دور الأفنية الداخلية المركزية في تعزيز جـــــــودة البيئة الـــــداخلية في المباني التجارية

The Role of Central Atrium in Strengthen the Quality of the Indoor Environment in Commercial Buildings

م.م / طاهر محمود عمر
مدرس مساعد – كلية الهندسة – جامعة بدر بالقاهرة

ا.د/ سحر مرسي محمد
أستاذ بقسم الهندسة المعمارية - جامعة حلوان

ا.م.د / محمد سيف النصر احمد
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية - جامعة حلوان

الملخص:
الفناء الداخلي المركزي لديه القدرة علي تحسين جودة البيئة الداخلية للمباني التجارية. حيث انه يعزز جودة البيئة الداخلية واستدامة المبني، كما يساهم في تحقيق الاستخدام الفعال للبيئة الداخلية للمبنى بعيدا عن تأثير العوامل البيئية الخارجية.
يستعرض البحث العوامل المؤثرة في تصميم الفناء الداخلي مثل الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية والراحة الحرارية وغيرها، وذلك بهدف التعرف على وسائل تحسين الخصائص البيئية للفناء، كما تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية الفناء الداخلي في تحسين جودة الهواء والحفاظ على درجات الحرارة المناسبة، وكيف يمكن بالتصميم الجيد للفناء الداخلي خلق بيئة هادئة ومريحة لمستخدمي المبنى التجارى. كما يبرز البحث أيضًا دور الفناء في جذب المستخدمين والزوار وتعزيز التجربة البيئية والاستدامة داخل المباني التجارية.

ABSTRACT:
The central atrium has the potential to improve the quality of the indoor environment of commercial buildings. As it enhances the Indoor environmental quality and sustainability of the building. It also contributes to achieving effective use of the building's internal environment away from the influence of external environmental factors.
The research reviews the factors affecting the design of the atrium, such as daylighting, ventilation, thermal comfort, etc.; aiming to improve the environmental characteristics of the atrium. The research will highlight the importance of the atrium in improving air quality and maintaining appropriate temperature, and how it can create a calm and relaxing environment. The research also emphasis the role of the atrium in attracting users and visitors and enhancing the environmental experience and sustainability within commercial buildings.

الكلمات المفتاحية : الافنية الداخلية المركزية ، جودة البيئة الداخلية ، المباني التجارية
Keywords: Central atrium, Indoor environmental quality, Malls.

1- المقدمة Introduction :

تعد الأفنية الداخلية في المباني التجارية من العوامل الحيوية في خلق بيئة داخلية مريحة وجاذبة للمستخدمين والعاملين، حيث يلعب الفناء الداخلي دوراً حيوياً في تعزيز و تحسين جودة البيئة الداخلية للمباني التجارية، وذلك من خلال دمج العناصر الطبيعية مثل الضوء الطبيعي والتهوية الطبيعية والمساحات الخضراء، كما أنه يوفر تجربة بيئية مميزة، حيث يساهم في توفير تدفق جيد للهواء والضوء

داخل المبنى، ويُعزز من جودة الهواء والراحة البصرية للمستخدمين والزوار، كما يسهم الفناء الداخلي في جعل المباني التجارية مكاناً مستداماً وصحياً، حيث يعزز الاستدامة البيئية ويسهم في جذب المستخدمين والموظفين من خلال توفير بيئة عمل وتجربة تسوق وترفيه ممتعة ومريحة، بالإضافة إلى ما سبق يعتبر الفناء محوراً للحياة الاجتماعية داخل المبنى، حيث يمكنه أن يكون مكانًا للاجتماعات والفعاليات الاجتماعية، مما يعزز الروح المجتمعية ويخلق بيئة محفزة وملهمة.

يركز البحث علي تحليل وفهم الأثر الإيجابي المحتمل للفناء الداخلي في تحسين جودة البيئة داخل المباني التجارية، وذلك من خلال دراسة العوامل المعمارية المؤثرة، وتحسين الجوانب الطبيعية الأخرى كالتهوية والاضاءة الطبيعية والراحة الحرارية، وتصميمه بشكل جذاب وصحي داخل المباني التجارية، وتحديد الاستراتيجيات والطرق التي يمكن أن تعتمد لتعزيز دور الفناء الداخلي فى تحقيق بيئة داخلية مريحة وصحية وجاذبة للمباني التجارية .

كما سيقوم البحث بدراسة وتحليل العوامل التصميمية والجوانب المعمارية والبيئية وكيفية تأثيرها علي جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي، وتقييم تأثير الفناء الداخلي علي جودة التهوية الطبيعية والاضاءة الطبيعية وجودة الهواء الداخلي ومستوياته وكيفية تحسينها، ودور الافنية الداخلية في تعزيز الاستدامة داخل المباني التجارية. بما يساعد في توجيه البحث نحو فهم أعمق لأهمية الفناء الداخلي لتحقيق بيئة داخلية أفضل وأكثر صحة واستدامة في المباني التجارية.

سيتم تحقيق أهداف الدراسة من خلال استخدام المنهج النظري والتحليلي وذلك من خلال التركيز علي الأساليب والأنظمة والمستويات الفرعية والخصائص والمعايير المتعلقة بالفناء الداخلي المركزي ودوره في تحسين جودة البيئة الداخلية للمباني التجارية، وسيتضمن ذلك تحليل مجموعة من النماذج للمباني ذات الفناء الداخلي، وسيسهم هذه التحليل في تحديد المؤشرات والعوامل التصميمية والبيئية التي تعلب دوراً مهماً في تحقيق وتعزيز جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي .

2- الفناء الداخلي المركزي Central Atrium :

يعتبر الفناء الداخلي في المباني التجارية بشكل خاص و المباني بشكل عام جزء من التصميم العمراني للمبني، وتشمل الفراغات الداخلية المفتوحة والمرتبطة بالمبني الرئيسي، ويمكن ان يكون في صورة ساحة مفتوحة او فناء مغطي، وتعني الاستدامة للفناء الداخلي تصميم وإدارة الفناء الداخلي بطريقة تهدف الي تحقيق الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية علي المدي البعيد، ويتم تحقيق ذلك من خلال مجموعة من الممارسات والمبادئ المستدامة التي تهدف الي تحسين جودة الحياة وتقليل الأثر البيئي للمبنى والفناء الداخلي مثل: تحسين جودة الهواء الداخلي والإضاءة الطبيعية وإدارة المياه واستخدام المواد المستدامة والتصميم المرن والمستدام وغيرها، يلعب الفناء الداخلي دورًا مهمًا في تحسين جودة الحياة الاجتماعية داخل المبنى، حيث يمكن استخدامها كساحة للتجمع والتفاعل الاجتماعي، وتوفير الإضاءة الطبيعية والتهوية، وتعزيز العلاقة بين المبنى والبيئة المحيطة به .

يعرف الفناء لغوياً علي أنه الفراغ الذي يتوسط كتلة المبني، والفناء اسم مفرد من المصدر (فَنيَ) والجمع (أفنية)، أما التعاريف لمفهوم الفناء فقد تنوعت، حيث يعرفه يحيي الزغبي بانه تركيب فراغي مغلق مكون من جدران مستمرة او شبه مستمرة، وتطل عليه الفضاءات ذات العلاقة المباشرة الانتفاعية، كما أضاف حسن فتحي قيمة أخرى على هذا التعريف بانه وسيلة معمارية تحقق الخصوصية والحماية [1]، وعرفه يحيي وزيري على أنه صالة وسطية أو فناء بمنزل روماني، وعموماً يعرفه بأنه فناء مغطي يتوسط المبني ويضيء من أعلي بشخشيخة أو نوافذ عريضة من الحوائط الجانبية[2] .

يعتبر فراغ الفناء "Atrium" هو الساحة المركزية "central space " مغطاه أو شبه مغطاه، وهي ساحة او فراغ شاع استخدامه علي مر العصور القديمة حيث بدء استخدامه منذ بلاد ما بين النهرين،

حيث كنت الفراغات الداخلية المحيطة تضيء طوال اليوم من خلالها، ويعمل علي تعظيم الفوائد من خلال الكسب المباشر للطاقة الشمسية وزيادة التفاعلات الاجتماعية، ويعمل علي توفير حركة دوران للهواء والتواصل بين أدوار المبني[3]، الفناء الداخلي المغلق هو عنصر هام في التصميم المعماري الذي يلعب دورًا حيويًا في إضفاء الحياة والروح على المباني. يعتبر الفناء الداخلي مساحة مفتوحة داخل المبنى تعكس

الطبيعة وتوفر بيئة مريحة وجذابة للعاملين والزوار، يتمتع الفناء الداخلي بعدة فوائد تصميمية ووظيفية، يساعد الفناء الداخلي في توفير الإضاءة الطبيعية والتهوية للمبنى **شكل (1)**.

الشكل (1) يوضح قطاع داخلي يوضح كيفية توفير عنصر الاضاءة الطبيعية والتهوية للفناء الداخلي لمبني Parque Toreo / Sordo Madaleno Arquitectos

References: https://www.archdaily.com/877354/parque-toreo-sordo-madaleno-arquitectos

3- تصنيف محددات التصميم ل " الفناء الداخلي المركزي central Atrium ":

تصميم الفناء الداخلي المركزي يتأثر بمجموعة من المحددات التي يمكن تصنيفها الي محددات بيئية ومحددات تصميمية ، ومن بين المحددات البيئية ، تتضمن (العوامل المناخية – كفاءة استهلاك الطاقة – العوامل البيئية) ، بينما تتأثر المحددات التصميمية بالاحتياجات والاستخدامات المختلفة للمبني ، وتشمل (وضع وتوجيه الفناء – نسب وتشكيل الفناء – الخصائص الشكلية – الرؤية البصرية – كثافة المستخدمين) ، يجتمع هذان النوعين من المحددات لتوجيه عملية تصميم الفناء الداخلي المركزي نحو تحقيق تكامل فعال بين البيئة المحيطة والاغراض المستخدمة ، لضمان تصميم فراغ داخلي مميز يلبي الاحتياجات الوظيفية والجمالية والشكلية .

3- 1 العوامل البيئية المؤثرة علي جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي :

يتأثر تصميم الفناء الداخلي بعدة عوامل تتضمن العوامل الوظيفية والمعمارية والعوامل البيئية والعوامل الجمالية ، حيث يؤثر حجم وشكل ومساحة الفناء وحجمه في تحقيق الاهداف المرجوة منه علي مستوي الخصوصية والتهوية والاضاءة الطبيعية وغيرها من العوامل والطرق المؤثرة لتحقيق وظيفة الفناء الداخلي. سوف يتم التوضيح وتحليل هذه العناصر فيما يلي **شكل(2).**

3-1-1 العوامل المناخية المؤثرة علي الفناء الداخلي:

تصعب عملية التحكم في استهلاك الطاقة في المباني ذات الافنية الداخلية بسبب ظاهر ة الاحتباس الحراري وحركة طبقات الهواء التي تحدث في تلك النوعية من المباني، وتحديد اداء الطاقة في هذه المباني وتوفير تكييف الهواء المناسب علي أساس الغرض من الاستخدام، بالإضافة الي هذه الاحداق المادية ، يلعب نوع الفناء الداخلي والمناطق المناخية أيضاً دوراً مهماً في تحديد " استراتيجيات التبريد والتدفئة heating and cooling strategies " المناسبة للمبني ، تؤثر بيانات المناخ علي اختيار نوع الفناء الداخلي وفقاً لتوازن " احمال التبريد والتدفئة heating loads and cooling " .

2-1-3 كفاءة استهلاك الطاقة في الفناء الداخلي Energy Efficiency in Atriums:

كفاءة استهلاك الطاقة في الفناء الداخلي تتعلق بتصميم وتنظيم الفراغ الداخلي ، بطريقة تعزز فعالية استخدام الطاقة ، يتضمن ذلك النظر في كيفية الاستفادة من الإضاءة الطبيعية ، والتهوية الطبيعية للفراغ بشكل فعال لتقليل الحاجة الي استخدام أنظمة التدفئة والتبريد ، واستخدام الإضاءة الصناعية ، واستخدام مواد بناء مستدامة وفعالة من حيث الطاقة ، حيث تحقيق كفاءة استهلاك الطاقة في الفناء الداخلي يسهم في تقليل الأثر البيئي وتحسين الاستدامة البيئية للمبني .

3-1-3 عناصر الراحة للبيئة الداخلية داخل الفناء الداخلي :

هناك العديد من الدراسات التي فسرت ظاهرة تواجد الفناء الداخلي وتحديد موقعه كأحد العناصر المستجيبة للعوامل المناخية والبيئية، حيث يعتبر الفناء الداخلي وسيطاً مناخياً جيداً في الظروف المناخية المختلفة، حيث يعمل الفناء علي تقليل درجات الحرارة أثناء اوقات النهار داخل المبني بقيم مختلفة طبقاً للعوامل المختلفة مثل كمية الظلال وحركة الهواء ودرجة حرارته ودرجات تشتيتها للأشعة الشمسية [4] ، فمساحات الحوائط المعرضة للأشعة الشمسية وكميات الظلال الناتجة من التوجيه والموضع يساعد كثيراً في ضبط حركة الهواء البارد والساخن والدورة الحرارية اليومية[5] .

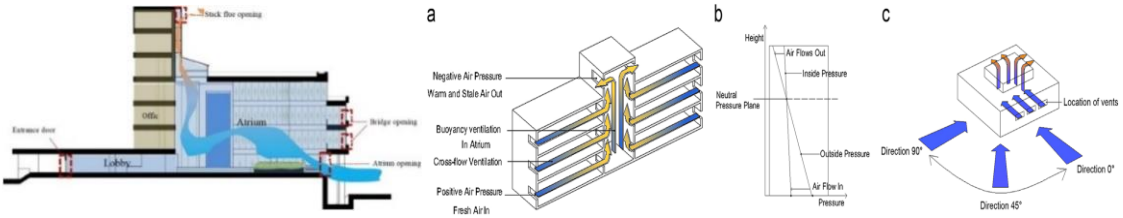
الشكل (2) يوضح العوامل البيئية المؤثرة علي جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي

المصدر : بتصرف من الباحثين

1-3-1-3 التهوية الطبيعية في الفناء الداخلي Natural ventilation in atrium :

تتأثر عناصر التصميم بشكل أساسي بالمتغيرات الخارجية والداخلية وكفاءة كل متغير بناءاً على تأثيرها في زيادة معدل تدفق الهواء ونمط التدفق المتوقع مما يؤدي الي تحسين الراحة الحرارية وتقليل استهلاك الطاقة، حيث يكون هناك مجموعة من المتغيرات وتقنيات التهوية وعلاقاتها مع متغيرات التصميم الأخرى في وضع هيكل منهجي للتصميم الحديث للفناء، حيث يتضح العوامل التي تؤثر على التصميم السلبي وهي [6] ، كما سيتم توضيح عناصر التهوية الطبيعية في الفناء الداخلي **شكل (3) :**

- تأثير حركة وصعود الرياح Buoyancy and wind effect
- المتغيرات البيئية المحيطة Effective Ambient Variables
- الاحمال الحرارية الداخلية Internal Thermal Loads
- دمج استراتيجيات حركة الهواء السلبية
- انظمة التحكم في التهوية الطبيعية Natural ventilation control systems



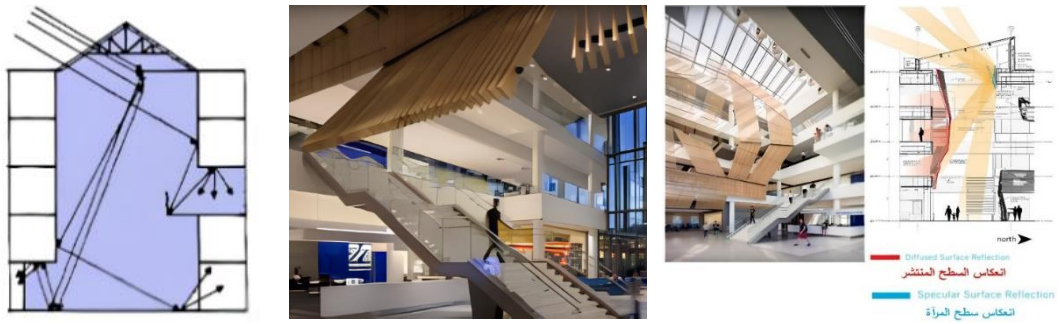
الشكل (3) يوضح التهوية الطبيعية للفناء الداخلي

References: Horan JM, Finn DP. Sensitivity of air change rates in a naturally ventilated atrium space subject to variations in external wind speed and direction. Energy Build 2008 ;40: 1577–85.

2-3-1-3 الاضاءة الطبيعية في الفناء الداخلي Daylighting in the Atriums :

يعتبر عنصر الإضاءة الطبيعية احد العناصر الهامة في تحقيق الاستدامة البيئية للأفنية الداخلية مما يحققه من قيمة الهائلة ومرتفعة عالمياً في جميع التصميمات المعمارية ، فقد أصبحت الاضاءة الطبيعية جزء لا يتجزأ من العوامل الرئيسية في الفناء الداخلي ، ويتم تصميمه بشكل دائما او علي الاقل محاولة القيام بذلك ، في حالة ان لم يكن هناك اتصال مرئي بالخارج ، فلن يطلق علي الفراغ المعماري فناء بشكل مستدام حتي يمكن ان يكون استخدام الاضاءة الطبيعية بشكل دائم وكامل حيث يعتبر مصدر لطاقة ، ومن العناصر المؤثرة علي كفاءة توجيه الإضاءة الطبيعية هي [7] ، كما هو موضح **بالشكل (4)** :

- انعكاس الاسطح surface reflection
- تشكيل الواجهات الداخلية للفناء



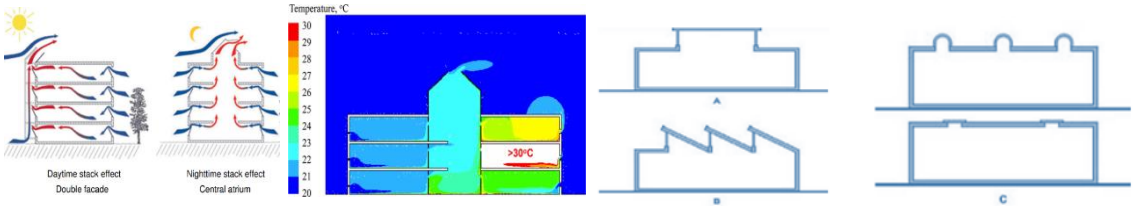
الشكل (4) يوضح العناصر المؤثرة علي كفاءة وتوجيه الاضاءة الطبيعية في الفناء الداخلي

References: YONG SUK, J. ZAMBRANO.H. DAYLIGHTING POST-OCCUPANCY EVALUATION STUDY: Baylor University Paul L. Foster Campus for Business and Innovation.

3-3-1-3 الاداء الحراري في الفناء الداخلي Thermal Performance of Atrium :

الاداء الحراري في يعتمد علي مجموعة المعايير مثل نوع الفناء حيث انه هو العامل الرئيسي الذي يحدد المزايا البيئية المحتملة للمباني ذات الافنية، حيث يتمتع كل شكل من الاشكال للفناء بميزة بيئية معينة، ووفقاً لاكتساب الحراري والتهوية وأداء ضوء النهار، فإن الافنية المركزية والخطية هما الأكثر فعالية في تقليل تقلبات وتغييرات درجات الحرارة خلال المواسم الحارة والمعتدلة، العناصر المؤثرة هي كالتالي [8] ، وكما هو موضح الاداء الحراري وتشكيل الاسقف وخصائصه **بالشكل (5) :**

- خصائص الفتحات للفناء الداخلي.
- توجيه الفناء الداخلي Orientation of the Atrium
- الشكل الهندسي للفناء Atrium geometry
- خصائص السقف Roof properties
- خصائص واداء الواجهات الخارجية
- المواد المستخدمة Materials

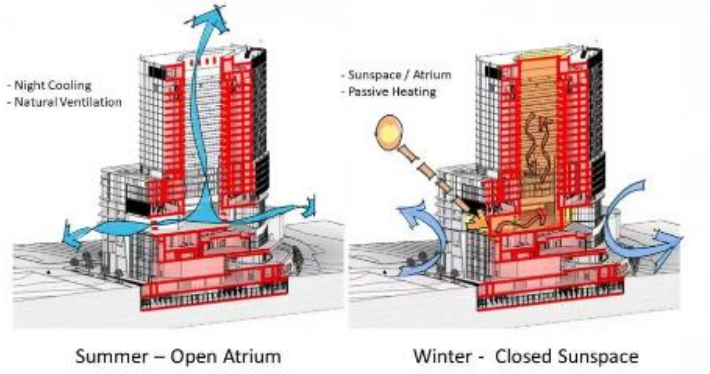


الشكل (5) يوضح خصائص الفتحات والاسقف والاداء الحراري في الفناء الداخلي

References: Robert N. Meroney, CFD Prediction of Airflow in Buildings for Natural Ventilation, 11th Americas Conference on Wind Engineering, San Juan, Puerto Rico, June 22-26, 2009

4-3-1-3 استراتيجية التدفئة في الفناء الداخلي Heating Strategies :

تستخدم هذه الاستراتيجية في المناطق المناخية الباردة ، حيث يكون التسخين والتدفئة السلبية ممكنة لإخذ كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي وتخزين هذه الطاقة في الكتلة الحرارية في فترات الشتاء ، وقد تساهم سعة التدفئة الذاتية الي الي الاكتفاء في تدفئة الفراغات المحيطة ايضاً ، يعمل الفناء كنقطة محورية في التصميم حيث انها عبارة عن منطقة مركزية استراتيجية موسمية لأنظمة التدفئة / التبريد و التهوية الطبيعية ، حيث يمكن من خلالها تحسين أداء واستهلاك الطاقة للمبني من خلال تعزيز تأثير أبراج الهواء والسماح بالاستراتيجيات السلبية مثل التبريد الليلي ، حيث انها لا تخدم الفراغ بشكل جيد فقط خلال موسم الصيف (استراتيجية التبريد) ، ولكن أيضا في موسم الشتاء (استراتيجية التدفئة) حيث يمكن استخدامها كمساحة شمسية مغلقة لاحتجاز الحرارة في الداخل [9] ، كما هو موضح **بالشكل (6)** :

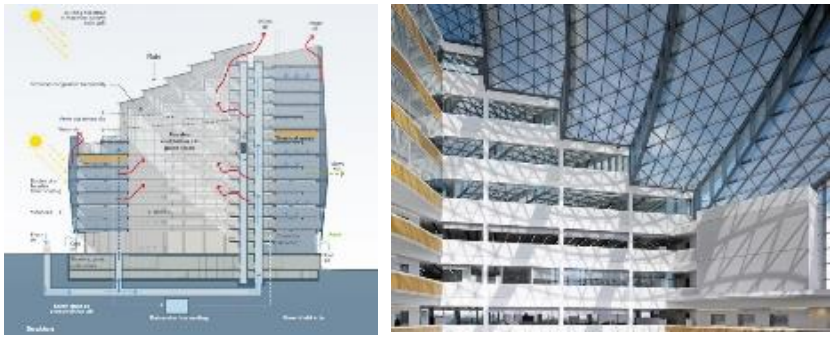


الشكل (6) يوضح استراتيجية التدفئة خلال فصلي الصيف والشتاء في الفناء الداخلي

References: https://cove.tools/case-study/high-performance-tower-tvsdesign

5-3-1-3 استراتيجية التبريد في الفناء الداخلي Cooling Strategies :

تعتمد استراتيجية التبريد السلبي علي الهواء الخارجي والفرق بين درجات الحرارة الداخلية والخارجية، والحالة الحرارية للمبني ، والتوصيل بين الكتلة الحرارية والتهوية الطبيعية ، ومعدل التهوية الليلية ، واستراتيجية التحكم في فترات الصيف ، يلزم النظام النشط للتبريد في الافنية المصممة وفقاً للظروف الشتاء مع زيادة كبيرة في حرارة الشمس ، حيث هذا هو السبب في ضرورة إعطاء الأولوية الأساسية في أنظمة التبريد التحكم في اكتساب الحرارة الزائدة ، كما هو موضح **بالشكل (7)** :



الشكل (7) يوضح استخدام استراتيجية التبريد في الفناء الداخلي

References: https://ongreening.com/en/Projects/one-angel-square-1181#images

6-3-1-3 أنظمة التظليل Shading Systems :

تتطلب الحاجة المتزايدة للتبريد لمنع اكتساب الحرارة في المناطق الحارة نظراً لوجود مسطحات زجاجية كبيرة ، استخدام أنظمة تظليل للتحقيق كفاءة الطاقة ، من خلال تحسين نظام اكتساب الحرارة الشمسية ،

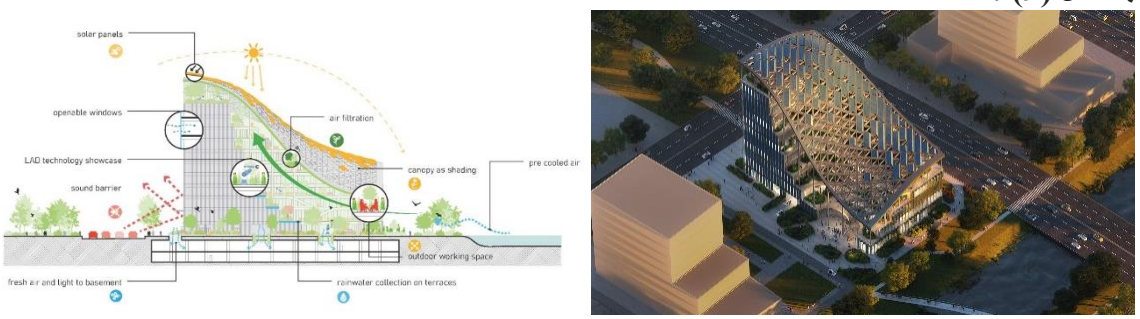
يجب تصميم عناصر التظليل فيما يتعلق ببيانات الطقس علي انها مناسبة ويمكن توفير أنظمة زجاجية من خلال دمج عناصر التظليل مثل الستائر او الحوائط الستائرية الزجاجية وبواسطة الزجاج الذكي [10] ، كما هو موضح **بالشكل (8)** :

الشكل (8) يوضح استخدام أنظمة التظليل في الفناء الداخلي

References: https://www.guthriedouglas.com/shading-for/bespoke-blinds/

7-3-1-3 استراتيجيات الطاقة المتجددة Renewable Energy:

يعتبر الغلاف الكبير للمباني الافنية سطحاً مناسباً " للألواح الكهروضوئية photovoltaic panels "المدمجة في المسطحات الزجاجية او المبني عند استخدامها علي الاسقف الشفافة ، يمكن ان تعمل أيضا كعنصر تظليل الي حد معين اعتماداً علي معدل التظليل للنظام المستخدم ، عندما يتم استخدامه علي الواجهات الزجاجية الراسية يمكن ان يتم تصميمه بشكل متقطع بحيث يمنع الوهج ، ويعد استخدام الطاقة الكهروضوئية في الفناءالداخلي اكثر انتشاراً في أنظمة الاسقف الزجاجية بشكل عام ، كما هو موضح **بالشكل (9) :**



الشكل (9) يوضح استخدام بعض استراتيجيات الطاقة المتجددة في الفناء الداخلي

References: https://www.dezeen.com/2021/07/13/mvrdv-lad-headquarters-shanghai-solar-panels/

8-3-1-3 استخدام النباتات والمسطحات الخضراء Use of plants and green spaces :

يجب ان يكون تصميم الفراغ (الفناء الداخلي) للنباتات والمسطحات الخضراء قائم علي دراسة العناصر المناسبة للزراعة داخل الفناء المغلق ، حيث تستمد النباتات جمالها من الطاقة التي يمكن ان تمتصها من بيئتها ، حيث يساهم الضوء ودرجة الحرارة والرطوبة في إمكانية نمو الزراعات الداخلية ، حيث ان الضوء من العناصر المؤثرة الذي يجب مراعاتها ، وبالتالي فأن الفناء المضيء من خلال الاسقف سيوفر شدة اضاءة اعلي من الفناء الجانبي ، ويؤثر اتجاه الضوء في نمو النباتات ، يجب إيقاف تشغيل الإضاءة الصناعية او تقليل استخدامها [11] ، كما هو موضح **بالشكل (10)** :

الشكل (10) يوضح استخدام النباتات والمسطحات الخضراء

References: https://landezine.com/gorbea-4-atriums-by-studio-urquijo-kastner-landscape-architecture/

3-1-3-9 الراحة الصوتية Acoustic comfort :

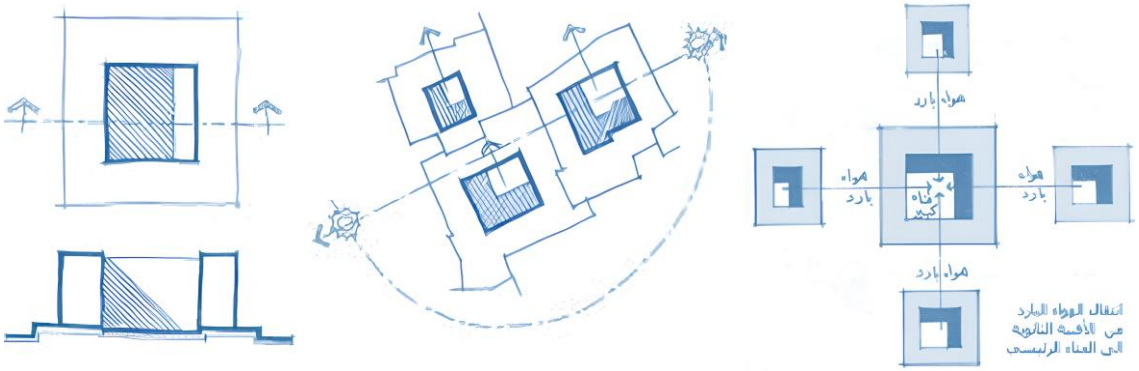
هناك العديد من المؤثرات علي الأداء والراحة الصوتية داخل الفناء ، حيث يحتاج المصمم اتخاذ قرار مبكر بشأن الاستخدامات والأنشطة التي يجب دعهما داخل المساحات والمناطق المهولة المجاورة ، يمكن ان تحتوي هذه التجمعات علي مختلف الاحداث مثل العروض الموسيقية وغيرها ، ستؤثر الوظائف الأساسية للفراغ الفناء والمناطق والفراغات المجاورة بشكل اكبر علي أنظمة الصوت ، وما هو مستوي الضوضاء المسموح به وفي أي نطاق يمكن توقع مستوي الضوضاء بناءاً علي التصميم ، اذا كان الفناء يحتوي علي قبة او سطح دائري فيجب مراعاة المواد المستخدمة مثل مواد للامتصاص او العاكسة للصوت بعناية .

3-2 المعايير التصميمية للفناء الداخلي Design considerations for Atrium :

فى هذا الجزء من البحث سيتم تحليل ودراسة جميع العناصر التصميمية المؤثرة بشكل أساسى فـي أداء هذه الفراغ الهام فى المبانى التجاريـة، حيث يتـأثر أداء الفنـاء ووظيفتـه بعدد من العناصـر التصـميمية الرئيسية مثل: وضع وتوجيه الفناء ونسب وتشكيل الفناء وشكل ومقاس وارتفاع الفناء، ويعتبر تصميم الفناء الداخلي المغلق عملية شاملة تأخذ في الاعتبار العديد من العناصر التصميمية المتفاعلة.

3-2-1 وضع وتوجيه الفناء Position and Orientation:

من اهم المعايير والمبادئ حيث أنه يحدد هوية الفناء الداخلي الفراغية، وكذلك العلاقات بين فراغات المبني المختلفة ، وتعتبر من اهم المعايير التصميمية لاي منشأ هو التوجيه "orientation" للفراغات الداخلية في تصميم المباني هو أحد المتطلبات الاساسية التي ينبغي تحقيقه لكل الفراغات الداخلية للمبني [12]، إذ إنه بدون وجود وتصميم الفتحات الخارجية التي تعمل علي ادخال الاضاءة والتهوية لاي فراغ فإن هذا الفراغ لا يحقق البيئة المناسبة لتأدية الانشطة الحياتية المراد تحقيقها، كما يوضح **الشكل (11)** .

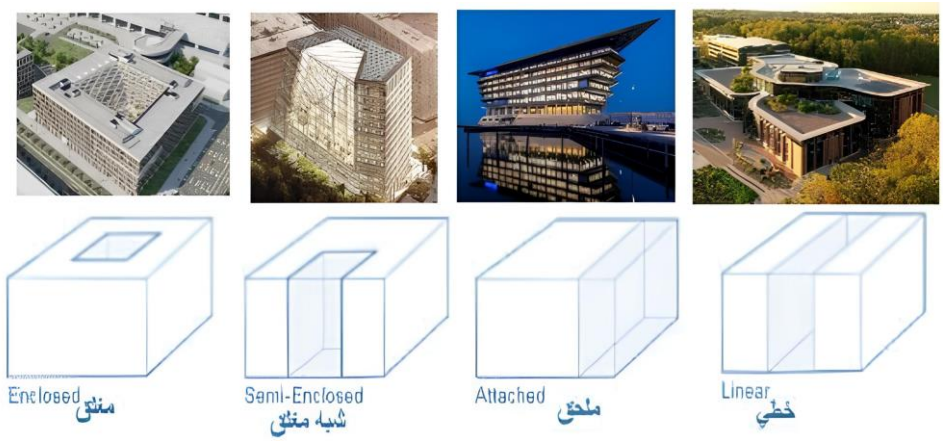


الشكل (11) يوضح استخدام عنصر التوجيه في الفناء الداخلي للاستفادة من الاضاءة والتهوية الطبيعية

References: Edwards, B., Sibley, M., Hakmi, M. and Land, P2005, Courtyard housing: past, present and future. Taylor & Francis e-Library: Abingdon.

3-2-2 نسب وتشكيل الفناء proportions and formation:

يعتبر شكل الفناء واحدًا من أكثر الجوانب تأثيرًا على كمية ونوعية الضوء النهاري في الفراغات والمساحات المطلة عليه. فهو يحدد بشكل كبير كيفية توزيع الضوء في المناطق المحيطة به [13]. لذلك تم تطبيق عدة أساليب لتحقيق الشكل الأمثل لإدخال وتوزيع "ضوء النهار - daylight " باستخدام عوامل وبرامج محاكاة مختصة في تصميم إضاءة النهار للمباني، كما يوضح **الشكل (12)** .



الشكل (12) يوضح استخدام مجموعة مختلفة من النسب والتشكيل للافنية الداخلية

References: Hung.W.Y. Architectural Aspects of Atrium. International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes, VOL. 5, N°.4 ,2003, p.131-137.

3-2-3 الخصائص الشكلية وحجم الفناء Formal characteristics :

يتمثل التكوين الفراغي للفناء الداخلي من خلال علاقته الفراغية مع الفراغات الداخلية ، فعلاقة الفناء الداخلي مع الفراغات المطلة عليه لا تتمثل بوجود الفتحات فقط ، ولكن هناك علاقات فراغية تربط بين الفناء الداخلي والفراغات المطلة عليه [14] ، وتمثل هذه العلاقات أساس تشكيل الفراغات الداخلية ويمكن توضيح جوانب العلاقة كما يلي **بالشكل (13)** وتنقسم الي :

- دراسة العلاقة الفراغية بين الفناء الداخلي و الفراغات المطلة عليه .
- دراسة العلاقة الفراغات الداخلية ذات الارتباط بالفناء الداخلي .
- التشطيبات الداخلية للفناء الداخلي Interior finishes .
- تصميم الاضاءة والألوان الداخلية Lighting design and interior colors

من العناصر التي تؤثر على أداء الفناء الداخلي حيث يؤثر ارتفاع السقف على شكل الفناء من حيث تجعله كبير من حيث الحجم والشعور بانه غير مزدحم. ومع ذلك، فإن الفناء ذات السقف المرتفع للغاية يخلق مظهرًا ذات فخامة وروعة للسطح، حيث من الممكن ان تقام فيه الاحداث المختلفة. تؤثر النسبة بين العرض والارتفاع في هذه النوع من المباني على مستوى راحة الأشخاص المستخدمين، تعطي ايضاً التصميم المختلفة للأسقف هوية للفناء ويمكن أن تميز مركز تسوق عن آخر [15] .

الشكل (13) يوضح التكوين الفراغي وعلاقته بالفراغات الداخلية (الخصائص الشكلية والتركيبية)

References: https://www.archdaily.com/993680/kuwait-university-college-of-life-sciences-cambridgeseven-plus-gulf-consult?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

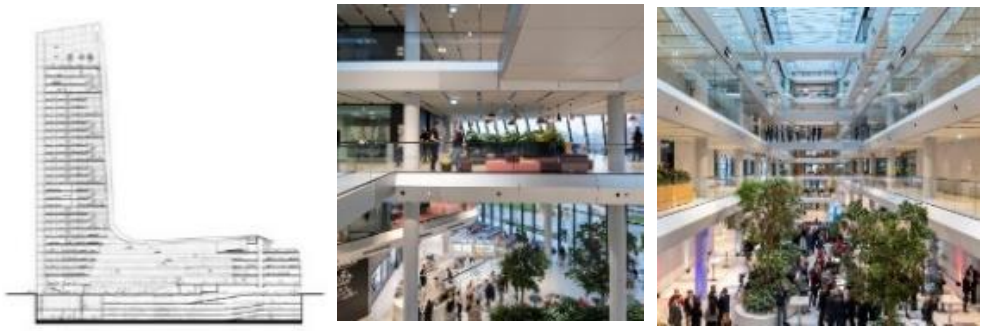
من المعايير الهامة في تصميم الفناء الداخلي المغلق، يجب التركيز بشكل أكبر على الإضاءة ودقة الإضاءة، حيث يعتبر هذا الجانب عاملًا حاسمًا وحيويًا يؤثر بشكل كبير على اجواء وجماليات المكان، يُعَدُّ نظام الألوان من الجوانب المهمة في تصميم الفناء الداخلي للمباني التجارية، حيث يلعب دورًا بارزًا في إبراز جمالية الفناء وجوهرها. غالبًا ما يُفضَّل استخدام الألوان المحايدة على الأسطح الداخلية، والأرضيات، والأسقف، والأعمدة، لإضفاء طابع هادئ وتناغمي على المكان. كما يوضح **الشكل (14)** .

الشكل (14) يوضح استخدام عنصر الإضاءة والألوان الداخلية في الفناء الداخلي

References : https://www.archdaily.com/996667/house-of-communication-henn?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

4-2-3 الرؤية والوصول البصري Visibility or visual access:

تعتبر الرؤية الواضحة عاملاً بالغ الأهمية بسبب دور الفناء في توجيه وتنظيم مراكز التسوق، فإذا كان بإمكاننا الرؤية والوصول البصري بسهولة في جميع الاتجاهات، فذلك يعني أننا سنتمكن من رؤية المناطق التجارية والممرات التي تسهم في تسهيل حركة التواصل وتنقل الزوار، حيث إن الرؤية الجيدة تعني عدم وجود أي عوائق بصرية تعوق رؤية الفناء، سواء كانت تلك العوائق عناصر معمارية معينة أو زخارف فنية. فالحفاظ على رؤية واضحة للفناء يسهم في إتاحة الفرصة للزوار والمستأجرين للوقوف في الممرات أو المساحات العامة خلال الفعاليات والأحداث المختلفة. كما يوضح **الشكل (15)**.



الشكل (15) يوضح استخدام التوجيه و الرؤية والوصول البصري للفناء للتسهيل التواصل والتنقل للمستخدمين

References : https://www.archdaily.com/993638/mol-headquarters-foster-plus-partners?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

5-2-3 كثافة المستخدمين في الفناء Density of users in the Atrium:

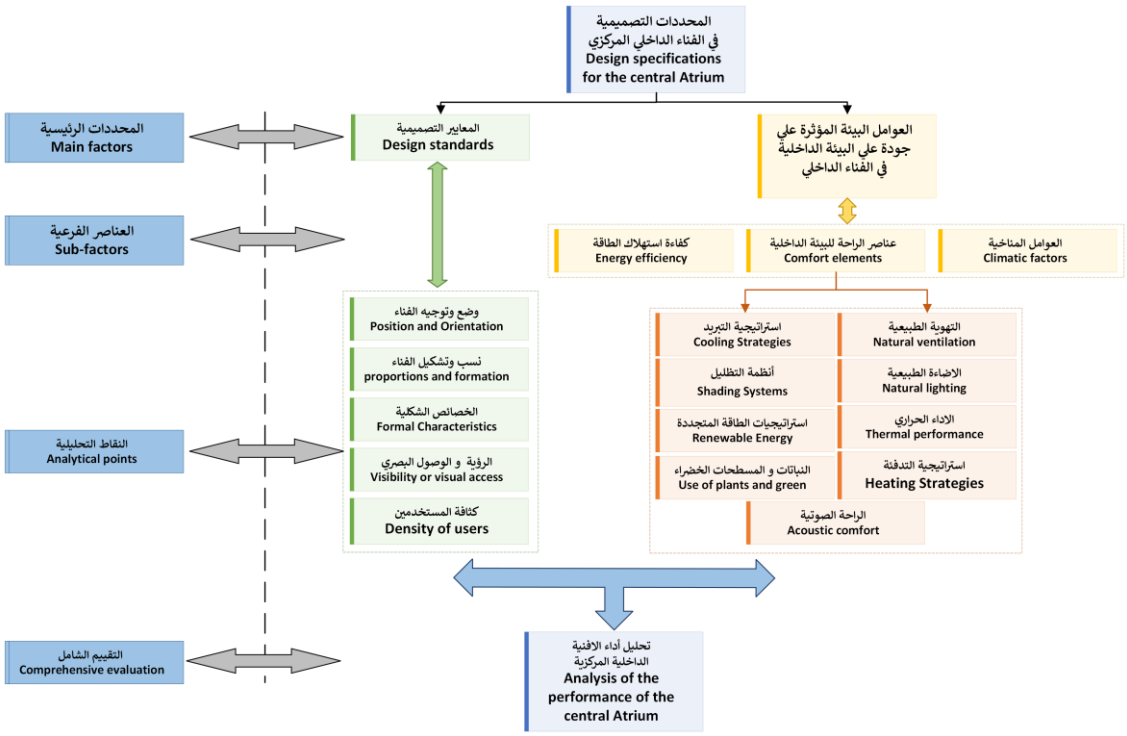
كثافة المستخدمين في فناء المباني التجارية هي مصطلح يشير إلى عدد الأفراد الذين يتواجدون في منطقة محددة من المبنى التجاري أو مجموعة من المباني التجارية في وقت معين. يتم قياس كثافة المستخدمين

عادة بعدد الأفراد في المساحة الواحدة (مثلاً لكل متر مربع أو لكل قدم مربع) أو بالأفراد في الوحدة الزمنية (مثلاً لكل ساعة)،. يعتمد تحديد الكثافة المثلى للمستخدمين على احتياجات المشروع التجاري وطبيعة الأنشطة المتوقعة. قد يتم التخطيط لمناطق مختلفة داخل المبنى لتلبية متطلبات كثافة المستخدمين المختلفة وضمان راحتهم وسلامتهم أثناء تجوالهم. كما يوضح كثافة المستخدمين في الفناء الداخلي **الشكل (16)** .

الشكل (16) يوضح كثافة المستخدمين في الفناء والذي يؤثر نسبته علي التفاعل والنشاط الاجتماعي

References: https://www.archdaily.com/1003253/bookinom-city-campus-unstudio-plus-hofmandujardin/649d97c15921184b5b7bdd1b-bookinom-city-campus-unstudio-plus-hofmandujardin-photo?next_project=no

وفي ختام الدراسة النظرية من البحث ، نستنتج أن تحسين وتعزيز جودة البيئة الداخلية ليس مجرد هدف تصميمي بل ركيزة أساسية لتعزيز راحة المستخدمين وتحسين التجربة ، وقد تم تحليل العوامل البيئية المؤثرة والمعايير التصميمية ، وكذلك فهم كيفية تحسين البيئة الداخلية بشكل فعال ومستدام ، ، يتناول العوامل البيئية التي تلعب دورًا حاسمًا في تحديد جودة البيئة الداخلية في الفناء الداخلي، مع التركيز على تأثيرها وكيفية تحسينها. أما الجزء الثاني، يركز على تحليل المعايير التصميمية المطبقة على الفناء الداخلي، حيث يناقش بتفصيل المبادئ والقواعد التي يمكن أن تسهم في تحسين تصميم الفراغ الداخلي وتعزيز راحة المستخدمين، بما يتناسب مع متطلبات البيئة المحيطة " ، ويتضح لنا ذلك من خلال الرسم



البياني التالي **بالشكل (16)** :

الشكل (16) يوضح المحددات التصميمية في الفناء الداخلي المركزي لتعزيز جودة البيئة الداخلية

المصدر : بتصرف من الباحثين

4- الامثلة التحليلية Analytical examples :

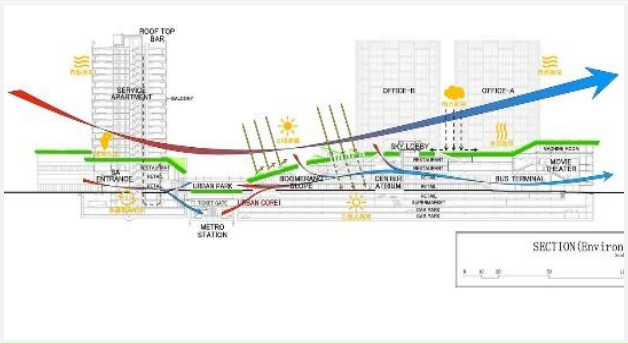
سنتناول في هذه الجزئية مجموعة من الأمثلة التحليلية تتميز بعنصر "الفناء الداخلي المركزي **central Atrium** " ، سيتم استعراض وتحليل هذه الأمثلة لفهم كيفية تأثير تصميم الفناء الداخلي علي جودة البيئة الداخلية ، ويتم استخلاص الدروس والمفاهيم الرئيسية المتعلقة بتصميم الفناء الداخلي المركزي .

اسم المشروع Project name	المعماري Architect	الموقع Location	سنة الانشاء Year	مساحة المبني Area
4-1 مركز شنغهاي التجاري Shanghai Greenland Center	Nikken Sekkei	شنغهاي، الصين Shanghai	2018	304910 m²

تقوم الفكرة الرئيسية علي مفهوم المزرعة الحضرية حيث يستخدم المجمع الحضري نظام التهوية الطبيعية لمواجهة تأثير الجزيرة الحرارية والتي تعمل جنبًا إلى جنب مع عناصر البيئة الطبيعية الخضراء، ،تم تقسيم "السقف" على ارتفاعات مختلفة، حيث يتم توصيل المدرجات والمنحدرات مع التهوية الطبيعية بطريقة ثلاثية الأبعاد، استجابة للوظائف المعمارية والأنشطة البشرية بداخلها، حيث إنه يوفر وصولاً مريحًا داخل الطبيعة، ويضمن أيضًا دمج الضوء والمساحة الخضراء في

المنظور العام للمبنى Greenland Center

لقطة داخلية ومنظور عام يوضح استخدام الاضاءة الطبيعية



استخدام اساليب و نظم التهوية والاضاءة الطبيعية السلبية

جدول (1) يوضح المعايير التصميمية و المحددات البيئية المؤثرة المستخدمة في مبني Greenland Center

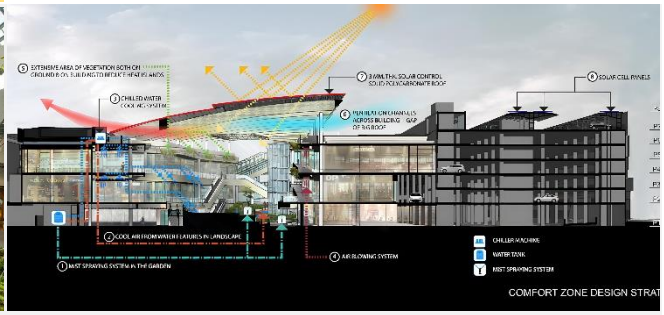
References : https://www.archdaily.com/905876/shanghai-greenland-center-nikken-sekkei

اسم المشروع Project name	المعماري Architect	الموقع Location	سنة الانشاء Year	مساحة المبني Area
4-2 مركز التسوق Mega Foodwalk / FOS	Makakrai [Jav]	تامبون - تايلاند Shanghai	2018	58000 m²

تم وضع استراتيجية للتحقيق الراحة الحرارية وجودة البيئة الداخلية من خلال التحكم في المناخ داخل المبني حيث دمج تصميم المسطحات الخضراء والابداع الهندسي مما يؤدي إلى مشهد مائي يمثل حافزًا ناجحًا للأنشطة، حيث يمكن للبالغين الاستمتاع بالجو بينما يصطف الأطفال للحصول على ميزات المياه التفاعلية. حيث يعمل المركز التجاري من خلال الاستفادة من نظام التبريد في المبنى من خلال التبادل الحراري لأنابيب المياه الباردة التي تعمل الطاقة الشمسية الكهروضوئية [17] .

المنظور العام للمبنى Mega Foodwalk

استخدام الاضاءة والتهوية الطبيعية

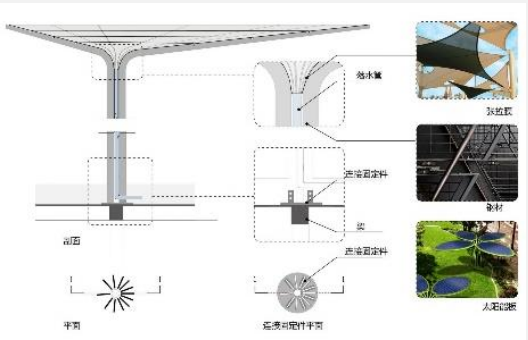


استخدام الواح الخلايا الشمسية و نظم التبريد السلبية والغطاء النباتي

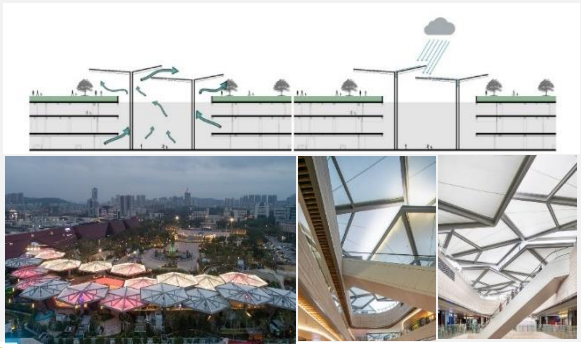
اسم المشروع Project name	المعماري Architect	الموقع Location	سنة الانشاء Year	مساحة المبني Area
3-4 مركز التسوق Longcheng Plaza	Ingame	شنتشن - الصين Shenzhen	2017	2013 m²

تعمل المظلات الشمسية علي الحماية من الامطار والاشعاع الشمسي المباشر للفناء اعلي المركز ، حيث تعمل المظلة علي تقليل الاشعة الشمسية ويمكن للفراغات التي شكلتها الوحدات المفردة الموزعة الي تقلل ضغط الرياح حيث أصبحت حديقة السطح منطقة مظللة وتحقق الراحة حرارية ، تم ترتيب المظلات المتداخلة علي مستويات مختلفة مما يترك مساحات وفراغات لتحريك الضغط في حالة وجود الرياح القوية التي تشبه (زهرة اللوتس) لتسهيل تدفق الهواء لتحقيق جودة الهواء والراحة الحرارية ،تم تصميم انابيب داخل المظلة لتجميع مياه الامطار وإعادة [18]

المنظور العام للمبنى Longcheng Plaza



المكونات الرئيسية للمظلة الذكية



استخدام المظلات الذكية التي تحقق الاضاءة والتهوية والراحة الحرارية

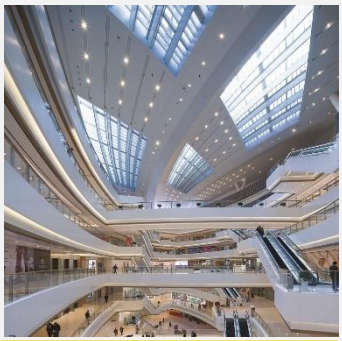
جدول (3) يوضح المعايير التصميمية و المحددات البيئية المؤثرة المستخدمة في مركز التسوق Longcheng Plaza

References : https://www.arch2o.com/longcheng-plaza-wankeli-roof-sunshade-design-ingame/

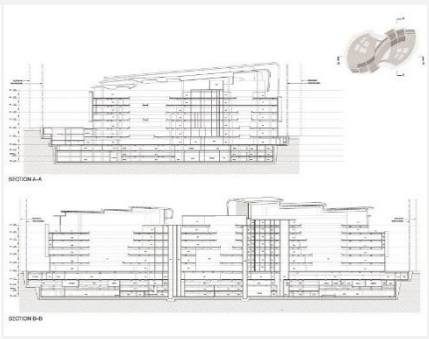
اسم المشروع Project name	المعماري Architect	الموقع Location	سنة الانشاء Year	مساحة المبني Area
4-4 مركز التسوق Olympia 66 Dalian	AEDAS	داليان- الصين Dalian	2015	221900 m²

الفكرة الرئيسية للمبني هي الأقواس المنحنية المستوحى من (سمك الشبوط الراقص)، يمتد ذيلها فوق العمود الفقري المركزي المنحني حيث تم وضع طبقات من الأصداف على السطح من الزجاج يسمح للضوء المباشر والمنعكس بالدخول إلى الافنياء الداخلية، مع استخدام عناصر التظليل الشمسي في الصيف، وبالتالي منع فقدان الحرارة في الشتاء واكتساب الطاقة الشمسية في الصيف .تعمل شفرات السقف أيضًا على دخول الاضاءة بشكل كبير لزيادة الضوء المنعكس إلى أقصى حد في الفراغات حول الفناء .تم اعتماد المشروع مسبقًا بتصنيف LEED

المنظور العام للمبنى Olympia 66 Dalian



الاضاءة الطبيعية في الفناء الداخلي



القطاعات الراسية التي توضح نظم التغطية المدمج بها عناصر التظليل الشمسي

جدول (4) يوضح المعايير التصميمية و المحددات البيئية المؤثرة المستخدمة في مركز التسوق Olympia 66 Dalian

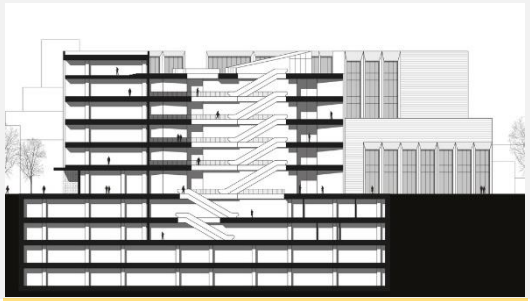
References: https://www.arch2o.com/olympia-66-dalian-aedas/

اسم المشروع Project name	المعماري Architect	الموقع Location	سنة الانشاء Year	مساحة المبني Area
5-4 مركز التسوق Guangzhou, China	gmp Architects	قوانغتشو - الصين Guangzhou	2023	35509 m²

تصميم المبني قام علي خلق علاقة مع الحي التاريخي لمدينة قوانغتشو ، يتميز مركز التسوق بواجهة شفافة من الطين مع نظام إضاءة خلفية بتقنية LED، الإضاءة خلف الفجوات بين الطوب تجعل المبنى يبدو مضاءاً في الليل، يستقبل الجزء الداخلي للمبنى الضوء الطبيعي من جميع الجوانب – من الأعلى عبر الفناء الداخلي المركزي ومن الجوانب عبر الفتحات الوسيطة المختلفة ، يحيط بالفناء قاعات العرض موزعة على ثمانية مستويات، مما يتيح الوصول إلى المحلات التجارية ذات الواجهات الداخلية والخارجية وتعزيز تجربة المستخدمين على سطح الطابق العلوي [20].

المنظور العام للمبنى Guangzhou, China

الاضاءة الطبيعية في الفناء الداخلي ولقطة خارجية للمبني



قطاع رئيسي يوضح توجيه الفناء الداخلي

جدول (5) يوضح الاستراتيجيات والأساليب المستخدمة لتحقيق جودة البيئة الداخلية في مركز التسوق Guangzhou, China

References: https://www.archdaily.com/1009861/city-within-the-city-commercial-building-gmp-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

لفهم وتحليل المعايير التصميمية وكذلك العوامل البيئية المؤثرة علي جودة البيئة الداخلية في الافنية الداخلية المركزية ، تأتي الجداول التالية لتلقي الضوء علي الجوانب الرئيسية التي تؤثر في تصميم وتعزيز جودة البيئة الداخلية ، حيث يقدم تصنيفاً للمعايير والعوامل ويوفر فرصة للتحليل الشامل والفهم العميق للعلاقة بينهم .

الأمثلة التحليلية Case Studies	المعايير التصميمية للفناء الداخلي Design considerations for Atrium							الاعتبارات التصميمية المحققة design considerations achieved.	النسبة المئوية percentage
	1 . وضع وتوجيه الفناء	2 .نسب وتشكيل الفناء	3.الخصائص الشكلية والتركيبية للفناء	4. الاسقف والارضيات للفناء الداخلي	5 . الرؤيه والوصول البصري	6 . كثافة المستخدمين في الفناء	7. تصميم الاضاءة و الالوان الداخلية		
1-مركز شنغهاي Greenland Center	√	√	√	√	√	√	×	7/6	%85
2- مركز التسوق Mega Foodwalk / FOS	√	√	√	√	×	√	√	7/6	%85
3- مركز التسوق Longcheng Plaza	√	√	√	√	×	×	√	7/5	%71
4- مركز التسوق Olympia 66 Dalian	√	√	√	√	√	√	√	7/7	%100
5- مركز التسوق Guangzhou, China	√	×	√	√	√	√	√	7/6	%85

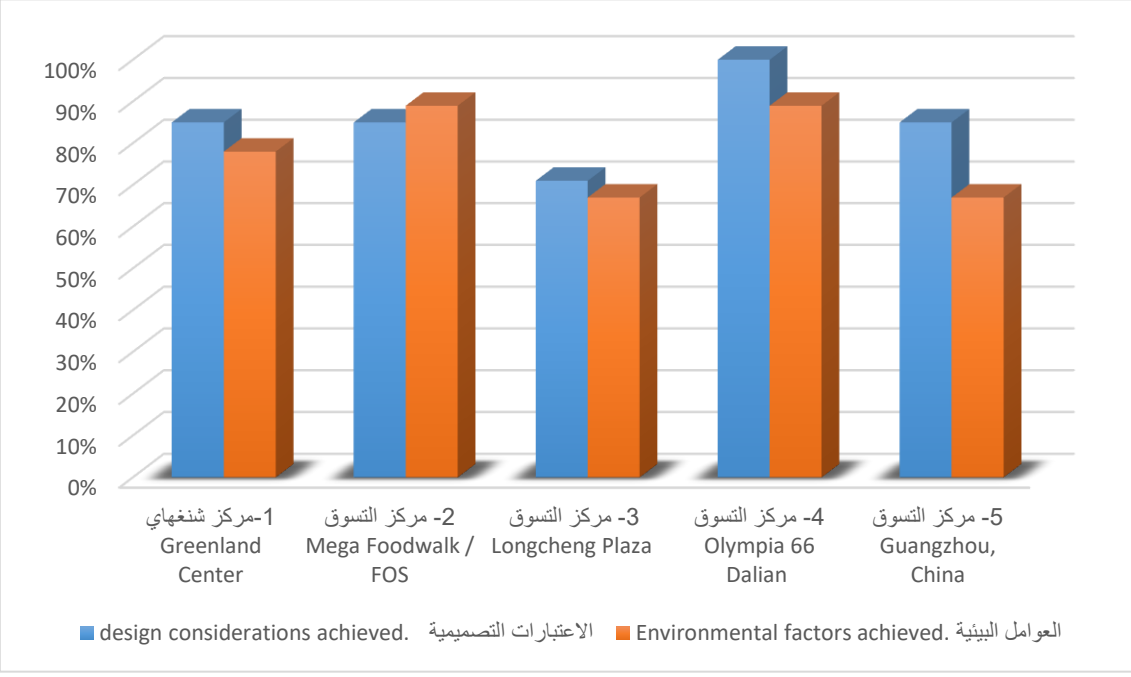
جدول (6) يوضح مقارنة بين الامثلة التحليلية وتطبيق مجموعة المعايير والاعتبارات التصميمية للفناء الداخلي المركزي

(بتصرف من الباحثين)

الأمثلة التحليلية Case Studies	العوامل البيئية المؤثرة علي جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي Environmental factors affecting the quality of the indoor environment of the Atrium.									عوامل بيئية Environmental factors	النسبة المئوية percentage
	1. التهوية الطبيعية	2. الإضاءة الطبيعية	3. الأداء الحراري	4. استراتيجية التدفئة	5 استراتيجية التبريد	6. تصميم المبنى	7. استراتيجيات الصحة المجتمعية	الخضراء	9. الراحة البصرية		
1-مركز شنغهاي Greenland Center	√	√	√	√	√	×	√	√	×	9/7	%78
2- مركز التسوق / Mega Foodwalk	√	√	√	√	√	×	√	√	√	9/8	%89
3- مركز التسوق Longcheng Plaza	√	√	√	×	√	√	×	×	√	9/6	%67
4- مركز التسوق Olympia 66	×	√	√	√	√	√	√	√	√	9/8	%89
5- مركز التسوق Guangzhou	×	√	√	√	√	×	√	×	√	9/6	%67

جدول (7) يوضح مقارنة بين الامثلة التحليلية وتطبيق العوامل البيئية المؤثرة علي جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي
(بتصرف من الباحثين)

ومن خلال جداول المقارنة بين الامثلة التحليلية وتطبيق مجموعة المعايير والاعتبارات التصميمية للفناء الداخلي المركزي وكذلك وتطبيق العوامل البيئية المؤثرة علي جودة البيئة الداخلية للفناء الداخلي يظهر لنا الرسم البياني التالي ليوضح النسب المئوية و كيفية تحقيق كل مثال للاعتبارات التصميمية والعوامل البيئية للمباني الافنية الداخلية في المباني التجارية .



الشكل (17) يوضح الرسم البياني للنقاط و العوامل البيئية والاعتبارات التصميمية والنسب المئوية لتقييم جودة البيئة الداخلية للمباني التجارية ذات الافنية الداخلية (بتصرف من الباحثين)

5- النتائـــج والتوصيـــات Results and recommendations :

من خلال الإطار النظري والإطار التحليلي يُمكن استخلاص النتائج والتوصيات لهذا البحث وإيجازها كما يلى :

- أهمية "الافنية الداخلية المركزية Central Atrium " ومساهمتها في تحسين تدفق " التهوية الطبيعية Natural ventilation " وتوزيعه بشكل افضل داخل المبني ،مما يؤدي الي تحسين جودة الهواء الداخلي .
- دور الفناء الداخلي في زيادة اداء ووصول " الاضاءة الطبيعية Daylighting " الي الفراغات الداخلية للمبني ، مما يعزز الراحة البصرية وتقليل الاعتماد علي الاضاءة الاصطناعية .
- تواجد عنصر الافنية الداخلية المركزية يسهم في تحفيز تدفق الهواء وتهوية الفراغات الداخلية ، مما يسعم في تحسين " الراحة الحرارية Thermal comfort" و " التهوية الطبيعية Natural ventilation " داخل المباني التجارية .
- تتمثل اهمية وجود " الفناء الداخلي Atrium " في المباني التجارية في المساهمة في شعور المستخدمين بالراحة والتوازن البصري والحسي داخل المبني .
- تعزيز تصميم الافنية الداخلية من خلال ادخال التكنولوجيا الحديثة لتعزيز وظيفة الفناء الداخلي لتحسين جودة " البيئة الداخلية Indoor environment" .
- تحسين والتوجيه الي تعظيم دور نظم التهوية الطبيعية والتبريد المرتبطة بالأفنية الداخلية لضمان تدفق هواء صحي و توزيعه بشكل اكثر فعالية بعيد عن استخدام انظمة التهوية الميكانيكية .
- الاستفادة من استخدام تكنولوجيا الاضاءة الذكية لتعظيم استفادة من استخدام الاضاءة الطبيعية وتوفير الطاقة المستخدمة في الاضاءة الصناعية .
- دعم استراتيجيات التصميم البيئي المستدام للمباني التجارية التي تشمل تضمين عنصر الفناء الداخلي كجزء من جهود الاستدامة البيئية .
- من خلال تحليل الامثلة تم استخلاص مجموعة من المعايير والمبادئ التصميمية والبيئية الفرعية لتحقيق جودة البيئة الداخلية ومنها (عنصر الاضاءة والتهوية الطبيعية ، الراحة الحرارية ، استراتيجيات التدفئة والتبريد ، انظمة التظليل ، استراتيجيات الطاقة المتجددة ، استخدام العناصر الخضراء ، الراحة الصوتية) .
- استنتاج مجموعة من النظم والمعايير والمواد المستدامة والذكية المستخدمة في الامثلة التحليلية التي تحقق وتعزز جودة البيئة الداخلية في المباني التجارية ذات الافنية الداخلية .
- توعية المهنيين والمستخدمين من خلال حملات التوعية والتوجيه حول اهمية الافنية الداخلية وكيفية الاستفادة المثالية منها .
- الحث علي المزيد من البحوث والتطوير ودعم الدراسات المستقبلية وابحاث لفهم دور الافنية الداخلية المركزية وتحسين تطبيقاتها العملية .

6- المراجع Reference :

[1] مصطفي ، علا محمد سمير " الفناء في العمارة الاسلامية بين التأصيل والتحديث "بحث منشور ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية ، ص 6-7, 1996.

[2] يحيي وزيري ،" تطبيقات على عمارة البيئة – التصميم الشمسي للفناء الداخلي" مكتبة مدبولي – القاهرة 2002 .

[3] Leila Moosavi, others, Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs, Renewable and Sustainable Energy Reviews 34 (2014) 654 – 670.

[4] Edwards, B., Sibley, M., Hakmi, M. and Land, P2005, Courtyard housing: past, present and future. Taylor & Francis e-Library: Abingdon.

[5] Al-Zubaidi, M. S.S.,2007, The Sustainability potential of traditional Architecture in the Arabic world- with reference to domestic Building in the UAE. Doctor of philosophy dissertation. Submitted to University of Huddersfield.

[6] Leila Moosavi, others " Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs ", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 34, June 2014, Pages 654-670.

[7] Barry Smith Jr., Inner 'Green' Space, presented to the University of Waterloo in the fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Architecture, Waterloo, Ontario, Canada, 2008.

[8] Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ab Ghafar, N., & Azzam Ismail, M. (2014). Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34, 654–670. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.035.

[9] https://cove.tools/case-study/high-performance-tower-tvsdesign.

[10] Dickie, R. (2006) Natural Ventilating for Real World. Past ASHRAE Group Presentations. http://www.cibseashrae.org/presentations/dickie0306.pdf

[11] https://www.wbdg.org/guides-specifications/building-envelope-design-guide/atria-systems.

[12] نوبي محمد حسن ، مبادئ التصميم المعماري لنمط المباني ذات الافنية الداخلية ، مجلة جامعة الملك سعود ، العمارة والتخطيط ، 2003 ، المملكة العربية السعودية.

[13] Ahmad Kassab, Mohammad, Yara. " Using Atrium as a Strategy for Bringing Daylight to the Central Space of the University Educational Buildings ", Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (6) 2019.

[14] النوبي محمد حسن ، مبادئ التصميم المعماري لنمط المباني ذات الافنية الداخلية ، مجلة الملك سعود ، قسم العمارة والتخطيط ، المجلد الخامس عشر ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، 2003 ، ص 119.

[15] Astrid Kusumowidagdo, Agus, " Visitors' perceptions on the important factors of atrium.

[16] designboom | architecture & design magazine. (2018). the Greenland center by nikken sekkei forms shanghai's largest urban park. [online] Available at: https://www.designboom.com/architecture/greenland-center-nikken-sekkei-shanghai-park-11-16-2018/.

[17] https://architizer.com/projects/mega-foodwalk/

[18] https://www.archdaily.com/919601/longcheng-plaza-wankeli-roof-sunshade-design-ingame

[19] https://www.archdaily.com/791018/olympia-66-dalian-aedas

[20] https://www.archdaily.com/1009861/city-within-the-city-commercial-building-gmp-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab