa* و خانواده‌های *Syrphidae*، *Vespidae*، *Sciaridae*، *Buprestidae*، *Leuctridae*، *Tipulidae*؛ همچنین، زنبورهایی از خانواده‌های *Orussidae*، *Apidae*، *Chrysididae*، *Braconidae*، *Ichneumonidae*، درجه پوسیدگی درختان افتاده و تعداد درختان مرده افتاده با قطر برابر سینه ۵۰–۱۰۰سانتیمتر دارند. در محور دوم بخش روشنه طبیعی و شاهد دارکوب خالدار بزرگ، توکای سیاه و چرخ‌ریسک پس‌سر سفید با تعداد درختان زنده با قطر برابر سینه بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر، تعداد درختان مرده افتاده با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر، تعداد درختان مرده ایستاده با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر و حشرات اشکوب میانی همبستگی مثبت دارند. چرخ‌ریسک سر آبی و چرخ‌ریسک دم‌دراز رابطه قوی با تعداد درختان زنده با قطربرابر سینه ۲۰–۵۰ سانتیمتر، تعداد درختان زنده با ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر، تعداد درختان مرده افتاده با ارتفاع ۷–۱۵متر و تعداد درختان مرده افتاده با قطر بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر دارند. بر اساس نتایج، بیشترین تنوع و فراوانی پرندگان به ترتیب در روشنه طبیعی، روشنه مصنوعی و شاهد؛ و بیشترین تراکم پرندگان به ترتیب در روشنه طبیعی، شاهد و روشنه مصنوعی اختصاص یافت.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که روشنه‌های طبیعی در جنگل شصت‌کلاته نسبت به تاج‌پوشش بسته (شاهد) و روشنه‌های مصنوعی، از تنوع و تراکم پرندگان و حشرات بیشتری برخوردارند. این تفاوت را می‌توان به برهم‌کنش پیچیده‌ای از عوامل خرداقلیمی، ساختاری و زیستی نسبت داد. یکی از مهم‌ترین عوامل، ورود نور خورشید به سطح روشنه است (٤٦). افزایش نور در روشنه‌های طبیعی جنگل شصت‌کلاته منجر به افزایش دمای هوا و خاک، رشد پوشش علفی و زیراشکوب و در نهایت افزایش تولید اولیه در زنجیره غذایی شده و به‌طور غیرمستقیم منابع غذایی پرندگان، به‌ویژه حشرات را افزایش می‌دهد. برخلاف روشنه‌های مصنوعی، روشنه‌های طبیعی به دلیل شکل‌گیری تدریجی، حفظ بخشی از تاج‌پوشش و وجود درختان مرده (افتاده و ایستاده)، شرایط پایدارتری برای فعالیت حشرات

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

فراهم می‌کنند. این امر دسترسی پرندگان حشره‌خوار نظیر سینه‌سرخ اروپایی، مگس‌گیر خالدار، مگس‌گیر سینه‌سرخ، الیکایی و دارکوب سیاه را به منابع غذایی افزایش می‌دهد. وجود درختان مرده علاوه بر بستر مناسب برای میکروارگانیسم‌ها و حشرات، به دلیل تأمین جایگاه تغذیه‌ای و لانه‌سازی برای پرندگان آشیان‌حفره‌ای، از اهمیت بسزایی برخوردار است. همچنین، کاهش فعالیت‌های انسانی (بهره‌برداری، قطع درختان، برداشت نواری) در روشنه‌های طبیعی نسبت به روشنه‌های مصنوعی، استرس، اختلال رفتاری و خطر تولیدمثلی پرندگان را کاهش داده (٤٥) و این مزیت به‌ویژه در فصل زادآوری، تمایل پرندگان به استقرار در این زیستگاه‌ها را افزایش می‌دهد. همبستگی بالای دارکوب‌ها و پرندگان حشره‌خوار (سینه‌سرخ، الیکایی، چرخ‌ریسک‌ها، کمرکلی جنگلی، پری‌شاهرخ و سهره‌ها) با متغیرهایی نظیر درختان مرده با قطر برابر سینه بیش از صد سانتی‌متر، درصد پوشش علفی و حشرات اشکوب‌های تحتانی، میانی و فوقانی، گویای نقش کلیدی این عوامل در تمایز روشنه‌های طبیعی از مصنوعی و شاهد است.

پاسخ جوامع حشرات به روشنه‌های جنگلی به‌طور مستقیم تحت تأثیر تغییرات ساختاری و خرداقلیمی ناشی از ایجاد روشنه است. ایجاد روشنه‌ها موجب تغییر ساختاری و خرداقلیمی پوشش جنگل می‌شود؛ از جمله افزایش تابش نور، دما و کاهش تاج‌پوشش که شرایط زیستی متنوعی برای گونه‌های مختلف ایجاد می‌کند (٤٤). این تغییرات دسترسی به منابع غذایی و خردزیستگاه‌های جدید، از جمله چوب مرده، شکاف‌ها و حفره‌ها را افزایش داده و به‌ویژه برای گونه‌های چوب‌زی (Saproxylic species) و حشرات گیاه‌خوار حیاتی است (۱۹). گونه‌های چوب‌زی شامل سوسک‌های وابسته به چوب مرده و قارچ‌هایی هستند که به چوب در حال تجزیه و سایر مواد آلی مرده وابسته‌اند و نقش کلیدی در تجزیه چوب، چرخه مواد غذایی و حفظ کیفیت زیستگاه‌های جنگلی دارند؛ این گونه‌ها ساختار و عملکرد جوامع گیاهی و چرخه‌های غذایی را شکل داده و پایداری اکوسیستم را تضمین می‌کنند (۱۷). از جمله حشرات چوب‌زی می‌توان خانواده‌های *Cerambycidae*، *Buprestidae*، *Lucanidae*، *Silphidae*، *Sciaridae*، *Ectobiidae* و *Blattidae* را نام برد. حضور و فراوانی بسیاری از گروه‌های حشرات، به‌ویژه سوسک‌ها، به میزان نور دریافتی و وجود چوب مرده وابسته است؛ روشنه‌ها با فراهم‌کردن هم‌زمان این عوامل، شرایط زیستی مطلوبی برای استقرار و فعالیت آن‌ها ایجاد می‌کنند (۳۷). روشنه‌ها می‌توانند تا ۵۹٪ غنای گونه‌ای و ۷٦٪ فراوانی حشرات راست‌بال (Hemiptera) جنگلی را افزایش دهند و گونه‌های وابسته به زیستگاه‌های باز و گیاهان علفی به سرعت این فضاها را اشغال می‌کنند (۲). ایجاد روشنه با افزایش نور، دما و تغییر الگوی رطوبت، فعالیت میکروبی و تجزیه مواد آلی را تسریع کرده و منابع غذایی متنوع‌تری برای حشرات و در نتیجه پرندگان فراهم می‌کند (٤٨). شدت این تغییرات به اندازه روشنه وابسته است؛ روشنه‌های بزرگ‌تر نوسانات محیطی بیشتری ایجاد کرده و ترکیب و فراوانی جوامع حشرات را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۰، ٤٤ و ۵۳). با این حال، تنش‌های محیطی در حاشیه روشنه‌ها می‌تواند گسترش سوسک‌های چوب‌خوار را تسهیل کند (۲۰). پس از ایجاد روشنه، ساختار و ترکیب جامعه حشرات به‌سرعت تغییر کرده و گونه‌های وابسته به زیستگاه‌های باز، به‌ویژه حشرات گیاه‌خوار، افزایش می‌یابند (۲). افزایش تنوع ساختاری و خردزیستگاه‌ها نیز جذب گونه‌های جدید و تنوع عملکردی حشرات را تسهیل می‌کند (۵۱)، هرچند پاسخ آن‌ها به عواملی مانند تخصص‌گرایی زیستگاهی، وابستگی به چوب مرده و حساسیت به تغییرات خرداقلیمی بستگی دارد (۲٤ و ۳۸). منشأ روشنه نیز در پاسخ جوامع حشرات تعیین‌کننده است؛ روشنه‌های طبیعی ناهمگن‌تر، پاسخ‌های متنوع‌تری نسبت به روشنه‌های مصنوعی ایجاد می‌کنند (۳۸ و ٤۵). درختان و توده‌های چوب مرده به‌عنوان عناصر ساختاری کلیدی جنگل، با ایجاد پناهگاه، خردزیستگاه و منابع غذایی، تنوع و فراوانی حشرات و پرندگان را حفظ می‌کنند (۵ و ٤۵). حشرات چوب‌زی وابستگی شدیدی به کمیت و کیفیت این منابع داشته و مدیریت جنگل می‌تواند ساختار جوامع آن‌ها را به‌طور چشمگیری تغییر دهد (۹، ۲۵ و

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

۳٤) و برای گونه‌های حفره‌ساز از جمله دارکوب‌ها در لانه‌سازی و تولیدمثل ضروری است (۱۲). ساختار جنگل (ارتفاع درختان، تراکم تاج‌پوشش، وجود چوب مرده و پیچیدگی عمودی پوشش گیاهی) ترکیب، تراکم و تنوع عملکردی پرندگان و هم‌زیستی گونه‌ها با راهبردهای تغذیه‌ای متفاوت را تعیین می‌کند (۱٦ و ٤۲). پرندگان حفره‌ساز، حشره‌خوار و زمینی وابستگی بیشتری به روشنه‌ها دارند (۷، ۹ ، ۲٦ ، ۳۲، ۳۳ و ۳۹). حشرات تاج و بخش هوایی روشنه‌ها منبع اصلی تغذیه پرندگان حشره‌خوار و میوه‌خوار هستند و تخمین زده می‌شود این پرندگان سالانه ٤۰۰ تا ۵۰۰ میلیون تن حشره مصرف می‌کنند (۲۰ و ٤۱). ارتباط میان حشرات و پرندگان در روشنه‌ها دو سویه است؛ افزایش تنوع و فراوانی حشرات، منابع غذایی پرندگان حشره‌خوار را تقویت کرده و تراکم و غنای گونه‌ای آن‌ها را افزایش می‌دهد (۲ و ٤۱). در مقابل، پرندگان با شکار حشرات، کنترل زیستی جمعیت آن‌ها را بر عهده گرفته و پایداری اکوسیستم جنگلی را حفظ می‌کنند (۳٦ و ٤۳). ویژگی‌های زیستگاهی مانند میزان باز بودن تاج‌پوش، پیچیدگی پوشش گیاهی و ساختار مرز روشنه‌ها، شدت این تعاملات و تنوع عملکردی پرندگان حشره‌خوار را تعیین می‌کنند (۱٤). یافته‌های این پژوهش با مطالعات گسترده‌ای همسو است. آچیوری و همکاران (۲) نشان دادند روشنه‌ها با افزایش نور و دما، شرایط را به نفع گونه‌های غیرتخصصی و وابسته به زیستگاه‌های باز فراهم کرده و غنای گونه‌ای و فراوانی حشرات را افزایش می‌دهند، در حالی که گونه‌های تخصصی چوب‌زی به تغییرات خرداقلیمی و ساختاری روشنه‌ها پاسخ متمایزی نشان می‌دهند که با یافته‌های لیدینگر و همکاران (۲٤) و سیبلد و همکاران (۳۸) هم‌راستا است. در جنگل‌های معتدل روشنه‌ها موجب افزایش ۳۰ تا ٤۰ درصدی تنوع و تراکم پرندگان می‌شوند (۲٦ و۳۲) و در جنگل‌های گرمسیری با افزایش گل‌ها و میوه‌ها، پرندگان شهدخوار و میوه‌خوار را جذب می‌کنند (۲۷). نتایج حاضر این روند را تأیید کرده و نشان می‌دهد پرندگان حشره‌خوار، حفره‌ساز و میوه‌خوار در روشنه‌ها تراکم بیشتری دارند که با مطالعه لیما و گیولهرمی (۲۷) مطابقت دارد. سیری و همکاران (٤۰) و کوروگر و همکاران (۲۲) گزارش کرده‌اند که روشنه‌های طبیعی، به دلیل الگوی تدریجی و ناهمگن نور و ساختار، تنوع لایه‌های زیراشکوب را افزایش داده و تنوع و فراوانی پرندگان را متفاوت از تاج‌پوشش بسته حفظ می‌کنند و با فراهم‌کردن شرایط زیستگاهی با ثبات، پاسخ گونه‌ها را پایدارتر از روشنه‌های مصنوعی می‌سازند. یافته‌های حاضر تأیید می‌کند که روشنه‌های مصنوعی در صورت شباهت به الگوی پویایی طبیعی از نظر اندازه، آرایش مکانی و حضور چوب مرده، می‌توانند بخشی از کارکردهای روشنه‌های طبیعی را تقلید کنند (۳۰ و ۳٤)؛ همچنین تفاوت پاسخ جوامع پرندگان به روشنه‌های طبیعی و مصنوعی با نتایج سیری و همکاران (٤۰) هم‌راستا بوده و بر اهمیت ساختار و منشأ روشنه در سازمان‌دهی جوامع زیستی تأکید دارد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد پیامدهای اکولوژیکی روشنه‌ها صرفاً به وجود آن‌ها محدود نبوده، بلکه به ویژگی‌های مکانی-زمانی، شدت اختلال، منشأ روشنه و همراهی با عناصر ساختاری کلیدی، به‌ویژه درختان و چوب مرده، وابسته است (٤۳ و ٤۷). روشنه‌های طبیعی با افزایش تدریجی نور، تعدیل دما و رطوبت، حفظ درختان مرده و توسعه پوشش علفی و بوته‌ای، منابع غذایی، پناهگاه و فرصت‌های لانه‌سازی را تقویت کرده و برهم‌کنش‌های پیچیده‌تری در زنجیره غذایی ایجاد می‌کنند. در مقابل، روشنه‌های مصنوعی با قطع یکسره و یکنواختی ساختاری، پاسخ ضعیف‌تری از جوامع حشرات و پرندگان نشان می‌دهند. بنابراین، مدیریت پایدار جنگل مستلزم الگوبرداری از ویژگی‌های روشنه‌های طبیعی هر منطقه و حفظ عناصر ساختاری کلیدی به عنوان زیرساخت شبکه‌های غذایی و کارکردهای اکوسیستمی است.

محدودیت‌های مطالعه

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی است که باید در تعمیم نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، پژوهش تنها در جنگل شصت‌کلاته انجام شده و یافته‌ها ممکن است به مناطق با اقلیم،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

ساختار یا مدیریت متفاوت قابل تعمیم نباشند. دوم، به دلیل محدودیت دسترسی و زمان، تعداد روشنه‌ها و نمونه‌های حشرات و پرندگان محدود بوده و احتمال ثبت نکردن برخی گونه‌های نادر یا الگوهای پراکنش وجود دارد. سوم، علی‌رغم تلاش برای کنترل عوامل محیطی، تغییرات خرداقلیمی و سایر عوامل طبیعی می‌توانست بر تراکم و تنوع گونه‌ها تأثیر بگذارد. چهارم، برخی گونه‌های چوب‌زی و پرندگان ممکن است بر اساس داده‌های مشاهده‌ای و نمونه‌گیری محدود به‌طور کامل شناسایی نشده باشند. پنجم، تغییرات جوامع حشرات و پرندگان در طول فصول و سال‌ها متفاوت است و نتایج حاضر به‌طور کامل بازتاب‌دهنده اثرات بلندمدت روشنه‌ها نیست. انجام مطالعات طولانی‌مدت و در مقیاس جغرافیایی وسیع‌تر برای تأیید و تعمیم یافته‌ها ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه محیط‌بانان و پرسنل محترم جنگل آموزشی- پژوهشی شصت‌کلاته (طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا) به ویژه محیط‌بان محترم جناب آقای یاسر ساور علیا که با حضور و همراهی خود در انجام نمونه‌برداری و پشتیبانی میدانی در سطح جنگل شصت‌کلاته همکاری نمودند قدردانی می‌شود.

منابع

1. Abari, V., and Kambiz, M., 2016. The relationship between canopy gaps resulting from single-tree selection method implementation and humus layer thickness in a beech forest (Case study: Alandan beech forest, Sari). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(3): 541. (In Persian).
2. Achury, R., Staab, M., Blüthgen, N. and Weisser, W.W., 2023. Forest gaps increase true bug diversity by recruiting open land species. *Oecologia*, *202*(2): 299-312.
3. Asbeck, T., Basile, M., Stitt, J., Bauhus, J., Storch, I. and Vierling, K.T., 2020. Tree-related microhabitats are similar in mountain forests of Europe and North America and their occurrence may be explained by tree functional groups. *Trees*, 34: 1453-1466.
4. Augusto, L. and Boča, A., 2022. Tree functional traits, forest biomass, and tree species diversity interact with site properties to drive forest soil carbon. *Nature Communications*, 13(1): 1097.
5. Basile, M., Asbeck, T., Jonker, M., Knuff, A.K., Bauhus, J., Braunisch, V., Mikusiński, G. and Storch, I., 2020. What do tree-related microhabitats tell us about the abundance of forest-dwelling bats, birds, and insects? *Journal of Environmental Management*, 264:110401.
6. Benedetti, Y., Morelli, F., Munafo, M., Assennato, F., Strollo, A. and Santolini, R., 2020. Spatial associations among avian diversity, regulating and provisioning ecosystem services in Italy. *Ecological Indicators*, 108: 105742.
7. Bradfer-Lawrence, T., Bunnefeld, N., Gardner, N., Willis, S.G. and Dent, D.H., 2020. Rapid assessment of avian species richness and abundance using acoustic indices. *Ecological Indicators*, 115: 106400.
8. Bröcher, M., Ebeling, A., Bassi, L., Medina-van Berkum, P., van Dam, N.M., Eisenhauer, N., Madaj, A.M., Unsicker, S., Weigelt, A. and Meyer, S.T., 2025. Plant–herbivore interactions depend on plant richness, plant and soil history. *Functional Ecology*, 39(12):3672-3687.
9. Bujoczek, L., Bujoczek, M. and Zięba, S., 2021. Distribution of deadwood and other forest structural indicators relevant for bird conservation in Natura 2000 special protection areas in Poland. *Scientific Reports*, 11(1): 14937.
10. Campanaro, A. and Parisi, F., 2021. Open datasets wanted for tracking the insect decline: let's start from saproxylic beetles. *Biodiversity Data Journal*, 9: e72741.
11. Castelletta, M., Thiollay, J. M. and Sodhi, N.S., 2005. The effects of extreme forest fragmentation on the bird community of Singapor Island. *Biological conservation*. 121: 135-155.
12. Dufour-Pelletier, S., A. Tremblay, J., Hébert, C., Lachat, T. and Ibarzabal, J., 2020. Testing the effect of snag and cavity supply on deadwood-associated species in a managed boreal forest. *Forests*, 11(4): 424.
13. Feldmann, E., Drößler, L., Hauck, M., Kucbel, S., Pichler, V. and Leuschner, C., 2018. Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 415: 38-46.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

14. Graser, A., Frank, C., Kunz, F., Schuldt, A., Senf, C., Sudfeldt, C., Trautmann, S. and Kamp, J., 2025. Increase in disturbance-induced canopy gaps leads to reorganization of Central European bird communities. *Basic and Applied Ecology*, 83: 88-97.
15. Guo, Y., Zhao, P. and Yue, M., 2019. Canopy disturbance and gap partitioning promote the persistence of a pioneer tree population in a near-climax temperate forest of the Qinling Mountains, China. *Ecology and Evolution*, 9(13): 7676-7687.
16. Hanle, J., Duguid, M.C. and Ashton, M.S., 2020. Legacy forest structure increases bird diversity and abundance in aging young forests. *Ecology and evolution*, 10(3): 1193-1208.
17. Henneberg, B., Feldhaar, H., Förtsch, S., Schauer, B. and Obermaier, E., 2025. Threatened saproxylic beetle species in tree hollows react more sensitively to surrounding landscape composition in central European managed forests than total species richness. *Biodiversity and Conservation*, 1-21.
18. Jörg, M., Simon, T., Roland, B., Khosro, S.T., Barimani, H.V., Sebastian, S., Ulyshen, M.D. and Gossner, M.M., 2016. Protecting the forests while allowing removal of damaged trees may imperil saproxylic insect biodiversity in the Hyrcanian beech forests of Iran. *Conservation letters*, 9(2): 106-113.
19. Junggebauer, A., Gericke, N.M., Krakau, L.K., Bluhm, S.L., Maraun, M., Pollierer, M.M. and Scheu, S., 2024. Effects of forest gap formation and deadwood enrichment on oribatid mites (Acari: Oribatida) vary between regions. *Forest Ecology and Management*, 565: 122015.
20. Kärvemo, S., Rogell, B. and Schroeder, M., 2014. Dynamics of spruce bark beetle infestation spots: Importance of local population size and landscape characteristics after a storm disturbance. *Forest ecology and management*, 334: 232-240.
21. Kern, C.C., Montgomery, R.A., Reich, P.B. and Strong, T.F., 2013. Canopy gap size influences niche partitioning of the ground-layer plant community in a northern temperate forest. *Journal of Plant Ecology*, 6(1): 101-112.
22. Krüger, K., Senf, C., Jucker, T., Pflugmacher, D. and Seidl, R., 2024. Gap expansion is the dominant driver of canopy openings in a temperate mountain forest landscape. *Journal of Ecology*, 112(7): 1501-1515.
23. Larrieu, L., Paillet, Y., winter, S., Bütler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A.K., Regnery, B. and Vandekerkhove, K., 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators*, 84: 194-207.
24. Leidinger, J., Seibold, S., Weisser, W.W., Lange, M., Schall, P., Türke, M. and Gossner, M.M., 2019. Effects of forest management on herbivorous insects in temperate Europe. *Forest ecology and management*, 437: 232-245.
25.Lekoveckaitė, A., Podėnienė, V. and Ferenca, R., 2023. Beetles (Coleoptera) in deciduous dead wood tree species trunks in Lithuania. *Biodiversity Data Journal*, 11: e106132.
26. Lewandowski, P., Przepióra, F. and Ciach, M., 2021. Single dead trees matter: Small-scale canopy gaps increase the species richness, diversity and abundance of birds breeding in a temperate deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 481: 118693.
27. Lima, J. and Guilherme, E., 2021. Birds associated with treefall gaps in a lowland forest in southwestern Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica*, 51: 42-51.
28. Moaiery, M. H. and Mohammad Alipour Malekshah, A.A., 2009. Review of the Second Series of Forestry Plan by Dr. Bahramnia. College of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Forest Sciences, 128 p. (In Persian).
29. Oeser, J., Heurich, M., Senf, C., Pflugmacher, D., Belotti, E. and Kuemmerle, T., 2020. Habitat metrics based on multi-temporal Landsat imagery for mapping large mammal habitat. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 6(1): 52-69.
30. Perreault, L., Forrester, J.A., Lindner, D.L., Jusino, M.A., Fraver, S., Banik, M.T. and Mladenoff, D.J., 2023. Linking wood-decay fungal communities to decay rates: Using a long-term experimental manipulation of deadwood and canopy gaps. *Fungal Ecology*, 62: 101220.
31. Pollock, H.S., Jones, T.M., Tarwater, C.E., Nishikawa, E.T. and Brawn, J.D., 2020. Rapid colonization and turnover of birds in a tropical forest treefall gap. *Journal of Field Ornithology*, 91(2): 107-117.
32. Przepióra, F., Loch, J. and Ciach, M., 2020. Bark beetle infestation spots as biodiversity hotspots: Canopy gaps resulting from insect outbreaks enhance the species richness, diversity and abundance of birds breeding in coniferous forests. *Forest ecology and management*, 473: 118280.
33. Remeš, V., Remešová, E., Friedman, N.R., Matysioková, B. and Rubáčová, L., 2021. Functional diversity of avian communities increases with canopy height: From individual behavior to continental-scale patterns. *Ecology and Evolution*, 11(17): 11839-11851.
34. Rothacher, J., Seidl, R., Thom, D., Kortmann, M., Chao, A., Chiu, C.H., Heibl, C., Hothorn, T., Mitesser, O., Mori, A.S. and Morinière, J., 2025. The impact of tree mortality and post-disturbance management on insect diversity in temperate forests: Insights from a replicated experiment. *Journal of Applied Ecology*, *62*(8): 1878-1888.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

35. Sandström, U.G., Angelstam, P. and Mikusiński, G., 2006. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and urban planning*, 77(1-2): 39-53.
36. Schillé, L., Valdés-Correcher, E., Archaux, F., Bălăcenoiu, F., Bjørn, M.C., Bogdziewicz, M., Boivin, T., Branco, M., Damestoy, T., de Groot, M. and Dobrosavljević, J., 2024. Decomposing drivers in avian insectivory: Large-scale effects of climate, habitat and bird diversity. *Journal of Biogeography*, 51(6): 1079-1094.
37. Seibold, S., Hagge, J., Müller, J., Gruppe, A., Brandl, R., Bässler, C. and Thorn, S., 2018. Experiments with dead wood reveal the importance of dead branches in the canopy for saproxylic beetle conservation. *Forest Ecology and Management*, 409: 564-570.
38. Seibold, S., Rammer, W., Hothorn, T., Seidl, R., Ulyshen, M.D., Lorz, J., Cadotte, M.W., Lindenmayer, D.B., Adhikari, Y.P., Aragón, R. and Bae, S., 2021. The contribution of insects to global forest deadwood decomposition. *Nature*, 597(7874): 77-81.
39. Shabani, S. 2008. The relationship between the area of regeneration gaps with physiographic factors and vegetation cover in the Lalis-Noshahr forest region. Master's Thesis, Tarbiat Modares University, 80 pp. (In Persian).
40. Siri, S., Ponpithuk, Y., Safoowong, M., Marod, D., de la Fuente, A., Williams, S.E. and Duengkae, P., 2025. The effect of forest gap dynamics on tropical rainforest birds. *Ecologica Montenegrina*, 88: 164-185.
41. Spiller, K.J. and Dettmers, R., 2019. Evidence for multiple drivers of aerial insectivore declines in North America. *The Condor*, 121(2): duz010.
42. Storch, F., Boch, S., Gossner, M.M., Feldhaar, H., Ammer, C., Schall, P., Polle, A., Kroiher, F., Müller, J. and Bauhus, J., 2023. Linking structure and species richness to support forest biodiversity monitoring at large scales. *Annals of Forest Science*, 80(1): 3.
43. Szefer, P., Molem, K., Sau, A and Novotny, V., 2022. Weak effects of birds, bats, and ants on their arthropod prey on pioneering tropical forest gap vegetation. *Ecology*, 103(6): e3690.
44. Thom, D., Sommerfeld, A., Sebald, J., Hagge, J., Müller, J. and Seidl, R., 2020. Effects of disturbance patterns and deadwood on the microclimate in European beech forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 291: 108066.
45. Thorn, S., Seibold, S., Leverkus, A.B., Michler, T., Müller, J., Noss, R.F., Stork, N., Vogel, S. and Lindenmayer, D.B., 2020. The living dead: acknowledging life after tree death to stop forest degradation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(9): 505-512.
46.Tian, A., Halik, U., Fu, W., Sawirdin, S., Cheng, S and Lei, J., 2023. Research history of forest gap as small-scale disturbances in forest ecosystems. *Forests*, 15(1): 21.
47. Ulyshen, M., Urban-Mead, K.R., Dorey, J.B. and Rivers, J.W., 2023. Forests are critically important to global pollinator diversity and enhance pollination in adjacent crops. *Biological Reviews*, 98(4): 1118-1141.
48. Valencia-Cuevas, L. and Tovar-Sánchez, E., 2015. Oak canopy arthropod communities: which factors shape its structure? *Revista chilena de historia natural*, 88(1): 1-22.
49. Varasteh Moradi, H., 2011. Evaluation of the effects of the Tehran- Mashhad Asian highway on the society of birds In Golestan National Park. *Environmental Research,* 2(3): 21-34. (In Persian).
50. Watson, J.E., Whittaker, M.R.J and Dawson, T.P., 2004. Habitat structure and proximity to forest edge affect the abundance and distribution of forest-dependent bird in tropical forests of south-eastern Madagascar. *Biological Conservation* 120: 311-327.
51. Wildermuth, B., Penanhoat, A., Sennhenn-Reulen, H., Matevski, D., Drescher, J., Aubry-Kientz, M., Seidel, D. and Schuldt, A., 2024. Canopy structure influences arthropod communities within and beyond tree identity effects: Insights from combining LiDAR data, insecticidal fogging and machine learning regression modelling. *Ecological Indicators*, 160: 111901.
52. Winter, M.B., Ammer, C., Baier, R., Donato, D.C., Seibold, S. and Müller, J., 2015. Multi-taxon alpha diversity following bark beetle disturbance: evaluating multi-decade persistence of a diverse early-seral phase. *Forest Ecology and Management*, 338: 32-45.
53. Wu, Y., Li, H., Liang, X., Jiang, M., He, S. and He, Y., 2025. Mechanisms behind the Soil Organic Carbon Response to Temperature Elevations. *Agriculture*, 15(11): 1118.
54. Xu, J., Lie, G. and Xue, L., 2016. Effects of gap size on diversity of soil fauna in a Cunninghamia lanceolata stand damaged by an ice storm in southern China. *Journal of forestry research*, 27: 1427-1434.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Responses of Birds and Insects Communities to Natural and Artificial Forest Gaps (Case Study: Shastkalateh Forest, Gorgan, Iran)

M. Boroughani [1], H. Varasteh Moradi [1*] and Ahmad Nadimi[2]

(Received: February 02-2026; Accepted: April 20-2026)

Abstract

Forest gaps represent significant ecological disturbances that can affect vegetation structure, insect populations, and avian communities. This study aimed to evaluate the density and diversity of bird species across three treatment types: closed canopy (control), natural gaps, and artificial gaps, within the protected Shast-Kalateh forest. Bird and insect sampling was conducted at 70 points, each with a 25-meter radius, utilizing point count and distance sampling methodologies. Redundancy analysis indicated that the strongest positive correlations between bird populations and habitat variables, as well as insect abundance, were found in natural gaps and closed canopy areas. Natural gaps exhibited the highest avian abundance, likely attributed to increased light availability, enhanced structural complexity, and greater ecological dynamism. Conversely, artificial gaps, which displayed reduced structural complexity and unstable food resources, negatively impacted breeding bird populations. Distance sampling revealed that the European Robin (*Erithacus rubecula*) had the highest density across all treatments. ANOSIM analysis demonstrated significant differences in bird species composition among the treatments ($p = 0.001$). Overall, natural gaps fostered higher bird density, greater avian diversity, and increased insect diversity compared to both closed canopy areas and artificial gaps.

Keywords: Forest gap ecology, Gap biodiversity, Bird density, Insect abundance estimation, Shast-Kalateh forest.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-23]

1. Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoureces, Gorgan, Iran.
2. Department of Plant Protection, Faculty of Crop Production. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoureces, Gorgan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: varasteh@gau.ac.ir

[DOI: 10.47176/ijae.14.3.787]