الاستدامة كنهج بيئي في العمارة الداخلية السعودية المعاصرة

Environmental sustainability approach in contem porary Saudi internal architecture

الباحثة د/ دلال صالح الشمراني

الملخص:

تأثرت العمارة الداخلية السعودية المعاصرة بالعديد من الاتجاهات الحديثة التي شكلت عمارة داخلية غير مستدامة لا توافق اهدافها التصميمية مع الواقع الطبيعي القائم، حيث أدى التطور التكنولوجي التقني المعاصر الى تجاهل البيئة الطبيعية والإنسانية مما تسبب في العديد من المشاكل يتمثل أهمها في ازدياد حدة التلوث البيئي، وحدوث تبدلات وتغيرات مناخية، واستنزاف للموارد الطبيعية والعديد من المشاكل الطبيعية والاجتماعية، وظهور متلازمة المبنى المريض كل ذلك يستدعي ضرورة تحديد علاقة تبادلية بين مبادئ الاستدامة والجوانب التصميمية عن طريق ايجاد حلول بيئية موفرة للطاقة وللموارد تسهم في رفع أداء المبنى وتحقق التكامل في التصميم. ويقوم هذا البحث بدراسة وتحليل فكر ومحددات التصميم المستدام للعمارة الداخلية على أمثلة عالمية وفقاً لنظم التقييم الأخضر المعتمدة عالمياً، للاستفادة من تلك الأسس في الارتقاء بمحددات تصميم العمارة الداخلية في المملكة العربية السعودية، وتلافي سلبيات التجارب السابقة سواء محلية أو عالمية، وتطويع فكر التصميم المستدام من خلال الإمكانات المتاحة للوصول لعمارة داخلية تحقق الأهداف البيئية في ظل الموارد المحدودة.

الكلمات المفتاحية:

الاستدامة Sustainability

التصميم الداخلي المستدام Sustainable interior Design

العمارة الداخلية البيئة Ecological Interior architecture

التلوث البيئي Environmental pollution

الطاقة المتجددة Renewable energy

التطور التكنولوجي Technological development

المقدمة:

شهد القرن العشرين تحولاً شاملاً في مجالات العمارة الداخلية السعودية تحت لواء الحداثة، معارضاً جميع التقاليد المعمارية ومُقبلاً على استغلال التقنيات والتكنولوجيا بدون وعي ففقدت العمارة الداخلية السعودية التقليدية طابعها الجمالي والذي كان يطبق وبشكل عفوي وتلقائي مبادئ الاستدامة. حيث يعد النشاط المعماري من أكثر الأنشطة الإنسانية استنفاذاً للموارد البيئية الغير متجددة والمتسبب في حدوث أزمات بيئية تتمثل في التلوث البيئي ومردوده السلبي على جماليات البيئة. من هنا ظهرت الدراسات والنداءات بالاتجاه نحو التصميمات الصديقة للبيئة على سبيل المثال التصميم المستدام كرد فعل للأزمات البيئية، والنمو السريع للنشاط الاقتصادي والسكاني، ونضوب الموارد الطبيعية، والأضرار التي لحقت بالنظم الإيكولوجية. فأصبحت ثقافة الحفاظ على البيئة ومعرفة دورة المنتج وتدوير المخلفات والحفاظ على الطاقة هي من أبرز القضايا في مجالات التصميم والبيئة. ففي هذا البحث يتم توجيه الاهتمام على هذا النهج البيئي ودوره في تلبية احتياجات العمارة الداخلية السعودية المعاصرة وطرق ووسائل تطبيقه مع عرض تجارب عالمية ناجحة في العمارة الداخلية حققت أعلى معايير التقييم المستدام يمكن الاحتذاء بها.

أهداف البحث:

1. تسليط الضوء على هذا المنهج البيئي في التصميم الداخلي والذي يقوم أساساً على الاستفادة من معطيات التكنولوجيا بما لا يؤثر سلباً على البيئية بهدف الحد من التلوث وتحقيق الكفاءة البيئية والاعتدال في استهلاك الموارد الطبيعية وتأمين مستقبل الأجيال القادمة.
2. تطوير العمارة الداخلية السعودية بصورة أكثر استدامة بتطبيق مفاهيم التصميم المستدام للوصول لبيئة صحية صالحة للإنسان بأقل مخاطر في المستقبل.

منهج البحث:

يعتمد هذا البحث لحل مشكلته ولتحقيق أهدافه على المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف مفهوم الاستدامة ومبادئها وعلاقتها بمفردات وعناصر التصميم ووسائل وطرق تحقيقها في العمارة الداخلية، ودورها في تحسين أداء المبنى وعلاقته بالبيئة. كما يستند البحث على المنهج التحليلي في عرض نماذج عالمية مستدامة حازت على شهادات معتمدة من أنظمة الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة ويتم وصف مبادئ الاستدامة بها وصولاً لأهم النتائج والتوصيات المطلوب تحقيقها والتي تسهم بدورها في توجيه امكانياتنا لتصميم عمارة داخلية سعودية مستدامة معاصرة.

1. مفهوم الاستدامة في العمارة الداخلية، وأهدافها:

تُعرف الاستدامة من قبل المجلس الوطني للتصميم الداخلي (NCIDQ) بأنها طريقة لممارسة أو استخدام المواد والموارد التي هي قادرة على الاستمرار مع أدنى تأثير على البيئة (NCIDQ). ويُعرف التصميم المستدام بأنه فلسفة تصميم تسعى إلى زيادة جودة البيئة المبنية، مع التقليل الى أدنى حد من التأثير السلبي على البيئة الطبيعية أو القضاء عليه (McClennan)[1]. كما عرفتها مفوضية الأمم المتحدة للبيئة والتنمية بانها الاستغلال الأمثل للموارد والإمكانيات المادية والطبيعية بشكل متوازن ومناسب للبيئة دون الاهمال لمتطلبات واحتياجات الأجيال القادمة.

وتتمثل الأهداف الرئيسية للعمارة الداخلية المستدامة في الآتي[2]:

- كفأه أداء الطاقة.
- فاعلية المواد المستخدمة.
- كفاءة المياه والمحافظة عليها.
- تحسين جودة البيئة الداخلية.
- التوافق مع البيئة.
- الوقاية من التلوث بتقليل الأثر البيئي للمواد.
- توظيف مبادئ التقييم المتكامل والتشغيل والإدارة (تحقيق التكامل).

2. بداية ظهور هذا المنهج في العمارة الداخلية:

ظهرت العمارة البيئية المستدامة في الحضارات القديمة في صورة محاولة الإنسان للتأقلم والتعايش مع بيئته وتباينت صور هذا التأقلم ابتداءً من استخدام المواد البيئة المحلية في العمارة الداخلية وانتهاءً بالأساليب المتبعة للتعامل مع عناصر البيئة ومحدداتها من امطار ورياح وحرارة وضوء الشمس وغيرها. ثم بداء التطور التكنولوجي والصناعي يأخذ مجراه في كافة شؤون الحياة ومنها العمارة الداخلية فتغيرت العلاقة بين الأنسان والبيئة حيث بداء يظهر الانهيار البيئي، وفي عام 1970م أقيم مؤتمر يوم الأرض Earth Day حيث نادت جميع المنظمات العالمية بضرورة توجيه كافة الجهود نحو وقف التلوث البيئي، وتوالت المؤتمرات والاتفاقيات المناديه بذلك حتى نهاية النصف الثاني من القرن العشرين بدءاً من مؤتمر قمة الأرض في يونيو 1971 في ستوكهولم ومروراً بمجموعة من الاتفاقيات الدولية في شأن الحفظ على البيئة من الكوارث المدمرة وصولاً الى مؤتمر قمة الأرض الرابع في بيونس إيرس 1998م وطرحت خلالها 3 وثائق كالتالي: ميثاق الأرض،

1 Clennan, Jason F. (2004) The Philosophy of Sustainable Design. Bainbridge Island: Ecotone Publishing Company.

2 Florez, Laura and Daniel Castro-Lacouture (2012) "Optimization model for sustainable materials selection using objective and subjective factors" Materials and Design, 46:310-321.

واجندة القرن الـ21 ، واتفاقية تغير المناخ، ومن هنا ظهر مبدأ الاستدامة Sustainability كواحدة من أهم المداخل لتطبيق أساليب الحفاظ على نوعية البيئة مع تحقيق التنمية التي ينشدها الأنسان في مجتمعه وقابلية الاستمرار والتواصل في الاتجاهين (الحفظ والتنمية).

3. مبادئ الاستدامة في العمارة الداخلية:

تتمثل أهم مبادئ الاستدامة في العمارة الداخلية في كلاً من الاتي:

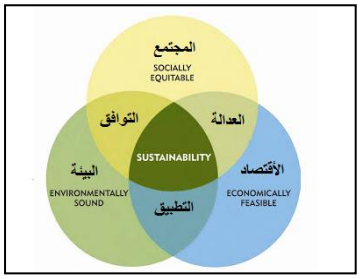
أ- التعلم من النظم الطبيعية (مبدأ المحاكاة الحيوية).

ب- احترام الطاقة والموارد الطبيعية (مبدأ الحفظ).

ج- احترام الناس (مبدأ حيوية الإنسان).

د- احترام المكان (مبدأ النظام الإيكولوجي).

هـ- احترام حق الأجيال القادمة.[3]



شكل رقم (1) محاور الأستدامة
للأستدامة ثلاثة محاور تعتبر الدعائم الرئيسية لها باختلال أحدهم تتأثر الأهداف.

4. الأبعاد المحورية للاستدامة في العمارة الداخلية:

تتمثل أهداف التصميم المستدام في العمارة الداخلية في تحقيق الجودة المتكاملة كالآتي:

أ- **أبعاد بيئية بيو مناخية:**

الغرض الأساسي من التصميم المستدام هو الحفاظ على بيئتنا وتجنب استنزاف الموارد الطبيعية للأرض عن طريق الاتي:

- حماية النظام البيئي.
- تقليل الانبعاثات والحد من النفايات.
- تحسين جودة الهواء والحفاظ على المياه.
- حفظ واستعادة الموارد الطبيعية.
- التحكم في درجة الحرارة.[4]

ب- **أبعاد ومنافع اقتصادية:**

باستخدام المواد المستدامة والحد من استهلاك الطاقة والمياه وذلك بدوره يساعد في:

- تخفيض تكاليف التشغيل.
- يحسن دورة حياة المبنى.
- يزيد من قيمة التصميم.

ج- **أبعاد وأهداف اجتماعية:**

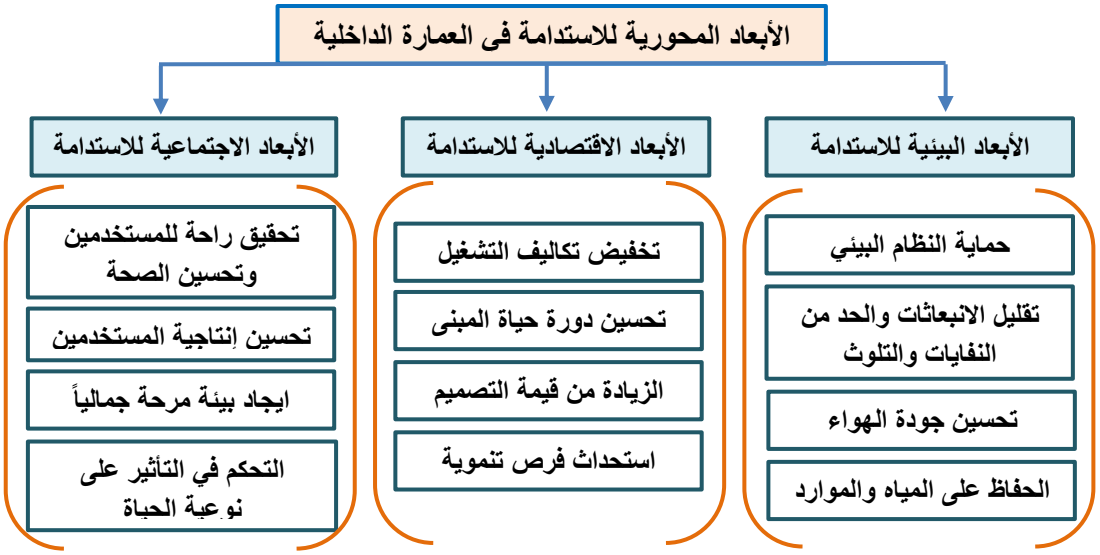
تتحقق المنافع من خلال تحسين جودة البيئة الداخلية كالاتي:

- تحقيق راحة للمستخدمين وتحسين الصحة.
- التقليل من الضغط على البنية التحتية المحلية.
- تحسين إنتاجية المستخدمين.
- خلق بيئة مرحة جمالياً.[5]

3 Clennan,Jason F (2004)The Philosophy of Sustainable Design. Bainbridge Island: Ecotone Publishing Company.

4 Kang, M., & Guerin, D.A. (2009). The state of environmentally sustainable interior design practice. American Journal of Environmental Sciences.

5 Giovani, Baruch (1998) Climate Considerations in Buildings & Urban Design, John Wiley & Sons, Inc, USA.



ديجرام رقم (1) ديجرام أبعاد الاستدامة فى العمارة الداخلية

5. الظروف التي أدت إلى ولادة هذا التوجه في العمارة الداخلية:

أدى استخدام الأنسان الغير مسئول للموارد والبيئة وخصوصاً بعد الثورة الصناعية وبداية عصر المكنة الى ظهور مشاكل بيئية أثرت بشكل مباشر على استدامة الحياة على الكرة الأرضية وهددت حياة البشرية والأجيال القادمة[6]،وتتمثل أهمها في الآتي:

أ- تأكل وتهتك المحيط الحيوي للأرض.

ب- أزمة الطاقة والتي تعد تهديداً يواجه حياة البشر.

ج- ازدياد التلوث البيئي (تلوث الماء، تلوث التربة، تلوث الهواء، التلوث البصري).

د- الزيادة السكانية.

هـ- حصول تبدلات وتغييرات مناخية (مشكلة الاحتباس الحراري).

و- استنزاف الموارد الطبيعية زيادة في الطلب عليها.

ز- التوسع الصناعي والاكتشافات التكنلوجية الحديثة.

ح- المشاكل الصحية والاجتماعية.

ط- ظهور متلازمة المبنى المريض الذي يسبب للقاطنين الصداع والمشاكل التنفسية والسبب قلة التهوية الطبيعية[7].

6. طرق ووسائل تحقيق الاستدامة في العمارة الداخلية السعودية المعاصرة:

هناك عدة عوامل طرق ووسائل لابد من مراعاتها لتحقيق الاستدامة في تصميم العمارة الداخلية لأي بناء حيث تجعل مواصفاته متوافقة مع البيئة وأداؤها يتسم بالكفاءة سواء في استهلاك الطاقة أو في تأثيره البيئي وتتمثل في كلاً من الآتي[8]:

6 Wael Rashdan (2016) The impact of innovative smart design solutions on achieving sustainable interior design, International th11 Conference on Urban Regeneration and Sustainability.

7 Sustainable Design: U.S. General Services Administration, 3 Nov. 2012. Web. 2 Dec. 2012. http://www.gsa.gov/portal/content/10446.

8. Mate, K.J. (2006) Champions, Conformists and Challengers: Attitudes of Interior Designers as Expressions of Sustainability through Material Selection. Paper 0066. presented at Design Research Society International Conference. Wonderground. 1-4 November, Lisbon.

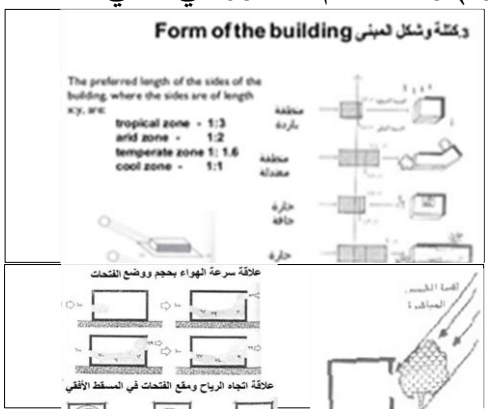
أ-كفاءة استخدام الطاقة: تُعبر كفاءة استخدام الطاقة عن إمكانيات المبنى في تخفيض معدلات استهلاكه للطاقة الخاصة بعمليات تشغيله، وذلك عن طريق:

- استخدام مصادر الطاقة المتجددة الأقل تأثيراً على البيئة: كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة الحيوية، الطاقة
- ترشيد استهلاك الطاقة واختيار أجهزه ومعدات موفرة للطاقة.
- استخدام الأنظمة ذات الكفاءة العالية في استخدام الطاقة مع عمل محاكاة لاستهلاك الطاقة في المبنى قبل انشائه.

شكل (2)
مصادر الطاقة المتجددة.

ب- التصميم تبعاً للعوامل المناخية: ملائمة المبنى للظروف المناخية المحيطة به بهدف تخفيض استهلاك الطاقة وتوفير بيئة صحية ومريحة من خلال تحقيق القيم المثلى لعوامل الراحة المناخية في الأجواء (البلدة، المعتدلة، الحار الجاف، الحار الرطب، شديد الحرارة) وتتمثل أهم المحاور في الآتي:

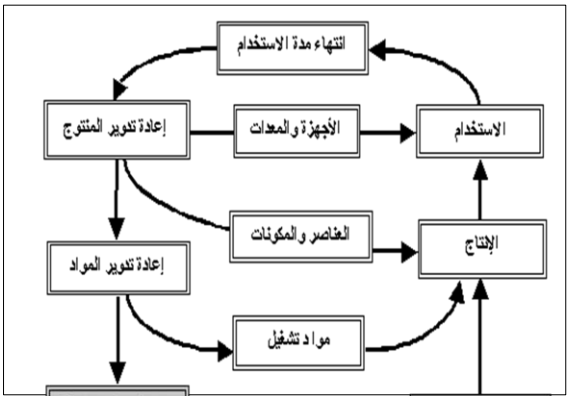
- شكل المبنى في المناطق الحارة والباردة
- توجيه المبنى وعلاقته بالاشعاع الشمسي.
- لون غلاف المبنى الخارجي في المناطق الحارة والباردة.
- النوافذ حجمها وموقعها وتفاصيلها
- وسائل التظليل المستخدمة
- نظم التدفئة والتهوية الطبيعية
- النباتات كعامل تحكم مناخي بالأجواء



شكل (3)
تصميم المبنى تبعاً للعوامل المناخية.

ج- التقليل والترشيد في الموارد والمحافظة عليها وتدويرها: يتطرق التصميم المستدام إلى دورة حياة تتلخص في منتجات تم تصنيعها ثم تداولها واستهلاكها وفي النهاية التخلص منها كنفايات تحت

- الخفض: في استهلاك الموارد الطبيعية سواء كانت مواد بناء، طاقة، مياه... الخ، واختيار مواد البناء ذات الصيانة المنخفضة وذات خواص تجنب المبنى فقد الكثير من الطاقة خلال عمليات التبريد والتدفئة، كذلك استخدام مواد لا تتطلب
- إعادة الاستخدام: المواد المعاد استخدامها لا تدخل في عمليات تصنيع جديدة مع الحفاظ على
- إعادة التصنيع: تعني إدخال المخلفات بعمليات الإنتاج مجدداً للحصول على مواد خام أو منتجات يمكن أن تشارك في بناء أو تشغيل المبنى.



شكل (4)
أنواع ودورات إعادة التدوير.

د- جودة البيئة الداخلية: قوة التصميم في تحقيق راحة الإنسان على احتمال النظام البيئي العام وتركز هذه الاستراتيجية على تعزيز التعايش بين المباني والبيئة الأكبر وبين المبنى وشاغليه.

- **توفير راحة حرارية من العوامل المناخية المختلفة.**
- **توفير راحة بصرية وسمعية.**
- **توفير هواء نظيف ومتجدد (أنظمة التكيف والتهوية الطبيعية).**
- **استخدام مواد غير سامة أو ملوثة.**

شكل (5) جودة البيئة الداخلية.

هـ- كفاءة استخدام المياه: لتحسين كفأه المياه داخل المباني يجب اعتماد طريقة منهجية حيث تقدم أنظمة الاستدامة استراتيجيات تساعد على استهلاك المياه بشكل أمثل وتتمثل بالآتي:

- **الأعداد والتخطيط المبدئي بأجراء مسح للمرافق ومراقبة الاستعمال الجيد وتحديد أهداف الأداء.**
- **تحديد خيارات التوفير المناسبة وتثبيت تجهيزات وتركيبات منخفضة التدفق.**
- **امكانية الاستفادة من مياه الأمطار والمياه الرمادية بعد تدويرها واستخدامها بالري.**
- **تغيير العادات السلوكية الاستهلاكية السيئة عند الأنسان (التوعية السلوكية).**

و- التصميم الداخلي مع الوضع في الاعتبار أمكانيات الموقع والحفاظ على البيئة الطبيعية ويتحقق ذلك عن طريق الاتي:

- **احترام الموقع واستغلال إمكانياته ومميزاته الطبيعية أثناء التصميم للحفاظ على الطاقة والمواد.**
- **الحفاظ على الحياة النباتية والحيوانية.**
- **عدم إفساد مصادر المياه النقية.**

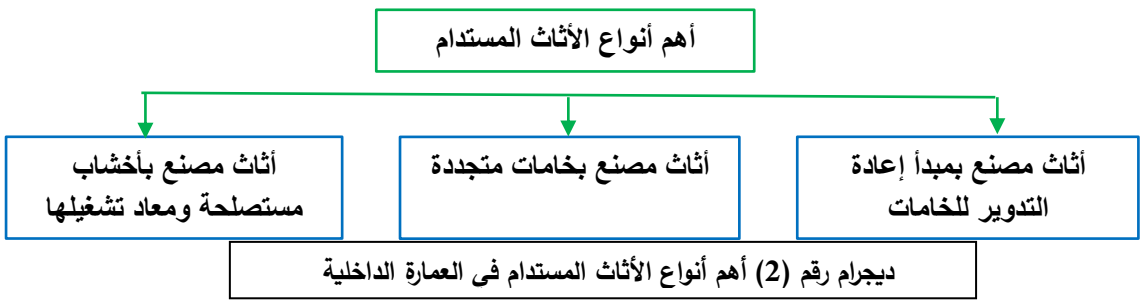
7. اعتبارات التصميم المستدام للأثاث:

أ- أن ينشد التصميم المتانة وقوة التحمل من الناحية التقنية والجمالية.

ب- امتلاك درجة عالية من الاتساق مع المنتجات الأخرى.

ج- يتفاعل بحيادية ضد التمايز الاجتماعي والاختلاف في طبقات المجتمع.

د- عندما تنتهي دورة استهلاك المنتج تكون خاماته قابلة لإعادة التدوير أو تكون نفاياته غير ضارة بالبيئة[9].



ديجرام رقم (2) أهم أنواع الأثاث المستدام فى العمارة الداخلية

9 Nur Ayalp:(2013) Multidimensional Approach to Sustainable Interior Design Practice, INTERNATIONAL JOURNAL of ENERGY and ENVIRONMENT, Issue 4, Volume 7.

8. الاستدامة عبر تكامل مبادئ العمارة الداخلية التقليدية ونظم ووسائل التكنولوجيا الحديثة:

تعد العمارة التقليدية عمارة مستدامة تستغل المعطيات البيئية والمناخية لتوفير راحة الإنسان حيث عالجت وبشكل عفوي على مر الزمن جميع المشاكل البيئية وعمدت إلى استخدام الموارد المتاحة محلياً لتلبية الاحتياجات وتطويعها لخدمة المبنى. أن التصميم المستدام للعمارة الداخلية السعودية المعاصرة اليوم يتحقق عبر تكامل مبادئ العمارة التقليدية مع نظم ووسائل التكنولوجيا الحديثة أذ أن هذا يحقق الحفاظ على مصادر البناء والطاقة الطبيعية، كما يحقق زيادة متانة التصميم وتوفير الراحة للمستخدمين مع توفير الطاقة وكلفة التشغيل والتقليل من التلوث والمخلفات، وتتمثل المعالجات البيئية الذكية التي تميزت بها العمارة التقليدية بالسعودية ويمكن تطويرها وتوظيفها في العمارة الداخلية الحديثة بما يتلاءم مع متطلبات العصر في كلاً من التالي:

أ- الاستفادة من المعطيات البيئية والمناخية لتوفير راحة الإنسان والاستخدام الأمثل للتكنولوجيا.

ب- ترشيد استخدام الموارد البيئية المحلية لتلبية الاحتياجات واختيار مواد يمكن اعادة تدويرها.

ج- تخفيض كلفة الطاقة بالمباني واستعمال الطاقات الطبيعية بدلا من أنظمة القوى الميكانيكية.

د- حسن توزيع الفراغات الداخلية وتحقيق نجاحاً في تدرج درجة حرارة الفضاءات الداخلية.

هـ- أدخال النباتات في واجهات المباني والفراغات بغرض التضليل والاندماج مع الطبيعة.

9. أنظمة الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة المعتمدة لتقييم مدى استدامة المبنى:

قامت العديد من الهيئات حول العالم بتطوير نظم وبرامج تقوم على تكوين أُطر عمل قادرة على تطبيق الاستدامة على مستوى المباني وعمارتها الداخلية، فتهدف إلى تزويد مالكي العقارات والمؤسسات بحلول عملية قابلة للقياس تسهم في تصميم وتشييد مباني مستدامة وتشغيلها وصيانتها. ومن ثم يقيّم النظام ويقيس أثر المنشأة وأداءها، ومن أشهر تلك البرامج حول العالم الاتي:

أ- نظام الريادة بتصميمات الطاقة والبيئة LEED: هو نظام لمجلس المباني الأمريكي USGBC هو اختصارا لـ **L**eadership in **E**nergy and **E**nvironmental **D**esign، ويأخذ بالاعتبار: الموقع، توفير الطاقة، الكفاءة المائية، الانبعاثات، وتحسين البيئة الداخلية، ويصنف المباني الى أحد مستويات LEED البلاتيني أو الذهبي أو الفضي[10].

شكل رقم (6) االمستويات الأربع لمعيار التقييم LEED .
1.بلاتيني. 2.ذهبي. 3.فضي. 4.معتمد

ب- نظام الريادة في التصميمات البيئة للمباني BREEAM: اختصار لـ Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology وهو نظام مُعد من قبل مؤسسة بحوث البناء BRE التابعة للمجلس البريطاني للبناء المستدام والأخضر UKGBC والمعتمد منذ عام 1990م، يهدف الى تقييم الكفاءة البيئية للمباني القائمة والمباني الحديثة، تتمثل عناصر التقييم في: الإدارة، وصحة الإنسان، كفاءة الطاقة، كفاءة المياه، الموارد والمخلفات، التصميم الأيكولوجي، ونسبة التلوث، الابتكار[11].

ج- نظام تقييم المباني الخضراء بكندا Green Globes.

د- نظام تقيم الاستدامة Green Star الأسترالي.

هـ- نظام تقييم بدرجات اللؤلؤي استدامة بدولة الأمارات العربية أبو ظبي Estidama.

10 https://new.usgbc.org/leed - U.S. Green Building Council USGBC.
11 https://www.breeam.com – British Council for Sustainable Construction and Green UKGBC.

و- نظام التقييم بالمملكة العربية السعودية SGBC.

ز- نظام Casbee الياباني.

10. أمثلة عالمية يتحقق بها أعلى قيم الاستدامة في العمارة الداخلية ويمكن الاحتذاء بها:

يتم من خلال هذه النقطة البحثية القاء الضوء على جوانب الاستدامة ببعض المشاريع العالمية الناجحة وعرض وتحليل محددات الاستدامة المتبعة بها ذات العلاقة بكفاءة البيئة الداخلية للتصميم بالبيئة الخارجية، والحاصلة على معايير تقييم مرتفعة من أنظمة التقييم العالمية، حيث تشكل بحد ذاتها نماذجاً ملهمة لتصميم عمارة داخلية سعودية مماثلة مستدامة.

المثال الأول: المركز الفيدرالي الجنوبي 1202 بولاية واشنطن الأمريكية:[12]

الموقع: مدينة سياتل بولاية واشنطن في الشمال الغربي من الولايات المتحدة الأمريكية.

المساحة الإجمالية: 20600 قدم مربع. - **وتكلفة المشروع:** 72 مليون دولار أمريكي.

تصميم: شركة ZGF Architects LLP - **مقاول البناء:** Sellen Construction.

الشركة المنفذة: نُفذ المشروع بتظافر جهود عدة مؤسسات حكومية وخاصة منها مؤسسة أعادة الاستثمار والانتعاش الأمريكي (ARRA) التي تعمل على تحسين البنية التحتية للدولة، وكذلك (GSA) وهي أدارة الخدمات العامة الأمريكية التي تهدف لتصميم مرافق ذات أداء وفاعلية عالية في الدوائر الحكومية الأمريكية مع أعادة استخدام وتوفير الطاقة.

مدة تنفيذ المشروع: سنتان ونصف من مرحلة التصميم الى مرحلة التسليم، وسنة التنفيذ: 2012م.

نوع المبنى: حكومي- مقر للمهندسين التابعين للجيش الأمريكي (USACE) للمنطقة الشمال غربية.

درجة تقييم المشروع: حاز على الشهادة الذهبية من نظام مجلس المباني الأمريكي USGBC.

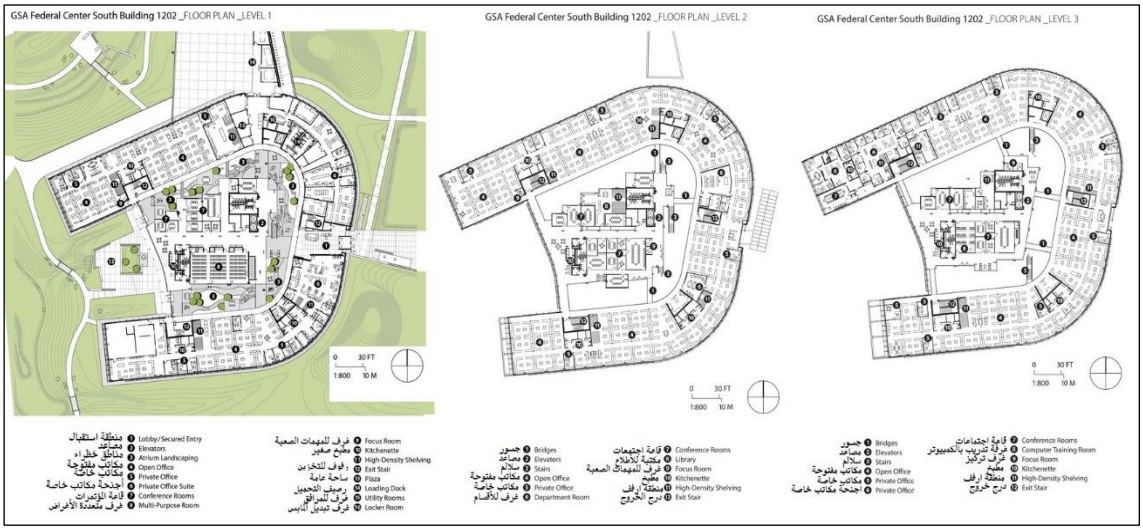
شكل (7)
المركز الفيدرالي بمدينة سياتل بولاية واشنطن الأمريكية.

منظور علوي للمشروع واخر جانبي يُظهر مدى كفأه التوجيه والتصميم وقدرة المبنى على تحقيق التواصل والانسجام مع الموقع والشفافية والانفتاح للداخل والخارج وتعدد الواجهات والإطلالات وتعدد الوظائف والمرونة وتحقيق أعلى معايير الاستدامة في التصميم الداخلي والمعماري.

الفكر التصميمي وتوظيف التكنولوجيا بالمشروع[13]:

يعد هذا المشروع متكامل من حيث التصميم والبناء والعمارة الداخلية فكان نتيجة لتظافر جهود عدة مؤسسات حكومية منها مؤسسة إعادة الاستثمار والانتعاش الأمريكي (ARRA) حيث طور فريق التصميم والبناء المشروع بأليات وطرق لتحقيق الأهداف الوظيفية والجمالية مع تحقيق معاير عالية من الاستدامة والحفاظ على البيئة وتوفير الطاقة وأعاده الاستخدام، فتميز المشروع بتفاعله مع البيئة والاستجابة لها فأصبح ذو موقع اقليمي مرن ومستدام.

12 http://www.hpbmagazine.org/Case-Studies/Federal-Center-South-Building-1202-Seattle-WA/
13 https://www.zgf.com/project/u.s.general-services-administration-federal-center-south-building1202



شكل (8)

المسقط الأفقي للدور الأرضي والأدوار المتكررة للمركز الفيدرالي بمدينة سياتل بولاية واشنطن الأمريكية.

يتميز تصميم المسقط الأفقي بالمرونة في الانتقال من مكان لأخر ويحقق التواصل الاجتماعي وسهولة الاتصال بين أجزاء المبنى ويتميز بتعدد الوظائف.

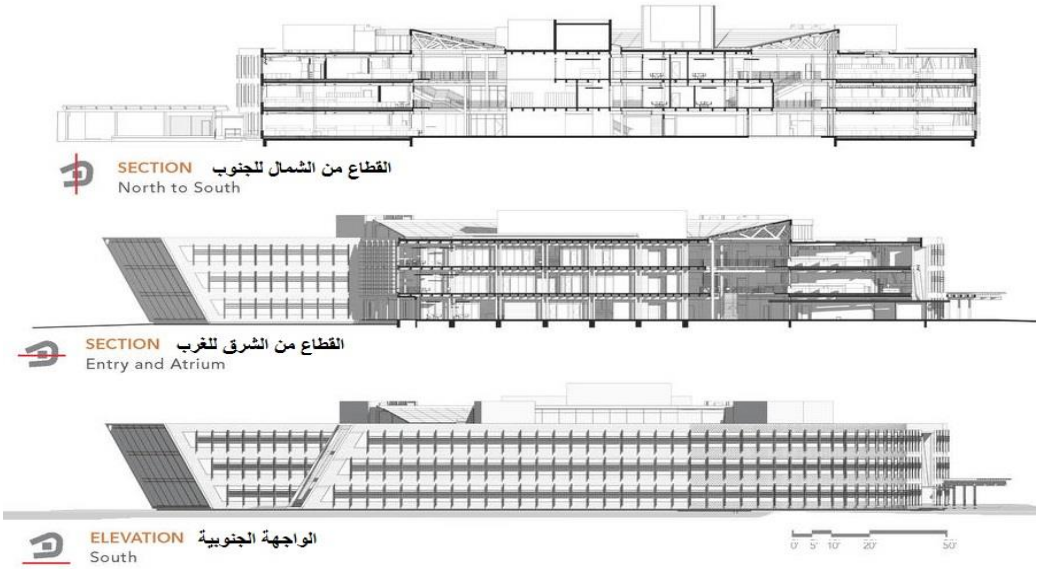
يعطي الشكل المفتوح والتصميم المرن للمبنى بصمة متكاملة وفي نفس الوقت يخلق هوية ذات أتصال بين جميع الأقسام والعاملين الذين يقطنون المبنى، فمحطات العمل تحيط بالجزء المركزي والذي يشكل القلب أو الجزء الحيوي والاجتماعي للمبنى ويضم جميع المصادر المشتركة مثل غرفة الاجتماعات، والمكتبة، والمساحات المخصصة للجلوس لتشجيع التفاعل وخلق أجواء اجتماعية، كما يوفر الارتفاع العالي لهذه المنطقة إطلالة خارجية للجميع.

ولتلبية متطلبات الأمن الفيدرالي ومكافحة الإرهاب وكونه مشروع عسكري فأنه صمم ليكون بعيداً عن الأنظار كما أن الهيكل الإنشائي قد استوفى الشروط الأمنية والبيئية من زلازل وغيره وأخذ في الاعتبار توفير بيئة جذابة للموظفين العاملين به وجعله قابل للنمو والتطوير مستقبلاً. كما يغطي المبنى من الخارج ألواح من الصلب غير القابل للصدأ ذات اختلافات طفيفة من لوح الى أخر كقشرة خارجية له تشبه قشور الأسماك في أشاره الى التاريخ البحري للموقع.

استراتيجيات وملامح التصميم المستدام بالمشروع[14]:

يعد هذا المشروع من مباني المكاتب الأكثر كفاءة في استخدام الطاقة على الصعيد الوطني في أمريكا حيث يوفر الضوء والهواء المتجدد للداخل بشكل منظم من خلال الواجهات الزجاجية والتصميم المرن، ويطبق نظام العزل الحراري والصوتي الجيد، ونظم تحكم لخفض كمية الهواء الخارجي في حالة عدم الحاجة إليه، واستثمار وسائل الطاقة البديلة مثل الطاقة الشمسية، والحد من استخدام الغازات المستنفذة لطبقة الأوزون في أجهزة التكييف أو في مواد البناء. كما يعتمد على موارد محلية من البيئة يمكن أعادة تدويرها كالخشب والزجاج والصلب والألمنيوم، واستخدام الألوان المناسبة على الواجهات والأسطح والأثاث.

14 https://www.gsa.gov/cdnstatic/GSA_FCS_Press_Book_email.pdf



شكل (9) الواجهات الخارجية لمشروع المركز الفيدرالي الجنوبي 1202 بولاية واشنطن الأمريكية.

يتحقق من خلال الواجهات الخارجية الزجاجية استغلال قوة الشمس والأستفادة من ضوء النهار على النحو الأمثل.

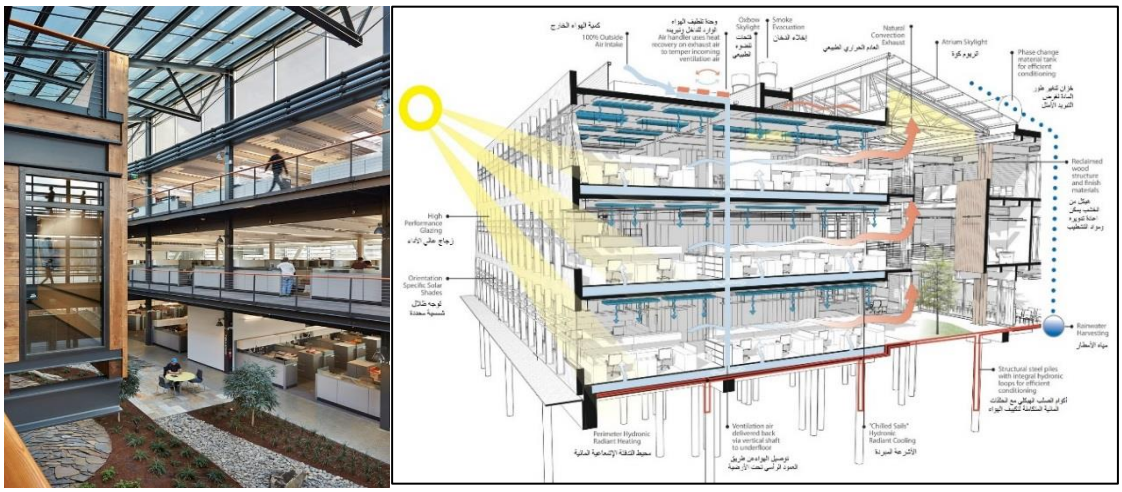
شكل (10)

تصميم الحرم الداخلي الذي يعزز الهوية الاجتماعية ويدعم الرابطة الغريزية بين الأنسان والأنظمة الطبيعية.

تكامل النظم البيئيه والتكنولوجيه الموظفه في المشروع:

صُمم كل جانب في المبنى لتحقيق أداء عالي واستجابة مباشرة وايجاد بيئة عمل ذات أداء عالي مع معايير مستدامة، ويُعد المبنى من أوائل المشاريع التي استخدمت أكوام التركيب الإنشائي (Structural Piles) للتدفئة، والتبريد باستخدام الحرارة الأرضية (Geothermal Heating)، بالإضافة الى وجود خزانات للتخزين الحراري. كما تم تطوير منتجين جديدين هما الأشرعة المبردة (Chilled Sails)، والإضاءة المكتبية المفتوحة (open office lighting) تم تطويرها وصنعها خصيصاً لهذا المشروع وذلك للوصول الى أهداف عالية ومحددة في الحفاظ على الطاقة.

المشروع يتضمن مستوى عالي من جودة الهواء الداخل للمبنى حيث يتم فلترت الهواء الداخل للمبنى بنسبة 100% بفلاتر تحت أرضية، كما تم حل مشكلة المياه الجارفة من السيول في حالة حدوث عواصف فيتم ضخ المياه الناتجة من العواصف الى شبكة المياه الخاصة ومن ثم فلترتها وتنقيتها لضمان عدم حدوث تلوث اثناء استخدامها. كما تساعد الألواح الأرضية لمكاتب العمل على نفاذية أكبر قدر ممكن من الضوء الطبيعي الخارجي للوصول الى محطات العمل وذلك لتقليل وترشيد استخدام الضوء الصناعي وبالتالي ترشيد استخدام الطاقة المرتبط بها.



شكل (11) المعالجات المتبعة للإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية والعزل الجيد والاستفادة من مياه الأمطار.
توجيه الظلال الشمسية من خلال الفتحات الجانبية والعلوية والحفاظ على البرودة داخل المبنى بتمرير الهواء الخارجي عبر قنوات الترشيح ليتدفق من خلال الطوابق.

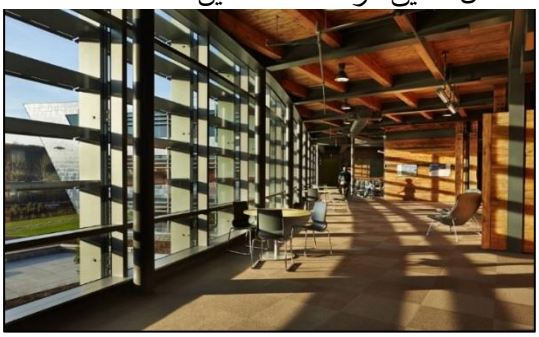
شكل (12) التصميم الداخلي لبعض الفراغات الوظيفية بمشروع المركز الفيدرالي الجنوبي 1202 بولاية واشنطن.
الأبعاد التصميمية الذكية المستخدمة لمعالجة الفراغات الداخلية بالمبنى كمكاتب العمل والممرات ومناطق الجلوس والجيم..)

شكل (13)
تصميم الجسور والسلالم الخشبية التي تساعد على انتقال الموظفين والاتصال بشكل مرن.

المبنى صديق للبيئة وذلك وفقاً لاغتنام المساحات وحسن توزيع الفراغات واستخدام خيارات عديدة من المواد والخامات الصحية وتحقيق الاندماج مع الطبيعة واستخدام الطاقة النظيفة، فالتصميم الذكي للفراغات الداخلية يشعر المستفيد وكأنه يجلس في الهواء الطلق من خلال اختلافات درجات الحرارة والتيارات الهوائية، ويمنح المستخدمين الراحة بالأداء المتميز للتصميم من خلال الانفتاح على الخارج والإطلالات كل ذلك يهيئ المبنى بأن يصبح جزءًا من تحدي 2030.

شكل (14) نمط توزيع الحيزات الفراغية الداخلية وتحقيق الانفتاح الداخلي والخارجي من خلال الأسطح.

تتحقق الوحدة بالتصميم من خلال انسجام محددات الفراغ الداخلي مع بعضها البعض فيظهر الفراغ مناسب لنوع النشاط المقام به، ويعد التصميم العام للسقف من العناصر المحققة للقيمة الجمالية والوظيفية داخل الحيز، فيظهر المبنى متكاملاً متصلا داخلياً ومنفتح على الفراغ الخارجي بصرياً من خلال الغلاف الخارجي للمبنى مما يوفر نفاذية الأسطح للضوء الطبيعي المريح فمراعاة جميع القيم الجمالية والوظيفية من اتساق للألوان والإضاءة والعنصر النباتي والأثاث في وحدة متكاملة تكفل تحقيق الراحة للمستخدمين.



شكل (15) يظهر بالتصميم امكانيات التكنولوجيا الحديثة للأثاث، ونظم توزيعه ودوره في تحقيق الوظائف بأعلى كفأه في الأداء لخدمة النواحي الوظيفية والبيئية معاً.

المثال الثاني: المبنى الإداري الذكي والمستدام The Edge بأمستردام هولندا:[15]

الموقع: في وسط حي الأعمال بمدينة أمستردام في هولندا.

المساحة الإجمالية: 40 ألف متر مربع – **وتكلفة المشروع:** 74 مليون يورو.

تصميم: المطور العقاري شركة «أو في جي».

تنفيذ: شركة الإنشاءات المعمارية بي إل بي البريطانية للهندسة المعمارية PLP Architecture.

مقاول البناء: Sellen Construction. **المصمم الداخلي:** Fokkema وشركاه.

تنفيذ المشروع: تم البدء بتنفيذه 2010 وتم الانتهاء منه في 29 مايو 2015م.

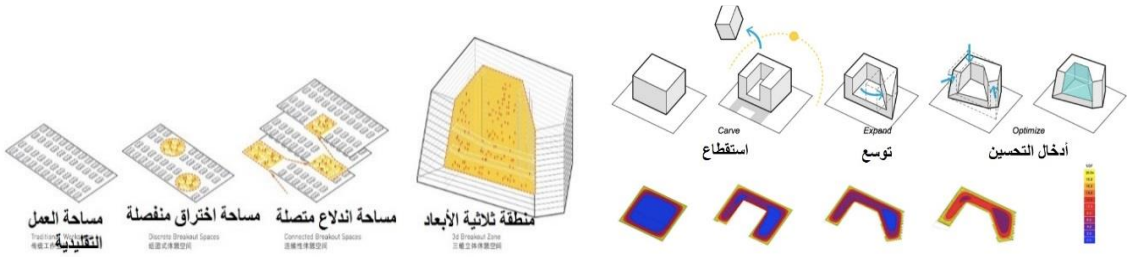
نوع المبنى: اداري.

درجة تقييم المشروع: حاز على شهادة BREEAM بمعدل 98.4 بالمائة، وهو أعلى مستوى منذ أن بدأت مؤسسة أبحاث البناء BREEAM بالمملكة المتحدة برنامجها الخاص بالتقييم البيئي.

15 http://www.hpbmagazine.org/Case-Studies/Federal-Center-South-Building-1202-Seattle-WA/

شكل (16) منظر أمامي وجانبي للمبنى المستدام الذكي The Edge بأمستردام هولندا.

يمتاز المبنى بواجهاته وجدرانه الزجاجية الشفافة وتصميمه العصري، تبلغ واجهة المبنى الزجاجية الخارجية 47 مم في المتوسط، مما يؤدي إلى قيمة عازلة للصوت أعلى بمقدار 5 ديسيبل مما تتطلبه منظمة Bouwbesluit. تتميز الواجهات الشمالية بالشفافية العالية، ولكنها تستخدم زجاجًا سميكًا لتهدئة الضوضاء من الطريق السريع، تم تصميم الجدران الداخلية لتكون عازلة للصوت.

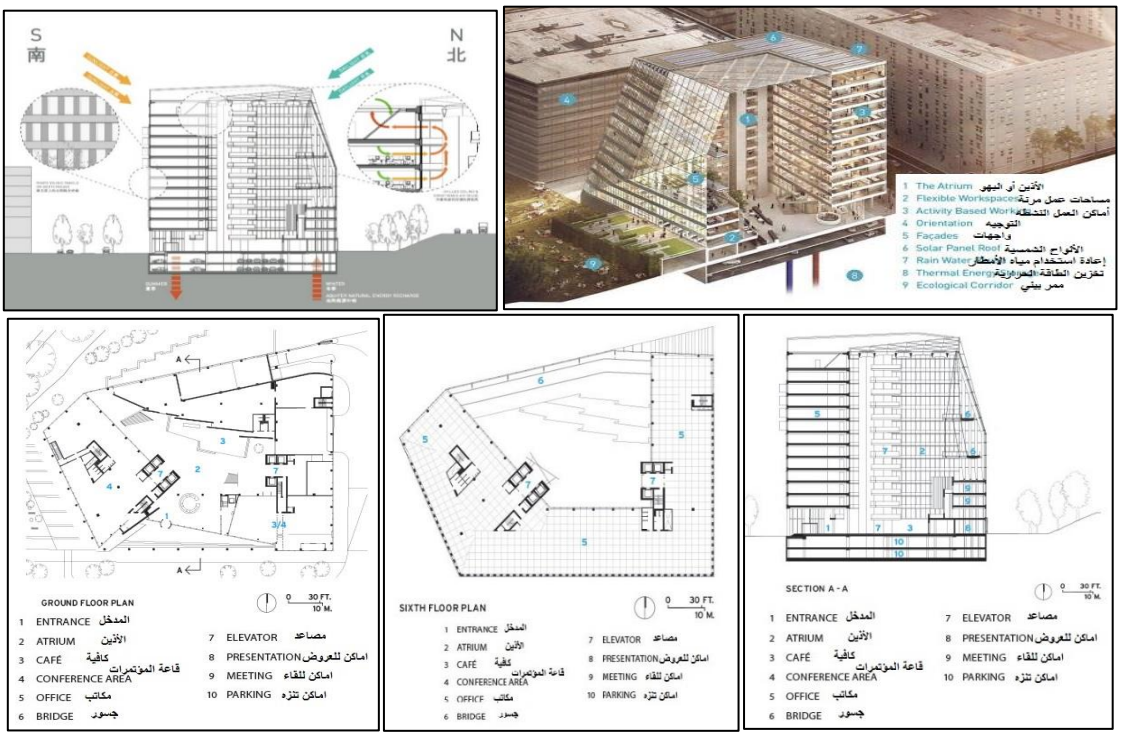


شكل (17) التطور التدريجي لشكل كتلة مبنى The Edge وتوجيهه وتصميمه الخارجي.

استراتيجيات وملامح التصميم المستدام بمبنى The Edge الإداري:

يعد المبنى من أذكى المباني بالعالم وصنف بأكفائها استدامة حيث أرادت شركة «ديلوويت» تعزيز عملياتها في مبنى يعمل كمحفز للانتقال إلى العصر الرقمي فوظفت التكنولوجيا الذكية وأنظمة التحكم عن بعد بالمبنى. يحظى المبنى بتوجيه وتصميم ذكي يعتمد شكله واتجاهه على مسار الشمس. ويتكون من 15 طابقًا محايدة للطاقة مع منطقة أتريوم مواجهة للشمال تغطي المبنى بارتفاع 58 م مع شكل وتوجيه ملهم، مما يجعل بيئة العمل مفتوحة مع الضوء الطبيعي حتى في الأيام الرمادية، بينما تحمي الألواح الشمسية التي على الواجهة الجنوبية مساحات العمل من الشمس. الجدران الحاملة إلى الجنوب والشرق والغرب بها فتحات أصغر لتوفير الكتلة الحرارية والتظليل وللتهوية.

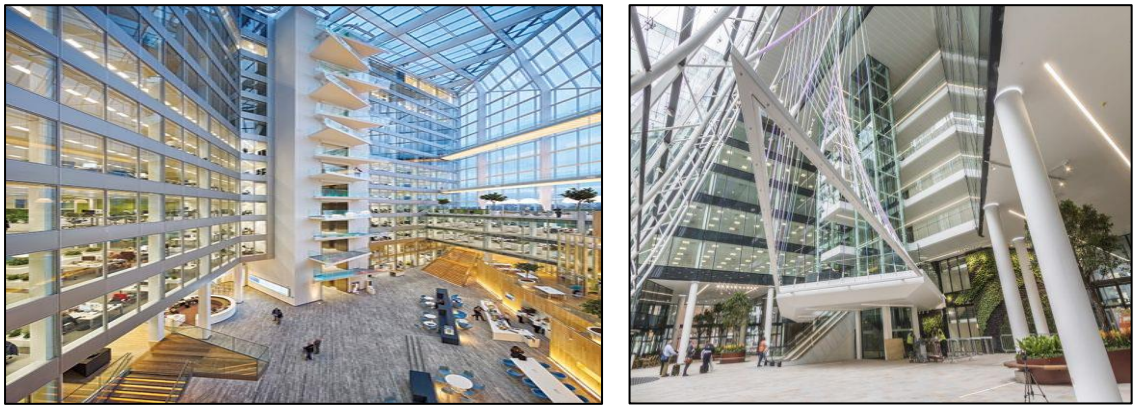
يعتمد المبنى على الأنظمة المتجددة 100٪ كالطاقة الشمسية الكهروضوئية، ويحظى بعزل عالي سواء حراري أو ضوئي أو صوتي. كما صُمم له نظام تهوية طبيعية وميكانيكية مثلى، ويعتمد على نظام لتخزين الطاقة الحرارية للمياه الجوفية للتدفئة والتبريد حيث يولد جميع الطاقة اللازمة لتدفئة وتبريد المبنى. ويتحقق به استفادة ناجحة من مياه الأمطار ومعالجتها واستخدامها لريّ التراسات الخضراء في الأتريوم ومناطق الحدائق الأخرى المحيطة بالمبنى. كما أن جميع المواد والموارد المستخدمة طبيعية بنسبة 95 ٪ ويمكن أعادة تدويرها أو تصنيعها. فالخشب المستخدم في The Edge هو FSC مصرح من مجلس الإشراف على الغابات.



شكل (18) منظور وقطاع لأحدى الواجهات ومسقطين أفقية توضح أهم فراغات العمل والخدمات وتوزيعها بالمبنى.

الفكر التصميمي وتوظيف التكنولوجيا بالمشروع[16]:

يقترح هذا المبنى طريقة جديدة للعمل باستخدام تكنولوجيا المعلومات لتشكيل طريقة عمل الناس وكذلك المساحات التي يعملون فيها فيبدأ اليوم التقليدي في المبنى مع تطبيق طورته الشركة القاطنة به حالياً ديلويت، فمن اللحظة التي يستقيظ فيها الموظف يصبح متصلاً بشكل تلقائي بالتطبيق الذي ينسق جدوله العملي، ويتعرف المبنى على سيارته بمجرد وصولها ويوجهها إلى مكان متاح بالموقف، ويساعده على إيجاد مكتب متاح للعمل عليه، وذلك لأن The Edge لا توفر مكتب خاص لكل شخص، يستند التطبيق في اختياره لمساحات العمل على الجدول الزمني الخاص بالموظف، بمعنى أنه يمكنه إرساله إلى مكتب للجلوس عليه أو إلى غرفة الاجتماعات أو الى أحد أكشاك العمل. ويتكيف المبنى مع تفضيلات المستخدمين للإضاءة والتدفئة عبر تطبيق الموبايل، ويسمح لهم تحديد موقع زملائهم والعثور على مكاتب خالية. فيختار الموظفون بفعالية البيئة والمزاج والغلاف الجوي الذين يرغبون في العمل به من أجل مهام مختلفة على مدار اليوم.



شكل (19) المدخل الرئيسي للمبنى The Edge والبهو الداخلي.

يمثل البهو الداخلي مرحلة انتقالية من فراغ خارجي لانهائي الى الحيز الداخلي للمبنى حيث صُمم بشكل تكنولوجي تقني ذكي ووظفت به جميع الإمكانيات من ناحية الكم والكيف والمنطق والفكر، وتحقق في تصميمه عدم الفصل بين وظيفتين العنصر وشكله، ويتأثر شكل فراغه بنوع وأهمية مكوناته وأشكالها وموارده الإنشائية وبمدى أهمية الفراغ للمبنى وللفراغات المحيطة.

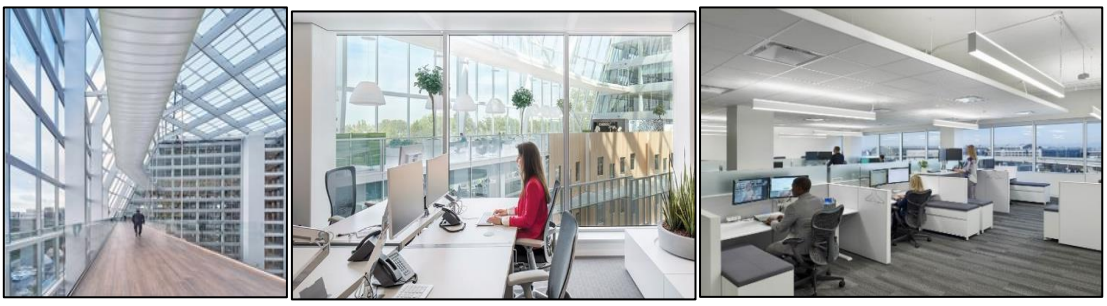
16 http://www.buildup.eu/fr/node/51248.

شكل (20) إطلالات متنوعة لمنطقة الأتريوم المواجهة للشمال.

العمارة الداخلية لمنطقة الأتريوم المواجهة للشمال تضم: مطعم ومقاهي ومناطق جلوس واجتماعات واستقبال ومتجر.

Philip

والذي ينتج استهلاك للطاقة بمقدار 3.9 W/m2 بدلاً من 8 W/m2 التقليدي، ويحتوي النظام على أجهزة استشعار تستشعر ضوء النهار، والحركة، والرطوبة، ودرجة الحرارة، وثاني أكسيد الكربون. كما يمكّن استخدام تطبيق على الهاتف الذكي أو الكمبيوتر لتنظيم المناخ والضوء على مساحات العمل الفردية للموظفين. يعتمد المبنى على الطاقة الشمسية المتجددة فتغطي الألواح سقفه والواجهة الجنوبية، وجزء أخر على سطح جامعة أمستردام ويحقق المبنى اكتفاء ذاتي من الطاقة. كما أنا نظام التدفئة والتبريد بالمبنى هو نظام DHW نظام حراري جوفي يعتمد على التخزين الحراري لخزان المياه الجوفية الذي يضخ المياه الباردة/الدافئة إلى داخل المبنى وخارجه حسب المناخ الداخلي أو الخارجي. ونظام التهوية طبيعية تعتمد على ألواح النوافذ الأوتوماتيكية القابلة للفتح في الواجهة الجنوبية أما التهوية الميكانيكية فتعمد على المبادل الحراري المزدوج التدفق.



شكل (21) التصميم الداخلي لبعض فراغات العمل المخصصة بمنطقة الأتريوم المواجهة للشمال.

شكل (22) تصميم الفراغات الداخلية العملية كمكاتب الجلوس والمكاتب الدائمة وغرف تركيز، إلى جانب العديد من محطات العمل داخل الفراغات المليئة بالضوء.

المثال الثالث: مشروع Manitoba Hydro Place المستدام بمقاطعة مانيتوبا الكندية:

الموقع: وينيبيغ كبرى مدن مقاطعة مانيتوبا الكندية 360 Portage Avenue

المساحة الإجمالية: تقدر بـ 64،568 مترًا مربعًا. **عدد الطوابق:** 21 طابق.

تنفيذ المشروع: ابتداءً من 2005 أكتمل 22 ديسمبر 2008.

تكلفة المشروع: 278 مليون دولار كندي.

نوع المبنى: مبنى مكتبي – مشروع حضاري. **المالك:**Manitoba Hydro.

تصميم: المهندس المعماري Kuwabara Payne McKenna Blumberg Architects مع المهندس المعماري Smith Carter.

تنفيذ: Crosier Kilgour / Halcrow Yolles **مقاول البناء:** PCL إدارة البناء

درجة تقييم المشروع: حاز على شهادة LEED Platinum بلاتينية وهو أعلى مستوى تقييم لنظام مجلس المباني الأمريكي USGBC ضمن برنامجها الخاص بالتقييم البيئي LEED [17].

شكل (23) منظر خارجي أمامي وجانبي وخلفي لمبنى شركة Manitoba Hydro المستدام.

صنف المشروع كأحد الأبراج الأكثر استدامة بأمريكا الشمالية وكندا، حيث يجمع بين المفاهيم البيئية بالإضافة إلى التقنيات المتقدمة لتحقيق "مبنى حي" يستجيب بشكل حيوي للمناخ المحلي.

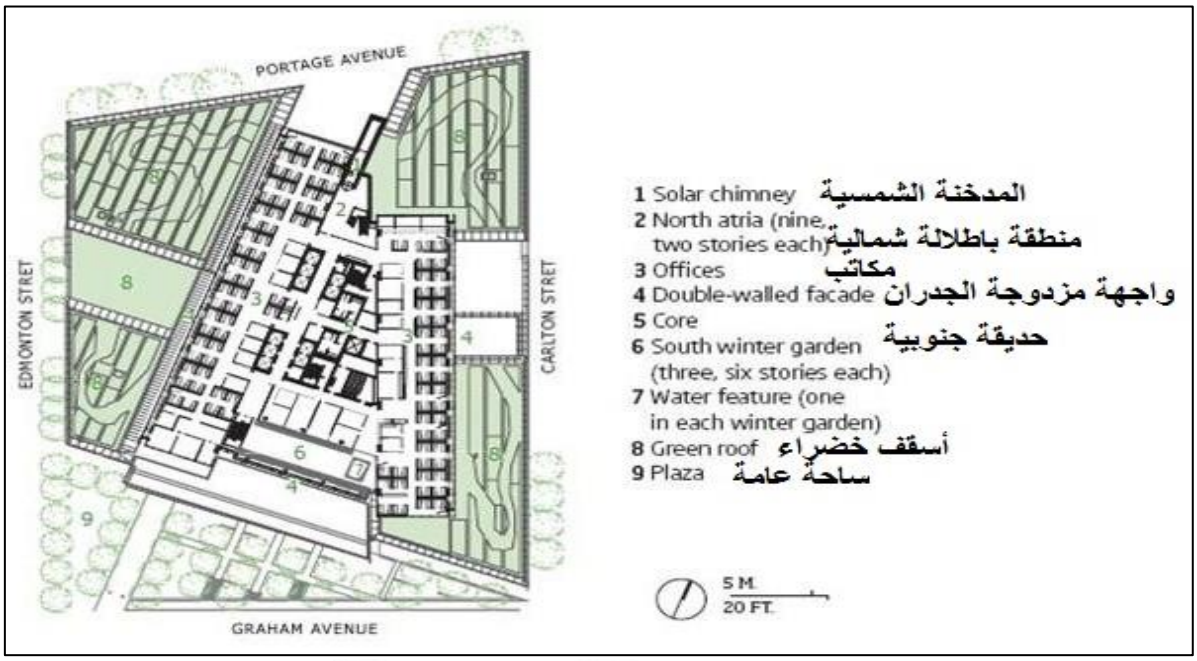
أهداف المشروع: تمثلت اهدافه والمتفق عليها من قبل فريق التصميم والمالك في الاتي:

- إزالة التجسير الحراري.

17 https://en.wikipedia.org/wiki/Manitoba_Hydro_Place.

- إنشاء حواجز حرارية وعزل جيد.
- أنشاء أنظمة ميكانيكية عالية الكفاءة.
- الاستفادة من الإضاءة والتهوية الطبيعية.
- تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 70٪.

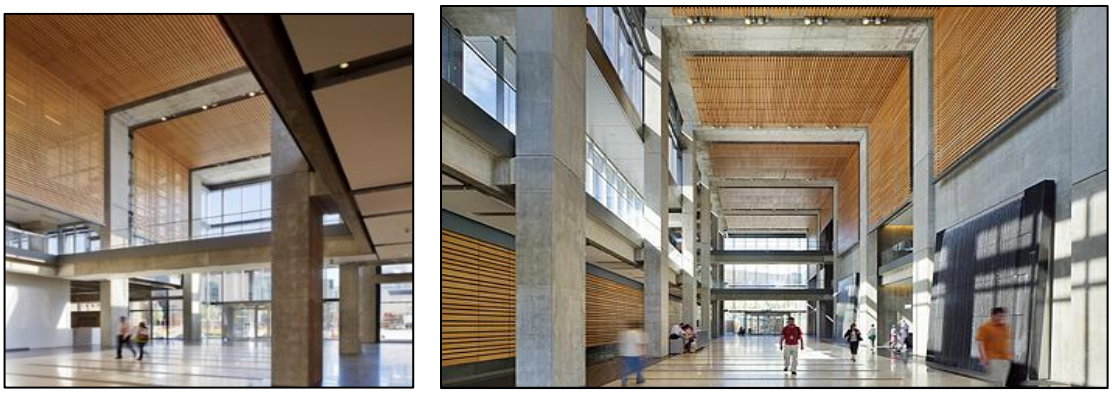
الفكر التصميمي المستدام وتوظيف التكنولوجيا بالمبنى Manitoba Hydro Place:



شكل (24) مسقط افقي أرضي يوضح التوزيع الداخلي والخارجي لبعض مساحات مبنى Manitoba Hydro Place.

يطلق على البرج اسم "كتاب مفتوح" ويشبه حرف الـ A بتصميم شكله الخارجي، يتكون من برجين للمكاتب مزدوجة وتتكون من 18 طابقا والتي تقع على منصة متدرجة من ثلاثة طوابق. تتلاقى الأبراج في الشمال وتتلاقى مفتوحة إلى الجنوب لأقصى درجة من التعرض لأشعة الشمس الوافرة ورياح جنوبية متواصلة فريدة من نوعها على مناخ وينيبيغ.

شكل (25) المعالجات المناخية للفراغات الداخلية بمبنى Manitoba Hydro Place.



شكل (26) التصميم الداخلي لأحد المداخل وممرات الحركة يتضح من خلالها كفأه التصميم واختيار مواد التشطيبات.

شكل (27) البهو الداخلي وبعض مناطق الجلوس بمبنىManitoba Hydro Place .

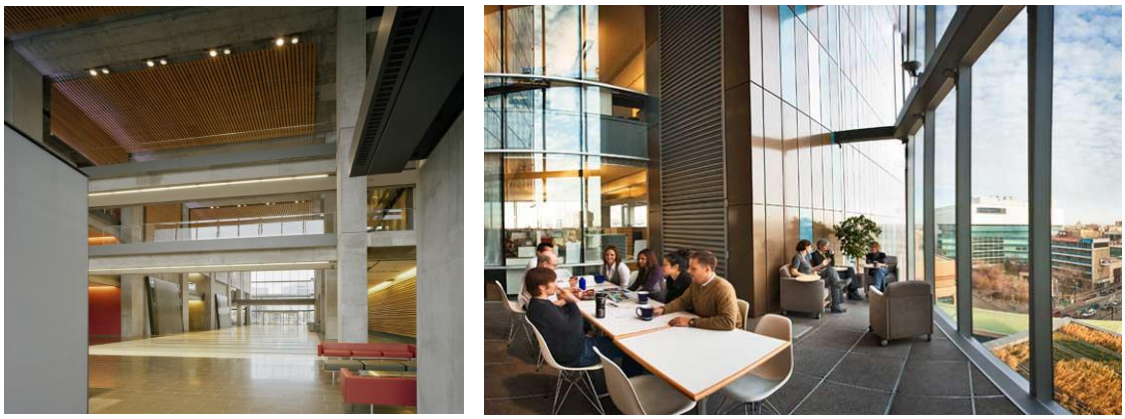
ففكرة المشروع في حد ذاتها توجه مستدام، تسعى للحفاظ على طاقة المبنى من خلال التصميم المناخي الجيد بالإضافة إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة الشمسية، واستخدام موارد طبيعية أمنة يمكن أعادة تدويرها وتقليل الانبعاثات الكربونية. والعزل الصوتي والمناخي والضوئي المدروس بالمبنى.

شكل (28) توظيف مبدئ التصميم المتكامل والأساليب المستدامة بالفراغات الداخلية وظيفياً وتشكيلياً.

تم بالمشروع تنظيم محطات العمل ومساحات الاجتماعات المغلقة بالزجاج لدعم عمليات العمل الفردية والتي تركز على الفريق في كلا الجانبين الشمالي والجنوبي للمبنى، ويعزز الدرج المترابط النشاط البدني، ويقلل من الاعتماد على المصاعد ويوفر فرصًا للتفاعل بين الأقسام.

شكل (29) الفراغات الداخلية ذات الواجهات الزجاجية بالمبنى.

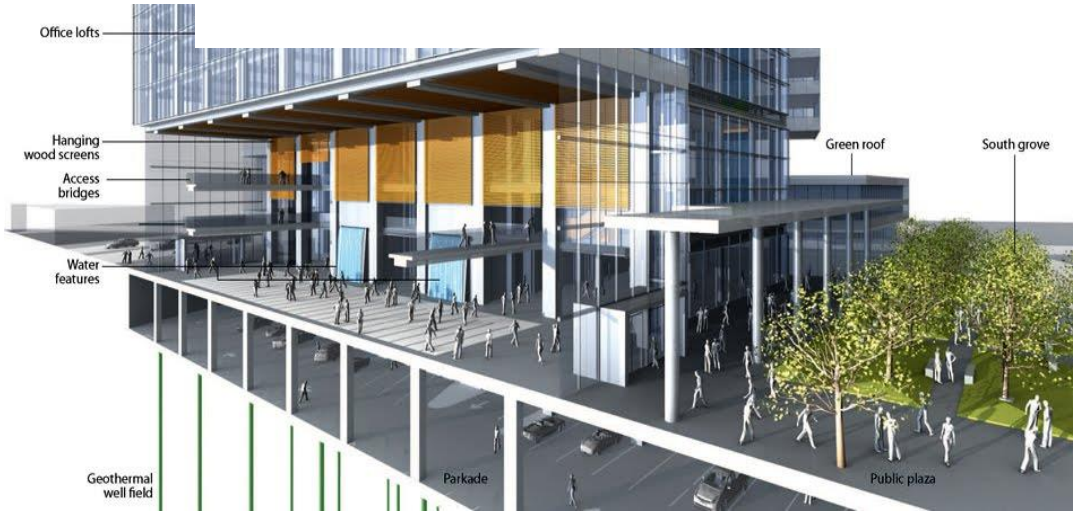
تستفيد الفراغات ذات الواجهة الزجاجية من الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية لتقليل استهلاك الطاقة وتساعد الأنظمة النشطة (أي الإضاءة القابلة للبرمجة) على زيادة فعالية الأنظمة السلبية وتكملها حسب الحاجة.



شكل (30) التصميم المستدام ودوره في تحسين جودة وراحة التجربة الإنسانية بالمبنى.

تعمل النوافذ اليدوية جنبًا إلى جنب مع فتحات الجدران الخارجية الآلية التي يتحكم فيها نظام إدارة المبنى، على تمكين الموظفين في التحكم ببيئتهم الفردية مما يخلق تميزاً تصميمياً واستجابة مناخية وكفاءة في اختيار أنسب المعالجات والبدائل.

شكل (31) الاستفادة القصوى من ضوء النهار الطبيعي والتهوية الطبيعية بالتصميم والتوجيه الذكي للفتحات بكل فراغات المبنى.



شكل (32) منظر خارجي لمداخل الدور الأرضي ومواقف السيارات.

يعد تصميم هذا المبنى كأحد أهم المباني الحديثة التي تطبق مفهوم التكيف والاندماج مع البيئة وتوفير فراغ داخلي مستدام حيث لعبت المواد الأيكولوجية المستخدمة بالمبنى دوراً وظيفياً وجمالياً.
ووظفت تقنيات المستقبل في الحيز لتحقيق العمارة الداخلية المستدامة للكتلة الفراغية.

تحقق بهذا المشروع اتخاذ قرارات صائبة في كل مراحل تنفيذه والتي سيكون لها دور في الحد من الأثار السلبية على البيئة والصحة، وتتمثل بالآتي:

- تحسين إمكانات الموقع والاستفادة منها.
- ترشيد الطاقة وكفاءة استهلاك المياه.
- الحد من استخدام مصادر غير متجددة.
- تكامل التصميم.
- استخدام عناصر صديقة للبيئة.
- تقليل أعمال الصيانة والترميم مستقبلاً.
- تحسين نوعية الأنشطة البيئية الداخلية بالمنشأة.

نتائج البحث:

1. أدى التغير في عناصر البيئة والناتج عن النمو السكاني المتسارع بالمملكة وما يصاحبه من رفاهية واستهلاك وهدر للطاقة والمياه وما ينتج عنها من مخلفات ونفايات إلى الأضرار بالبيئة والتأثير سلباً على عناصرها وظهور مشاكل التلوث البيئي الذي يؤثر بدوره على الأنسان والمباني مما يسبب اضطراباً للظروف المعيشية بوجه عام والأخلال بالتوازن الطبيعي.
2. تهدف العمارة الداخلية المستدامة الى دمج التصميم الداخلي مع محتويات البيئة المختلفة والظروف الاقتصادية والنواحي الاجتماعية والتعامل معها كوحدة واحدة.
3. من أهم معايير التصميم الداخلي المستدام بالمملكة العربية السعودية أن يكون التصميم متوافقاً بيئياً وتكنولوجياً وأن يراعي استخدام مواد وموارد متجددة والاهتمام بمصادرها وتوفيرها.
4. يتمثل دور المصمم الداخلي والمعماري الناجح بالمملكة في تقديم تصاميم أكثر حساسية للبيئة السعودية تحقق التوازن بين تفاعل ثلاث منظومات: (المحيط الحيوي، والمحيط الاجتماعي، والمحيط المشيد) ويحافظ على سلامة النظم البيئية وحسن أدائها.

توصيات البحث:

1. ضرورة الاستفادة من التجارب العالمية التي حققت الاستدامة في تصميم عمارتها الداخلية والاستفادة من خبراتهم بما يناسب بيئتنا السعودية.
2. زيادة الوعي لدى الناس بمدى أهمية تطبيق المنهج البيئي المستدام بالتصميم الداخلي ويكون ذلك بتوجيه الأنظار الى فوائده وإمكانياته في خفض مستوى التلوث البيئي ومراعاة السلامة الصحية للمستفيدين وخفض استهلاك الطاقة والموارد.
3. نتيجة لظهور التقنيات العالية والتكنولوجيا في مجال العمارة والتصميم الداخلي وما ينطوي على اغلبها من نتائج سيئة، أصبح لزاماً على مصمم العمارة الداخلية توفير بيئة صحية لقاطني الفراغات عن طريق استخدام تكنولوجيا أنظف وأكفاء تكون قريبة من قيم انبعاثات الصفر وتقلل من الاستهلاك الكثيف للطاقة.
4. لابد أن يراعى التصميم المستدام بالمملكة العربية السعودية العوامل المناخية من حرارة ورياح وأمطار، مع الاهتمام بالإضاءة والتهوية الطبيعية وتشجيع استعمال الطاقة المتجددة لأنظمة التدفئة والتبريد وترشيد استعمال المياه.
5. التصميم الجيد للعمارة الداخلية المستدامة بالمملكة يتحقق عبر تكامل مبادئ العمارة التقليدية مع نظم ووسائل التكنولوجيا الحديثة.

1. Clennan,Jason F. (2004) The Philosophy of Sustainable Design. Bainbridge Island: Ecotone Publishing Company.
2. Florez,Laura and Daniel Castro-Lacouture. (2012) "Optimization model for sustainable materials selection using objective and subjective factors" Materials and Design.
3. Giovani, Baruch (1998) Climate Considerations in Buildings & Urban Design, John Wiley & Sons, Inc, USA.
4. Kang, M, & Guerin, D.A (2009) The state of environmentally sustainable interior design practice. American Journal of Environmental Sciences.
5. Mate, K.J. (2006). Champions, Conformists and Challengers: Attitudes of Interior Designers as Expressions of Sustainability through Material Selection. Paper 0066. presented at Design *Research Society International Conference*. Wonderground. 1-4 November, Lisbon.
6. Nur Ayalp:(2013) Multidimensional Approach to Sustainable Interior Design Practice, INTERNATIONAL JOURNAL of ENERGY and ENVIRONMENT, Issue 4, Volume 7.
7. Sustainable Design: U.S. General Services Administration, 3 Nov. 2012. Web. 2 Dec. 2012. http://www.gsa.gov/portal/content/10446.
8. Wael Rashdan (2016) The impact of innovative smart design solutions on achieving sustainable interior design, International th11 Conference on Urban Regeneration and Sustainability.

ONLINE SOURCES:

9. https://new.usgbc.org/leed - U.S. Green Building Council USGBC.
10. https://www.breeam.com – British Council for Sustainable Construction and Green UKGBC.
11. http://www.hpbmagazine.org/Case-Studies/Federal-Center-South-Building-1202-Seattle-WA/
12. https://www.zgf.com/project/u.s.general-services-administration-federal-center-south-building1202
13. https://www.gsa.gov/cdnstatic/GSA_FCS_Press_Book_email.pdf
14. http://www.hpbmagazine.org/Case-Studies/Federal-Center-South-Building-1202-Seattle-WA/
15. http://www.buildup.eu/fr/node/51248.
16. https://en.wikipedia.org/wiki/Manitoba_Hydro_Place.