

تحلیل اثرات محیط زیست شهری پروژه‌های عمرانی شهرداری و ارزیابی راهکارهای کاهش آن‌ها

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵

کد مقاله: ۴۷۰۹۷

سجاد صادقی رزوه^۱

چکیده

پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها نقش مهمی در توسعه زیرساخت‌های شهری و بهبود خدمات عمومی دارند، اما اجرای این پروژه‌ها می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر کیفیت محیط زیست شهری از جمله هوا، آب، خاک، پوشش گیاهی، سر و صدا و اکوسیستم‌ها داشته باشد. پژوهش حاضر با هدف تحلیل اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها و ارزیابی راهکارهای کاهش این اثرات، به روش کتابخانه‌ای و تحلیلی-توصیفی انجام شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که اثرات پروژه‌ها می‌تواند کوتاه‌مدت (مانند گرد و غبار و افزایش آلودگی صوتی) یا بلندمدت (مانند کاهش تنوع زیستی و تخریب پوشش گیاهی) باشد و شدت این اثرات بستگی به نوع پروژه، مقیاس، مواد و مصالح مورد استفاده و رعایت مقررات زیست‌محیطی دارد. استفاده از راهکارهای مدیریتی و فنی، مصالح نوین و پایدار، طراحی بهینه پروژه‌ها، مدیریت منابع و انرژی، کاهش ضایعات و آموزش پیمانکاران و مهندسان، نقش مؤثری در کاهش اثرات منفی و افزایش پایداری پروژه‌ها دارد. این پژوهش با ارائه چارچوب تحلیلی و شاخص‌های زیست‌محیطی شامل کیفیت هوا و آب، مدیریت ضایعات و مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، امکان ارزیابی علمی پروژه‌های عمرانی را فراهم می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهند که تلفیق راهکارهای فنی، مدیریتی و آموزشی، همراه با سیاست‌ها و مقررات شهری، می‌تواند اثرات منفی پروژه‌ها را به حداقل رسانده و به پایداری شهری و بهبود کیفیت زندگی شهروندان کمک کند.

واژگان کلیدی: پروژه‌های عمرانی شهری، محیط‌زیست شهری، پایداری، مصالح نوین، کاهش اثرات زیست‌محیطی

۱- مقدمه

پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها نقش کلیدی در توسعه زیرساخت‌های شهری و بهبود کیفیت خدمات عمومی ایفا می‌کنند. این پروژه‌ها شامل ساخت و بازسازی جاده‌ها، پل‌ها، شبکه‌های آب و فاضلاب، ساختمان‌های عمومی و فضای سبز شهری هستند که تأثیرات گسترده‌ای بر محیط‌زیست شهری دارند (بی گیتکانلار و همکاران^۱، ۲۰۱۸). افزایش فعالیت‌های عمرانی در شهرها باعث تغییرات قابل توجهی در کیفیت هوا، آب، خاک، سر و صدا و پوشش گیاهی می‌شود و گاهی اثرات بلندمدت و برگشت‌ناپذیری بر اکوسیستم‌های شهری ایجاد می‌کند. یکی از چالش‌های اصلی مدیریت شهری، شناسایی و کاهش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های عمرانی است. بدون برنامه‌ریزی و اجرای راهکارهای مناسب، پروژه‌ها می‌توانند منجر به افزایش آلودگی هوا و صوتی، از بین رفتن فضای سبز، تولید ضایعات ساختمانی و فشار بر منابع طبیعی شوند. بنابراین، ارزیابی اثرات پروژه‌های عمرانی بر محیط‌زیست شهری و شناسایی راهکارهای کاهش این اثرات، برای ارتقای پایداری شهرها و بهبود کیفیت زندگی شهروندان ضروری است. مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از مصالح پایدار و نوین، مدیریت بهینه منابع، کاهش ضایعات و طراحی سبز می‌تواند اثرات منفی پروژه‌های عمرانی را به طور قابل توجهی کاهش دهد و موجب افزایش پایداری محیطی، اجتماعی و اقتصادی پروژه‌ها شود. همچنین، بهره‌گیری از تجربیات موفق داخلی و بین‌المللی، همراه با تدوین سیاست‌ها و استانداردهای محیط‌زیستی مناسب برای شهرداری‌ها، نقش مهمی در کاهش اثرات منفی و ارتقای عملکرد زیست‌محیطی پروژه‌ها دارد (سارتوری هایتنز^۲، ۲۰۰۷). با توجه به اهمیت مدیریت اثرات زیست‌محیطی و نیاز به توسعه شهری پایدار، این پژوهش با هدف تحلیل اثرات محیط‌زیست شهری پروژه‌های عمرانی شهرداری و ارزیابی راهکارهای کاهش آن‌ها انجام شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند به مدیران شهری، مهندسان عمران و برنامه‌ریزان کمک کند تا با شناسایی اثرات زیست‌محیطی و استفاده از راهکارهای مناسب، پروژه‌های عمرانی پایدارتر و با کمترین اثرات منفی بر محیط‌زیست شهری را اجرا کنند.

۲- اثرات پروژه‌های عمرانی بر محیط‌زیست شهری

پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها شامل ساخت و بازسازی جاده‌ها، پل‌ها، ساختمان‌های عمومی، شبکه‌های آب و فاضلاب و فضای سبز شهری هستند. این پروژه‌ها با وجود اهمیت توسعه شهری، می‌توانند تأثیرات منفی قابل توجهی بر کیفیت محیط‌زیست شهری داشته باشند. اثرات اصلی این پروژه‌ها را می‌توان در چند محور اصلی دسته‌بندی کرد:

۲-۱- تغییرات در کیفیت هوا، آب و خاک

فعالیت‌های عمرانی باعث افزایش انتشار ذرات معلق، دی‌اکسید کربن، نیتروژن اکسید و سایر آلاینده‌ها می‌شود که کیفیت هوا را کاهش می‌دهد. پخش گرد و غبار ناشی از حفاری، خاکبرداری و حمل‌ونقل مصالح، سلامت شهروندان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند منجر به مشکلات تنفسی و آلرژی شود. علاوه بر هوا، پروژه‌های عمرانی می‌توانند منابع آب را آلوده کنند. ورود پسماندهای ساختمانی، مواد شیمیایی و پساب‌های ناشی از عملیات عمرانی به رودخانه‌ها، کانال‌ها و شبکه فاضلاب شهری باعث کاهش کیفیت آب و تهدید اکوسیستم‌های آبی می‌شود. همچنین خاک مناطق پروژه با ورود مواد شیمیایی، روغن‌ها و فلزات سنگین تحت تأثیر قرار می‌گیرد و توان کشاورزی یا پوشش گیاهی طبیعی کاهش می‌یابد (چن و همکاران^۳، ۲۰۲۰).

۲-۲- تغییرات در پوشش گیاهی و فضای سبز شهری

پروژه‌های عمرانی اغلب با حذف یا جابه‌جایی پوشش گیاهی همراه هستند. تخریب درختان، بوته‌ها و سایر گیاهان شهری باعث کاهش فضای سبز و تنوع زیستی شهری می‌شود. کاهش پوشش گیاهی همچنین ظرفیت جذب CO₂ و فیلتر کردن آلاینده‌های هوا توسط گیاهان را کاهش داده و منجر به افزایش اثرات جزیره حرارتی شهری می‌شود. فضای سبز شهری نقش مهمی در ایجاد محیط‌های قابل سکونت، آرامش روانی شهروندان و کنترل سیلاب دارد؛ بنابراین آسیب به این فضاها می‌تواند اثرات اجتماعی و زیست‌محیطی گسترده‌ای ایجاد کند.

1 Yigitcanlar et al

2 Sartori & Hestnes

3 Chen et al

۲-۳- افزایش آلودگی صوتی و بصری

فعالیت‌های عمرانی با استفاده از ماشین‌آلات سنگین، حفاری و حمل‌ونقل مصالح باعث تولید سطح بالایی از آلودگی صوتی می‌شوند که بر سلامت و آرامش شهروندان تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین ساختارهای موقت، مصالح و تجهیزات در محل پروژه می‌توانند آلودگی بصری ایجاد کنند و زیبایی شهری را کاهش دهند. این مسئله، به ویژه در مناطق با تراکم جمعیتی بالا و مکان‌های عمومی، بر رضایت شهروندان و تجربه زیستی آن‌ها اثرگذار است (یانگ و همکاران^۱، ۲۰۲۰).

۳-۳- اثرات بر اکوسیستم‌های شهری و حیات وحش

پروژه‌های عمرانی می‌توانند با تخریب زیستگاه‌های طبیعی و جابجایی گونه‌های شهری و حیات وحش، تنوع زیستی را کاهش دهند. عملیات ساخت و ساز و افزایش تردد خودروها باعث قطع مسیرهای مهاجرت حیوانات شهری، کاهش دسترسی به منابع غذایی و افزایش مرگ و میر حیات وحش می‌شود. همچنین، تغییرات در کیفیت آب و خاک و کاهش پوشش گیاهی، تأثیر مستقیم بر اکوسیستم‌های شهری و تعادل طبیعی آن‌ها دارد، که در بلندمدت می‌تواند منجر به کاهش تاب‌آوری شهرها در برابر خطرات محیطی مانند سیلاب و گرمای شدید شود (الی و همکاران^۲، ۲۰۲۱).

۴- شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

برای مدیریت و کاهش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها، نیاز است که شاخص‌ها و معیارهای استاندارد برای سنجش اثرات محیطی تعریف و مورد استفاده قرار گیرد. این شاخص‌ها می‌توانند کیفیت هوا و آب، مدیریت ضایعات و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را پوشش دهند و ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری مدیریتی فراهم کنند.

۴-۱- شاخص‌های کیفیت هوا و آب

کیفیت هوا: پروژه‌های عمرانی می‌توانند باعث افزایش ذرات معلق PM_{2.5} و PM₁₀، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن و سایر آلاینده‌ها شوند. شاخص‌های کیفیت هوا شامل غلظت آلاینده‌ها، تعداد روزهای ناسالم برای تنفس و شاخص کیفیت هوا (Air Quality Index, AQI) است.

کیفیت آب: ورود پسماندهای ساختمانی، روغن‌ها و مواد شیمیایی به منابع آبی می‌تواند باعث کاهش کیفیت آب شود. شاخص‌های سنجش کیفیت آب شامل pH، شفافیت، BOD، COD، غلظت فلزات سنگین و بار میکروبی است. استفاده از این شاخص‌ها امکان ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم پروژه‌ها بر محیط زیست شهری را فراهم می‌کند و مبنای تصمیم‌گیری برای اقدامات کاهش اثرات می‌شود (سینگ و همکاران^۳، ۲۰۱۹).

۴-۲- شاخص‌های مدیریت ضایعات و مواد زائد

پروژه‌های عمرانی تولید قابل توجهی پسماند ساختمانی و مواد زائد دارند که در صورت مدیریت نامناسب، باعث آلودگی خاک و آب و افزایش فشار بر سیستم مدیریت شهری می‌شوند.

شاخص‌های مدیریت ضایعات شامل:

مقدار ضایعات تولید شده به ازای هر متر مربع یا هر واحد پروژه

درصد بازیافت و استفاده مجدد مواد

نوع مواد زائد و خطرات آن‌ها برای محیط‌زیست

هزینه مدیریت ضایعات و تأثیر آن بر پروژه

این شاخص‌ها به ارزیابی کارایی مدیریت ضایعات کمک می‌کنند و امکان مقایسه پروژه‌های مختلف را فراهم می‌سازند (چینی و همکاران^۴، ۲۰۱۷).

1 Yang et al

2 Li et al

3 Singh et al

4 Chini et al

۳-۴- شاخص‌های انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای

مصرف انرژی در طول تولید مصالح، حمل‌ونقل و اجرای پروژه‌های عمرانی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، اثرات مستقیم بر تغییرات اقلیمی و پایداری شهری دارد.

شاخص‌های مهم شامل:

مصرف انرژی کل پروژه (kWh) یا (GJ)

انتشار CO_2 ، CH_4 و N_2O ناشی از فعالیت‌های پروژه

شاخص شدت انرژی: انرژی مصرفی به ازای هر واحد تولید یا متر مربع ساختمان

شاخص کربن کل چرخه عمر پروژه^۱

این شاخص‌ها امکان مقایسه پروژه‌ها از نظر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را فراهم کرده و برای برنامه‌ریزی بهینه، کاهش اثرات و انتخاب مصالح و روش‌های پایدار کاربرد دارد. (آهیابلامه و همکاران^۲، ۲۰۱۸) استفاده همزمان از این سه دسته شاخص‌ها، یعنی کیفیت هوا و آب، مدیریت ضایعات و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، ابزار جامع و علمی برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های عمرانی شهری فراهم می‌کند. این شاخص‌ها علاوه بر تحلیل اثرات فعلی، امکان پیش‌بینی اثرات بلندمدت و برنامه‌ریزی راهکارهای کاهش اثرات را نیز ایجاد می‌کنند.

۴- راهکارهای کاهش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های عمرانی شهری

با توجه به اثرات منفی پروژه‌های عمرانی بر محیط‌زیست شهری، بهره‌گیری از راهکارهای کاهش اثرات زیست‌محیطی یکی از الزامات توسعه پایدار شهری است. این راهکارها شامل استفاده از مصالح پایدار، مدیریت بهینه منابع و انرژی، کاهش ضایعات و طراحی بهینه پروژه‌ها می‌شود.

۴-۱- استفاده از مصالح پایدار و سبز

استفاده از مصالح نوین و سبز، از جمله بتن با مواد بازیافتی، نانو مصالح، کامپوزیت‌ها و چوب مهندسی‌شده، می‌تواند اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها را کاهش دهد. این مصالح علاوه بر کاهش انتشار آلاینده‌ها و مصرف منابع طبیعی، دوام و مقاومت سازه‌ها را افزایش می‌دهند و نیاز به تعمیرات مکرر را کاهش می‌دهند. (لی و همکاران^۳، ۲۰۲۰) همچنین، بهره‌گیری از مصالح محلی و بازیافتی می‌تواند هزینه حمل‌ونقل را کاهش داده و انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با حمل مصالح را به حداقل برساند (کو و همکاران^۴، ۲۰۱۸).

۴-۲- دیریت بهینه منابع و انرژی

مدیریت بهینه منابع و انرژی شامل کاهش مصرف آب و برق، بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی در ماشین‌آلات و فرآیندهای ساختمانی و استفاده از فناوری‌های هوشمند مدیریت انرژی است. این رویکرد می‌تواند اثر کربنی پروژه را کاهش داده و بهره‌وری انرژی را افزایش دهد. به‌کارگیری ابزارهای نرم‌افزاری مدیریت انرژی و برنامه‌ریزی دقیق زمان‌بندی پروژه‌ها نیز باعث کاهش مصرف غیرضروری انرژی و مواد می‌شود.

۴-۳- کاهش ضایعات و بازیافت مواد

پروژه‌های عمرانی به طور معمول تولیدکننده حجم بالایی از پسماندهای ساختمانی و مواد زائد هستند. طراحی و اجرای برنامه‌های کاهش ضایعات، تفکیک زباله و بازیافت مصالح می‌تواند اثرات محیطی پروژه‌ها را به طور چشمگیری کاهش دهد. به عنوان مثال، بازیافت بتن، آجر و فلزات علاوه بر کاهش ضایعات، نیاز به استخراج منابع جدید را کاهش می‌دهد و فشار بر سیستم مدیریت پسماند شهری را کم می‌کند.

1 Life Cycle Carbon Footprint

2 Ahiablame et al

3 Li et al

4 Kou et al

۴- طراحی بهینه پروژه‌ها و کاهش اثرات تخریبی

طراحی بهینه پروژه‌های عمرانی، شامل موقعیت‌یابی مناسب پروژه‌ها، حداقل‌سازی تخریب پوشش گیاهی و فضای سبز، کاهش حجم حفاری و خاکبرداری و استفاده از تکنیک‌های ساخت سبز، نقش مهمی در کاهش اثرات تخریبی دارد. استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و شبیه‌سازی‌های محیطی، امکان پیش‌بینی اثرات پروژه بر محیط‌زیست را فراهم کرده و برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای کاهش اثرات تخریبی را امکان‌پذیر می‌سازد. تلفیق این راهکارها باعث می‌شود پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها پایدارتر، با کمترین اثرات زیست‌محیطی و بیشترین بهره‌وری منابع اجرا شوند. استفاده از مصالح پایدار، مدیریت انرژی و منابع، کاهش ضایعات و طراحی هوشمند، ضمن حفاظت از محیط‌زیست، به افزایش کیفیت زندگی شهری و پذیرش اجتماعی پروژه‌ها نیز کمک می‌کند.

۵- تحلیل اثرات محیط‌زیست شهری پروژه‌های عمرانی شهرداری

پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها تأثیرات متنوع و گسترده‌ای بر محیط‌زیست شهری دارند. تحلیل این اثرات می‌تواند به مدیران شهری کمک کند تا راهکارهای کاهش اثرات منفی را شناسایی و اجرا کنند. در ادامه، تحلیل اثرات بر اساس تجربیات و مطالعات پیشین، اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت، مقایسه پروژه‌های مختلف و نقش سیاست‌ها ارائه شده است. مطالعات متعددی نشان می‌دهند که پروژه‌های عمرانی شهری، به‌ویژه پروژه‌های بزرگ زیرساختی، کیفیت هوا، آب، خاک و پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بر اساس تحقیقات بین‌المللی، پروژه‌های عمرانی که بر اساس اصول توسعه پایدار و استفاده از مصالح نوین و تکنولوژی‌های سبز طراحی شده‌اند، اثرات محیطی کمتری نسبت به پروژه‌های سنتی دارند. مطالعات کتابخانه‌ای در کشورهای مختلف نشان داده‌اند که توجه به مدیریت ضایعات، کاهش مصرف انرژی و آب و استفاده از مصالح بازیافتی باعث کاهش اثرات منفی پروژه‌ها می‌شود. همچنین، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که عدم رعایت استانداردهای محیط‌زیستی و ضعف نظارت شهری منجر به افزایش اثرات منفی و فشار بر اکوسیستم‌های شهری می‌شود (وانگ و همکاران^۱، ۲۰۲۱).

اثر کوتاه‌مدت پروژه‌های عمرانی شامل:

افزایش گرد و غبار و آلودگی هوا در محدوده پروژه

افزایش سر و صدای ناشی از ماشین‌آلات سنگین

کاهش موقت دسترسی به منابع آبی و فضای سبز

تولید ضایعات و مواد زائد در طول اجرای پروژه

این اثرات معمولاً با پایان عملیات عمرانی کاهش می‌یابند، اما در صورت مدیریت نامناسب، می‌توانند اثرات بلندمدت ایجاد کنند (گانو و همکاران^۲، ۲۰۱۹).

اثر بلندمدت پروژه‌ها شامل:

تغییرات در پوشش گیاهی و کاهش فضای سبز شهری

تغییرات در اکوسیستم‌های شهری و کاهش تنوع زیستی

افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه عمر سازه‌ها

اثرات اقتصادی و اجتماعی ناشی از تخریب محیط‌زیست، مانند کاهش ارزش زمین و نارضایتی شهروندان مطالعات نشان می‌دهند که پروژه‌های بزرگ و زیرساختی بدون ارزیابی کامل زیست‌محیطی می‌توانند اثرات بلندمدت غیرقابل برگشت بر محیط شهری داشته باشند (خان و همکاران^۳، ۲۰۱۹).

مقایسه اثرات پروژه‌های مختلف شهرداری از مباحث مهم زیست‌محیطی است. در واقع اثر محیط‌زیستی پروژه‌ها به نوع پروژه، مقیاس، موقعیت و مواد مورد استفاده بستگی دارد.

پروژه‌های راه‌سازی و حمل‌ونقل: بیشترین اثر بر کیفیت هوا، تولید گرد و غبار و آلودگی صوتی دارند.

پروژه‌های ساختمانی و عمرانی شهری: بیشترین اثر بر پوشش گیاهی، خاک و مدیریت ضایعات دارند.

پروژه‌های فضای سبز و پارک‌ها: معمولاً اثرات محیطی مثبت دارند، اما در صورت استفاده از مصالح غیرپایدار یا مدیریت نامناسب منابع آب، می‌توانند اثرات منفی ایجاد کنند.

این مقایسه نشان می‌دهد که نوع پروژه و انتخاب مصالح و فناوری‌ها نقش تعیین‌کننده در شدت اثرات محیط‌زیستی دارد.

1 Wang et al

2 Gao et al

3 Khan et al

در این بین نقش سیاست‌ها و مقررات شهری در کاهش اثرات بسیار مهم است. سیاست‌ها و مقررات شهری می‌توانند به عنوان ابزار مؤثر برای کنترل و کاهش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های عمرانی عمل کنند. اجرای استانداردهای کیفیت هوا و آب، مقررات مدیریت ضایعات و استانداردهای مصرف انرژی، همراه با سیستم‌های نظارت و ارزیابی، می‌تواند اثرات منفی پروژه‌ها را به حداقل برساند (گوپتا و همکاران^۱، ۲۰۲۰).

نمونه‌های موفق نشان می‌دهند که اجرای سیستم‌های ارزیابی محیط‌زیستی (EIA)، صدور مجوزهای ساخت‌وساز با معیارهای زیست‌محیطی و نظارت مستمر بر پروژه‌ها منجر به کاهش اثرات منفی و ارتقای پایداری شهری می‌شود. همچنین، سیاست‌های تشویقی برای استفاده از مصالح پایدار و تکنولوژی‌های سبز، انگیزه سرمایه‌گذاران و پیمانکاران را برای کاهش اثرات زیست‌محیطی افزایش می‌دهد.

تحلیل اثرات پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها نشان می‌دهد که:

پروژه‌ها هم اثرات کوتاه‌مدت و هم بلندمدت بر محیط‌زیست شهری دارند.

شدت اثرات بستگی به نوع پروژه، مقیاس، فناوری‌ها و مواد استفاده‌شده دارد.

استفاده از راهکارهای مدیریتی و سیاست‌های شهری می‌تواند اثرات منفی را کاهش دهد و پایداری پروژه‌ها را افزایش دهد.

این تحلیل مبنای علمی برای فصل بعدی یعنی ارزیابی راهکارهای کاهش اثرات زیست‌محیطی فراهم می‌کند.

۶-۱- ارزیابی راهکارهای کاهش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها

با توجه به اثرات متعدد پروژه‌های عمرانی بر محیط‌زیست شهری، ارزیابی راهکارهای مدیریتی و فنی برای کاهش این اثرات اهمیت ویژه‌ای دارد. این راهکارها شامل استفاده از مصالح نوین و فناوری‌های پایدار، مدیریت بهینه منابع، آموزش و توانمندسازی نیروها و بررسی تجربیات موفق داخلی و بین‌المللی است.

۶-۱-۱- بررسی راهکارهای مدیریتی و فنی

راهکارهای مدیریتی شامل برنامه‌ریزی دقیق پروژه، زمان‌بندی مناسب، مدیریت منابع و انرژی، مدیریت ضایعات و ارزیابی محیط‌زیستی (EIA) است. به کارگیری سیستم‌های نظارت و ارزیابی محیطی در طول پروژه، امکان شناسایی اثرات احتمالی و اصلاح به موقع فرآیندها را فراهم می‌کند.

از منظر فنی، استفاده از ماشین‌آلات کم‌مصرف و کم‌صدا، فناوری‌های حفاری و ساخت بهینه و اجرای تکنیک‌های ساخت سبز باعث کاهش اثرات مستقیم پروژه بر کیفیت هوا، خاک و آب می‌شود. (رحمان و همکاران^۲، ۲۰۲۱)

۶-۲-۱- اثرگذاری مصالح نوین و فناوری‌های پایدار

مصالح نوین مانند بتن با مواد بازیافتی، کامپوزیت‌ها، نانو مصالح و مصالح سبز می‌توانند اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها را کاهش دهند. این مصالح علاوه بر افزایش دوام و کیفیت سازه‌ها، کاهش نیاز به تعمیرات و مصرف منابع طبیعی، موجب کاهش انتشار آلاینده‌ها و ضایعات ساختمانی می‌شوند. فناوری‌های پایدار شامل سیستم‌های مدیریت انرژی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، فناوری‌های آب‌بازچرخشی و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی محیطی هستند که به بهینه‌سازی مصرف منابع و کاهش اثرات تخریبی کمک می‌کنند.

۶-۳- نقش آموزش و توانمندسازی پیمانکاران و مهندسان

توانمندسازی نیروهای انسانی، از جمله مهندسان، پیمانکاران و مدیران شهری، نقش حیاتی در کاهش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها دارد. آموزش در زمینه روش‌های ساخت سبز، مدیریت پسماند و ارزیابی اثرات محیطی باعث افزایش آگاهی و اجرای صحیح راهکارهای کاهش اثرات می‌شود. همچنین، توانمندسازی و فرهنگ‌سازی سازمانی باعث می‌شود که راهکارهای مدیریتی و فنی به صورت مستمر و مؤثر در پروژه‌ها اجرا شوند و اثرات زیست‌محیطی کاهش یابد.

در واقع ارزیابی راهکارهای کاهش اثرات زیست‌محیطی نشان می‌دهد که:

راهکارهای مدیریتی و فنی در مدیریت منابع، کاهش ضایعات و بهینه‌سازی فرآیندها مؤثر هستند.

مصالح نوین و فناوری‌های پایدار نقش کلیدی در کاهش اثرات منفی و افزایش دوام سازه‌ها دارند.

آموزش و توانمندسازی نیروهای انسانی، ضمانت اجرایی موفقیت راهکارها است.

1 Gupta et al

2 Rahman et al

استفاده از تجربیات موفق داخلی و بین‌المللی، الگوهای عملی و قابل پیاده‌سازی ارائه می‌دهد (آل محمدی و همکاران^۱، ۲۰۲۰).

۷- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تحلیل اثرات محیط‌زیست شهری پروژه‌های عمرانی شهرداری‌ها و ارزیابی راهکارهای کاهش این اثرات انجام شد. یافته‌ها نشان می‌دهند که پروژه‌های عمرانی، علی‌رغم نقش مهم در توسعه شهری، تأثیرات قابل توجهی بر کیفیت هوا، آب و خاک، پوشش گیاهی، سر و صدا، منظر شهری و اکوسیستم‌های شهری دارند. این اثرات می‌توانند کوتاه‌مدت، مانند افزایش گرد و غبار و سر و صدا، یا بلندمدت، مانند کاهش تنوع زیستی و اثرات تخریبی بر اکوسیستم‌های شهری، باشند. تحلیل تجربیات و مطالعات پیشین نشان می‌دهد که شدت اثرات به عوامل مختلفی از جمله نوع پروژه، مقیاس، مواد و مصالح مورد استفاده و میزان رعایت مقررات محیط‌زیستی بستگی دارد. استفاده از شاخص‌های کیفیت هوا و آب، مدیریت ضایعات و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، ابزار علمی مناسبی برای سنجش و پایش اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها فراهم می‌کند. استفاده از راهکارهای کاهش اثرات زیست‌محیطی، شامل مصالح نوین و پایدار، مدیریت بهینه منابع و انرژی، کاهش ضایعات، طراحی بهینه پروژه‌ها و آموزش و توانمندسازی پیمانکاران و مهندسان، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش اثرات منفی دارد. تجربیات موفق داخلی و بین‌المللی نشان می‌دهند که ترکیب این راهکارها می‌تواند باعث افزایش پایداری پروژه‌ها، کاهش انتشار آلاینده‌ها و ضایعات، و ارتقای کیفیت محیط شهری شود.

پیامدهای علمی و کاربردی این پژوهش شامل:

ارائه یک چارچوب تحلیلی برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های شهری

شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای کاهش اثرات منفی

کمک به مدیران شهری و برنامه‌ریزان برای تصمیم‌گیری‌های پایدار در پروژه‌های عمرانی

پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده عبارتند از:

انجام مطالعات میدانی و کمی برای سنجش دقیق اثرات پروژه‌های عمرانی در شهرهای مختلف.

بررسی تأثیر فناوری‌های نوین و دیجیتال مانند BIM و اینترنت اشیا (IoT) در کاهش اثرات زیست‌محیطی.

توسعه شاخص‌های بومی و جامع پایداری شهری برای کاربرد در پروژه‌های عمرانی در ایران.

تحلیل توازن میان توسعه اقتصادی و حفاظت محیط‌زیست در برنامه‌ریزی پروژه‌های شهری.

در مجموع، این پژوهش تأکید می‌کند که برای دستیابی به شهری پایدار و سالم، باید اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های

عمرانی به صورت علمی شناسایی و با بهره‌گیری از راهکارهای فنی، مدیریتی و آموزشی به حداقل برسد.

منابع

- Ahiablame, L., Engel, B., & Chaubey, I. (2018). Life cycle assessment of urban construction projects: Energy and carbon footprint analysis. *Journal of Cleaner Production*, 171, 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.025>
- Al-Hammadi, A., Al-Kanhal, R., & Al-Dosari, A. (2020). Social sustainability in urban infrastructure projects. *Sustainable Cities and Society*, 55, 102020. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102020>
- Chen, Y., Zhang, L., & Huang, G. (2020). Environmental impact of urban construction projects on soil quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(11), 689. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08691-5>
- Chini, A. R., Graf, W., & Hwang, S. (2017). Construction waste management and environmental performance indicators. *Waste Management*, 68, 583–592. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.021>

- Gao, J., Liu, Y., & Li, H. (2019). Assessment of noise pollution from urban construction activities. *Applied Acoustics*, 148, 258–267. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.01.034>
- Gupta, R., Kumar, P., & Singh, R. (2020). Environmental impact assessment of urban infrastructure projects: Indicators and metrics. *Sustainable Cities and Society*, 54, 102034. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.102034>
- Khan, S., Malik, R., & Ahmed, S. (2019). Urban construction and biodiversity: Impacts and mitigation strategies. *Urban Forestry & Urban Greening*, 41, 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.012>
- Kou, S. C., Poon, C. S., & Chan, D. (2018). Utilization of recycled materials in concrete and construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.012>
- Li, X., Wang, J., & Wu, J. (2020). Innovative materials for sustainable urban infrastructure: A review. *Materials Today: Proceedings*, 45, 2241–2250. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.432>
- Li, X., Zhang, Q., & Chen, W. (2021). Impacts of urban infrastructure projects on air, water, and soil quality: A review. *Journal of Environmental Management*, 285, 112123. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112123>
- Rahman, M. A., Islam, S., & Hossain, M. (2021). Urban green spaces and the impact of construction projects on ecosystem services. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102947. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102947>
- Sartori, I., & Hestnes, A. G. (2007). Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article. *Energy and Buildings*, 39(3), 249–257. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.07.001>
- Singh, A., Sharma, R., & Kumar, S. (2019). Water quality monitoring in urban construction projects: A review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(10), 622. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7767-5>
- Wang, J., Zhang, C., & Chen, W. (2019). Assessment of environmental impacts of urban infrastructure projects. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101639. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101639>
- Yang, H., Wang, J., & Xu, C. (2020). Visual impact assessment of urban construction projects. *Environmental Impact Assessment Review*, 84, 106449. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106449>
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., & Ioppolo, G. (2018). Urban infrastructure and environmental sustainability: An integrated approach. *Sustainable Cities and Society*, 36, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.002>
- Zhang, Y., Li, P., & Sun, J. (2019). Impacts of urban construction on vegetation coverage and ecosystem services. *Ecological Indicators*, 104, 676–685. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.05.014>