بوم‌شناسی کاربردی/ سال سیزدهم / شماره اول / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۱۷ تا ۲۹

تعیین پایداری اکولوژیک پارک طبیعت پردیسان بر پایه ردپای اکولوژیک

مسلم امیدی[۱]، افروز علی‌محمدی[۲] *، مهسا صفری‌پور[۲]، قربان شهریاری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱)

چکیده

پارک طبیعت پردیسان تنها رویشگاه طبیعی باقیمانده در تهران با ۴۴۳ گونه گیاهی بومی خودرو است که به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد اکولوژیک نیازمند مدیریت پایدار است. برآورد ردپای اکولوژیک روشی مناسب برای تعیین وضعیت اکولوژیک مناطق به منظور استفاده بهینه از آن‌ها است. پژوهش حاضر، ردپای اکولوژیک در پارک پردیسان را با استفاده از روش مولفه‌ای، کمّی کرده است. بر این اساس ردپای اکولوژیک برای پنج فعالیت مصرفی برق، آب، گاز، ضایعات و غذا محاسبه شد و با محاسبه ظرفیت‌زیستی برای انواع مختلف زمین، شاخص‌های کسری و فشار اکولوژیک محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که ردپای اکولوژیک برق، آب، گاز، ضایعات، غذا و کل به ترتیب ۱۲۱۹۷۰/۱۵، ۸۶/۷۲، ۰/۰۰، ۲۵۸۵/۸۸، ۰/۰۰ و ۱۲۴۶۴۲/۷۵ و ظرفیت‌زیستی ۴۳۸/۴۷ هکتار جهانی است. منفی‌شدن تفاضل ظرفیت‌زیستی از ردپای اکولوژیک کل نشانگر آن است که در مجموع بخش مصرف، کسری اکولوژیک وجود دارد. باتوجه به اینکه فشار اکولوژیک در بخش‌های آب، پسماند و گاز در سطح یک (خوب) و در بخش‌های برق و غذا در سطح چهار (خیلی ضعیف) قرار گرفت؛ مدیریت پارک در مصرف آب، گاز و حجم ضایعات، عملکرد مناسب و در مصرف برق و غذا عملکرد ضعیفی داشته‌است.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت‌زیستی، کسری اکولوژیک، روش مولفه‌ای، مدیریت پایدار

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

۲. استادیار گروه کشاورزی و محیطزیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: afrooz.alimohamadi@pnu.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

مقدمه

حرکت روبه‌جلو با توسعه پایدار یکی از چالش‌های مهم پیش روی شهرها است. عواملی از جمله افزایش جمعیت، فعالیت‌های انسانی بسیار متراکم و تقاضای زیاد برای خدمات محیط‌زیستی، منجر به مصرف بیش از حد منابع و انتشار بالای کربن شده و این مشکلات فشار زیادی بر محیط طبیعی وارد می‌کند (۱۸). مفهوم پایداری شهری بر پایه این اصل اکولوژیکی است که اگر از محیط به‌اندازه توان طبیعی محیط‌زیست بهره‌برداری شود، اصل سرمایه به طور پایدار باقی می‌ماند و این استفاده از محیط به‌اندازه توان تولیدی، همیشگی خواهد بود (۱). در حال حاضر برای کنترل بهره‌وری در این مناطق و دستیابی به توسعه پایدار شهری از روش‌های گوناگونی مانند تحلیل شبکه اکولوژیک (Ecological Network Analysis, ENA)، ردپای کربن و تحلیل انرژی استفاده می‌شود (۱۸). روش ردپای اکولوژیک (Ecologial Footprint, EF) به‌عنوان یک معیار ساده و در عین حال جامع برای اندازه‌گیری تقاضای انسان در مناطقی که بهره‌برداری مصرفی و غیرمصرفی دارند، بکار برده می‌شود (۱۸). این روش نسبت به سایر روش‌های مرسوم مثل ردپای کربن، برای ارزیابی نقاط ضعف اکولوژیک و اندازه‌گیری پایداری از دیدگاه توسعه پایدار، روش مناسب‌تری محسوب می‌شود (۱۱). ردپای اکولوژیک که توسط واکرناگل و رییس (Wackernagel and Rees) ابداع شد (۱۷) و به مساحتی از زمین‌های دارای قابلیت تولید زیستی گفته می‌شود که قادر به تأمین نیازهای انسان (غذا، پوشاک و ساخت‌وساز) بوده و همچنین بتواند ضایعات تولیدی آن‌ها را در خود جای دهد (۱۷). این روش در سطوح مختلف، جهانی، منطقه‌ای، ملی و شهری قابل‌ارزیابی است و عموماً بر مبنای هکتار جهانی سنجیده می‌شود. یک هکتار جهانی برابر با یک هکتار زمین با میانگین تولید جهانی است (۷). وقتی که ردپای اکولوژیک از مقدار توان طبیعی محیط یعنی ظرفیت‌زیستی(Biological Capcity, BC) برای تأمین منابع موردنیاز بیشتر گردد، اصطلاحاً کسری اکولوژیک (Ecological deficit, Ed) وجود دارد، که نشان‌دهنده افزایش نامتعادل فعالیت‌های تولیدی منطقه و فعالیت‌های مصرفی جامعه است. این امر باعث می‌شود جامعه به سمت ناپایداری پیش رود. بنابراین ردپای اکولوژیک یک ابزار ارزیابی مناسب جهت حفظ محیط‌زیست و توسعه پایدار است (۱۳).

Chen و همکاران (۵)، در طی یک دوره ده‌ساله به تعیین ظرفیت تحمل پارک ملی تاروکو با استفاده از مدل ردپای اکولوژیک پرداختند و نشان دادند که ردپای اکولوژیک کمتر از ظرفیت‌زیستی است. Chen (۶)، به ارزیابی و تحلیل امنیت محیط‌زیست در مناطق با حساسیت زیاد در سینگ‌جینگ تایوان با استفاده از ردپای اکولوژیک پرداخت و نشان داد که در حالی که وضعیت محیط‌زیست منطقه از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ در سطح ایمن قرار داشت ولی همه شاخص‌های مرتبط به طور قابل‌توجهی افزایش یافته‌اند و پیش‌بینی کرد در سال‌های آتی کسری اکولوژیک بزرگتر و شاخص فشار اکولوژیک بالاتر خواهد شد. Phumalee و همکاران (۱۲)، به بررسی ردپای اکولوژیک گردشگران در پارک جنگلی کوسورین در تایلند پرداخت و نشان داد که فعالیت گردشگران در این منطقه با توجه به میزان ردپای اکولوژیک آن‌ها، در حد مناسبی هست. Li و همکاران (۸)، در طی یک دوره ۱۵ ساله به بررسی ردپا و ظرفیت برد (Carrying Capacity) اکولوژیک در استان شاندونگ چین پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که افزایش ردپای اکولوژیک به دلیل گسترش جمعیت، باعث کسری اکولوژیک در منطقه شده‌است. Zhu و همکاران (۱۹) با بررسی پیوندهای پویا بین ردپای اکولوژیک با جهانی‌شدن، منابع طبیعی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تایوان، ژاپن، چین و کره جنوبی از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۲۰ نشان دادند که یک رابطه علیت دو طرفه بین استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و ردپای اکولوژیک وجود دارد.

در ایران، بادهیان و منصوری (۴)، با سنجش پایداری اکولوژیک حوضه آبخیز کال‌شور بر اساس اندازه‌گیری ردپای اکولوژیک، کسری اکولوژیک قابل‌توجه را نشان دادند که از این

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

میان بخش مصرف آب با ۴۸ درصد بیشترین میزان کسری و بخش‌های حمل‌ونقل نیز با ۱۵ درصد از کل کسری زمین حوزه آبخیز، کمترین نقش را در ناپایداری این منطقه داشتند. ضیایی و همکاران (۲۰)، با مطالعه ردپای اکولوژیک فعالیت گردشگران دریاچه زریوار در پنج گروه مصرفی (غذا، حمل‌ونقل، اقامت، دفع مواد زائد و سایر فعالیت‌ها) در انواع مختلف زمین (مرتع، جنگل، دریا، کشاورزی، ساخت و انرژی) نشان دادند که ظرفیت‌زیستی دریاچه از ردپای گردشگران بیشتر است اما باتوجه به شاخص ایمنی اکولوژیک، دریاچه در سطح ایمنی ضعیف قرار دارد. نظری و کلانتری (۱۰)، به سنجش پایداری در مناطق چهارگانه شهر ساری بر پایه ردپای اکولوژیک در بخش مصرف (مسکن، خدمات و حمل‌ونقل) پرداختند و نشان دادند که ردپای اکولوژیک بیش از ظرفیت‌زیستی این شهر است و بنابراین ازنظر اکولوژیکی در وضعیت ناپایداری قرار دارد. صمدپور و همکاران (۱۴)، به بررسی وضعیت پایداری اکوسیستم شهرستان نوشهر در دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹ با استفاده از دو رویکرد ردپای اکولوژیک و خدمات اکوسیستمی پرداختند. ردپای اکولوژیک منطقه برای شش نوع اراضی تولیدی شامل اراضی زراعی، مرتع، بسترهای صید، اراضی جنگلی، زمین‌های انسان‌ساخت و تقاضای کربن محاسبه شد. نتایج نشان داد که تنها کاربری‌های مرتع، جنگل و بسترهای صید در حالت پایدار قرار داشته و عرضه منابع اکولوژیک از تقاضا بیشتر بوده و فشار واردشده هنوز در حد ظرفیت تحمل اکوسیستم است.

مروری بر مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که در میان عناصر شهری، پارک‌ها نقشی بی‌بدیل در ایجاد فرصت‌های تفرجی برای شهروندان دارند و در صورت استفاده بهینه، می‌توانند نقش مؤثری در بهبود کیفیت محیط‌زیست شهری و دستیابی به اهداف توسعه پایدار داشته باشند و همچنین منبع درآمد اقتصادی ارزشمندی نیز محسوب می‌شوند؛ اما باید توجه داشت که در صورت مدیریت ناصحیح، منافع حاصل می‌تواند بسیار کمتر از حد مورد انتظار و در عوض آسیب‌ها یا هزینه‌ها بیش از حد مورد انتظار باشند (۹). در مورد سنجش ردپای اکولوژیک در پارک‌های ایران، تا کنون مطالعه‌ای انجام نشده‌است. بر این اساس پژوهش حاضر با ارزیابی ردپای اکولوژیک در پارک طبیعت پردیسان، برای نخستین بار به این امر مهم می‌پردازد.

پارک طبیعت پردیسان مشهورترین پارک طبیعت ایران، تنها رویشگاه طبیعی باقیمانده در تهران با حدود ۵۳۰ گونه گیاهی شامل ۴۴۳ گونه بومی خودرو و ۸۷ گونه کشت شده‌است (۲) که به دلیل فراز و نشیب‌های مدیریتی، بارها تا سرحد واگذاری قطعی و تغییر کاربری پیش رفته‌است. از آنجا که رد پای اکولوژیک روشی مناسب برای تعیین توان مناطق گردشگری و استفاده بهینه از آن است (۲۰)، هدف از این تحقیق محاسبه پایداری اکولوژیک پارک طبیعت پردیسان با استفاده از مدل ردپای اکولوژیک است. نتایج حاصل از این پژوهش می تواند اولاً؛ وضعیت اکولوژیک این پارک مهم شهری را مشخص کند و ثانیاً؛ ظرفیت‌تحمل آن جهت استفاده بهینه و کارآمد را برآورد نماید.

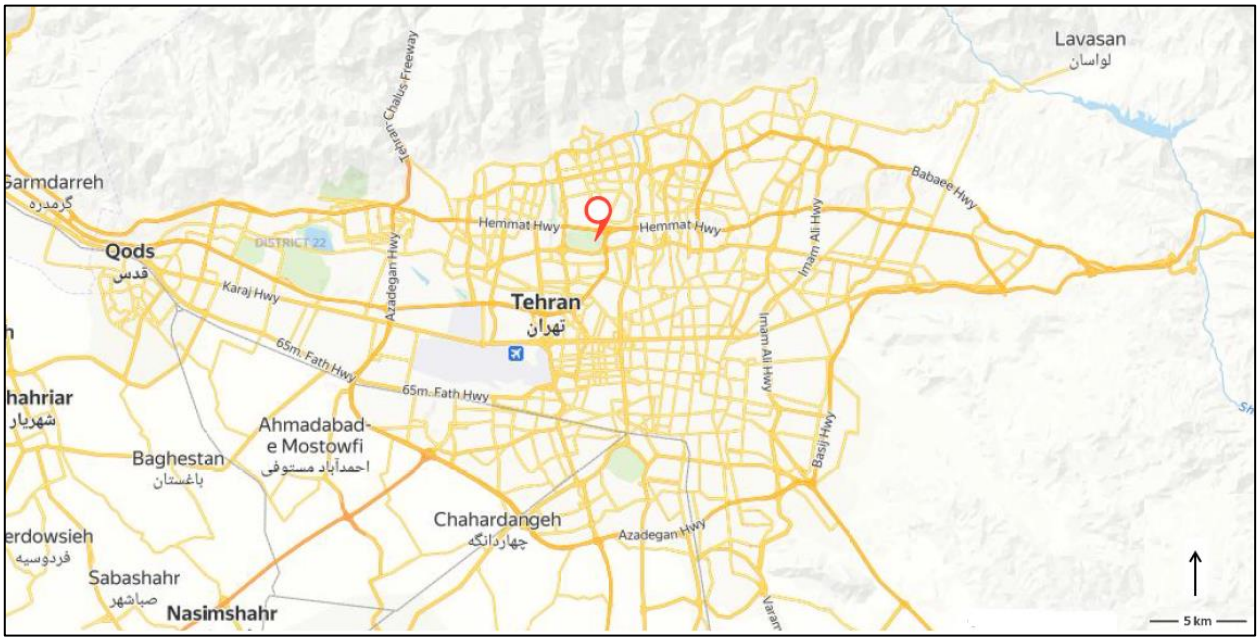
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پارک طبیعت پردیسان به مساحت ۲۵۴/۷ هکتار در شمال غربی تهران ۳۱ ۲۰ ۵۱ تا ۱۲ ۲۲ ۵۱ طول شرقی و ۱۹ ۴۴ ۳۵ تا ۲ ۴۵ ۳۵ عرض شمالی واقع شده‌است (شکل ۱). بیشترین ارتفاع از سطح دریا در شمال غرب پارک با ۱۴۰۰ متر و کمترین در جنوب شرق با ۱۳۶۰ متر ثبت شده‌است. میزان بارندگی سالیانه ۲۵۶/۸ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد است. ایده اولیه احداث پارک پردیسان به عنوان یک مجموعه علمی، آموزشی، پژوهشی و تفرجگاهی از اوایل دهه ۳۷ در دستور کار سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گرفت که عملا اقدام جدی در جهت اجرای طرح صورت نگرفت و تا سال ۱۳۶۵ فعالیت‌های انجام‌شده بیشتر به منظور تثبیت محدوده طرح بود. در سال ۱۳۹۶ پارک پردیسان به مدت

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]



شکل ۱. موقعیت پارک پردیسان در استان تهران

۱۵ سال به شهرداری تهران واگذار شد تا طرح‌های پارک طبیعت در آنجا اجرا شود. در نهایت، ثبت ملی، میراث طبیعی و تنوع‌زیستی پارک پردیسان با تاکید بر ایجاد باغ گیاه‌شناسی توسط شورای اسلامی شهر تهران در تاریخ مرداد ۱۴۰۰ به انجام رسید (۲).

روش‌کار

برای محاسبه ردپای اکولوژیک از روش جزء یا مولفه‌ای استفاده شد. روش مؤلفه‌ای یک روش از پایین به بالا (Bottom– up) است که داده‌های جزئی مانند مصارف آب، برق، گاز طبیعی و غیره در مقیاس محلی جمع‌آوری شده و تحلیل‌ها نیز بر اساس همین داده‌های جزئی و دقیق صورت می‌گیرد. این روش برای برآورد ردپا در مناطق شهری استفاده می‌شود و با برآورد میزان مصرف جمعیت در گروه‌های مصرفی محاسبات ردپا انجام می‌گیرد (۱۵).

در این پژوهش، با توجه به مقیاس خردِ مطالعه موردی و در دسترس بودن داده‌های واقعی و دقیق از روش مؤلفه‌ای استفاده شد. در روش مولفه‌ای، پس از محاسبه ردپای اکولوژیک برای فعالیت‌های مصرفی و ظرفیت‌زیستی برای انواع مختلف زمین، با مقایسه این دو شاخص، کسری و فشار اکولوژیک (Ecological Pressure Index, EPI) محاسبه می‌شود.

محاسبه ردپای اکولوژیک

ردپای اکولوژیک پارک پردیسان برای پنج فعالیت مصرفی؛ غذا، ضایعات، برق، گاز و آب، طبق روش ارائه‌شده توسط واکرناگل و ریپس (۱۷) اندازه‌گیری شد (جداول ۱ تا ۵) که بدین منظور از داده‌های کتابخانه‌ای، اسنادی و بازدید میدانی استفاده شد. داده‌های موردنیاز مربوط به سال ۱۳۹۹ از سازمان حفاظت از محیط‌زیست، شهرداری تهران، کتابخانه ملی ایران، شرکت آب و فاضلاب تهران، شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ، شرکت گاز و فرآورده‌های نفتی تهران، مرکز آمار ایران، سازمان هواشناسی و شبکه ردپای جهانی اخذ شد. برای محاسبه تعداد جمعیت از داده‌های مندرج در گزارش‌های طرح جامع پارک، موجود در کتابخانه سازمان حفاظت محیط‌زیست استفاده شد. لازم به ذکر است که افراد بازدیدکننده در پارک پردیسان دو نوع هستند. نوع اول به‌صورت نیمه ثابت‌اند که شامل کارمندان؛

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

پارک، سازمان حفاظت محیط‌زیست، پژوهشکده محیط‌زیست، سازمان تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و رستوران‌ها است. نوع دوم بازدیدکنندگان و گردشگران هستند. بر اساس داده‌های موجود و با احتساب روزهای تعطیل برای کارمندان نیمه ثابت، متوسط روزانه تعداد جمعیت پارک محاسبه شد.

محاسبه ظرفیت‌زیستی

ظرفیت‌زیستی توانایی پهنه‌های آبی و خاکی برای ارائه خدمات اکولوژیک است. ظرفیت‌زیستی یک منطقه بر اساس هکتار جهانی از رابطه زیر به دست می‌آید (۱۶).

$$\text{Total BC} = \sum_{n} A_n \times YF_n \times EF_n \quad .۲۷$$

Total BC: ظرفیت‌زیستی کل بر حسب گرم در هکتار جهانی، An: مساحت زمین‌های مولد به هکتار، YFn: ضریب بازده زمین که برای هر منطقه متفاوت است و از تقسیم میزان تولید سالانه زمین به تن بر مساحت زمین به هکتار محاسبه می‌شود.
EFn: ضریب معادل: به دلیل این که اکثر زمین‌های ساخته‌شده (مسکونی) در مناطق با بیشترین حاصلخیزی قرار گرفته‌اند، بنابراین ضریب معادل زمین‌های ساخته‌شده در هر منطقه را برابر با معادل آن در اراضی مزروعی در نظر می‌گیرند. ضریب بازده و معادل برای انواع زمین، محاسبه‌شده توسط شبکه ردپای جهانی در جدول ۶ آورده شده‌است.

محاسبه شاخص‌های کسری و فشار اکولوژیک

بعد از اندازه‌گیری ردپای اکولوژیک و ظرفیت‌زیستی، شاخص کسری اکولوژیک (Ed) از فرمول زیر به دست آمد. این شاخص نشان‌دهنده فعالیت‌های تولیدی منطقه و فعالیت‌های مصرفی در سیستم اکولوژیک است و بررسی می‌کند که این فعالیت‌ها، در حد ظرفیت برد منطقه باشد. منفی بودن شاخص نشان‌دهنده کسری اکولوژیک است.

$$Ed=BC-EF \quad .۲۸$$

شاخص فشار اکولوژیک (EPI) که معرف فشار مصرف در منطقه است، طبق فرمول زیر محاسبه شد و بر اساس جدول ۷ (برگرفته از سایت شبکه ردپای جهانی، ۲۰۱۹) سطح و درجه فشار اکولوژیک به دست آمد.

$$EPI=EF/BC \quad .۲۹$$

نتایج

ردپای اکولوژیک برق

بر مبنای اینکه برق مصرفی سالیانه پارک برابر با ۱۵۷۴۰۰۰ کیلووات ساعت (بر اساس داده‌های شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ) است بااستفاده از فرمول‌ها و تبدیلات جدول ۱، ردپای برق ۱۲۱۹۷۰/۱۵ هکتار جهانی (جدول ۸) به دست آمد.

ردپای اکولوژیک گاز

میزان سرانه مصرف سالانه گاز در پارک طبیعت پردیسان برابر با ۱۳۶۰۰۰۰ متر مکعب بوده‌است (بر اساس داده‌های شرکت گاز و فرآورده‌های نفتی تهران و سازمان حفاظت از محیط‌زیست). در پارک طبیعت پردیسان دو عدد کنتور محاسبه گاز تعبیه شده که در قسمت‌های شرقی و غربی پارک نصب شده‌اند. بااستفاده از فرمول‌ها و تبدیلات جدول ۲، ردپای گاز ۸۶/۷۲ هکتار جهانی (جدول ۸) به دست آمد.

ردپای اکولوژیک آب

میزان مصرف آب پارک طبیعت پردیسان ۱۰۰۱۲۸ متر مکعب بوده‌است (آمار برگرفته از شرکت آب و فاضلاب تهران و سازمان حفاظت از محیط‌زیست) که بااستفاده از فرمول‌ها و تبدیلات جدول ۳، ردپای آب ۰/۰۰ هکتار جهانی (جدول ۸) به دست آمد.

ردپای اکولوژیک غذا

با بازدید میدانی از بوفه و رستوران پارک و سازمان‌های مستقر در آن مثل سازمان حفاظت از محیط‌زیست عدد متوسط ۴۵۰ گرم وعده‌غذایی برای هر نفر در روز و تعداد ۹۴۰ نفر به دست

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

جدول ۱. محاسبه ردپای اکولوژیک در بخش برق

توضیح	پارامتر	فرمول
میزان مصرف برق از کیلووات بر ساعت به ساعت بر ژول تبدیل شد.	EC: برق مصرفی شهر، k: ۱۰۶*۳/۶ ژول، C: برق مصرفی بر حسب ساعت بر ژول	1. EC*K=C
میزان زغال سنگ برای تولید مقدار کیلو ژول حساب شد.	PC: میزان زغال‌سنگ برای تولید مقدار کیلوژول	2. C*(1 gr/1 Kj)= PC
باتوجه‌به اینکه گیاهان ۳۱/۴٪ بازدهی زغال‌سنگ یا کربن غیرفعال دارند (RP)، مقدار زغال‌سنگ تولید نهایی بر حسب گرم محاسبه شد.	Cp: زغال‌سنگ تولیدی بر حسب گرم، RP: درصد کربن غیرفعال در گیاهان	3. PC*RP=Cp
چون ۸۵٪ زغال‌سنگ را کربن تشکیل می‌دهد پس میزان کربن منتشره بر حسب تن دست آمد.	Kc: مقدار کربن موجود در زغال‌سنگ، Ac: مقدار کربن بر حسب تن	4. Cp*Kc=Ac
میزان زمین مورد نیاز باتوجه‌به اینکه هر هکتار زمین حدود ۱/۸ تن کربن (Kh) جذب می‌کند، محاسبه شد.	Kh: نرخ ثابت جذب کربن در هر هکتار زمین، L: زمین لازم برای جذب کربن (هکتار)	5. Ac*Kh=L
با تقسیم زمین لازم برای جذب کربن بر جمعیت، رد پای اکولوژیک برق به دست آمد.	P: جمعیت، EFe: ردپای اکولوژیک برق	6. L/P=EFe

جدول ۲. محاسبه ردپای اکولوژیک در بخش گاز

توضیح	پارامتر	فرمول
مصرف گاز طبیعی به فوت مکعب تبدیل شد لازم به ذکر است که هر مترمکعب برابر با ۳۵/۳۱ فوت مکعب است.	N: تعداد مول‌ها در فوت مکعب، P: فشار (اتمسفر)، V: حجم (فوت مکعب)، R: ضریب ثابت، T: درجه حرارت (کلوین)	7.N=P*V/R*T
با استفاده از جرم مولکولی متان، تعداد مول‌ها در یک فوت مکعب به دست آمد.	A: جرم مولکولی متان، Cf: تعداد مول در یک فوت مکعب	8. A*N=Cf
باتوجه به اینکه جرم مولکولی متان ۱۶/۰۴ گرم در مول و ۷۵٪ متان از کربن است، میزان گرم کربن در یک فوت‌مکعب محاسبه شد.	K: نرخ ثابت میزان کربن موجود در متان، Acf: میزان گرم کربن در یک فوت مکعب	9. Cf*K=Acf
میزان مصرف گاز طبیعی به فوت مکعب تبدیل شد.	CG: میزان مصرف گاز طبیعی، F: فوت مکعب، CGf: میزان مصرف گاز طبیعی به فوت مکعب	10. CG*F=CGf
با ضرب میزان گرم کربن در یک فوت مکعب در میزان مصرف گاز طبیعی به فوت مکعب، میزان کربن (گرم) به دست آمد.	AC: میزان کربن (گرم)	11. CGf*Acf=AC
با ضرب میزان کربن (گرم) در نرخ ثابت تبدیل گرم به تن، میزان کربن به تن به دست آمد.	Kgr: نرخ ثابت تبدیل گرم به تن، Rc: میزان کربن به تن	12. AC/Kgr=Rc
میزان زمین موردنیاز با توجه به اینکه هر هکتار زمین حدود ۱/۸ تن کربن جذب می‌کند، محاسبه شد.	Kc: نرخ ثابت جذب کربن در هر هکتار زمین، L: زمین لازم برای جذب کربن	13. Rc/Kc=L
با تقسیم زمین لازم برای جذب کربن بر جمعیت، رد پای اکولوژیک گاز به دست آمد.	P: جمعیت، EFh: ردپای اکولوژیک گاز	14. L/P=EFh

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

جدول ۳. محاسبه ردپای اکولوژیک در بخش آب

توضیح	پارامتر	فرمول
برای تولید هر یک میلیون لیتر آب ۰/۰۸ هکتار زمین مورد نیاز است. مصرف آب شهر در زمین موردنیاز برای تولید یک میلیون لیتر آب، ضرب و حاصل به‌دست‌آمده تقسیم بر یک میلیون لیتر شد تا زمین موردنیاز برای تولید محاسبه شود.	L: زمین موردنیاز برای تولید آب شهر، Cw: مصرف آب شهر، Lm: زمین موردنیاز برای تولید یک میلیون لیتر آب، M: یک میلیون لیتر آب	15. L= Cw*Lm/M
با تقسیم زمین موردنیاز برای تولید یک میلیون لیتر آب بر جمعیت، رد پای اکولوژیک آب به دست آمد.	P: جمعیت، EFw: ردپای اکولوژیک آب	16. L/P=EFw

جدول ۴. .محاسبه ردپای اکولوژیک در بخش غذا

توضیح	پارامتر	فرمول
مجموع مقادیر غذایی مصرفی سالانه با مقدار ضایعات آن جمع شد تا مجموع مقادیر غذایی مصرفی سالانه به دست آید.	F: مجموع مقادیر غذایی مصرفی سالانه،F1: مقادیر غذایی مصرفی، W: مقدار ضایعات	17. F=F1+W
با تقسیم مجموع مقادیر غذایی مصرفی سالانه بر جمعیت، مصرف سالانه غذایی هر فرد حساب شد.	Lp: مصرف سالانه غذایی هر فرد، P: جمعیت	18. Lp=F/P
با تقسیم کل کل سطوح زیر کشت به هکتار بر کل محصولات به تن بر سطوح زیر کشت به هکتار، مقدار زمین موردنیاز برای تولید یک تن محصول محاسبه شد.	Lc: مقدار زمین موردنیاز برای تولید یک تن محصول، Pt: کل سطوح زیر کشت به هکتار (داده اخذشده از ارگان مربوطه)، Lh: کل محصولات به تن (داده اخذ شده از ارگان مربوطه)	19. Lc=Pt/Lh
با ضرب مصرف سالانه غذایی هر فرد در مقدار زمین موردنیاز برای تولید یک تن محصول، ردپای اکولوژیک غذا به دست آمد.	EFf: ردپای اکولوژیک غذا	20. EFf= Lp*Lc

آمد و باتوجه‌به این که ۲۰۴ روز میانگین کاری کارمندان است با ضرب غذای روزانه و تعداد کارمندان و روزهای کاری در سال، ۸۶۲۹۲۰۰۰ گرم محاسبه شد. همچنین با پرسش از مسئول بوفه و رستوران پارک در مورد خرید و مصرف غذایی سالانه بازدیدکنندگان و وزن محصولات به فروش رفته در یک سال عدد ۱۹ تن و ۷۱۰ کیلوگرم به دست آمد. در نهایت مصرف غذایی گردشگران و کارمندان پارک در مدت یک سال برابر با ۱۰۶۰۰۲ کیلوگرم شد. بر پایه فرمول‌ها و تبدیلات جدول ۴، ردپای غذا ۲۵۸۵/۸۸ هکتار جهانی (جدول ۸) به دست آمد.

ردپای اکولوژیک ضایعات

از سال ۱۳۹۶ به بعد طی قراردادی که میان سازمان حفاظت از محیطزیست و شهرداری تهران انعقاد شد. مدیریت به شهرداری تهران واگذار شد که بدین منظور ۱۶۰ سطل زباله کوچک با ظرفیت حجمی ۶ کیلوگرم، ۱۳۰ سطل متوسط با ظرفیت حجمی ۱۰۰ کیلوگرم و ۱۰ سطل بزرگ با ظرفیت حجمی ۳۰۰ کیلوگرم در درون ساختمان‌های اداری پارک و محوطه پارک نصب شده‌است. سهم ساختمان‌های اداری در بخش تولید ضایعات برابر با ۳۷۴۴۰۰۰ کیلوگرم و سهم محوطه پارک برابر با ۳۵۰۴۰۰ کیلوگرم است. این اعداد محاسباتی بر اساس استقرار سطل‌ها در مکان و تخلیه روزانه به دست آمده‌است. در

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

جدول ۵. محاسبه ردپای اکولوژیک در بخش ضایعات

توضیح	پارامتر	فرمول
سرانه سالانه تولید پسماند هر نفر از ضرب سرانه تولید زباله در روز در روزهای سال محاسبه شد.	Wd: سرانه تولید زباله هر نفر در روز، D: روزهای سال، Wy: سرانه تولید زباله سالانه برای هر نفر	21. Wy=Wd*D
سرانه تولید سالانه پسماند کل جمعیت از حاصل‌ضرب جمعیت در سرانه تولید زباله سالانه برای هر نفر به دست آمد.	Wp: سرانه تولید زباله سالانه کل جمعیت، P: جمعیت	22. Wp=Wy*P
حجم زباله پیش از دفن از تقسیم سرانه تولید زباله سالانه کل جمعیت بر عدد ثابت ۴۵۰، محاسبه شد.	Vw: حجم زباله پیش از دفن، T: عدد ثابت دفن در هر مترمکعب که برابر با ۴۵۰ کیلوگرم است	23. Vw=Wp/T
حجم زباله در هنگام دفن باتوجه‌به تغییرات فیزیکی از حاصل‌ضرب حجم پیش از دفن در عدد ثابت حجم کاهش‌یافته که برابر با ۲۵٪ کل حجم است، به دست آمد.	V: حجم زباله در هنگام دفن (تغییریافته) Vl: عدد ثابت برای حجم کاهش‌یافته که ۲۵٪ است	24. V=Vw*Vl
چون عمق موردنیاز برای دفن هر لایه زباله عدد ثابت دو متر در نظر گرفته می‌شود، مساحت زمین موردنیاز برای دفن زباله از حاصل تقسیم حجم زباله در هنگام دفن بر عمق موردنیاز برای دفن هر لایه به دست آمد و با تقسیم بر عدد ۱۰۰۰۰ به هکتار تبدیل شد.	A: مقدار مساحت موردنیاز برای دفن، DP: عمق موردنیاز برای دفن هر لایه، Z: عدد ثابت ۱۰۰۰۰	25. A=(V/DP)/Z
با تقسیم مساحت موردنیاز برای دفن زباله بر جمعیت، ردپای اکولوژیک ضایعات محاسبه شد.	EFw: ردپای اکولوژیک ضایعات	26. A/P=EFw

مجموع میزان نهایی سالیانه ضایعات پارک برابر با ۴۰۹۴۴۰۰ کیلوگرم در سال است. بااستفاده از فرمول‌ها و تبدیلات جدول ۵، ردپای ضایعات ۰/۰۰ هکتار جهانی (جدول ۸) به دست آمد.

مجموع ردپای اکولوژیک

با جمع ردپای اکولوژیک محاسبه شده در بخش‌های مربوطه، مجموع ردپای اکولوژیک در پارک پردیسان برابر ۱۲۴۶۴۲/۷۵ هکتارجهانی شد (جدول ۸).

ظرفیت‌زیستی

در پارک پردیسان، زمین ساخته‌شده (ساختمانی) و جنگلی (فضای سبز) وجود دارد که از مجموع ۲۴۰ هکتار مساحت پارک، ۵۵ هکتار آن در زمره زمین‌های ساخته‌شده و ۱۸۵ هکتار آن زمین جنگلی محسوب می‌شود. بنابراین براساس ضریب تعادل و ضریب بازده برای انواع زمین ارائه‌شده توسط شبکه‌جهانی ردپای اکولوژیک (جدول ۶)، ظرفیت‌زیستی زمین ساخته‌شده، جنگلی و کل به ترتیب برابر ۱۵۸/۷۵، ۲۷۹/۷۲ و ۴۳۸/۴۷ هکتار جهانی به دست‌آمد.

کسری اکولوژیک

شاخص کسری اکولوژیک بر پایه تفاضل ظرفیت‌زیستی کل از ردپای اکولوژیک کل ۱۲۴۲۰۴/۲۸- به دست آمد که بیانگر این است که ردپای اکولوژیک پارک پردیسان از ظرفیت‌زیستی آن بیشتر است و در مجموعِ بخش مصرف، کسری اکولوژیک وجود دارد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

جدول ۶. ضریب بازده و معادل برای انواع زمین

انواع زمین	کشاورزی	مرتع	جنگل	زمین ساخته‌شده	زمین دریا	زمین جذب کربن
ضریب بازده	۱/۱۵	۱/۶۰	۱/۲۰	۱/۱۵	۱/۹۰	۱/۲۰
ضریب معادل	۲/۵۱	۰/۴۶	۱/۲۶	۲/۵۱	۰/۳۷	۱/۲۶

جدول ۷. دامنه، سطح و وضعیت شاخص فشار اکولوژیک (EPI)

دامنه شاخص	سطح	وضعیت
EPI <۰/۵	۱	خوب
EPI =۰/۵ –۰/۸	۲	مناسب
EPI = ۰/۸ –۱/۰	۳	ضعیف
EPI >۱/۰	۴	خیلی ضعیف

جدول ۸. ردپای اکولوژیک بخش‌های مختلف و مجموع آنها

بخش	EF (هکتار جهانی)
برق	۱۲۱۹۷۰/۱۵
گاز	۸۶/۷۲
آب	۰/۰۰
غذا	۲۵۸۵/۸۸
ضایعات	۰/۰۰
مجموع	۱۲۴۶۴۲/۷۵

جدول ۹. فشار اکولوژیک و درجه آن در بخش های مختلف پارک پردیسان تهران

بخش	مقدار شاخص	سطح و وضعیت
برق	۲۷۸/۱۷	۴: خیلی ضعیف
گاز	۰/۱۹۷	۱: خوب
آب	۰/۰۰	۱: خوب
غذا	۵/۸۹	۴: خیلی ضعیف
ضایعات	۰/۰۰	۱: خوب

فشار اکولوژیک

فشار اکولوژیک و سطوح مختلف این شاخص برای بخش‌های مختلف در جدول ۹ آورده شده است. بر این اساس فشار اکولوژیک در بخش آب و ضایعات در سطح یک (خوب) است ولی فشار اکولوژیک در بخش‌های برق، گاز و غذا در سطح چهار (خیلی ضعیف) قرار دارد. لازم به ذکر است که فشار

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

اکولوژیک از تقسیم ردپای اکولوژیک به ظرفیت‌زیستی به دست می‌آید.

بحث و نتیجه‌گیری

ردپای اکولوژیک نشـــان می‌دهد که چه مقدار آب و زمین‌های حاصـلخیز اسـتفاده می‌شـود تا منابع مصـرفی موردنیاز انسـان‌ها تولید و همچنین ضایعات حاصل از آن دفع شود. بدین ترتیب، رد پای اکولوژیک در جســـت‌وجوی برقراری ارتباط بین منابع طبیعی و تقاضـــای انســـان‌ها از آن برای تأمین کالا، خدمات و اراضـی اسـت. براین‌اسـاس در تحقیق حاضـر برای بررسـی جنبه‌های مدیریتی در پارک پردیسان، شاخص ردپای اکولوژیک در پنج بخش مصرفی آب، الکتریسیته، گاز، غذا و پسماند برای پارک پردیسان محاسبه شد.

نتایج تحقیق نشان داد که در مجموعِ بخش مصرف، کسری اکولوژیک وجود دارد (منفی‌شدن تفاضل ظرفیت‌زیستی کل از ردپای اکولوژیک کل). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در پارک پردیســـان، پایداری اکولوژیک وجود ندارد. نتیجه این روند عدم تعادل و ناســـازگاری میان انســـان و طبیعت و به‌هم‌خوردن روابط اکوسیستم خواهد بود. این نتایج در راستای نتایج برخی تحقیقات اســـت که فقدان پایداری اکولوژیک در مناطق موردمطالعه را نشـان دادند (۴، ۵، ۶، ۸ و ۱۰) ولی مغایر با نتایج برخی پژوهش‌ها اســـت که میزان ردپای اکولوژیک در مناطق موردمطالعه را کمتر از ظرفیت‌زیســـتی برآورد کرده‌اند (۱۲، ۱۴ و ۲۰). البته باتوجه‌به نتایج به‌دســت‌آمده که نشـان داد فشـار اکولوژیک در بخش مصـرف آب، حجم ضـایعات و گاز کمتر از ۰/۵ و در درجه خوب و سطح یک جهانی است می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت پارک در این ســـه مورد موفق عمل کرده اســـت ولی مصـــرف الکتریســـیته و غذا در بدترین حالت ممکن یعنی درجه خیلی ضعیف و سطح چهارم (بیشتر از ۱/۰) است؛ زیرا فشار اکولوژیک در بخش غذا و برق به ترتیب ۵/۸۹ و ۲۷۸/۱۷ به دست آمد. در مقایسه با سطح جهانی (جدول ۷) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شدت مصرف غذا و برق به ترتیب حداقل ۷ و ۳۴۷ برابر شدت مناسب جهانی (تا ۰/۸) است. این مساله می‌تواند به این دلیل باشد که این پارک علاوه بر کاربری گردشـــگری و تفرجی، کاربری اداری نیز دارد. در شـــهر تهران، تلاش‌های زیادی برای توسعه کمی فضاهای سبز شده است. اما در بیشتر این پارک‌ها با ساخت فضای سبز مصنوعی، مصرف آب و هزینه‌های نگهداری زیاد اســـت. همچنین عمده این پارک‌ها با گیاهان وارداتی پر شـده‌اند (۲)، درصـورتی‌که پارک پردیســـان نه به‌عنوان یک پارک‌شـهری، بلکه به‌عنوان یک پارک طبیعت، باارزش محیط‌زیســـتی به دلیل داشـــتن پوشـــش گیاهی منحصربه‌فرد و گونه‌های شاخص ویژه شهر تهران است و لازم اسـت حساسـیت بیشـتری در مورد حفاظت از این پارک اعمال شود. فلسفه حفاظت از محیط طبیعی پارک نسبت به محیط‌های مصـــنوعی تأثیر بیشـــتری در ترســـیب کربن (روند ذخیره کربن موجود در هوا در خـاک و گیـاهـان) خواهـد داشـــت (۲). براین‌اسـاس لازم اسـت سـازمان حفاظت محیط‌زیسـت با نگاه اکولوژیک پارک پردیسـان را حفاظت کند. در این راسـتا و برای مدیریت مصـــرف برق با اتکا بر نظر کارشـــناســـان می‌توان از راهکارهایی چون نصـب پنل‌های خورشـیدی، اسـتفاده از نور طبیعی به جای لامپ، فعال‌کردن حالت ذخیره انرژی در سیستم کامپیوتری، اسـتفاده از لامپ‌های LED دیمردار و تجهیز اتاق‌ها به سنسور حضور بهره برد.

پارک‌ها به منزله فضـــای ســـبز عمومی، نقش بی‌نظیری در ایجاد فرصـــت‌های تفرجی و عملکردهایی برای جمعیت‌های شهری بازی می‌کنند؛ اما به دلیل رشد جمعیت، پایداری آن‌ها به یک چالش مدیریتی تبدیل شـــده اســـت؛ بنابراین پذیرفتن استراتژی‌های مؤثر مدیریتی، برای دستیابی به مدیریت و توسعه پایدار پارک‌ها موردنیاز اسـت (۳). نتایج تحقیق حاضـر می‌تواند باعث افزایش آگاهی محیطی و درنتیجه تغییر رفتار در الگوی مصـرف شـود و بایسـتی با ارائه راهکارها و پژوهش‌های بیشـتر، الگوی مصرف به‌خصوص در بخش برق و بعد غذا را تغییر داد. بر اســـاس یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که ردپای اکولوژیک ابزار مناســـب برای ســـنجش آثار محیط‌زیســـتی در

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

مقیاس درون‌شهری و نیز ارزیابی پایداری اکوسیستم‌ها است. البته این نکته را نیز باید موردتوجه قرار داد که روش‌های محاسبه ردپای اکولوژیک در حال به‌روزشدن هستند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی با مدنظر قراردادن روش‌های جدیدتر، پایداری اکولوژیک پارک طبیعت پردیسان در راستای مدیریت پایدار شهری مورد ارزیابی دوره‌ای قرار گیرد.

سپاسگزاری

از کارمندان سازمان حفاظت از محیط‌زیست، شهرداری تهران، کتابخانه ملی ایران، شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ، شرکت گاز و فرآورده‌های نفتی تهران و مرکز آمار ایران در جهت ارائه داده‌های موردنیاز در خصوص انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Ahmed, Z., M. M. Asghar, M. N. Malik and K. Nawaz. 2020. Moving towards a sustainable environment: The dynamic linkage between natural resources, human capital, urbanization, economic growth, and ecological footprint in China. *Resources Policy* 67:101677.
2. Akhani, H., M. Malek Mohamadi, H. Pour Hashemi and N. Samadi. 2021. Half a century of waiting: from Pardisan's dream to the reality of Tehran Botanical Garden. *Iranian Journal of Biology* 5(10): 1-23. (In Persian)
3. Azizi Jalilian, M., F. Mansori, M. Rohi and A. Danehkar. 2014. Critical indicators for sustainable management of urban parks case study: karaj urban parks. *Journal of Natural Environment* 67(4):425-33. (In Persian)
4. Badehian, Z. and M. Mansouri. 2016. Determining the ecological sustainability of Calshoor basin using the Ecological Footprint method. *Journal of Environmental Studies* 42(3): 625-635. (In Persian)
5. Chen, H. S., C. Y. Chen, C. T. Chang and T. Hsieh. 2014. The construction and application of a carrying capacity evaluation model in a national park. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 28(13):33-41.
6. Chen. H. S. 2017. Evaluation and analysis of eco-security in environmentally sensitive areas using an emergy ecological footprint. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(2):136.
7. Kitzes. J., A. Galli, M. Bagliani, J. Barrett, G. Dige and S. Ede. 2009. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics* 68(7):1991-2007.
8. Li, Y., Z. Wang and Y.Wei. 2021. Pathways to progress sustainability: an accurate ecological footprint analysis and prediction for Shandong in China based on integration of STIRPAT model, PLS, and BPNN. *Environmental Science and Pollution Research* 28(39): 695-718.
9. Lindberg, K. and K. Lindberg. 1991. Policies for Maximizing Nature Tourism's Ecological and Economic Benefits. Washington DC: World Resources Institute, Washington.
10. Nazari, M. and M. Kalantari. 2023. Investigating the factors affecting the ecological footprint of sari city. *Geography and Environmental Planning* 34(2):17-26. (In Persian)
11. Nketiah, E., H. Song, M. Adjei, B. Obuobi and G. Adu-Gyamfi. 2024. Assessing the influence of research and development, environmental policies, and green technology on ecological footprint for achieving environmental sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 199:114508.
12. Phumalee, U., N. T. Phongkhieo, D. Emphandhu and S. Bejranonda. 2018. Touristic ecological footprint in Mu Ko Surin national park. *Kasetsart Journal of Social Sciences* 39(1):1-8.
13. Razi, D. 2015. Assessment and analysis of ecological foot print (Case study: townships of Mazandaran provence). *Urban Structure and Function Studies* 3(10):103-125. (In Persian)
14. Samadpoor, P., S. Faryadi and L. Zebardast. 2023. Investigating the sustainability of the ecosystem by combining two approaches of ecological footprint and evaluation of ecosystem services, case study: city of Nowshahr. *Environment and Interdisciplinary Development* 8(80):61-78. (In Persian)
15. Simmons, C., K. Lewis and J. Barrett. 2000. Two feet-two approaches: a component-based model of ecological footprinting. *Ecological Economics* 32(3):375-380.
16. Stechbart, M. and J. Wilson. 2011. Province of Ontario ecological footprint and biocapacity analysis: Global Footprint Network. Available from. http://data.footprintnetwork.org (Accessed 10th April 2019).
17. Wackernagel, M. and W. Rees. 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. *New Society Publishers, and Gabriolia Island* 9(2):135-149.
18. Wu, M., Y. Wei, P. T. I. Lam, F. Liu and Y. Li. 2019. Is urban development ecologically sustainable? Ecological footprint analysis and prediction based on a modified artificial neural network model: A case study of Tianjin in

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

China. *Journal of Cleaner Production* 237:117795.
19. Zhu, K., A. Ali, T. Zhang And M. Zada. 2024. An empirical investigation of the impact of energy consumption, globalization and natural resources on ecological footprint and economic growth, evidence from China, Japan, South Korea and China Taiwan. *Energy and Environment* 35(3): 1216-1234.
20. Ziyaei, D. M., D. E. Ghaderi and S. Ahmadi. 2017. Determine the carrying capacity and ecological footprint in the destinations of nature walking (Case Study: Zarivar lake). *Geography and Territorial Spatial Arrangement* 7(25):39-56. (In Persian)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Determining the Ecological Sustainability of Pardisan Nature Park Based on Ecological Footprint

M. Omidi[1], A. Alimohamadi[2] M. Safaripour[2] and G. shahriari[2]

(Received: August 27-2024; Accepted: September 22-2024)

Abstract

Pardisan Nature Park, the last remaining natural habitat in Tehran and home to 443 indigenous plant species, requires sustainable management due to its unique ecological characteristics. Estimating the ecological footprint is an effective method for assessing the ecological status of areas to ensure their optimal use. This study has calculated the quantitative ecological footprint of Pardisan Park using the component method. The ecological footprint was calculated for five consumption activities: electricity, water, gas, waste, and food. The biological capacity of different land types; along with ecological deficit and intensity indices were calculated.The results indicate that the ecological footprints for electricity, water, gas, waste, food, and the total are 121970.15, 86.72, 0.00, 2585.88, 0.00 and 124642.75, respectively. The biological capacity is measured at 438.47 hectares. The difference between the biological capacity and the total ecological footprint suggests an ecological deficit in the consumption sector. The ecological pressure index footprint intensity in the water, waste, and gas sectors is rated at level one (good), while electricity and food are rated at level four (very poor). Hence, park management has demonstrated efficiency in the consumption of water, gas, and waste, but has shown weaknesses in the consumption of electricity and food.

Keywords: Biological capacity, Ecological deficit, Component method, Sustainable management.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1508.1]

1. M.Sc. Student, Department of Agriculture and Natural Resources, Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agriculture and Natural Resources, Payame Noor University, Tehran, Iran
*. Corresponding Author: afrooz.alimohamadi@pnu.ac.ir