مجلة الفنون والعمارة

JOURNAL OF ART & ARCHITECTURE

مجلة علمية دولية محكمة فصلية تصدرها

كلية الفنون الجميلة - جامعة المنصورة

1

المؤتمر العلمي الدولي الأول

التكامل بين الإبداع والتكنولوجيا والابتكار

كلية الفنون الجميلة - جامعة المنصورة

الأبحاث - عمارة

المجلد الأول - العدد الثالث - يوليو 2025

The Print ISSN: 3062-570X

The Online ISSN: 3062-570X

إستراتيجيات التصميم العمراني المستدام
كمدخل للتحكم في البصمة الكربونية بالمنشآت الجامعية

Sustainable urban design strategies as an approach to controlling the carbon footprint of university facilities

أ.م.د/هابي حسني مصطفي
الاستاذ المساعد بقسم العمارة – كلية الفنون الجميلة – جامعة حلوا ن
أ.د/ إيمان فايز ماهر باسيلي
استاذ العمارة والتصميم العمراني بقسم العمارة
كلية الفنون الجميلة – **جامعة حلوان**
م.م/ إيمان أنورأمين رضا
مدرس مساعد بقسم العمارة - كلية الفنون الجميلة - جامعة المنصورة

المؤتمر العلمي الدولي الأول
التكامل بين الإبداع والتكنولوجيا والابتكار
كلية الفنون الجميلة - جامعة المنصورة

مجلة الفنون والعمارة
JOURNAL OF ART & ARCHITECTURE
مجلة علمية دولية محكمة فصلية تصدرها
كلية الفنون الجميلة - جامعة المنصورة

المجلد الأول - العدد الثالث - ٢٠٢٥

مجلة الفنون والعمارة
JOURNAL OF ART & ARCHITECTURE

إستراتيجيات التصميم العمراني المستدام كمدخل للتحكم في البصمة الكربونية بالمنشآت الجامعية

Sustainable urban design strategies as an approach to controlling the carbon footprint of university facilities

م.م/ إيمان أنور أمين رضا
مدرس مساعد بقسم العمارة - كلية الفنون الجميلة – جامعة المنصورة

2025

ملخص البحث

يشهد قطاع التعليم الجامعي في مصر نموًا متسارعًا ينعكس في توسع الحرم الجامعي وزيادة استهلاك الطاقة، مما يؤدي إلى تفاقم البصمة الكربونية. ورغم الالتزام الوطني باتفاقية باريس وأهداف رؤية مصر 2030، فإن هناك فجوة واضحة في تطبيق استراتيجيات التصميم العمراني المستدام داخل منشآت التعليم العالي، سواء من حيث تنظيم الكتلة العمرانية، أو المواد والتقنيات المستخدمة، أو إدماج البيئة الطبيعية في التصميم.يهدف هذا البحث إلى استكشاف وتفعيل استراتيجيات التصميم العمراني المستدام للتحكم في البصمة الكربونية في الحرم الجامعي، من خلال بناء إطار معياري متكامل يتماشى مع السياق المصري.وقد اعتمد البحث على منهج نظري تحليلي مقارن، شمل مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، وتحليل الفجوة بين الحرم التقليدي والذكي، ثم تطوير إطار رباعي الأبعاد (بيئي، عمراني، تكنولوجي، اجتماعي) يحتوي على معايير ومؤشرات كمية ونوعية.تَمّ اختبار صلاحية هذا الإطار عبر تحليل مقارن لأربع دراسات حالة (جامعتا واشنطن وتورنتو، وجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، والجامعة الأمريكية بالقاهرة)، وذلك لرصد مدى تحقق المؤشرات في السياقات المختلفة.أظهرت النتائج تفوق جامعة الملك عبد الله في الالتزام بمعايير الاستدامة، لا سيما البيئية والتكنولوجية، ثم جامعة واشنطن تليها تورنتو، وجاءت الجامعة الأمريكية بالقاهرة في المرتبة الأخيرة.ويؤكد البحث في نهايته ضرورة تبنّي إطار تصميم مستدام خاص بالسياق المصري لضمان تحقيق جامعات منخفضة الكربون تدعم جودة الحياة الأكاديمية والبيئية.

الكلمات المفتاحية: "البصمة الكربونية-التصميم العمراني المستدام للمؤسسات التعليمية -الحرم الجامعي الذكي-الاستدامة البيئية في الجامعات-الجامعات منخفضة الكربون -نظم تقييم الجامعات المستدامة"

Abstract

The university education sector in Egypt is experiencing rapid growth, reflected in campus expansion and increased energy consumption, which is exacerbating the carbon footprint. Despite the national commitment to the Paris Agreement and the goals of Egypt's Vision 2030, there is a clear gap in the implementation of sustainable urban design strategies within higher education institutions, whether in terms of urban planning, materials and technologies used, or the integration of the natural environment into the design. This research aims to explore and activate sustainable urban design strategies to control the carbon footprint on university campuses by building an integrated normative

framework that is aligned with the Egyptian context. The research relied on a theoretical, analytical, and comparative approach, including a literature review and previous studies, an analysis of the gap between traditional and smart campuses, and the development of a four-dimensional framework (environmental, urban, technological, and social) containing quantitative and qualitative criteria and indicators. The validity of this framework was tested through a comparative analysis of four case studies (the University of Washington and the University of Toronto, King Abdullah University of Science and Technology, and the American University in Cairo), to monitor the extent to which the indicators were achieved in different contexts. The results showed that King Abdullah University excelled in adhering to sustainability standards, particularly environmental and technological standards, followed by the University of Washington, followed by Toronto, and the American University in Cairo ranked first. Finally, the study emphasizes the need to adopt a sustainable design framework specific to the Egyptian context to ensure low-carbon universities that support the quality of academic and environmental life.

Keywords:- "Carbon footprint - sustainable urban design for educational institutions - smart campuses - environmental sustainability in universities - low-carbon universities - sustainable university assessment systems"

المقدمة

تواجه الأرض أزمة مناخية جسيمة، حيث ارتفعت درجة حرارتها بمقدار 1.1 درجة مئوية مقارنة بالمتوسط، وهو أعلى معدل منذ 125 ألف عام (مجلس الوزراء، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، 2022). وقد يتسبب استمرار انبعاثات الغازات الدفيئة، خصوصًا الكربونية، في ارتفاع إضافي يتراوح بين 2.1 إلى 3.5 درجات مئوية، مما قد يؤدي إلى توقف البناء (ضاحي، 2024). كما سجلت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أرقامًا قياسية، حيث بلغت 414.72 جزءًا في المليون في عام 2021 (Worrell, Allwood and Gutowski, 2016)، مع توليد قطاع البناء نحو 47% من هذه الانبعاثات (إبراهيم، 2020).تعتبر المنشآت الجامعية استهلاكية كبيرة للطاقة، حيث تستهلك نحو 40%منها في مجالات الإنارة والتهوية(Santa et al., 2019) لذا،يُعد تصميم الحرم الجامعي المستدام أمرًا حيويًا لتحسين البيئة وتقليل البصمة الكربونية. ومن خلال استراتيجيات التصميم العمراني المستدام، يمكن تعزيز الراحة وتحقيق التعلم الفعّال،مما يسهم في تحقيق رؤية مصر 2030 نحو الاستدامة .(Santa et al., 2019) وفي ظل هذه الفلسفة، أظهرت الجامعات المصرية التزامًا متزايدًا بمعايير الاستدامة، مما أدى إلى بروز مفهوم "التعليم من أجل الاستدامة"و"الجامعات الخضراء" لتعزيز الأداء البيئي والتنمية المستدامة في جميع جوانبها(Santa et al., 2019) ومن هنا أصبحت الحاجة إلى مزيد من الجهود لتعزيز البحوث والدراسات حول استراتيجيات التصميم العمراني المستدام، للحدمن الانبعاثات الكربونية وتسليط الضوء عليها للتحكم في البصمة الكربونية، فهوالمصطلح الأشمل الآن في المنشآت الجامعية في مصر .(Worrell, Allwood and Gutowski, 2016)

أهمية البحث

- **العلمية والاكاديمية** :وضع أستراتيجيات للتحكم في البصمة الكربونية للحرم الجامعي وأهميةذلك في إختيار القرارات التصميمة الجديدة أوتطوير حرم قائم فعليا بما يعززالعملية التعليمية الجامعية.- إبراز دور المنشآت الجامعية كمراكز للابتكار في تطبيق الاستدامة البيئية.
- **إقليميا ودوليا ُ:** مواجهة تحديات التغير المناخي من خلال خفض الانبعاثات الكربونية -خلق الهوية البصرية للحرم الجامعي تساهم في بناء صورة ذهنية قوية وإيجابية لدى الطلاب وأعضاء هيئة التدريس والمجتمع المدني، مما يعزز من السمعة المؤسسية للجامعة ، يعزز ملف تدويل الجامعة وتصنيفها، تسهيل عملية الترويج والتسويق للبرامج الأكاديمية والمبادرات والمخرجات البحثية والخدمات الجامعية.
- **ثقافية وإقتصادية** :تضع الجامعات على خريطة أهم التصنيفات -وجذب الاستثمارات والدعم المالي من الجهات المانحة والشركات -جذب الطلاب الوافدين والوصول إلى جمهور أوسع-توجيه صناع القرار نحو تصميم عمراني مسؤول بيئيًا داخل الجامعات

أهداف البحث :

يهدف البحث إلى تطوير معايير التصميم العمراني الحديثة للمنشآت الجامعية في جوانبها البيئية، الوظيفية، التكنولوجية والاجتماعية، للحد من انبعاثات الكربون وأثرها، بما يتماشى مع خطة مصر الاستراتيجية 2030 للتنمية المستدامة. كما يسعى إلى التعرف على أهم أنظمة التقييم الخاصة باستدامة الجامعات، والاستفادة منها، من خلال تحليل ومقارنة الجامعات العالمية والإقليمية والمحلية التي اعتمدت استراتيجيات مستدامة وتقنيات ذكية، بهدف تحويل الحرم الجامعي التقليدي إلى حرم مستدام منخفض الكربون

مصطلحات البحث

- **البصمة الكربونية (Carbon Footprint)** :مقدارانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن نشاط معين. بشكل مباشر أو غير مباشر"الناجم عن أنشطة الأفراد أو المنظمات ، تحبس الحرارة في الغلاف الجوي وتتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري.
- **الحرم الجامعي** :يُشير إلى المساحة التي تشمل جميع الفراغات المغلقة والمفتوحة داخل حدود الجامعة، حيث تُمارَس الأنشطة التعليمية وتُطور المهارات الاجتماعية والثقافية للطلاب (Ozdede & Yerli, 2017; Amr, 2015).
- **الحرم الجامعي التقليدي :**يلعب الحرم الجامعي أدوارًا متعددة تتمثل في التعليم والبحث العلمي وخدمة المجتمع، وهدفه تكوين رأس المال البشري والبحث عن معارف جديدة (عبد الهادي، 2017). ويُعتبر بيئة مهمة لدعم التعليم والتنمية.
- **استراتيجيات التصميم العمراني المستدام** :تركز هذه الاستراتيجيات على تطوير البيئة العمرانية بطريقة تراعي الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وتُسعى لتحقيق أهداف مثل تقليل استهلاك الطاقة والانبعاثات الكربونية، واستخدام المواد المستدامة، وتعزيز التنقل النشط (Ibrahim, 2020; Santa et al., 2019; Worrell et al., 2016)

الحرم الجامعي منخفض الكربون :يُعرَّف بأنه نموذج من الحُرُم الجامعية المصممة لتقليل الانبعاثات الكربونية من خلال تحسين كفاءة الطاقة، واعتماد مصادر طاقة متجددة، وتعزيز وسائل النقل المستدام .(Santa et al., 2019; Ibrahim, 2020) يُعكس هذا النموذج التزام المؤسسة بالتعليم من أجل الاستدامة ومواجهة تغير المناخ.(Worrell et al., 2016)

المشكلة البحثية

على الرغم من توفر المبادرات الدولية والتقنيات المستدامة، إلا أن هناك غيابًا ملحوظًا لتطبيق **استراتيجيات التصميم العمراني المستدام** في تصميم وتخطيط الحرم الجامعي، وتتجلى هذه الفجوة في أن نسبة المنشآت التعليمية الخالية من الكربون على مستوى العالم لا تتجاوز 1 % (Worrell, Allwood and Gutowski, 2016)، مما يشير إلى ضعف التقدم في هذا المجال، لا سيما في الدول النامية، ومن ثم يمكن صياغة المشكلة البحثية فيما يلي:**"إهمال إستراتيجيات التصميم العمراني المستدام في المنشآت الجامعية للتحكم في البصمة الكربونية بشكل عام ولا سيما في مصر بشكل خاص"**

السؤال البحثي كيف يمكن توظيف استراتيجيات التصميم العمراني المستدام في الحرم الجامعي لتقليل البصمة الكربونية وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المنشآت الجامعية ولا سيما في مصر؟

منهجية البحث

إعتمدت الدراسه على المنهج النظري والوصفي التحليلي حيث مراجعه الادبيات والدراسات السابقه واهم التعريفات المتوفره بمجال الدراسة ووصف وتحليل الاطار المفاهيمي والفكري للبصمه الكربونيه واستراتيجيات التصميم العمراني المستدام والجامعه الخضراء والمفاهيم ذات العلاقه كذلك الوقوف على واقع تحول الجامعات لجامعه خضراء مستخدمه استراتيجيات تصميم العمراني المستدام للتحكم في البصمه الكربونيه في المنشات الجامعيه ثم رصد وتحليل دراسات الحاله للخروج بالاستراتيجيات والمعايير النهائية . بالإضافة إلى المنهج التحليلي المقارن من خلال مقارنة الابعاد والاسس التصميميه للحرم الجامعه التقليدي والحرم الجامعي المنخفض الكربون من اجل التوصل الى الاطار المبدئي المقترح لمعايير التصميم العمرانية المستدامة لحرم جامعي منخفض الكربون ثم تدقيق واختبار صلاحيه تطبيق الاطار المقترح على تجربتين عالميتين (واشنطن وترونتو) بالاضافه الى تطبيقه على حالتين دراسة من الجامعات العربية (الملك عبد الله)والمصرية(الجامعه الامريكيه بالقاهره)،وتم اضافة بعض المؤشرات الخاصة بالمعايير البيئية والوظيفية للتحكم في البصمة الكروبونية والتي تتماشي مع الجامعات المصرية ومن ثم التوصل الى الاطار النهائي لإستراتيجيات التصميم العمراني المستدام للتحكم في البصمة الكربونية في المنشآت الجامعية .

الدراسات السابقة

- دراسة (Reihaneh, Marzieh,2023) بعنوان **"مراجعة استراتيجيات نحو الحد من انبعاثات الكربون في الحرم الجامعي- الولايات المتحدة"** تستخدم هذه الورقة إستراتيجية بحث منظمة لمراجعة الدراسات السابقة الأكثر تأثيرًا فيما يتعلق باستراتيجيات إزالة الكربون في الحرم الجامعي في سياقات مناخية مختلفة. يقدم هذا البحث نظرة عامة شاملة على العوامل المؤثرة نحو الحد من اللإنبعاثات هذه العوامل هي: التخطيط المكاني والمناظر الطبيعية والاداء البشري ، والطاقة المتجددة والنظيفة وأنظمة الطاقة والنقل الأخضر والادارة والتحكم.
- دراسة(Bui Suzanne, Casimir,Niluka,2023) بعنوان " **اتخاذ القرار بشأن الحد من انبعاثات الكربون لتجديد المباني: دراسات حالة للمباني الجامعية في نيوزيلندا"**رؤية البحث أن تجديد المباني القائمة أكبر فرصة لتعظيم خفض الكربون داخل البيئة المبنية. تتناول الورقة البحثية التحقيق في عملية صنع القرار الخاصة بتجديد المباني مع مراعاة خفض الكربون طوال العمر باستخدام ثلاث دراسات حالة واقعية تتضمن قرارات إزالة الكربون. و تتناول الدراسة :التبني الفعال لأنظمة تصنيف المباني و أهداف خفض الكربون المطلوبة طوال العمر، وعرضت همية إنشاء ميزانية مالية مخصصة لحلول تجديد تقليل الكربون والحاجة إلى تصميمات تجديد قابلة للتكيف واستراتيجيات طويلة الأجل، بالاضافة إلي تقارير التصميم الشاملة وتعزيز نهج المشاركة المبكرة للمقاولين و التمويل والحوافز الحكومية وتوافر سلاسل التوريد والبيانات. وأشارت إلي أهمية توفير فهم جديد

لممارسات صنع القرار والتحديات التي تواجه عملية التجديد نحو الصفر الكربوني. يوسع البحث المعرفة النظرية والخبرة العملية في تحليل الكربون طوال العمر وتقدير الأداء لتجديد المباني.

- كتاب(Ljubomir Jankovic , 2017,2nd Edition) بعنوان"**تصميم المباني الخالية من الكربون باستخدام أساليب المحاكاة الديناميكية"الجزء 17: طريقة لتحقيق تصميم خالٍ من الكربون باستخدام التحسين متعدد الأهداف"** حيث يتم إجراء تحليلات فنية ومالية وحرارية للراحة بالتوازي. يطبق المبادئ الأساسية،الطبعة الثانية التحسين متعدد الأهداف؛ والنمذجة العكسية؛ والحد من فجوة أداء المحاكاة؛ والتحكم التنبئي؛ والمحاكاة الناشئة المستوحاة من الطبيعة والتي تؤدي إلى رسومات تصبح **"حية"**؛ والاقتصاد البديل لتحقيق نموذج الاستدامة.
- دراسة(إسراء حامد،2024) بعنوان " **إستراتيجيات تصميم الحيز صفري الطاقة لتقليل البصمة الكربونية"** عناصر تصميم الطاقة الصفرية المستخدمة في تصميم snøhettaبالنرويج للوصول الى مبنى صفري الطاقة خالي من الكربون كما يلي:دراسة الحالة مبني سكني وتوصلت إلي استراتيجيات لتحقيق توزان المباني الخالية من الطاقة المنخفضة الكربونZEB وهي تقنيات توفير الطاقة(تصميم غلاف المبني -تخزسن الطاقة – تصميم الإضاءة)، التصميم المستدام السلبي(هندسة المباني – الإضاءة الطبيعية – التهوية الطبيعية)، الطاقة المتجددة(النظام الكهروضوئي – النظام الحراري الشمسى-نظام الطاقة الحرارية الأرضية)،نظام التخزين أو النسخ الإحتياطي للطاقة المتجددة (أنظمة خلايا الوقود-التدفئة المركزية – نظم التبريد-تسخين المياه) نظم وتقنيات تصميم العمارة الخضراء.
- دراسة بعنوان(Zihao Li,2022) بعنوان **"أنظمة الطاقة متعددة المتجهات ومنخفضة الكربون:دراسة حالة لجامعة إدنبرة حول هدف "صافي الصفر" لعام 2040"** ولمعالجة هذه التحديات، تصف هذه الأطروحة تطوير نهج النمذجة القادرعلى ابتكار التكوين الأمثل لنظام الطاقة الكهربية على مستوى الحرم الجامعي بهدف تقليل التكلفة الإجمالية (أي مجموع تكاليف رأس المال والطاقة والصيانة) وانبعاثات الكربون.وخلال العملية،يتم تقديم سلسلة من النماذج ذات الصلة لحل بعض المشاكل المرتبطة بشأن نمذجة الطلب وتقدير ناتج طاقة مزرعة الرياح (WF)بالإضافة إلى محاكاة أسعار الكهرباء في المستقبل. يتم استخدام جامعة إدنبرة (UoE)،وهي منظمة كبيرة في العالم الحقيقي بها عدة احرم جامعية، كدراسة حالة
- دراسة(Christia, Asrul,Taki,2024)بعنوان"**التوأم الرقمي لإزالة الكربون من المباني التشغيلية: مراجعة منهجية وتطوير إطار عمل للتنفيذ" &**دراسة(Martín, Clayton, Rudi,2024) بعنوان"**التخفيف من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري في المباني السكنية القديمة باستخدام لوحة معلومات التؤام الرقمي الحضري"** تناولت تلك الدراستين استراتيجية التؤام الرقمية والتي تقدم نموذج افتراضي لكائن مادي. يمتد ليشمل دورة حياة الكائن ويستخدم البيانات في الوقت الفعلي المرسلة من أجهزة الاستشعار الموجودة على الكائن،لمحاكاة السلوك ومراقبة العمليات.، مثل توربينات الرياح وحتى مدن بأكملها. .لتخطيط المشروعات والبنية التحتية بشكل أفضل مع توفير صورة في الوقت الفعلي لكيفية تقدم المشاريع الحالية واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن الصيانة ودورة الحياة. للوصول إلي الأداء المُحسّن- قدرات تنبؤية ـ المراقبة عن بُعد ـ وقت الإنتاج المعجل وتستخدم العديد من التقنيات لتوفير نموذج رقمي للأصل. وهي تشمل إنترنت الأشياءو الذكاء الاصطناعى يوفر رؤى البيانات حول تحسين الأداء والصيانة ومخرجات الانبعاثات والكفاءات.التوائم الرقمية مقارنة بالمحاكاة أكبر في الحجم والتطبيق.
- **دراسة (Phil Jones,Chris,2013) بعنوان "البصمة الكربونية: تقليل البصمة الكربونية بشهادات التخفيض البصمة الكربونية وتأثيرها علي البيئة**فهم البصمة الكربونية وآثرها علي البيئة - شهادات تخفيض الكربون طرق تقليلها ومقارنة الخيارات الأكثر فعالية ،أمثلة علي برامج شهادات خفض الكربون ،برامج الكربون الناجحة،طرق تقليل البصمة الكربونية وتتلخص في(كفاءة الطاقة

في المباني ووسائل النقل- الطاقةالمتجددة -الزراعةالمستدامة- تعويض الكربون يشمل ذلك مشاريع مثل إعادة التشجير أو تركيب مصادر الطاقة المتجددة.

- دراسة (هشام،سحر،محمد،2023) بعنوان **"إطار مقترح لأسس تصميم فراغات الحرم الجامعي الذكي"**يتناول البحث مدخل الحرم الجامعي الذكي كاحد التوجهات الحديثه في مجال التخطيط والتصميم العمراني الذي يعتمد على فكره التصميم المتكامل ذات الابعاد المتنوعه لفراغات الحرم الجامعي الذكي، يهدف هذا المدخل الى زياده كفاءه وجوده العمليه التعليميه من خلال تحسين الفراغات الجامعيه وتحويلها من فراغات انتقاليه الى فراغات ذكيه تفاعليه تعمل كامتداد خارجي للمباني بما تحتويه من انشطه علميه وبحثيه واجتماعيه وترفيهيه .من اجل حل المشاكل التي يعاني منها الحرم الجامعي التقليدي التي تؤثر بالسلب على جوده التعليم على مستوى العالم وبالاخص الحاله المصريه وبالتالي مواكبه التغيرات التكنولوجيه السريعه التي تحدث في العالم ودخول الجامعات المصريه عصر الجامعات الذكيه
- **السمات العامة للمنشآت الجامعية**
- لكل حرم جامعي شخصيته المميزة له تبعا للبيئة المحيطة به، وفي الوقت نفسه توجد مجموعة من السمات المشتركة التي يجب أن يتسم بها أي حرم جامعي وهي(**الهوية،الإستدامة البيئية،الاتصالي،تنوع النشاط .مجتمع متكامل**)لكي يكون له القدرة على القيام بدوره كمجتمع متكامل وشامل. طبقا للتحليل الدقيق للسمات العامة للحرم الجامعي(عبد الهادي، 2017)
- **الأبعاد والأسس التصميمية للحرم الجامعي التقليدي:**بدراسة وقراءات العديد من الأبحاث والمراجع التي قامت برصد وتحليل الأبعاد والمعايير التصميمية للحرم الجامعي التقليدي ,Ünlü, Ozener (Özden, & Edgü, 2001) (Aydin & Ter, 2008) (Amr, 2015) Cheng, 2011) - (Hanan,2013) - (Matloob et al., 2014) (Hossini,Azemati, Elyasi, & Mozaffar, 2015) (- Torres-Sospedra et al., 2015 (Polatetal, 2016) -(Wilson, 2018) - (Alemu, 2018) (عبدالهادي، 2017) وجد أنه يوجد أكثر من رؤية يتم تناول الحرم الجامعي التقليدي بها وانعكس ذلك علي وجود العديد من التعريفات والتوجيهات له وبتحليلها وجد أنه يمكن تقسيم الأبعاد التصميمية للحرم الجامعي التقليدي إلي ثلاث أبعاد رئيسية هي البعد **العمراني الوظيفي،** البعد**الاجتماعي،** البعد **البيئى**.
- **الحرم الجامعي الذكي :** إنه البيئية التعليمية التي يتم تدعيمها بتقنيات حديثة للخدمات الذكية بهدف دمج البيئة المادية والتكنولوجية الرقمية معا لإقامة بيئة تعليمية ذكية ومفتوحة للمعلمين والطلاب ، بهدف تعزيز العملية التعليمية مع تلبية إحتياجات وتفضيلات المستخدمين(2014 ، Dong & ,Zhang) ,Ch-Villegas ,Pacheco-Palacios ,Mora-Lujan & ,2019) (Liu,، يسهم في تحقيق الارتباط في تقديم الخدمات وخلق محيط تعاوني وفعال وإيجابي للبحث التعاوني والإبتكار(2016 ،Musa(,Ismail ,Fudzee & ,2021) (Shetty & Alghamdi، بالإضافة إلي إنه حرم جامعي أخضر يعزز من إستخدام الطاقات المتجددة وتوفير الطاقة مع إعادة تدويروإستخدام الموارد ، بالإضافة إلى توفيرعوامل الأمان والمراقبة الدورية ، وأيضا سهل الوصول إليه من جميع وسائل النقل العام ومصممة دون أى حواجز لتكون في متناول ذوي الإعاقة وتعمل بفاعلية كمجتمع متكامل (Janelle, Kuhn, Gould, & Lovegreen, 2014) (Alphan & Aşur, et Fortes(.(al., 2019) (2021 بالتالي يمكن تقسيم الإبعاد التصميمية للحرم الجامعي الذكي إلي أبعاد رئيسية

هي البعد العمراني والوظيفي، البعد الإجتماعي، البعد البيئي، البعد التكنولوجي والبنية الأساسية التكنولوجية

- **الحرم الجامعي الأخضر:** الحرم الجامعي الاخضر هو مفهوم يدمج العلوم البيئية في النظام المؤسسي للكلية بشكل متكامل، و ينفذ هذا التكامل في جميع جوانب الإدارة -سياستها وأنشطتها - وممارسات التنمية المستدامة، ولذلك تحتاج الإدارة إلى تطوير برنامج الحرم الجامعي الاخضر، في ضوء معايير تصنيف الجامعات الخضراء مثل معايير (Metric Lourrinx et al., 2021, 1p) Green UI) والحرم الجامعي الاخضر بما لديه من قدرات وموارد وقوة ناعمة يمكن أن يكون له تأثير إيجابي على البيئة، الإقتصادية والإجتماعية، وكفاءة استخدام الطاقة بأقل قدر ممكن من الهدر لتحقيق نفس الوظائف عبر دمج العلوم والقيم البيئية في رسالته وبرامجه، فهو يقدم مثال للتكامل بين العلوم البيئية في جميع جوانب الإدارة والإستدامة .(Lourrinx, 2019,) **ولكن مصطلح الحرم الجامعي منخفض الكربون هو المصطلح الأعم والأشمل الآن.**

الجامعة الخضراء والبصمة الكربونية لمؤسسات التعليم العالي

أنظمة التقييم المتخصصة في استدامة المنشآت الجامعية سيتم عرض أنظمة التقييم الاربعة الأكثر إنتشارا مع مقارنة أهداف ومؤشرات ومخرجات وأبعادكل منهم العمراني والمعماري وتأثيره علي مؤشرالتحكم في البصمة الكربونية وأهم الجامعات.

العنصر	STARS	UI GreenMetric	THE Impact Rankings	QS Sustainability Ranking
الجهة المنظمة	AASHE – أمريكا	جامعة إندونيسيا	Times Higher Education – بريطانيا	QS – بريطانيا
الهدف الرئيسي	قياس الأداء الشامل في الاستدامة داخل الجامعات (أكاديمي، إداري، بيئي)	تصنيف عالمي للأداء البيئي والبنية التحتية	تقييم تأثير الجامعات في تحقيق أهداف التنمية المستدامة(SDGs)	تصنيف الاستدامة المؤسسية والبيئية والاجتماعية
سنة التأسيس	2009	2010	2019	2022
عدد المؤشرات	أكثر من 100 مؤشر موزعة على 7 محاور	39مؤشرًا ضمن 6 فئات	17تصنيفًا يوازي أهداف SDGs	نحو 51 مؤشرًا في نسخته الأخيرة
نطاق التقييم	شامل: التعليم، البحث، الطاقة، العدالة، التخطيط	تركيز بيئي قوي: الطاقة، النفايات، المياه، النقل، البنية التحتية	تركيز على الأثر المجتمعي والمؤسسي لأهداف الأمم المتحدة	تركيز على الاستدامة البيئية + التأثير الاجتماعي والسمعة
المخرجات	تصنيف (Bronze – Platinum) + تقارير تحليلية	ترتيب رقمي عالمي سنوي + تقييم بالفئات	ترتيب فردي لكل هدف SDG + ترتيب إجمالي	تصنيف عالمي مقسم حسب مؤشرات بيئية واجتماعية
قياس البصمة الكربونية	مباشر ضمن محور الطاقة والعمليات	غير مباشر – ضمن مؤشرات الطاقة وتغير المناخ	لا يُقاس بدقة كجزء منفصل	جزئيًا في المحور البيئي
سهولة التطبيق	يحتاج توثيق دقيق وفريق مخصص	سهل نسبيًا، يعتمد على بيانات كمية	يعتمد على البيانات المتاحة علنًا	سهل نسبيًا ويتطلب بيانات محددة فقط
الانتشار العالمي	أكثر من 1000 مؤسسة في 55 دولة	1,477جامعة في 84 دولة (2024)	أكثر من 1,900 جامعة (2024)	1,403جامعة(2024)
مشاركة الجامعات المصرية	محدود جدًا	قوي: (القاهرة، عين شمس، المنصورة، أسيوط)	عدة جامعات مصرية مشاركة	القاهرة، مدينة زويل
السمات العامة	الأفضل أكاديميًا ومنهجيًا – يشمل التعليم، الطاقة، العدالة الاجتماعية	شامل للطاقة، النقل، النفايات، المساحات الخضراء – سهل التطبيق	يركز على الأبعاد المؤسسية والسياسات	يركّز على السمعة العالمية والمجتمع – لا يدخل في العمارة مباشرة
التركيز المعماري والعمراني	مرتفع: يتناول الحرم الجامعي، الطاقة، التخطيط	متوسط: يشمل البنية التحتية والمساحات الخضراء	ضعيف: يركز على السياسات والمجتمع أكثر	ضعيف: يركّز على السمعة والاستراتيجية البيئية فقط

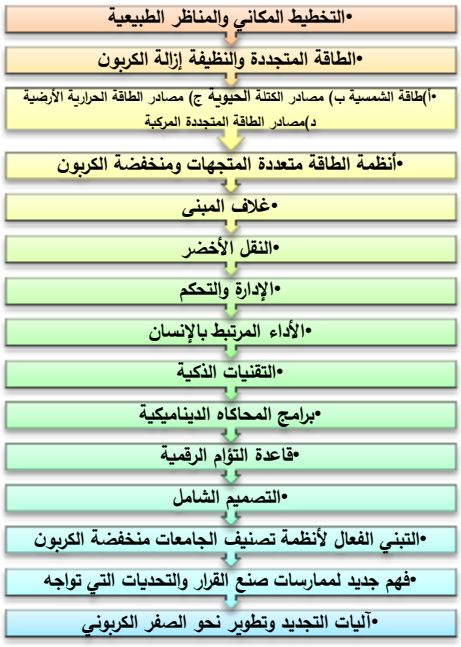
بتصريف الباحثة 2024) QS (2024),Times Higher Education (2024),UI GreenMetric (2024),*STARS*AASHE (2024)

ومن الدراسات السابقة والجزء النظري للبحث نستخلص أهم استراتيجيات التصميم العمراني المستدام والتقنيات للتحكم في البصمة الكربونية في المنشآت الجامعية وبعد دراسة مفهوم وأبعاد الحرم التقليدي والذكي ودراسة مفهوم الحرم الجامعي الاخضر المستدام وصولا إلي مفهوم الحرم الجامعي المنخفض

الكربون تم استخلاص معايير التصميم العمراني المستدام للحرم الجامعي المنخفض الكربون فهو الأعم والأشمل الآن ،والتي تنعكس كمؤشرات متنوعة من خلال الأبعاد التصميمية الاربعة (البيئة والعمرانية والتكنولوجية والإجتماعية) وهي على النحو التالي:

إستراتيجيات التصميم العمراني المستدام للتحكم في البصمة الكربونية في المنشآت الجامعية

تُعتبر الحُرُم الجامعية مدنًا صغيرة الحجم، ولها تأثير كبير على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ومعايير الاستدامة نظرًا لشكلها العام والمناظر الطبيعية داخلها. ويمكن أن تتأثر بنية استخدام الأراضي، وبناء البنية التحتية، والنقل، ومصارف الكربون بشكل الحرم الجامعي، مما يؤثر في نهاية المطاف على استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل مباشر وغير مباشر (Liu et al., 2020). ونظرًا لأن شكل الحرم الجامعي لا يتغير بسرعة بعد البناء، فإن له تأثيرًا تدريجيًا على انبعاثات الكربون على المدى الطويل، حيث إن التصميم غير المناسب قد يؤدي إلى عواقب اجتماعية واقتصادية وبيئية وخيمة (Zhang and Wang, 2018). علاوة على ذلك، قد يُساعد تصميم الحرم الجامعي في تخفيف استهلاك الوقود الأحفوري وتقليل الطلب على الطاقة من خلال دمج عناصر تصميمية مثل تظليل المظلات، ومصدات الرياح، وزيادة المساحات الخضراء (Chen et al., 2019).



إستراتيجيات وتقنيات التصميم العمراني المستدام المستخلصة من الجزء النظري والدراسات السابقة المصدر: الباحثة

المعايير التصميمة للحرم الجامعي المنخفض الكربون

باستعراض العديد من الأبحاث والمراجع التي قامت برصد وتحليل الأبعاد التصميمية ((Nuzzaci & La Vecchia, 2013) - (Veeramanickam & Mohanapriya, 2016) - (Atif, Mathew, & Lakas, 2015) (- Polat et al, 2016 -) (Yerli & Ozdede, 2017) - (Özkan et al., 2017) وجد أن ترتيب المعايير التصميمية تختلف طبقا لأهميتها في حالة الحرم الجامعي المنخفض الكربون تختلف عن التقليدي أولا البعد البيئي ثم العمراني والوظيفي، يليه البعد التكنولوجي ثم البعد الاجتماعي وتوفير احتياجات المستخدمين وتصميم حرم جامعي قادر علي تلبية احتياجات المستخدمين المتغيرة والمتنوعة، وتصميم حرم جامعي ذكي صديق للبيئة قادر علي إدارة الموارد البيئية بصورة فعالة ومستدامة، بالإضافة إلى العودة إلى الطبيعة وتوفير مسطحات خضراء مناسبة. من تحليل مقارن بين الأبعاد والأسس التصميمية للحرم الجامعي التقليدي والذكي المنخفض الكربون علي مستوى العالم، وحيث أنه البيئة التعليمية التي يتم تدعيمها بتقنيات حديثة للخدمات الذكية من خلال دمج البيئة المادية والتكنولوجية الرقمية معا لإقامة بيئة تعليمية ذكية صحية ومفتوحة للمعلمين والطلاب، بهدف تعزيز العملية التعليمية مع تلبية احتياجات وتفضيلات المستخدمين (Liu, Zhang, & Dong, 2014) كما أنه أكثر كفاءة واتصالا بالعالم الخارجي ويعمل علي تنمية وتعزيز سمعة الجامعة كمؤسسة أكاديمية و تعليمية؛ وبالتالي سيؤدي إلى اتصال مختلف العمليات الأكاديمية والإدارية وتحقيق الانضباط في تقديم الخدمات وخلق محيط تعاوني وفعال وإيجابي للبحث التعاوني والابتكار (Alghamdi & Shetty, 2016) (Musa, Ismail, & Fudzee, 2021)، بالإضافة إلي أنه حرم جامعي أخضر يعزز من استخدام الطاقات المتجددة وتوفير الطاقة مع إعادة تدوير واستخدام الموارد، بالإضافة إلي توفير عوامل الأمان والمراقبة الدورية، وأيضا سهولة الوصول إليه من جميع وسائل النقل العام ومصممة دون أي حواجز لتكون في متناول الأشخاص ذوي الإعاقة وتعمل بفاعلية كمجتمع متكامل (Fortes et al.,

2019) (Alphan & Aşur, 2021) (Janelle, Kuhn, Gould, & Lovegreen, 2014) وسدالفجوة بينهم واستنتاج تأثير رؤية الحرم الجامعي الذكي علي تطوير أسس تصميمية قائمة وإضافة أبعاد وأسس تصميمية جديدة، وبالإضافة إلي ما تم التوصل إليه من الدراسات النظرية؛ تم استنتاج إطار مبدأي مقترح لمعايير التصميم العمراني المستدام للحرم الجامعي المنخفض الكربون، ينقسم إلي 4 أبعاد تصميمية رئيسيةالبعد العمراني و الوظيفي، البعد الاجتماعي وتوفير احتياجات المستخدمين، البعد البيئي، البعد التكنولوجي والبنية الأساسبية الذكية(، وتنقسم هذه الأبعاد إلي مجموعة من الأسس التصميمية، التي يمكن قياسها وفقا لمجموعة من المؤشرات التصميمية؛ فيما يلي:

المعايير والأسس التصميمية للحرم الجامعي المنخفض الكربون.

المعيار التصميمي	الأسس التصميمة	المؤشر والتطبيق
البعد البيئي	التوافق مع طبيعة الموقع المناخ وتطوير الخصائص البيئيه	زيادة نسبة المساحات الخضراء
		استخدام المسطحات المائيه لتقليل من درجة الحراره
		التوزيع الملائم للنباتات بما يحقق الإظلال الجيد للفراغات.
		استخدام نظام ذكى لادارة المخلفات واعادة تنقيتهاوتدويرها
	ادارة الموارد البيئيه	استخدام نظام ذكى لترشيد استهلاك المرافق(الطاقه،المياه،الغاز)
		استخدام النظام الذكى لمعالجة المناخ والتحكم بالراحه الحراريه فى الفراغات للمستخدمين
		استخدام نظام ذكى للحد من التلوث البيئى لتنقيةالهواء.
	السلامه والامان البيئى	استخدام نظام ذكى لمراقبة الفراغات وتأثيرها على المؤشرات الحيويه للمستخدمين
		استخدام نظام ذكى للطوارىء وسلامة المستخدمين
البعد العمراني	المداخل والبوابات المميزة بصريا	وجود تعدد في المداخل واستخداماتها.
		وجود مداخل تفاعلية تعطي إحساس بالترحاب للمستخدمين.
		وجود مداخل وبوابات تجعله حرم جامعي متفرد بصريا.
		وجود تنوع في خصائص البوابات المميزة تبعا لوظيفتها.
		وجود مداخل وبوابات مميزة بصريا تعكس هويةالجامعة
	مسارات الحركة	تنوع وسائل الحركة
		عدم تقاطع شبكة الأليات مع المشاة وشعور المستخدمين بالأمان
		وجود مسارات مشاة مظللة مناسبة للحركة.
		وجود شبكة حركة قوية ومتصلة
		وجود مسارات تفاعلية محاط بالأنشطة.
		وجود مسارات بيئية وصديقة للمستخدمين وملائمة لذوي الهمم
	مناطق متجانسة في الخصائص	تجانس توزيع الاستعمالات وملائمتها لبعض.
		قصر مسافات السير من المناطق وبعضها.
		وجود تجانس بصري ووظيفي لكل منطقة مع نفسها ومع باقي الاستعمالات.
		وجودتميز في كثافة النشاط الحركة بين المناطق المتجانسة
		زيادة كثافة النشاط في المناطق المركزية وقلب الحرم
	الحدود والفواصل البصرية	وجود حدود متكاملة مع البيئة المحيطة دون الإحساس بالفصل التام.
		وجود حدود مميزة للحرم الجامعي تعبر عن هويته.
		وجود نقاط واضحة للدخول من وإلى الحرم الجامعي.
		وجود حدود تفاعليه مع المستخدمين من داخل وخارج الحرم.
		وجود حدود مميز ة تجعل الحرم الجامعي متفرد.
	مناطق تجمع رئيسية	وجود عناصر فرش للموقع ذكية ومرنة
		وجود فراغات مرنة متعددة الاستخدامات
		تصميم فراغات شبه مغلقة للشعور بالاحتواء.
		تغير التشكيل العمراني للفراغات للتميز بينها.
		ملائمة مساحة الفراغات لمعدل التدفق عليها والأنشطة بها

		تعدد وسائل الحركة والوصول للفراغات.
		وجود تدرج واضح في شبكة الفراغات طبقا لأهميتها ولاستخداماتها.
		وجود فراغات متصلة ببعضها بشبكة قوية.
البعد التكنولوجي	البنيه التحتيه الذكية و التقنيه الحديثة	استخدام تقنيات حديثه ومتطوره فى الري
		الاستفاده من مياه الامطار عبر تجميعها
		استخدام الطاقات المتجدده)الرياح – الشمسيه)
		التقليل من الاستهلاك الاجمال للطاقة فى المبانى
		الحد من استهلاك الطاقه فى الفترات الشاغره)استخدام اجهزه استشعار الضوء وللاشغال- السيطره على تشغيل واطفاء الاجهزه الكهربائيه)
		استخدام المنتجات الموفره للطاقه
	الإدارة الذكية للحرم الجامعي المنخفض الكربون	وجود قاعدة معلومات ذكي ومرن وشامل لكل الاطراف العملية التعليمية ضمن الحرم الجامعي
		وضع خطة لتأسيس البنية التحتية للتعلم الإلكتروني
		وضع نظام ذكى لادارة الفراغات الداخليه والخارجيه للحرم الجامعى والتحكم بها
		نظام ذكى لاضاءه الفراغات للحرم الجامعى
		نظام ذكى للامان و مراقبة الفراغات للحرم الجامعى
	استخدام الانظمه الذكيه لبيئه تفاعليه وملائمه للمستخدمين	استخدام انظمه ذكيه تفاعليه داخل الفراغات
		وجود انظمة البيئة الرقمية التي تستجيب لاحتياجاتهم وعادتهم ومشاعرهم
		انظمة متجاوبة وتفاعلية ويمكن الوصول اليها في اي وقت وفي اي مكان
		تواجد وتوزيع وحدات التحكم الالكترونية الشبكية التقنية.
البعد الاجتماعي وتوفير احتياجات المستخدمين	تصميم بيئه وفراغات تفاعليه ملائمه لاحتياجات المستخدمين	وجود عناصر مميزة تفاعلية ذكية داخل الفراغات .
		التكامل بين الابنيه والخدمات داخل حدود المنشأة الجامعية
		المشاركه الاجتماعيه فى مختلف الانشطه المتنوعه
		مشاركة المستخدمين في الأنشطة المختلفة.
		التعبير عن الثقافات المحليه
		وجود تفاعل بين المستخدمين والمبني بحيث يكون المبنى جزء من الفراغ
		تفعيل حرم المشاه وتنوع الفعاليات الموجود
		مساهمة المستخدمين في تصميم الفراغ الخاص بهم عن طريق وجود عناصر متحركة مرنة ذكية داخل الفراغ يمكن تحريكها لتصميم فراغ معبر عن مستخدميه وشعورهم بالانتماء له
		وجود أنشطة متنوعةدائمة في جميع الأوقات تثري التفاعل الثقافي
		توفر مسطحات مناسبة تصلح كامتداد للأنشطة من داخل المباني

المصدر الباحثة بتصريف عن فهيم احمد (2022) ،- (Yerli & Ozdede, 2017) -
- (Musa et al., 2021)) . (Torres-Sospedra et al., 2015) - (Amr, 2015)عبد الهادى (2017)حسين حسان 2018

استنتج من الجدول السابق ان جميع العدد المؤشرات التصميميه للابعاد الاربعه هو 63 مؤشر تصميمي تنقسم الى 9 مؤشرات للبعد البيئي،29 مؤشر للبعد العمراني الوظيفي ،15 مؤشر للبعد التكنولوجي حيث انه النواه الرئيسيه لفكره الحرم الجامعي المنخفض الكربون ويؤثر ويتدخل في 10 مؤشرات للبعد الإجتماعي وبتحقيق تلك المؤشرات تؤدي الى التحكم في البصمه الكربونيه من خلال الاستراتيجيات التصميم العمراني المستدام في المنشات الجامعية.

دراسات الحالةأولًا: المعايير العامة لاختيار حالات الدراسة

1. **التنوع الجغرافي :**تم اختيار حالات من ثلاث مستويات (عالمية، إقليمية، محلية) لضمان تنوع في المناخ، السياسات، والثقافات العمرانية.
2. **الريادة في الاستدامة :**الجامعات المختارة معروفة بمبادراتها البارزة في التصميم العمراني المستدام.
3. **حجم وتأثير الحرم الجامعي :**مؤسسات كبيرة نسبيًا ذات حرم جامعي متكامل وواضح المعالم.
4. **توفر البيانات :**وجود معلومات منشورة وشفافة عن استراتيجيات تقليل البصمة الكربونية.
5. **تصنيف مؤسسي معترف به :**الجامعات جميعها مصنفة ضمن أحد التصنيفات العالمية المعتمدة مثل QS Sustainability، UI GreenMetric، أو THE Impact.
6. **تنوع الأنظمة والسياسات :**تمثل الحالات أنظمة حوكمة مختلفة (حكومية، خاصة، دولية).وهم علي النحو التالي :

المعيار	جامعة واشنطن	جامعة تورنتو	جامعة الملك عبدالله	الجامعة الأمريكية بالقاهرة
التصنيف الحجمي	جامعة كبيرة تضم أكثر من 54,000 طالب، ما يجعلها نموذجًا قابلًا للتحليل العمراني الشامل (AASHE, 2023).	واحدة من أكبر الجامعات الكندية بعدد طلاب يفوق 90,000، وأكثر من 700 مبنى.(QS, 2024)	تخطيط عمراني واسع النطاق بمساحة 36 كم²، مصممة كمجتمع بحثي متكامل (KAUST, 2022).	حرم يمتد على 260 فدان، يضم عددًا متنوعًا من المباني والخدمات (AUC, 2023).
التصنيف المكاني	مناخ معتدل بارد في سياتل، يدعم دراسة تكامل التصميم مع حلول التدفئة الطبيعية والطاقة (UI GreenMetric, 2024).	مناخ بارد في تورنتو، يتيح دراسة الاستجابات التصميمية لتوفير الطاقة (THE Impact Rankings, 2024).	مناخ صحراوي ساحلي في ثول، يشكل تحديًا عمرانيًا للطاقة والمياه (KAUST, 2022).	مناخ صحراوي حار في القاهرة، يحفز الاعتماد على حلول التظليل والتبريد السلبي.(AUC, 2023)
التصنيف الوظيفي	حرم متكامل يجمع التعليم، السكن، البحث، والخدمات (AASHE, 2023).	تنوع وظيفي في الحرم بين أكاديمي، بحثي، سكني، وخدمي.(QS, 2024)	وظائف متعددة من تعليم، سكن، بحث وخدمات مجتمعية، في بنية عمرانية موحدة (KAUST, 2022).	حرم وظيفي شامل يحتوي على مختلف مرافق التعليم والخدمة والسكن (AUC, 2023).
التصنيف التنظيمي	مؤسسة عامة أمريكية تتبنى استراتيجيات حياد كربوني منذ 2009 (AASHE, 2023).	مؤسسة حكومية كندية بتوجهات واضحة نحو الاستدامة الكربونية (UI GreenMetric, 2024).	مؤسسة بحثية حكومية سعودية ملتزمة بمبادئ الاستدامة منذ تأسيسها (KAUST, 2022).	مؤسسة خاصة تُصدر تقارير بيئية سنوية حول الأداء المستدام (AUC, 2023).
التميز في التصنيفات	حصلت على STARS Gold، وظهرت في QSو THEو UI GreenMetric (AASHE, 2023; QS, 2024).	تتصدر الترتيب في التصنيفات البيئية الدولية (QS, 2024; THE, 2024).	مشاركة فعالة في المؤشرات الدولية وتقارير الأداء البيئي (KAUST, 2022).	مشاركة واضحة في QS Sustainabilityو UI GreenMetric (AUC, 2023).
تفعيل الأبعاد التصميمية	تعتمد التصميمات الذكية، المساحات الخضراء، إدارة المياه والطاقة المتجددة (AASHE, 2023).	اعتماد تكاملي للحلول العمرانية البيئية، من تهوية طبيعية إلى إعادة استخدام المباني.(QS, 2024)	دمج نظم التبريد المبتكرة، الزراعة المحلية، والواجهات الذكية في تصميم الحرم (KAUST, 2022).	تضم أنظمة إنارة طبيعية، تشجير واسع، واستخدام الطاقة الشمسية في بعض المرافق.(AUC, 2023)

أولا :دراسات الحالة رصد وتحليل الأبعاد والأسس التصميمية للحرم الجامعي الذكي لجامعة واشنطن (University of Washington) تقع جامعة واشنطن بمدينة سياتل الساحلية بالساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية، تأسست الجامعة في عام1861 ، وهي جامعة عامة تقوم بتعليم أكثر من 54000 طالب سنويا، وتبل مساحتها تقريبا 700 فدان، وتضبم أكثر من 500 مبنى من ضمنهم واحدة من أكبر أنظمة المكتبات في العالم بأسبره مع أكثر من 26 مكتبة جامعية بالإضافة إلى قاعات المحاضرات ومراكز المؤتمرات والمتاحف ومراكز الفنون والملاعب(ASLA, 2011)

شبكة الفراغات والمحاور الرئيسية لحرم جامعة واشنطن المصدر :ASLA,2011

من أبرز الجامعات في مجال الاستدامة البيئية، حيث حققت تقدمًا ملحوظًا في التصميم العمراني المستدام وتقليل البصمة الكربونية داخل الحرم الجامعي

الإنجازات البيئية حصلت جامعة واشنطن علي تصنيفات THE ,QS, GREEN METRIC, STARS

خطة العمل للاستدامة: أطلقت الجامعة خطة العمل للاستدامة في عام 2020،وتحدد 10 أهداف يجب تحقيقها،تشمل هذه الأهداف تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 15%، وتقليل استخدام المياه، وتعزيز التنقل المستدام .washington.edu. (**الانتقال إلى الطاقة النظيفة -المباني المستدامة)**

الإنجازات في تقليل البصمة الكربونية(تقليل انبعاثات النقل استخدام وسائل النقل المستدامة-تحسين كفاءة الطاقة تركيب أجهزة قياس ذكية، وتنفيذ مشاريع لتوفير الطاقةsustainability.uw.edu .-إدارة النفايات)

إستراتيجيات البعد التكنولوجي:رصد وتحليل البعد التكنولوجي والبنية الأساسية الذكية : نظام إدارة ذكي يقوم بربط جميع مكونات الحرم الجامعي تعتمد علي تكنولوجيا المعلومات،حيث الأمان و حماية المستخدمين عن طريق أنظمة ذكية للمراقبة والإضاءة والنقل،والادارة لرفع كفاءةالفراغات وإدارة الموارد(المياه والطاقة**).**

الفراغات المفتوحة والمساحات الخضراء التفاعلية بحرم جامعة واشنطن المصدر :(ASLA,2011)

إستراتيجيات البعد العمراني والوظيفيينقسم حرم جامعة واشنطن إلى اربعة أجزاء رئيسية ترتبط مع بعضها بشبكة قوية من الفراغات ومسارات الحركة الرئيسية والمتنوعة والمساحات الخضراء ويتم رصد الأسس التصميمية للبعد العمراني كما يلي:

المداخل والبوابات المميزه بصريا: يتميز بتصميم مميزتعطي احساس بالترحاب-وجود تدرج في خصائص تصميم المداخل.

مسارات الحركه: يتميزبشبكه قويه ومتصله من مسارات ووسائل الحركةالمتنوعه تفاعليه غنيه بالانشطهالتفاعلية صديقة للبيئة.

مناطق متجانسه في الخصائص: يتسم بالتجانس البصري بين مكوناته ووجود بعض الكائنات المميزه بصريا التي تميز كل منطقة.

الحدود والفواصل البصريه: وجود حدود خارجيه تفاعليه متكامله مع البيئه المحيطه ومناطق مفتوحه متداخله مع المحيط العمراني،بالاضافه لوضوح نقاط محدده مميزه للدخول الى الحرم الجامعي والربط بينه وبين البيئه المحيطة.

مناطق تجمع رئيسيه: يتميز بشبكه المحاور الخضراء التفاعليه المتنوعة والمتدرجه في المساحه لتصميم الفراغ والانتماء له.

تظليل فراغات المناطق السكنية المصدر : https://www.utm.utoronto.ca/

إستراتيجيات البعد الاجتماعي تم تفعيل نظام بيئي ذكي يعمل على اداره الموارد البيئيه الايكولوجيه لتحقيق بيئه صحيه للمستخدمين.

ثانياُ:دراسة الحالة العالمية جامعة تورنتو ميسي سوجا University of Toronto Mississauga

في عام 1965 تسلمت إدارة الجامعة موقعا لبدء تكوين جامعة تورنتو مقاطعة ميسي سوجا 10 (UTM)؛ لتصل مساحته اليوم إلى 190.000 متر^2،مع الاحتفاظ بمسطحات مفتوحة داخل هذا المخطط تتيح التوسع المستقبلي في مباني الجامعة. اعتمدت محددات تمثل

إطارا تصميميا للمخطط هي كما يلي: (تأسيس محورين مركزيين يتقاطعان في قلب المخطط، يكون الغرض منهما أن يكونا ممرات مشاة - الحفاظ على فكرة الطريق الدائري المحيط بالمخطط ليخدم المباني الأكاديمية- السعي إلى تكوين / صياغة سلسلة من الفراغات والأفنية المفتوحة- تكوين منطقة مركزية خضراء تعرف دائما على أنها قلب الحرم الأخضر- الارتباط والحفاظ على مقومات البيئة الطبيعية بالمخطط).

إستراتجيات البعد البيئي لحرم تورنتو : فكرة الأسطح الخضراء؛ حيث جاءت كرد فعل للاعتماد على مبنى رئيسي للحرم ما دفع المصمم إلى استخدام سطح هذا المبنى(نسب الفراغات المفتوحة10.6 %طرق ومواقف السيارات – 80.5 % مسطحات خضراء) التداخل على مستوى الاستخدامات الترفيهية، الإدارية، الرياضية، التعليمية والسكنية(**استخدام الأسطح الخضراء والتقنيات البيئية لتدوير الامطار والطاقة-تصميم المباني المستدامة**).

إستراتيجيات البعد العمراني للحرم: قامت الفكرة التصميمية لمخطط الحرم على المبنى المركزي،

توفير مسافات بين المباني تزيد عن 10 م لممارسة الأنشطةالمتنوعة

دراسة المداخل ومسافات الحركة بالحرم الجامعي

الطبيعة التصميمية للحرم واعتماده على مبنى مركزي يمكن ربطة بما يستجد من مباني وإحترام الطبيعة التي تحده من الإمتداد ،المصدر: https://www.utm.utoronto.ca/

الأمر الذي جعل من العلاقة بين كافة المباني كما هو موضح وهذا المبنى محددا رئيسيا حاكما خاصة في مسارات المشاة ومسافات السير المتوقعة. كافة العوامل السابقة ساهمت في الصورة النهائية للمخطط مع الحفاظ على منطقة مركزية مرتبطة بالمبنى الرئيسي والعلاقة فيما بينه ومبنى الخدمات الترفيهية للطلاب ومختلف المباني المستحدثة داخل الحرم، مع الحفاظ على مقومات الحرم الطبيعية دون تعدي قدر المستطاع.بالاضافة إلي تنوع من عناصر تنسيق الموقع كالتبليطات، الجلسات،الإنارة .

إستراتيجيات البعد التكنولوجي لحرم تورنتو: التحول إلى الطاقة المتجددة والتقنيات الذكية مشروع "LEAP"(برنامج تسريع الانبعاثات المنخفضة)، بنسبة 61%، من خلال تحديث شامل للبنية التحتية للطاقة،استبدال الغلايات التي تعمل بالغاز بوحدات كهربائية، وتركيب مضخات حرارية عالية الكفاءة، وتحديث أنظمة التحكم في المباني .من المتوقع أن يقلل هذا المشروع من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ بمقدار 49,023 طنًا سنويًا(sustainabilitymag.com+2cib-bic.ca+2ecosystem-energy,2025).

الاستفادة من الطاقة الجوفية مشروع "Landmark" في الحرم الجامعي الرئيسي أكبر نظام تبادل حراري جيولوجي حضري في كندا، حيث يمتد عمقه إلى 200 متر تحت الأرض .يهدف هذا النظام إلى تعديل درجة حرارة المباني الحالية، مما يقلل من انبعاثات غازات الدفيئة بمقدار 15,000 طن سنويًا.

الموقع العام لحرم جامعة عبد الله للعلوم والتقنيه
المصدر(KAUST, 2023)

إستراتيجيات البعد الإجتماعي في الحرم الجامعي لجامعة تورنتو:الاتصال البصري بين الفراغات والاتصال البصري بين الفراغ والمحيط بما فيه من إمكانات جماليةوطبيعية كبيرة. توفير مسافات بين المباني تزيدعن 10 م لممارسة الأنشطةالمتنوعة.

ثالثاً: التجربه الاقليميه جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنيه بالسعوديه

تقع في مدينة ثول بالمملكة العربية السعودية. يقع مركز ثول بمحافظة جدة على ساحل البحر الأحمر،على بعد 80 كيلومترًا شمال مدينة جدة، 1000 طالب،تبلغ مساحتها 36000 متر مربع. حصلت على جائزة أفضل عشرة مباني مستدامة لعام 2010 وحصلت أيضا على الشهادة البلاتينية للمباني الجديدة من مجلس المباني الخضراءبأمريكا وحصلت علي تصنيف .QS &THE.

إستراتجيات البعد البيئى في الحرم الجامعي لجامعة الملك عبد الله

تصميم الحدود والحواف : تطل المباني على البحر الأحمر دون عوائق بصرية ومراعاة حدود البحر في التخطيط، تعزز الاستدامة البصرية فيما يتعلق بالحدود الطبيعية للموقع.

يوضح الظلال التي يوفرها النسيج المتضام وعناصر تنسيق الموقع لتنقية الهواء والعناصر المائية لتلطيف درجات الحرارة داخل الافنية وخارجها -حرم جامعة عبد الله للعلوم والتقنيه
المصدر(KAUST, 2023)

تصميم القطاعات:يعد القطاع الأكاديمي والمجتمعي والبحث المجالات المختلفة للحرم الجامعي. ويوضح نموذج المدن العربية القديمةمعبر عن استدامة الحرم الجامعي. استخدام العمود الفقري لممرات المشاة التي تربط جميع المباني بالخارج استدامة القطاعات.

إستراتيجيات البعد العمراني في الحرم الجامعي لجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية:

تخطيط المسارات : تم تخطيط المسارات في جامعة الملك عبد الله بشكل مستدام من خلال توفير ممرات للمشاة ، وتعزيز الاستدامة الجمالية ، وتوفير الظل ، سواء بميزات طبيعية مثل الأشجار والنخيل أو المظلات غير الطبيعية مثل المظلات. تم اختراق المباني السكنية من خلال قناة تم أخذها من البحر الأحمر لتزويد المستهلكين بالراحة الحرارية والاستدامة البصرية.

البرجان الشمسيان: قادر الحفاظ على راحة الأشخاص الذين يستخدمون الفناء الخارجي من خلال الاستفادة من الشمس والرياح السائدة من الشمال الغربي لتوليد فرق ضغط سلبي ونسيم مستمر على طول الأفنية المظللة .

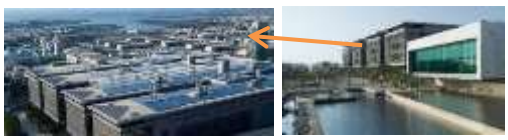
برج مناره جامعة الملك عبد الله
المصدر(العواجي،2019)

تصميم العقد والميادين :استخدمت العناصر النباتيه والمائيةلتعزيز الراحة الحرارية والبصرية.

تصميم العلامات المميزة : استخدم برج شاهق مستوحى من التقاليد البحرية العربية والشعاب المرجانية في البحرالأحمرليكون علامة مميزة للحرم الجامعي يعمل كمنارة للجامعةوتبريد نفسه.

إستراتيجيات البعد التكنولوجى في الحرم الجامعي لجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية:

تحسين كفاءة استخدام المياه : يتم توجيه جميع المياه في الحرم الجامعي الرمادية والسوداء حتى مياه الأمطار القليلة جداً إوتتم معالجة مياه الصرف 100 % من خلال محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الحرم الجامعي وتوفر هذه المحطة 100%من احتياجات الري في الحرم الجامعي ولقد تم توفير 2.5 مليون جالون كما تطبق مجموعة من الآليات والتقنيات لتعزيز كفاءة الطاقة في أسطح مبانيها، منها :



الخلايا الشمسية للحرم جامعة عبد الله للعلوم والتقنيه
المصدر(KAUST, 2023)

كفاءة استخدام الطاقة-إدارة المواد والموارد-إعادة التدويريستخدم برنامجًا شاملا لإعادة التدوير والتسميد وتدويرالورق والزجاج والبلاستيك والمعادن وتجميع جميع الموادالقابلة للتحلل وتعمل مركبات التدوير على أنواع الوقود البديلة).

إستراتيجيات البعد الاجتماعى في الحرم الجامعي لجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنيه: صممت على محاكاة الثقافة والتراث العمراني الإسلامي وتطويرها.استخدمت تقنية المباني المتقاربة-الخيمة البدوية والتفريعات الدقيقة مثل المشربية والأفنية.

رابعاً: التجربه المحليه الجامعة الامريكيه بالتجمع الخامس بالقاهرهتقع بمدينة القاهرة بالتجمع الخامس، أسست الجامعة في عام 1919 ، وهي جامعة خاصة تقوم بتعليم أكثرمن5500 طالب سنويا،وتبلغ مساحتها تقريبا 260 فدان.

موقع الحرم الجديد للجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة والاستخدامات مختلفة بالحرم المصدر : https://crja.com/project/aucmaster plan/(AMR,2015)

إستراتيجيات البعد البيئى فى حرم الجامعه الامريكيه

تصميم الحدود والحواف :الحرم جزءمن الهضبة الشرقية ويوجد أخدودعميق يخترق الموقع من الشمال للجنوب مع وجود فرق الارتفاع بين قمة وقاع الأخدود يصل إلى ثمانية أمتار وقد تحققت الاستدامة في الحفاظ على الأخدود واستغلاله كحديقة

تصميم القطاعات : تظهر استدامة القطاعات في الحرم حيث احترام الهضبة المقام عليها فقسم الحرم الجامعي إلى أربع قطاعات ويجمع القطاعات شريان رئيسي (يعتبرالعمود الفقري للحرم)رحيث استدامة التواصل والتنقل بين قطاع والآخر. **تصميم المسارات :** سلسلة مستمرة من المساحات المغلقة ترتبط بممرات ضيقة بين المباني تنقل الطبيعةالحارة المصرية للحصول على أكبر قدر من التظليل ويتخللها ممرات مائية لتقليل من درجة الحرارة وإعطاء جو ديناميكي حي كما في الشكل.

إستراتيجيات البعد العمراني فى حرم الجامعه الامريكيه

تصميم العقد والميادين : سلسلة من الأفنية الصغيرة المحمية تتميز معظمها بالعناصر المائية والنباتية والتي تتمثل في النخيل وهي مناسبة تماما للبيئة الصحراوية،المنطقة الرئيسية في الحرم وهي أهم العقد

المنطقة الرئيسية بالجامعة الأمريكية الإستراتيجيات المستخدمة لتظليل مسارات حرم الجامعة الأمريكية المصدر: (كامل ابو الخير2024)

استراتيجيات لإستدامة في البعد العمراني المسارات قطاعات الحرم والنسيج المتضام لوفرة الظلال المصدر:السابق

في الحرم وتسمىBartlett Plaz **تصميم العلامات المميزة :** حائط الذكريات أو جدار الخريجين هو العلامة المميزة للحرم ويحيط بالحرم الجامعي.

إستراتيجيات البعد التكنولوجى في الجامعة الأمريكية(تحسين كفاءة استخدام المياه: جميع مياه المناظرالطبيعية قابلة للنقل وإعادة تدويرها جميعًا ، يوجد 27 نافورة مياه مغلقة لتلطيف الحرارة-إنشاء محطات تعبئة لزجاجاتالصحية في الحرم الجامعي.

كفاءة استخدام الطاقة : توزيع الحدائق على طول الحرم الجامعي وحول المباني-تصنيع حوالي 80 % من الحوائط الخارجية للحرم من الحجر الرملي الذي يساعد على جعل المباني باردة خلال النهار ودافئة أثناء الليل(2025)aucegypt

الحدائق والافنيةحول المباني والحجر الرملي لتكثيف الهواء وتقليل استخدام التكيفات المصدر: السابق

(إدارة المواد والموارد- إعادة التدوير)إحياء العمليات التقليدية لقطع المواد الحجرية من صعيد مصر لبناء جدران الحرم الجامعي، الاحجار المستخدمة تم قطعها وتشكيلهافي المصنع الذي تم إنشاءه في الموقع. الحجر الرملي المتبقي من البناء قد تم إعادة تدويره واستخدامه

إستراتيجيات البعد الاجتماعى فى حرم الجامعه الامريكية يجسد الثقافات المحلية ودمجها مع الفنون الليبرالية والدمج بين التقاليد المصريةالقديمة والعمارة.

بعد رصد الإستراتيجيات في حالات الدراسة الأربعة من خلال المعايير البيئية، العمرانية، التكنولوجية والإجتماعية،ننتقل إلي:

تقييم وتحليل مقارن لدراسات الحالة الأربعة: التقييم من خلال المعايير والمؤشرات النهائية من الدراسة النظرية والتحليلة كما هو موضح بالجدول التالي حيث يعبر عن المؤشر المحقق(●)بنقطة واحدة،وجزئيا(◐)نصف نقطة،ولم يحقق(○) صفر.

- حيث أن جامعة واشنطن يرمز لها بالرمز (A)
- جامعة تورنتو يرمز لها (B)
- جامعة الملك عبد الله (C)
- الجامعة الامريكية (D)

تقييم وتحليل دراسه الأربعة تجارب جامعيه: لمعايير الحرم الجامعي المنخفض الكربون						
المعيار التصميمي	الأسس التصميمة	المؤشر والتطبيق	A	B	C	D
البعد البيئي	التوافق مع طبيعة الموقع المناخ وتطوير الخصائص البيئيه	زيادة نسبة المساحات الخضراء	●	○	●	●
		استخدام المسطحات المائيه لتقليل من درجة الحراره	○	◐	●	●
		التوزيع الملائم للنباتات بما يحقق الإظلال الجيد للفراغات.	◐	◐	●	●
	ادارة الموارد البيئيه	استخدام نظام ذكى لادارة المخلفات واعادة تنقيتها واعادة تدويرها	●	◐	●	○
		استخدام نظام ذكى لترشيد استهلاك المرافق)الطاقه –المياه–الغاز)	●	◐	●	◐
		استخدام النظام الذكى لمعالجة المناخ والتحكم بالراحه الحراريه فى الفراغات	●	◐	●	○
	السلامه والامان البيئى	استخدام نظام ذكى للحد من التلوث البيئى لتنقيةالهواء. للمستخدمين	●	◐	●	◐
		استخدام نظام ذكى لمراقبة الفراغات وتأثيرها على المؤشرات الحيويه للمستخدمين	●	◐	●	○
		استخدام نظام ذكى للطوارىء وسلامة المستخدمين	◐	●	●	◐
البعد العمراني	المداخل والبوابات المميزة بصريا	وجود مداخل وبوابات مميزة بصريا تعكس هوية الحرم الجامعي.	●	●	●	◐
		وجود تعدد في المداخل واستخداماتها.	●	●	●	◐
		وجود مداخل تفاعلية تعطي إحساس بالترحاب للمستخدمين.	●	◐	●	◐

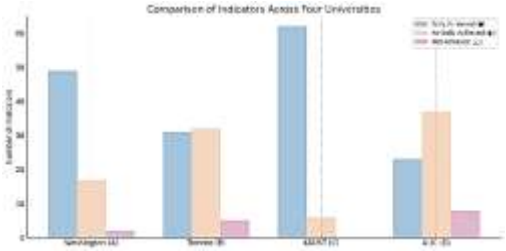
		وجود مداخل وبوابات تجعله حرم جامعي متفرد بصريا	●	●	●	◐
		وجود تنوع تدرج في خصائص البوابات المميزة تبعا لوظيفتها.	●	◐	●	◐
		وجود مبني رئيسي في الحرم الجامعي متفرد ومناسب للمناسبات الرسمية والمؤتمرات	●	◐	●	●
	مسارات الحركة	وجود شبكة حركة قوية ومتصلة	●	●	●	◐
		استخدام وسائل للنقل الجماعي لتفعيل النقل المستدام والحد من معدل السيارات الخاصة داخل الحرم	●	◐	◐	◐
		تنوع وسائل الحركة	●	○	◐	◐
		عدم تقاطع شبكة الأليات مع المشاة وشعور المستخدمين بالأمان	●	●	●	◐
		تنوع تصميم أماكن انتظار السيارات بين مجمعة وبعيدة نسبيًا ومناطق عمودية على الطرق	◐	◐	●	◐
		وجود مسارات مشاة مظللة مناسبة للحركة.	●	●	●	◐
		تصميم أماكن انتظار سيارات مخصصة لذوي الهمم.	●	●	●	●
		وجود مسارات تفاعلية محاط بالأنشطة.	●	◐	●	◐
		وجود مسارات بيئية وصديقة للمستخدمين وملائمة لذوي الهمم	●	◐	●	◐
	مناطق متجانسة في الخصائص	تجانس توزيع الاستعمالات وملائمتها لبعض.	●	●	●	◐
		قصر مسافات السير من المناطق وبعضها.	●	●	●	◐
		وجود تجانس بصري ووظيفي لكل منطقة مع نفسها ومع باقي الاستعمالات.	●	●	●	◐
		وجود تميز في كثافة النشاط والحركة بين المناطق المتجانسة	●	●	●	◐
		زيادة كثافة النشاط في المناطق المركزية وقلب الحرم	●	●	●	●
		تخطيط وتشكيل الحرم الجامعي بنمط النسيج المتضام لتقليل المسافات وتقليل الحرارة.	●	◐	●	◐
	الحدود والفواصل البصرية	وجود حدود مميزة للحرم الجامعي تعبر عن هويته.	●	◐	●	●
		وجود حدود متكاملة مع البيئة المحيطة	●	●	●	◐

		دون الإحساس بالفصل التام.				
		وجود نقاط واضحة للدخول من وإلى الحرم الجامعي.	●	●	●	●
		وجود حدود مميزة تجعل الخرم الجامعي متفرد	●	◐	◐	◐
		وجود حدود تفاعليه مع المستخدمين من داخل وخارج الحرم الجامعي	◐	●	●	◐
	مناطق تجمع رئيسية	وجود فراغات مرنة متعددة الاستخدامات .	●	◐	●	●
		وجود عناصر فرش للموقع ذكية ومرنة	●	○	●	◐
		تصميم فراغات شبه مغلقة للشعور بالاحتواء.	◐	●	●	●
		تغير التشكيل العمراني للفراغات للتميز بينها.	●	●	●	●
		ملائمة مساحة الفراغات لمعدل التدفق عليها والأنشطة بها	●	◐	◐	●
		تعدد وسائل الحركة والوصول للفراغات .	◐	●	●	●
		وجود تدرج واضح في شبكة الفراغات طبقا لأهميتها ولاستخداماتها.	●	●	●	●
		وجود فراغات متصلة ببعضها بشبكة قوية.	◐	◐	●	●
البعد التكنولوجي	البنيه التحتيه الذكية و التقنيه الحديثة	استخدام تقنيات حديثه ومتطوره فى الري	◐	○	●	◐
		الاستفاده من مياه الامطار عبر تجميعها	●	●	◐	○
		استخدام الطاقات المتجدده)الرياح – الشمسيه)	●	◐	●	◐
		التقليل من الاستهلاك الاجمال للطاقة فى المبانى	●	●	●	◐
		الحد من استهلاك الطاقه فى الفترات الشاغره)استخدام اجهزه استشعار الضوء وللاشغال- السيطره على تشغيل واطفاء الاجهزه الكهربائيه)	◐	◐	●	◐
		استخدام المنتجات الموفره للطاقه	●	●	●	◐
	الإدارة الذكية للحرم الجامعي المنخفض الكربون	وجود قاعدة معلومات ذكي ومرن وشامل لكل الاطراف العملية التعليمية ضمن الحرم الجامعي	◐	◐	●	◐
		وضع خطة لتأسيس البنية التحتية للتعلم الإلكتروني	●	●	●	●
		وضع نظام ذكى لادارة الفراغات الداخليه والخارجيه للحرم الجامعى والتحكم بها	◐	◐	●	◐

		نظام ذكى لاضاءه الفراغات للحرم الجامعى	◐	◐	●	○
		نظام ذكى للامان و مراقبة الفراغات للحرم الجامعى	●	◐	●	◐
	استخدام الانظمه الذكيه لبيئه تفاعليه وملائمه للمستخدمين	استخدام انظمه ذكيه تفاعليه داخل الفراغات	◐	◐	●	◐
		وجود انظمة البيئة الرقمية التي تستجيب لاحتياجاتهم وعادتهم ومشاعرهم	◐	○	●	◐
		انظمة متجاوبة وتفاعلية ويمكن الوصول اليها في اي وقت وفي اي مكان	●	◐	●	◐
		تواجد وتوزيع وحدات التحكم الالكترونية الشبكية التقنية.	○	◐	◐	◐
البعد الاجتماعي وتوفير احتياجات المستخدمين	تصميم بيئه وفراغات تفاعليه مرنة ملائمه لاحتياجات المستخدمين	المشاركه الاجتماعيه فى مختلف الانشطه المتنوعه	●	●	●	●
		وجود عناصر مميزة تفاعلية ذكية داخل الفراغات .	◐	◐	●	◐
		مشاركة المستخدمين في الأنشطة المختلفة	●	●	●	●
		التعبير عن الثقافات المحليه	●	●	●	●
		وجود تفاعل بين المستخدمين والمبني بحيث يكون المبنى جزء من الفراغ	●	●	●	◐
		تضمين المستخدمين في فريق التصميم وإشراكه في جميع مراحل التطوير والتصميم	◐	◐	●	◐
		توفير مسطحات خضراء مفتوحة تصلل كامتداد مستقبلي	●	●	●	●
		مساهمة المستخدمين في تصميم الفراغ الخاص بهم عن طريق وجود عناصر متحركة مرنة ذكية داخل الفراغ يمكن تحريكها لتصميم فراغ معبر عن مستخدميه وشعورهم بالانتماء له	◐	◐	●	◐
		تفعل حرم المشاه وتنوع الفعاليات الموجوده	●	●	●	●
		وجود أنشطة متنوعة دائما تزيد من التفاعلات المختلفة	●	●	●	●
المجموع		68مؤشراً	57.5	47	65	41.5

مقارنة دراسات الحالة لمؤشرات تطبيق إستراتجيات التصميم العمراني المستدام للتحكم في البصمة الكربونية في المنشآت الجامعية من خلال أربعة أبعاد رئيسية و 68 مؤشر المصدر : الباحثة

وبعد المقارنة وتقييم دراسات الحالة أسفرت المقارنة عن النتائج التالية جاءت جامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجية في المرتبة الأولي جامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجية (C)بمجموع 65 نقطة الأعلى تحقيقًا للمؤشرات الكلية التزام شامل في جميع الأبعاد تقنيات متقدمة وممارسات بيئية ممتازة KAUSTبإجمالي (62) مؤشرًا محققً اكليا و 6 تحقق جزئياً مما يعكس تطبيقًا متكاملًا وشاملًا لإستراتيجيات التصميم المستدام، خصوصًا في الأبعاد البيئية، التكنولوجية، والاجتماعية ثم جامعة واشنطن(A)في المرتبة الثانية بمجموع 57.5 نقطة أداء قوي، خاصة في البعد التكنولوجي والعمراني بعض المؤشرات متحققة جزئيًا وتحتاج لتطوير بعدد (49) مؤشرًا محقق كلياو(17)محققة جزئياً و(2)مؤشرات لم يتحققوا، مع أداء قوي في البعد العمراني والاجتماعي،ثم جاءت جامعة تورنتو (B) المرتبة الثالثة بمجموع 47 نقطة فهي تحتاج لتعزيز في التكامل التكنولوجي والبيئي بعدد(31)مؤشرا محقق كلياو(32)مؤشرا محقق جزئياً(5)مؤشرات لم يتحققوا .والجامعة الأمريكية بالقاهرة (D)بمجموع 41.5 نقطة جاءت في المرتبة الأخيرة أداء مقبول نسبيًا نقاط قوة في البعد الاجتماعي، ولكن ضعف في البيئي والتكنولوجى بإجمالي (23) مؤشرًا كليا و37 مؤشرا محقق جزئيا و8 مؤشر لم يحققوا، وهو ما يشير إلى وجود جهود جزئية في بعض الأبعاد، لكنها بحاجة إلى تعزيز تكامل استراتيجيات التصميم المستدام خاصة في الجوانب البيئية والتقنية.فيما يلي جدول يوضح عدد المؤشرات المحققة لكل جامعة حسب نوع التحقيق (كليًا، جزئيًا، غير محقق)



نتائج المقارنة وتحقيق المؤشرات كلياً وجزئياً ولم تتحق في الاربع جامعات المصدر :الباحثة

الجامعة	●تم تحقيقه كليًا	◐تم تحقيقه جزئيًا	○لم يتحقق	المجموع
جامعة الملك عبد الله (C)	**62**	**6**	**0**	**65**
جامعة واشنطن (A)	**49**	**17**	**2**	**57.5**
جامعة تورنتو (B)	**31**	**32**	**5**	**47**
الجامعةالأمريكيةبالقاهرة (D)	**23**	**37**	**8**	**41.5**

خلاصة البحث (Conclusion)

تناول البحث في بدايته المفاهيم الأساسية المتعلقة بالاستدامة، والأنظمة العالمية لتقييم الجامعات المستدامة، إلى جانب عرض الفروق الجوهرية بين الحرم الجامعي التقليدي والذكي، بهدف تأصيل أهمية التحول نحو النماذج المستدامة منخفضة الكربون. وقد هدف هذا البحث إلى استكشاف وتفعيل استراتيجيات التصميم العمراني المستدام كأداة فعالة للتحكم في البصمة الكربونية في المنشآت الجامعية، بما يتماشى مع أهداف خطة مصر للتنمية المستدامة 2030.تم تطوير مجموعة من المعايير والمؤشرات ضمن أربعة أبعاد رئيسية :البيئي، العمراني، التكنولوجي، والاجتماعي، تشكّل معًا الإطار المرجعي لتقييم مدى التزام الجامعات باستراتيجيات الاستدامة.تم تطبيق هذا الإطار التحليلي على أربع دراسات

حالة مختارة (جامعة واشنطن، جامعة تورنتو، جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، الجامعة الأمريكية بالقاهرة)، من خلال رصد وتحليل خصائصها، ثم تقييمها باستخدام مصفوفة مؤشرات كمية ونوعية.أظهرت النتائج وأكدت النتائج على أهمية دمج استراتيجيات التصميم العمراني المستدام داخل منظومة التخطيط الجامعي، وضرورة تكامل الأبعاد الأربعة لتحقيق حرم جامعي منخفض الكربون، بما يسهم في تحسين البيئة الأكاديمية وتقليل التأثيرات السلبية على المناخ

الدراسات المستقبلية المقترحة

يتجهه العالم الآن إلي إستخدام الذكاء الإصطناعي وبرامج التنبؤ والتحليل إلي جانب معايير التصميم الأساسية لتوفير الوقت والتكلفة وإعداد سيناريوهات مستقبلية لمسقبل أفضل للحلول العمرانية والمعمارية وفي شتي المجالات وعليه فإننا بصدد إلي إلقاء الضوء لتحقيق اقصي

التوصيات والمقترحات

يوصي بوضع خارطة طريق وطنية لتفعيل تلك الاستراتيجيات داخل الجامعات المصرية، وضرورة إدماج مفاهيم الاستدامة في أكواد البناء الجامعي، بحيث تُصبح هذه المؤسسات نماذج ريادية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة لرؤية مصر 2030.(تبني سياسات تحفيزية للمباني الجامعية منخفضة الانبعاثات- إنشاء وحدات متخصصة في كل جامعة لمراقبة وتحسين الأداء البيئي- تطوير شراكات بين الجامعات والجهات الحكومية لتطبيق مشاريع خضراء-تعزيز التوعية الطلابية بأهمية التصميم المستدام وتأثيره المناخي)

قائمة المراجع

أولاًلمراجع العربية

1. **الأسدي، علي، الشابوقي، أحمد، السامرائي، سبميرة، والمسباعد، أمجد زكي** » .(2017)دراسة تحليلية لواقع فضاءات الحرم الجامعي الخارجية: دراسة تطبيقية لجامعة البصرة –«، *مجلة الفرات للعلوم الزراعية*، 9(3)، ص 218–234.
2. **خلف الله، علي** .(2015)*مدى ملائمة تخطيط الفراغات الخارجية في الجامعات للقيم الاجتماعية* .رسالة ماجستير، كلية الهندسة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
3. **عبد الهادي، أحمد** .(2009)*تأثير إنشاء الجامعات على التشكيل العمراني للمدن* .رسالة دكتوراه، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة.
4. **عبد الهادي، سبحر** » .(2017)أداة لتفعيل مفهوم الجامعات الذكية في الجامعات المصرية«، *مجلة الدراسات العمرانية*، 26(1)، ص 23–https://doi.org/10.21608/jur.2020.8832138 .
5. **عبد الهادي، داليا** .(2009)*العلاقات التبادلية بين عناصر تنسيق الفراغ الخارجي وسلوك الأفراد مع ذكر خاص للفراغات التعليمية الجامعية* .رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
6. **حسن، فاطمة** .(2021)*الاستدامة في التصميم العمراني: مدخل بيئي للمباني التعليمية* .الدار الفكر العربي، القاهرة.
7. **عبد الغني، أحمد** .(2020)*العمارة الخضراء والبيئة العمرانية* .الهيئة العامة للكتاب.
8. *مجلة العمارة والتخطيط* .(2019)عدد خاص عن الاستدامة في الجامعات العربية.
9. **واس – وكالة الأنباء السعودية** (2019، 28 أبريل). «جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية تُحفز الابتكارات ونشر التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المملكة». جدة. تم الدخول 7 يونيو 2025.

10. **إسراء عبد الفتاح حامد أحمد** حامد » .(2024)استراتيجيات تصميم الحيز صفري الطاقة للخفض من البصمة الكربونية«، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 9(46)، يوليو.
11. **مصطفى محمد عبد الحفيظ الأحول** » .(2023)التصميم العمراني كمدخل لتحقيق عمران أخضر مستدام«، *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، 8(38)، مارس.
12. *سلطة عمان – البرنامج الوطني للحياد الصفري* .(2023)*تقرير: التوجهات والوضع الحالي (يناير– يونيو 2023)*.
13. **هبة عبد السالم يوسف، طارق سعد الحناوي، محمود فتحي أحمد** » .(2022)مقارنة معايير الانبعاثات الكربونية في أنظمة تقييم المباني المستدامة«، *Journal of Al-Azhar University Engineering Sector*, 17(62)، ص 437–447.
14. **أبو العلا عطيفي حسنين** » .(2022)الاستخدام المسؤول للذكاء الاصطناعي في سياق تغير المناخ: خارطة طريق في عالم شديد التحديات والاضطرابات.«
15. **أحمد شامي** » .(2024)تحليل استهلاك الطاقة في المباني الجامعية»، الجامعة البريطانية في القاهرة.
16. **]دراسة شاملة [**(سنة غير محددة). «التدابير والفوائد والتحديات المتعلقة بإعادة تأهيل المباني القائمة لتحقيق صافي انبعاثات كربونية صفرية.«
17. **شادي عطية** ...)؟ *Net Zero Energy Buildings (NZEB): Concepts, Frameworks and Roadmap*, دار النشر غير مذكور، لندن، 2017.
18. **هشام محمد البرملجي، سحر إسماعيل محمد عبد الهادي، محمد محمد أحمد فهيم أحمد** (2023، 16 يناير). «إطار مقترح لتأسيس تصميم فراغات الحرم الجامعي الذكي»، الجامعة: جامعة القاهرة.
19. **زينب فيصل عبد القادر، منى يحيى محمد عثمان شديد** » .(2017)سيكولوجية الفراغات العمرانية: دراسة حالة للفراغات المفتوحة داخل الحرم الجامعي»، مجلة غير محددة.
20. **رضا محمد حسن هاشم، حنان عبد العزيز عبد القوي** » .(2024)مدى وعي أعضاء هيئة التدريس بكلية البنات جامعة عين شمس بجهودها في التحول لجامعة خضراء«، *مجلة دراسات في التعليم الجامعي*، 63، إبريل.
21. *مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار* 2022)، نوفمبر .(*آفاق المناخ – العدد الأول*.
22. **مروة سيبوبة حامد، ولاء محمد صابر** » .(2020)آليات التعامل مع ظاهرة زيادة انبعاثات غازات الدفيئة بالتطبيق على الحالة المصرية«، *المجلة المصرية للتنمية والتخطيط*.
23. *جمهورية مصر العربية* .(2018)*التقرير المحدث المقدم إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ*)كل سنتين.(
24. **فرج محمد ذكي** » .(2017)تقييم اعتبارات التصميم الإيكولوجي المستدام بالبيئة المبنية«، *Journal of Engineering, Fayoum, Faculty of Engineering*, 4.

ثانيا المراجع الأجنبية

25. Andrews, R.N.L., 2012. *Managing the environment, managing ourselves: A history of American environmental policy*. 2nd ed. New Haven: Yale University Press.
26. Brundtland Commission, 1987. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.

27. Doppelt, B., 2017. *Leading change toward sustainability: A change-management guide for business, government and civil society*. 2nd ed. Sheffield: Greenleaf Publishing.
28. Friedman, T.L., 2008. *Hot, flat, and crowded: Why we need a green revolution – and how it can renew America*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
29. Li, Z., 2022. *Low carbon multi-vector energy systems: A case study of the University of Edinburgh's 2040 'Net Zero' target*. PhD thesis. University of Edinburgh.
30. McDonough, W. and Braungart, M., 2002. *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North Point Press.
31. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens, W.W., 1972. *The limits to growth*. New York: Universe Books.
32. Mohammed, A., 2017. *Simulation methods*. 2nd ed. London.
33. Newman, P. and Jennings, I., 2008. *Cities as sustainable ecosystems: Principles and practices*. Washington: Island Press.
34. Pinheiro, S., 2013. *An assessment of the potential for a carbon neutral UCD campus*. MSc thesis. University College Dublin.
35. Sachs, J.D., 2015. *The age of sustainable development*. New York: Columbia University Press.
36. Srivastav, S., 2013. *Carbon footprint as a policy tool in Indian cities: Process, inventory, application*. PhD thesis.
37. Abdoulha Massoud, A.M., Abdul Galil, M.M.M. and Tariq, M., 2021. Solar power air conditioning system for SHIATS University campus. *Materials Today: Proceedings*.
38. Aghamolaei, R. and Fallahpour, M., 2023. Strategies towards reducing carbon emission in university campuses: A comprehensive review of both global and local scales. *Journal of Building Engineering*, 76.
39. Alva, P., Mosteiro Romero, M., Miller, C. and Stouffs, R., 2024. Mitigating operational greenhouse gas emissions in ageing residential buildings using an Urban Digital Twin dashboard. *Energy and Buildings*.
40. Bayoumi, M., 2020. Potential of integrating power generation with solar thermal cooling to improve the energy efficiency in a university campus in Saudi Arabia. *Energy and Environment*, 31, pp.130–154.
41. Beall, J., 2013. Predatory publishing is just one of the consequences of gold open access. *Learned Publishing*, 26(2), pp.79–84.

42. Bui, T.T.P., Wilkinson, S., MacGregor, C. and Domingo, N., 2023. Decision making in reducing carbon emissions for building refurbishment: Case studies of university buildings in New Zealand. *Building and Environment*, 242, 110557.
43. Harkoussa, F., Fardouna, F. and Biwole, P.H., 2018. Multi-objective optimization methodology for net zero energy buildings. *Journal of Building Engineering*, 16, pp.57–71.
44. Ohueri, C.C., Masrom, M.A.N. and Seghier, T.E., 2024. Digital twin for decarbonizing operating buildings: A systematic review and implementation framework development. *Energy and Buildings*, 320, 114567.

ثالثا المواقع الالكترونية

45. Arabpreneur / FasterCapital, n.d. *Carbon footprint reduction with certification schemes*. [online] Available at: https://fastercapital.com/topics/carbon-footprint-reduction.html [Accessed 7 Jun. 2025].
46. GreenMetric, 2023. *Overall rankings 2023*. [online] Available at: https://greenmetric.ui.ac.id [Accessed 7 Jun. 2025].
47. Hampshire College, n.d. *About the R.W. Kern Center*. [online] Available at: https://sites.hampshire.edu/rwkerncenter/about/ [Accessed 9 Jun. 2025].
48. The Living Future Institute, n.d. *Living Building Challenge*. [online] Available at: https://living-future.org/lbc/ [Accessed 9 Jun. 2025].
49. U.S. Green Building Council, 2023. *LEED Rating System*. [online] Available at: https://www.usgbc.org/leed [Accessed 9 Jun. 2025]

مجلة الفنون والعمارة

JOURNAL OF ART & ARCHITECTURE