Journal of
Engineering Sciences
Faculty of Engineering
Assiut University
JES
مجلة
العلوم الهندسية
كلية الهندسة
جامعة أسيوط
journal homepage: http://jesaun.journals.ekb.eg

Biophilic Design and Indoor Environmental Quality –Thermal Comfort- in Public Libraries

التصميم البيوفيلي وجودة البيئة الداخلية -الراحة الحرارية- في المكتبات العامة

Received 1 May 2025; Revised 1 July 2025; Accepted 1 July 2025

Abstract: The Impact of Biophilic Design on Enhancing Indoor Environmental Quality to Achieve Thermal Comfort Standards in Public Library Reading Halls in hot, dry regions. Despite the widespread use of heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) systems, they often fail to strike a balance between energy efficiency and thermal comfort. Moreover. The study investigates the potential of biophilic design as a sustainable alternative or complement to these systems. It integrates biophilic design concepts with thermal comfort strategies and analyzes successful global and regional case studies. Additionally, surveys targeting users and experts were conducted to identify the most influential environmental quality factors. The results revealed that thermal comfort is the most critical factor in improving indoor environments. Using the Expert Choice program, it was found that biophilic patterns such as “thermal variability” and “natural systems” had the highest impact, while “mystery” and “risk” had lower influence. “Air temperature” was identified as the most affected parameter. The study confirms that integrating biophilic design patterns can significantly improve thermal comfort, energy efficiency, and indoor space quality.

الملخص: تبحث الدراسة في تأثير التصميم البيوفيلي على تحسين جودة البيئة الداخلية وتحقيق الراحة الحرارية في صالات القراءة بالمكتبات العامة ضمن المناخات الحارة الجافة. فعلى الرغم من انتشار أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف، فإنها غالبًا ما تفشل في تحقيق التوازن بين كفاءة الطاقة وتحقيق الراحة الحرارية، وتستعرض إمكانية التصميم البيوفيلي كحل مستدام بديل أو مكمل. اعتمدت الدراسة على دمج مفاهيم التصميم البيوفيلي واستراتيجيات الراحة الحرارية، وتحليل تجارب عالمية وإقليمية، مع إجراء استبيانات لمستخدمين والخبراء لتحديد أهم المعايير المؤثرة. وتوصلت النتائج إلى أن الراحة الحرارية هي العامل الأهم في تحسين البيئة الداخلية، من خلال استخدام برنامج (Expert Choice) يتضح أن الأنماط مثل "التباين الحراري" و"الأنظمة الطبيعية" لها تأثير كبير، بينما كان تأثير "الغموض" و"الخطر" ضعيفًا. كما تبين أن "درجة حرارة الهواء" هي الأكثر تأثرًا. تؤكد الدراسة أن دمج أنماط التصميم البيوفيلي يُحسن الراحة الحرارية ويعزز كفاءة الطاقة وجودة الفراغ الداخلي.

زينب حسن صالح الجميلي[١]
Aljamily Zainab
بركسام حافظ القس بولس[٢]
Breksam H. E. Boules
حاتم محمود فتحي[٣]
Hatem M. Fathy

Keywords:
Indoor Environmental Quality _ Thermal Comfort Standards_ Biophilic Design Patterns.

الكلمات الرئيسية:
جودة البيئة الداخلية، معايير الراحة الحرارية، أنماط التصميم البيوفيلي.

[١] مدرس بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة جامعة أسوان – اسوان - مصر (zainab.aljamily@aswu.edu.eg)
[٢] معيد بقسم الهندسة المعمارية – المعهد العالي للهندسة والتكنولوجيا بالطود – الأقصر- مصر (breksam.alkes@eng.aswu.edu.eg)
[٣] أستاذ بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة جامعة أسوان – اسوان - مصر (hatem.mahmoud@aswu.edu.eg)

https://doi.org/10.21608/jesaun.2025.380412.1497
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

١. المقدمة

في ظل التحديات البيئية والصحية المتزايدة في العصر الحديث وتقلص المساحات الخضراء، أصبحت الحاجة ملحة إلى إعادة دمج الطبيعة في الفراغات الداخلية لتعويض آثار الحياة الحضرية المعاصرة. تؤكد الدراسات الحديثة على الدور المحوري للعناصر الطبيعية في تشكيل بيئات داخلية صحية ومحفزة، حيث تسهم النباتات والضوء الطبيعي والتهوية والمواد العضوية في تحسين جودة الهواء، وتنظيم المناخ الداخلي، وتعزيز الراحة النفسية والإدراكية لمستخدمي الفراغ.
يأتي التصميم البيوفيلي (Biophilic Design) كاستجابة علمية لهذه المتطلبات، من خلال توظيف مبادئ مستمدة من العلاقة الفطرية بين الإنسان والطبيعة، وتظهر أهمية هذا النهج جليةً في الفراغات التعليمية والمكتبات العامة، التي تحتاج إلى توازن دقيق بين الراحة الحرارية والبصرية والسمعية لضمان بيئة مثالية للقراءة والتركيز.
تكتسب المكتبات العامة أهمية استثنائية في هذا الإطار، إذ أنها ليست مجرد أماكن لتخزين الكتب، بل هي مراكز حيوية للتعلم والتفاعل المجتمعي، مما يتطلب بيئات داخلية محفزة ومريحة تلبي معايير جودة البيئة الداخلية، وخاصة الراحة الحرارية التي تؤثر بشكل مباشر على تركيز المستخدمين وإنتاجيتهم.
من هذا المنطلق، يهدف هذا البحث إلى استكشاف دور التصميم البيوفيلي في تعزيز جودة البيئة الداخلية للمكتبات العامة، مع التركيز على الراحة الحرارية كأحد المعايير الأساسية، كما يسعى إلى تحليل المبادئ والأنماط التصميمية البيوفيلية التي يمكن توظيفها لتحقيق التوازن الحراري الأمثل، مدعومة بأمثلة تطبيقية وتقييم لأوزانها النسبية في التأثير على بيئة الفراغ.
تعتمد الدراسة على منهجية تحليلية شاملة تتراوح بين الاستعراض النظري للتطور التاريخي والمفاهيم العلمية للبيوفيليا، وصولًا إلى تقييم استراتيجيات التصميم وتأثيراتها العملية، وتأمل النتائج في تقديم إطار عملي يمكن للمصممين وأصحاب القرار الاستناد إليه لإنشاء مكتبات عامة مستدامة، تلبي احتياجات المستخدمين مع الحفاظ على الانسجام مع النظام البيئي.
تُسهم هذه الدراسة في سد فجوة بحثية حول دور التصميم البيوفيلي في المكتبات، وتقدم توصيات قابلة للتطبيق لتعزيز كفاءة هذه الفراغات، مما يجعلها نموذجًا للبيئات التعليمية التي تجمع بين الابتكار التصميمي والاستدامة البيئية.
تلقى الاهتمام بالبيوفيليا فى كتاب "The Biophilia Hypothesis" و يتألف الكتاب من مساهمات من باحثين في مجموعة واسعة من التخصصات المختلفة، وكان الهدف منه ترويج مفهوم البيوفيليا [١] تضمن الكتاب مساهمات من باحثين من مختلف التخصصات، بهدف نشر مفهوم "Biophilia "وتعزيز الأدلة الداعمة له، وقد أثمرت هذه الاستراتيجية بشكل كبير، حيث أصبح للبيوفيليا، منذ عام ١٩٩٣، تأثير واضح في مجال علم النفس التنموي والطب الوقائي والنظرية المعمارية [٢] بالإضافة إلى تأثيرها في مجالات متعددة، كما ترتبط "Biophilia "ارتباطًا وثيقًا بالأخلاقيات البيئية، حيث يرى علماء الأحياء المهتمون بالحفاظ على البيئة أن فرضية حب الحياة تمثل خطوة أساسية نحو تطوير أخلاقيات بيئية تركز على الإنسان، لا تقتصر فقط على الفوائد المادية التي تقدمها الطبيعة، بل تمتد أيضًا لتشمل تأثيرها النفسي الإيجابي على البشر[٣].
وضع ستيفن كيلرت إطارًا يُعرف باسم سمات ومبادئ التصميم البيوفيلي لتعزيز ارتباط المساحات الداخلية بالطبيعة، وهو دليل للمهندسين المعماريين والمصممين لتحسين الصحة البدنية والعقلية من خلال دمج العناصر الطبيعية في العمارة. صنف كيلرت هذه السمات إلى ثلاث مجموعات رئيسية :التجربة المباشرة للطبيعة أو أنماط الطبيعة في الفضاء، وتشمل الاتصال المباشر بعناصر مثل الضوء والهواء والماء والنباتات وغيرها من مظاهر الطبيعة وأنماط النظائر الطبيعية، والتي تتعلق باستخدام عناصر تحاكي الطبيعة في البيئة المبنية، مثل المواد والألوان الطبيعية ومحاكاة الإضاءة الطبيعية وتجربة الفضاء والمكان أو أنماط طبيعة الفضاء، التي تتجسد في السمات المكانية التي تعكس تعقيد الطبيعة وتنظيمها، مما يعزز الشعور بالارتباط بالعالم الطبيعي[٤].
ساهم التطور التكنولوجي في زيادة الإقبال على المباني التي توفر بيئة داخلية عالية الجودة، بالتوازي مع تحسين كفاءتها الحرارية، وتُعد جودة البيئة الداخلية للمباني (Indoor Environmental Quality -IEQ) من العوامل الأساسية التي تلبي احتياجات مستخدمي الفراغات، وتكمن أهمية جودة البيئة الداخلية في الراحة الحرارية، والراحة البصرية، وجودة الهواء الداخلي، والراحة الصوتية، مما يضمن توفير بيئة معيشية وعملية أكثر راحة وصحة للمستخدمين[٥].
أصبح التغير المناخي من أهم القضايا الرئيسية التي تجذب المجتمع للحديث نحو تحقيق الراحة الحرارية كهدف مستدام [٦]، فالراحة الحرارية هي أحد المتطلبات الأساسية لحياة أكثر صحة وإنتاجية عمل. وتوصف بأنها "حالة العقل التي تعبر عن الرضا عن البيئة الحرارية"[٧]، ويفسر مصطلح "الراحة الحرارية" بأنها البيئة الحرارية في المباني وتتأثر

بالعوامل الفيزيائية والفسيولوجية والنفسية والبيئية [٨]، تُظهر المباني ذات التهوية الطبيعية أداءً أفضل في المناطق ذات المناخ الحار، حيث تتأثر بعوامل مثل معدلات التبخر المنخفضة، الإشعاع الشمسي العالي، الرطوبة النسبية المرتفعة، والغطاء السحابي الكثيف، ويختلف مستوى تحمل شاغلي المباني للحرارة بشكل ملحوظ بين المباني المكيفة والمباني ذات التهوية الطبيعية، إذ يتمتع سكان المباني المجهزة بالتهوية الطبيعية بقدرة أكبر على التأقلم مع درجات الحرارة الداخلية المرتفعة، وقد كانت هذه المباني دائمًا محورًا أساسيًا للبحث، لا سيما في البلدان النامية التي تسعى إلى تحقيق أهداف مستدامة لتوفير الطاقة[٩].

تعد المكتبات العامة من أهم الأبنية الثقافية العامة، وغالبًا ما تكون مكتظة وغير مستغلة فإن تحسين التصميم الداخلي للمكتبة والبيئة المبنية يجب أن يوفر قدرًا أكبر من الراحة والفوائد التعليمية والثقافية، وأكدت بعض الآراء أن المكتبة يجب أن تكون مهيأة لبيئة سليمة لمستخدميها ومحققة لجودة البيئة الداخلية مثل الراحة الحرارية والبصرية والصوتي [١٠]، يجب أن تكون احتياجات المستخدمين وتخطيط المساحة الداخلية وتصميم البيئة الداخلية المادية في مركز عملية التخطيط. كما يجب أن يخدم مستقبل المكتبات أدوارًا متعددة للمجتمعات والمجتمع. ومع ذلك، سيتم تحقيق نجاح التصميم من خلال رضا المستخدمين عن كيفية تأثير البيئات الداخلية المادية عليهم[١١] وتحقيق الراحة الحرارية في المكتبات، خاصة في البيئات ذات المناخات القاسية مثل مصر، يعد عنصرًا أساسيًا لتعزيز تجربة المستخدم والحفاظ على مقتنيات المكتبة. ويتطلب ذلك مزيجًا من استراتيجيات التصميم السلبي، وتقييم جودة البيئة الداخلية، والتكيف مع الظروف المناخية المحلية.

١.١ إشكالية البحث

تتمثل الإشكالية البحثية في غياب إطار معياري واضح يربط بين تأثير أنماط التصميم البيوفيلي (Biophilic Design) على تحقيق معايير الراحة الحرارية في المكتبات العامة، خاصة في ظل تباين الظروف المناخية وتأثيرها على جودة البيئة الداخلية. إذ تواجه العديد من المكتبات تحديات كبيرة في توفير مستويات مثلى من الراحة الحرارية، مما ينعكس سلبًا على تجربة المستخدمين. حيث تعاني هذه الفراغات من مشكلات تتعلق بجودة الفراغ الداخلي من تذبذب درجات الحرارة ونسب الرطوبة، مع الاعتماد المفرط على أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف (Heating, Ventilation, and Air Conditioning -HVAC) والتي تؤدي إلى استهلاك مرتفع للطاقة، وتكاليف تشغيلية باهظة، وآثار بيئية سلبية بسبب الانبعاثات الكربونية. وعلى الرغم من استخدام هذه الأنظمة الميكانيكية، فإنها غالبًا ما تفشل في تلبية متطلبات الراحة الحرارية بالمستوى المطلوب، مما يتسبب في شعور المستخدمين بعدم الارتياح ويحد من فعالية الخدمات المكتبية.

لذلك، تبرز الحاجة إلى دراسة تأثير التصميم البيوفيلي كبديل أو مكمل للأنظمة التقليدية، من خلال استكشاف مدى قدرته على تحسين جودة البيئة الداخلية عبر (تعزيز التهوية الطبيعية، الاستفادة من العناصر النباتية في تنظيم المناخ الداخلي، استخدام مواد بناء مستدامة ذات خصائص حرارية ملائمة).

وتكمن أهمية هذه الدراسة حول كيفية توظيف الأنماط البيوفيلية لتحقيق راحة حرارية مستدامة في المكتبات العامة، مع الأخذ في الاعتبار تفاعل المستخدمين مع الفراغ.

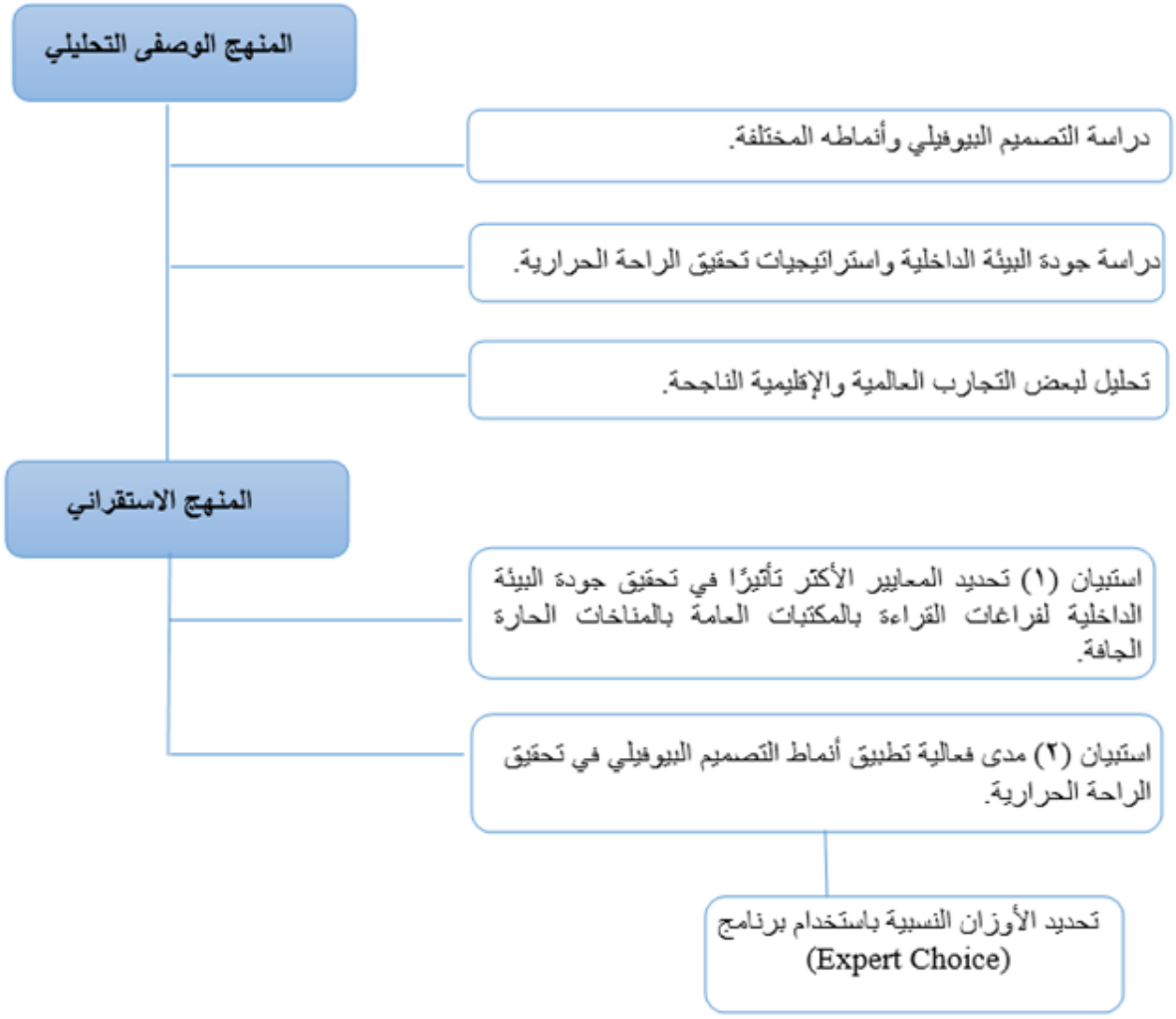
١. ٢ هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحسين جودة البيئة الداخلية في مباني المكتبات العامة، مع التركيز على تحقيق الراحة الحرارية المثلى من خلال تفعيل مبادئ التصميم البيوفيلي (Biophilic Design) كما يسعى إلى:

- الدمج بين الأنماط البيوفيلية ومعايير الراحة الحرارية، بما يمكن المصممين من تطوير فراغات مكتبية متوافقة مع البيئة الطبيعية.
- تحديد آليات التكامل بين العناصر الطبيعية (مثل التهوية العابرة، الغطاء النباتي، والمواد الحيوية) وبين أنظمة التحكم المناخي، لضمان كفاءة الطاقة وجودة الفراغ الداخلي.
- توفير مرجعية تصميمية تساعد في تطوير معايير مستدامة للمكتبات العامة، تعزز الارتباط بالطبيعة مع ضمان راحة المستخدمين في مناخات مختلفة، وبذلك، يُقدّم البحث نموذجًا عمليًا يُسهم في تقليل الاعتماد على الأنظمة الميكانيكية مثل أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف (HVAC)، ويُحقق بيئة داخلية صحية ومستدامة.

٣.١ منهجية البحث

لتحقيق أهداف الدراسة؛ اعتمد البحث الحالي على تطبيق المنهجية الوصفية التحليلية بدراسة التصميم البيوفيلي وأنماطه، كما تم دراسة جودة البيئة الداخلية واستراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية، وتحليل لبعض التجارب العالمية والإقليمية الناجحة في تطبيق مفاهيم التصميم البيوفيلي لتحديد مدى العلاقة بين الأنماط البيوفيلية وتحسين الراحة الحرارية. ثم ينتقل البحث إلى المنهج الاستقرائي بهدف تفعيل مبدأ إدماج الفئات المجتمعية من مستخدمين وذوي الخبرة في مجال الاستدامة من الأكاديميين والمهندسين والمعماريين في عملية تحديد المعايير الأكثر تأثيرًا في تحقيق جودة البيئة الداخلية لفراغات القراءة بالمكتبات العامة بالمناخات الحارة الجافة. ومعرفة مدى فعالية تطبيق أنماط التصميم البيوفيلي في تحقيق الراحة الحرارية داخل هذه الفراغات ووضع أوزان نسبية منطقية لها كما موضح في شكل رقم (١).



شكل رقم (١): منهجية البحث

٢. التصميم البيوفيلي (Biophilic Design) - المفهوم والتطور التاريخي

أشار المهندس المعماري البريطاني الحائز على عدة جوائز، توماس هيثرويك في مقدمة كتاب *الطبيعة في الداخل: دليل التصميم البيوفيلي*، عام ٢٠٢٠، مفهوم التصميم البيوفيلي. إلى وجود سوء فهم شائع لهذا المفهوم، حيث يُعتقد غالبًا أنه مجرد أسلوب معقد ومبالغ فيه للتأكيد على أهمية إضافة النباتات إلى التصميمات. ومع ذلك، يؤكد أن التعريف الحقيقي للتصميم البيوفيلي يتجاوز ذلك، إذ يُنظر إليه على أنه "علم استجاباتنا العاطفية تجاه العالم من حولنا[12]، حيث يؤكد التصميم البيوفيلي على قيمة المساحات المفتوحة، والضوء الطبيعي، والمواد الطبيعية، والنباتات. فهو يعمل على إعادة

ربط البشر بالطبيعة من خلال استخدام ودمج الضوء والنباتات والمياه والمكونات الطبيعية الأخرى وغالبًا ما يتم استخدام الإضاءة والتهوية الطبيعية، وتأكيد مميزات استخدام المناظر الطبيعية[١٣].

١.٢ المفهوم العلمي للبيوفيليا(Biophilia)

يشير مصطلح "بيوفيليا" - المُشتق من الكلمتين اليونانيتين "bio" (الحياة) و "philia" (الحب أو الانجذاب العاطفي) - إلى "الميل الفطري للارتباط بالطبيعة والكائنات الحية". وقد تطور هذا المفهوم عبر العصور حيث طرح الفيلسوف الألماني إريك فروم (1973) المفهوم كـ "حب عاطفي للحياة وكل ما هو حي" واعتبره أساسًا للصحة النفسية في المجتمعات الصناعية [١٤] وطور عالم الأحياء إدوارد ويلسون (1984) النظرية كـ "الميل الفطري للتركيز على الحياة وأشكالها"، وبالتعاون مع ستيفن كيليرت (1993)، أضاف بُعدًا عاطفيًا: "الرغبة في الارتباط بالأنظمة الحية"[١٤] وركز العالم جوديث هيفيرنان (٢٠٠٩)على العوامل النفسية والفسيولوجية التي تربط الانسان بالطبيعة داخل البيئة المبنية [١٥]، وقد تم تعريفه حديثًا بأنه "الانتماء الغريزي للطبيعة كحاجة بشرية أساسية "[١٦] كما يمكن تعريفه على أنه "السِمة الجينية الموروثة التي تربط البشر بالطبيعة" [١٧] كما يوضح جدول رقم(١).

جدول رقم (١): المراحل الرئيسية لتطور مفهوم البيوفيليا

المراجع	الإسهامات البارزة	المساهمون الرئيسيون	الفترة الزمنية
[١٤]	-تأسيس المفهوم الفلسفي للبيوفيليا في كتاب "تشريح التدميرية البشرية(1973) " -تعريف البيوفيليا كـ "حب الحياة والكائنات الحية"	إريك فروم(Erich Fromm)	ما قبل ١٩٨٠
[١٤]	-تطوير المفهوم من منظور بيولوجي -ربط النظرية بالتصميم البيئي والعمراني -وضع الأسس العلمية للعلاقة بين الإنسان والطبيعة	إدوارد ويلسون(Edward O. Wilson) ستيفن كيليرت(Stephen Kellert)	1984-2000
[١٥]	-تطوير أطر تصميمية منهجية -دراسة التأثيرات النفسية والفسيولوجية للتصميم البيوفيلي -تطوير معايير التطبيق العملي	جوديث هيفيرنان (Judith Heerwagen) تيري براوننج (Terry Browning) وآخرون	2000-2010
[١٧]	-تطوير أدوات قياسية قابلة للتطبيق -إصدار أدلة تصميمية عملية -تكامل المفهوم مع أنظمة التقييم البيئي مثلLEED) وWELL)	منظمات مثل تيرابين برايت جرين (Terrapin Bright Green)	2018-الآن

*Terrapin Bright Greenهي شركة استشارات بيئية وتخطيط استراتيجي ملتزمة بتحسين البيئة البشرية من خلال تطوير الأداء العالي والسياسة والأبحاث ذات الصلة منذ عام ٢٠٠٦، من أجل رفع مستوى المحادثات ومساعدة العملاء على فتح آفاق جديدة في التفكير الإبداعي في الفرص البيئية.

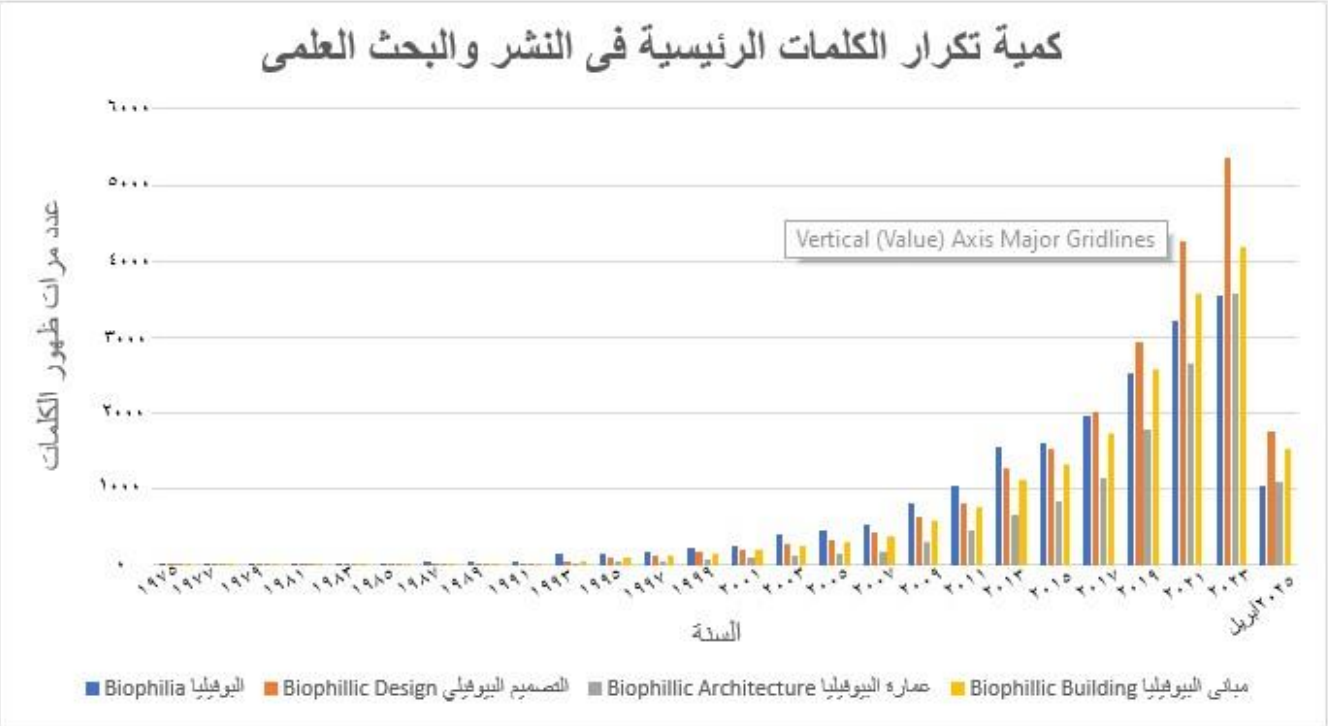
٢.٢ أهمية التصميم البيوفيلي

- **الصحة النفسية** : يساعد التصميم البيوفيلي على تقليل مستويات التوتر وتحسين المزاج والتركيز. وأن التعرض للأنماط البيوفيلية يؤدي إلى تحسين الإدراك وتقليل الشعور بالإرهاق العقلي، كما يعزز التركيز والانتباه لمستخدمي الفراغ [١٨].
- **الرفاه البدني** : يساعد التصميم البيوفيلي في خفض ضغط الدم، وتقليل معدل ضربات القلب، وتحسين الاستجابة الفسيولوجية للجسم تجاه التوتر، ويساعد في تنظيم الجهاز العصبي وتقليل مستويات هرمون الكورتيزول المرتبط بالضغط النفسي[١٩].
- **الاستدامة** : يساعد التصميم البيوفيلي في تحقيق الاستدامة عن طريق تقليل الاعتماد على الأنظمة الصناعية كالإضاءة والتكييف الصناعي، لأنه يستغل الموارد الطبيعية مثل الضوء والهواء بشكل فعّال، مما يقلل من استهلاك الطاقة ويعزز الأداء البيئي للمباني[20]، واستخدام النباتات الخارجية والداخلية تعمل على تقليل استهلاك الطاقة في

الأبنية الواقعة في المناخات الحارة، مما يساهم في تحسين كفاءة الطاقة والاستدامة الحرارية[١٧] ويعمل على تقليل انبعاثات الكربون، وتحسين جودة المياه والهواء لتحقيق استدامة شاملة في المباني[٢١].

٢. ٣ التطور التاريخي للتصميم البيوفيلي Biophilic

اتجه المصممون والباحثون في الآونة الأخيرة إلى استخدام النظام البيوفيلى لتحقيق جودة الفراغ الداخلي وارتباط الفراغ الداخلي بالطبيعة الخارجية لتأثيرها بشكل إيجابي على المستخدم من حالة نفسية وادراكية والحالة الصحية، ويعرض الشكل رقم (٢) التطور التاريخي لاستخدام كلمة البيوفيليا والتصميم البيوفيلى وعمارة البيوفيليا ومباني البيوفيليا.



شكل رقم (٢): كمية تكرار الكلمات الرئيسية فى النشر والبحث العلمي
البيوفيليا والتصميم البيوفيلى وعمارة البيوفيليا ومباني البيوفيليا خلال الفترة ٥٠ سنة (١٩٧٥-٢٠٢٥)

٤. ٢ مبادئ التصميم البيوفيلي Biophilic

يُمثل التصميم البيوفيلي إطارًا منهجيًا يستند إلى أسس علمية تهدف إلى تعزيز التفاعل بين الإنسان والبيئة الطبيعية في الفراغات المعمارية. فقد أسس كيليرت وكالابريس (٢٠١٥) الإطار النظري المتكامل لهذا النهج التصميمي من خلال خمسة مبادئ أساسية تُعتبر مرتكزات جوهرية في الدراسات المعاصرة للعمارة المستدامة والصحية، تكون بمثابة الشروط (المبادئ) الاساسية لتفعيل التصميم البيوفيلى ويتألف من[٢٢]:

- التفاعل المستمر والمستدام مع الطبيعة لتعزيز الارتباط البيئي.
- دعم التكيفات البشرية مع البيئة الطبيعية، مما يسهم في تحسين الصحة العامة واللياقة والرفاهية عبر الزمن.
- تعزيز الارتباط العاطفي بالأماكن والبيئات، مما يرسخ الشعور بالانتماء.
- تشجيع التفاعل الإيجابي بين الإنسان والطبيعة، مما يعزز الإحساس بالمسؤولية تجاه المجتمعات البشرية والطبيعية.
- دعم الحلول المعمارية المتكاملة والمترابطة التي تعزز التناغم بين البيئة المبنية والطبيعة.

٥. ٢ أنماط التصميم البيوفيلي Biophilic

طورت أنماط التصميم البيوفيلي بناء على أدلة تجريبية وتحليل متعدد التخصصات لأكثر من ٥٠٠ مقال وكتاب محكّم. لهذه الأنماط تطبيقات واسعة في البيئات الداخلية والخارجية، وهي مصممة لتكون مرنة وقابلة للتكيف، مما يسمح

بتنفيذها بما يتناسب مع المبنى من وجهة نظر المصمم، وتتميز تلك الأنماط الأربعة عشر بالقدرة على إعادة صياغة مفهوم جودة البيئة [٢٣] كما موضح في جدول رقم (٢).

جدول رقم (٢): أنماط التصميم البيوفيلي [٢٣]

الفئة	أنماط التصميم البيوفيلي
الطبيعة في الفضاء	1-الاتصال البصري بالطبيعة
	2-الاتصال غير البصري بالطبيعة
	3-المحفزات الحسية غير الإيقاعية
	4-التباين الحراري وتدفق الهواء
	5-وجود الماء
	6-الضوء الديناميكي والمنتشر
	7-الاتصال بالأنظمة الطبيعية
النظائر الطبيعية	8- الأشكال والأنماط الحيوية
	٩- العلاقة المادية بالطبيعة
	١٠- التعقيد والنظام
طبيعة الفراغ	١١- المشهد
	١٢- ملجأ
	١٣-الغموض
	١٤- خطر

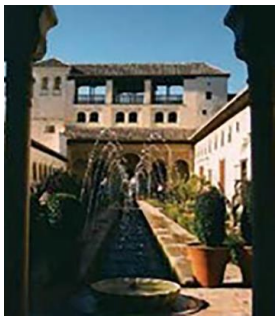
٢. ٥. ١ الطبيعة في الفضاء

يركز على الوجود المباشر والمادي والعابر للطبيعة في المكان، على سبيل المثال: النباتات، الحيوانات، والماء، والنسيم، والأصوات، والروائح وغيرها [٢٤] جدول رقم (٣).

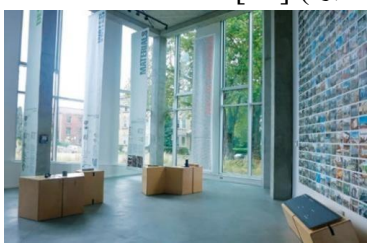
جدول رقم (٣): توصيف لأنماط الاتصال البصرى بالطبيعة

النمط	التوصيف	الأمثلة
الاتصال البصري بالطبيعة	النظر إلى المناظر الطبيعية المفضلة لدى المستخدم يتمثل مشهد يشمل غابات من الأشجار والنباتات والحيوانات الهادئة غير المفترسة ومسطحات المياه النظيفة [٢٤].	الظواهر الطبيعية: (التدفق الطبيعي لجسم مائي، النباتات الحيوانات والحشرات، الحفريات التضاريس والتربة)[٢٤]. المحاكاة أو المصطنعة: (التدفق الميكانيكي لجسم مائي، بركة و حوض أسماك، جدار أخض، عمل فني يصور مشاهد طبيعية، مناظر طبيعية مصممة بدقة)[٢٤]. **شكل رقم (٣): حديقة أشجار (birch) والطحالب في مبنى نيويورك تايمز في مدينة نيويورك[٢٤]**
الاتصال غير البصري بالطبيعة	العمل على تحفيز لجميع الحواس إلى جانب حاسة البصر ويعمل على إدراك الأصوات والروائح والملمس	الظواهر الطبيعية: (المياه الجارية، الطقس، التهوية الطبيعية، المواد المحببة للطبيعة، مدفأة مشتعلة، أشعة الشمس، أسطح دافئة/باردة)[٢٤]. المحاكاة أو المصطنعة: (زيوت نباتية طبيعية يتم عملها ميكانيكيًا، أقمشة/منسوجات محببة تحاكي نسيج المواد الطبيعية، ميزة مائية يمكن سماعها أو الوصول إليها،

جدول رقم (٣): توصيف لأنماط الاتصال البصرى بالطبيعة

النمط	التوصيف	الأمثلة
	التي تتواجد في الهواء الطلق [٢٤].	موسيقى، الحدائق، الحيوانات الأليفة، منحل نحل العسل[٢٤].  **شكل رقم(٤): قلعة (Alhambra) في غرناطة بإسبانيا استخدم النافورة والحدائق [٢٤]**
المحفزات الحسية غير الإيقاعية	هو عبارة عن اتصال عشوائي مع الطبيعة ويستمر لفترة قصيرة من الزمن، وعلى الرغم من أنه يمكن تحليلها إحصائيًا إلا أنه لا يمكن التنبؤ بها بدقة. وتعمل على جذب الانتباه للأفراد بالتركيز على مهمة معينة مع التعافي من التعب [٢٤].	الظواهر الطبيعية: (حركة السحب، الحياة النباتية، خرير الماء، حركة الحشرات والحيوانات، زقزقة الطيور، الزهور والأشجار والأعشاب العطرية)[٢٤] المحاكاة أو المصطنعة: (مواد قماشية أو شاشية تتحرك أو تلمع مع الضوء، انعكاسات الماء على السطح، ظلال أو ضوء متقطع، أصوات الطبيعة التي يتم بثها على فترات غير متوقعة، زيوت نباتية يتم إطلاقها ميكانيكيًا)[٢٤]. **شكل رقم (٥): مكتب (IT Architecture) طوكيو [٢٥]**
التباين الحراري وتدفق الهواء	تعتبر الراحة الحرارية من العوامل المهمة في التصميم وفقًا للظروف المناخية المختلفة، والعمل على أدارة الرطوبة لتوفير جو محيط مريح ويمكن مراعاة توزيع الهواء من خلال التهوية الميكانيكية أو التهوية الطبيعية (النوافذ وأجهزة التظليل والمواد المستخدمة في تصميم غلاف المبنى)[٢٤].	الظواهر الطبيعية: (اكتساب الحرارة الشمسية، الظل والظلال، مواد السطح المشعة، اتجاه الفراغ/المكان، الغطاء النباتي مع التكثيف الموسمي). المحاكاة أو المصطنعة: (استراتيجية توصيل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، ضوابط الأنظمة، زجاج النوافذ ومعالجتها، قابلية تشغيل النوافذ والتهوية المتقاطعة)[٢٤]. **شكل رقم (٦): حديقة (Paley)نيويورك[٢٦]**
وجود الماء	هو حالة تعمل على تعزيز تجربة الفضاء من خلال رؤية أو سماع أو لمس الماء وتعتبر المسطحات المائية الطبيعية أكثر الأشكال وضوحًا والتدفق الطبيعي للمياه النظيفة هو الأكثر فعالية لهذا	الظواهر الطبيعية: (الأنهار، والمحيطات، والبرك، والأراضي الرطبة، الوصول البصري إلى مياه الأمطار والتدفقات، الأودية الموسمية). المحاكاة أو المصطنعة: (جدار مائي، شلال مائي مصطنع، حوض مائي، نافورة، مجرى مائي مصطنع، انعكاسات للمياه (حقيقية أو محاكاة)، صور بها ماء) [٢٤].

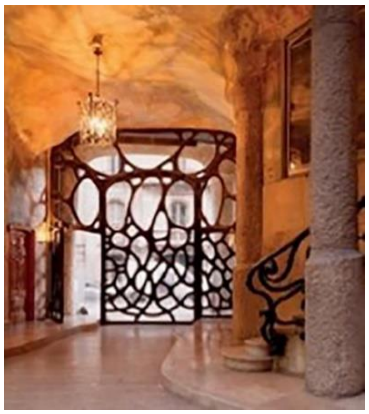
جدول رقم (٣): توصيف لأنماط الاتصال البصرى بالطبيعة

النمط	التوصيف	الأمثلة
	النمط التصميمي [٢٤].	 **شكل رقم (٧): مقر شركة (Art Aqua Offices) ألمانيا ٢٠١٤ استخدم الجدران الخضراء والجدران المائية [١٢]**
الضوء الديناميكي والمنتشر	يعتمد على إضاءة المساحات الداخلية والخارجية، ويعتمد على القدرة فى التأثير على الضوء والظلال والتقلب بها في المساحات لإثارة مشاعر المستخدم، فالإضاءة هي العامل الرئيسي للتحكم في الأجواء بالفضاء وتدعمها العديد من الابتكارات [٢٤].	الظواهر الطبيعية: (ضوء النهار من زوايا مختلفة، ضوء الشمس المباشر، ضوء النهار والموسمي، ضوء النار، ضوء القمر وضوء النجوم). المحاكاة أو المصطنعة: (مصادر إضاءة كهربائية متعددة منخفضة الوهج، توزيع الضوء، إضاءة منتشرة على الجدران والسقف، ستائر نوافذ تحافظ على ضوء النهار، إضاءة مميزة) [٢٤].  **شكل رقم (٨): مركز (The Bullitt) جامعة واشنطن [٢٧]**
الاتصال بالأنظمة الطبيعية	يعمل على خلق علاقة قوية مع البيئة الطبيعية، كما أنه يعزز إدراك الفصول الموسمية ويؤثر على ادراك المستخدم من الناحية العاطفية [٢٤].	الظواهر الطبيعية: (المطر، البرد، الثلوج والرياح، هطول الأمطار، تدفقات المياه السطحية، الفيضانات، الجفاف، لون الضوء وكثافته، إلقاء الظلال، النبات، سلوك الحيوان، تغيرات المد والجزر). المحاكاة أو المصطنعة: (أنظمة محاكاة للضوء النهاري، بيت الطيور، منحل النحل، النباتات المزهرة، استخدام المواد من الطبيعة مثل الجلد، والحجر، والنحاس، والبرونز، والخشب) [٢٤]. **شكل رقم (٩): مكتب (Indeed Specht Architecture) طوكيو[٢٥]**

٢. ٥. ٢ النظائر الطبيعية

يمثل التركيز على الإيحاءات غير الحية وغير المباشرة في الطبيعة ونجدها في الأشكال والألوان والتسلسلات والأنماط والأفكار المجردة للطبيعة ، ومن الأمثلة مواد التشطيب التي تعمل على الارتباط غير مباشر بالطبيعة [٢٤] جدول رقم (٤).

جدول رقم (٤): توصيف لأنماط النظائر الطبيعية

النمط	التعريف	الأمثلة
الأشكال والأنماط الحيوية	إشارات رمزية من نقوش وزخارف عديدة مستوحاه من الطبيعة [٢٤].	الظواهر الطبيعية:(تصميمات الأقمشة والسجاد وورق الحائط، تفاصيل تركيبات النوافذ، تفاصيل الأثاث، الأعمال الخشبية والبناء، ملصقات الحائط، ونمط الطلاء أو الملمس). المحاكاة أو المصطنعة: (ترتيب النظام الهيكلي، شكل المبنى، الألواح الصوتية، الدرابزين، شكل الأثاث، شكل الممر)[٢٤].  **شكل رقم (١٠): مدخل قاعة (Art Nouveau) كازاميلا برشلونة ١٩١٠[١٢]**
العلاقة المادية بالطبيعة	المواد والعناصر من البيئة المحلية أو الجيولوجيا لخلق شعور مميز بالمكان [٢٤].	لإنشاء العلاقة المادية بالطبيعة: الشكل الجمالي: (استخدام حبيبات الخشب الطبيعي، الجلد، الحجر، الأعشاب المجففة، الفلين، الأعمال الحجرية، لوحة الألوان الطبيعية). الشكل/الوظيفة: (بناء الجدران من الخشب او الحجر والأنظمة الهيكلية من العوارض الخشبية الثقيلة والمواد المستخدمة في الواجهة، شكل الأثاث، ممرات المشاة أوالجسور)[٢٤]. **شكل رقم (١١): (Vinata Bamboo Pavilion) فيتنام حيث استخدم الخيزران والخشب من المواد النباتية الموجودة بالطبيعة [٢٨]**
التعقيد والنظام	هي معلومات حسية غنية بالالتزام بالتسلسل الهرمي المكاني المشابه لتلك التي نواجهها في الطبيعة[٢٤].	الشكل الجمالي: (تصميم أشكال ورق الحائط والسجاد، نسيج المادة، تفاصيل النوافذ مثل الزخارف والقوالب، لون الزجاج، الملمس، تصميم العمود، تفاصيل النافذة المكشوفة، اختيار تنوع النباتات ومكانها في الفراغ، روائح الزيوت النباتية المعقدة، المحفزات السمعية. **شكل رقم (١٢): متحف (Baron) فيينا النمسا ١٨٩١ استخدم الزخارف ذات درجة معتدلة من التعقيد وتعمل على جذب الانتباه وتثير الاهتمام[١٢]** الشكل/الوظيفة: (تصميم الهيكل الخارجي مكشوف، استخدام مواد الواجهة، الأنظمة الميكانيكية المكشوفة، الواجهة والإطار والتسلسل الهرمي للنوافذ، خطط المناظر الطبيعية)[٢٤].

٢. ٥. ٣ طبيعة الفضاء

تشير إلى السمات المكانية المميزة للبيئة الطبيعية التي تساعد في تعزيز صحة الإنسان ورفاهيته وتركز على الجوانب الأساسية للعلاقة البشرية المتأصلة بالطبيعة[٢٤] جدول رقم (٥).

جدول رقم (٥): توصيف لأنماط طبيعة الفضاء

النمط	التوصيف	الأمثلة
المشهد	هو رؤية غير مقيدة لمساحة ما للمشاهدة وتمنح المساحات المفتوحة شعور بالأمان والتحكم، ويتم تطوير نمط التصميم من خلال البحث في الميل البصري [٢٩].	السمات المكانية: أطوال بؤرية ≤ ٢٠ قدم (٦ أمتار)، ارتفاعات الحواجز ≥ ٤٢ بوصة أو الحواجز غير الشفافة . السمات المشتركة: مواد شفافة، مخططات أرضية مفتوحة، شرفات و ممرات للمشاة و ممرات للسلالم، مستويات مرتفعة، مناظر تشمل أشجار الظل أو المسطحات المائية [٢٤]. **شكل رقم (١٣): مكتب (Green Office) لاتفيا [٢٥]**
الملجأ	هو مكان لانسحاب المستخدم من الظروف البيئية ويكون الفرد محمي من الخلف ومن الأعلى والمكان يتمتع بحالة ملجأ ويشعر فيه بالأمان ويعطي شعورًا بالمتعة والأمان[٢٤].	السمات المكانية: • الملجأ المعياري: هو حماية صغيرة (كرسي مرتفع الظهر، مظلة علوية). • الملجأ الجزئي: تغطية عدة جوانب (مكان صغير للقراءة، شرفات، أشجار للتظليل، ممرات مغطاة). • الملجأ الواسع: إخفاء شبه كامل (غرف قراءة/هاتف/نوم، مكاتب خاصة، حديقة أشجار). السمات المشتركة: • مساحات مع حماية من الطقس/المناخ، أو خصوصية الكلام والبصر. • مساحات مخصصة للتأمل، والتأمل، والراحة، والاسترخاء، والقراءة. • ظلال أو ستائر أو شاشات أو أقسام قابلة للتشغيل أو التعديل أو شفافة (أو شبه معتمة). • سقف منخفض أو شرفات أو مظلة. • لون ضوء منخفض أو متنوع أو درجة حرارة أو سطوع [٢٤]. **شكل رقم (١٤): ركن لمقعد بمبنى البرلمان الاسكتلندى ٢٠٠٤ [١٢]**
الغموض	العمل على إثارة الفضول عن طريق إخفاء وجهات النظر والأجهزة الحسية الأخرى لجذب المستخدمين للمغامرة في أعماق الفضاء [٢٤].	السمات المكانية: يتراوح العمق بين المتوسط (≤ ٢٠ قدم) والعالي (≤ ١٠٠ قدم) [٢٤] التحفيز السمعي من مصدر غير محسوس، النوافذ التي تكشف جزئيًا من الطبيعة، حواف منحنية، مسارات متعرجة. السمات المشتركة: (الضوء والظل، الصوت أو الاهتزاز، الرائحة، النشاط أو الحركة، العمل الفني أو التركيب، الشكل والتدفق، المواد الشفافة)[٢٤].

جدول رقم (٥): توصيف لأنماط طبيعة الفضاء

النمط	التوصيف	الأمثلة
		شكل رقم (١٥): معرض (The Forest) بميلانو ايطاليا ٢٠١٨ استخدم فريق التصميم (Kengo Kuma and Associates) الغموض لجذب الانتباه [١٢]
الخطر	تحفيز الانتباه مع تجديد الذاكرة ومهارات في حل المشكلات مثال الممرات المعلقة وحدائق الحيوان[٢٤].	السمات المكانية :(الارتفاعات، الجاذبية، الماء) السمات المشتركة: (فناء داخلي مزدوج الارتفاع مع شرفة أو ممشى، أذرع معمارية معلقة، واجهة شفافة من الأرض إلى السقف، درابزين شفاف أو مستوى أرضي، المشي تحت أو فوق أو عبر الماء، القرب من منحل نحل نشط أو حيوانات مفترسة، تصوير بالحجم الطبيعي للعناكب أو الثعابين)[٢٤]. **شكل رقم (١٦): مكاتب شركة(Evolvable Asia Co)أسيا[٢٥]**

٣. جودة البيئة الداخلية

تُعرف بأنها "قياس الظروف البيئية داخل المبنى ومدى تأثيرها على راحة المستخدمين وصحتهم وإنتاجيتهم"[٥]، تشمل أربعة أبعاد رئيسية:

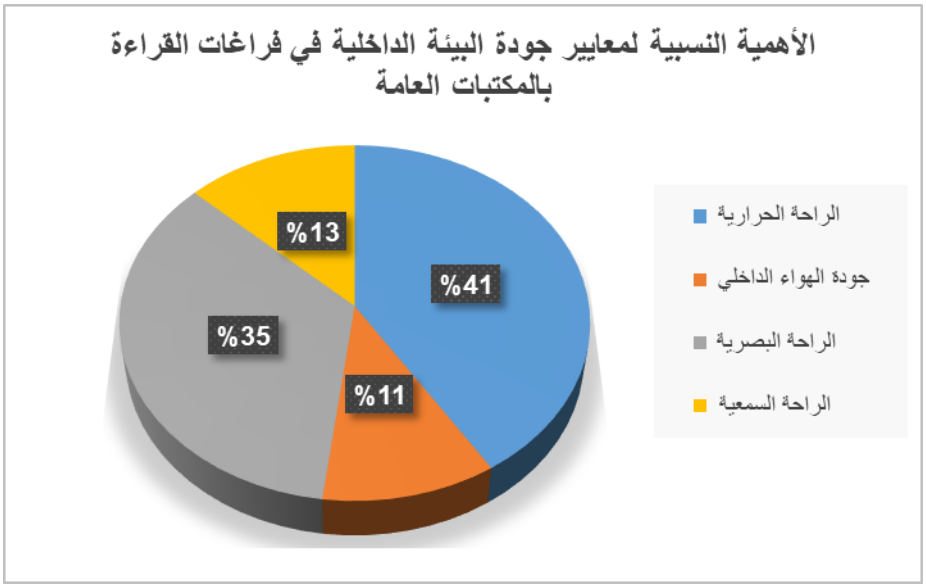
- الراحة الحرارية (Thermal Comfort)
- جودة الهواء الداخلي (Indoor Air Quality - IAQ)
- الراحة البصرية (Visual Comfort)
- الراحة السمعية (Acoustic Comfort)

١.٣ الأهمية النسبية لمعايير جودة البيئة الداخلية في فراغات القراءة بالمكتبات العامة

- **حدود الدراسة** : ركّزت الدراسة على المكتبات الواقعة في المناخ الحار الجاف، وبالأخص مدينتي الأقصر وأسوان، وذلك لما تتميز به هذه المناطق من ظروف مناخية قاسية تتطلب استراتيجيات تصميم بيئي فعالة لتحقيق الراحة الحرارية.
- **جمع البيانات**: تم تصميم استبيانٍ منهجيٍ لتقييم الأهمية النسبية لمعايير جودة البيئة الداخلية في فراغات القراءة بالمكتبات، حيث يُقيّم المشاركون أولوية أربعة معايير رئيسية: (أداء التهوية - الراحة الحرارية - الراحة البصرية - ضمان الراحة الصوتية).
- **مجتمع الدراسة والعينة**: شملت عينة البحث ١٠٠ مشارك من الفئات المستهدفة التالية:
  - خبراء في التصميم المعماري (أكاديميون وممارسون من القطاعين العام والخاص)
  - مستخدمون فعليون لفراغات المكتبات

- طلاب جامعيون
- طلاب مدارس

- **تحليل نتائج الاستبيان**: كشفت نتائج الاستبيان عن تباين واضح في الأهمية النسبية لمعايير جودة البيئة الداخلية بفراغات القراءة، حيث أظهرت النسب المئوية التالية شكل رقم (١٧):

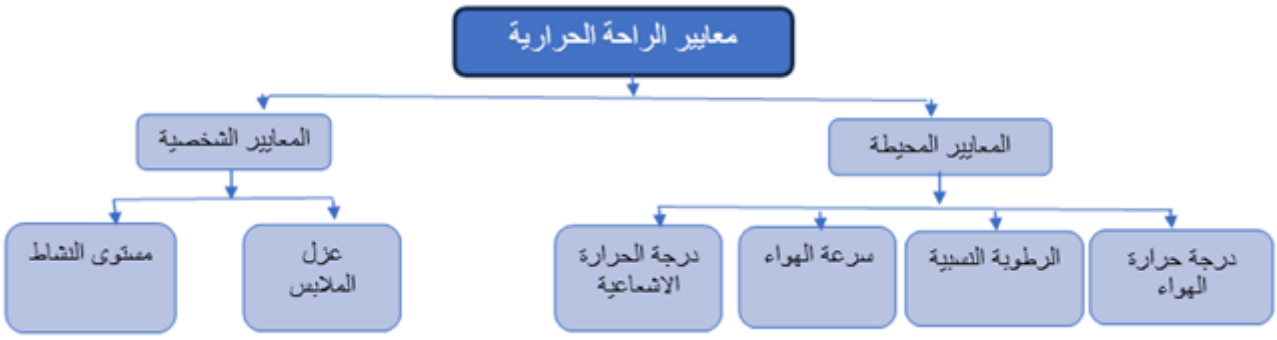


شكل رقم (١٧): يوضح نتيجة الاستبيان أن الراحة الحرارية الاكثر أهمية لتحقيق جودة فراغ القراءة بالمكتبات

تُظهر النتائج أن معيار الراحة الحرارية يحظى بالأولوية القصوى لمستخدمي فراغات المكتبات، حيث حصل على أعلى نسبة تأييد (٤١٪)، مما يؤكد أهمية هذا المعيار في التأثير على تجربة المستخدمين، وضرورة إعطائه الأولوية في عمليات التصميم والتطوير.

٢.٣ معايير تحقيق الراحة الحرارية

تعتبر المعايير هي العوامل التي تحدد خصائص نقل الحرارة لجسم الإنسان، وتنقسم إلى معايير محيطة وهي (درجة حرارة الهواء- سرعة الهواء- درجة الحرارة الاشعاعية- الرطوبة النسبية)، ومعايير شخصية وهي (عزل الملابس – مستوى النشاط) [٣٠] كما يوضح شكل رقم (١٨).



شكل رقم (١٨): يوضح معايير الراحة الحرارية[٣٠]

١.٢.٣معايير الراحة الحرارية (المعايير المحيطة)

يمكن وصف البيئة المحيطة بدرجة حرارة الهواء وسرعة الهواء ودرجة الحرارة الإشعاعية والرطوبة النسبية حيث تكون ضرورية في تحديد متطلبات الراحة الحرارية لجسم الإنسان[٣١].

أ-درجة حرارة الهواء

يمكن تعريفها بأنها متوسط درجة حرارة الهواء التي تحيط جسم الإنسان في مكان وزمان معين. والمعايير المتعلقة بالتحكم في درجة حرارة الهواء هي درجة الحرارة الداخلية وكيفية توزيعها في الاتجاهين الأفقي والرأسي وهذا يؤدي إلى تقليل مساحة الانزعاج الحراري المحلي [٣٢]، حيث تتراوح نطاق درجة الحرارة الموصى بها للأنشطة المستقرة بما في ذلك فراغ القراءة في المكتبات بين ٢٠ و٢٢ درجة مئوية، وهو نطاق مريح للأشخاص في المناطق الباردة أما المناخات الحارة السائدة في دول الشرق الأوسط وفقًا لمعيار (ASHRAE 55 2020)، فإن درجة الحرارة الأكثر راحة في البيئات الحارة والبيئات الرطبة هي ٢٤ درجة مئوية، +/- ١ درجة مئوية [٣٣].

ب- الرطوبة النسبية

يمكن تعريفها بأنها نسبة ضغط بخار الماء الموجود بالفعل في الهواء إلى ضغط البخار المشبع عند نفس درجة الحرارة[٣٢]، وهناك علاقة عكسية بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية، فعندما ترتفع درجة الحرارة تنخفض الرطوبة النسبية، وأن الرطوبة الداخلية للفراغ تتأثر بشكل مستمر بالرطوبة الخارجية [٣٤]، وتتراوح نسبة الرطوبة المثالية في المكتبات بين ٤٠٪ و ٦٠٪[٣٣].

ج- سرعة الهواء

"معدل تدفق الهواء" هو أحد العوامل البيئية التي تؤثر على جودة الهواء الداخلي وهو عبارة عن قيمة حركة وسرعة الهواء في اتجاه معين تقاس بوحدة الزمن وهو متوسط أخذ القراءات من البيئة ويتم التعبير عنها بوحدة م/ثانية[٣٢]، حيث يجب أن تكون سرعة الهواء ٠,١٥ م/ثانية، ويمكن أن تتغير حسب فصلي الصيف والشتاء وفي نفس الوقت لا يشعر الإنسان بهواء بسرعة ٠,١ م/ثانية، ويشعر بالراحة بشكل عام عندما تكون سرعة الهواء ٠,٢ م/ثانية. ومن ناحية أخرى وفي ٠,٣٥ - ٠,٥٠ م/ثانية قد يشعر الإنسان بعدم الراحة في المكان[٣١].

د-درجة الحرارة الاشعاعية

هي درجة حرارة سطح تخيلي يحيط بجسم صغير، بحيث يكون معدل الإشعاع الحراري الساقط على أحد جوانب هذا الجسم مساويًا للإشعاع الذي يتلقاه في الواقع من الأسطح المحيطة به[٣٢]، وتؤثر متوسط درجة الحرارة الاشعاعية لأسطح الجدران والأرضيات والأسقف ومواد الطلاء في البيئة المبنية على درجة الحرارة المحيطة داخل الفراغ، فدرجة حرارة جسم الإنسان ترتفع مع ارتفاع متوسط درجة حرارة الإشعاع[٣١].

٣.٣ استراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية

تشكل معالجات الراحة الحرارية عنصرًا أساسيًا في التصميم البيئي، حيث تسهم في تحقيق التوازن الحراري الأمثل داخل الفراغات المعمارية، وتعتمد هذه الاستراتيجيات على مبادئ التصميم السلبي التي تستجيب للخصائص المناخية المحلية[٣٥]. ويوضح جدول رقم (٦) بعض استراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية.

جدول رقم (٦): بعض استراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية

شكل السقف "قبة، قبو":أثناء النهار تلتقط مساحة صغيرة فقط من السقف المقبب للحرارة الشمسية المباشرة وفي الليل ينبعث منها الحرارة المخزنة إلى سماء بذلك يتم تقليل التدفئة الإشعاعية ويعمل على تعظيم التبريد الإشعاعي[٣٥].
شكل رقم (١٩): مسجد (Dar al Islam Village) بأبيكيو الولايات المتحدة للمعماري حسن فتحي [٣٦]
الأسطح الخضراء: والتي يمكن تسميتها "الأسطح البيئية" أو "الأسطح الحية" أو "حدائق الأسطح"، هي عبارة عن أسطح تحتوي على نباتات في طبقتها النهائية، تعمل على انعكاس الاشعاع الشمسي بين ٢٠٪ و٣٠٪ وتمتص ما يصل إلى ٦٠٪ منه من خلال عملية التمثيل الضوئي، في حين تنتقل نسبة أقل من ٢٠٪ من الحرارة إلى الوسط الآخر[٣١].

شكل رقم (٢٠): Woollahra Municipal Council [٣٧]

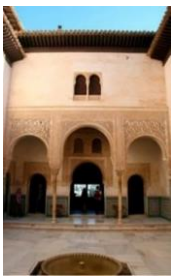
شكل رقم (٢١): (Kaufpark Alterlaa) فيينا النمسا [٣٨]

المدخنة الشمسية (التهوية الطبيعية): عن طريق استخدم اتفاقية تسخين الهواء بالطاقة الشمسية السلبية، وهي عبارة عن عمود رأسي ومجمع شمسي [٣٩].

شكل رقم (٢٢): (Manitoba Hydro Place) كندا[٤٠]

شكل رقم (٢٣): المدخنة الشمسية التي يبلغ ارتفاعها ١١٥ مترًا والتي توفر التهوية الطبيعية[٤٠]

الفناء: يستخدم في المناخات الحارة والجافة والمناخات الحارة والرطبة، يتم عمل الفتحات نحو الفناء فبالتالي يعمل على تجنب الأشعة الشمسية المباشرة[٤١]، مما يعمل على تقليل حمل التبريد الإجمالي بنسبة ٢٥,١٪، ويمكن دمجها مع عناصر المياه فيعمل على التبريد التبخيري السلبي[٣٥]، وعند استخدامه مع مصيدة الرياح أو برج الرياح فيعمل على أن تكون درجة الحرارة الداخلية بين ٣٠,١ و ٣٥,٤ درجة مئوية، برغم أن درجة الحرارة الخارجية تبلغ ٤٧ درجة مئوية[٤٢].



شكل رقم (٢٤): (Alhambra) إسبانيا[٤٣]

شكل رقم (٢٥): برج رياح (Mortaz mansion) يزد[٤٤]

النباتات داخل الفناء: فوائد تواجد النباتات داخل الفناء كثيرة جدا منها الحد من تلوث الهواء والتلوث الضوضائي، وتحسين الراحة الحرارية، وتوفير الطاقة[٤٥].

شكل رقم (٢٦): (Paley Park) نيويورك[٤٦]

وجود عنصر مائي: يمكن للمسطحات المائية أن تعمل على تحسين راحة المستخدم بشكل فعال و قد ثبت أن المنطقة التي تبعد ١٠-٢٠ مترًا عن حافة المياه تعمل بشكل كبير على تحسين الراحة الحرارية[٤٧]، وأن المياه المتدفقة لها تأثير أكبر في التبريد من المياه الراكدة. كما أن المياه المشتتة مثل مياه النافورة لها تأثير أكبر في التبريد [٤٨]، وبدمجه مع زراعة النباتات المناسبة

يجعل المسطح المائي له تأثير أكثر إيجابية وكفاءة على تحقيق راحة المستخدم [٤٩].

شكل رقم (٢٧): فناء(los Leones) [50]

الأشجار ذات الأوراق المتساقطة: أوضحت الدراسات السابقة أهمية استخدام الأشجار للتظليل مما يعمل على حجب الإشعاع الشمسي، في ظل ظروف معينة يمكن للنباتات والأشجار المزروعة بالقرب من المبنى أن تقلل من استخدام أجهزة تكييف الهواء، ويعمل التبخر الناتج عن النباتات والأشجار على تقليل الحرارة بالهواء، مما يقلل من درجة حرارة الهواء القريب منه، وأخيرًا فإن الأشجار والواجهات الخضراء لها تأثير كبير على حركة الهواء مما يؤدي إلى تقليل ثاني أكسيد الكربون في الجو[٥١] وبالتالي فإن الأشجار والنباتات تعمل على تحسين الراحة الحرارية للمستخدم[٥٢].

شكل رقم (٢٨): (The Salad Bar) سيدنى[٣٧]

شكل رقم (٢٩): أعمدة فى (Roppongi Hills) اليابان[٣٧]

التظليل الأفقي والرأسي والستائر الخارجية: لتقليل اكتساب الحرارة الشمسية من خلال النوافذ عن طريق اعتراض الإشعاع الشمسي المباشر قبل أن يصل ويخترق الزجاج [٣٥]، ويعمل على تقليل استهلاك الطاقة للتبريد بنسبة تصل إلى ١٤,٨٦٪ مقارنة بالنوافذ بدون تظليل[٥٣]، ويتم استخدام أجهزة تظليل مختلفة مثل بروز السقف والتظليل الأفقي والتظليل الرأسي والمظلات والشاشات الشبكية وغيرها من النتوءات المعمارية[٣٥].

شكل رقم (٣٠): (Al Bahar Towers) أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة [٤٠]

شكل رقم (٣١): (KfW Headquarters) فرانكفورت، ألمانيا [٤٠]

نسبة النافذة إلى الحائط ومعالجته: تحدد نسبة النافذة إلى الحائط كمية الإشعاع الشمسي الساقط الذي يتم دخوله في داخل الفراغ[٥٤] والتي يمكن أن تحسن التهوية والراحة الحرارية الداخلية بنسبة ١٣٪ مع زيادة نسبة النافذة إلى الحائط، من ١٢٪ إلى ٢٤٪[٥٥].

شكل رقم (٣٢): منطقة التراس لمطعم (Lantai Dasar)[٥٦]

٤. أمثلة تحليلية لدمج التصميم البيوفيلي لتحقيق الراحة الحرارية

تقوم الدراسة التحليلية بعرض بعض نماذج من المكتبات العامة الواقعية التي حققت الراحة الحرارية عن طريق استخدام بعض المعالجات التي تندرج تحت أنماط التصميم البيوفيلي كما يوضح جدول رقم (٧).

جدول رقم(٧): أمثلة حققت الراحة الحرارية باستخدام أنماط التصميم البيوفيلى

١	**نوع المبنى**	مكتبة SGGW library
	موقع المبنى	وارسو،بولندا
	المصمم	سانت فيجالكوفسكى
	الوصف	تتكون من طابقين، و اكتمل بناؤه في ٢٠٠٦ على مساحة ٢٣١٠متر مربع وبها أربع صالات للقراءة بمساحة إجمالية تبلغ حوالي ١٢٠٠ متر مربع وتبلغ مساحة القاعة ٦٣٥ مترًا مربعًا [٥٧]. **شكل رقم (٣٣): مكتبة SGGW library[٥٧]**
	الهدف	صمم المبنى للتقليل من استهلاك الطاقة، والمساهمة بشكل إيجابي في حياة الإنسان من خلال الاستخدام الفعال للضوء الطبيعي لإضاءة المساحات عن طريق استخدام زجاج منخفض الانبعاثية، للاحتفاظ بالحرارة في الغرفة لتعكس الإشعاع الحراري طويل الموجة وهذه الخاصية لها تأثير إيجابي على كل من تكاليف التدفئة وراحة المستخدم[٥٨]. **شكل رقم (٣٤): استخدام زجاج منخفض الانبعاثية داخل المبنى[٥٧]**
	استراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية باستخدام أنماط التصميم البيوفيلى في المبنى	١-استخدام مبدأ الاتصال البصري بالطبيعة: حيث استخدم النوافذ الكبيرة التي تسمح بدخول الضوء الطبيعي داخل قاعات القراءة، وتطل النوافذ على مساحات خضراء داخل الحرم الجامعي الذى يحتوي على الكثير من الأشجار والمساحات الخضراء، مما يعزز التهوية الطبيعية. ٢- استخدام مبدأ العلاقة المادية بالطبيعة: عن طريق استخدام الخشب الطبيعي والمواد الخشبية المعالجة في الأرضيات والسلالم والأرفف. **شكل(٣٥): المعالجات التي تم استخدامها مثل استخدام الزجاج المنخفض الانبعاثية و استخدم الخشب الطبيعي والمواد الخشبية المعالجة [٥٧]**

٢	**نوع المبنى**	مكتبة(Tūranga)
	موقع المبنى	كرايستشيرش، نيوزيلندا
	المصمم	شركة (Architectus)
	الوصف	تتكون من خمس طوابق وبنيت عام ٢٠١٨ كبديل صديق للبيئة للمكتبة الأصلية التي هُدمت بعد زلزال كرايستشيرش عام ٢٠١١[٥٩]. **شكل رقم (٣٦): مكتبة (Tūranga)[٥٩]**
	الهدف	تمثلت الأهداف العامة في تقليل تأثير المبنى على البيئة، وتوفير بيئة داخلية صحية لسكانه. ويجمع المبنى بين كفاءة الطاقة والمياه، وتحسين جودة البيئة الداخلية، واستخدام المواد الصديقة للبيئة، وتقليل التأثير البيئي، وتقليل الانبعاثات في تصميمه عن طريق استخدام تظليل خارجي وتحكم حراري عبر الزجاج المزدوج. **شكل رقم (٣٧): المعالجات التي تم استخدامها مثل الزجاج المزدوج[٥٩]**
	استراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية باستخدام أنماط التصميم البيوفيلى في المبنى	١- استخدام مبدأ الاتصال البصري بالطبيعة: حيث استخدم النوافذ الكبيرة التي توفر مشاهدة المدينة والطبيعة والأماكن الخضراء المحيطة بها. ٢- استخدام مبدأ العلاقة المادية بالطبيعة: عن طريق استخدام مواد طبيعية ومحلية مثل الخشب المستدام، والحجر، والألوان الترابية المستوحاة من الطبيعة النيوزيلندية. **شكل(رقم ٣٨): استخدام الخشب الطبيعي [٥٩]**
٣	**نوع المبنى**	مكتبة الإسكندرية الحديثة
	موقع المبنى	الإسكندرية
	المصمم	مكتب (Snohetta)
	الوصف	يتكون المبنى من ١١ طابق بمساحة إجمالية قدرها ٨٥,٤٠٥ مترًا مربعًا. تشغل قاعة القراءة الرئيسية، التي تتسع لـ ٢٠٠٠ مستخدم، ٧ طوابق بمساحة إجمالية قدرها ١٣,٦٢٥ مترًا مربعًا. يتكون تصميم المكتبة من دائرة بسيطة مائلة نحو البحر ومغمورة جزئيًا في بركة ماء[٦٠].

	 شكل رقم (٣٩): مكتبة الإسكندرية[٦٠]	
الهدف	استخدام السقف المائل الذي يسمح بدخول ضوء النهار بشكل غير مباشر، ويتيح إطلالة بانورامية على البحر الأبيض المتوسط. يهدف هذا إلى التبريد التبخيري لأجزاء المبنى لتحقيق الراحة الحرارية. وتلعب نافذة السقف الشمسية المدمجة في سقف المكتبة دورًا حيويًا في خفض استهلاك الطاقة اللازم لإضاءة أجزاء المبنى [٦٠]. **شكل رقم (٤٠): استخدام السقف المائل[٦٠]**	
استراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية باستخدام أنماط التصميم البيوفيلى في المبنى	١- استخدام مبدأ الاتصال البصري بالطبيعة: من خلال الموقع الساحلي ومشاهدة البحر، بالإضافة إلى استخدام الإضاءة والتهوية الطبيعية من خلال الفتحات الزجاجية في السقف. ٢- استخدام مبدأ المحفزات الحسية غير الإيقاعية: عن طريق انعكاسات الماء على السطح، وتوزيع مستويات الإضاءة والظل. ٣- استخدام مبدأ الضوء الديناميكي والمنتشر: عن طريق ضوء النهار من زوايا مختلفة، وضوء الشمس المباشر. ٤- استخدام مبدأ العلاقة المادية بالطبيعة: عن طريق استخدام ألواح الجرانيت المصري المستخدمة في الواجهة، ما يعزز الشعور بالارتباط بالأرض والمحيط والخشب المستدام. **شكل رقم (٤١): المعالجات التي تم استخدامها مثل الخشب الطبيعي[٦٠]**	

تشير نتائج تحليل الاستراتيجيات الحرارية ودراسة النماذج التطبيقية العالمية إلى وجود ترابط منهجي عميق بين مبادئ وأنماط التصميم البيوفيلي وتحقيق مستويات مثلى من الراحة الحرارية في الفراغات الداخلية.

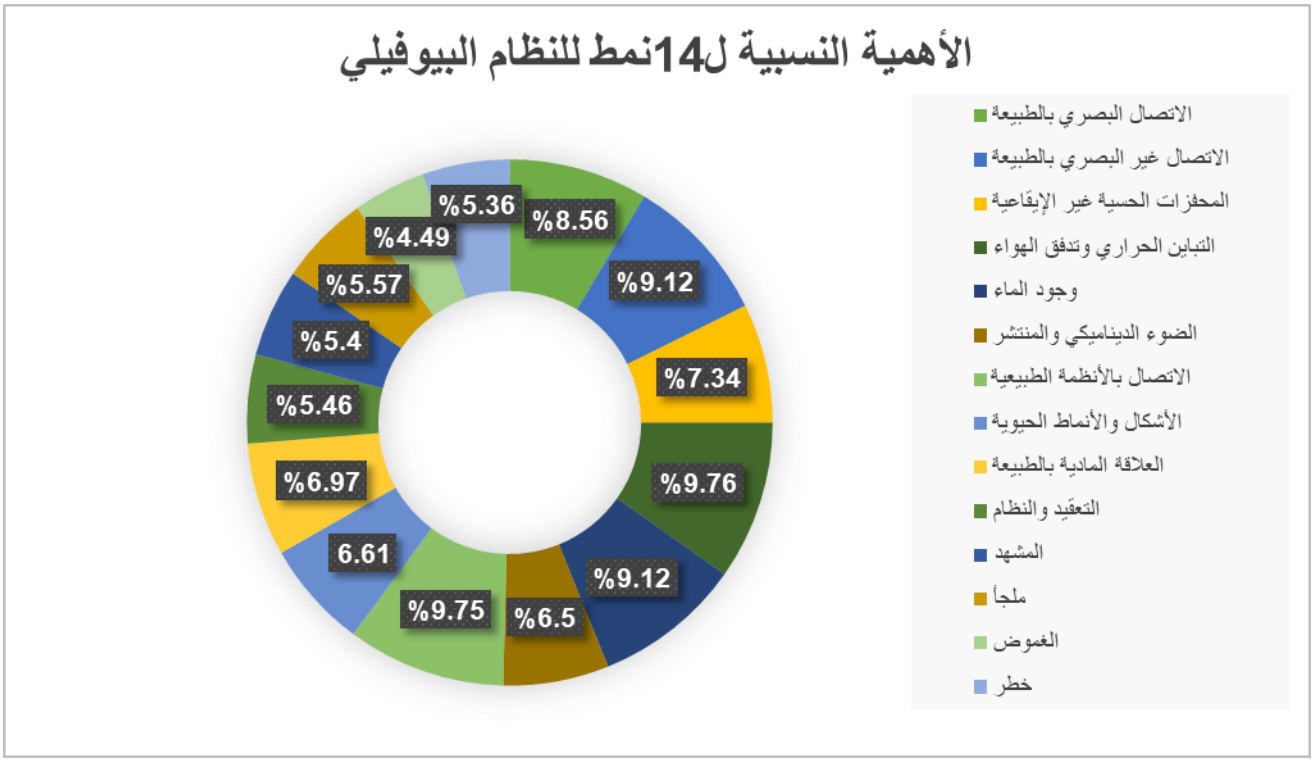
٥. الأوزان النسبية لتأثير أنماط التصميم البيوفيلي في تحقيق معايير الراحة الحرارية

حدود الدراسة: ركّزت الدراسة على المكتبات الواقعة في المناخ الحار الجاف، وبالأخص مدينتي الأقصر وأسوان، وذلك لما تتميز به هذه المناطق من ظروف مناخية قاسية تتطلب استراتيجيات تصميم بيئي فعالة لتحقيق الراحة الحرارية.

جمع البيانات: تم اعداد نموذج استبيان لتحديد الأوزان النسبية للعلاقة بين أنماط التصميم البيوفيلى الأربعة عشر مع معايير الراحة الحرارية، وتم استخدام المقياس الرباعي لتحديد الأهمية حيث كانت الاجابات من (١- ضعيف جدا, ٢- ضعيف, ٣-متوسط, ٤- قوى).

مجتمع الدراسة والعينة: قد تمثلت العينة المستهدفة من الاستبيان ١٠٠ شخصا من ذوي الخبرة في مجال التصميم المعماري والاستدامة سواء من الأكاديميين أو الباحثين أو المعماريين العاملين بالقطاع الحكومي والخاص.

تحليل نتائج الاستبيان: تم تحديد الأوزان النسبية لمدى تحقيق أنماط التصميم البيوفيلى للراحة الحرارية داخل الفراغ المعماري، حيث تم استخدام برنامج (Expert Choice) اختيار الخبير كأحد أدوات أنظمة دعم القرار (Decision Support Systems,DSS) كما يوضح شكل رقم (٤٢).



شكل رقم (٤٢): الأوزان النسبية لمدى تحقيق أنماط التصميم البيوفيلي للراحة الحرارية بالفراغ الداخلي

١.٥ الأوزان النسبية لمعايير الراحة الحرارية ومعامل الانحراف المعياري لها

يوضح جدول رقم (٨) الأوزان النسبية لمدى تأثير كل نمط من أنماط النظام البيوفيلي على معايير الراحة الحرارية ويحدد الانحرافات المعيارية، بحيث كلما قلت قيمة الانحراف المعياري للنمط كلما زاد تأثيره على تحقيق الراحة الحرارية بالفرغ، وكلما ارتفعت القيمة قل التأثير وفقًا لنتائج الاستبيان:

جدول رقم (٨): الأوزان النسبية لمعايير الراحة الحرارية ومعامل الانحراف المعياري

معايير الراحة الحرارية	الوزن النسبي	الوزن النسبي للمحور ككل	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
درجة حرارة الهواء	٢٧,٠٥		٣,٣٠	٠,٧٦
الرطوبة النسبية	٢٤,٩٢		٣,٠٤	٠,٧٥
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٤,٢٦		٢,٩٦	٠,٧٥
سرعة الهواء	٢٣,٧٧		٢,٩٠	٠,٨٤
١- الاتصال البصري بالطبيعة	**١٠٠**	**٨,٥٦**		**٠,٧٨**
درجة حرارة الهواء	٢٧,٦٩		٣,٦٠	٠,٦٧
الرطوبة النسبية	٢٧,٠٨		٣,٥٢	٠,٧٩

معايير الراحة الحرارية	الوزن النسبي	الوزن النسبي للمحور ككل	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٢,٤٦		٢,٩٢	٠,٨٣
سرعة الهواء	٢٢,٧٧		٢,٩٦	٠,٨١
٢- الاتصال غير البصري بالطبيعة	**١٠٠**	**٩,١٢**		**٠,٧٨**
درجة حرارة الهواء	٢٥,٨١		٢,٧٠	٠,٨١
الرطوبة النسبية	٢٥,٢٤		٢,٦٤	٠,٨٠
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٥,٤٣		٢,٦٦	٠,٧٥
سرعة الهواء	٢٣,٥٢		٢,٤٦	٠,٨٦
٣- المحفزات الحسية غير الإيقاعية	**١٠٠**	**٧,٣٤**		**٠,٨١**
درجة حرارة الهواء	٢٦,١٥		٣,٦٤	٠,٦٦
الرطوبة النسبية	٢٣,٥٦		٣,٢٨	٠,٨٨
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٥,٧٢		٣,٥٨	٠,٦٧
سرعة الهواء	٢٤,٥٧		٣,٤٢	٠,٨١
٤-التباين الحراري وتدفق الهواء	**١٠٠**	**٩,٧٦**		**٠,٧٦**
درجة حرارة الهواء	٢٥,٢٣		٣,٢٨	٠,٥٧
الرطوبة النسبية	٢٩,٢٣		٣,٨٠	٠,٤٥
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٢,٠٠		٢,٨٦	٠,٧٠
سرعة الهواء	٢٣,٥٤		٣,٠٦	٠,٧٩
٥- وجود الماء	**١٠٠**	**٩,١٢**		**٠,٦٣**
درجة حرارة الهواء	٢٨,٠٨		٢,٦٠	٠,٨٨
الرطوبة النسبية	٢٠,٣٠		١,٨٨	١,٠٢
درجة الحرارة الإشعاعية	٣٠,٠٢		٢,٧٨	١,٠٧
سرعة الهواء	٢١,٦٠		٢,٠٠	١,٠٧
٦-الضوء الديناميكي والمنتشر	**١٠٠**	**٦,٥٠**		**١,٠١**
درجة حرارة الهواء	٢٦,٩١		٣,٧٤	٠,٦٠
الرطوبة النسبية	٢٤,٧٥		٣,٤٤	٠,٨٨
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٣,٦٠		٣,٢٨	٠,٩٥
سرعة الهواء	٢٤,٧٥		٣,٤٤	٠,٩٣
٧- الاتصال بالأنظمة الطبيعية	**١٠٠**	**٩,٧٥**		**٠,٨٤**
درجة حرارة الهواء	٢٧,٦٠		٢,٦٠	٠,٨٦
الرطوبة النسبية	٢٢,٩٣		٢,١٦	٠,٨٢
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٦,٩٦		٢,٥٤	٠,٧٩
سرعة الهواء	٢٢,٥١		٢,١٢	٠,٩٢
٨- الأشكال والأنماط الحيوية	**١٠٠**	**٦,٦١**		**٠,٨٥**
درجة حرارة الهواء	٢٧,٥٧		٢,٧٤	٠,٨٥

معايير الراحة الحرارية	الوزن النسبي	الوزن النسبي للمحور ككل	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الرطوبة النسبية	٢٣,٣٤		٢,٣٢	٠,٩٤
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٦,١٦		٢,٦٠	٠,٩٧
سرعة الهواء	٢٢,٩٤		٢,٢٨	١,٠٥
٩- العلاقة المادية بالطبيعة	**١٠٠**	**٦,٩٧**		**٠,٩٥**
درجة حرارة الهواء	٢٦,٩٩		٢,١٠	٠,٩١
الرطوبة النسبية	٢٣,٩١		١,٨٦	٠,٩٠
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٦,٩٩		٢,١٠	٠,٩٣
سرعة الهواء	٢٢,١١		١,٧٢	٠,٩٧
١٠- التعقيد والنظام	**١٠٠**	**٥,٤٦**		**٠,٩٣**
درجة حرارة الهواء	٢٥,٩٧		٢,٠٠	٠,٩٣
الرطوبة النسبية	٢٣,٦٤		١,٨٢	٠,٩٢
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٥,٩٧		٢,٠٠	١,٠١
سرعة الهواء	٢٤,٤٢		١,٨٨	٠,٩٨
١١- المشهد	**١٠٠**	**٥,٤٠**		**٠,٩٦**
درجة حرارة الهواء	٢٥,٦٩		٢,٠٤	١,١١
الرطوبة النسبية	٢٣,٩٣		١,٩٠	١,٠٢
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٥,٤٤		٢,٠٢	١,١٣
سرعة الهواء	٢٤,٩٤		١,٩٨	١,١٩
١٢- ملجأ	**١٠٠**	**٥,٥٧**		**١,١١**
درجة حرارة الهواء	٢٥,٠٠		١,٦٠	٠,٩٠
الرطوبة النسبية	٢٣,٤٤		١,٥٠	٠,٨١
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٤,٦٩		١,٥٨	٠,٨١
سرعة الهواء	٢٦,٨٨		١,٧٢	٠,٩٧
١٣- الغموض	**١٠٠**	**٤,٤٩**		**٠,٨٧**
درجة حرارة الهواء	٢٧,٧٥		٢,١٢	١,٠٨
الرطوبة النسبية	٢٤,٠٨		١,٨٤	٠,٩٨
درجة الحرارة الإشعاعية	٢٦,١٨		٢,٠٠	١,٠١
سرعة الهواء	٢١,٩٩		١,٦٨	١,٠٢
١٤- الخطر	**١٠٠**	**٥,٣٦**		**١,٠٢**
الأنماط ككل		**١٠٠**		

٦. النتائج والتوصيات

أولاً :النتائج:

- بالتركيز على المناخ الحار الجاف، أظهرت نتائج الاستبيان الأول أن الراحة الحرارية هي العامل الأكثر أهمية في تحقيق جودة البيئة الداخلية في المكتبات.
- من خلال الأمثلة التحليلية نجد أن تنفيذ التصميم البيوفيلي يعمل على تحسين الراحة الحرارية وتقلل استهلاك الطاقة وتعزز التهوية الطبيعية، وبالتالي تقليل الحاجة إلى أنظمة التكييف الاصطناعية وتحسين جودة الهواء الداخلي.
- وجود ارتباط قوي بين استراتيجيات ومفاهيم تحقيق الراحة الحرارية ومبادئ التصميم البيوفيلي حيث أن:

أ- الفناء الداخلي (مبدأ الاتصال غير بصري بالطبيعة)، الأسطح الخضراء والمدخنة الشمسية (مبدأ الاتصال بالأنظمة الطبيعية)، يساهم بشكل فعّال في تحسين التوازن الحراري داخل المباني، ويقلل من الحاجة إلى الأنظمة الميكانيكية للتبريد.

ب- دمج العناصر الطبيعية كالغطاء النباتي والأشجار متساقطة الأوراق (مبدأ الاتصال بالأنظمة الطبيعية)، والعناصر المائية (مبدأ وجود الماء) يسهم في خفض درجات الحرارة المحيطة.

ج- الاعتماد على المواد الحيوية مثل الطين المدكوك والخشب (مبدأ الأشكال والأنماط الحيوية) يعزز من قدرة المبنى على امتصاص الرطوبة الزائدة وتنظيم.

- لتحقيق الراحة الحرارية بالفراغ الداخلي بالمكتبات تم تحديد متطلبات الراحة الحرارية لجسم الإنسان كالتالي:

أ- درجة الحرارة الأكثر راحة في البيئات الحارة ٢٤ درجة مئوية، +/- ١ درجة مئوية.

ب- الرطوبة النسبية المثالية في المكتبات تتراوح بين ٤٠٪ و ٦٠٪.

ج- يشعر الانسان بالراحة بشكل عام عندما تكون سرعة الهواء ٠,٢ م/ثانية.

د- تتحقق درجة الحرارة الاشعاعية مع تحقيق درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية.

- أظهرت نتائج الاستبيان الثاني أن هناك تفاوتًا ملحوظًا في تأثير أنماط النظام البيوفيلي على معايير الراحة الحرارية وهي كالتالي:

أ_ يتضح أن درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الهواء ودرجة الحرارة الإشعاعية تتباين حسب كل نمط، مما يعكس تداخل هذه العوامل وتأثيرها المشترك في تعزيز جودة الفراغات الداخلية وفقًا لأنماط النظام البيوفيلي. وعليه، يمكن التأكيد أن دمج بعض أنماط النظام البيوفيلي قد يساهم بشكل مؤثر في تحسين الراحة الحرارية داخل الفراغات المعمارية.

ب_ أكدت نتائج الاستبيان وآراء الخبراء أن أنماط النظام البيوفيلي المرتبطة مباشرة بالمتغيرات البيئية والتي لها تأثير على درجة الحرارة وجودة الفراغ الداخلي مثل "التباين الحراري وتدفق الهواء" و" الاتصال بالأنظمة الطبيعية " كانت الأعلى تأثيرًا (٩,٧٦٪و٩,٧٥٪) على التوالي والعناصر المائية والاتصال غير البصري بالطبيعة متقاربة في التأثير (٩,١٢٪) على الراحة الحرارية. بينما الأنماط الإدراكية مثل "الغموض" و"الخطر" كانت أقل تأثيرًا (٤,٩٧٪ و ٥,٣٦٪) على التوالي، وذلك لأن دورها يقتصر على الجانب النفسي دون التأثير على البيئة الحرارية، مما يفسر تفاوت الأوزان النسبية بين الأنماط.

ج_ من خلال الاستبيان، تبين أن تأثير الأنماط الأربعة عشر للنظام البيوفيلي يظهر بشكل كبير على معيار درجة حرارة الهواء، بينما نمط وجود الماء أثر بشكل أكبر على معيار الرطوبة النسبية، أما نمط الضوء الديناميكي والمنتشر أثر بشكل أكبر على معيار درجة الحرارة الإشعاعية.

د_ وقد تميز نمط وجود الماء بأقل انحراف معياري (٠,٦٣)، مما يعكس تأثيره الكبير على الراحة الحرارية من وجهة نظر العينة. أما نمط الملجأ، فقد سجل أعلى انحراف معياري (١,١١)، مما يشير إلى أنه أقل تأثيرًا على الراحة الحرارية.

ثانيًا: التوصيات:

- اعتماد التصميم البيوفيلي كنهج أساسي في تصميم صالات القراءة بالمكتبات العامة، من خلال تعزيز التفاعل بين الإنسان والعناصر الطبيعية لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدم.
- إجراء دراسات إضافية لقياس الأداء الحراري الفعلي بالفراغات التي تطبق التصميم البيوفيلي، لتقييم مدى فاعلية الاستراتيجيات المختلفة وتطوير حلول مبتكرة.
- زيادة وعي المصممين والمهندسين حول أهمية التصميم البيوفيلي من خلال ورش عمل ودورات تدريبية، لضمان تطبيقه في مشاريع البناء المستقبلية.
- تشجيع السياسات الحكومية لدعم تطوير مكتبات أكثر استدامة عبر تشريعات تحفّز استخدام التقنيات البيوفيلية في تصميم المباني العامة.
- توسيع نطاق الدراسات المستقبلية لتشمل الجوانب الاقتصادية والبيئية باستخدام التصميم البيوفيلي لتحقيق الاستدامة على المدى الطويل.

المراجع

[١] Woods, V., & Knuth, M. (2023). The Biophilia Reactivity Hypothesis: Biophilia as a temperament trait, or more precisely, a domain-specific attraction to biodiversity. Journal of Bioeconomics, 25(3), 271–293.

[٢] Beebe, N. H. (2025). Biophilic design and its implications for human health and well-being: A complete bibliography of publications in Dædalus. African Journal of Biomedical Research, 28(1S), 1253–1265

[٣] Van den Born, R. J., Calderón Moya-Méndez, N., de Groot, M., Duong, N. T., Ganzevoort, W., van Heel, B. F., ... & de Groot, W. T. (2024). Testing the Biophilia Hypothesis Through the Human and Nature Scale on Four Continents. Ecopsychology.

[٤] Patel, A., Nakai Kidd, A., Roetzel, A., & DeKay, M. (2022). A critical review of Biophilic design and its design framework. ASA 2022, 22.

[٥] Mahdavi, A., Guedes, M. C., Schweiker, M., Wagner, A., & Wargocki, P. (2020). Necessary conditions for multi-domain indoor environmental quality standards. Sustainability, 12(20), 8439.

[٦] Halder, N., Kumar, M., Deepak, A., Mandal, S. K., Azmeer, A., Mir, B. A., ... & Al-Ghamdi, S. G. (2025). The role of urban greenery in enhancing thermal comfort: Systematic review insights. Sustainability, 17(6), 2545

[٧] Zhou, W., Yang, M., Peng, Y., Xiao, Q., Fan, C., & Xu, D. (2024). Thermal sensation prediction model for high-speed train occupants based on skin temperatures and skin wettedness. International Journal of Biometeorology, 68(2), 289-304.

[٨] Heim, D., & Knera, D. (2021). A novel photometric method for the determination of reflected solar irradiance in the built environment. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 137, 110451.

[٩] Wang, C., Li, N., Yu, B., Uddin, M. M., & Ji, J. (2021). A novel solar spectrum-splitting utilization photocatalytic CdTe double-skin façade: Concept, design and performance investigation. Building and environment, 195, 107776.

[١٠] Baba, J., & Affendi, F. R. (2020). Reading Habit and Students' Attitudes towards Reading: A Study of Students in the Faculty of Education UiTM Puncak Alam. Asian Journal of University Education, 16(1), 109-122.

[١١] Mahmoud, N. S. A., El Samanoudy, G., & Jung, C. (2025). Assessing user satisfaction determinants for ideal interior programming in public libraries of Dubai. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 24(1), 214-228.

[١٢] Browning, W. D., & Ryan, C. O. (2020). Nature inside: a biophilic design guide. Routledge.

[١٣] Yildirim, M., Gocer, O., Globa, A., & Brambilla, A. (2023). Investigating restorative effects of biophilic design in workplaces: a systematic review. Intelligent Buildings International, 15(5), 205-247.

[١٤] Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. Frontiers of Architectural Research, 11(1), 114-141.

[١٥] Al Khatib, I., Samara, F., & Ndiaye, M. (2024). A systematic review of the impact of therapeutical biophilic design on health and wellbeing of patients and care providers in healthcare services settings. Frontiers in Built Environment, 10, 1467692.

[١٦] Hady, S. I. M. A. (2021). Activating biophilic design patterns as a sustainable landscape approach. Journal of Engineering and Applied Science, 68(1), 46.

[١٧] Subramaniam, M., Solomon, J. M., Nadanakumar, V., Anaimuthu, S., & Sathyamurthy, R. (2020). Experimental investigation on performance, combustion and emission characteristics of DI diesel engine using algae as a biodiesel. Energy reports, 6, 1382-1392.

[١٨] Liu, Y., Gao, R., Zhang, Z., Zhu, W., Zhou, L., Jing, R., ... & Li, A. (2021). Study on resistance reduction in a jugular profiled bend based on entropy increase analysis and the field synergy principle. Building and Environment, 203, 108102.

[١٩] Tulcan, R. X. S., Ouyang, W., Gu, X., Lin, C., Tysklind, M., & Wang, B. (2021). Typical herbicide residues, trophic transfer, bioconcentration, and health risk of marine organisms. Environment International, 152, 106500.

[٢٠] Hatungimana, D., Taşköprü, C., İçhedef, M., Saç, M. M., Yazıcı, Ş., & Mardani-Aghabaglou, A. (2020). Determination of radon and natural radioactivity concentration in some building materials used in İzmir, Turkey. Journal of Green Building, 15(1), 107-118.

[٢١] Chauhan, C., Dhir, A., Akram, M. U., & Salo, J. (2021). Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. Journal of Cleaner Production, 295, 126438.
[٢٢] Osman, A. M., Shebl, M. A., & Elfiky, U. M. (2024). Strategies for Implementing Biophilic Design to Improve Academic Performance Among Students in Existing Primary Schools in Egypt. ERJ. Engineering Research Journal, 47(4), 525-532.
[٢٣] Nguyen, V. T. (2023, April). Integrating the 14 Patterns of Biophilic Design into the convenience and comfort of apartments in Ho Chi Minh City. In E3S Web of Conferences (Vol. 403, p. 03009). EDP Sciences.
[٢٤] Browning, W. D., Ryan, C. O., & Clancy, J. O. (2014). 14 patterns of biophilic design: Improving health and well-being in the built environment. Terrapin Bright Green LLC.
[٢٥] Yağcıoğlu, B. (2022). Effects of biophilic design in interior space and evaluation in educational buildings (Master's thesis).
[٢٦] Üstündağ, B. (2023). Understanding User Experience of Nature in Urban Green Spaces Through Biophilic Design: The Case of Karşiyaka (Master's thesis, Izmir Institute of Technology (Turkey)).
[٢٧] Lasiewicz-Sych, A. (2018). SPACE FOR UNIVERSITY STUDENTS: SPECIFIC REQUIREMENTS FOR "SELF-LEARNING" ENVIRONMENT–THEORETICAL APPROACH. Architecture civil engineering environment, 11(4).
[٢٨] Qi, Y., Zhong, R., Kaiser, B., Nguyen[1], L., Wagner, H. J., Verl, A., & Menges[1], A. (2021, January). Working with Uncertainties: An Adaptive. In Proceedings of the 2020 DigitalFUTURES: The 2nd International Conference on Computational Design and Robotic Fabrication (CDRF 2020) (p. 265). Springer Nature.
[٢٩] Akande, Q. O., & Aduwo, E. B. (2019). Assessment of biophilic design patterns on skill development, in Minna, Niger State. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1378, No. 4, p. 042078). IOP Publishing.
[٣٠] Sansaniwal, S. K., Mathur, J., & Mathur, S. (2022). Review of practices for human thermal comfort in buildings: present and future perspectives. International Journal of Ambient Energy, 43(1), 2097-2123.
[٣١] Evren, F., Biswas, S., & Graves, R. (2025). Measuring mean radiant temperature for indoor comfort assessment using low-resolution optical sensors. Nature Communications, 16(1), 1215.
[٣٢] Fan, G., Chen, Y., & Deng, Q. (2023). Thermal comfort. In Personal Comfort Systems for Improving Indoor Thermal Comfort and Air Quality (pp. 1-23). Singapore: Springer Nature Singapore.
[٣٣] Qashqari, A., & Jefferies, T. (2024). Improve Thermal Performance and comfortable Design of Public Library Located in Middle Eastern Regions Facing Drastic Climate Change. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1363, No. 1, p. 012090). IOP Publishing.
[٣٤] Božič, A. (2024). Relationship between indoor and outdoor temperature and humidity in a residential building in Central Europe. Discover Environment, 2(1), 63.
[٣٥] Hu, M., Zhang, K., Nguyen, Q., & Tasdizen, T. (2023). The effects of passive design on indoor thermal comfort and energy savings for residential buildings in hot climates: A systematic review. Urban Climate, 49, 101466.
[٣٦] Serageldin, I. (2007). Hassan Fathy. Bibliotheca Alexandrina.
[٣٧] Hopkins, G., & Goodwin, C. (2011). Living architecture: green roofs and walls. Csiro Publishing.
[٣٨] Sarkisyan, D. A., & Melnikova, I. B. (2023). Architectural and planning features of terracing of multi-storey residential buildings on flat terrain. In E3S Web of Conferences (Vol. 457, p. 03005). EDP Sciences.
[٣٩] Maghrabie, H. M., Abdelkareem, M. A., Elsaid, K., Sayed, E. T., Radwan, A., Rezk, H., ... & Olabi, A. G. (2022). A review of solar chimney for natural ventilation of residential and non-residential buildings. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 52, 102082.
[٤٠] Al-Kodmany, K., Ali, M. M., & Armstrong, P. J. (2023). Sustainable Tall Buildings: Summary of Energy-Efficient Design. International Journal of High-Rise Buildings, 12(2), 107-120.
[٤١] Almahmoud, E., Elgheriani, L., & Almhafdy, A. (2024). Cooling Load Reduction in Courtyard Houses: Examining the Role of Courtyard Configuration in a Hot, Arid Climate. JES. Journal of Engineering Sciences, 52(6), 728-738.
[٤٢] Kaihoul, A., Sriti, L., Amraoui, K., Di Turi, S., & Ruggiero, F. (2021). The effect of climate-responsive design on thermal and energy performance: A simulation based study in the hot-dry Algerian South region. Journal of Building Engineering, 43, 103023.

[٤٣] Díez Jorge, M. E., Maturana, I. B., & Díaz, N. J. (2018). The Alhambra: transformation and change through Architectural Ceramics. In Arts (Vol. 7, No. 4, p. 79). MDPI.

[٤٤] Bahadori, M. N., Dehghani-Sanij, A., & Sayigh, A. (2016). Wind towers. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.

[٤٥] Rajagopal, P., Priya, R. S., & Senthil, R. (2023). A review of recent developments in the impact of environmental measures on urban heat island. Sustainable Cities and Society, 88, 104279.

[٤٦] Weijers, R. (2017). Finding elusive quietness: building tranquil communities in the outskirts of Frankfurt am Main. Master Thesis, Wageningen University.

[٤٧] Lai, D., Lian, Z., Liu, W., Guo, C., Liu, W., Liu, K., & Chen, Q. (2020). A comprehensive review of thermal comfort studies in urban open spaces. Science of the Total Environment, 742, 140092.

[٤٨] Lim, Y. S., Zoh, H. D., Kim, T. H., & Kwon, T. K. (2024). Analyzing the Cooling Effects of Water Facilities in Urban Park: The Case of Sangju Namsan Park, South Korea. Atmosphere, 15(12), 1456.

[٤٩] Zou, M., & Zhang, H. (2021). Cooling strategies for thermal comfort in cities: a review of key methods in landscape design. Environmental Science and Pollution Research, 28(44), 62640-62650.

[٥٠] Satoh, S. (2020). The 20th Century Restoration of the Alhambra. History and Theory, 3, 54-60.

[٥١] Li, H., Zhao, Y., Wang, C., Ürge-Vorsatz, D., Carmeliet, J., & Bardhan, R. (2024). Cooling efficacy of trees across cities is determined by background climate, urban morphology, and tree trait. Communications Earth & Environment, 5(1), 1-14.

[٥٢] Janků, Z., Belda, M., Bureš, M., Krč, P., Lehnert, M., Resler, J., ... & Geletič, J. (2024). Towards climate-responsible tree positioning: Detailed effects of trees on heat exposure in complex urban environments. Urban Forestry & Urban Greening, 101, 128500.

[٥٣] Heidarzadeh, S., Mahdavinejad, M., & Habib, F. (2023). External shading and its effect on the energy efficiency of Tehran's office buildings. Environmental Progress & Sustainable Energy, 42(6), e14185.

[٥٤] Alwetaishi, M., & Benjeddou, O. (2021). Impact of window to wall ratio on energy loads in hot regions: A study of building energy performance. Energies, 14(4), 1080.

[٥٥] Veillette, D., Rouleau, J., & Gosselin, L. (2021). Impact of window-to-wall ratio on heating demand and thermal comfort when considering a variety of occupant behavior profiles. Frontiers in Sustainable Cities, 3, 700794.

[٥٦] Suryajaya, S., Indrawan, S. E., & Purwoko, G. H. (2017). PERANCANGAN INTERIOR RESTORAN ODO AMO INTERNATIONAL CUISINE BERTEMA FUSION PRANCIS-JEPANG. KREASI, 3(1), 41-64.

[٥٧] Voronkova, I., & Podlasek, A. (2024). The Use of Transparent Structures to Improve Light Comfort in Library Spaces and Minimize Energy Consumption: A Case Study of Warsaw, Poland. Energies, 17(12), 3007.

[٥٨] Ahmadi, S. (2025). From Efficiency to Sustainability: A Review of Low-Emission Glass. Advances in the Standards & Applied Sciences, 3(1), 4-14.

[٥٩] Metibogun, L. (2022). Overheating Of Green Public Library Buildings In Auckland: Three Case Studies (Doctoral dissertation, Open Access Te Herenga Waka-Victoria University of Wellington).

[٦٠] Girku, I. B., Gwary, H. T., Sini, O. J., Malgwi, M. Y. G. E. M., & Oruworukwo, P. H. (2019). Biophilic Principles for Energy Efficient Library Building Design: The Need for Retrofitting Existing Library Building Stocks in Nigerian.