پژوهش‌های محیط‌زیست، سال 4، شماره 8، پاییز و زمستان 1392، از صفحه 183 تا 194

اثر حاشیه بر جامعه پرندگان

نسرین امینی تهرانی*[1]، سید محمود عقیلی[2]

1 دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
2 دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: 1391/1/15؛ تاریخ تصویب: 1392/11/21)

چکیده

این حقیقت که جهان به دلیل فعالیت‌های بشری در حال از دست دادن تنوع‌زیستی خود است، موضوعی کاملاً شناخته شده است. یکی از بزرگ‌ترین تهدیدهای پیش‌روی تنوع‌زیستی، اثر حاشیه‌ای به‌ویژه در زیستگاه‌های جدا افتاده و قطعه قطعه شده است. تأثیر حاشیه بر زیستگاه‌های مجاور امتداد داشته و زندگی پرندگان را در محیط‌های طبیعی متأثر می‌سازد. این مطالعه، به بررسی انواع حاشیه اعم از طبیعی و ایجاد شده (جاده) براساس الگوهای فراوانی، تنوع و تراکم پرندگان می‌پردازد. نتایج حاصل از این تحقیق، نشان داد که انواع حاشیه با تأثیرگذاری بر متغیرهای محیط‌زیستی در زیست اقلیم‌های مختلف آثار متفاوتی را بر انواع گروه‌های پرندگان می‌گذارد. اگرچه ممکن است حاشیه باعث افزایش تراکم گروه‌های معینی از پرندگان و افزایش فراوانی و تنوع پرندگان شکارگر شود، ولی در نهایت، باعث کاهش غنای گونه‌ای، کاهش تعداد گونه‌های پرندگان اشکوب پایینی، کاهش موفقیت تولیدمثلی سبک‌بالان، تأثیر منفی بر رفتار حرکتی پرندگان اشکوب پایینی و افزایش خطرپذیری پرندگان نسبت به انگل تولیدمثلی و شکار بر آشیانه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: حاشیه، تنوع، تراکم، پرندگان

* نویسنده مسوول
Email: nasrinaminitehrani@yahoo.com

سرآغاز

زیستگاه‌های حاشیه‌ای به‌عنوان ناحیه‌ای باریک بین دو زیستگاه کاملاً متفاوت و متمایز تعریف شده است (Backer et al., 2002). این زیستگاه‌ها همچنین به‌عنوان نواحی انتقالی بین زیستگاه‌های طبیعی و زیستگاه‌هایی که به‌وسیله انسان‌ها تغییر شکل یافته‌اند، تعریف شده است. در این میان، حاشیه جنگل‌ها به‌عنوان مرز بین بوم‌سازگان‌های جنگلی و غیرجنگلی و نیز میان دو تودهٔ جنگلی با ساختار و ترکیب متفاوت تعریف شده‌اند. مرز جنگل‌ها ناحیه انتقالی بین دو بوم‌سازگان با جوامع گیاهی متفاوت می‌باشد. در مقابل، بخش درونی جنگل قسمتی از جنگل است که نشان‌دهندهٔ آثار حاشیه‌ای غیرقابل مشاهده می‌باشد (Harper et al., 2005). مفهوم آثار حاشیه‌ای شامل همهٔ تغییرات زیستی و غیرزیستی است که در حاشیهٔ دو نوع زیستگاه متفاوت روی می‌دهند.

آثار حاشیه‌ای عاملی کلیدی است در درک این نکته که چگونه ساختار سیماهای منظر بر کیفیت زیستگاه اثر می‌گذارد (Ries et al., 2004). باید توجه داشت که کیفیت زیستگاه‌ها عاملی است که اهمیت انواع زیستگاه‌ها را در حفاظت و نگهداری گونه‌های خاص و منحصر به فرد بیان می‌کند (Van Home, 1983). بر حسب شدت، آثار حاشیه‌ای دامنه‌ای از آثار قوی و ضعیف را در بر دارد. در حقیقت، این محدوده و دامنه از دو عامل تشکیل شده است که نمی‌توان آن‌ها را به‌صورت مجزا از هم بررسی نمود. این دو عامل عبارت از بزرگی یا دامنه‌ای از آثار حاشیه‌ای و مقیاس یا وسعت فضایی آثار حاشیه (Harper et al., 2005) می‌باشند. شدت اثر حاشیه به طور معکوس با اندازهٔ لکه‌های قطعه قطعه شده مرتبط است (Ranta et al., 1998). زیرا، فرآیند قطعه‌قطعه شدن نسبت سطح به محیط زیستگاه و نیز نفوذ شرایطی را که به‌وسیلهٔ بوم‌سازگان‌های مجاور تحمیل شده را افزایش می‌دهد (Estrada & Coates-Estrada, 2002). بنابراین، گیاهان و جانورانی که کاملاً به بخش‌های درونی جنگل وابسته‌اند، زیستگاه مناسب خود را در قطعات جنگلی کوچک هم‌زمان با توسعه نفوذ حاشیه به بخش‌های درونی‌تر جنگل از دست خواهند داد. حاشیهٔ جنگل‌ها در بسیاری از مناطق جهان دارای ویژگی‌های مشخصی است که دلیل آن از بین رفتن جنگل‌ها بر اثر فعالیت‌های انسانی مانند ساخت و ساز، کشاورزی، استخراج منابع و قطع درختان است. بنابراین، بخش بزرگی از جنگل ممکن است متحمل آثار حاشیه‌ای شود. در طول چند دههٔ گذشته، بخش بزرگی از بررسی‌های حفاظت زیستی در ارتباط با آثار حاشیه بر الگوی سیمای منظر و فرایندهای وابسته به ایجاد حاشیه، متمرکز بوده است.

اثر حاشیه‌ای یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر تنوع‌زیستی در زمین‌سیماهای جنگل‌های مدیریت شده است (Hele & Mouana, 1985). هنگامی‌که قطع درختان اتفاق می‌افتد، بخشی از زیستگاه‌های طبیعی قابل دسترس برای پرندگان بومی جنگلی از دست می‌رود و قالب طبیعی جنگل جای خود را به زیستگاه‌های مصنوعی و ترمیم شده از سوی انسان می‌دهد (Forman, 1995). همچنین، اثر حاشیه‌ای می‌تواند به شکل‌های مختلف غیر زیستی در درون جنگل دیده شود که موجب افزایش میزان نور، افزایش سرعت باد، نوسان‌های شدید دمایی و رطوبت شود (Murcia, 1995). این امر می‌تواند توان بالقوهٔ تأثیر ترکیب و ساختار پوشش گیاهی (Kapos et al., 1997) و به تبع آن جامعهٔ پرندگان را تغیر دهد.

پرندگان گروه با ارزشی از موجودات زنده هستند که برای ارزیابی آثار حاشیه بر جانوران مناسب هستند. طبقه‌بندی این گروه از جانداران به دلیل گونه‌های شناسایی شده در محیط و حداقل اطلاعات در دسترس دربارهٔ زیست‌شناسی آن‌ها به خوبی مشخص شده است. پرندگان به تغییراتی که در ساختار، اقلیم خُرد، زیستگاه خُرد و ترکیبات پوشش گیاهی جنگل روی می‌دهد، حساس هستند. نقش آن‌ها در فرایندهای کلیدی جنگل از قبیل گرده‌افشانی و پراکندگی بذرها به اثبات رسیده است(Fimbel et al., 2001). با وجود ارزش و اهمیت پرندگان، مانند اهمیت نقش بوم‌شناختی آن‌ها در سلامتی و حاصل‌خیزی جنگل‌ها، بررسی‌های اندکی در مورد آثار شیب تغییرات «حاشیه–مرکز» بر آن‌ها به‌ویژه در ایران صورت گرفته است. تلاش تغذیه‌ای یا کارکردی گروه‌های مختلف پرندگان نسبت به حاشیه می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی داشته باشد. در سطح گونه نشان داده شده است که پاسخ حاشیه‌ای برای برخی گونه‌ها در زیستگاه‌های مختلف متفاوت است و همچنین در فصول مختلف نیز می‌تواند متفاوت باشد. پاک‌تراشی جنگل‌ها بیشتر باعث ایجاد حاشیه شده و اثر حاشیهٔ ایجاد شده موجب کاهش تراکم و تنوع پرندگان و سایر جانوران می‌شود (Strelke & Dickson, 1980).

در این مقاله سعی خواهد شد تا پس از بیان تعاریف مربوط به حاشیه و اصطلاحات مرتبط با آن به بررسی آثار حاشیه بر جامعهٔ پرندگان پرداخته شود.

تعاریف

تعاریف مربوط به اثر حاشیه‌ای و اصطلاحات مرتبط با آن در جدول (1)، به طور خلاصه ذکر شده است.

جدول (1): اصطلاحات پیشنهادی و تعاریف مفاهیم رایج در تحقیقات مربوط به حاشیهٔ جنگل

اصطلاح	تعریف
حاشیه	مرز بین انواع بوم‌سازگان‌ها
حاشیهٔ ایجاد شده	حاشیه‌ای که در نتیجهٔ یک اختلال طبیعی یا انسان‌ساخت به‌وجود آمده است
حاشیهٔ جنگل	مرز بین بوم‌سازگان‌های جنگلی و غیرجنگلی یا مرز بین دو جنگل با ترکیب و ساختار متفاوت
درون جنگل	قسمتی از جنگل که تحت تأثیر حاشیه نیست
اثر حاشیه‌ای	اثر فرایندهای زیستی و غیرزیستی حاشیه که در مقایسه با بوم‌سازگان‌های دور از حاشیه منجر به تفاوت‌های ملموس در ترکیب، ساختار و کارکردهای مجاور حاشیه می‌شود
بزرگی اثر حاشیه‌ای	وسعت مقیاسی که تفاوت یک پارامتر در حاشیه را نسبت به بوم‌سازگان غیرحاشیه‌ای نشان می‌دهد
فاصله اثر حاشیه	تعیین فواصل جامعهٔ مجاور با حاشیه که دارای اثر حاشیه‌ای به لحاظ آماری است که به‌عنوان عمق اثر حاشیه‌ای نیز شناخته می‌شود (Euskirchen et al., 2001)
نواحی اثر حاشیه	تمامی نواحی یک لکه یا سیمای منظر که تحت تأثیر حاشیه باشند. به عبارت دیگر بسط فاصلهٔ اثر حاشیه در دو بُعد
تقابل لکه	تفاوت ترکیب، ساختار، کارکرد یا اقلیم خُرد بین بوم‌سازگان‌های مرزی در هر دو سمت حاشیه

عمق اثر حاشیه

عمق نفوذ آثار حاشیه براساس عوامل زیستی و غیرزیستی، متغیر است. برای یک عامل خاص و ویژه، عمق نفوذ اثر حاشیه با شرایط حاشیه‌ای محلی مانند مسیرها یا جهت‌های جغرافیایی تغییر می‌کند (Ries et al., 2004). عمق اثر حاشیه برای جانوران نسبت به گیاهان و دیگر عوامل محیطی خُرد مانند دما و رطوبت بیشتر است (Laurance et al., 1998)؛ برای مثال، بعضی بررسی‌ها اثر حاشیه بر بی‌مهرگانی را که در 100متر نخست درون جنگل سکنی گزیده‌اند را نشان می‌دهند (Ries et al., 2004). این در حالی است که حاشیه‌ها نمی‌توانند بر عوامل اقلیمی خُرد بیشتر از 20- 10متر دورتر از حاشیهٔ جنگل مؤثر باشند (Cadenasso et al., 1997). براساس یافته‌های لارنس و ینسن در سال 1991، عمق نفوذ تغییرات اثر حاشیه وابسته به تعداد و اندازهٔ متغیرهای اثرگذار است (Laurance & Yensen, 1991). نتایج مطالعات گوناگون دربارهٔ عمق اثر حاشیه به‌طور خلاصه در جدول (2)، نشان داده شده است.

جدول (2): عمق اثرحاشیه که توسط محققان مختلف گزارش شده است

عمق اثر حاشیه	محققان	مکان مطالعه
بیشترین فاصله از آثار حاشیه‌ای بر بی‌مهرگان 100 متر می‌باشد.	(Ries et al., 2004; Didham, 1997; Murcia, 1995)	آمازون مرکزی
بیشترین فاصله از آثار حاشیه‌ای بر عوامل اقلیم خُرد 10تا20 متر می‌باشد.	(Cadenasso et al., 1997)	کانادا
بیشترین فاصله از آثار حاشیه‌ای بر متغیرهای غیرزیستی به غیر از باد 15تا 60 متر می‌باشد.	(Laurance, 1997)	استرالیا
بیشترین فاصله از آثار حاشیه‌ای بر مرگ و میر و نرخ بازگشت درختان بزرگ 100متر است. این تغییرات تا حدود 300متر از حاشیه جنگل قابل مشاهده است.	(Laurance et al., 1998)	آمازون مرکزی
بیشترین فاصله از آثار حاشیه‌ای بر نرخ احیای درختان بیشتر از 100 متر است.	(Laurance et al., 1998)	آمازون
بیشترین فاصله از آثار حاشیه‌ای بر تخریب جنگل‌ها در حدود 200متر است که تا عمق 500 متر قابل مشاهده است.	(Laurance, 1997)	استرالیا
بیشترین فاصله از آثار حاشیه بر گیاهان 15متر می‌باشد.	(Williams- Linera, 1990)	پاناما

تأثیر حاشیه بر عوامل غیرزیستی و زیستمندان

براساس یافته‌های مورسیا در سال 1995، آثار حاشیه‌ای در سه سطح قابل مشاهده است:

1. تغییرات غیرزیستی به‌دلیل وجود حاشیه
2. تغییرات زیستی رده اول که به‌طور مستقیم از تغییرات غیرزیستی منتج می‌شوند.
3. فعل و انفعالات زیستی رده بالا که از دو سطح اول حاصل شده‌اند (Murcia, 1995).

برخی بوم‌شناسان به مطالعه در مورد شیب تغییرات عوامل اقلیمی خُرد حاشیه جنگل، به سمت قسمت‌های درونی جنگل علاقمند می‌باشند. زیرا، این شیب‌ها به طور مستقل یا در ترکیب با عوامل زیستی، توزیع و فراوانی گیاهان و جانوران را کنترل می‌کنند. برای مثال، تراکم، حجم زیست‌توده، مساحت پایه‌ای درختان، نرخ رشد، مرگ و میر و فراوانی درختچه‌زار، اپی‌فیت‌ها و گلسنگ‌ها، تفاوت‌های شیب حاشیه جنگل به سمت قسمت‌های درونی را در نواحی گرمسیری و معتدل نشان می‌دهند (Didham & Lawton, 1999). بخش بزرگی از تغییر در ساختار و پویایی جوامع گیاهی به تفاوت اقلیم خُرد میان حاشیه، جنگل و قسمت‌های درونی آن مرتبط است. تأکید بر این نکته بسیار مهم است که متغیرهای اقلیم خُرد تحت اثر حاشیه متفاوت است. برای مثال، سرعت باد و شدت نور خورشید در حاشیه در مقایسه با قسمت‌های درونی جنگل از مقادیر بیشتری برخوردار هستند. عوامل زیستی حاشیه نشان‌دهندهٔ علاقه بعضی از موجودات به حاشیه است. نتایج آثار زیستی نشان‌دهندهٔ آثار زیستی ثانویه مانند تغییر در فراوانی و تنوع رابطه شکار- شکارچی و انگل میزبان می‌باشد (Maina & Jackson, 2003). حاشیه جنگل روی برخی از فرایندهای بوم‌شناختی مانند تولید لاش‌برگ، فراوانی و اندازهٔ حفرات، تاج‌پوشش، ساختار جنگل و به علاوه فعل و انفعالات زیستی بین آن‌ها اثر گذار است.

برخی بررسی‌های فعل و انفعالات میان عوامل مختلفی که در نتیجهٔ تأثیر حاشیه و موجودات زنده ایجاد شده را نشان می‌دهند. اندازه قطعات جنگلی یک عامل کلیدی در تعیین آثار حاشیه است (Santos & Telleria, 1992). عقیده بر این است که در زیستگاه‌های جنگلی احاطه شده توسط انسان، آثار حاشیه بر غنا و ترکیب گونه‌های جنگلی بسیار شدیدتر است. زیرا، بوم‌سازگان‌های انسان‌ساخت، تحت تخریب‌های شدید انسانی می‌باشند (Matlack, 1993). آثار حاشیه در تناوب فعل و انفعال بین گونه‌ها (Fagan et al., 1999)، ساختار تغذیه‌ای جوامع (Laurance et al., 2002)، جابه‌جایی و حرکت گونه‌ها از میان بوم‌سازگان‌ها (Wiens, 1992)، گردش منابع بین زیستگاه‌های حاشیه‌ای (Huxel & McCann, 1998) و تغییر فرایندهای بوم‌شناختی و پویاشناسی در سطح وسیعی از مقیاس‌های فضایی و زمانی (Ries et al., 2004)، به اوج خود می‌رسند. در جدول (3)، خلاصه‌ای از تأثیر حاشیه بر عوامل غیرزیستی و زیستمندان نشان داده شده است.

تأثیر حاشیه بر جامعهٔ پرندگان

لیندل و همکاران در سال 2007، سهم گونه‌های پرندگان نواحی گرمسیری و معتدل را که توانایی دورشدن یا جذب شدن به حاشیهٔ جنگل‌ها را داشتند و رابطه بین ویژگی‌های طبیعی- تاریخی و واکنش‌های حاشیه را بررسی کردند (Lindell et al., 2007). براساس یافته‌های محققان، سهم بزرگی از گونه‌های پرندگان نواحی استوایی نسبت به گونه‌های نواحی معتدل از حاشیهٔ جنگل‌ها گریزانند و بخش بزرگی از پرندگان نواحی معتدل از حاشیه‌ها سود می‌برند. این اجتناب از حاشیه در پرندگان حشره‌خوار نمود بیشتری دارد.

واتسون و همکاران در سال 2004، بیان نمودند که پاسخ و واکنش پرندگان به حاشیه ممکن است از نظر جغرافیایی و حتی در میان انواع حاشیه‌ها متفاوت باشد (Watson et al., 2004). تیولای در سال 1992، پرندگان بخش‌های درونی جنگل را گونه‌هایی می‌داند که در عمق 100 متری حاشیه قرار دارند (Thiollay, 1992)؛ در حالی که میسون در سال 1995، گونه‌های مشاهده شده در عمق 1 کیلومتری از حاشیه جنگل را گونه‌های وابسته به درون جنگل می‌داند و براساس یافته‌های او پرندگان بخش‌های داخلی جنگل، به‌ویژه آن‌هایی که به‌طور طبیعی کمیاب می‌باشند، به آثار حاشیه حساس هستند (Mason, 1995).

بررسی‌های محدودی درباره تأثیر مستقیم حاشیه بر جمعیت پرندگان در جنگل‌های بارانی استوایی انجام شده است. اما، این واقعیت که غنای پرندگان نزدیک به حاشیه جنگل کاهش یافته است، به‌خوبی مورد بررسی قرار گرفته و به ثبت رسیده است(Restrepo & Gomez, 1998). براساس نظر پاتون در

سـال 1994، آسیب‌پذیری بالای پرندگان در مقابل شکار آشیانه

جدول (3): اثرحاشیه بر عوامل غیر زیستی و زیستمندان که توسط محققان مختلف گزارش شده است

اثر حاشیه	محققان	مکان مطالعه
تأثیر بر عوامل غیر زنده		
کاهش رطوبت موجود، نوسانات فصلی و روزانه دما، شدت بیشتر تششعات خورشیدی، تخریب شدیدتر باد در حاشیهٔ جنگل	(Turton & Freiburger, 1997; Murcia, 1995; Kapos, 1989)	استرالیا، هند، برزیل
اثر بر گیاهان		
در بعضی گیاهان پیشرو مانند اپی‌فیت‌های مجاور حاشیه باعث تسریع توالی می‌شود	(Camargo & Kapos, 1995; Williams-Linera, 1990)	مرکز آمازون مرکزی و پاناما
افزایش تعداد گونه‌های گیاهان مهاجم در حاشیه	(Pauchard & Alaback, 2004; Fraver, 1994)	آمریکا و شیلی
افزایش درختان جوان و نابالغ	(Fraver, 1994; Brothers, 1993)	آمریکا و هند
افزایش پوشش درختچه‌زار	(Matlack, 1993)	آمریکا
افزایش غنای گونه‌های گیاهی	(Fraver, 1994)	آمریکا
اثر بر جانوران		
تغییر در فراوانی و تنوع حشرات	(Didham, 1997; Helle & Muona, 1985)	آمازون مرکزی و فنلاند
اثر قابل ملاحظه بر شدت حملات و موفقیت تولیدمثلی بعضی از گونه‌های حشرات	(Peltonen & Heliovaara, 1999; Kouki et al., 1997; Schowalter et al., 1986)	فنلاند و کانادا

و انگل تولیدمثلی به فراوانی و فعالیت بالای حیوانات شکارچی و انگل‌های نزدیک به حاشیهٔ جنگل مرتبط است (Paton, 1994). تحقیق‌های انجام شده در جنگل‌های معتدل نشان داده‌اند که میزان شکار از لانه‌های پرندگان در حاشیهٔ جنگل، نسبت به قسمت‌های درونی جنگل بیشتر است (Andren & Angelstam, 1988). پرندگان اشکوب پایین جنگل به شدت در معرض اثر حاشیه‌ای هستند. به‌طور مشخص، بسیاری از پرندگان اشکوب پایین جنگل کاهش یافته یا کاملاً ناپدید شده‌اند (Beier et al., 2002). جنگل‌های تحت برداشت (Aleixo, 1999)، جنگل‌های سوخته شده (Barlow et al., 2002) و بخش‌های برداشت شدهٔ جنگل به‌منظور جاده‌سازی (Laurance, 2004) از مصادیق کاهش تنوع و غنای پرندگان در این مناطق می‌باشند. حساسیت پرندگان اشکوب پایین جنگل نسبت به تعرض به جنگل ممکن است به توانایی محدود در پراکندگی یا بی‌میلی برای عبور از مناطق باز جنگلی، ارتباط داشته باشد (Laurance, 2004).

علاوه بر این، رژیم غذایی نیز نقش بزرگی در واکنش پرندگان به تخریب جنگل دارد. پرندگان گوشت‌خوار، شهدخوار و میوه‌خوار نسبت به حاشیه حساسیت کمتری دارند. اما، حشره‌خوران بیشترین حساسیت به ایجاد حاشیه را دارند (Fimbel et al., 2001).

خوشبختانه این واقعیت که حشره‌خوران نسبت به آشفتگی در محیط جنگلی حساس هستند، به‌خوبی به اثبات رسیده است. این اختلال‌ها شامل برداشت گزینشی (Mason, 1995)، تخریب جنگل (Sekercioglu et al., 2002) و آتش‌سوزی‌های سطحی (Barlow et al., 2002) هستند. اعتقاد بر این است که در بین جوامع پرندگان، گونه‌های حشره‌خوار بیشترین حساسیت به اثرات حاشیه را دارند. حشره‌خوران گروه خاصی از پرندگان با علایق غذایی منحصر به فرد و نیز فنون جستجوی غذا می‌باشند و به زیستگاه‌های خاص با شرایط محیط‌زیستی مشخص وابسته هستند (Marra & Remsen, 1997). دلیل کناره‌جویی حشره‌خوران، می‌تواند به علت عادات غذایی محدود، تحمل کم نسبت به تغییرات عوامل محیط‌زیستی و استفاده از زیستگاه‌های خُرد خاص که تنها در قسمت‌های درونی جنگی یافت می‌شود، باشد (Lindell et al., 2004). براساس نظر دیدهام (1997)، عدم تمایل پرندگان حشره‌خوار به حاشیهٔ جنگل می‌تواند با فراوانی برخی گروه‌های حشرات مرتبط باشد (Didham, 1997). جامعهٔ حشرات حاشیهٔ جنگل، منابع غذایی کم‌ارزش‌تری نسبت

به حشرات بخش‌های درونی جنگل را در اختیار پرندگان قرار می‌دهند. علاوه بر این، حاشیهٔ جنگل با اقلیم خشک‌تر و گرم‌تر نمی‌تواند شرایط مناسبی برای حیات بی‌مهرگان که یکی از منابع غذایی مهم پرندگان حشره‌خوار هستند را فراهم نماید (Zannette et al., 2000). در جدول (4)، خلاصه‌ای از تأثیر حاشیه بر پرندگان را می‌توان مشاهده نمود.

جدول (4): اثرحاشیه بر جامعهٔ پرندگان که توسط محققان مختلف گزارش شده است

اثر حاشیه	محققان	مکان مطالعه
افزایش در فراوانی و تنوع گونه‌های شکارچی در حاشیه	(Maina & Jackson, 2003; Wilcove, 1985)	کنیا و آمریکا
کاهش در موفقیت تولید مثلی پرندگان سبک بال	(Gates & Gysel, 1978)	آمریکا
کاهش در غنای گونه‌ای پرندگان نزدیک به حاشیهٔ جنگل	(Restrepo & Gomez, 1998; Terborgh et al., 1990)	کلمبیا و آمازون
افزایش آسیب‌پذیری پرندگان نسبت به شکار شدن در آشیانه‌ها و انگل‌های تولید مثلی نزدیک به حاشیه.	(Wong et al., 1998; Paton, 1994; Wilcove, 1985)	مالزی، سنگاپور، آمریکای شمالی
کاهش و از بین رفتن بعضی پرندگان تخصصی نواحی درونی جنگل در حاشیهٔ جنگل	(Restrepo & Gomez, 1998)	کلمبیا
بیشترین تأثیرات حاشیه بر پرندگان اشکوب تحتانی جنگل	(Laurance et al., 2002; Sodhi et al., 2004; Sekercioglu et al., 2002; Restrepo & Gomez, 1998; Sieving et al., 1996)	آمازون، جنوب شرق آسیا، کاستاریکا، کلمبیا
بیشترین تأثیرات حاشیه در میان گونه‌های آشکوب تحتانی مربوط به گونه‌های حشره‌خوار است	(Zannette et al., 2000; Didham, 1997)	استرالیا، آمازون مرکزی
بیشترین مطلوبیت حاشیه مربوط به پرندگان حشره‌خوار شکارگر در هوا و پرندگان میوه‌خوار	(Watson et al., 2004	ماداگاسکار

بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی شد تا به اختصار مهم‌ترین آثار حاشیه بر بخش زیستی و غیرزیستی بوم‌سازگان‌های جنگلی به‌ویژه بر جامعهٔ پرندگان بیان شود. آن چه به یقین می‌توان گفت، این است که ایجاد حاشیه باعث تغییر در ویژگی‌های زیستگاهی و اقلیمی خُرد و ساختار و عملکرد بوم‌سازگان‌های جنگلی در نزدیکی حاشیه می‌شود که به تبع آن روی تنوع، تراکم و الگوی توزیع پرندگان تأثیرگذار است. همان گونه که مشاهده شد، بیشتر بررسی‌های انجام شده درباره اثر حاشیه‌ای در مناطق استوایی و معتدل صورت گرفته است. در این میان می‌توان جای خالی چنین بررسی‌هایی را در کشورمان به وضوح مشاهده کرد. بیشتر بررسی‌ها روی عمق تأثیر حاشیه در جنگل متمرکز بوده است. بررسی‌های خوبی نیز در مورد تأثیر حاشیه بر تغییرات جامعهٔ پرندگان انگل تولیدمثلی و میزبان آن‌ها در طول گرادیان «حاشیه- مرکز» در مناطق استوایی و معتدل صورت گرفته است که همگی دلالت بر افزایش فعالیت انگل تولیدمثلی در نزدیکی حاشیهٔ جنگل است. وارسته در سال 1389، در مطالعه‌ای که پیرامون تغییرات جامعهٔ پرندگان انگل تولیدمثلی و میزبان آن‌ها در طول گرادیان «حاشیه- مرکز» در جنگل‌های استوایی مالزی انجام داده است، براساس همبستگی بین پرندگان و پارامترهای زیستگاهی، سه گروه عمده از پرندگان را از یکدیگر متمایز نمود (وارسته، 1389). اولین گروه، شامل کوکوی هندی و کوکوی محزون همبستگی مثبتی با فراوانی برخی گونه‌های لیکوی ویژهٔ حاشیهٔ جنگل مانند لیکوی سینه راه راه و لیکوی پشت کرکی، در فاصله 200- 25 متری از حاشیه جنگل داشتند. گروه دوم، شامل کوکوی بوجانگا و کوکوی سرخ همبستگی مثبتی را با فراوانی بوجانگای دم دراز در فاصله 400 متری از حاشیهٔ جنگل نشان داد. گروه سوم، شامل کوکوی شکم سیاه و کوکوی شکم بلوطی و کوکوی نوک سبز هیچ نوع همبستگی قابل ملاحظه‌ای را با فاصله از حاشیهٔ جنگل نشان ندادند. براساس مطالعهٔ مذکور، حاشیهٔ جنگل جمعیت بالایی از پرندگان انگل تولیدمثلی را در مقایسه با داخل جنگل دارد که عامل مهمی برای نگرانی است.

بنابراین، حفاظت از عرصه‌های جنگلی بزرگ با نسبت کمتـری از حاشیهٔ جنگل را توصیه نمود.

ایجاد شبکهٔ جاده‌ای در میان عرصه‌های جنگلی نیز شکل دیگری از حاشیه می‌باشد. تأثیر شبکه‌های جاده‌ای در فواصل متفاوتی بر زیستگاه‌های مجاور امتداد داشته و زندگی پرندگان را در محیط‌های طبیعی متأثر می‌سازد. بررسی‌های مرتبط با آثار جاده بر تنوع پرندگان در برخی منابع اثر کاهشی (Forman et al., 2002) و در پاره‌ای اثر افزایشی (Meunier et al., 1999) (هنگامی‌که حاشیه جاده باعث افزایش لایه پوشش گیاهی و ایجاد زیستگاه ناهمگن می‌شود)، گزارش کرده‌اند. عدم تخریب جنگل به دلیل عدم وجود جاده موجب رسیدن این بوم‌سازگان به مراحل پایانی توالی می‌شود و جنگل‌های بالغ به دلیل داشتن طبقات متنوع‌تر می‌توانند سبب گسترش پرندگان وابسته به مراحل اوج توالی شوند (Liaolo, 2002). تخریب جنگل بر اثر عملیات جاده‌سازی و عدم شناخت اهمیت خشکه‌داران موجب حذف سهوی این منابع شده است. نتایج بسیاری از بررسی‌ها، به‌وجود رابطهٔ مثبت بین پیچیدگی زیستگاه و غنای گونه‌ای و فراوانی پرندگان تأکید کرده و آن را شاخصی تعیین کننده در نظر گرفته‌اند (Diaz, 2006). در واقع آسیب‌پذیرترین گروه نسبت به آثار حاشیه‌ای جاده، پرندگان حفره‌زی هستند. زیرا، گونه‌های مختلف وابسته به درختان خشک با درجه فساد متفاوت و علاوه بر آن وابسته به قطر و ارتفاع خاصی از آن هستند و با حذف این منابع علاوه بر پرندگان حفره‌زی اولیه مانند دارکوب‌ها، پرندگان حفره‌زی ثانویه مانند کمرکولی‌ها نیز آسیب می‌بینند (Kilgo, 2005).

وارسته در سال 1390، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی اثرات بزرگراه آسیایی تهران- مشهد بر جامعهٔ پرندگان در پارک ملی گلستان»، نزدیکی به جاده را عامل مهمی در تغییر تنوع گونه‌ای و توزیع پرندگان در منطقهٔ مورد مطالعه دانست (وارسته، 1390). وارسته معتقد است که تأثیر جاده بر پرندگان در کل منفی بوده است، هرچند فواصل آستانه‌ای تا جاده در میان گروه‌های مختلف پرندگان، متفاوت بود. جامعهٔ پرندگان متشکل از برخی گونه‌ها نظیر دارکوب‌ها، کمرکولی‌ها، توکاها، کبوتر جنگلی، الیکایی و دارخزک حساس‌ترین گروه نسبت به مجاورت با جاده بودند. به‌علاوه، بارزترین تأثیر جاده روی جامعهٔ پرندگان در فاصله 500 متری از حاشیه جاده به سمت مرکز جنگل اتفاق افتاد. گونه‌هایی مانند چرخ‌ریسک‌ها، مقاومت بیشتری در مقابل آثار سوء مجاورت با جاده از خود نشان دادند. در نهایت، وارسته توصیه می‌نماید تا از احداث جاده‌های جدید درون منطقه چندپاره شدهٔ پارک ملی گلستان ممانعت به عمل آید. زیرا، با در نظر گرفتن فواصل ضربه‌گیر (500 متر از حاشیهٔ جاده) که بیشترین آثار چشمگیر را بر پرندگان دارد، وجود چنین جاده‌هایی آثار منفی بیشتری بر پرندگان بومی (مثلا بر دارکوب‌ها) خواهد داشت.

روند تأثیر حاشیه بر تنوع و تراکم پرندگان در مجاورت حاشیه‌های طبیعی بوم‌سازگان‌های جنگلی در منابع مختلف، متفاوت بوده است. در برخی موارد تنوع گونه‌ای در گرادیان حاشیه- مرکز روند افزایشی را نشان داده است (Candido, 2000). همچنین در برخی بررسی‌ها، تنوع گونه‌ای در گرادیان حاشیه- مرکز یکنواخت بوده است (Baldi & Kisdenek, 1994). دسته‌ای دیگر از بررسی‌ها، کاهش تنوع گونه‌ای را در گرادیان مذکور نشان داده‌اند (Baldi, 1996).

عدم پاک‌تراشی جنگل و ممانعت از ایجاد حاشیه، موجب افزایش درختان با قطر برابر سینه بالا و افزایش اشکوب با سپری شدن توالی شده و سبب گسترش پرندگان وابسته به آن می‌شود. همبستگی مثبت میان حضور دارکوب‌ها و کمرکولی‌ها با تعداد درختان مردهٔ سرپا، بیان کنندهٔ زیستگاهی است که غذای مورد نیاز آن‌ها را که بیشتر لارو بسیاری از بندپایان می‌باشد، تأمین می‌کند (Kilgo, 2005). بسیاری از بررسی‌های صورت گرفته، رابطهٔ مثبت میان پیچیدگی زیستگاه و غنای گونه‌ای و فراوانی پرندگان در نواحی درونی جنگل را تأیید کرده و آن را شاخصی تعیین کننده در نظر گرفته‌اند (Diaz, 2006). قطر برابر سینه درختان از متغیرهای مهم زیستگاهی مؤثر بر حضور پرندگان است. بدین‌ترتیب، تفاوت میان تراکم تاج پوشش حاشیه و مناطق درونی جنگل موجب تغییر عملکرد جنگل و همچنین تغییر تنوع بیولوژیکی به‌منظور افزایش شاخص‌های تنوع در اعماق جنگل می‌شود (Laiolo et al., 2002). همچنین بررسی‌های صورت گرفته توسط پاسینلی در سال 2000، در سوییس، سوئد، اتریش و جنوب آلمان مبین تأثیر مثبت مساحت پایه‌ای درختان، به‌ویژه درختان بلوط بر حضور دارکوب‌ها در مناطق درونی جنگل بوده است (Pasinelli, 2000).

وارسته و همکاران در سال 1390، در مطالعه‌ای تحت عنوان «اثرات گرادیان حاشیه- مرکز بر شاخص‌های تنوع جامعهٔ پرندگان در جنگل سعدآباد، گرگان» دریافتند که شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای کامارگو، شاخص تنوع شانون، نمایه غنای N_2

و تعداد گونه‌ها همگی بیشترین ارزش عددی را در مناطق درونی جنگل و در ارتباط با متغیرهای زیستگاهی همانند طول درختان خشک سرپا و افتاده، قطر برابر سینه و درجه پوسیدگی درختان خشک افتاده و تعداد درختان با قطر برابر سینه 50- 20 سانتی‌متر و 100- 50 سانتی‌متر دارند. در حالی که کمترین مقدار شاخص‌های مذکور در فواصل نزدیک به حاشیه و مرتبط با متغیرهایی نظیر درصد پوشش لاش‌برگ، پوشش درختچه‌ای و تعداد درختان با قطر برابر سینه 20-0 سانتی‌متر بود (وارسته و همکاران، 1390الف).

همچنین وارسته و همکاران در سال 1390، در مطالعهٔ دیگری تحت عنوان «اثر حاشیه‌ای بر تراکم جامعهٔ پرندگان (مطالعه موردی جنگل سعدآباد، گرگان)» نشان دادند که پرندگان الگوهای تراکم مختلفی را در فواصل مختلف حاشیهٔ از جنگل دارند (وارسته و همکاران، 1390ب). گونه‌هایی مانند: توکای سیاه، جی‌جاق، سبزقبا و قرقاول بیشترین تراکم را در حاشیه و گونه‌هایی مانند: دارکوب خال‌دار بزرگ، کمرکولی جنگلی، دارخزک و الیکایی بیشترین تراکم را در عمق جنگل نشان دادند. پرندگانی مانند دارکوب خال‌دار بزرگ، کمرکولی جنگلی و دارخزک، همبستگی مثبتی با قطر برابر سینه درختان خشک افتاده، درجه پوسیدگی درختان خشک افتاده، تعداد درختان با قطر برابر سینه 100- 50 سانتی‌متر، ارتفاع درختان خشک افتاده و سرپا در عمق جنگل داشتند. همچنین، پرندگانی مانند: سبزقبا، توکای‌سیاه، چرخ‌ریسک سر آبی و قرقاول همبستگی مثبتی را با پوشش درختچه‌ای، تعداد درختان با قطر برابر سینه 20- 0 سانتی‌متر و پوشش لاش‌برگ در حاشیهٔ جنگل نشان دادند.

بنابراین، با توجه به مطالب ذکر شده، لزوم جلوگیری از ایجاد حاشیه (اعم از جاده، قطع وسیع درختان جنگلی و ایجاد حفرات بزرگ در درون جنگل) در بوم‌سازگان‌های جنگلی جهت حفظ شرایط بلوغ جنگل با تعداد مناسب و کافی درختان کهن‌سال برای حفظ و جلوگیری از کاهش تنوع و تراکم گونه‌های پرندگان، امری ضروری و لازم به شمار می‌رود.

فهرست منابع

وارسته مرادی، ح. 1389. ارزیابی تغییرات جامعهٔ پرندگان انگل تولید مثل کننده و میزبان آن‌ها در طول گرادیان «حاشیه به مرکز» در جنگل‌های استوایی مالزی. نشریه محیط زیست طبیعی، 63 (2): 209-197.

وارسته مرادی، ح. 1390. ارزیابی اثرات بزرگراه آسیایی تهران- مشهد بر جامعهٔ پرندگان در پارک ملی گلستان. پژوهش‌های محیط زیست، 2 (3): 34-21.

وارسته مرادی، ح.؛ شیخی ییلانلو، ص.؛ کیوانلو شهرستانکی، ع. و محمودی، ص. 1390 الف. اثرات گرادیان حاشیه- مرکز بر شاخص‌های تنوع جامعهٔ پرندگان در جنگل سعدآباد گرگان. همایش ملی علوم محیط‌زیست و توسعه پایدار. دانشگاه ملایر. 8 دی 1390.

وارسته مرادی، ح.؛ شیخی ییلانلو، ص.؛ کیوانلو شهرستانکی، ع. و محمودی، ص. 1390 ب. اثر حاشیه‌ای بر تراکم جامعهٔ پرندگان (مطالعه موردی: جنگل سعدآباد، گرگان). همایش ملی علوم محیط زیست و توسعه پایدار. دانشگاه ملایر. 8 دی 1390.

Aleixo, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic forest. Condor. 101: 537-548.

Andren, H. & Angelstam, P. 1988. Elevated predation rates as an edge effect in habitat islands: experimental evidence. Ecology. 66: 1211-1214.

Backer, J.; French, K. & Whelan, R. 2002. The edge effect and ecotonal species: bird communities across a natural edge in Southeastern Australia. Ecology. 83: 3048–3059.

Baldi, A. 1996. Edge effects in tropical versus temperate forest bird communites: three alternative hypotheses for the explanation of differences. Acta. 42(3): 163- 172.

Baldi, A. & Kjsbenedek, T. 1994. Comparative analysis of edge effect on bírd and beetIe com-munities. Acta lool. Hung. 40: 1-14.

Barlow, J.; Haugaasen, T. & Peres, C. A. 2002. Effects of ground fires on understorey bird assemblages in Amazonian forests. Biological Conservation. 105: 157-169.

Beier, P.; Drielen, M. V. & Kankam, B. O. 2002. Avifaunal collapse in West African forest fragments. Conservation Biology. 16: 1097-1111.

Brothers, T. S. 1993. Fragmentation and edge effects in central Indiana old growth forests. Natural Areas Journal. 13: 268-275.

Cadenasso, M. L.; Traynor, M. M. & Pickett, S. T. A. 1997. Functional location of forest edges: gradients of multiple physical factors. Canadian Journal of Forest Research. 27: 774-782.

Camargo, J. L. C. & Kapos, V. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. Journal of Tropical Ecology. 11: 205-221.

Candido, J. 2000. The edge effect in a forest bird community in Rio Claro, Sao Paulo State, Brazil. Ararajuba. 8(1): 9- 16

Diaz, L. 2006. Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. Forest Ecology and Management. 223: 54-65.

Didham, R. K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia. In Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities, ed. W. F. Laurance, and R. O. Bierregaard, pp. 55-70. Chicago: University of Chicago Press.

Didham, R. K. & Lawton, J. H. 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. Biotropica. 31: 17-30.

Estrada, A. & Coates- Estrada, R. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat- island at Los Tuxtlas, Mexico. Biological Conservation. 103: 237–245.

Euskirchen, E. S.; Chen, J. & Bi, R. 2001. Effects of edge on plant communities in a managed landscape in northern Wisconsin. *Forest Ecology and Management* 148: 93-108.

Fagan, W. F.; Cantrell, R. S. & Cosner, C. 1999. How habitat edges change species interactions. The American Naturalist. 153: 165-182.

Fimbel, R. A.; Grajal, A. & Robinson, J. G. 2001. The cutting edge (Conserving wildlife in logged tropical forest). New York: Columbia University Press. 808 pp.

Forman, R. T.; Reineking, B. & Hersperger, A. M. 2002. Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. Environmental Management. 29: 782–800.

Forman, R. T. 1995. Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press. 632 pp.

Fraver, S. 1994. Vegetation responses along edge-to-interior gradients in the mixed hardwood forests of the Roanoke River basin, North Carolina. Conservation Biology. 8: 822-832.

Gates, J. E. & Gysel, L.W. 1978. Avian nest dispersion and fledgling outcome in field-forest edges. Ecology. 59: 871-883.

Harper, K. A.; MacDonald, S. E.; Burton, P. J.; Chen, J.; Brosofske, K. D.; Saunders, S. C.; Euskirchen, E. S.; Roberts, D.; Jaiteh, M. S. & Esseen, P. A. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. Conservation Biology. 19: 768-782.

Helle, P. & Muona, J. 1985. Invertebrate numbers in edges between clear-fellings and mature forests in northern Finland. Silva Fennica. 19: 281-294.

Huxel, G. R. & McCann, K. S. 1998. Food web stability: the influence of trophic flows across habitats. American Naturalist 152: 460-469.

Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. Journal of Tropical Ecology. 5: 173–185.

Kapos, V.; Wandelli, E.; Camargo, J. L. & Ganade, G. 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. In Tropical Forest Remnants; Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities, ed. W. F. Laurance, and Jr. R. O. Bierregaard. pp. 33-44. Chicago: University of Chicago Press.

Kilgo, J. C. 2005. Harvest-related edge effects on prey availability and foraging of hooded warblers in a bottomland hardwood forest. The Condor. 107: 627-636.

Kouki, J.; McCullough, D. G. & Marshall, L. D. 1997. Effect of forest stand edge characteristics on the vulnerability of jack pine stands to jack pine budworm (Choristoneura pinus pinus) damage. Canadian Journal of Forest Research. 27: 1765-1772.

Laiolo, P. 2002. Effects of habitat structure, floral composition and diversity on a forest bird community in north-western Italy. Folia Zool. 51: 121–128.

Laiolo, P.; Caprio E. & Rolando, A. 2002. Effects of logging and non-native tree Proliferation on the birds over wintering in the upland forests of north-western Italy, Forest Ecology and Management. 179: 441-454**.**

Laurance, S. G. W. 2004. Responses of understory rain forest birds to road edges in central Amazonia. Ecological Applications. 14: 1344-1357.

Laurance, W. E.; Lovejoy, T. E.; Vasconcelo, H. L.; Bruna, E. M.; Didham, R. K.; Stouffer, P. C.; Gascon, C.; Bierregaard, Jr. R. O.; Laurence, S. G. & Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. Conservation Biology. 16: 605-618.

Laurance, W. F. 1997. Hyper-disturbed parks: Edge effects and the ecology of isolated rainforest reserves in tropical Australia. In Tropical forest remnants; ecology, management, and conservation of fragmented communities, ed. W. F. Laurance, and Jr. R. O. Bierregaard. pp. 71-82. Chicago: The University of Chicago Press.

Laurance, W. F. & Yensen, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. Biological Conservation. 55: 77-92.

Laurance, W. F.; Ferreira, L. V.; Rankin-deMerona, J. M. & Laurance, S. G. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. Ecology. 79: 2032-2040.

Lindell, C. A.; Chomentowski, W. H. & Zook, J. R. 2004. Characteristics of bird species using forest and agricultural land covers in southern Costa Rica. Biodiversity and Conservation. 13: 2419-2441.

Lindell, C. A.; Riffell, S. K.; Kaiser, S. A.; Battin, A. L.; Smith, M. L. & Sisk, T. D. 2007. Edge responses of tropical and temperate birds. The Wilson journal of ornithology. 119: 205-220.

Maina, G. G. & Jackson, W. M. 2003. Effects of fragmentation on artificial nest predation in a tropical forest in Kenya, Biological Conservation. 111: 161–169.

Marra, P. P. & Remsen, J. V. 1997. Insights into the maintenance of high species diversity in the Neotropics: habitat selection and foraging behavior in the understorey birds of tropical and temperate forests. Ornithological Monographs. 48: 445-483.

Mason, D. J. 1995. Forestry and the conservation of Venezuela's forest birds, PhD Thesis, University of Wisconsin, USA.

Matlack, G. R. 1993. Sociological edge effects—spatial-distribution of human impact in suburban forest management. Environmental Management. 17: 829-835.

Meunier, F. D.; Verheyden, C. & Jouventin, P. 1999. Bird communities of highway verges: influence of adjacent habitat and roadside management. Acta Oecologica. 20: 1–13.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in Ecology and Evolution. 10: 58-62.

Pasinelli, G. 2000. Oaks (*Quercus* sp.) and only oaks? Relations between habitat structure and home range size of the middle spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*). Biological Conservation. 93: 227-235.

Paton, P. W. C. 1994. The effect of edge on avian nesting success: how strong is the evidence? Conservation Biology. 8: 17-26.

Pauchard, A. & Alaback, P. B. 2004. Influence of elevation, land use and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. Conservation Biology. 18: 1-11.

Peltonen, M. & Heliovaara, K. 1999. Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from forest-clearcut edge. Agricultural and Forest Entomology. 1: 237-242.

Ranta, P.; Blom, T.; Niemela, J.; Joensuu, E. & Siitonen, M. 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. Biodiversity and Conservation. 7: 385–403.

Restrepo, C. & Gomez, N. 1998. Responses of understory birds to anthropogenic edges in a Neotropical montane forest. Ecological Applications. 8: 170-183.

Ries, L.; Fletcher, R. J.; Battin, J. & Sisk, T. D. 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. Annual Review of Ecology and Systematics. 35: 491-522.

Santos, T. & Telleria, J. L. 1992. Edge effects on nest predation in Mediterranean fragmented forest. Biological Conservation. 60: 1-5.

Schowalter, T. D.; Hargrove, W. W. & Crossley, D. A. Jr. 1986. Herbivory in forested ecosystems. Annual Review of Entomology. 31: 177-196.

Sekercioglu, C. H.; Ehrlich, P. R.; Daily, G. C.; Aygen, D.; Goehring, D. & Sandi, R. F. 2002. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States America. USA. 99: 263-267.

Sieving, K. E.; Willson, M. F. & De Santo, T. L. 1996. Habitat barriers to movement of understory birds in fragmented south-temperate rainforest. The Auk. 113: 944-949.

Sodhi, N. S.; Liow, L. H. & Bazzaz, F. A. 2004. Avian extinctions from tropical and subtropical forests. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. 35: 323-345.

Strelke, W. K. & Dickson, J. G. 1980. Effect of forest clear-cut edge on breeding birds in east Texas. J. Wildl. Manage. 44: 559-567.

Terborgh, J.; Robinson, S. K.; Parker, T. A.; Munn, C. A. & Pierpont, N. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. Ecological Monographs. 60: 213-238.

Thiollay, J. M. 1992. Influence of selective logging on bird species diversity in a Guianan rain forest. Conservation Biology. 6: 47-63.

Turton, S. M. & Freiburger, H. J. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities, ed. W.F. Laurance, and Jr. R. O. Bierregaard, pp. 45-54. Chicago: University of Chicago Press.

Van Home, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. The Journal of Wildlife Management. 47: 893-901.

Watson, J. E. M.; Whittaker, R. J. & Dawson, T. P. 2004. Habitat structure and proximity to forest edge affect the abundance and distribution of forest-dependent birds in tropical coastal forests of southeastern Madagascar. Biological Conservation. 120: 311–327.

Wiens, J. A. 1992. Ecological flows across landscape boundaries: a conceptual overview. In Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows, ed. A. J. Hansen, and F. diCastri, pp. 217-235. New York: Springer-Verlag Press.

Wilcove, D. S. 1985. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. Ecology. 66: 1211-1214.

Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. Journal of Ecology. 78: 356-373.

Wong, T. C. M.; Sodhi, N. S. & Turner, I. M. 1998. Artificial nests and seed predation experiments in tropical lowland rainforest remnants of Singapore. Biological Conservation. 85: 97-104.

Zannette, L.; Doyle, P. & Tremont, S. M. 2000. Food shortage in small fragments: evidence from an area-sensitive passerine. Ecology. 81: 1654-1666.