العمارة الداخلية المتحولة لخلق حيزات تعليمية مستدامة وظيفياً وبيئياً

Transformative interior architecture to create functionally and environmentally sustainable educational spaces

محمد سليمان
كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، القاهرة، مصر، artgirl_192@yahoo.com
سماح صلاح الدين علي
مدرس بقسم الديكور والعمارة الداخلية بكلية الفنون الجميلة جامعة حلوان، Comfortzone192@gmail.com
آلاء سلامة
كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، القاهرة، مصر، artgirl192@gmail.com

ملخص البحث: Abstract

تشير العمارة المتحولة والإستدامة إلى عملية تصميم وبناء المباني والهياكل التي تدمج التغيير وفقا لإحتياجات المستخدم ومبادئ المستدامة مع مراعاة التأثير البيئي لعملية البناء، إن العمارة الداخلية المتحولة هي امتداد للعمارة الداخلية المستدامة لخلق حيزات تعليمية متكيفة بيئيا ووظيفيا فمن خلال تحليل عدة جوانب نظرية وعملية لكل من المنهجين نجد الكثير من العوامل المشتركة كالمرونة والتكيف العمارة الداخلية المستدامة تسعى إلى تحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة وتقليل الأثر البيئي. العمارة الداخلية المتحولة تعزز هذا الهدف من خلال توفير مساحات يمكن تعديلها وتكييفها بسهولة لتناسب احتياجات متعددة ومتغيرة، مما يقلل الحاجة إلى إعادة البناء واستخدام موارد جديدة، العمارة الداخلية المتحولة غالباً ما تعتمد على أنظمة وأثاث متعدد الاستخدامات يمكن إعادة ترتيبه وتكييفه للاستخدامات المختلفة، مما يساهم في تقليل الفاقد وزيادة كفاءة استخدام المساحات والمواد. كما أن كلا النهجين يشددان على إستخدام مواد وتقنيات صديقة للبيئة. فالعمارة المتحولة تستفيد من هذه المواد لتصميم حلول مرنة ومستدامة، مثل استخدام الأثاث القابل لإعادة التدوير أو المواد ذات العمر الطويل. كم ان العمارة الداخلية المستدامة تهتم بتحسين جودة الهواء الداخلي والإضاءة الطبيعية وراحة المستخدمين، والعمارة الداخلية المتحولة تضيف إلى ذلك بقدرتها على تكييف المساحات لتحسين هذه الجوانب بشكل مستمر وفقاً للاحتياجات المتغيرة، وباستخدام التكنولوجيا الذكية في العمارة الداخلية المتحولة يمكن أن يساهم في تحقيق أهداف الاستدامة من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة وإدارة الموارد بشكل أكثر فعالية. وعند تطبيق ذلك على الحيزات التعليمية يعزز العملية التعليمية بحيث يكون الحيز متكيفيا وظيفيا وبيئيا وتم إثبات هذه الأفكار بدمج النظريات المعمارية مع دراسات حالة ومشاريع ناجحة تم تنفيذها باستخدام هذه المبادئ.

كلمات دالة: Keywords

التصميم المستدام Sustainable design، العمارة الخضراء Sustainable design، العمارة الداخلية المتحولة Transformative interior architecture.

Paper received July 24, 2024, Accepted September 27, 2024, Published on line Novebmer 1, 2024

المقدمة: Introduction

تعتبر الحيزات التعليمية من أهم البيئات التي تؤثر بشكل مباشر على عملية التعلم والإبداع لدى الطلاب. وفي ظل التطور السريع للتكنولوجيا وتغير الاحتياجات التعليمية، أصبح من الضروري التفكير في تصميم هذه الحيزات بطرق تضمن المرونة والاستدامة على المدى الطويل. وهنا تأتي أهمية الجمع بين العمارة الداخلية المتحولة والمستدامة، العمارة الداخلية المتحولة تتيح إمكانية تعديل وإعادة تشكيل الحيزات التعليمية بسهولة لتلبية احتياجات مختلفة ومتغيرة، مما يساعد في توفير بيئة تعليمية مرنة ومتعددة الاستخدامات. هذا النوع من التصميم يمكن أن يشمل استخدام الأثاث القابل للتعديل، والجدران المتحركة، وحلول التخزين الذكية، مما يسمح للحيز التعليمي بالتحول بسرعة من صف دراسي تقليدي إلى مساحة عمل جماعي أو مختبر عملي. من ناحية أخرى تركز العمارة المستدامة على استخدام الموارد بشكل فعال وتقليل التأثيرات البيئية السلبية. يتضمن ذلك استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، وتقنيات لتوفير الطاقة، وأنظمة لتحسين جودة الهواء الداخلي. يساهم هذا النهج في خلق بيئة تعليمية صحية وآمنة، كما يعزز من الوعي البيئي لدى الطلاب والمعلمين. الدمج بين هذين النهجين في تصميم الحيزات التعليمية يحقق توازنًا مثاليًا بين المرونة والفعالية من حيث التكلفة، ويحسن من جودة البيئة التعليمية، ويعزز من استدامة الموارد البيئية والاجتماعية. تعتبر هذه المقاربة ضرورية لمواكبة التغيرات السريعة في مجال التعليم ولتوفير بيئات تعليمية محفزة ومستدامة للأجيال القادمة.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

1- عدم تكيف الحيزات التعليمية سواء وظيفيا مع المتغيرات التى تطرأ على المناهج التعليمية وعلى أساليب التعلم مما يجعل الحيز غير ملبى لمتطلبات المستخدم المختلفة، أو بيئيا مع التغيرات المناخية والبيئية مما يزيد من إستهلاك الطاقة.
2- كما يواجه تصميم العمارة الداخلية للحيزات التعليمية قصورا فى الموارد من حيث الطاقة والمواد المستخدمة لتحقيق الإستدامة ليكون الحيز التعليمى هو المعلم الأول للطلاب عن أهمية الحفاظ على البيئة.

أهداف البحث: Research Objectives

1- تطويع النظم المستحدثة التى انبثق منها العمارة الداخلية المتحولة وربطها بتصميم العمارة الداخلية للحيزات التعليمية لخلق حيزات تعليمية متكيفة وظيفيا وبيئيا.
2- تستهدف الدراسة إلى الدمج بين العمارة الداخلية المستدامة والمتحولة لحل المشاكل البيئية والوظيفية للحيزات الداخلية التعليمية.
3- لتمكين المصمم من إستخدام العمارة الداخلية المتحولة لمعالجة تشكيل وتصميم الحيزات الداخلية وحل المشكلات التصميمية المختلفة التى يمكن أن تواجه المستخدم.

أهمية البحث: Research Significance

تكمن أهمية البحث في رصد الجوانب الإيجابية للعمارة الداخلية المتحولة عند دمجها مع العمارة الداخلية المستدامة في تطوير

الحيزات الداخلية التعليمية وكيفية الإستفادة منها في وضع تصورات مستقبلية ملائمةللحيزات التعليمية لتكون متكيفة بيئيافتكون صديقة للبيئة وموفرة للطاقة ومتكيفة وظيفيا فتلبي حاجات المستخدم وتحسن من خبرته.

منهج البحث: Research Methodology

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي حيث يتم توصيف العمارة الداخلية المتحولة والمستدامةو كذلك التعرض لنماذج عالمية تجريبية تطبيقية وتحليلها بطرق علمية ممنهجة من أجل الوصول بيئة داخلية تعليمية مستدامة بيئيا ووظيفيا.

مصطلحات البحث: Research Terms

التصميم المستدام Sustainable design:

هو فلسفة تصميمية تسعى إلى تحسين جوة البيئة المبنية إلى أقصلى حد ممكن وتقليل الأضرار على البيئة الطبيعية إلى أقل حد ممكن (Mclennan2004 p4).

العمارة الخضراءSustainable design :

تشمل المبانى المستدامة والمبانى ذات الأداء المرتفع وهذه المبانى تحقق التوازن والتكامل ما بين الإنسان والبيئة المحيطة به من خلال ثلاثة عناصر أساسية وهى: الكفاءة العالية لإستخدام وإستهلاك الموارد، التعامل بشكل فعال مع الظروف المناخية والبيئية والجغرافية والإجتماعية فى منطقة المبنى، وتحقيق الإحتياجات البشرية المادية والإجتماعية وتوفير الرفاهية لمستخدمى المبنى مع الحفاظ على حقوق الأجيال القادمة.

(الدليل الإرشادى للأبنية الخضراء2013).

مفهوم التحول The concept of transformation:

يمكن تعريف مصطلح التحول على أنه يأتي في شكل مختلف عن الشكل الأصلي أو يكون ذو وظيفة جديدة (S. Durmus, 2012 p36). التحول هو عملية تطبيق التغيير على شيء ما في المظهر أو الشكل أو الوظيفة أو الخصائص. اعتمادًا على الغرض والهدف من الحيز، قد يكون تغييرًا صغيرًا أو كبيرا. تُعرَّف العمارة القابلة للتحويل بأنها "مباني - في مكان ثابت - يمكنها تغيير شكلها وتكوينها وخصائصها لحاجة أو غرض ما. وتتنوع تطبيقاته من تحريك هيكل السقف، وحيزات البناء، ومكونات الواجهات، والمكونات الداخلية ومعدات الأثاث. (M. A. A. Mohamed, and H. E. A. Elfadle, 2013 p15).

الإطار النظري: Theoretical Framework

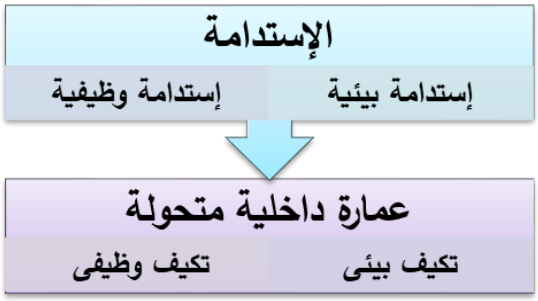
1. العوامل المشتركة بين العمارة الداخلية المتحولة والعمارة الداخلية المستدامة:

تشترك العمارة الداخلية المتحولة والعمارة الداخلية المستدامة في عدة عوامل يمكن أن تكون أساساً لتكامل هذين النهجين لتحقيق تصميمات داخلية فعالة ومستدامة. هذه العوامل تشمل الآتى كما فى الجدول (1) :

أوجه الشبه	العمارة الداخلية المتحولة	العمارة الداخلية المستدامة
المرونة والتكيف	تركز على إنشاء مساحات يمكن تعديلها وتكييفها بسهولة لتلبية احتياجات متنوعة ومتغيرة.	تسعى لتحقيق أقصى استفادة من الموارد وتقليل الأثر البيئي من خلال تصميم مساحات قابلة للتكيف مع الإستخدامات المختلفة على مدى الزمن.
الكفاءة في استخدام الموارد	تعتمد على أنظمة وأثاث متعدد الاستخدامات يمكن إعادة ترتيبه وتكييفه للاستخدامات المختلفة، مما يقلل من الحاجة إلى مواد جديدة.	تشدد على استخدام المواد المعاد تدويرها والقابلة لإعادة الاستخدام، وتقليل الهدر في عملية البناء والتشغيل.
التقنيات الذكية	تستخدم التكنولوجيا لتعزيز مرونة المساحات، مثل الأثاث القابل للتحويل، وأنظمة الإضاءة والتدفئة الذكية.	ستفيد من التكنولوجيا لتحسين كفاءة الطاقة وإدارة الموارد بشكل أفضل، مثل استخدام أنظمة التحكم في استهلاك الطاقة وأنظمة الري الذكية.
الاستدامة البيئية	تسعى لتقليل الأثر البيئي من خلال تقليل الحاجة إلى إعادة البناء واستخدام المواد الجديدة.	تركز على تقليل استهلاك الطاقة والمياه، واستخدام مواد صديقة للبيئة، وتصميم مساحات تعزز من رفاهية المستخدمين وصحتهم.
الإنسان مركز التصميم	هدف إلى تحسين جودة الحياة من خلال توفير مساحات مرنة تتكيف مع احتياجات المستخدمين المتغيرة.	تهدف إلى خلق بيئات صحية ومريحة من خلال تحسين جودة الهواء الداخلي، واستخدام الإضاءة الطبيعية، وتصميم مساحات تعزز من الراحة النفسية والجسدية.
التوفير الاقتصادي	من خلال تصميم مساحات متعددة الاستخدامات، يمكن تقليل التكاليف المرتبطة بإعادة التعديل والبناء.	توفر التكاليف على المدى الطويل من خلال تقليل استهلاك الطاقة والمياه، وتقليل الصيانة بفضل استخدام مواد عالية الجودة ومتينة.

جدول (1) يوضح أوجه الترابط والشبه بين نهج العمارة الداخلية المتحولة والمستدامة والمتحولة

فالعمارة الداخلية المتحولة والعمارة الداخلية المستدامة تشتركان في العديد من المبادئ الأساسية التي تركز على المرونة، الكفاءة، الاستدامة، وتحسين جودة الحياة للمستخدمين من خلال دمج هذين النهجين يمكن تحقيق تصاميم داخلية توفر حلولاً مرنة ومستدامة تستجيب للتغيرات المستقبلية والتحديات البيئية كما فى المخطط (1).



مخطط (1) يوضح التكامل بين منهج العمارة الداخلية المستدامة

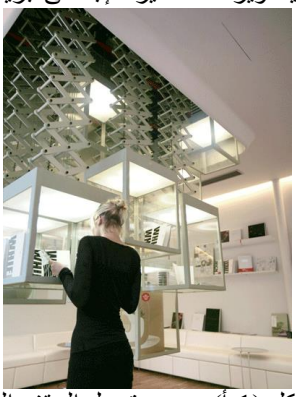
2. الجمع بين الإستدامة والتحول فى الحيز الداخلى:

وبتحليل تصميم العمارة الداخلية لمختبر يجمع بين مساحات وظيفية مختلفة تجمع بين الفن والعلم حيث تم الجمع بين حيز للأبحاث والتفكير وحيز آخر لبيع الكتب والأجهزة التى تم العمل عليها داخل حيز المختبر(www.yatzer.com). فتم تقسيم الحيز إلى عدة أقسام أولها منطقة للتفكير الإبداعى والتى تحتوى على شاشة كبيرة لإستيعاب جميع الأفكار وكرسى مريح

على شكل كرة للإسترخاء كما فى الشكل (1-ه) أما الأرضية فتم إستخدام النبات فى الأرضية تحت شبكة كما فى الشكل (1-د) وتستنشق الهواء الملوث بإستمرار بالحيزات الداخلية ومن خلال ثلاثة مرشحات طبيعية (أوراق النبات، وجذورها، والتربة الرطبة) يتم تنقيتها وإخراجها، فيتم التقاط الجسيمات الضارة وتحويلها داخل النظام دون الحاجة إلى فلاتر وتغييرها ولا السدادات بنظام يعمل على تنقية الهواء الداخلى والحفاظ على جودة الهواء في الداخلى،

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

حيث تنبعث من البلاستيك المستخدم في صناعة الأثاث ملوثات مثل البنزين والفورمالديهايد وثلاثي كلورو إيثيلين، وتكون مستوياتها أعلى خلال الفترات الدافئة والرطبة فيأتى النبات لتكون عنصر الإستدامة فى هذا المشروع لتمتص ثاني أكسيد الكربون وضخ الأكسجين للحفاظ على الطاقة والتقليل من إستخدام منقيات الهواء الصناعية ويزداد التفكير الإبداعى بزيادة جودة الهواء. أما الحيز الآخر فهو منطقة مكتبية بخزائن متعددة وهو الحيز المتحول وهو منطقة البيع والتى يتم تخزين وحدات العرض فى السقف كعناصر إضاءة وتحولها ونزولها إلى منطقة العرض أثناء الحاجة من خلال وحدات التعليق المقصية والتى يتم التحكم فيها ميكانيكيا وعن بعد كما فى الشكل (1- ب).



شكل (1-أ) يوضح تحول السقف إلى وحدات العرض التى تنزل عند الإستخدام عن طريق الحوامل المقصية

شكل (1-ب) يوضح تحول حيز العرض إلى منطقة إستقبال
https://www.yatzer.com/mathieu-lehanneur-laboratoire

شكل (1-ج) يوضح منطقة التنظيم والتفكير المنطقى
https://www.yatzer.com/mathieu-lehanneur-laboratoire

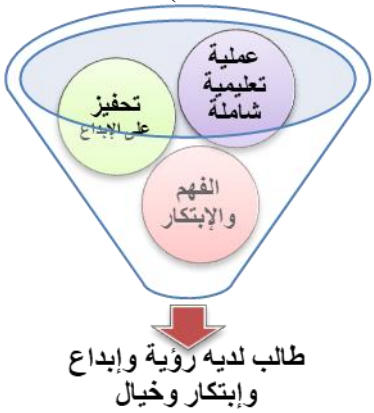
شكل (1-د) الشبكة الأرضية بالنباتات السفلي والتى تعمل كمنقى للهواء فى منطقة التفكير الإبداعى

شكل (1-ه) منطقة التفكير الإبداعى مع وجود شاشة لإحتواء الأفكار وكذلك كرسى الإستراخاء
https://www.yatzer.com/mathieu-lehanneur-laboratoire

3. الحيزات التعليمية المتحولة والنظام التعليمى:

لتحقيق أقصى قدر من المشاركة في الفصل الدراسي يجب تصميم بيئة تعليمية مع وضع الطلاب في الإعتبار فيجب أن تكون مريحة وقابلة للتكيف. فإذا لم يكن هناك تغيير لن تكون هناك رغبة في الإبداع، كما أن التغيير لا يحدث عفويًا أو تلقائيًا، ولكن هناك أسبابٌ تحفز الإنسان على الإبداع والتغيير المستمر لمواكبة المتطلبات الوظيفية ومواكبة تغيرات العصر التكنولوجية والثقافية والإقتصادية فلإنشاء طال لديه القدرة على الإبداع والابتكار يجب أن نوفر له بيئة تعليمية شاملة من حيث المنهج والحيز يحفز على الإبداع والإبتكار كما فى المخطط (2).

فالحيزات التي تناسب متطلباتنا اليوم قد لا تناسبها غدًا ونحتاج إلى تغييرها أو ربما تطويرها، وهناك آليات متعددة للتغيير داخل الحيز، لتغييره وفقًا لرغبات المستخدم من خلال إعادة تقسيم أو تنظيم الحيز الداخلي، أو تعدد الأنشطة بداخله وتنوع تكوينات وحدات الأثاث، أو إستجابتها للتقنيات الحديثة ويأتى ذلك من خلال العمارة الداخلية المتحولة، وهذا يعد ضرورة لما له من أثر إيجابي أكاديميا على الطلاب وإجتماعيًا حيث يهدف إلى رفع كفاءة المستخدم ويجعله أكثر حيوية ونشاطا وإنتاجية وبث طاقة إيجابية. فلا توجد تجربة تعلم قوية يمر بيا المتعلمون إلا عندما يقررالطلاب بأنفسهم أن يتعلموا. والمتعلمون لديهم رغبة قوية لضبط واضفاء ميزة التفرد على تجارب التعلم الخاصة بهم لتلائم حاجاتهم واهتماماتهم (Collins, A.2006 p225). كما أن التعلم الموجه ذاتيا سيكون له مردود كبير في المجتمع الذي يطالب افراده أن يصبحوا متعلمين ومفكرين نشطين. ويشير التعلم الموجه ذاتياً إلى مجهودات الطلبة لتنظيم تعلمهم، بالدرجة التي تمكنهم من أن يستخدموا عمليات شخصية أو ذاتية لتنظيم السلوك إستراتيجياً، وأيضاً تنظيم بيئة التعلم المباشر(منى بدوى 2001 ص155).



مخطط (2) يوضح فلسفة نظام التعليم الجديد فى مصر

4. تحديد المبادئ الأساسية للعمارة المتحولة في تخطيط الحيزات التعليمية:

بناء على تحليل برامج التطوير التربوية الحديثة، والخبرة العالمية في التصميم وبناء المنظمات التعليمية، وكذلك التطورات النظرية

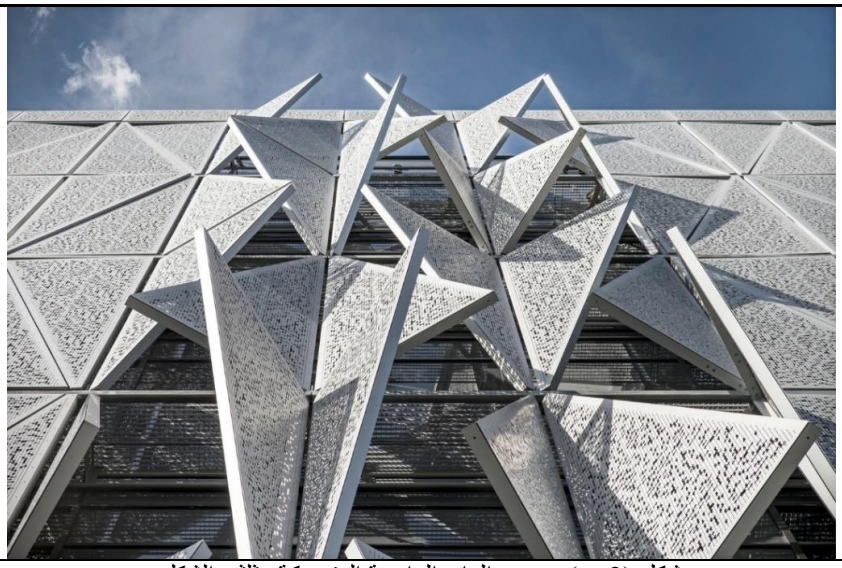
والتجريبية في مجال العمارة الحديثة تم تحديد الإتجاهات الرئيسية في التشكيل المعماري للمباني التعليمية المتحولة وهى:

1. إنشاء حلول ومناهج مختلفة في تشكيل الحيز التعليمى.
2. تشكيل حل تخطيطي يلبي المتطلبات التعليمية الحديثة العملية وتوفر تعليمًا جيدًا وظروفًا مريحة لتحقيق الراحة البصرية والحرارية، مع مراعاة التغيير المستمر للمتطبات التربوية والمنهجية فيتحول الحيز تبعا للأنشطة المتغيرة وذلك بتطبيق مبادئ العمارة الداخلية المتحولة من خلال:
   - مبدأ التحول الداخلى.
   - مبدأ التحول الخارجى.
3. الإمتثال لمتطلبات التنمية المستدامة للمجتمع بتطبيق مبادئ العمارة المستدامة على أساس النهج البيئية في تصميم وبناء المبانى التعليمية المتحولة من خلال:
   - إستخدام "العمارة الخضراء" .
   - إستخدام تقنيات موفرة للطاقة ومصادر طاقة بديلة صديقة للبيئة ومواد بناء طبيعية.
   - تطبيق مبادئ العمارة المناخية الحيوية.

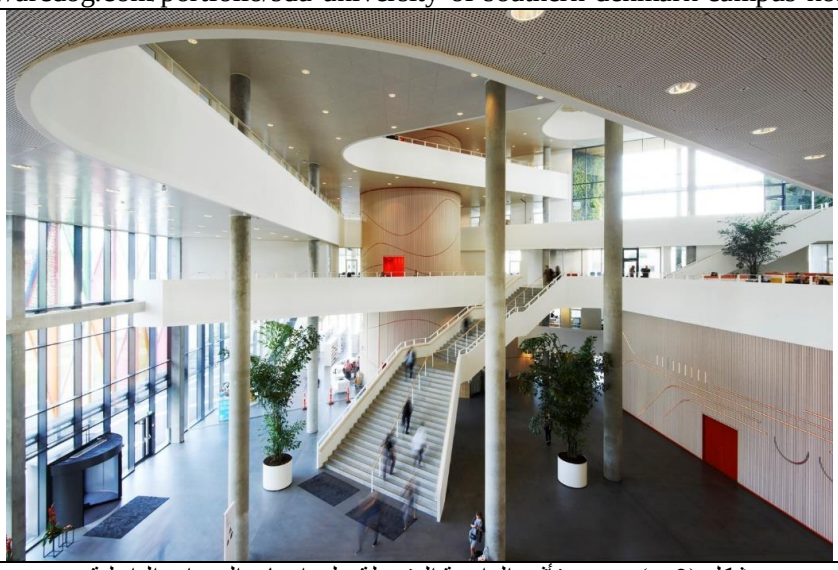
وفى الجدول (1) التالى تحليل لبعض النماذج التعليمية العالمية وكيف جمعت تلك النماذج بين مبادئ العمارة الداخلية المتحولة والعمارة الداخلية المستدامة للوصول لحيز داخلى مريح للطلاب والغرض من إستخدام

المشروع	**جامعة SDU Campus Kolding SDU**
سنة البناء	2014
الموقع	الدنمارك
الهدف من المشروع	يقع المبنى على أراضي Grønborg في وسط مدينة Kolding بالقرب من المرفأ على النهر وبجوار المحطة. والهدف من المشروع هو إنشاء ساحة مركزية جديدة بجوار نهر كولدينج وبالتالي سيشكل تفاعلًا وثيقًا مع المؤسسات التعليمية الأخرى في المدينة، ومدرسة كولدينج للتصميم وكلية إدارة الأعمال الدولية. SDU Campus Kolding هو أول مبنى جامعي في الدنمارك يلبي المطالب القوية لاستهلاك الطاقة حيث أن استهلاك الطاقة هو 36 كيلو واط فى ساعة لكل متر مربع فى السنة. وتم دمج الإستدامة والعمارة المتحولة فى هيكل اللامبنى الخارجى وإستخدام الخلايا الشمسية على الأسطح وبالتالى تقليل استهلاك الطاقة(www.arcdog.com).
	 شكل (2-أ) يوضح أستخدام الواح الخلايا الشمسية لتقليل إستهلاك الطاقة https://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/
عناصر العمارة الداخلية المتحولة	**الواجهات المتحولة باستخدام الألواح القابلة للتعديل** واجهة ديناميكية توفر إضاءة مريحة في المبنى خلال النهار، ويتكون نظام التظليل الشمسي من حوالي 1600 ستارة فولاذية مثلثة الشكل من الصلب المثقوب. يتم تثبيتها على الواجهة بطريقة تسمح لها بالتكيف مع ضوء النهار المتغير وتدفق الضوء المطلوب ومواكبة التغيير المناخى، عندما تكون الألواح مغلقة فإنها تكون مسطحة على طول الواجهة، بينما تبرز من الواجهة عندما تكون نصف مفتوحة أو مفتوحة بالكامل وتضفي على المبنى ظلالا، ونظام التظليل الشمسي مزود بأجهزة إستشعار تقيس باستمرار الضوء ومستويات الحرارة وتنظم الستائر ميكانيكيًا عن طريق محرك صغير، يخلق شكل المبنى وواجهاته المتحولة حوارًا قويًا بين الحيزات الداخلية للمبنى والبيئة الخارجية. www.archdaily.com

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

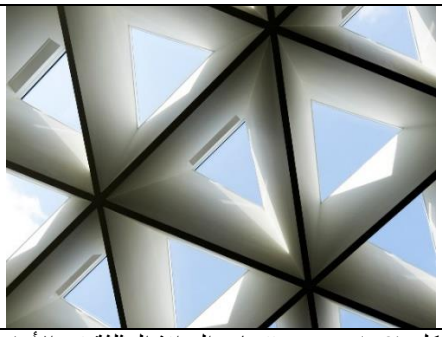


شكل (2-ب) يوضح الواح الواجهة المتحركة مثلثى الشكل
https://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/



شكل (2-ج) يوضح تأثير الواجهة المتحولة على إضاءة الحيزات الداخلية
https://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/

شكل (2-د) يوضح ألواح الواجهة المتحولة من المغلق للمفتوح
https://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/

	أما المكتبة والمساحات التعليمية التى ليست على الواجهة يتم إضائتها من السقف عن طريق نوافذ زجاجية مثلثلة الشكل.
	 شكل (2-ه) يوضح فتحات النوافذ المثلثة فى الأسقف https://arcdog.com/portfolio شكل (2- و) يوضح إضاءة الحيزات الداخلية عن طريق فتحات الأسقف https://arcdog.com/portfolio
الغرض من التحول	تحول بيئى (إستدامة بيئية لراحة حرارية)
	تستخدم الواجهة القابلة للتحول فتسمح عناصر الواجهة الديناميكية بإنشاء ليس فقط عنصرًا فريدًا لمظهر المبنى ولكن أيضًا توفير المناخ المحلي اللازم في المبنى، فهي تسمح بتنفيذ الإستدامة وتطبيق أنظمة كفاءة الطاقة.

جدول (1) يوضح تحليل لبعض النماذج التعليمية والجمع بين مبادئ العمارة الداخلية المتحولة والمستدامة

4. إستخدام التقنيات الذكية (إستخدام أنظمة التحكم الحاسوبية للهندسة المعدات، وتحسين العمليات التكنولوجية، وزيادة مستوى الراحة، والأمان)، وذلك من خلال:

إبراز علامات لمبنى عالي التقنية (هندسة المبنى الشكلية تسمح بإستخدام أقصى قدر من تأثير الهواء الطلق على المبنى باستخدام الطاقة البيئية ونظام التحكم في المناخ المشترك).

من الإتجاهات الواعدة في الممارسة المعمارية والإنشائية التربوية والتعليمية، تكون العمارة المتحولة هى التي تنفذ جميع المتطلبات الضرورية للحيزات التعليمية.

وتجدر الإشارة إلى أن العمارة المتحولة سمحت بإتباع نهج متكامل في ضمان كل من الوظيفة التعليمية الأساسية للمبنى وجميع جوانب العمارة المستدامة الحديثة في المنشأ التعليمى، حيث سمحت تسمح العمارة المتحولة والأشكال الديناميكية بإنشاء حلول تصميمية فريدة وتتيح أيضًا توفير جميع العمليات الوظيفية الضرورية ، فضلاً عن توفير إمكانية تغييرها فيما يتعلق بالإحتياجات الجديدة الناشئة مع مرور الوقت. كما تسمح العمارة المتحولة بتكييف الحيزات الحالية مع الظروف الجديدة وتغيير الوظيفة والحجم وما إلى ذلك. يمكن إنشاء مساحة متغيرة من خلال إستخدام الهياكل والعناصر المتنقلة. في الوقت نفسه يمكن أن يكون التحول داخليًا باستخدام الجدران المتحولة والقواطيع الداخلية والأثاث المتحول والعناصر الأخرى داخل المبنى وخارجه استنادًا إلى تغيير حجم المبنى نفسه وغلافه. ويسمح إستخدام التحول الخارجي والداخلي بتغيير خصائص التخطيط، وإنشاء مساحات متعددة الوظائف ذات مرونة عالية، مع مراعاة التغيرات المناخية بإستخدام (ستائر الألمنيوم القابلة للتحويل على الواجهة وعلى الستائر توفر الضوء والظل). وذلك من خلال تطبيق المبادئ التالية:

5.1. مبدأ التحول الخارجي:

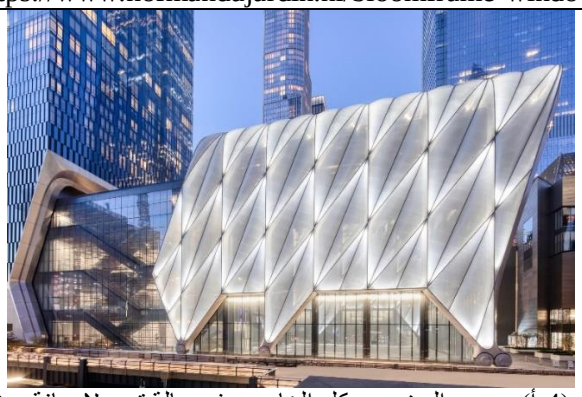
تشكيل القرار المعماري لمبنى المؤسسة التعليمية بناءً على استخدام العمارة المتحولة مما يسمح بإنشاء مبانى فريدة ذات شخصية رمزية وهوية متفردة. يمكن أن يتغير الحلول لهذه المباني بناءً على تنفيذ التقنيات الديناميكية. فالعمارة المتحولة تعتمد على التقنيات المبتكرة بمراعاة إنجازات ومتطلبات العمارة المستدامة المرتبطة بالتقنيات والمواد البيئية. فتعتمد العمارة المتحولة على العناصر الهيكلية الديناميكية التي تسمح بتنظيم المناخ المحلي على سبيل المثال تسمح لك أنظمة الواجهات المتحولة بضبط عوامل الحرارة والإضاءة في الحيزات الداخلية، وتتغير باستمرار تحت تأثير التغيرات البيئية.

5.2. مبدأ التحول الداخلي:

إنه يسمح بتوفير العمليات الوظيفية اللازمة وخلق إمكانية التكيف مع الحيزات مما يضمن تعدد وظائفها. بناءً على البحث الذي تم إجراؤه، تم الكشف على أن تكوين المنظمات التعليمية في ظروف المتطلبات المتغيرة باستمرار وفي ظروف التنمية المستدامة، يجب أن يقوم المبنى التعليمى بإمكانية التكيف المستمر مع المتطلبات الجديدة، الطبيعية الشروط، والتقنيات الحديثة وما إلى ذلك ، يمكن توفير هذه الفرص من خلال استخدام العمارة المتحولة في تخطيط المباني التعليمية. فإن إدخال الأنظمة الديناميكية والعناصر المتحولة والحيزات المتحولة وغيرها من التقنيات المتغيرة فى الحلول المعمارية للمباني التعليمية، سواء من حيث الإنشاءات الجديدة أو إعادة الإعمار سيخلق القاعدة المادية والتقنية اللازمة فضلاً عن توفير بيئة قادرة على التكيف مع المتطلبات المتغيرة تحت سقف التنمية المستدامة للمجتمع. وفى الجدول التالى يظهر بعض التقنيات المتحولة التى يمكن من خلالها تحقيق التحول الداخلى والخارجى للحيزات التعليمية.

التقنية المتحولة	الحيز التعليمى	النماذج
تقنية ال Bloom Frame	من الممكن استخدام هذه التقنية فى بعض نوافذ الحيز الدراسى بحيث يمكن تحويلها الى شرفة حيث توفر مساحة خارجية اضافيه تمنح الخصوصية اثناء اداء بعض المهام الدراسية او الاسترخاء فى مساحة صغيرة فى الهواء الطلق خارج نطاق الفصل الدراسى	 شكل (3-أ) يوضح مراحل تحول النافذة بتقنية blom frame https://www.bloomframe.com/

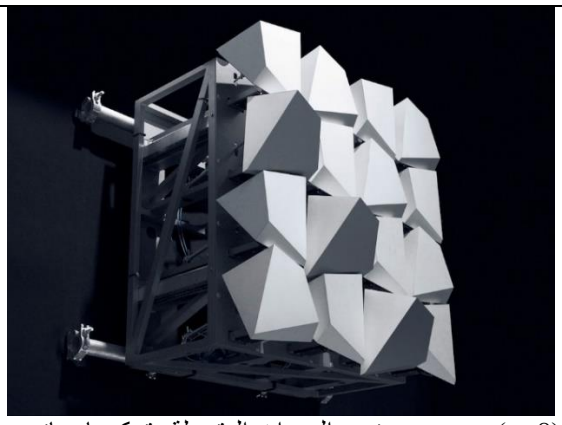
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

		 شكل (3-ب) يوضح أستخدام النافذة فى حيز سكنى https://www.hofmandujardin.nl/bloomframe-window/
الجسم المعدنى الخارجى المتحول The shed	يمكننا تطبيق القشرة الخارجية المتحولة التى تسمح للمبنى بالتوسع والتقلص حسب الإستخدام فى المبنى التعليمى. حيث تنزلق على طول نظام مزدوج القضبان لتشكيل مساحة متعددة الأغراض يتم التحكم فى درجة حرارتها. يمكن تحت هذه السقيفة اقامة المعارض الفنية والموسيقية ومعارض أعمال الطلاب وأعمال المشاركة المجتمعية وغيرها لخدمة المبنى التعليمى نفسه كفناء له وكذلك المجتمع المحيط.	 شكل (4-أ) يوضح المبنى وهيكله الخارجى فى حالة تمدد لإضافة حيزات آخرى للإستخدام. شكل (4-ب) يوضح المبنى وهيكله الخارجى فى حالة تقلص وإنكماش. https://www.architecturaldigest.com/story/shed-hudson-yards
المظلات المتحولة	قد تستخدم هذه المظلات القابلة للتحويل لتوفير الحماية من اشعة الشمس فى فناء المبنى التعليمى عند الحاجة لذلك .يتم التحكم فى فتح واغلاق هذه الهياكل عن طريق انظمة الكمبيوتر والتى تعيد حساب العوامل المختلفة مثل موقع الشمس ودرجة الحرارة وسرعة الرياح.	 شكل (5-أ) يوضح إستخدام المظلات المتحولة فى المسجد النبوى بالمدينة Madinah Piazza Shading Project - SL Rasch (sl-rasch.com)

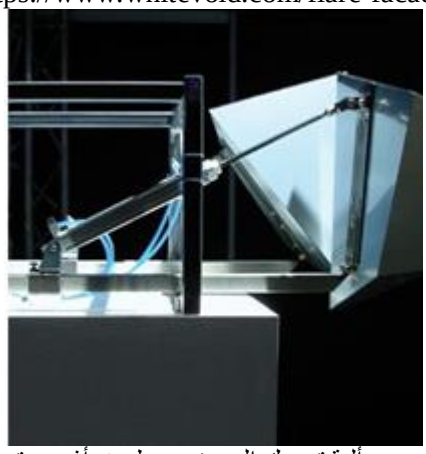
 شكل (5-ب) يوضح المظلات المتحولة فى حالة الإغلاق شكل (5-ج) يوضح المظلات المتحولة فى حالة الفتح		
 شكل (6-أ) يوضح الأعمدة القابلة للفتح https://cast.b-ap.net/reflexivearchitecturemachines/open-columns شكل (6-ب) يوضح تغيير إرتفاعات السقف من خلال الرفع الجزئى	قد تطبق هذه التقنية فى المبانى التعليمية كاحد الإجراءات الإحترازية لمواجهة الامراض المعدية فهى هياكل تمت برمجتها بواسطة تكنولوجيا النانو، قابلة للطى بحيث تسقط من السقف عندما ترتفع مستويات ثانى اكسيد الكربون فى الغرفة التى يتم وضعها فيها نتيجة لذلك يتم اعادة تشكيل المساحة لتشجيع الناس على التفرق الى مجموعات اصغر. وهي مصنوعة من لدائن اليوريتان المركبة ويمكن نشرها في مجموعة متنوعة من الأنماط لإعادة تكوين الحيز تحتها، أول لتغيير إرتفاعات السقف من خلال رفعها الجزئى أو من خلال المزج بين الإثنين.	الأعمدة القابلة للفتح Open Columns

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

		 شكل (6-ج) يوضح آلية تثبيت الأعمدة فى السقف
الحوائط المتحولة	يمكن التعامل مع الحيز الدراسى بنفس الفكر حيث الحوائط المرنة القابلة للإنزلاق او الطى فتسمح بالتكيف مع الإحتياجات المتغيرة للحيز. فتقسيم المساحة وعدد الغرف اختيارى وكذلك الامتداد الخارجى كشرفة فتكون إما حوائط متحركة ميكانيكيا أو قواطيع متحركة على عجلات متحركة، أو منزلقة أو بالطى أو بالدوران وهكذا.	 شكل (7-أ) يوضح الحوائط المتحولة المرنة المكونة من الأوراق المضغوطة سهلة التشكيل تبعا للحاجة. https://surfacesreporter.com/articles/82378/this-modern-movable-and-flexible-room-divider-expands-to-100-times- شكل (7-ب) يوضح الحوائط المتحولة تبعا لمسار محدد بالإنزلاق والطى. /https://www.pinterest.com/pin/756745543662046192
تقنية الوهج (the flare)	يخلق مظهرا حيا يسمح للمبنى بالتحول والتواصل والتفاعل مع البيئة .تعكس كل شريحة معدنية ضوء الشمس عندما تكون فى وضع عمودى وعندما يتم إمالتها الى اسفل تكون مظللة على شكل بكسل داكن، فهى قادرة على تشكيل اى نوع من الرسوم المتحركة على سطح الواجهه مما يبرز حركة الواجهة.	 شكل (8-أ) يوضح أستخدام تقنية the flare فى واجهات إحدى المبانى بألمانيا



شكل (8-ب) يوضح وحدة من الوحدات المتحولة وتركيبها بجانب بعضها لتكوين الواجهة
https://www.whitevoid.com/flare-facade/



شكل (8-ج) يوضح ألية تحريك الوحدة عن طريق أذرع متحركة ميكانيكيا
https://www.whitevoid.com/flare-facade/

النتائج: Results

- **زيادة مرونة الفضاءات التعليمية:** تمكن الحيزات التعليمية المتحولة من تلبية احتياجات متعددة ومتغيرة بسهولة، مما يعزز من كفاءة استخدام المساحات. وتسهيل التحولات السريعة بين الأنشطة التعليمية المختلفة، مثل الفصول الدراسية التقليدية، ومناطق العمل الجماعي، والمختبرات العملية.
- **تحسين جودة البيئة التعليمية:** استخدام مواد بناء صديقة للبيئة يساهم في تحسين جودة الهواء الداخلي ويخلق بيئة صحية وآمنة للطلاب والمعلمين وتعزيز الراحة البصرية والوظيفية، مما يزيد من تركيز وإنتاجية الطلاب.
- **تقليل التكاليف التشغيلية والبيئية:** تقليل استهلاك الطاقة والمياه من خلال تطبيق تقنيات بناء مستدامة، مما يؤدي إلى خفض التكاليف التشغيلية. وتقليل الحاجة إلى التجديدات المتكررة بفضل تصميمات مرنة ومستدامة تدوم طويلاً.
- **تعزيز الوعي البيئي والاجتماعي:** وذلك بتقديم مثال عملي للطلاب على أهمية الاستدامة والمرونة في التصميم، مما يعزز من وعيهم البيئي والاجتماعي. ودعم المجتمع المحلي من خلال استخدام مواد محلية ومشاركة المجتمع في عمليات التصميم والبناء.

التوصيات: Recommendation

- **تشجيع التصميمات المرنة والمتعددة الاستخدامات:** وذلك باعتماد الأثاث القابل للتعديل والجدران المتحركة لتوفير مساحات تعليمية متعددة الاستخدامات.و تصميم الحيزات بحيث يمكن تحويلها بسهولة لتلبية الاحتياجات المتغيرة للأنشطة التعليمية المختلفة.
- **تطبيق معايير الاستدامة البيئية:** وذلك بإستخدام مواد بناء مستدامة وصديقة للبيئة لتحسين جودة الهواء الداخلي وتقليل التأثير البيئي. ودمج تقنيات الطاقة المتجددة ونظم إدارة المياه لتقليل استهلاك الموارد الطبيعية.
- **توفير التدريب والتوعية:** وذلك بتقديم تقديم برامج تدريبية للمعلمين والطلاب حول أهمية الاستدامة وكيفية استخدام الفضاءات المتحولة بفعالية وتعزيز الوعي بأهمية التصميم المستدام من خلال ورش عمل ومواد تعليمية.
- **مراقبة وتقييم الأداء:** وذلك إنشاء نظام لمراقبة وتقييم أداء الحيزات التعليمية من حيث الكفاءة البيئية والمرونة الوظيفية و بجمع أراء من المستخدمين لتحسين التصميمات المستقبلية وتلبية الاحتياجات الفعلية للطلاب والمعلمين.
- **دعم المبادرات المجتمعية:** وذلك تشجيع المشاركة المجتمعية في عمليات التصميم والبناء لتعزيز الروابط الاجتماعية ودعم الاقتصاد المحلي. واستخدام المشاريع التعليمية كفرصة لتعزيز الوعي البيئي والاجتماعي بين الطلاب والمجتمع الأوسع.

باستخدام هذه النتائج والتوصيات يمكن تحقيق بيئات تعليمية مستدامة ومتحولة ومرنة تدعم الابتكار والإبداع، وتحسن من جودة التعليم للأجيال الحالية والمستقبلية.

المراجع: References

1- منى بدوى،2001، أثر برنامج تدريبي في الكفاءة الأكاديمية للطلاب على فاعلية الذات، المجلة المصرية للدراسات النفسية، العدد 4، ص 155.

2- Collins, A. (2006). How society can foster self-directed learning. Human Development, 49(4), p 225.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Global Built Environment Review, 8(1), 23-36.
5- https://www.yatzer.com/mathieu-lehanneur-laboratoire
6- https://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/
7- https://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects

3- M. A. A. Mohamed, and H. E. A. Elfadle, 2013,Transformable Architecture, A key to Improve stadiums & sports buildings. In The First International Engineering Conference Hosting Major International Events Innovation, Creativity and Impact Assessment. Housing &Building National Research Center, Cairo (pp. 15-18).
4- S. Durmus, 2012, Change and Transformation in Architecture: On the Concept of Zeitgeist.