E-ISSN: 2706-8927
P-ISSN: 2706-8919
www.allstudyjournal.com
IJAAS 2025; 7(8): 134-143
Received: 10-07-2025
Accepted: 12-08-2025

م. د. مهدي حسين مهدي
دكتوراة في التفسير- امام وخطيب جامع عادلة خاتون, قارعلا

م.مصطفى كميران عبدالله
ماجستير في هندسة وتكنلوجيا وادارة البيئة, قارعلا

Corresponding Author:
م. د. مهدي حسين مهدي
دكتوراة في التفسير- امام وخطيب جامع عادلة خاتون, قارعلا

نظام تهوية مستدام لمسجد في بغداد

م. د. مهدي حسين مهدي , م.مصطفى كميران عبدالله

DOI: https://www.doi.org/10.33545/27068919.2025.v7.i8b.1630

الملخص
تُعدّ القباب سمة معمارية بارزة في العمارة الإسلامية، وقد أدت وظائف هيكلية وجمالية وبيئية على مر العصور. يهدف هذا البحث إلى استقصاء التأثير البيئي لقبة جامع عادلة خاتون في بغداد، والذي يعود تاريخه إلى العصر العثماني، من منظور معماري وبيئي. ستركز الدراسة على تحليل دور القبة في تعديل المناخ الداخلي للمسجد، لا سيما فيما يتعلق بالتحكم في درجات الحرارة والرطوبة، وكيفية تأثير ذلك على استدامة المبنى وراحة مستخدميه. سيعتمد البحث على مزيج من المنهج التاريخي التحليلي لدراسة تطور القبة في العمارة العراقية، والمنهج الوصفي التحليلي لتوصيف عناصر القبة وتقنيات بنائها، والمنهج الكمي من خلال بيانات لدرجات الحرارة داخل وخارج القبة لتقييم أدائها الحراري. سيتم تسليط الضوء على المواد المستخدمة في البناء، والتصميم الهندسي للقبة، وكيفية تفاعلها مع الظروف المناخية لبغداد. تهدف النتائج إلى تقديم رؤى حول كفاءة العمارة التقليدية في تحقيق الاستدامة البيئية، وتقديم توصيات للحفاظ على هذه الهياكل التاريخية وتحسين أدائها البيئي في سياق التحديات المناخية الحديثة.

ةيسيئرلا تاملكلا: ماكحتسا روا خ ي اة ،تلا ثا يتايلوحام ،مرمعتن ف ميلاسا

أهميّة البحث

من المعلوم بداهة أن المساجد شرعت لإقامة ذكر الله تعالى (فِي بُيُوتٍ أَذِنَ ٱللَّهُ أَن تُرۡفَعَ وَيُذۡكَرَ فِيهَا ٱسۡمُهُۥ يُسَبِّحُ لَهُۥ فِيهَا بِٱلۡغُدُوِّ وَٱلۡأٓصَالِ) [النور: 36]، وقد أولى المسلمون الأوائل أهميّة بتشييدها وتوسيعها؛ فقد روى البخاري عن عبْدَ اللهِ بن مسعود: "أَنَّ الْمَسْجِدَ كَانَ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَبْنِيًّا بِاللَّبِنِ، وَسَقْفُهُ الْجَرِيدُ، وَعُمُدُهُ خَشَبُ النَّخْلِ، فَلَمْ يَزِدْ فِيهِ أَبُو بَكْرٍ شَيْئًا، وَزَادَ فِيهِ عُمَرُ: وَبَنَاهُ عَلَى بُنْيَانِهِ فِي عَهْدِ رَسُولِ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ بِاللَّبِنِ وَالْجَرِيدِ، وَأَعَادَ عُمُدَهُ خَشَبًا، ثُمَّ غَيَّرَهُ عُثْمَانُ فَزَادَ فِيهِ زِيَادَةً كَثِيرَةً، وَبَنَى جِدَارَهُ بِالْحِجَارَةِ الْمَنْقُوشَةِ وَالْقَصَّةِ، وَجَعَلَ عُمُدَهُ مِنْ حِجَارَةٍ مَنْقُوشَةٍ، وَسَقَفَهُ بِالسَّاجِ"[1]. وقد أمر الرسول صلى الله عليه وسلم بالمبادرة إلى إقامة الصلاة فيها حال النداء؛ فقد أجاب النبي صلى الله عليه وسلم صاحبه الأعمى – ابن أمّ مكتوم – عندما سأله: "يا رسولَ الله، إن المدينة كثيرة الهوامّ والسباع، وأنا ضريرُ البصر، فهل تجد لي من رخصة؟ قال: تسمع حي على الصلاة، حي على الفلاح؟ قال: نعم، فقال: فَحَيَّ هَلا، ولم يُرَخِّص"[2]. قال القرافي[3]: "الأصل أن المبادرة إلى طاعة الله تعالى في سائر الأحوال أفضل لما فيه من إظهار الطواعية والأمن من تفويت مصلحة العبادة إلا أن يقوم معارض راجح كالحر فإن الإبراد مقدم على مصلحة العبادة لأن المشي في الحر الشديد يذهب الخشوع الذي هو أفضل أوصاف الصلاة ولهذا أمرنا بالمشي إلى الجماعة بالسكينة والوقار وإن فاتت المبادرة وصلاة الجماعة وبركة الاقتداء وهذا عممه الشرع في سائر الصلوات ولذلك قال صاحب القبس إذا تعارض الشغل والصلاة فالأخيار من العلماء على تقديم الشغل ليتفرغ للخشوع وقال غيره ينبغي أن تؤخر الصلاة بكل مشوش ويؤخر الحاكم الحكم لأجله كإفراط الظمأ والجوع والحَقنة"[4]، وقد قال صلى الله عليه وسلم: "لَا يَحْكُمْ أحد بين اثنين وهو غضبان"[5].

---

[1] صحيح البخاري (1/ 97 ط السلطانية)
[2] جامع الأصول (5/ 565)
[3] أَحْمد بن إِدْرِيس الْمَشْهُور بالقرافي الشَّيْخ الإِمَام الْعَالم الْفَقِيه الأصولي شهَاب الدّين الصنهاجي الأَصْل، وَكَانَ مالكياً إِمَامًا فِي أصُول الْفِقْه وأصول الدّين عَالما بالتفسير وبعلوم أخر. (الوافي بالوفيات (6/ 146))
[4] الذخيرة للقرافي (2/ 30)
[5] صحيح مسلم (3/ 1343 ت عبد الباقي)

- توفر الماء والكهرباء وأجهزة التكييف (سواء المعتمدة على غاز الفريون[10] في التبادل الحراري أم على تبخر الماء وتبريده للهواء في مبردات الماء الصحراوية.

يعتبر المسجد – كأي منشأ معماري – خاضعًا لقوانين طرق انتقال الحرارة في المباني (داخل المسجد إلى خارجه، وبالعكس)، وهي[11]:

1. التوصيل الحراري (Conduction): انتقال مباشر للحرارة عبر المواد، ويعتمد بشكل أساس على نوع وكثافة المادة؛ فالنحاس والحديد موصلان جيدان، أما الخشب والرغوة (foam) فيعدّان عازلان أفضل، والهواء موصل ضعيف.
2. الحمل الحراري (Convection): يكون في الموائع (السوائل والغازات)، فبتسخين الهواء يرتفع ويحل محله الهواء البارد، فيحصل انتقال للحرارة.
3. الإشعاع الحراري (Radiation): يتم فيه انتقال للحرارة عبر الأشعة دون الحاجة لوسط (medium)؛ مثل الحرارة القادمة من الشمس إلى الأبنية.

وبالنظر لعدم انتظام تجهيز الكهرباء – لاسيما في فصل الصيف – وغلاء وحدات التجهيز من جهة، ومن جهة اخرى غلاء أجور اشتراك المولدات الكهرباء؛ فإن الحاجة ماسّة لإعادة النظر في تصاميم مساجدنا لتلائم وتحاكي ما وهبه الله تعالى لنا من مقومات وعناصر لإنجاح التصاميم القابلة للتطبيق مع التأكيد على خصوصيّة التصاميم لمساجدنا.

نبذة عن جامع عادلة خاتون

جامع عادلة خاتون يعتبر من أهم مساجد بغداد التاريخية، يقع في جانب الرصافة من مدينة بغداد قرب جسر الصرافية في حي العيواضية (حي الأطباء حالياً)، أنشئ على نفقة السيدة عادلة خاتون بنت أحمد شاه زوجة سليمان ابو ليلى حاكم بغداد سنة 1163هـ، في عهد دولة مماليك العراق، ثم هدم وأعيد بناؤه في عام 1382هـ/ 1962م، وذلك عندما وسعت الحكومة الشارع فهدم مبنى الجامع القديم وبنيت دائرة الأوقاف بدلاً منهُ جامع آخر في المكان الحالي قرب جسر الصرافية، وكان الجامع يسمى بجامع عادلة خاتون الصغير وقد سمي الجامع الحالي أيضا باسمه السابق، وذلك للتفريق بينه وبين جامع العادلية الذي أسسته وبنته السيدة عادلة خاتون أيضا.

مصلى المسجد الداخلي يتسع لأكثر من 500 مصلٍ، مبني من الطابوق الأصفر والطابوق الكاشاني الأزرق كتب في أعلى الباب (مسجد السيدة عادلة بنت أحمد باشا جددته مديرية الأوقاف العامة سنة 1382هـ/1962م)، كما يوجد باب آخر صغير بالجانب

وقد أولى النبي صلى الله عليه وسلم الصلاة اهتماما زائدًا في توقيت إقامتها بما يتناسب وجوّ مكان أدائها؛ فقال: "إِذَا اشْتَدَّ الْحَرُّ فَأَبْرِدُوا عَنِ الصَّلَاةِ، فَإِنَّ شِدَّةَ الْحَرِّ مِنْ فَيْحِ جَهَنَّمَ"[6]. وجمهور أهل السنة والجماعة على استحباب تأخير أداء صلاة الظهر في شدّة الحرّ؛ حتى يبرد الجوّ، لم يخالف في ذلك إلا اهل البدع والأهواء؛ قال الإمام مالك ابن أنس: "إِنَّ أَهْلَ الْأَهْوَاءِ لَا يُبْرِدُونَ يَعْنِي الْخَوَارِجَ"[7]. وحقيقة الإبراد أن تؤخر الصلاة عن أول الوقت بقدر ما يحصل للحيطان فيء يمشي فيه طالب الجماعة، ولا تؤخر عن النصف الأول من الوقت[8]. لذلك كان إبراد مكان الصلاة مطلبًا شرعيّا لإقامة الصلاة على وجهها، خالية من شواغل القلوب؛ كما امر ربنا سبحانه: (فَإِذَا ٱطۡمَأۡنَنتُمۡ فَأَقِيمُواْ ٱلصَّلَوٰةَۚ إِنَّ ٱلصَّلَوٰةَ كَانَتۡ عَلَى ٱلۡمُؤۡمِنِينَ كِتَٰبٗا مَّوۡقُوتٗا) [النساء: 103].

إن مناخ العراق قاري وشبه استوائي جاف بشكل رئيسي، باستثناء المناطق الجبلية الشمالية والشمالية الشرقية ذات مناخ البحر الأبيض المتوسط. وتشهد البلاد عمومًا فصول شتاء تتراوح بين البارد والمعتدل، بينما يكون الصيف جافًا مع تفاوت في درجات الحرارة بين الحار والحار جدًا. أما هطول الأمطار في العراق فهو موسمي، ويحدث غالبًا خلال فصل الشتاء من ديسمبر إلى فبراير في معظم أنحاء البلاد باستثناء الشمال والشمال الشرقي، حيث يمتد موسم الأمطار من نوفمبر إلى أبريل. كما يتأثر المناخ بالرياح الشرقية الجنوبية والجنوبية الشرقية، وهي رياح غبارية جافة تؤثر على البلاد من أبريل إلى يونيو ومن سبتمبر إلى نوفمبر. كما تؤثر الرياح الشمالية الشمالية الغربية على المناخ، مما يؤدي إلى ارتفاع كبير في درجة حرارة سطح الأرض.[9]

إن من خلال معايشة الواقع في مساجد مدينة بغداد نجد أن حرارتها تتأثر بعدّة عوامل، منها:

- وجودها في مناطق زراعية (ذات غطاء نباتي)؛ فكلما زاد الغطاء النباتي تحسن جوّ المكان المحيط بالمسجد وبالتالي أثّر فيه إيجابًا.
- بناؤها بمواد ذات عزل حراري جيّد كالطابوق الطيني والجصّ والخشب وغيرها مما يمتلك معاملات عزل حراري عالية.
- طريقة البناء المتبعة من سمك كبير للجدران وقباب في السقوف وفتحات تهوية مخصصة للتبادل الحراري المستدام – الغير مرتبط بالنوافذ الثابتة والمتحركة – للحصول على كفاءة حرارية دائميه غير مقيّدة بقرار بشري بغلق أو فتح النوافذ.
- عدد المصلين وأعمارهم؛ إذ أن أيام الجمع والأعياد والمناسبات الجامعة (كدورات تحفيظ القرآن الكريم) تشهد اكتظاظًا في المساجد، وكلّما قلت أعمار المصلين كلّما زاد نشاطهم فيزيد من تنفسهم وسرعة الاحتباس الحراري في المكان.

[10] تركيبة غازات الفريون الكيمائية تطورت وتغيرت مع مرور السنين، بحيث أصبحت مكونات غاز الفريون المستخدم في الأجهزة في القرن الحادي والعشرين مختلفةً عن مكونات غاز الفريون الذي كان مستخدماً في القرن العشرين، حتى لكأنه غاز آخر، ومع ذلك بقي شائعاً استعمال نفس الاسم؛ ونفس المصطلح الدال على نفس الغاز المستخدم للتبريد. تتم صناعة أجهزة التبريد بطريقة تستغل خواصه الطبيعية، بحيث تجبر غاز الفريون بالتحول من حالة إلى حالة (من الحالة الغازية إلى حالة السيولة، ومن حالة السيولة إلى الحالة الغازية) كلما انتقل من جزء من جسم الجهاز (الثلاجة مثلاً) إلى جزء آخر من الجهاز، من خلال معدات وقطع صناعية صنعت خصيصاً لهذا الغرض. (/https://tukangservisac.com)

[11] ينظر: موقع (مهندس مدني تحت الإنشاء - شرح لطرق انتقال الحرارة — التوصيل، الحمل، الإشعاع (مواد العزل واستعمالاتها)) وينظر:/https://www.scribd.com/document

[6] صحيح البخاري (1/ 113 ط السلطانية)

[7] الاستذكار (1/ 100)

[8] ينظر: فتح الباري لابن رجب (4/ 243). وهو مذهب الشافعية كما نقل.

[9] ينظر: موقع (بوابة المعرفة حول تغير المناخ) https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iraq/climate-data-historical

وساحبات الهواء التلقائية، والساحات، والقباب؛ لتبريد الأجزاء الداخلية بشكل طبيعي مستدام دون الحاجة لصيانة مكلفة؛ إلا أن هذا الأمر صار غائبا في أغلب التصاميم لشيوع المكننة والكهرباء وصغر المساحات بمرور الزمن مع كثرة أعداد البشر، الأمر الذي أعطانا التقنية بيد واخذ منا الجوّ السابق بيد أخرى بسبب الاحتباس الحراري، والذي بدأ يشعر به البشر في عموم الأرض في أواخر القرن العشرين. هدفنا هنا هو إعادة النظر في هذه العناصر، ليس لأهميّتها الأثرية التاريخية فحسب؛ بل كمخططات تصميميّة للهندسة الحديثة. والتي نقوم من خلالها باكتساب مهارات وإمكانيات رائعة لتصاميم المساجد التي تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة وتفعيل مسؤوليتها تجاه البيئة؛ إبقاءً للموروث واحتضانًا للابتكار والإبداع.

توضيح للمشكلة تقانيًا

من المناظر الشائعة في مدينة بغداد المعاصرة هو المباني التي تعتمد على تكييف الهواء بطريقة الغاز المضغوط للحصول على هواء نقي وبارد وخالي من الرطوبة الزائدة؛ فعلى الرغم من فعاليته، يأتي هذا الحلّ بتكلفة باهظة بما يشتمل على استهلاك طاقة مرتفع للغاية، وبصمة كربونية [14]احتباسية كبيرة، واستنزاف مستمر لتكاليف الصيانة. أما الطريقة الأخرى لتبريد الهواء – والتي كانت شائعة في ستينيات إلى ثمانينيات القرن العشرين – تتمثل بمبردات الهواء التي تعتمد نظام (15) تبريد الحشوات (packing)، فهي تحتاج لتوصيلات مائية دائميه ومكافحة لتآكل المعادن في هياكل أجهزة التبريد وصيانة شبه يومية، مع احتمالية تسريب المياه إلى السطوح وداخل الأسس للأبنية(16)، مع خطورة الصعق الكهربائي المتكرر بسبب شيوعها على النطاق الشعبي واستمرار تماس اجهزة ضخ الماء مع بدن هذه المبردات بوجود الماء كوسط موصّل للكهرباء(17).

بالنسبة للمساجد، تكون التحديات أكثر دقة. فأنظمة تكييف، بضجيجها وتدفق الهواء الموجّه، يمكن أن يفسد على المصلي الجو الهادئ(18) الضروري للتدبر في صلاته.

والسؤال: كيف نحافظ على هذه القدسية للمكان مع ضمان السكينة مع الراحة؟

للإجابة على هذا التساؤل تكمن رؤيتنا لهذا المشروع، واضحةَ الأهداف والغايات، مستصحبة عمق التجربة البيئية(19) وحاجة المجتمع، ملخصة بالآتي:

- تصميم داخل المسجد بشكل مريح حرارياً – بحدود درجة حرارة 25 مئوية(20) - (دون أنظمة تبريد كهربائية): هذا لا يتعلق فقط بتوفير الطاقة؛ بل يتعلق بإنشاء مساحة تنفس بشكل طبيعي[14]، في تناغم مع محيطها.
- دمج تقنيات تدفق الهواء السلبي(21) للحفاظ على مساحات داخلية نظيفة وهادئة: نعتقد أن الراحة الحقيقية تتجاوز درجة الحرارة – فهي تشمل نقاء الهواء وهدوء البيئة (22).
- استخدام هندسة القبة لتعزيز تأثير المدخنة الطبيعي(23): القبة، رمز العمارة الإسلامية، تحمل مزايا ديناميكية هوائية متأصلة. كيف يمكننا تسخير هذا الشكل التقليدي للتهوية السلبية المتطورة؟
- توظيف هياكل السراديب تحت الأرض كمبردات أولية للهواء(24): يستفيد هذا النهج المبتكر من درجة حرارة الشمالي الشرقي كتب في أعلاه بالطابوق الكاشاني ما نصه (جامع عادلة خاتون 1382هـ/ 1962م).

تبلغ مساحة الجامع الكلية – عدا المحلات - 1,500 متر مربع (16,000 قدم2)، وعند الدخول إلى الجامع من الباب الرئيسية الخارجية نجد ساحة كبيرة لهذا الجامع في نهايتها يقع مصلى حرم الجامع وأمام الحرم طارمة مسقفة تقوم على ستة أعمدة من الكونكريت المدورة وتعلوها الأقواس والزخرفة.[12]

أبعاد مصلى المسجد:

1. الطول (الواجهة): 20 متر
2. العرض (النزّال): 12 متر
3. ارتفاع سقف المسجد السائد (عدا القبة): 6 متر
4. ارتفاع القبة (من الأرض وحتى أعلى نقطة فيها): 11.5 متر
5. تتشكل القبة من مقطعين: أسطواني (ارتفاعه 2 متر) ونصف كروي (ارتفاعه 3.5 متر)
   - اجمالي ارتفاع القبة: 5.5 متر
   - مساحة دائرة القبة السفلى: 50 متر مربع (نق= 4 متر)
   - حجم الكرة: 4\3 * 3.14 * نق^3 = 268 متر مكعب \ 2= 134متر مكعب (حجم نصف الكرة الفوقاني للقبة)
   - حجم الأسطوانة: نق^2 * 3.14 * ع = 100 متر مكعب
   - حجم القبة الإجمالي = 100 + 134 = 234 متر مكعب
6. ارتفاع المنارة: 20 متر (عدد 1)
7. معدلات الحرارة القصوى (بتاريخ 15-7-2025):
   - داخل المسجد بارتفاع 2 متر (المحسوسة من قبل المصلّي): 38 مئوية
   - داخل القبة بارتفاع 8 متر عن الأرض: 43 مئوية
   - خارج المسجد: 46 مئوية

الفصل الأول

الإطار النظري (خلفية عن الموضوع)

في مناطق مثل بغداد، حيث يمكن أن يكون المناخ شديد التحدي، فإن تصميم المباني التي توفر الراحة دون الاعتماد بشكل كبير على أنظمة تستهلك الطاقة بشكل مفرط ليس مجرد تمرين تقني، بل هو ضرورة أساسية. يصبح هذا الأمر حرجًا بشكل خاص بالنسبة للمساجد، التي هي أكثر من مجرد هياكل؛ إنها مراكز مجتمعية وروحية نابضة بالحياة. تخيل هذه المساحات، غالبًا ما تكون فخمة بأسقف عالية ومساحات واسعة، تستضيف تجمعات كبيرة عدة مرات في اليوم. كيف نضمن الراحة والهدوء في مثل هذه البيئة، خاصة عندما يكون العالم الخارجي فرنًا حارقًا؟

كما مرّ بنا إن مدينة بغداد تعاني من إشعاع شمسي عالي الخطورة، بسبب موقعها في منطقة المناخ الصحراوي الحار (بحسب تصنيف كوبن: BWh)[13]، وأمطار سنوية قليلة، ودرجات حرارة صيفية تتجاوز غالبًا 45 درجة مئوية. هذه البيئة الصعبة لا تريد حلولًا مؤقتة فحسب؛ بل تحثنا على البحث عن طرق مستدامة للحفاظ على الأجواء المناسبة داخل المباني بشكل عام، والمساجد بشكل خاص.

لقد قدمت العمارة المحلية والعالمية حلولا تاريخية تشتمل على حكم عميقة؛ إذ دمجت تراكيبها وخياراتها، كالجدران السميكة،

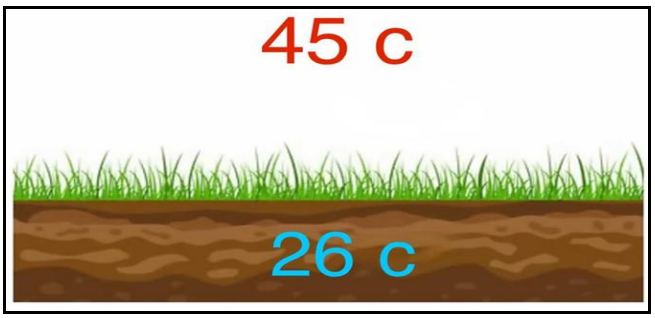
[14] يجنب المصلي من تدوير الهواء المتنفس – ذي المحتوى العالي من الميكروبات وغاز ثنائي أوكسيد الكربون.

[12] ينظر: جامع عادلة خاتون (موقع ويكيبيديا)

[13] تصنيف كوبن للحرارة بحسب موقع ويكيبيديا

القريب من المبنى[15]. عندما يمر الهواء عبر هذه الأنفاق تحت الأرض(35)، فإنه يفقد حرارته إلى التربة المحيطة، ويصل إلى المبنى أكثر برودة بشكل ملحوظ. توفر هذه الطريقة المبتكرة، التي استكشفها جيفوني (1998)، بديلاً مستدامًا للتبريد الميكانيكي.[16]

- العزل الحراري (heat insulation): يلعب غلاف المبنى – جدرانه وسقفه – دورًا محوريًا في الحفاظ على درجات الحرارة للبيئة التي يغلفها. فيعمل العازل(36) الفعال كحاجز، يمنع حرارة النهار الشديدة من اختراق الهيكل ويبطئ الاستجابة الحرارية. يعد استقرار درجة الحرارة الداخلية هذا على مدار اليوم حجر الزاوية في التصميم السلبي المستدام (Sustainable Passive Design).
- الستائر التي تعمل بالرياح (Wind-operated blinds): تقدم حالة من الاستجابة الديناميكية للتصاميم المناسبة للتهوية (37) من خلال دمج أجهزة استشعار اتجاه الرياح مع فتحات التهوية ذات الشرائح القابلة للغلق والفتح المناسبين لحالة الطقس من أتربة وغيرها من الملوثات، كما ويمكن للنظام أن يتفاعل بذكاء مع أنماط الرياح(38). يتم إدخال الهواء فقط من الأماكن النظيفة والمظللة بالغطاء النباتي المرطب، ويمكن إغلاق فتحات التهوية تلقائيًا خلال الفترات المتربة أو الضوضاء وغيرها من الملوثات(39). يضمن هذا التحكم الذكي، جودة هواء وراحة مثالية، ويتكيف مع البيئة الخارجية المتغيرة باستمرار.

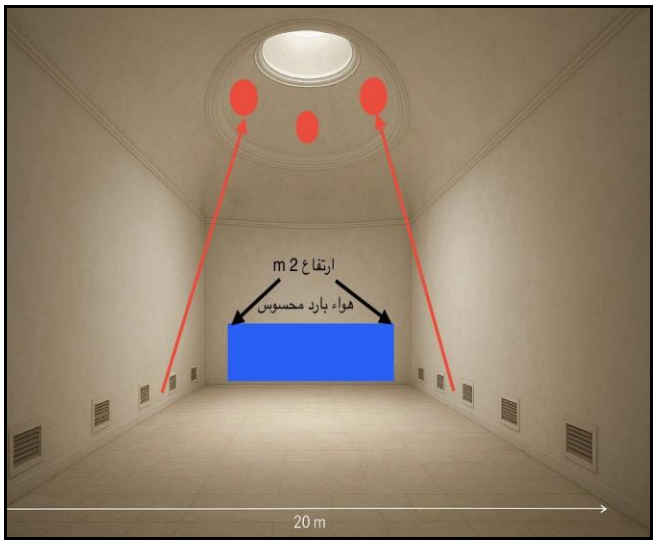


الأرض المستقرة، مما يوفر طريقة طبيعية وخالية من الطاقة لتلطيف الهواء الداخل. يتعلق الأمر بالعمل مع الطبيعة (25)، وليس ضدها.

- عمل فتحات في الجدران[26] محددة بفتحات تدخل هواءً متحكم به ومفلتر(27): نحن نهدف إلى ما هو أبعد من الفتحات البسيطة إلى أنظمة ذكية تدير جودة الهواء (28) ودرجة الحرارة بكفاءة عالية عبر آليات تصميمية مجربة تصل بالبيئة داخل المسجد إلى الحالة المطلوبة تصميميًا(29) (optimum design).
- توفير تصميم قابل للتطوير وفعال من حيث التكلفة وقابل للتكيف عبر المناخات البيئية(30) المماثلة: فالطموح هو أن يكون المشروع بمثابة دليل شاهد على ما هو ممكن عندما يلتقي التصميم المدروس بالتحديات البيئية، مما يوفر الأمل والحلول العملية للمجتمعات الأخرى التي تواجه ضغوطًا مناخية مماثلة.

الأسس النظرية والعملية في المشروع

- لقد اعتمدنا على عدة مفاهيم رئيسية: تأثير المدخنة(31) (self-ventilation chimney): هذا المبدأ الأنيق، الذي يُلاحظ غالبًا في البيوت الريفية الكلاسيكية، يعتمد أن الهواء الدافئ الأقل كثافة يرتفع بشكل طبيعي، من خلال وضع فتحات عادم (ventilation exhaust) عالية المستوى بموقع استراتيجي – مثل فتحة في قمة القبّة(32) – تقابلها في المبدأ العكسي فتحات تكون معدّة بعناية بمواقع في أسفل جدران المسجد (مسافة 50 سنتمتر عن أرضية المسجد) بمواقع متعددة الأفضل فيها أن تكون (4 فتحات سفلية موزعة بالتساوي في الجدار الموالي لآخر صف في المسجد ومثلها في جدار المحراب) فيكون المجموع 8 فتحات يمكننا من خلالها إنشاء تدفق هواء رأسي قوي. هذا الحمل الحراري الطبيعي(33) لا يغيّر الهواء فحسب، بل يستبدله بكتلة هوائية تبرد الجزء الداخلي من المصلّى.

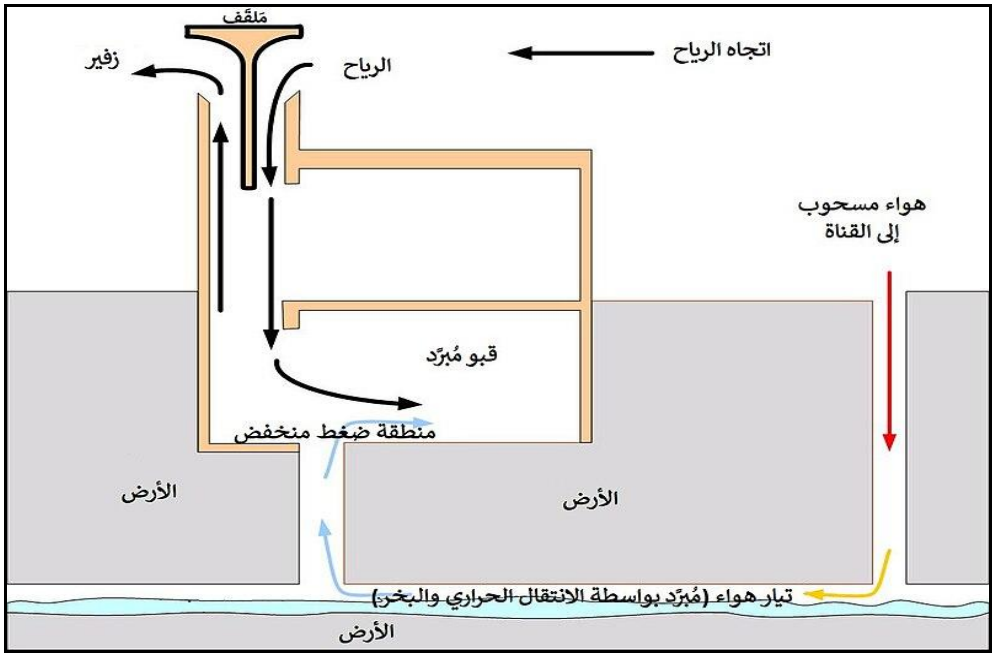


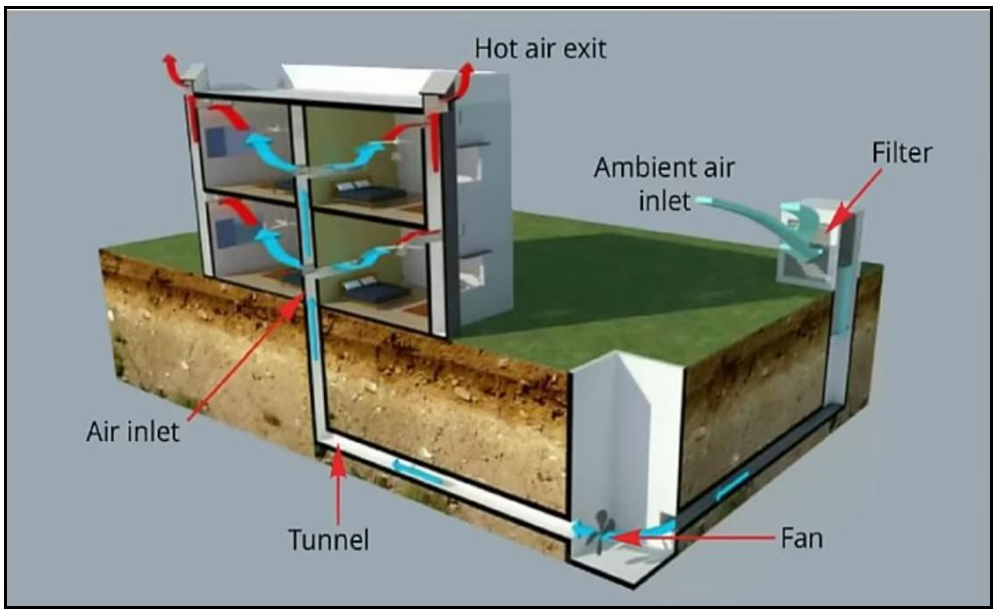
- أنظمة نفق الهواء الأرضي (earth air tunnel) (EAT): تخيل استخدام الأرض نفسها كمكيف هواء طبيعي(34). تستفيد هذه الأنظمة من درجة حرارة الأرض الثابتة بشكل ملحوظ (عادة حوالي 22-26 درجة مئوية على عمق 2.5 متر) لتبريد الهواء الداخل إلى الأرض من المحيط الخارجي

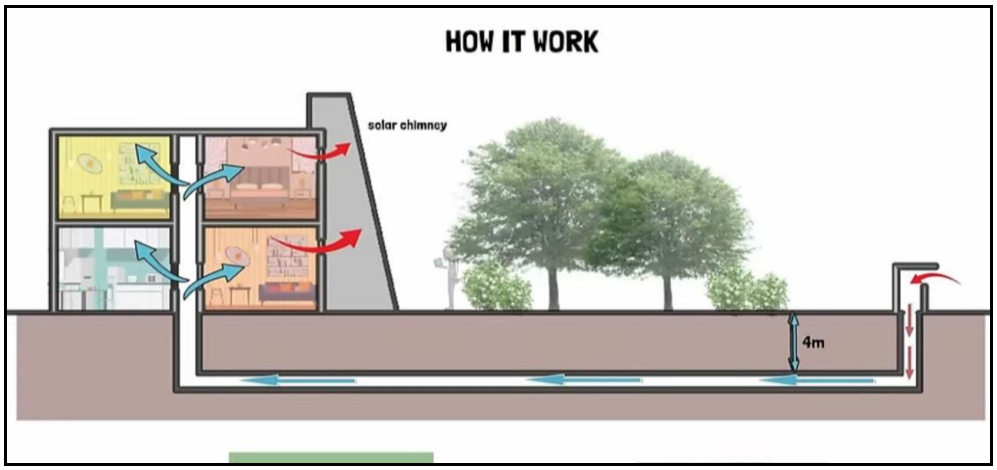
[15] وهو ما يسمى بـ(البادكير) عند البغداديين القدامى، ومن رواده المعماري البغدادي إبراهيم العبطة كبير المعماريين البغداديين في العشرينات والثلاثينات من القرن العشرين. وهو الذي صمم البنايات التي تعود إلى آل الظاهر في منطقة الشواكة والتي أصرّ المهندس رفعت الجادرجي على الإبقاء عليها ضمن مشروع شارع حيفا.

والبادگير ((بالفارسية) من باد «هواء» + جير «ملتقط» ملتقط الهواء)، وتسمى بالعربية: الملاقف، وفي الإمارات تُسمى برجيل، هي أبراج متصلة بالمباني تستخدم للتبريد، كانت تستخدم في المساجد والمشافي على نطاق واسع، ففي العصر العباسي كانت جميع المشافي مزودة بالملاقف وكذلك أغلب البيوت. تأتي مصائد الرياح بتصميمات مختلفة اعتمادًا على ما إذا كانت الرياح السائدة محليًا أحادية الاتجاه أو ثنائية الاتجاه أو متعددة الاتجاهات وعلى كيفية تغيرها مع الارتفاع وعلى دورة درجة الحرارة اليومية وعلى الرطوبة وعلى مقدار الغبار الذي يجب إزالته. لا يدل الاسم عليها إذ يمكن لمصائد الرياح أن تعمل أيضًا بدون رياح.

[16] Ventilative cooling: need, potential, challenges, strategies, A selection of papers from the Proceedings of the 33rd AIVC- 2nd TightVent Conference, October 2012, Copenhagen This report has been produced by venticool www.venticool.eu







مما يسمح لنا بتصور مساحة مسجد مستطيلة تكملها مناظر طبيعية خارجية، ومناطق جلوس مظللة جذابة، ومنطقة سحب هواء تبريد موضوعة بشكل استراتيجي ممتاز يخدم هذا التصميم، سعيًا لتحقيق توازن دقيق بين التراث المعماري الإسلامي مع الهندسة

الفصل الثاني

التطبيق العملي في جامع (عادلة خاتون)

يقع مسجد عادلة خاتون بموقع يتميز بمزيج متناغم من المباني السكنية والتجارية. توفر قطعة الأرض المختارة مساحة واسعة،

air cooling coil radiator

نفق سحب الهواء من تحت الأرض

مثاله نظام (السرداب) إذ تصبح الأرض نفسها عامل مساعد في التبريد. يتم سحب الهواء الخارجي بلطف إلى النظام عبر فتحة مظللة على مستوى الأرض، موضوعة بشكل استراتيجي في الفناء المواجه للشمال – وهو اختيار تم لزيادة الظل وتقليل التعرض المباشر لأشعة الشمس(44). ومن هناك، ينطلق الهواء في رحلة عبر قناة خرسانية أو PVC مدفونة، تمتد بطول 20 مترًا وتقع على عمق حوالي 2.5 متر تحت السطح. يسمح هذا الممر تحت الأرض للهواء بفقدان حرارته إلى الأرض الأكثر برودة باستمرار. ثم يدخل الهواء إلى غرفة سرداب محكمة الإغلاق، مصممة بدقة بلمسات نهائية مضادة للميكروبات ومنحدر تصريف دقيق لمنع تراكم الرطوبة. من هذا المكان البارد يتم توزيع الهواء بعناية عبر ثلاثة قنوات تحت الأرض، يبلغ قطر كل منها 25 سم، مما يؤدي إلى نقاط رئيسية داخل المسجد:

- تحت المنبر، لضمان راحة الإمام.
- فتحات تهوية عدد 4 موزعة بالتساوي على الجدار الموالي لصف الصلاة الأخير (بسبب مواجهته للضلع الأطول)؛ لتوفير توزيع متوازن.
- فتحات تهوية عدد 4 موزعة بالتساوي على طول جدار القبلة، لإثراء منطقة الصلاة الرئيسية.

أخيرًا، يدخل هذا الهواء - المبرد مسبقًا - النقي بانسيابية إلى مساحة الصلاة عبر شبكات حجرية مزخرفة بشكل رائع، متساوية مع الأرضية بمسافة نصف متر مرتفعة عن الأرض[18]، وتندمج بسلاسة مع جمالية المسجد.

فتحات التهوية الآلية المستجيبة للرياح (نظام اختياري)

بينما يعتمد النظام الأساسي على تأثير المدخنة، فقد نشير أيضًا إلى اجراء اختياري بعمل فتحات التهوية الآلية المستجيبة للرياح. يتم التحكم في هذه المصاريع الذكية بواسطة مقياس شدة الريح ومؤشر اتجاه الرياح، وهي مصممة لتفتح فقط في الجانب المواجه للرياح، والأهم من ذلك، فقط عندما تكون جودة الهواء الخارجي مقبولة(45). يمنع هذا الإجراء دخول الغبار أو الملوثات، وهو تحدٍ شائع في بغداد. على العكس من ذلك، تظل فتحات التهوية في الجانب المعاكس للرياح والجانبية مغلقة، مما يمنع بنشاط الاضطراب والتلوث المتبادل. تكمن جمالية هذا النظام في قابليته للبرمجة، مما يسمح بضبط مواضع البوابات (Airflow distribution ducts) بدقة بناءً على الوقت من اليوم ومستويات الغبار السائدة، مما يوفر مستوى لا مثيل له من التحكم البيئي.

الأدوات والأنظمة والمواد

إن اختيارنا للأدوات والمواد والأنظمة يعكس التزامنا بالمتانة والكفاءة والحساسية الثقافية في كل تفصيل من تفاصيل هذا المشروع، وذلك عبر:

- قنوات هواء خرسانية(PVC) مع مانع تسرب داخلي: تم اختيارها لطول عمرها بسبب مقاومتها للتآكل (corrosion resistance)، وخصائصها المحكمة الإغلاق.

[18] لتجنب سقوط الأشياء والأوساخ فيها، ولتحاكي حاجة المصلي حال قيامه وجلوسه للصلاة والخطبة والدروس.

الملائمة للمناخ(40). إنه حوار بين التقاليد والابتكار، حيث يثري كل منهما الآخر ويرفعه.

- حجم المصلى الداخلي للمسجد = 12*20*6 = 1440 متر مكعب (مطلوب تبريدها بالهواء)
- حجم القبة (أعلى سقف المسجد) = 234 متر مكعب
- مجموع حجم الهواء المطلوب تبريده في جوّ المسجد الداخلي = 1440 + 234 = 1634 متر مكعب من الهواء

استراتيجية التهوية

استراتيجية التهوية لدينا هي مجموعة من القوانين الفيزيائية الطبيعية(41)، متسقة بدقة لخلق واحة من الراحة داخل المسجد. يلعب كل عنصر فيها دورًا حيويًا في هذا النظام المستدام السلبي للحرارة:

فتحات القبة

في قمة القبة، يمكننا عمل فتحات منتظمة (ساحبة للهواء)، تبلغ مجموع مساحاتها حوالي نصف مجموع مساحات فتحات أسفل جدران المسجد (الداخلة للهواء). إن الغاية من هذا التفاوت هو ضمان بقاء قوّة دفع الهواء(42) الداخلة للمسجد من أسفل جدرانه أكثر من قوة سحب الهاء الحار؛ فيجعل الفرق متوازنا إلى حد كبير. وتكون هذه الفتحات في القبة محمية من العوامل الجوية والظروف الأمنية[17]. فمع ارتفاع الهواء الدافئ الخفيف بشكل طبيعي داخل قاعة الصلاة، يجد طريقه للخروج عبر هذه الفتحة العالية، مما يخلق فرق ضغط بسيط ولكنه مستدام ومستمر. يعمل هذا الفرق الدقيق بعد ذلك كمضخة طبيعية، تسحب هواءً أكثر برودة ونقاء من القنوات السفلية المتصلة بنظام السرداب أو ما يقوم مقامه من أنابيب نقل الحرارة بواسطة مشعاع الملف (air cooling coil radiator). ولحماية الهواء الداخل، يشتمل تصميم الفتحة على حماية قوية من المطر وآلية إغلاق تلقائية، جاهزة لإغلاق المساحة أثناء العواصف، مما يحافظ على الراحة وسلامة المبنى(43).

[17] تعد هذه الفتحات في الأبنية سلاحًا ذو حدين يمكن أن يستخدم كنقطة ضعف لدخول اللصوص أو لرمي مواد ضارة أو حارقة؛ لذلك ينصح يعمل مداخل منكسرة بزوايا قائمة تضمن انسيابية الهواء (air fluid flow).

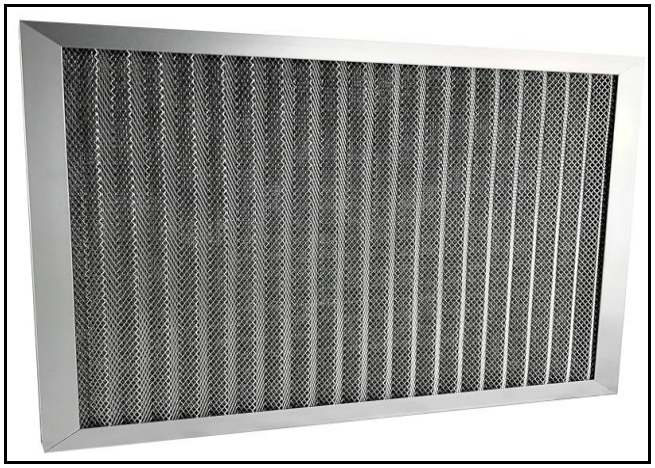
- العزل: 10 سم من الصوف الصخري (أفضل من الصوف الزجاجي) موضوعة بشكل استراتيجي خلف الجدران المبنية لتقليل انتقال الحرارة بشكل كبير.

- المستشعرات: مجموعة من المستشعرات – درجة الحرارة والرطوبة وثاني أكسيد الكربون والغبار (2.5ppm) – ستوفر بيانات في الوقت الفعلي، مما يسمح بالمراقبة والتحسين المستمرين للنظام.

- لوحة شمسية احتياطية لأتمتة فتحات التهوية (اختياري): إضافة مدروسة لضمان التشغيل المتواصل للأنظمة الآلية، حتى أثناء تقلبات الطاقة.

- بطانة السرداب تطلى بطلاء إيبوكسي مضاد للفطريات (: إجراء استباقي لضمان النظافة ونقاء الهواء.

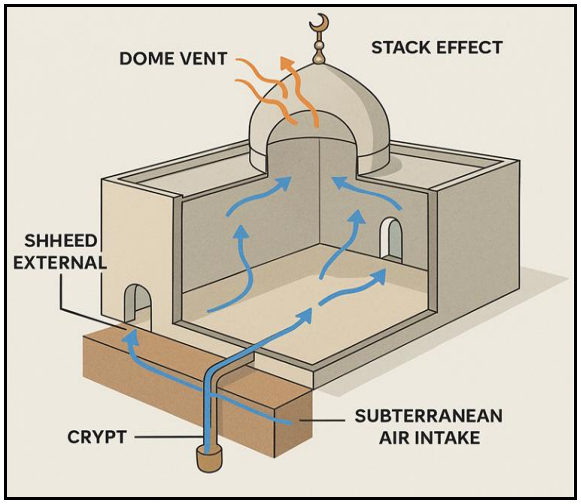
- شبكات أرضية مصنوعة من الحجر المثقب أو النحاس: تجمع بين الوظائف والجاذبية الجمالية، وستكون هذه الشبكات إضافة دقيقة وجميلة.
- فلاتر شبكية عالية الكفاءة بوحدات سهلة التنظيف: إعطاء الأولوية لجودة الهواء وسهولة الصيانة.



- تجميع فتحة القبة بغطاء مصراع: مصمم لتدفق الهواء الأمثل والحماية من العوامل الجوية.

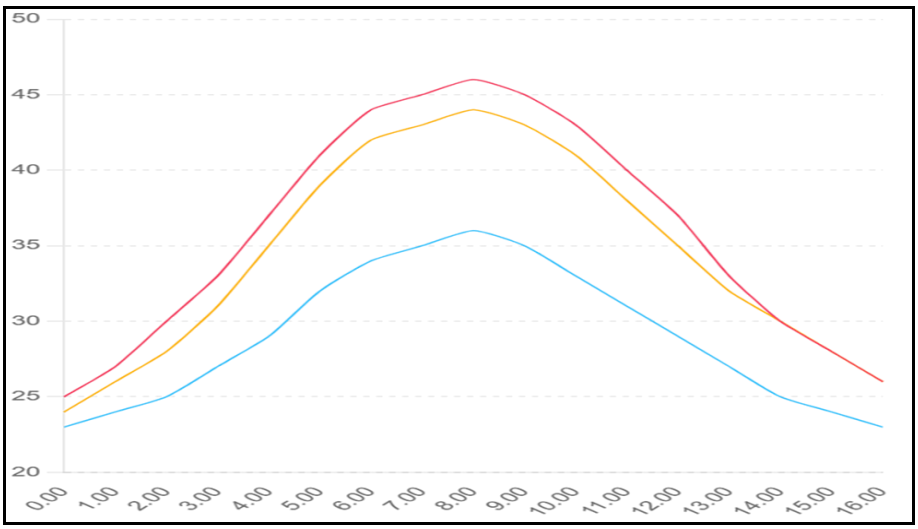
النتائج المتوقعة للخطوات السابقة

- الرسم التخطيطي 1: مقطع جانبي للمسجد، يوضح بشكل حيوي تدفق الهواء الرأسي من مدخل النفق تحت الأرض، عبر قاعة الصلاة، وأخيرًا يخرج عبر فتحة القبة:

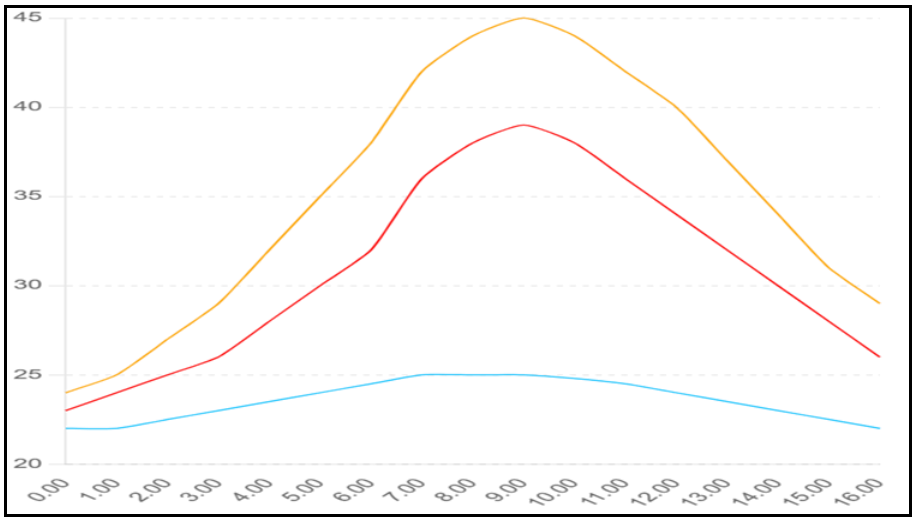


الرسم التخطيطي 2: رسم بياني لدرجة الحرارة مقابل الوقت، يعرض الفوائد الملموسة لنظامنا المستدام السالب للحرارة:

قبل استخدام المشروع:



بعد استخدام المشروع:



- تسجيل مستمر لدرجة الحرارة وثاني أكسيد الكربون والرطوبة على ثلاثة ارتفاعات مختلفة: توفير فهم مفصل للأداء الحراري وجودة الهواء في جميع أنحاء المساحة.
- مقارنة موسمية مع الهياكل المجهزة بأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC): تحليل مقارن دقيق لتحديد كمية توفير الطاقة وفوائد الراحة لنظامنا السلبي.
- استبيانات المجتمع للراحة والرضا: المقياس النهائي للنجاح يكمن في تجربة المصلين. ستكون ملاحظاتهم لا تقدر بثمن.
- تتبع حالة الفلتر وسجل التنظيف: ضمان جودة الهواء المثلى من خلال الصيانة الدقيقة.
- تقرير الكفاءة السنوي للجنة المسجد: توفير تحديثات شفافة وشاملة حول أداء النظام وفوائده

قائمة المراجع

1. العلاف، عبد الرزاق. مساجد بغداد وتراثها المعماري. بغداد: دار الشؤون الثقافية، 2003.
2. الجميلي، حسين عبد اللطيف. "تحليل الأداء البيئي للقباب في العمارة الإسلامية"، مجلة العمارة والبيئة الحضرية، جامعة بغداد، 2020.
3. مكي، علاء عبد الأمير. العمارة التقليدية في العراق وتأقلمها المناخي. بغداد: مركز دراسات البيئة، 2011.
4. الراوي، عبد الحميد. العمارة الإسلامية في بغداد. بغداد: مطبعة الإرشاد، 1987.
5. عبد الجبار، نوال. "التحليل الحراري للمساجد التراثية"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، جامعة بغداد، 2018.
6. عبد الله، فاطمة. الاستدامة في العمارة الإسلامية التقليدية. رسالة ماجستير، جامعة النهرين، 2019.
7. وزارة الثقافة العراقية. دليل المباني التراثية في بغداد. بغداد: الهيئة العامة للآثار، 2015.
8. عبد الرحمن، سعاد. "دور القباب في تنظيم المناخ الداخلي"، مجلة العمارة والبيئة، 2021.
9. الجبوري، محمد. تحليل الظلال في العمارة الإسلامية. بغداد: دار الكتب العلمية، 2014.
10. الكبيسي، أحمد. "التهوية الطبيعية في المساجد"، مجلة التصميم المستدام، 2020.
11. حسن، أحمد. "Reviving Passive Cooling in Middle Eastern Heritage Buildings." Sustainable Architecture Journal, 2022 .
12. Givoni, B. Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: Wiley, 1998 .
13. Al-Saadi, Sahar. "Thermal Comfort in Iraqi Historical Mosques." Energy and Buildings, 2017 .
14. USGS EarthExplorer. Landsat 8 & Sentinel 2 Satellite Imagery. https://earthexplorer.usgs.gov /
15. Autodesk. Ecotect Analysis Software Manual. Version 2011 .
16. ClimateStudio. Environmental Simulation Toolkit. Solemma Inc., 2023 .
17. Hassanpour, A. "Islamic Architecture and Environmental Adaptation." Journal of Heritage Studies, 2019 .

محاكاة درجة الحرارة اليومي (الصيف)

الوقت	الهواء الخارجي	مستوى القبة (8.5 م)	مستوى الإنسان (2 م)
06:00	25 °C	24 °C	23 °C
09:00	30 °C	28 °C	25 °C
12:00	41 °C	39 °C	33 °C
15:00	46 °C	44 °C	36 °C
18:00	42 °C	40 °C	33 °C
21:00	35 °C	33 °C	29 °C

المخاطر المتوقعة واستراتيجية التخفيف

كل مشروع مبتكر يأتي بنصيبه من التحديات المحتملة. لقد حددنا بشكل استباقي المخاطر الرئيسية ووضعنا استراتيجيات تخفيف قوية لضمان نجاح المشروع وطول عمره:

المخاطر التخفيف

- تسرب المياه إلى النفق أو السرداب ..... مضخة غاطسة، أنابيب مائلة، بطانة مقاومة
- نمو العفن ..... طلاء سرداب مضاد للميكروبات، حركة هواء منتظمة
- انسداد النفق ..... فتحة صيانة ومدخل محمي
- احتفاظ الحرارة بسبب توصيل سطح القبة ..... استخدام غلاف داخلي داكن وبلاط خارجي عاكس
- تدفق هواء غير متناسق ..... إضافة مخمدات (مثبطات) موازنة، ومراقبة مستويات ثاني أكسيد الكربون

الأهداف والنتائج المتوقعة

نحن على ثقة بأن التنفيذ الناجح لنظام التهوية السلبي هذا سيحقق فوائد كبيرة وبعيدة المدى، مما يحول المسجد إلى مساحة مريحة ومستدامة حقًا:

1. درجات حرارة داخلية أقل بحوالي 12 درجات مئوية من درجة الحرارة المحيطة في ساعات الذروة: تحسن ملموس في الراحة، مما يجعل المسجد ملاذًا حقيقيًا من حرارة الصيف.
2. لا يستهلك كهرباء للتبريد: خطوة هائلة نحو استقلالية الطاقة وتقليل تكاليف التشغيل.
3. بيئة هادئة أثناء الصلاة: الحفاظ على القدسية والهدوء الضروريين للتأمل الروحي.
4. هواء نظيف ومنعش مع نسبة منخفضة من الجسيمات الملوثة: تعزيز صحة ورفاهية المصلين.
5. التكامل المعماري مع قيم التصميم الإسلامي: شهادة على كيف يمكن للهندسة الحديثة أن تكمل وتعزز الجماليات التقليدية بشكل جميل.
6. حل قابل للتكرار للمدن الأخرى ذات المناخات الحارة (مثل البصرة، الموصل، الأنبار): يمتد طموحنا إلى ما هو أبعد من هذا المشروع الواحد؛ نتصور أن يكون هذا التصميم بمثابة مخطط قابل للتطوير لعمارة المساجد المستدامة في جميع أنحاء المنطقة وخارجها.

التقييم والمراقبة طويلة الأمد

يمتد التزامنا بهذا المشروع إلى ما بعد بنائه الأولي. لضمان نجاحه المستمر وجمع بيانات قيمة للمساعي المستقبلية، نقترح خطة تقييم ومراقبة شاملة طويلة الأجل:

18. Fathy, Hassan. Architecture for the Poor. University of Chicago Press, 1973 .
19. Edwards, Brian. Sustainable Architecture: European Directives and Building Design. Routledge, 2001 .
20. Hyde, Richard. Climate Responsive Design. E & FN Spon, 2000.
21. عبد الستار، خالد. القباب في عمارة بغداد التراثية. رسالة ماجستير، جامعة بغداد، 2016.
22. عبد القادر، زينب. "تحليل بيئي لقبة جامع الحيدرخانة"، مجلة العمارة الإسلامية، 2020.
23. عبد الله، عمر. العمارة المناخية في العراق. بغداد: دار الحكمة، 2012.
24. عبد الرزاق، مريم. "أثر المواد التقليدية في الأداء الحراري"، مجلة البيئة العمرانية، 2019.
25. وزارة التخطيط العراقية. التقرير الوطني للمناخ الحضري. بغداد، 2022.
26. عبد الكريم، نجلاء. "الاستجابة النفسية للفراغ المعماري"، مجلة علم النفس البيئي، 2021.
27. عبد الوهاب، سارة. العمارة الإسلامية بين الوظيفة والرمز. رسالة دكتوراه، جامعة الكوفة، 2020.
28. عبد الله، مصطفى. "تحليل الظلال في القباب التراثية"، مجلة التصميم المعماري، 2023.
29. عبد الحميد، ندى. التوازن الحراري في المباني التراثية. جامعة بغداد، 2018.
30. عبد الجليل، هدى. "دور النوافذ العلوية في التهوية"، مجلة العمارة والتكنولوجيا، 2020.
31. عبد العزيز، فلاح. العمارة الإسلامية في العصر العثماني ببغداد. بغداد: دار الورّاق، 2005.
32. عبد الرحمن، ليلى. "تحليل ميداني لراحة المستخدمين في المساجد"، مجلة السلوك البيئي، 2022.
33. عبد الله، حيدر. الاستدامة في التراث المعماري العراقي. رسالة ماجستير، جامعة بابل، 2021.
34. عبد الكريم، ناصر. "أثر التلوث الحراري على المباني التراثية"، مجلة البيئة الحضرية، 2020.
35. عبد الغني، سوسن. العمارة التقليدية في الأعظمية. بغداد: دار الفنون، 2010.
36. عبد المجيد، ندى. "تحليل الظلال باستخدام برامج المحاكاة"، مجلة التصميم الرقمي، 2021.
37. عبد الله، رائد. القباب في المساجد العباسية. رسالة دكتوراه، جامعة بغداد، 2017.
38. عبد الحسين، زهراء. "الراحة الحرارية في المساجد التراثية"، مجلة العمارة والمناخ، 2022.
39. عبد المنعم، فاطمة. الهوية المعمارية في بغداد القديمة. بغداد: دار الأمل، 2015.
40. عبد الهادي، حسين. "تحليل بيئي لقبة جامع الكيلاني"، مجلة العمارة الإسلامية، 2023.
41. عبد الرزاق، هبة. الاستجابة البيئية للقباب الإسلامية. رسالة ماجستير، جامعة بغداد، 2020.
42. عبد الله، سيف. "دور الشكل الهندسي في الأداء الحراري"، مجلة التصميم المستدام، 2021.
43. عبد الرحمن، ندى. العمارة الإسلامية كمنظومة بيئية. بغداد: دار المعمار، 2019.
44. عبد الكريم، زهراء. "تحليل ميداني لقبة جامع السيد سلطان علي"، مجلة العمارة والتراث، 2022.