د کابل پوهنتون دطبیعي علومو علمي ـــ څېړنیزه مجله
مجـــله علـــمی- تحقیقی علـــوم طبیعی پوهنتون کابل
Journal of Natural Sciences – Kabul University
e-ISSN:3078-6665 P-ISSN:3078-5561

تأثیرات ساختمان سبز بر مؤثریت منابع انرژی و فضای سبز در شهر کابل: مطالعه موردی ساختمان پوهنځی محیط زیست

نامزد پوهنیار سید محمد تمیم هاشمی[1]، نامزد پوهنیار محمد رفیق منگل[2]، پوهنوال محمد داود شیرزاد[3]

[1]دیپارتمنت منابع طبیعی، پوهنځی محیط زیست، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
[2]دیپارتمنت مدیریت حوادث، پوهنځی محیط زیست، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
[3]دیپارتمنت حفاظت محیط زیست، پوهنځی محیط زیست، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: tamimzahak8@gmail.com

چکیده

تحقیق حاضر به بررسی تأثیرات ساختمان‌های سبز بر بهره‌وری انرژی و فضای سبز در شهر کابل می‌پردازد. ساختمان‌های سبز به بناهایی اطلاق می‌شود که طراحی، نگهداری و استفاده‌ی مجدد آن‌ها با هدف حفظ محیط زیست و کاهش مصرف منابع طبیعی انجام می‌گیرد. در این تحقیق از روش‌های محاسبوی-تحلیلی و نرم‌افزارهای GIS، Sketchup pro 2019، و تحلیل SWOT بهره گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که فضای سبز ساختمان پوهنځی محیط زیست در ناحیه سوم کابل، مساحتی معادل ۱۴۱۵۰ متر مربع دارد که به ازای هر فرد ۲۵ متر مربع فضای سبز فراهم می‌آورد. همچنین، مصرف برق روزانه‌ی این ساختمان ٦٨ کیلووات-ساعت است و استفاده از سولر سیستم با پنل‌های مونوکرستالی پیشنهاد شده است که می‌تواند صرفه‌جویی مالی ماهانه معادل ۴۴۷۱۵ افغانی به همراه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: استندردهای ساختمان سبز؛ انرژی تجدید پذیر؛ ساختمان سبز؛ سولر سیستم؛ فضای سبز

The Impacts of Green Buildings on Energy Efficiency and Green Space in Kabul City: A Case Study of the Faculty of Environmental Sciences Building

Sayed Mohammad Tamim Hashimi[1], Mohammad Rafiq Mangal[2], Mohammad Dawood Shirzad[3]

[1]Natural Resources Management Department, Environment Sciences Faculty, Kabul University, Kabul, Afghanistan
[2]Disaster Management Department, Environment Sciences Faculty, Kabul University, Kabul, Afghanistan
[3]Environmental Protection Department, Environment Sciences Faculty, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: tamimzahak8@gmail.com

Abstract

The present study examines the impacts of green buildings on energy efficiency and green space area in Kabul city. Green buildings refer to structures that are designed, maintained, and reused with the aim of preserving the environment and reducing the consumption of natural resources. In this research, computational-analytical methods and software such as GIS, SketchUp Pro 2019, and SWOT analysis were utilized. The results indicate that the green space of the Environmental Faculty building in the third district of Kabul has an area of 14,150 square meters, providing 25 square meters of green space per person. Additionally, the daily electricity consumption of this building is 68 kw/hr, and the use of a solar system with monocrystalline panels is proposed, which can result in monthly financial savings of 44,715 Afghanis.

Keywords: Green Area; Green Building; Green Building Rating System; Renewable Energy; Solar System

ارجاع: هاشمی، ت.؛ منگل، م. ر. و شیرزاد، م. د. (۲۰۲۵). تأثیرات ساختمان سبز بر مؤثریت منابع انرژی و فضای سبز در شهر کابل: مطالعه موردی ساختمان پوهنځی محیط زیست. *مجله علمی- تحقیقی علوم طبیعی پوهنتون کابل، ۷(٤)، ۲۷۹-۳۰۳.*
https://doi.org/10.62810/jns.v7i4.68

مقدمه

در حدود سال ۱۹۷۰ میلادی، افزایش هزینه‌های سوخت و آلودگی ناشی از سوخت‌های مصرفی موجود، معماران و کارشناسان محیط زیست را به جستجوی روش‌های جدید برای تولید و مصرف انرژی سوق داد. این تلاش‌ها منجر به ایجاد و توسعه ساختمان‌های سبز شد که هدف آن کاهش مصرف انرژی و منابع طبیعی، کاهش آلودگی و بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها و محیط زیست بود (اردستانی و همکاران، ۲۰۱۷).

مفهوم "سبز" به شیوه‌های سازگار با محیط زیست از طراحی ساختمان تا مصرف اقتصادی انرژی و آب اشاره دارد. این ساختمان‌ها تأثیرات مثبت اجتماعی و محیط‌زیستی دارند و با استفاده از مواد و مصالح سبز، می‌توان به اهداف تعیین‌شده در انکشاف پایدار دست یافت (Singh.,2018). با این حال، فعالیت‌های ساختمانی هر ساله به طور مستقیم و غیر مستقیم به تخریب وضعیت محیط زیست منجر شده است. به منظور توسعه پایدار و یافتن روش‌های دوست‌دار محیط زیست در بخش ساخت و ساز، استفاده از راه‌حل‌های جدید، بازیافت و استفاده مجدد از مواد، تولید محصولات پایدار با استفاده از منابع سبز و انتخاب دقیق مواد ساختمانی پایدار می‌تواند سریع‌ترین راه برای شروع ادغام مفاهیم طراحی پایدار باشد. بنابراین، انتخاب موادی که کم‌ترین تأثیر منفی بر محیط زیست داشته باشند، در توسعه پایدار یک ملت مؤثر است(Darko et al.,2018). شهر کابل، پایتخت افغانستان، با مساحت ۱۰۲۳ کیلومتر مربع، در ولایت کابل در سمت شرقی این کشور قرار گرفته است. این شهر با ارتفاع حدود ۱۷۹۱ متر از سطح دریا، در یک دره‌ی کم‌عرض بین کوه‌های هندوکش و در راستای دریای کابل واقع شده است. کابل به عنوان نود و چهارمین شهر پرجمعیت جهان شناخته می‌شود و با جمعیتی حدود ۵ میلیون نفر طبق آمار مرکز مطالعات استراتژیک و منطقوی، ۲۰۲۳،در سال ۱٤۰۱ ه.ش و براساس آمار (MACROTRENDS,(2025 در حدود ۴،۵۸۹،۰۰۰ نفر ، پنجمین شهر از حیث رشد جمعیت در دنیا می‌باشد(مرکز مطالعات استراتژیک و منطقوی، ۲۰۲۳؛ MACROTRENDS, 2025) افزایش جمعیت و روند شهرنشینی باعث فشار بر منابع طبیعی شامل آب، خاک و هوا شده است. استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر؛ مانند زغال سنگ، نفت و چوب برای سوخت و گرم کردن منازل به خصوص در فصل زمستان باعث آلودگی هوا شده و سیستم اقلیمی شهر را مختل کرده است. همچنین، افزایش جمعیت منجر به ایجاد مناطق غیر پلانی شده است که حدود ۷۰-۹۰ درصد از مناطق مسکونی افغانستان را تشکیل می‌دهند. دولت در تلاش برای اصلاح و پلانی کردن این مناطق است. بر اساس معیارهای شهرداری کابل، ساختمان‌های رهایشی حویلی دار باید ٤۰-۵۰ درصد از مساحت را تحت ساختمان قرار دهند و بقیه مساحت به فضای سبز، گاراژ و پیاده‌روها اختصاص یابد. همچنین،

موقعیت ساختمان باید طوری باشد که آفتاب و هوا به راحتی به داخل اتاق‌ها وارد شوند (شاروالی کابل، Roach , 2019;۱۳۹۸). شهر کابل، یکی از شهرهای آسیب‌دیده‌ی افغانستان و یک شهر غیر پلانی و ناپایدار است که جمعیت حدود ۵ میلیون نفر را در خود جای داده و جمعیت آن روز به روز در حال افزایش است. این شهر بیشتر آب آشامیدنی خود را از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌کند که به عنوان یک منبع تجدیدپذیر، در حال کاهش است؛ به ویژه پس از ایجاد کارخانه‌های تصفیه آب. فضای سبز کافی در این شهر که طبق نورم UNEP برای کشورهای در حال توسعه به ازای هر فرد ۵-۲۰ متر مربع تخمین زده شده است، نیز در دسترس نمی‌باشد (مقبل و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین، در فصل زمستان استفاده از منابع تجدیدناپذیر، خصوصاً چوب بلوط، ارچه و زغال سنگ، بیش از حد است و به هوا که یکی از منابع طبیعی و اجزای محیط‌زیستی است، بسیار آسیب می‌رساند. همچنین، این مواد که بیشترین درصد آلودگی شهر کابل را تشکیل می‌دهند، موجب ایجاد محیط ناسالم و غیر بهداشتی شده و باعث مرگ و میر هزاران کودک، افراد ضعیف (زنان، کهن‌سالان) می‌گردد. افزون بر این، انرژی برقی کشور عزیز ما افغانستان بیش از ۸۰% وارداتی است از کشورهای تاجیکستان و ازبکستان و بقیه از داخل کشور تولید می‌شود؛ در حالی‌که؛ کشور ما ظرفیت تولید ۲۳ هزار مگاوات برق را دارد (Roach, 2019). اکثر نواحی کابل در برخی اوقات فاقد برق هستند. این معضلات و مشکلات نیاز به بررسی و پیشنهاد راهکارهای سبز دارند. بخصوص توجه به طبیعت، زندگی آرام، محیط سالم و پاک، صحت و سلامت، داشتن اکوسیستم‌های متنوع، هوای پاک، ظرفیت تولید انرژی مستمر و پایدار و استفاده از آن و ظرفیت قابل کشت بیشتر، از جمله خواست‌های بشر است؛ اما استفاده از سوخت و انرژی‌های ناپایدار و غیر مستمر نه تنها سبب آلودگی محیط و هوا می‌شود، بلکه باعث تخریب اکوسیستم‌ها و از بین رفتن پتانسیل اکوتوریزمی نیز می‌گردد. ساختمان سبز یک رویکرد مناسب برای ذخیره‌سازی آب از طریق جمع‌آوری آب باران و هدایت آن به سیستم آب‌های زیرزمینی است. با این حال، تاکنون در شهر کابل به دلیل نبود معیارها و مقررات مناسب از سوی نهادهای مربوطه به طور کامل اجرا نشده است؛ اما، با اجرای آن می‌توان به حفظ انرژی، آب، تنوع حیات مهاجر و بهداشت کمک کرد. ساختمان سبز نه‌تنها به محصولات بلکه به استراتژی ساخت و ساز، طراحی، عملکرد ساختمان و ترویج اقتصاد، بهداشت و سلامت خانواده‌ها اعمال می‌شود. این ساختمان ها، دارای اثرات مثبت اجتماعی و محیط‌زیستی است و به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌یی و بهبود بهداشت داخلی کمک می‌کند. ساختمان سبز به روش‌های مختلفی تفسیر شده است؛ اما به طور کلی، عملیات و طراحی ساختمان سبز باید به گونه‌یی باشد که تأثیرات کلی محیط‌های ساخته شده را بر صحت و سلامت انسان و محیط‌های

طبیعی کاهش دهد. بر اساس تحقیقات کاکر (۲۰۱۴)، ساختمان سبز باید به استفاده مؤثر از انرژی، آب و سایر منابع، حفاظت از سلامت و بهبود بهره‌وری ساکنین و کارکنان و کاهش زباله، آلودگی و تخریب محیط زیست توجه کند. مدیریت منابع، استفاده‌ی بهینه از تمامی منابع طبیعی و مصنوعی برای مدیریت ساختمان‌های سبز را شامل می‌شود(Kakkar, 2014). ساختمان‌ها تأثیرات گسترده‌ای بر محیط زیست دارند. در کشورهای صنعتی، این بخش تقریباً ٤٠% از منابع طبیعی استخراج‌شده را مصرف می‌کند، مسئول حدود ۷۰% از مصرف برق و ۱۲% از آب آشامیدنی است و بین ٤٥ تا ٦٥ درصد از زباله‌های دفن‌شده در محل‌های دفن زباله را تولید می‌کند. علاوه بر این، ساختمان‌ها سهم قابل‌توجهی در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند؛ به‌طوری‌که ۳۰% از این گازها مستقیماً از فعالیت‌های ساختمانی ناشی می‌شود، درحالی‌که ۱۸% دیگر به‌طور غیرمستقیم از فرآیندهای استخراج، تولید و حمل‌ونقل مواد ساختمانی به محیط زیست وارد می‌شود. کیفیت بد محیط‌های داخلی می‌تواند به مسائل بهداشتی کارکنان در ساختمان‌های اداری منجر شود و بهره‌وری آن‌ها را کاهش دهد. اتخاذ مواد و مصالح سازگار با محیط زیست در ساختمان‌های سبز یک رویکرد عالی برای رسیدن به اهداف تعیین شده است. انتخاب این مواد با حداقل بار محیط‌زیستی برای توسعه پایدار یک کشور مفید است(Sigh, 2018). ساختمان‌ها، به عنوان یکی از محصولات کلیدی این صنعت، تأثیرات را در طول چرخه‌ی حیات خود نشان می‌دهند. تأثیرات مثبت فعالیت‌های ساخت و ساز شامل تأمین نیازهای انسانی با ارائه ساختمان‌ها و امکانات، ایجاد فرصت‌های شغلی مستقیم و غیر مستقیم از طریق صنایع مرتبط و کمک به اقتصاد محلی است. به عنوان مثال، صنعت ساخت و ساز در استرالیا ۷,۷٪ از تولید ناخالص داخلی (GDP) را تشکیل می‌دهد و بیش از یک میلیون شغل فراهم می‌کند. تأثیرات منفی ساختمان‌ها شامل سر و صدا، دود و غبار، تراکم ترافیک، آلودگی هوا و آب و مشکلات دفع زباله در مرحله ساخت و ساز است. طبق گزارش شورای کسب و کار جهانی برای انکشاف پایدار، ساختمان‌ها ۴۰% از کل انرژی را مصرف می‌کنند. علاوه بر مصرف انرژی، ساختمان‌ها گازهای گلخانه‌یی (GHG) تولید می‌کنند و مسئول گرمایش جهانی هستند. پیش‌بینی می‌شود که انتشار گاز CO_2 توسط ساختمان‌ها در سراسر جهان تا سال ۲۰۳۵ به ۴۲,۴ میلیارد تن برسد که به معنای افزایش ۴۳% حجم کاربن دی‌اکسید هوا از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۳۵ است. علاوه براین، دفن زباله یک چالش جدید برای همه کشورها است که مشکلات مربوط به زمین را ایجاد می‌کند. پیش‌بینی آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) نشان می‌دهد که ساختمان‌های تجاری و نهادی تا سال ۲۰۵۰ دو برابر می‌شوند (Zuo & Zhao., 2014). ایجاد ساختمان سبز سبب حداقل‌سازی همچنین تقاضاها می‌گردد. اصل و هدف ساختمان سبز تضمین و تأمین سلامت

جسمی و روحی انسان‌ها بوده و آینده‌ی زمین را که رو به نابودی است، نجات داده و به نسل‌های بعدی فرصت زندگی توام با آسایش و آرامش دهد. فعالیت‌های توسعه ساختمان‌های پایدار که در سال ۱۹۷۰ توسط جنبش محیط زیست مطرح شد، سپس توسط نیروی ساختمان‌های کارآمد برای انرژی پاک ترویج یافتند. این تلاش‌ها به گسترش ایده‌ها در مورد بهترین روش‌های ساخت و ساز سبز اختصاص یافتند. طی ۳۰-۴۰ سال گذشته، بشر با چالش‌های محیط زیستی متعددی؛ همچون گرم شدن زمین، تخریب اوزون، کاهش منابع، کمبود انرژی، مسمومیت اکولوژیکی و انسانی و باران‌های اسیدی مواجه بوده است که نشان‌دهنده‌ی نیاز به تغییر در نحوه‌ی عملیات انسان‌ها است (Singh, 2018). ریشه‌های ساختمان سبز از جنبش محیط زیست در دهه‌ی ۱۹۷۰ نشأت می‌گیرد. کتاب" Spring Silence" توسط راچل کارسون و شوک‌های نفتی دهه‌ی ۱۹۷۰، نگرانی‌ها در مورد منابع انرژی و وابستگی آمریکا به نفت را برجسته ساخت. جنبش ساختمان سبز در ایالات متحده، دو تاریخچه متمایز دارد؛ یکی از دهه ۱۹۹۰ و دیگری از قرن ۱۹، رویدادهایی مانند روز زمین ۱۹۷۰ و ایجاد آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا، تأثیر بسزایی در شروع جنبش ساختمان سبز داشتند. در سال ۱۹۹۳، شورای ساختمان سبز ایالات متحده (USGBC) تشکیل شد، و به توسعه و ترویج استانداردهای ساختمانی سبز از جمله LEED پرداخت. این جنبش در سطح جهانی نیز گسترش یافت و در سال ۲۰۰۲، WorldGBCبه طور رسمی تأسیس گردید (Kibert, 2004). سپس، شوراهای ساختمانی سبز در کشورهایی، چون استرالیا، برزیل، کانادا، هند و غیره تشکیل شدند. استندردهای ساختمانی سبز، در کشورهای دیگر نیز توسعه یافتند، از جمله BREEAM در بریتانیا و "Green Mark"در سنگاپور. این استندردها به منظور بهبود کیفیت محیط زیست و کاهش اثرات بالقوه محیط زیستی ساختمان‌ها طراحی شدند.(Vishanthini et al., 2018) مالزیا نیز به عنوان کشوری در حال توسعه متوجه اهمیت صنعت ساخت و ساز در رشد کشور شده است و تلاش‌هایی برای توسعه ساختمان‌های سبز انجام داده است. ابزارهایی همچون مارک سبز در سنگاپور و شاخص ساختمان سبز GBI در مالزیا تاسیس شدند تا معیارهای صنعت ساخت و ساز سبز را تعیین کنند و به ارتقاء پایداری در محیط‌های ساخته شده کمک کنند (.(U.S. Green Building Council, 2016) . سازمان حفاظت محیط زیست[۱] ساختمان سبز را این‌گونه تعریف می‌کند: شیوه ایجاد استراتژی‌هایی که استفاده‌ی کارآمد از منابع را در سراسر چرخه‌ی حیات، از طراحی و ساخت تا بهره‌برداری، نگهداشت، نوسازی و تخریب، تضمین می‌کند. این رویکرد به مسائل اقتصادی، بهره‌وری، ماندگاری و رفاه توجه دارد.

[۱] Environmental Protection Agency

ساختمان‌های سبز به عنوان ساختمان‌های پایدار و با عملکرد بالا شناخته می‌شوند (Howe,2018). اهداف این تحقیق بررسی ایجاد ساختمان سبز بالای موثریت منابع انرژی و موثریت فضای سبز بالای آب و هوای شهر کابل می‌باشد.

روش تحقیق

تحقیقات اکثراً به اساس فرضیه صورت گرفته است؛ لذا این تحقیق از حیث هدف کاربردی، از حیث نوع، محسابوی-تحلیلی و از جداول، نرم افزارهای مرتبط به تحقیق، نورم و بررسی مطالب مرتبط استفاده شده است. این تحقیق در چند مرحله‌ی مختلف محاسبه و تحلیل شده است که قرار ذیل می‌باشد:

1. مطالعه اسنادی و مشاهدات ساحه‌یی؛
2. نرم افزار GIS و Sketchup pro 2019 برای مکان‌یابی و نشان دادن ساحه تحقیق؛
3. تحلیل با استفاده از روش سوات.[۲]

ساحه تحقیق

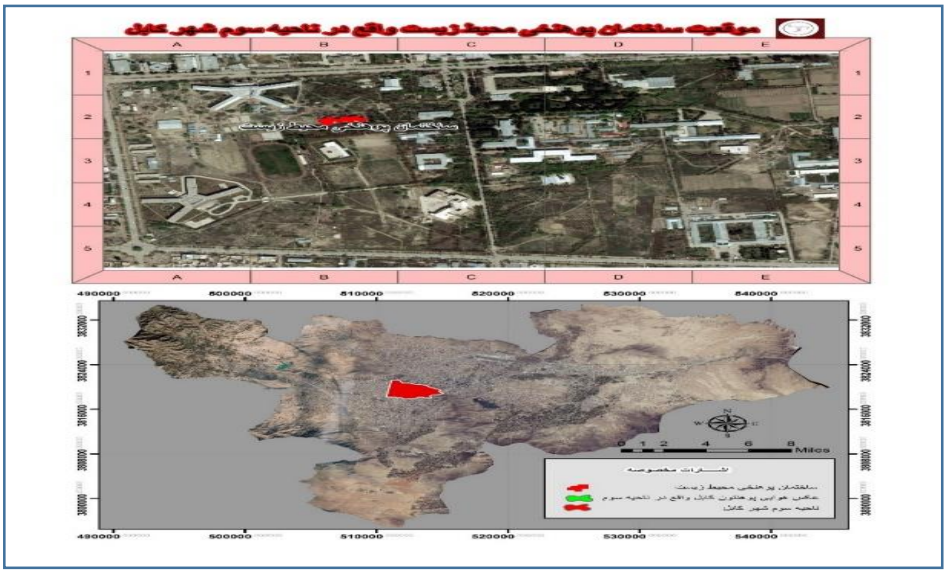
شهر کابل، پایتخت و بزرگ‌ترین شهر افغانستان بوده که در قسمت شرقی کشور واقع شده است. دارای نصف‌النهار و عرض البلد ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه عرض البلد شمالی و ٦۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول البلد شرقی گرینویچ می‌باشد که در ارتفاع ۱۷۹۸ متر از سطح دریا قرار دارد. شهر کابل به ۲۲ ناحیه تقسیم شده است. کابل پنجمین شهر از نظر سرعت رشد نفوس در جهان است. جمعیت آن از حدود ۱,۵ میلیون نفر در سال ۲۰۰۱ به حدود ۵ میلیون نفر در سال ۲۰۲۳ رسیده است. شهر کابل، در سال ۱۹۵۴ برای ۷۰۰,۰۰۰ نفر طراحی شده بود که این مسأله باعث شده که حدود ۷۰ درصد از ساکنان کابل در مناطق غیرپلانی زندگی کنند. کل مساحت ساخته شده در شهر کابل ۴۰,۱۴۳ هکتار است که از این میزان ۱۷,۳۳۵ هکتار برای استفاده مسکونی و ۱۰۰٦ هکتار برای استفاده تجاری است(Chaturvedi et al., 2020). همسایه شمالی ولایت کابل، ولایت پروان است. در قسمت شمال شرقی کاپیسا، شرق لغمان و ننگرهار، جنوب لوگر و از جنوب غرب به میدان وردک همسایه می‌باشد (مقبل و همکاران، ۲۰۱۷). بحث اصلی این تحقیق تأثیرات ساختمان سبز بر منابع انرژی و آب و هوای شهر کابل بوده که نسبت به بزرگی شهر و معلوم نبودن تعداد واحدهای مسکونی آن به‌طور دقیق، یک ساختمان از آن شهر را به‌عنوان نمونه انتخاب نموده و به تمامی جامعه تعمیم داده شده است.

ساختمان پوهنځی محیط زیست که دارای بیش از ۱۷۰۰ متر مربع مساحت بوده، از نوع ساختمان اداری محسوب می‌شود و در ناحیه سوم شهر کابل در پوهنتون کابل واقع شده است. این ساختمان از

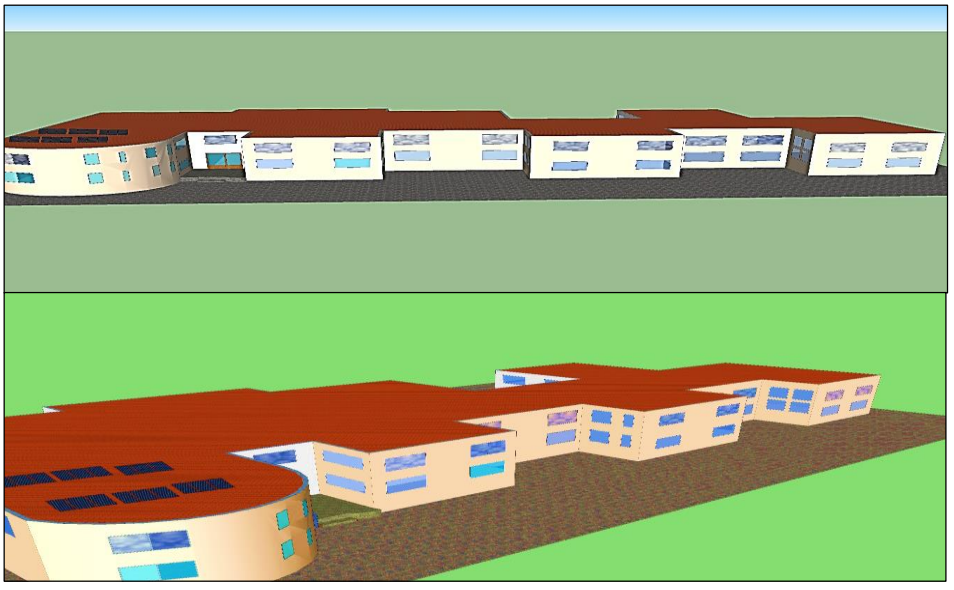
---

[۲] SWOT analysis

جمله ساختمان‌های تدریسی- اداری پوهنتون کابل محسوب می‌گردد و به طرف شمال غربی پوهنتون کابل نزدیک لیلیه طبقه ذکور، پوهنځی ریاضی و پالیسی عامه، پوهنځی شرعیات، میدان فوتبال و مسجد شریف واقع می‌باشد.



شکل۱: عکس هوایی ساختمان پوهنځی محیط زیست (محقق)



شکل۲: نقشه 3D مودل ساختمان پوهنځی محیط ز یست(محقق)

مراحل اجرای تحقیق

ساختمان مذکور که از لحاظ نوعیت در عصر حاضر از نوع ساختمان معمولی بوده که با تبدیل نمودن آن به ساختمان سبز می‌توان از جمله اصول حفظ منابع طبیعی را به دست آورد که اصول حفظ آن قرار ذیل میباشد:

مؤثریت انرژی

در بحث مؤثریت انرژی که از جمله اصول ساختمان سبز می‌باشد، در این تحقیق برای ساختمان مذکور از انرژی تجدیدپذیر در عوض انرژی غیر قابل تجدید اعم از لحاظ مصارف برقی و انرژی گرمایشی با استفاده از انرژی آفتابی با نصب سیستم سولر که برای ساختمان مذکور سیستم سولر، زاویه نصب آن‌را، میزان ساحه اشغال شده توسط این سیستم را محاسبه و برآورد نموده و اهمیت آن‌ر بیان می‌داریم و همچنان به صورت مشرح سیستم تهویه و بهترین عایق را برای ساختمان مذکور پیشنهاد می‌نماییم.

مؤثریت فضای سبز

فضای سبز ساختمان سبز یعنی فضای عمودی سبز که همانا دیوار سبز و بام سبز ساختمان می‌باشد. در این تحقیق میزان بام سبز، مقدرا دیوار سبز، نورم سرانه‌ی فضای سبز برای فی نفر و افزایش فضای سبز به خصوص بالای نورم فضای سبز برای هر نفر، فواید فضای سبز در ساختمان سبز، گیاهان برای فضای سبز و سیستم آبیاری را برای فضای سبز ساختمان مورد نظر مورد بررسی قرار خواهیم داد.

یافته‌ها و مناقشه

در بحث مطالعات اسنادی، از بررسی تحقیقات مشابه همچون ساختمان سبز در کویت، ساختمان سبز اداری در ایران، ساختمان سبز چین، تأثیرات انرژی ساختمان سبز و ده‌ها مورد مشابه ساختمان سبز مورد بررسی قرار داده گرفته است. برای دریافت مساحت و نشان دادن ساحه از نرم افزار GIS اندازه‌گیری عکس هوایی شهر کابل با ریسولشن ۰،۵ متر یعنی ضریب خطاء نیم متر از قسمت Measure tools نرم افزار GIS مساحت ساختمان مذکور در حدود ۱۷۳۰ متر مربع دریافت گردید که برای درست فهمیدن این‌که مساحت ساحه چند متر مربع است از متر دستی نیز عملاً در ساحه استفاده گردید. در این اندازه‌گیری مساحت ساختمان مذکور بیشتر از ۱۷۰۰ متر اندازه گردید که با قیمت حاصله از نرم افزار فوق، برابر می‌باشد. با توجه به اندک اختلاف موجود در این تحقیق، مساحت ساحه ۱۷۰۰ متر مربع در نظر گرفته می‌شود. جدول۱ مشخصات و نوعیت موارد داخلی و خارجی ساختمان مذکور را نشان می‌دهد که از بررسی در مورد ساختمان به دست آمده است.

جدول۱: مشخصات و نوعیت ساختمان پوهنځی محیط زیست(پوهنتون کابل،۱۴۰۱)

شماره	مشخصات	نوعیت
۱	مساحت	$m^2$۱۷۰۰
۲	طبقه	دو طبقه
۳	مصالح ساختمان	کانکریت
٤	سقف ساختمان	آهن پوش
۵	کف ساختمان	سنگ گرانیت
٦	کلکین و دروازه	چوب
۷	تشناب	عصری
۸	سیستم تخلیه فاضلاب	مدرن
۹	آشپزخانه	عصری
۱۰	آب مصرفی	چاه

جدول ۲: تعداد اتاقهای ساختمان پوهنځی محیط زیست (پوهنتون کابل،۱۴۰۱)

شماره	اتاق	نوعیت۲	تعداد
۱	صنف	درسی	۱۰
۲	اداره	اداری	۱۰
۳	تشناب	دست شویی	۳
٤	محافظ	حفاظت	۱
۵	کلینیک	خدمات صحی	۱
٦	تالار	کنفرانس	۱
۷	کمپیوتر لب	خدمات	۱
۸	آشپزخانه	آشپزی	۱
۹	کتابخانه	کتبخانه	۱

جدول ۳ : تعداد محصلین و دیپارتمنت ساختمان مذکور(پوهنتون کابل،۱۴۰۱)

دیپارتمنت	صنف	اوسط محصلین	مجموعه
مدیریت منابع	اول-چهارم	NA	NA
مدیریت حوادث	اول-چهارم	NA	NA
حفاظت محیط زیست	اول-چهارم	NA	NA
مجموعه کل ۵۲۰ محصل			

جدول٤: تعداد کارمندان بر حال پوهنځی محیط زیست (پوهنتون کابل،۱۴۰۱)

شماره	اداره	مسؤولیت	تعداد
۱	ریاست	کنترول	۱
۲	مدیزیت	تنظیم تدریس و محصلین	۲
۳	کارمندان اداری	همکار درامور تدریسی	۷
٤	کارمندان صحی	صحت	۷
۵	استادان	تدریس	۱۵

جداول فوق نشان‌دهنده‌ی تعداد و مشخصات داخلی ساختمان پوهنځی محیط زیست می‌باشد که طی آن تعداد کل افراد این ساختمان 544 نفر می‌گردد که به صورت پوره وقت و نیمه وقت مصروف تدریس و آموزش، محافظت، تنظیم و کنترول می‌باشند.

دستورالعمل برای ساختمان اداری سبز

امروزه یک ساختمان اداری سبز به طور معمول دارای تمام یا برخی از خصوصیات زیر می‌باشد (اردیبلی،۱۳۹٤):

1. سیستم عبور تهویه طبیعی یا مخلوطی از هر دو (مصنوعی و طبیعی).
2. نور طبیعی روز، سیستم‌های مصنوعی سایه‌اندازی برای کنترل آفتاب، تأثیر تهویه از طریق دودکش در مشارکت با دهلیز و بازدهی هزینه‌ی مصرف‌شده‌ی ساختمان‌های سبز با کاهش مصرف روزانه در ۸ الی ۱۰ سال اول باز می‌گرداند.

جدول۵: مقایسه‌ی ضوابط اجرایی برای ادارات سبز و ادارات سبز هوشمند (اردیبلی،۱۳۹۴)

مشخصات	ساختمان با طرح باریک گازی و برقی	ساختمان با طرح باریک تمام برقی	ساختمان با طرح عمیق گاز و برق	ساختمان با طرح عمیق تمام برقی
بار جزء	**(kwh/m2)**	**(kwh/m2)**	**(kwh/m2)**	**(kwh/m2)**
روشنایی	۱۰	۱۰	۱۵	۱۵
فن‌ها و پمپ‌ها	٦	۳	۱	۵
قدرت کوچک	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
گرمایش فضا	۴۰	۳۰	۴۰	۳۰
ذخیرهٔ آب گرم خانگی	۲	۵	۲	۵
مجموع برق	۳٦	٦۱	۴۳	۲۵
مجموع گاز	۴۲	-	۴۲	-
انتشار دی اکسید کربن	۳۴	۴۲	۳۹	۵۲

مؤثریت انرژی

افغانستان کشوری است که دارای ۳۰۰ روز آفتابی بوده و ظرفیت برق سولری آن ۲۲۲۰۰۰ مگاوات است. ساختمان پوهنځی محیط زیست واقع در پوهنتون کابل در ناحیه سوم شهر کابل قرار دارد. پتانسیل انرژی سولری کابل ۴۳۲,۰۳۲ مگاوات و اوسط شدت تابش آفتاب ۵,۷۳ کیلووات بر متر مربع در روز می‌باشد (Roach, 2019). یکی از اصول ساختمان سبز حفظ انرژی است که معمولاً این نیاز در ساختمان‌های معمولی توسط آب، زغال سنگ یا تیل دیزل برطرف می‌شود و به شبکه متصل است. برای تحلیل تأثیرات انرژی ساختمان سبز باید چند موضوع را در نظر گرفت:

- بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی، ساختمان‌های مسکونی هستند که تقریباً ۷۱% انرژی را مصرف می‌کنند. به‌دنبال آن، صنعت حدود ۷% و ساختمان‌های عام‌المنفعه و تجارتی حدود ۴% از انرژی را مصرف می‌کنند.
- نیاز به حداقل رساندن مصرف منابع اولیه انرژی مورد استفاده برای بهره‌برداری ساختمان‌ها.

این تدابیر باید منجر به آن شود که در ابتدا مصرف انرژی از منابع قابل تجدیدپذیر تأمین شود و بهتر است که تمام این سیستم‌ها و تکنالوژی‌ها به طور مستقیم در خود ساختمان یا نزدیکی آن نصب شوند. این تدابیر از پنج لحاظ باید مورد بررسی قرار گیرند:

1. بهترسازی ساختارهای احاطوی؛
2. هندسی؛
3. سیستم‌های مورد استفاده در تعمیر؛
4. بهره‌برداری؛
5. استفاده از انرژی قابل تجدید (تیموری، ۱۳۹۸).

اصول حفظ انرژی ساختمان سبز پوهنځی محیط زیست

در تعمیر مذکور برآورد انرژی آفتابی، سیستم تهویه و عایق مناسب تحلیل و برآورد شده است که به تحلیل آن می‌پردازیم:

برای سسیستم سولر به ۴ مورد تجهیزات نیاز می‌باشد که قرار ذیل اند:

- پنل آفتابی؛
- کنترول‌کننده چارج؛
- اینورتر؛
- باتری.

برای پروژه خود از سیستم‌های با تجمع انرژی برق که نیاز برق را حتی در زمانی‌که آفتاب هم نباشد، برآورده می‌سازد، انتخاب می‌نماییم. ولتاژ این سیستم ۱۲ الی ۲۴ و لوازم برقی ۲۳۰ ولت طراحی شده می‌باشد که توسط اینورتر می‌توان ولتاژ را بدان اتصال داد.

شرایط واقعی در محاسبه‌ی سیستم آفتابی ساختمان مورد نظر:

- تأثیر شعاع آفتاب به روی پنل آفتابی؛
- فصل‌های سال؛
- انتروال زمان اتصال لوازم برقی منزل؛

- محل جاگذاری پنل آفتابی؛
- محل نصب باید به سمت جنوب و یا مایل به ۳۰-۶۰ درجه باشد.

حال با دانستن چنین شرایط به محاسبه شبکه خود می‌پردازیم که این محاسبه در تعمیر مذکور در چند مرحله صورت گرفته است که قرار ذیل می‌باشد:

1. برای اینکه سیستم سولری را برای تعمیر مذکور تعیین نماییم ابتدا باید مقدار مصرفی برق ساختمان را بدست بیاوریم که در جدول ذیل آن‌را تعیین نمودیم:

جدول ٦: میزان مصرفی لوازم برقی خانگی و اداری (تیموری، ۱۳۹۸؛ اردیبلی، ١٣٩٤)

شماره	وسایل	اوسط توان مصرفی (وات)	ساعت مصرفی	تعداد	مورد ضروت به وات-ساعت
۱	گروپ ال ای دی یا فلورسنت	۲۴	۵	۱۰	۱۲۰۰
۲	کمپیوتر یا لپ تاپ	۳۳۰	۳	۹	۸۹۱۰
۳	مکسر میوه	۳۰۰	۱	۱	۳۰۰
۴	تلویزیون LCD ۵۰ inch	۱٦۰	۸	۱	۱۰۴۰
۵	چارجر مبایل	۱۰۰	۲	۹	۱۸۰۰
٦	واترپمپ	۵۰۰	۱	۱	۵۰۰
۷	ماشین لباس شویی	۱۵۰۰	۱	۱	۱۵۰۰
۸	اتوی برقی	۲۰۰۰	۱	۱	۲۰۰۰
۹	کولر ، ایرکندیشن	۵۳۰	۸	۳	۱۲۷۲۰
۱۰	فریزر	۱۵۰	۲۴	۱	۳٦۰۰
۱۱	یخچال	۱۰۰	۲۴	۱	۲۴۰۰
۱۲	هواکش	۳۵	۸	۲	۵٦۰
۱۳	تصفیه اب	۷۰	۸	۱	۵٦۰
۱۴	آبگرمی	۲۰۰۰	۱	۱	۲۰۰۰
۱۵	بایلر	۳۰۰۰	۸	۱	۲۴۰۰۰
۱٦	اسکنر	۴۰	۲	۲	۱٦۰
۱۷	پرنتر	۵۰۰	۲	۲	۲۰۰۰
۱۸	دستگاه فوتوکاپی	۱۵۰۰	۲	۱	۳۰۰۰
۱۹	موودم وایرلس	۵۰	۸	۲	۸۰۰
۲۰	منقل برقی	۲۲۰۰	۲	۱	۴۴۰۰
					KWh۷۳,۴۵

در صورتی‌که برای ساختمان مذکور ماشین لباس‌شویی، فریز و مکسر میوه را از جدول حذف نماییم مجموعه مصرفی ساختمان سبز مذکور به KWh ٦٨,٠٥ می‌رسد.

دریافت مقدرا مصرفی در ماه و سال قرار ذیل می‌باشد:

- مصارف ماهانه= ۶۸,۰۵*۳۰= ۲۰۴۱,۵ KWh/month؛
- مصارف سالانه= ۲۰۴۱,۵*۱۲= ۲۴۸۳۸,۲۵ Kwh/year.

2. مرحله دوم بعد از این‌که مقدار مصرف لوازم برقی از جدول فوق دریافت گردید، محاسبه مقدار و تعداد پنل مورد ضرورت را انجام می‌دهیم که در این مرحله موقعیت جغرافیایی، حد اوسط تابش آفتاب در یک منطقه برحسب مساحت از جمله مهم‌ترین پارامترهای است که برای محاسبه در تعمیر مذکور به کار برده می‌شود. در این صورت محاسبه سولرسیستم ساختمان مذکور قرار ذیل می‌باشد:

طبق تجربه، یک پنل آفتابی با ظرفیت ۲۵۰ وات در قسمت‌های جنوبی و مرکزی کشور حدود ۱۲۰۰ وات ساعت و در قسمت‌های شمال کشور حدود ۹۵۰ وات ساعت برق تولید می‌نماید. بنابراین، برای محاسبه سیستم، از پنل‌های ۳۴۰ وات ساعت استفاده می‌شود که هر پنج پنل در ۵ ساعت آفتاب مطلق ۱۷۰۰ وات ساعت برق تولید می‌کنند.

در نتیجه تعداد پنل‌های مورد نیاز برای تأمین برق ۱۷۰۰ وات ساعت در روز با ۵ ساعت آفتاب مطلق، برای تعمیر مذکور که مصرف آن ۶۸ کیلووات ساعت می‌باشد، ۴۰ عدد پنل ۳۴۰ وات ساعت است.

دو نوع پنل وجود دارد: مونوکرستالی و پلی‌کرستالی. پنل مونوکرستالی نسبت به پنل پلی‌کرستالی بازدهی بیشتری دارد و نسبت به پلی‌کرستالی گران‌تر است. بازدهی پنل مونوکرستالی تقریباً ۱۷% می‌باشد (تیموری، ۱۳۹۸).

برای تعیین ظرفیت باتری و تعداد باتری در قدم نخست ظرفیت باتری‌های موجود را در کشور درمیابیم که در بازارهای افغانستان باتری‌های با قدرت ۱۰۰-۲۰۰ Ah (امپیر-ساعت) موجود می‌باشد که با محاسبات ذیل می‌توان تعداد باتری‌ها را بدست آورد:

100 Ah* 24v=2400Wh or 2.4KWh

برای دانستن تعداد باتری باید مصرف را بر توان باتری طور ذیل تقسیم نماییم:

68.05/2.4KWh=28.3 pcs

برای افزایش طول عمر باتری، توصیه می‌شود که ۵۰ تا ۷۰ درصد از انرژی آن مصرف شده و سپس مجدداً شارژ گردد. در این حالت، تعداد باتری‌ها باید دو برابر شود، یعنی ۵۶ عدد. چنانچه بخواهیم این میزان برق را در روزهای ابری و غیر آفتابی نیز تأمین کنیم، لازم است دوباره تعداد باتری‌ها را دو

برابر نماییم. در این صورت، به ۱۰۲ عدد باتری ۱۰۰ آمپرساعت یا ۵۶ عدد باتری ۲۰۰ آمپرساعت نیاز خواهیم داشت.

در نتیجه برای تکافوی میزان برق ساختمان مذکور به ۱۰۲ عدد باتری ۱۰۰ امپیر- ساعت نیاز خواهیم داشت.

تعیین ظرفیت باتری از تقسیم تعداد روزهای آفتابی بر باتری بدست می‌آید. یعنی باتری 24v پیشنهاد شده است؛ ولی این‌که چه مقدار بازدهی دارد قرار ذیل بدست می‌آید:

Battery Capacity=300/24v= 12.5Ah

و چون ظرفیت باتری ۱۰۰ درصد بازدهی ندارد؛ پس در این صورت ۸۰ درصد را در نظر می‌گیریم (تیموری، ۱۳۹۸). دراین صورت ظرفیت باتری قرار ذیل می‌باشد:

ظرفیت باتری=۱۲,۵÷۰,۸= ۱۵,۶۲Ah

در نتیجه باتری‌های بزرگ‌تر و استندرد با ظرفیت بالاتر بین ۱۵-۳۰ امپیر ساعت از نوع دیپ سایکل اسید- سرب در این تحقیق پیشنهاد شده است.

3. مرحله سوم: شارژ کنترلر دستگاهی است که بین پنل و باتری قرار می‌گیرد. ولتاژ و جریانی را که از پنل می‌آید تنظیم می‌کند؛ یعنی از اضافه چارج نمودن باتری‌ها هنگام افزایش ولتاژ پنل جلوگیری می‌نماید. انواع مختلف شارژ کنترلر و جود دارد که ما به این پروژه‌ی خود از نوع MPPT پیشنهاد می‌کنیم.
4. در مرحه اخیر برای این‌که برق آفتابی DC به برق نگهداری شده AC تبدیل گردد به اینورتر نیاز داریم که به سه نوع می‌باشد: موج مربعی، ۲. موج شبیه سینوسی و ۳. سینوسی خالص. موج مربعی برای تمام وسایل کارا نبوده، موج شبیه سینوسی به صورت متوسط؛ ولی سینوسی خالص برای تمام و سایل کارا می‌باشد. از جمله بخاری، یخچال و ایرکندیشن که اینورتر از نو سینوسی خالص را برای شبکه‌ی خود در نظر می‌گیریم.

تحلیل فواید مؤثریت انرژی ساختمان مذکور

- با رعایت اصول انرژی ساختمان سبز پوهنځی محیط زیست با ظرفیت ۶۸ KWh به تعداد ۴۰ پنل با ظرفیت ۳۴۰ وات-ساعت که در ۵ ساعت مطلق آفتاب به میزان ۱۷۰۰ وات-ساعت برق تولید می‌نماید.
- ساختمان مذکور از انرژی پاک و قابل دسترس استفاده نموده که برای ذخیره کردن این مقدار انرژی به ۱۰۲ باتری ۱۰۰ امپیر-ساعت و یا ۵۶ عدد باتری ۲۰۰ امپیر نیاز می‌باشد.

- اینورتر تبدیل‌کننده برق DC به ۵Kva AC با ورودی جنراتور ۳۰ امپیر و شارژ کنترولر MMPT با ظرفیت ۲۸۰ امپیر به تعداد ۳ عدد برای این تحقیق پیشنهاد می‌گردد.
- با ساخت این سیستم می‌توان در ساختمان مذکور ماهانه از مبلغ ۴۱۵۶۵ افغانی صرفه‌جویی نمود. همچنان در صورت استفاده از اجاق برقی در عوض گازی که از انرژی سولر نیاز آن تأمین شود، در صورتی‌که مصرف روزانه‌ی گاز تعمیر مذکور ۱,۵ کیلو گرام گاز مایع باشد و قیمت آن فی کیلو ۷۰ افغانی باشد؛ در این صورت ماهانه از ۳۱۵۰ افغانی می‌توان صرفه به عمل آورد. علاوه براین‌که از آلودگی هوا جلوگیری نمود. در کل می‌توان در صورت استفاده نکردن از گاز در عوض منقل برقی استفاده شود، با صرفیه بل برق می‌توان از ۴۴۷۱۵ افغانی هر ماه جلوگیری و صرفه‌جویی نمود.
- در صورتی‌که از منابع غیر قابل تجدید؛ مانند ساختمان معمولی استفاده به عمل آید. یعنی از چوب و زغال سنگ طی فصول سرد سال و قیمت هر تن چوب بلوط در بازار افغانستان ۱۵۰۰۰ افغانی باشد و همچنان میزان مصارف روزانه تعمیرات معمولی روانه ۱۰,۵ کیلوگرام در روز باشد که هر کیلو گرم چوب به میزان ۴,۷۲۵ کیلوگرام انرژی تولید می‌نماید که تقریباً ۴۹% حاوی کاربن، ۰,۵ درصد حاوی سلفردای‌اکساید بوده که با تبدیل نمودن ساختمان مذکور به ساختمان سبز می‌توان از ۱۵۰۰۰ افغانی در ساختمان مذکور در فصل زمستان صرفه‌جویی نمود. علاوه بر آن با رعایت این اصل می‌توان از انتشار ۸۲,۸ کیلو گرام کاربن دای اکساید به هوا جلوگیری نمود.
- عایق و سیستم تهویه که در این تحقیق در نظر گرفته شده است (عایق صوتی از نوع آکوسیستیک و عایق حرارتی از نوع فایبر گلاس و همچنان فضای سبز نیز به صورت عایق می‌باشد. همچنان در سیستم تهویه کلکین با کارایی ۸۰ درصد از نوع PVC و شیشه‌های دوجداره برای حفظ حرارت در ساختمان مذکور پیشنهاد می‌گردد).

مؤثریت فضای سبز

فضای سبز شهری به سه بخش تقسیم شده است که عبارتند از: فضای سبز بهینه‌یی یا کاربردی، فضای سبز خطی و فضای سبز عمودی که هر کدام به نوبه‌ی خود به شاخه‌های فرعی دیگر تقسیم می‌گردد. در این تحقیق، تنها به فضای سبز عمودی که شامل دو نوع اصلی—دیوار سبز و بام سبز—می‌باشد و در معماری پایدار به کار گرفته می‌شود، پرداخته شده است. این نوع فضای سبز به‌عنوان یکی از اهداف توسعه پایدار شهری محسوب می‌شود. از یک سو، نمای ساختمان به شکلی طبیعی جلوه پیدا می‌کند و از سوی دیگر، به کاهش آلودگی‌های محیطی از جمله آلودگی هوا، آب، صوت و خاک کمک می‌کند که همگی از منابع حیاتی طبیعی به شمار می‌روند.

فضای سبز عمودی دارای کارکرد گوناگون می‌باشد که از جمله می‌توان به زیباسازی محیط، کاهش آلودگی‌ها، ذخیره‌سازی انرژی، کنترول باران‌های سیلابی، تأمین مواد غذایی و حفظ تنوع حیات نام برد (معاونیت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ایران ، ۱۳۸۹).

برآورد دیوار سبز ساختمان پوهنځی محیط زیست

قبل از برآورد دیوار سبز ساختمان مذکور باید در باره فناوری دیوار سبز معلومات حاصل نمود. پوشش گیاهی می‌تواند به عنوان یکی از مصالح ساختمانی افزودنی در نتیجه‌ی پوشاندن سطح عمودی یا همان دیوارهای ساختمان با گیاهان و افزایش عملکردهای نماهای ساختمان هستند که به عنوان دیوار سبز، باغ عمودی و دیوارهای علفی شناخته می‌شوند. طبقه‌بندی دیوار سبز به طور کلی به اساس کشت دو دسته دیوارهای زنده و نمای سبز دسته‌بندی می‌شود. سیستم دیوار زنده شامل پنل‌های مدولار (ساحه کشت نبات؛ مانند خاک یا هر محیط کشت دیگر) شامل محلول غذایی متعادل مصرفی برای تأمین تمام یا بخشی از احتیاجات غذایی و گیاه است (کلیایی و همکاران، 1396).

مراحل برآورد دیوار ساختمان سبز قرار ذیل اند:

1. در ابتدا باید دیوار مقاومت کامل و اعیار را داشته باشد.
2. گیاهان دونده در دیوارها با کیبل‌های مقاوم در نظر گرفته شود.
3. فاصله‌ی هر دیوار سبز خصوصاً نمای سبز که توسط کیبل به دیوار بند می‌باشد نظر به مساحت تعمیر انتخاب شود.
4. مساحت عمومی دیوارهای ساختمان از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

حجم ساختمان = (a.b.h)۱۷۰۰ * ۷,۵ = ۱۲۷۵۰ متر مکعب

در نتیجه، مساحت دیوار سبز ۱۲۷۵۰ مترمربع می‌باشد.

برآورد بام سبز ساختمان پوهنځی محیط زیست

بام عموماً حجم بیشتر و وزن کم‌تر را می‌توان تحمل نماید. بام سبز از جمله رویکرد نوین معماری و شهرسازی و از جمله اهداف انکشاف پایدار می‌باشد و نظر به عمق لایه‌ی کاشت، نوع گیاهان فضای سبز و میزان تأسیسات مورد نیاز به ۳ بخش تقسیم شده است که عبارتند از بام وسیع یا گسترده، بام متمرکز یا فشرده و ترکیب از این دو بام.

جدول ۷: انواع بام با قابلیت رویکرد سبز (کلیایی و همکاران، 1396)

خصوصیات بام	ویژگی	نواقص
بام وسیع	- وزن بام را الی ۷۰-۱۷۰ kg افزایش می‌دهد. - هزینه کمتر و نیازمند حداقل نگهدای می‌باشد. - لایه کاشتی پایین الی ۵-۱۵ cm دارد.	تنها منافع محیط‌زیستی دارد.
بام متمرکز	- لایه کشت ضخیم دارد ۲۰-۶۰ سانتی متر. - محدوودیت کشت نظر به انتخاب گیاه ندارد. - در حال اشباع ۲۹۰-۹۷۰ کیلو گرام وزن دارد.	- وزن سنگین دارد. - به تمام بام‌ها سازگار نمی‌باشد. - نیاز مند نگهدار آب‌یاری و سایر مراقبت‌ها است
ترکیب دو نوع	این نوع پوشش گیاهی بر روری تمام بام‌ها سازگاری دارد.	نواقص ندارد.

برآورد بام سبز ساختمان مذکور از رابطه ذیل به دست میاید:

مساحت بام سبز=۱۷۰۰- محل نصب سولر سیستم -۳۰۰ =۱٤۰۰ متر مربع

در نتیجه، مساحت بام سبز ۱٤۰۰ متر مربع برآورد شده است که می‌توان با استفاده از گیاهانی مانند چمن، فضایی دل‌انگیز و آرامش‌بخش ایجاد کرد.

فواید فضای سبز ساختمان سبز پوهنځی محیط زیست

فواید سبز ساختمان بالای دما، غلظت کاربن دای اکساید و رطبت نستی عموماً بعد از اجرایی ساختن آن توسط وسایل پیشرفته دیتالاگر دما و رطوبت؛ مانند لوفت-اوپس[۳] دهم محصول شرکت ایتالیایی و سایر وسایل سنجش دما، رطوبت نسبتی و غلظت کاربن از پشت بام تعیین می‌گردد که فواید ساختمان سبز نسبت به ساختمان معمولی نظر به دما، رطوبت و غلظت که از تحقیقات و تجربیات حاصل شده است، بیان می‌داریم:

- مقبل ،(۱۳۹٦)، در مقاله‌اش تحت عنوان اثر بام‌های سبز بالای غلظت کاربن، حرارت و رطوبت نسبتی با استفاده از وسیله‌ی لوفت-اوپس دهم دریافت که دمای ساختمان سبز ۱,۴-۱.۱ درجه سانتی گراد نسبت به ساختمان معمولی کم‌تر بوده است، رطوبت نسبتی ۱۰-۱۷,۵% بیشتر از بام معمولی و غلظت کاربن دای اکساید ppm ۳۴-۲۰ کم‌تر از بام معمولی می‌باشد (مقبل و همکاران، ۱۳۹٦). همچنان راه‌اندازی دیوار سبز می‌تواند کاهش درجه حرارت ساختمان را از رنج ۱-۱۰ درجه سانتی‌گراد و صرفه‌جویی در مصرف انرژی را تا ٦۵% افزایش دهد(کلیایی و همکاران، 1396).

[۳] Lufft-opus

- دیگر از فواید فضای سبز عمودی ساختمان مذکور افزایش سرانه‌ی فضای سبز می‌باشد که طی تحقیقات این مزیت ساختمان مذکور را محاسبه نمودیم:

کل مساحت فضای سبز ساختمان= مساحت دیوار سبز + مساحت بام سبز =۱۲۷۵۰+۱۴۰۰= **۱۴۱۵۰** متر مربع می‌شود که با توجه به جدول ذیل سرانه را برای هر فرد به متر مربع تعیین می‌نماییم:

جدول ۸: سرانه‌ی فضای سبز برای فی نفر در متر مربع (کلیایی و همکاران،۱۳۹۶؛ بارک،۱۳۹۶)

افراد سازمان و کشورها	سرانه به متر مربع
سازمان برای اسکان	۲.۲ متر مربع
فرانسه	۱۸ متر مربع
امریکای لاتین	۱۵ متر مربع
انگلیس	۱۰ متر مربع
فضای سبز برای شهرهای پر جمعیت	۱۵-۵۰ متر مربع
اداره محیط زیست سازمان ملل متحد	۵-۲۰ متر مربع
وزارت شهرسازی کشور	۸,۱ متر مربع
سازمان ملل	۲۰-۲۵ متر مربع

در جدول فوق، نورم فضای سبز از طرف وزارت شهرسازی در حدود ۸,۱ متر مربع بین سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۴ مدنظر گرفته می‌شد، که فعلاً ۵ متر مربع به‌طور اوسط در شهرها مدنظر گرفته می‌شود. همچنان UNEP برای کشورهای کم‌درآمد رنج ساحه سبز را ۵ متر مربع محاسبه می‌کند (بارک، ۱۳۹۶). نظر به نورم فوق سرانه‌ی حاصله از ساختمان سبز مذکور را محاسبه می‌نماییم:

- نورم فضای سبز = ۸,۱ یا ۵ متر مربع؛
- کل فضای سبز ساختمان مذکور ۱۴۱۵۰ متر مربع؛
- تعداد افراد ساختمان ۵۴۴ نفر.

سرانه‌ی حاصله از ساختمان =۵۴۴/۱۴۱۵۰=۲۶ متر مربع که معادل به نورم سازمان ملل می‌باشد و از نورم وزارت شهرسازی کشور ۵ برابر بیشتر می‌باشد.

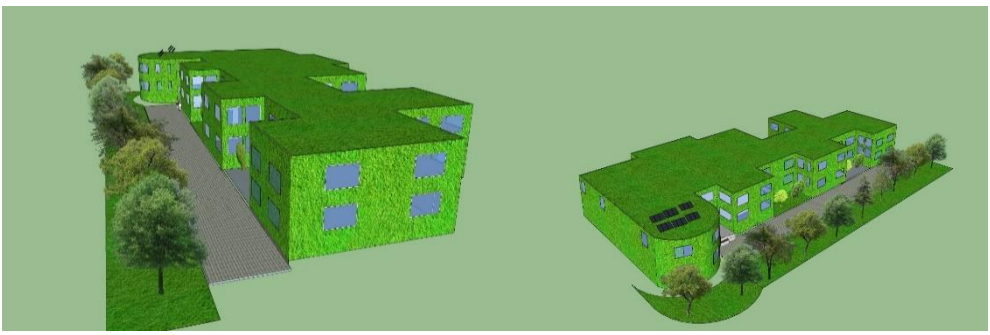
انتخاب گیاهان در این تحقیق نظر به موقعیت جغرافیایی، فصول سال، حرارت منطقه و بارندگی تعیین می‌گردد که از جدول ذیل می‌توان گیاهان ساختمان را انتخاب نمود:

جدول ۹: گیاهان برای فضای سبز (*معاونیت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ایران*

شماره	نام علمي	نام فارسي	ويژگي‌هاي بصري			پراکنش جغرافیایی
۱	*Abies alba*	سدوم	متوسط	هرمي مخروطي	سبز درخشان	هيركاني-زاگرسي
۲	*Acer palmatum Thunb*	درختچه لیندا	نرم تا متوسط	پهن	سبز روشن	هيركاني-ارسباراني- زاگرسي
۳	*Aesculus Hippocastanum*	شاه بلوط هندي قرمز	متوسط تا زبر	كروي	سبز تيره	هيركاني- ارسباراني-زاگرسي- ايران وتوراني
٤	*Aesculus parviflora*	نوعي شاه بلوط هندي	زبر	بيضي	سبز روشن	هيركاني- زاگرسي-ايران توراني
٥	*Albizzia julibrissin*	گل ابريشم	زبر	پهن	سبز روشن	هيركاني- ارسباراني- زاگرسي- ايران وتوراني
٦	*Berberis ottawensis*	زرشك قرمز	نرم تا متوسط	پهن گسترده	قرمز	هيركاني- ارسباراني- زاگرسي- ايران وتوراني
۷	*Berberis thunbergii*	زرشك ژاپني	نرم تا متوسط	بيضي	سبز گاهي ارغواني	هيركاني- ارسباراني- زاگرسي- ايران وتوراني
۸	*Betula pendula*	توس	نرم تا متوسط	بيضي	سبز درخشان	هيركاني- ارسباراني- زاگرسي- ايران وتوراني
۹	*Castanea sativa*	شاه بلوط	متوسط تا زبر	كروي نا بيضوي		هيركاني

سایر فواید فضای سبز ساختمان مذکور؛ مانند دیگر مزایایی فضای سبز می‌باشد که چندی آن‌را ذکر می‌نماییم:

1. کنترول آلودگی هوا، خاک،آب و صوتی؛
2. تأثیرات مثبت بالای تغیرات اقلیمی؛
3. گردش‌گری؛
4. حفظ تنوع حیات شهری و افزایش تولیدات اکوسیستمی شهری؛
5. افزایش بیومس خاک و جلوگیری از فرسایش آن.



شکل۳: منای جنوب غربی و جنوب شرقی ساختمان پوهنځی محیطزیست (محقق، ۱۴۰۱)

تخمین ساختمان سبز برای شهر کابل با تأثیرات آن

در صورتی‌که واحدهای مسکونی شهر کابل ۵۰۰ متر مربع اوسط آن در نظر گرفته شود و نفوس آن در سال، ۲۰۲۴و ۲۰۲۵ طبق تخمین و استفاده از نورم NRVA به بیشتر از ۴,۵ میلیون برسد؛ پس با تبدیل نمودن ساختمان‌های معمولی به ساختمان سبز می‌توان مؤثریت آب، انرژی و فضای سبز آن‌را طور زیر محاسبه نمود:

با استفاده از نورم تعداد افراد هر واحد ۷,۵ نفر در هر واحد مسکونی که در سال ۲۰۱۱ توسط سازمان NRVA تعیین گردید(UNHabitat, 2015). می‌توان تعداد واحد مسکونی شهر کابل از طریق آمار MACROTRENDS,(2025) ، که نرخ افزایش نفوس بین ۳,۱۵% درصد سالانه و نفوس فعلی ۴،۵۸۹،۰۰۰ نفر، در سال ۲۰۲۳، برای شهر کابل تعیین نموده؛ سرانه‌ی فضای سبز، میزان ضرورت آب و میزان ضرورت انرژی برقی را بدست آورد.

جدول ۱۰: حد اوسط نیاز ساختمان‌های شهر کابل (محقق،۱۴۰۱)

منازل مسکونی سال ۲۰۲۵	افراد در هر واحد	اوسط مساحت منازل	نرخ رشد نفوس	اوسط انرژی مصرفی روزانه هر واحد	فضای سبز مورد نیاز ۲۵ متر مربع فی نفر
٦٥٠،٢٦٧	۷,۵ نفر	۵۰۰ متر مربع	۳,۴در صد	Kwh۱۰	HA۱۸٦۹۰

جدول ۱۱: مؤثریت فضای سبز ساختمان‌های شهر کابل (محقق،۱۴۰۱)

بام هر واحد مسکونی ۵۰۰ متر مربع ۹۸ درصد بام سبز	هر واحد مسکونی دیوار سبز ۳-٦ متر	کل فضای سبز ساختمان
٤٩٠ متر مربع	١٤٧٠ مترمربع ٢٩٤٠ متر مربع	١٩٦٠ متر مربع دریک طبقه یی ٣٤٣٠ متر مربع در ارتفاع ٦ متر
کل فضای سبز ساختمان‌های شهر کابل		**Ha٢٨٦,٧٦٨**

در جدول فوق علاوه بر تکافوی نیاز فضای سبز برای هر فرد حتی10 برابر بیشتر فضای سبز مورد ضرورت سرانه‌ی فضای سبز را افزایش می‌دهد.

جدول ۱۲: مؤثریت انرژی ساختمان سبز شهرهای کابل(محقق،۱۴۰۱)

مصرف هر واحد در روز Kwh	مصرف ماهانه	قیمت هر کیلوات-ساعت	مبلغ قابل تادیه
KWH ۱۰	KWh۳۰۰	۳,۷ افغانی	**۱۱۲۵ افغانی**

به طور اوسط در صورتی‌که سولرسیستم 10 کیلو وات-ساعت نصب گردد، می‌توان سالانه از مبلغ 152054232 دالر صرفه‌جویی نمود.

جدول ۱۳: تحلیل SOWT (محقق،۱۴۰۱)

قوت	ضعف
- تأمین مصارف انرژی برقی؛ - تأمین مصارف انرژی گرمایشی؛ - تأمین منابع آبی آشامیدنی و مصرفی؛ - کنترول آلودگی هوا؛ - کنترول آلودگی صوتی؛ - کنترول آلودگی خاک؛ - تأمین امنیت روحی و سلامتی بدن؛ - هزینه مصرف کم‌تر؛ - نوآوری در پروسه طراحی؛ - مزایایی اقتصادی بلندمدت؛ - حفظ خدمات اکوسیستمی.	- اقتصاد ضعیف مردم؛ - بلند بودن هزینه ساخت؛ - بلند بودن هزینه تأسیسات مواد اولیه ساختمان؛ - نداشتن استندرد مناسب ساختمان‌سازی سبز؛ - عدم تشویق در تغیر دادن ساختمان معمولی به ساختمان سبز؛ - عرضه انرژی تابع وضعیت آب و هوایی؛ - عدم دست‌رسی همگانی به مواد سوخت ساختمان سبز؛ - مشکلات نگهداری؛ - مسایل تکنالوژیکی.
فرصت	**تهدید**
- جذب توریست‌ها؛ - ایجادسرمایه‌ی خودمحوری با حذف مصارف؛ همچون بل برق؛ - بیشتر ساختن تنوع حیات شهری؛ - ایجاد فضای امن صحی؛ - استفاده‌ی دوباره از مواد ساختمانی؛ - کاهش مصرف انرژی و استفاده از منابع تجدید پذیر.	- اقتصاد ضعیف دولت و مردم؛ - دقت بیشتر نگهداری؛ - عدم متخصصین ساختمان سبز؛ - عدم دولت مستقل و متمرکز؛ - ارزان بودن منابع فوسیلی؛ - آشنا نبودن مردم با تکنالوژی نوین.

نتیجه‌گیری

تحقیق انجام شده تحت عنوان تأثیرات ساختمان سبز بر مؤثریت منابع انرژی و فضای سبز در شهر کابل بیش از ده‌ها تحقیق و مطالعه موردی را بررسی و تحلیل کرده است. به دلیل بزرگی شهر کابل و نامعلوم بودن مساحت واحدهای مسکونی و تعداد نفوس دقیق، یک ساختمان به‌عنوان نمونه انتخاب شد و مؤثریت فضای سبز و انرژی آن محاسبه و تحلیل گردید. سپس به‌صورت تخمینی برای شهر کابل با استفاده از نورم تعداد فی واحد ۷,۵ نفر، مؤثریت ساختمان سبز بررسی و محاسبه شد. در این تحقیق، نیاز به ساختمان‌های سبز در شهر کابل به دلیل مشکلاتی همچون آب و هوای آلوده، کمبود

انرژی و سایر مسائل بررسی گردید. نتایج حاصل از تحقیق بر روی ساختمان پوهنځی محیط زیست که به ساختمان سبز تبدیل شده به شرح زیر است:

- در بحث مؤثریت انرژی، سیستم سولری ساختمان مذکور برآورد و محاسبه شد. میزان مصرف برق این ساختمان ٦٨ کیلـووات ساعت است و برای تولیـد این مقـدار بـرق از پنل آفتـابی ۳۴۰ وات-ساعت استفاده شد. تعداد ۴۰ پنل و ۱۰۲ باتری ۱۰۰ آمپرساعتی نیاز است و با تابش مطلق ۵ ساعت هر پنل ۱۷۰۰ وات‌ساعت برق تولید می‌کند. با رعایت این اصول، می‌توان از انتشار ۸۲,۸ کیلوگرام کاربن دی‌اکساید به هوا جلوگیری کرد و همچنین با نصب سیستم سولری می‌توان ماهانه ۴۱٥٦٥ افغانی صرفه‌جویی نمود. با در نظر گرفتن مصرف روزانه‌ی ۱,۵ کیلوگرم گاز می‌توان ۴۴۷۱۵ افغانی ماهانه صرفه‌جویی کرد.
- این تحقیق فضای سبز عمودی ساختمان یعنی دیوار سبز و بام سبز را مورد مطالعه قرار داده که مساحت بام سبز در تحقیق ۱۴۰۰ متر مربع، دیوار سبز ۱۲۷۵۰ مترمربع و کل فضای سبز ساختمان مذکور ۱۴۱۵۰ متر مربع می‌باشد که برای فی نفر ۲۵ متر مربع فضای سبز مطابق به نورم سازمان ملل و ۵ برابر بیشتر از نورم سرانه‌ی فضای سبز وزارت شهرسازی کشور می‌باشد.

همچنین در این تحقیق از تحلیل سوات استفاده شده است که نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای ساختمان سبز را ارزیابی کرده و مؤثریت ساختمان سبز برای شهر کابل به‌صورت تخمینی با استفاده از نورم‌ها محاسبه و تحلیل شده است:

مؤثریت انرژی	مؤثریت فضای سبز
۱۵۲،۰۵۴،۲۳۲ دالر بطور سالانه صرفه جویی میشود	Ha۲۸٦,۷٦۸ هکتار که ۱۰ برابر بیشتر نظر به سرانه تعیین شده سازمان ملل ارایه می دهد.

پیشنهادات

- ارتقای سطح کیفی صنعت ساختمان‌سازی؛
- تعیین نورم و استانداردهای صنعت ساختمان‌سازی و معماری؛
- توسعه آموزش متخصصین صنعت ساختمان‌سازی؛
- ارائه کمک‌های مالی و یارانه‌های دولتی؛
- حذف مالیات بر واردات وسایل ساختمان‌سازی؛
- آموزش مردم در مورد اهمیت ساخت این نوع ساختمان‌ها؛
- ارتقای ظرفیت مؤسسات آموزشی مرتبط با صنعت ساختمان‌سازی؛

- تشویق سرمایه‌گذاران از طرف دولت برای ساخت ساختمان‌های سبز؛
- همکاری سازمان‌های غیر دولتی (NGO)؛
- دخیل ساختن مردم به‌عنوان ذی‌نفعان اصلی؛
- نهادهای مسئول و دولت باید توجه جدی به این زمینه داشته باشند؛
- تبدیل فیلتر شکن‌های مصنوعی به فیلترهای طبیعی.

منابع

اردبیلی، ف.، حسین زاده مقدم، ا.، و علیزاده باروق، س. (۱۳۹٤). ارائه راهکارهای پایدارسازی یک ساختمان اداری با رویکرد معماری سبز. *کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی*. SID. https://sid.ir/paper/869689/fa

اردستانی، م.، بختیاری، م.، و شعاعی، ح. (۲۰۱۷). معماری پایدار و روش‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان. *چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست تهران-ایران*. Retrieved from https://civilica.com/doc/589465

بارک،ا. (۱۳۹٦). توسعه فضای سبز شهری برای زیست معرفه شهروندان. *معلومات محیط‌زیستی هرات-افغانستان*. https:// www.heratenvironment.blogfa.com

پوهنتون کابل. (۱۴۰۱). لیست محصلین و تعداد اتاق‌ها ساختمان پوهنځی محیط زیست. پوهنتون کابل، افغانستان. https://ku.edu.af/dr/%D8%AA%D8%B9%D8%AF%D8%A7%D8%AF-

تیموری، م. (۱۳۹۸). *رهنمود مؤثریت انرژی در تعمیرات، راهکارهای مناسب وعملی مثمریت انرژی و استفاده از انرژی‌های قابل تجدید در تعمیرات*. پوهنځی انجنیری پوهنتون کابل-https://www.ecapus afghanisatn.org.

معاونیت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ایران. (۱۳۸۹). ضوابط طراحی فضاهای سبز شهری. *نشریه ۲۰۳ ضوابط طراحی فضاهای سبز شهری/n-203/https://sazeplus.com Retrieved from* .

شاروالی کابل. (۱۳۹۸). رهنمود شرایط ساختمان‌های پلانی، تنظیم و توسعه زمستان‌های غیر پلانی شهر کابل.کابل، افغانستان. Retrieved from. https://km.gov.af/2047/%D8%B1%D9%87%D9%86%D9%85%D9%88%D8%AF%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D9

کلیایی، م.؛ لیتکوهی، س. و بهرامی، پ. (۱۳۹۸). تأثیر شاخص‌های داخلی و خارجی دیوار سبز بر عملکردهای زیست‌محیطی و صرفه‌جویی انرژی. *علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۱۱)* (پیاپی ۹۰)، ۲۵۳-۲٦۷. SID. https://sid.ir/paper/359791/fa

مرکز مطالعات استراتیژیک و منطقوی. (۲۰۲۳). بررسی بحران قریب الوقوع کمبود آب در شهر کابل و راه‌حل‌های آن. کابل، افغانستان. https://csrsaf.org/%D8%A8%D8%B1%D8%B3%DB%8C%D8%A8%D8%AD%D8%B1%D8%A7%D9%

مقبل، م.؛ سلیم، ر. و قدیم، م. (۲۰۱۷). ارزیابی اثر بام‌های سبز بر دما، رطوبت و غلظت دی‌اکسیدکاربن موجود در هوای شهر تهران و نقش آن‌ها در توسعه پایدار شهری. *نشریه محیط زیست طبیعی، تهران، ایران*. https://doi.org/10.22059/jne.2017.207708.1164

Darko, A., Ping, A., & Chan, C. (2018). Strategies to promote green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.022

U.S. Green Building Council. (2016). LEED Rating Systems: Neighborhood Development. *Retrieved from* https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/neighborhood-development?CMSPageID=124

Singh, C. S. (2018). *Green Construction: Analysis on Green and Sustainable Building Techniques*.*4*(3). https://doi.org/10.19080/CERJ.2018.04.55563812.

kakar,A,A.(2014). Resource Management for Green Buildings. University of Delhi. *International Journal of Civil Engineering Research. ISSN* 2278-3652. http://www.ripublication.com/ijcer.htm

Kibert, C. (2018). Green building: An overview of progress. Prosper. *University of Florida*. *retrieved from* https://ir.law.fsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/jluel/article/1291/&path_info=23_19JLandUse_EnvtlL491_2003_2004_.pdf

Howe, J. C. (2010). Overview of Green Buildings. *3–14. Retrieved from* https://www.researchgate.net/publication/265283251_Overview_of_Green_Buildings

Zuo, J., & Zhao, Z. (2014). Green building research – current status and future agenda: A review Why? How? What? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *30*, *271–281*. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021

UNHabitat. (2015). State of Afghan Cities report 2015 (Volume I, English). Retrieved f rom https://unhabitat.org/soac2015

Chaturvedi, V., Kuffer, M., & Kohli, D. (2020). Analysing urban development patterns in a conflict zone: A case study of kabul. *Remote Sensing*, *12*(21), 1–21. https://doi.org/10.3390/rs12213662

Zuo, J., & Zhao, Z. (2014). Green building research – current status and future agenda : A review Why ? How ? How ? What ? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *30*, 271–281. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021