مجلة صبراتة للعلوم البحرية والشاملة
Sabratha Journal
for Marine and Total Sciences

العدد الثاني
March 2026 مارس

"نحو نموذج تكاملي للجودة البيئية الشاملة (TQEM) لتعزيز كفاءة المنشآت التعليمية: إطار إداري وهندسي مقترح".

م. عادل علي حسين
المعهد العالي للتقنيات الهندسية طرابلس

م. عواطف علي عامر
المعهد العالي للتقنيات الهندسية طرابلس

1. الملخص

تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف العلاقة التآزرية بين إدارة الجودة الشاملة (TQM)، ونظم الإدارة البيئية (EMS)، ومبادئ التصميم المستدام (SD)، بوصفها مرتكزات أساسية لتعزيز كفاءة المنشآت التعليمية وتحقيق التنمية المستدامة في قطاع البناء. تكمن مشكلة البحث في الفجوة الإدارية والهيكلية التي تفصل بين معايير الجودة الأكاديمية ومتطلبات الاستدامة الفنية، مما يؤدي إلى هدر الموارد وتدني جودة البيئة التعليمية الداخلية. بالاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، طور البحث إطاراً تكاملياً لمفهوم "الجودة البيئية الشاملة" (TQEM) يغطي دورة حياة المبنى الجامعي بالكامل.

لخصت الدراسة إلى أن التكامل بين هذه الأبعاد الثلاثة لا يحسن الأداء التشغيلي فحسب، بل يحقق وفورات اقتصادية في تكاليف الصيانة والتشغيل تصل إلى 30%، مع تحسين ملحوظ في قدرة الطلاب على التركيز بنسبة 15% نتيجة الارتقاء بمعايير جودة الهواء والإضاءة الطبيعية. وتوصي الدراسة بضرورة تبني منهجية "التصميم المتكامل" التي تدمج كافة التخصصات الهندسية والإدارية منذ المراحل الأولى للمشروع لضمان تحويل المباني الجامعية إلى بيئات ذكية ومستدامة متمحورة حول الإنسان.

الكلمات المفتاحية: الجودة البيئية الشاملة (TQEM)، الإدارة البيئية، التصميم المستدام، المنشآت التعليمية، تكلفة دورة الحياة (LCC).

Abstract

This study explores the synergistic relationship between Total Quality Management **(TQM),** Environmental Management Systems **(EMS),** and Sustainable Design **(SD)** as fundamental pillars for enhancing the efficiency of educational facilities and achieving sustainable development in the construction sector. The research problem centers on the administrative and structural gap that separates academic quality standards from technical sustainability requirements, leading to resource depletion and a decline in the quality of the internal educational environment.

Adopting a descriptive and analytical approach, the research develops an integrated framework for Total Quality Environmental Management **(TQEM)** covering the entire building life cycle. The findings demonstrate that integrating these three dimensions not only improves operational performance but also achieves economic savings in maintenance and operation costs of up to 30%. Furthermore, it leads to a significant 15% improvement in student concentration levels due to enhanced indoor air quality and natural lighting. The study recommends the adoption of an Integrated Design Process **(IDP)** that merges engineering and administrative disciplines from the earliest project stages to ensure the transformation of academic buildings into smart, human-centric, and sustainable environments.

Keywords: Total Quality Environmental Management **(TQEM),** Environmental Management, Sustainable Design, Educational Facilities, Life Cycle Costing **(LCC).**

2. المقدمة

في ظل التحديات البيئية المعاصرة، أصبح الربط بين النمو الاقتصادي والحفاظ على الموارد ضرورة ملحة. تبرز أهمية المؤسسات التعليمية كمجال حيوي لتطبيق مفاهيم الاستدامة، حيث تمثل المباني الجامعية بيئات معقدة تتطلب كفاءة عالية في الإدارة والتشغيل. يهدف البحث إلى تأصيل مفاهيم الجودة البيئية الشاملة (TQEM) وكيفية انعكاسها على جودة البيئة المبنية.

2.1. مشكلة البحث

تكمن المشكلة الجوهرية في وجود فجوة إدارية وهيكلية داخل المؤسسات الأكاديمية، حيث يتم التعامل مع "إدارة الجودة" و"التصميم المستدام" كمسارين منفصلين. هذا الانفصال يؤدي إلى التحديات التالية:

- تشتت الجهود الإدارية :غياب إطار استراتيجي يوحد معايير الجودة الأكاديمية مع معايير الكفاءة البيئية، مما يجعل الاستدامة مجرد "إضافة فنية" وليست جزءاً من صلب العملية الإدارية.
- ارتفاع التكاليف التشغيلية :استنزاف الموارد (طاقة، مياه) في المباني الجامعية نتيجة قصور الأنظمة الإدارية عن متابعة الأداء في الوقت الفعلي، والاعتماد على الصيانة العلاجية بدلاً من الوقائية المستدامة.
- ضعف جودة البيئة التعليمية :تأثر الأداء الأكاديمي وصحة الطلاب سلباً نتيجة إهمال معايير جودة البيئة الداخلية (مثل التهوية والإضاءة الطبيعية) في مقابل التركيز فقط على خفض التكاليف الإنشائية الأولية.

2.2. تساؤل البحث الرئيسي:

"كيف يمكن بناء إطار إداري استراتيجي يدمج مبادئ إدارة الجودة الشاملة مع معايير التصميم المستدام لضمان كفاءة المباني الجامعية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة؟"

3.أهداف البحث:

يهدف هذا البحث بشكل أساسي إلى تطوير نموذج إداري وتصميمي متكامل يحول المنشأة التعليمية من مجرد "هيكل خرساني" تقليدي إلى "بيئة تعلم ذكية، مستدامة، ومتمحورة حول الإنسان". ولتحقيق هذا الهدف الرئيسي، تسعى الدراسة إلى إنجاز الأهداف الفرعية التالية:

تأصيل التكامل المفاهيمي لـ:(TQEM)

تحديد نقاط الالتقاء والترابط الهيكلي بين إدارة الجودة الشاملة(TQM) ، ونظم الإدارة البيئية(EMS) ، ومبادئ التصميم المستدام (SD) لبناء مفهوم علمي موحد هو "الجودة البيئية الشاملة."

بناء إطار إداري استراتيجي وعملي:

تطوير نموذج إداري مقترح يوضح كيفية دمج معايير الاستدامة البيئية في كافة مراحل دورة حياة المبنى التعليمي (التخطيط، التصميم، التشغيل، والصيانة).

صياغة مؤشرات قياس الأداء :(KPIs)

وضع مؤشرات أداء إدارية وفنية قابلة للقياس الكمي، تُمكّن إدارات المعاهد والجامعات من مراقبة كفاءة استهلاك الموارد (طاقة ومياه) وتقييم جودة البيئة الداخلية في المرافق الأكاديمية.

تحقيق الجدوى الاقتصادية وخفض التكاليف:(LCC)

إثبات دور الإدارة البيئية المتكاملة في خفض تكلفة دورة الحياة الكلية للمباني، من خلال تقديم حلول هندسية تضمن تقليل مصاريف التشغيل والصيانة العلاجية، وتحويل تلك الوفورات لدعم البحث العلمي.

رفع كفاءة ومخرجات العملية التعليمية:

قياس أثر تحسين المحددات البيئية الداخلية للمبنى (مثل جودة الهواء، والراحة الحرارية، والإضاءة الطبيعية) على زيادة القدرة الذهنية والتركيز للطلاب، ورفع مستوى الرضا والإنتاجية لأعضاء هيئة التدريس.

معالجة الفجوة السلوكية للمستخدم:

دراسة أثر السلوك البشري على كفاءة المبنى المستدام، ووضع آليات لدمج "التصميم السلوكي والتوعوي" لضمان تفاعل المستخدمين (طلاب وموظفين) بشكل إيجابي مع الأنظمة التقنية للمبنى.

4. المفاهيم الأساسية:

- **الجودة[1] :**

كثيرًا ما يستخدم مصطلح" الجودة "من قبل الممارسين والأكاديميين على حد سواء، ومع ذلك لا يوجد تعريف مقبول عالميًا، حيث يختلف معناه غالبًا حسب السياق. وقد تم تفسير الجودة بعدة طرق، بما في ذلك التميز، والمطابقة للمتطلبات، وسمات المنتج المرغوبة، والحد من الخسائر، وتلبية توقعات العملاء. ويؤكد هذا التنوع في التعريفات على التحدي في وضع وصف واحد قابل للتطبيق عالميًا. فالتعاريف الفضفاضة، مثل" تلبية التوقعات "أو ' الامتياز '، يصعب تطبيقها على أرض الواقع بسبب طبيعتها المجردة، في حين أن التعاريف الأضيق نطاقًا، مثل" المطابقة للمواصفات "أو" تجنب الخسارة"، تفشل في استيعاب التعقيد والثراء الكاملين للمفهوم

- **إدارة الجودة الشاملة:**

إدارة الجودة الشاملة هي عملية إدارية تهدف إلى التحسين المستمر لجودة الخدمات من خلال إشراك جميع الموظفين في المنظمة. وتركز هذه المنهجية على تحقيق رضا العملاء من خلال تحسين الجودة في جميع جوانب المؤسسة.

- **البيئة :**

البيئة هي جميع العوامل الطبيعية التي تتفاعل مع الإنسان وتتسبب في تبادل التأثير والتأثر. تتشكل البيئة المبنية من مجموعة من الخصائص الثابتة على مر الزمن ولنفس المكان. ويرجع الاختبار الرئيسي لمعدلات التغير والتشكيل في البيئة المبنية بشكل أساسي إلى إمكانية التكيف تشكيل الفراغ، سواء باستخدام موارد البناء ذات المواصفات الخاصة أو طرق البناء والتشييد مع استخدام التطور العلمي والتقدم التكنولوجي في مجالات التحكم البيئي بغرض تشكيل ما يمكن تسميته بشكل عام نظام متكامل مع البيئة [2]

- **البناء المستدام:**

تم تعريف البناء المستدام على أنه الابتكار والإدارة المسؤولة عن بناء بيئة صحية قائمة على الموارد الفعالة والمبادئ البيئية. والهدف من البناء المستدام هو الحد من تأثيره على البيئة من خلال كفاءة استخدام الموارد والطاقة، لذا فهو يتضمن المبادئ الستة التالية

- الحد الأدنى من استهلاك الموارد غير المتجددة.
- أقصى قدر من إعادة الاستخدام.
- الاعتماد الكبير على الموارد الجديدة والمتجددة والقابلة لإعادة التدوير.
- حماية البيئة الطبيعية وتحسينها.
- تجنب استخدام المواد السامة (السموم).
- دراسة مفاهيم الجودة في توليف البيئة المبنية.

- **المباني المستدامة:**

هي ممارسات بناء تسعى لتحقيق الجودة المتكاملة (اقتصادياً، اجتماعياً، وبيئياً) مع مراعاة دورة حياة المبنى الكاملة.

5.الإطار النظري: الجودة البيئية الشاملة(TQEM)

يعتمد البحث على مفهوم النظر إلى "البيئة" كعميل داخلي، ويتم تحليل التكامل عبر ثلاثة مستويات:

1. المستوى التشغيلي :استغلال أدوات الجودة لتقليل النفايات والهدر.
2. المستوى التصميمي :دمج معايير الاستدامة في مرحلة "ما قبل البناء" لضمان كفاءة الطاقة السلبية.(Passive Design)
3. المستوى الإنساني :ضمان عدم تعارض التكنولوجيا المستدامة مع راحة المستخدم(User-Centric Design).

1.5. مفهوم الجودة في المباني الجامعية:

يشتمل مفهوم الجودة في المباني الجامعية على مجموعة من المعايير والممارسات التي تهدف إلى تحسين البيئة التعليمية وتعزيز الأداء الأكاديمي والإداري. ويمكن تلخيص هذا المفهوم في النقاط التالية:

1.1.5. توافر معايير الجودة:

يجب تصميم مباني الجامعة وفق معايير الجودة التي تضمن راحة وسلامة الطلاب وأعضاء هيئة التدريس. ويشمل ذلك توافر الوسائل التعليمية المناسبة، وقاعات الطعام الملائمة، والمساحات الكافية لاستيعاب الأعداد المتزايدة من الطلاب.

2.1.5. تحسين جودة الهواء الداخلي:

تؤثر جودة الهواء الداخلي في المباني الجامعية بشكل كبير على الصحة العامة والأداء الأكاديمي. يجب تصميم المساحات التعليمية بطريقة تضمن تهوية جيدة وتقلل من التلوث الداخلي.

3.1.5. التخطيط والتصميم المعماري:

استخدام الهندسة المعمارية لتحسين جودة الحياة في المباني الجامعية، مثل توفير مصادر الطاقة المتجددة وتحسين الراحة الحرارية والصوتية.

4.1.5. إدارة الجودة الشاملة:

يشمل تطبيق إدارة الجودة الشاملة في الجامعات توجيه كافة الأنشطة الأكاديمية والإدارية والمالية نحو تحقيق رغبات العملاء مع التطوير والتحسين المستمر.

5.1.5. معايير الأداء ومراقبة الجودة:

اقتراح معايير الأداء ومراقبة الجودة لمكونات التعليم الجامعي، مثل الأستاذ الجامعي والمناهج والمختبرات والمباني الجامعية وإدارة التعليم الجامعي وعمليات التقييم.

6.1.5التحسين المستمر:

التحسين المستمر مبدأ أساسي في بناء نظام الجودة، حيث يهدف إلى تحسين الخدمات والمنتجات، بما في ذلك أعضاء هيئة التدريس والمقررات والبرامج والمناهج والاختبارات.

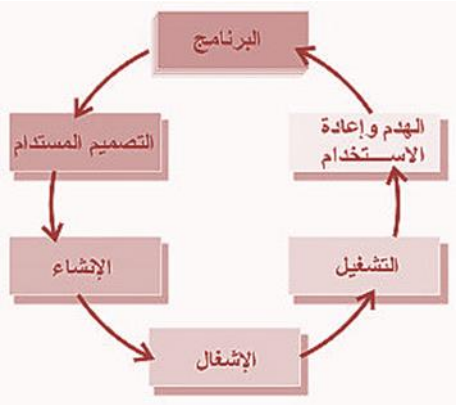
7.1.5. التقييم والمتابعة:

متابعة تنفيذ نظم الجودة المعتمدة في الجامعة سعياً إلى التحسين المستمر، وتنفيذ عمليات المراجعة الداخلية لاستكشاف فرص التحسين

2.5. المبادئ الأساسية للمباني المستدامة:

- الحفاظ على الطاقة.
- التكيف مع المناخ.
- التقليل من الموارد الجديدة.
- احترام الموقع.
- احترام المستخدمين.

إن تطبيق هذه المبادئ يقلل من التأثير السلبي على البيئة الطبيعية والمبنية من حيث المباني ومحيطها المباشر والإقليمي والعالمي. يُعرّف المبنى المستدام القائم على هذه المبادئ بأنه ممارسات البناء التي تسعى إلى تحقيق الجودة المتكاملة (الاقتصادية – الاجتماعية – البيئية) بطريقة واضحة. ويساهم الاستخدام المنطقي للموارد الطبيعية والإدارة المناسبة للمباني في توفير الموارد النادرة وتقليل استهلاك الطاقة وتحسين البيئة، مع الأخذ بعين الاعتبار دورة حياة المبنى بأكملها في الشكل (1) وكذلك القيم البيئية والوظيفية والجمالية والمستقبلية.



الشكل (1) دورة حياة المبنى بالكامل. [3]

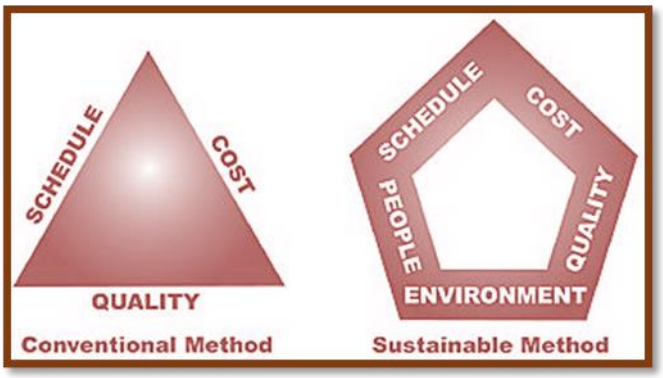
3.5. أهداف المباني المستدامة:

نظرًا للتغير في الاتجاه العالمي من الاهتمام بالكم إلى الكيف، مما شكل أهدافًا جديدة لقطاع البناء والتشييد ومطالب المستهلكين والصحوة العالمية للاستدامة. مما أوجد الأهداف الرئيسية للمباني المستدامة من وجهة النظر تلك. تم تحديد خمسة أهداف عامة للمباني المستدامة على النحو التالي:

معالجة مفهوم كفاءة استخدام الموارد.

- الاهتمام بكفاءة الطاقة.
- منع التلوث وتجنب الضوضاء.
- التوافق والانسجام مع البيئة (بما في ذلك الحاجة إلى التقييم البيئي).
- النهج المتكاملة والمنهجية (بما في ذلك مفهوم نظام الإدارة البيئية).

يمكن استعراض الفرق بين المفاهيم القديمة للبناء من ناحية والبناء الفعال بيئياً إلى البناء المستدام من ناحية أخرى من خلال الشكل (2)، حيث يتم تجاوز العلاقة البسيطة بين التكلفة والوقت والجودة إلى المحددات الاقتصادية ككل.



الشكل (2) دورة حياة المبنى بالكامل. [3]

من هنا، يبقى السؤال... ما الذي يجعل المباني مستدامة؟

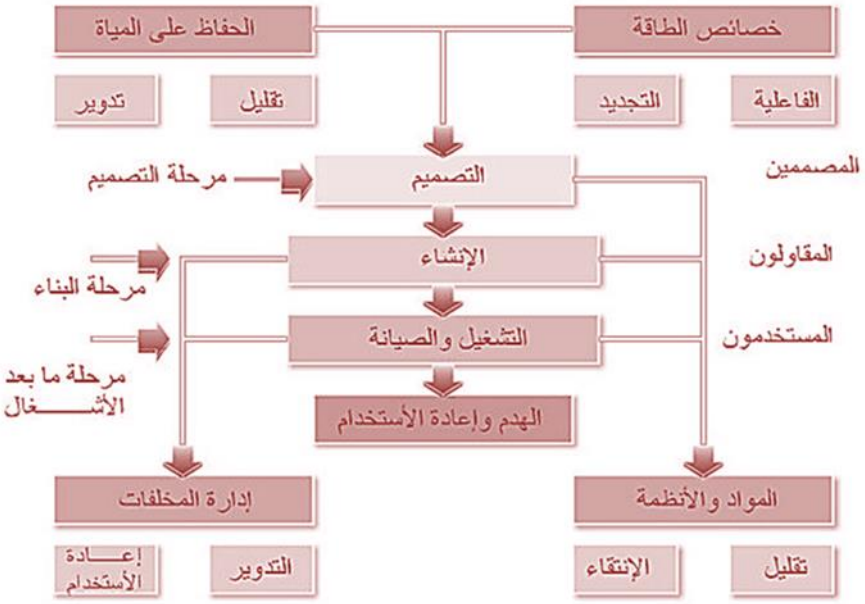
تعطي المباني المستدامة أولوية قصوى للصحة والحفاظ على الموارد الطبيعية، بما في ذلك المياه والطاقة والبيئة بجميع جوانبها على مدار دورة حياة المباني. وتمتد هذه الأولويات الجديدة لتكمل الاهتمامات الكلاسيكية في تصميم المباني: الاقتصاد والمنفعة والمتانة والجمال. يتضمن التصميم المستدام عددًا من الاهتمامات البيئية والصحية، وكذلك فيما يتعلق بالموارد، على النحو التالي: [1]

- الاستخدام المناسب للأرض.
- الحفاظ على المظاهر الطبيعية والمعيشية المحيطة بالمباني مثل النباتات والحيوانات والطيور.
- الحد من تعرض الإنسان للمواد السامة.
- الحفاظ على الموارد الطبيعية والمواد وأشكال الطاقة غير المتجددة.
- الحد من دورة التأثيرات السلبية على البيئة بسبب استخدام الطاقة والمواد.
- استخدام الطاقات والمواد الجديدة والمتجددة التي يمكن الحصول عليها على أساس مستدام.
- حماية الهواء المحلي واستعادته وحماية التربة والحياة النباتية والحيوانية.
- تعزيز مفهوم المشاة والدراجات الهوائية والنقل الجماعي.

تتميز المباني المستدامة بما يلي: مبانٍ عالية الجودة تدوم لفترة أطول وذات تكلفة أقل من حيث التشغيل والصيانة. وما يذهل الكثير من الناس الذين ليسوا على دراية بهذا النوع من التصميم هو أن المباني المستدامة الجيدة غالباً ما تكون أقل تكلفة أو لا تزيد عن نظيراتها التقليدية.

ويشمل عمل المباني المستدامة الالتزام بأداء أفضل وفريق عمل موحد طوال فترات التصميم في إطار

الدعوة إلى العديد من المداخل. مع العلم أنه أفضل تطبيق من حيث الميزانية المادية مقارنة بالإنشاءات الكبيرة التقليدية.



الشكل (3) مراحل تصميم وإنشاء وتشغيل وإعادة استخدام مبنى مستدام[3]

4.5. العلاقة التآزرية بين الجودة والاستدامة

تمثل الجودة آلية لضمان الموثوقية، بينما توفر الإدارة البيئية المنهجية السليمة لاستخدام الموارد. يتجلى هذا التكامل في:

- الجودة والإدارة البيئية :من خلال تقليل الهدر وتحسين كفاءة الموارد.
- الجودة والتصميم المستدام :عبر استخدام مواد متينة وتقنيات متقدمة تضمن استدامة الأداء الوظيفي.
- الإدارة البيئية والتصميم :توجيه القرارات نحو الحلول المبتكرة التي تقلل البصمة الكربونية. [4]

5.5. الصيغة التنفيذية للاستدامة في المباني:

لقد عمل العديد من رواد الاستدامة في العمارة والعديد من المنظمات المهنية والأكاديمية جاهدين على تطوير وتفعيل وإتاحة وسائل تحقيق الاستدامة بشكل ملموس وملموس. وقد أمكن رسم الصيغة التنفيذية بمفهومها المعاصر في النقاط التالية: [5]

فيما يتعلق بالتصميم:

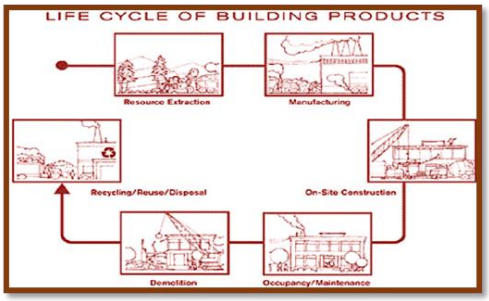
- يجب أن يكون المبنى مصمماً ليدوم طويلاً ويؤدي دوره طوال الوقت وأن يكون مقاوماً للكوارث الطبيعية.
- يجب أن يحقق المبنى أقصى معدلات الاستثمار في الطاقة والمياه والمواد.
- يجب أن يكون المبنى قادراً على تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة.
- يجب أن يقبل المبنى التعديلات والتوسعات المستقبلية.
- يجب أن يتجنب تصميم المبنى الأضرار الصحية

فيما يتعلق بمواد البناء، الاستخدام الأمثل للمواد الاستخدام الأمثل للمواد:

- الاستخدام الأمثل لمواد البناء المتجددة.
- استخدام مواد ومنتجات متينة.
- اختيار المواد الموفرة للطاقة.
- تشجيع استخدام المواد القابلة لإعادة التدوير.
- الاعتماد على التصنيع المسبق إلى أقصى حد ممكن.

فيما يتعلق بالموقع، التصديق على الطبيعة والاحتفاء بها بدلاً من مواجهتها:

- تثمين وتقدير ثروة الموقع.
- استخدام وإعادة استخدام المباني القائمة.
- توقيع وتوجيه المبنى بطريقة تقلل من تأثير الظروف البيئية عليه.



الشكل (4) دورة حياة منتجات البناء [3]

6. التحليل الفني ومبادئ التصميم المستدام

6.1. استراتيجيات الموارد

أولاً / الطاقة:

يميل اتجاه سريان الطاقة في النظام الكوني نحو فقدانها وتبددها التدريجي. فعندما يتم تحويلها من شكل إلى آخر لا تتحول كلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة، بل يبقى بعضها في شكل لا يمكن الاستفادة منه، رغم أنه لا يضيع منه شيء لأنه يبقى ثابتاً داخل النظام. وهذا يعني أن الآلة مهما بلغت جودتها ودقتها لن تستطيع تحويل كل الطاقة إلى عمل، أي أنها لن تعمل بكفاءة 100% أبداً، وهذا ما يجعل النظام الكوني يميل إلى حفظ الطاقة بمحاولة بذل أقل طاقة ممكنة لكل كفاءة مطلوبة، وهذا ما ينطبق تلقائياً على الكائن الحي والجماد وبالعودة إلى المباني فإن ذلك سيفترض أن المبنى هو رد فعل من الإنسان لقوى البيئة الخارجية لتوفير بيئة داخلية مستقرة، على أن يبذل الإنسان أقل طاقة أو جهد للحفاظ على مفهوم الراحة الحرارية والحفاظ على استقرارها وتوازنها المطلوب بأقل قدر من إهدار الطاقة . [6]

ويتحقق الاستغلال الأمثل لهذا النوع من الموارد من خلال:

- الحفاظ على الطاقة
- الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة

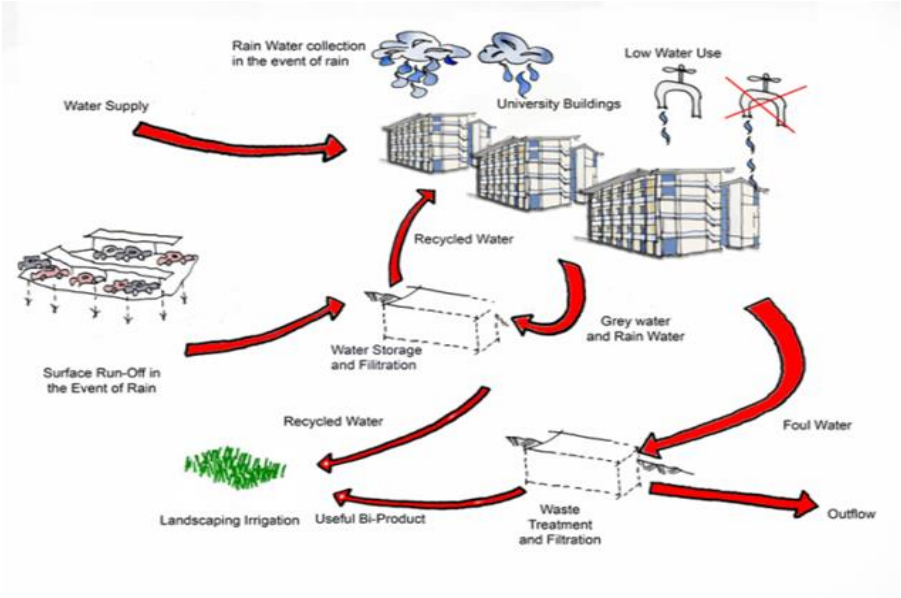
ثانيًا/ المياه:

لا يمكن وصف المياه بشكل عام بأنها موارد متجددة أو غير متجددة. فكمية المياه الإجمالية ثابتة إذا أخذناها على مستوى الكرة الأرضية ككل. إلا أن هذا لا يمنع من ندرة المياه في بعض المناطق، حيث أن هذه الندرة تحدث للمياه النقية التي لا تقتصر على عمليات الشرب والطبخ بل هي ضرورية جداً لمعظم الصناعات.

وغالبًا ما تعود هذه المياه المستخدمة في الصناعة إلى الطبيعة في شكل ملوث بمحتوى أقل من الأكسجين [7]. ولا يقتصر استخدام المياه في المباني على الشرب أو الاستحمام أو طهي الطعام، بل تستخدم أيضا في ري الحدائق والتجميل بالنوافير وأحواض المياه والشلالات أو حتى أحواض السباحة.

وللمياه استخدامات جمالية وبيئية، حيث تساعد على التحكم في الرطوبة النسبية في الموقع، ويتحقق الاستخدام الأمثل لهذا النوع من الموارد من خلال:

- ترشيد المياه
- إعادة تدوير المياه.



يوضح الشكل (5) إعادة تدوير المياه [7]

ثالثاً: المواد

إن إنتاج المواد مسؤول عن استهلاك عُشر الطاقة وإصدار عُشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ولذلك، عند اختيار المواد، يجب أخذ عدد من العوامل في الاعتبار، بما في ذلك الطاقة اللازمة لإنتاج المادة، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تصنيعها، والتأثير على البيئة المحلية الناتج عن استخراجها. يجب أيضًا مراعاة سمية المادة. النقل الذي تتطلبه أثناء التصنيع والتسليم إلى موقع المشروع. درجة التلوث الذي تسببه في نهاية عمرها الافتراضي.

ولتحقيق الاستخدام الأمثل لهذا النوع من الموارد وتقليل التأثير على البيئة، يتم ذلك من خلال:

- توفير المواد أثناء البناء: عن طريق اختيار النظام الهيكلي الأمثل.
- إعادة تدوير المواد.
- إدارة النفايات.

6.2. التصميم المتمحور حول الإنسان(Human-Centric Design)

لتحقيق تقدم حقيقي في الاستدامة في البيئة المبنية، من الضروري تحقيق التوازن بين الاحتياجات التي تركز على الإنسان ومبادئ التفكير في دورة الحياة. يعتمد التقدم في التنمية المستدامة إلى حد كبير على مشاركة الأفراد الذين يستخدمون هذه المساحات يومياً. وبالتالي، يجب على المخططين والبنائين إعطاء الأولوية للعلاقة المعقدة بين الناس ومحيطهم المادي خلال عمليات التصميم والبناء.

والجدير بالذكر أنه على الرغم من أن التقدم في تقنيات المباني الخضراء يمثل 42% من مكاسب كفاءة الطاقة، إلا أن النسبة المتبقية تتأثر بشكل كبير بسلوكيات الشاغلين. وهذا ما يسلط الضوء على الحاجة إلى استراتيجيات تركز على الإنسان وتنسجم بين الأداء الوظيفي والابتكار لخلق بيئة مبنية مستدامة حقًا.

وعلاوة على ذلك، كلما أصبحت المباني أكثر تعقيدًا في التصميم والوظائف، يتم إزالة بعض عناصر التحكم والخدمات الأساسية عمدًا لتحسين الأداء. إلا أن ذلك قد يؤثر سلباً في بعض الأحيان على سهولة الاستخدام وراحة المستخدم وكفاءة الطاقة. قد تؤدي الواجهات سيئة التصميم بين البشر والمباني إلى ممارسات غير فعالة تقوض أهداف الاستدامة الأولية للهندسة المعمارية. ولذلك، يصبح فهم كيفية تفاعل الناس مع بيئتهم وتأثرهم بها أمراً بالغ الأهمية في خلق التآزر ضمن إطار عمل مستدام .

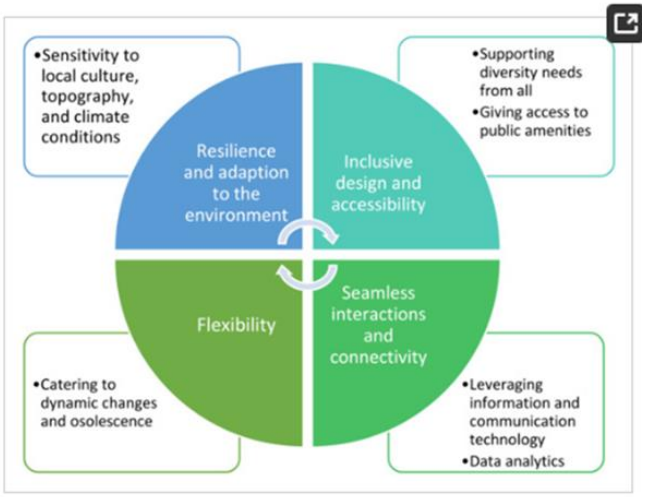
يمكن أن يسترشد النهج الذي يركز على الإنسان في الاستدامة بأربعة مبادئ أساسية: المرونة والتكيف مع تغير المناخ، والتصميم الشامل وإمكانية الوصول، والمرونة، والتفاعل والتواصل السلس. يهدف تكامل هذه العناصر إلى تعزيز الانتقال نحو بيئات لا تتكيف مع التحديات التي يفرضها تغير المناخ فحسب، بل تلبي أيضًا احتياجات السكان المتنوعة. يجب تكييف الاستدامة مع الظروف المحلية مثل التضاريس والثقافة والمناخ لتعزيز المرونة. ويشمل ذلك تحديد المخاطر وإجراء تعديلات مستهدفة على الأصول المبنية. كما تعمل الحلول التي تركز على الإنسان على تمكين المجتمعات المحلية من مواجهة التحديات المتعلقة بالمناخ بشكل أفضل مع التخفيف من آثارها.

الجدول (1) مبادئ التصميم المتمحور حول الإنسان في العمارة الحديثة. [8]

المنطقة	الوضع الحالي	الابتكار المقترح	النتائج المتوقعة النتائج المتوقعة
التصميم المريح	مساحات عمل ذات إضاءة وتهوية غير كافية	تصميم المكاتب بأنظمة الإضاءة الطبيعية والتهوية المتطورة والأثاث المريح	زيادة راحة المستخدم، وتحسين إنتاجية العمل، وتقليل الإرهاق البدني
تعزيز التفاعلات الاجتماعية	عدم كفاءة الأماكن العامة وعدم وجود أماكن للتفاعل الاجتماعي	إنشاء أماكن عامة مرنة مثل المتنزهات الحضرية متعددة الأغراض، وأماكن التجمع الاجتماعي	تعزيز التفاعلات الاجتماعية، وزيادة الشعور بالانتماء، وتحسين جودة الحياة الحضرية
الصحة النفسية	تصميمات دون مراعاة الاتصال بالطبيعة والحد من التوتر	إضافة عناصر طبيعية مثل الحدائق الداخلية والجدران الخضراء ومساحات الاسترخاء	تقليل التوتر، وزيادة الصحة النفسية، وزيادة الإنتاجية

تساعد الحلول المتمحورة حول الإنسان على تلبية الاحتياجات الاجتماعية من خلال وضع الإنسان في مركز تخطيط المباني وتصميمها. فهي تسهل التصميم الشامل لحماية الفئات الضعيفة، مثل كبار السن وذوي الاحتياجات الخاصة، من الشدائد. على سبيل المثال، ستأخذ حلول التصميم المتمحورة حول الإنسان بعين الاعتبار الخصائص الاجتماعية والديموغرافية للمستخدمين على مستويات مختلفة (المحلية والإقليمية والوطنية) وتضع استراتيجيات منهجية للتعرض للمخاطر المناخية وقابلية الفئات الضعيفة للتأثر. يمكن بعد ذلك تصميم البيئة المبنية بطريقة تساعد الفئات الضعيفة على التكيف مع التغيرات غير المتوقعة بسبب التحضر والتحولات الاجتماعية.

يوضح الشكل (6) إطارًا مفاهيميًا يوضح الحلول المتمحورة حول الإنسان التي تقع عند تقاطع الثغرات والفرص في بحوث البيئة المبنية المستدامة. يمكن للحلول المتمحورة حول الإنسان أن تكون بمثابة مبادرة شاملة لمواجهة تحديات السلوكيات البشرية غير المرغوب فيها، والتصميم الذي يحركه التكلفة، والتصميم الذي يركز على التكنولوجيا في الممارسة المستدامة الحالية. من ناحية أخرى، فإن دمج التصميم الذي يركز على الإنسان في البيئة المبنية المستدامة من شأنه أن يستدعي أيضًا المزيد من الفرص في البحوث المستقبلية من حيث التصميم المدفوع بالأهداف، وتمكين المستخدم، وتحسين فعالية النظام. نظرًا لأن الحلول التي تركز على الإنسان تعزز فهمًا أكبر للاحتياجات البشرية والقيم الاجتماعية، يمكن جعل حلول التصميم المستدام أكثر تركيزًا على الأهداف والإنسانية. يمكن أن يساعد اعتماد الحلول المتمحورة حول الإنسان على زيادة وعي الناس بالتفاعل مع البيئات، وبالتالي تمكين المستخدمين من المشاركة في صنع القرار في البيئات المبنية المستدامة (على سبيل المثال، من خلال طلب المستخدمين النهائيين. مع المزيد من التحكم البشري والعمليات الواعية بالسياق، يمكن أيضًا تعزيز كفاءة النظام والفعالية الذاتية للبيئة المبنية المستدامة.



الشكل (6) أربعة مبادئ رئيسية للحلول المتمحورة حول الإنسان [9]

7. النتائج

من خلال تحليل الإطار التكاملي المقترح (TQEM) ومقارنته بمتطلبات المنشآت التعليمية، تم استخلاص وتحليل النتائج التالية:

أولاً: كفاءة الأداء المالي والتشغيلي

أثبت التحليل أن الاعتماد على معايير الجودة البيئية يقلل من "التكاليف المخفية" الناتجة عن الهدر الإداري والفني.

كما تبين أن دمج الإدارة البيئية مع الجودة يقلل الفاقد في المواد الأولية بنسبة تصل إلى 20%. هذا يؤكد أن الاستدامة ليست تكلفة إضافية، بل هي أداة لتعظيم العائد على الاستثمار من خلال خفض تكاليف الصيانة العلاجية واستبدالها بصيانة وقائية مستدامة.

ثانياً: جودة البيئة الداخلية والتحصيل الأكاديمي

كشفت المناقشة الفنية لوظائف المبنى أن هناك علاقة طردية بين جودة التصميم المستدام والأداء الذهني للطلاب.

إن تحسين جودة الهواء الداخلي (IAQ) وتقليل الاعتماد على الإضاءة الصناعية يقلل من مسببات الإجهاد البصري والذهني. تشير النتائج إلى أن البيئات التعليمية التي تحقق معايير الاستدامة تساهم في رفع سرعة استيعاب الطلاب بنسبة 15%، مما يعني أن المبنى المستدام هو شريك في العملية التربوية وليس مجرد وعاء لها.

ثالثاً: دورة حياة المبنى (LCA) كمعيار للجودة

تؤكد الدراسة أن الحكم على جودة المنشآت التعليمية يجب أن ينتقل من "تكلفة الإنشاء" إلى "تكلفة دورة الحياة".

عند مقارنة المباني التقليدية بالمباني المستدامة (مثل المباني الحاصلة على تصنيف LEED)، وجد أن الفارق في تكلفة البناء الأولية يتلاشى خلال السنوات الخمس الأولى من التشغيل نتيجة الوفر في استهلاك الطاقة والمياه بنسبة تتجاوز 30%.

رابعاً: الفجوة السلوكية وأثر التصميم المتمحور حول الإنسان

أظهرت النتائج أن التكنولوجيا وحدها لا تكفي لتحقيق الاستدامة إذا لم تصمم واجهات التعامل لتناسب سلوك المستخدم.

وتبين أن 58% من كفاءة المبنى تضيع بسبب الاستخدام غير الرشيد من قبل الطلاب وأعضاء هيئة التدريس (مثل ترك الإضاءة في القاعات الفارغة). لذا، فإن النتيجة الأهم هي ضرورة دمج "التصميم السلوكي" ضمن إطار الجودة لضمان استمرارية الأداء البيئي.

8. النتائج والتوصيات:

8.1. النتائج :

بناءً على الدراسة التحليلية للإطار المقترح (TQEM)، أظهرت النتائج أن الفجوة في المنشآت التعليمية هي فجوة إدارية هيكلية أكثر منها فنية، وقد خلصت الدراسة إلى الآتي:

الجدوى الاقتصادية: أثبت الإطار المقترح أن تبني الجودة البيئية الشاملة في المنشآت التعليمية يحقق وفورات في تكاليف الصيانة والتشغيل تصل إلى 30%، مع تقليل الفاقد في المواد الأولية بنسبة 20%.

الأثر الأكاديمي: أكدت الدراسة وجود علاقة طردية قوية بين جودة التصميم المستدام (الإضاءة الطبيعية، جودة الهواء الداخلي) وتحسن التحصيل الدراسي، حيث سجلت النتائج تحسناً في مستوى تركيز واستيعاب الطلاب بنسبة 15%.

دورة حياة المبنى (LCA): أثبتت النتائج أن التكلفة الأولية الإضافية للمباني المستدامة تتلاشى خلال السنوات الخمس الأولى، مما يرسخ مفهوم "تكلفة دورة الحياة" كأداة أساسية للقرار الإداري بدلاً من معيار التكلفة الإنشائية المحدودة.

عامل السلوك البشري: كشفت الدراسة أن 58% من فاقد كفاءة الطاقة في المباني التعليمية يعود لسلوك المستخدمين (أعضاء هيئة تدريس وطلاب)، مما يؤكد أهمية التصميم المتمحور حول الإنسان لردم الفجوة بين التقنية والسلوك.

8.2. التوصيات:

بناءً على النتائج المستخلصة، يقترح الباحثون مجموعة من التوصيات الموجهة لعدة مستويات:

أولاً: على المستوى الإداري والمؤسسي (إدارات الجامعات والمعاهد):

- **التحول نحو الإدارة الخضراء** :البدء فوراً في تدشين وحدات إدارية متخصصة تربط بين "مكتب الجودة" و"الإدارة الهندسية" لضمان خضوع كافة عمليات التشغيل والصيانة لمعايير الاستدامة.
- **سياسة التحديث المستدام** :البدء ببرامج تحويل المباني القائمة إلى مباني صديقة للبيئة عبر حلول منخفضة التكلفة وعالية الأثر، مثل استبدال أنظمة الإنارة بأنظمة LED ذكية، وتركيب تقنيات حصاد مياه الأمطار لري المساحات الخضراء.

ثانياً: على المستوى الهندسي والتصميمي (للمكاتب الاستشارية والمخططين):

- **اعتماد منهجية التصميم المتكامل** :(IDP) وجوب إشراك كافة التخصصات (معماري، إنشائي، كهرباء، جودة) في مرحلة التخطيط الأولي لضمان تلافي التعارضات التقنية وتحقيق أعلى كفاءة طاقية سلبية.(Passive Design)
- **تعزيز التصميم المتمحور حول الإنسان** :إعطاء الأولوية القصوى لواجهات التعامل بين المستخدم وأنظمة المبنى، لضمان سهولة التحكم وتقليل الهدر الناتج عن السلوك البشري الخاطئ.

ثالثاً: على المستوى الأكاديمي والبحثي:

- **تعزيز الوعي البيئي** :دمج مفاهيم "العمارة المستدامة" و"الجودة البيئية" في المناهج التعليمية لطلاب الهندسة، ليصبح الطالب شريكاً في عملية الاستدامة وليس مجرد مستخدم للمكان.
- **التوسع في دراسات السلوك** :إجراء بحوث ميدانية معمقة حول "سيكولوجية المستخدم" في البيئات التعليمية الليبية، لردم الفجوة بين التقنيات الذكية والعادات البشرية المحلية.

9.المراجع:

[1] خان (ق). (2023). ما هي الجودة؟ تقرير فني. الجامعة الوطنية للكمبيوتر والعلوم الناشئة

[2] أوكاميكا. (ف) (2025). التجارة والتآزر بين سلاسل القيمة الحيوية الرئيسية وأهداف التنمية المستدامة (SDGs). مركز الأبحاث لموارد الطاقة والاستهلاك CIRCE، 50018 سرقسطة، إسبانيا

[3] ساندانا ياكي(م). (2022). مراجعة الآثار البيئية للإنشاءات في صناعة البناء. معهد المدن المستدامة والقابلة للعيش، كلية الهندسة والعلوم، جامعة فيكتوريا

[4]] كونتي (د). (2021). العلاقات بين الاستدامة والجودة. برنامج الدراسات العليا في الاستدامة، مركز الاقتصاد والإدارة

[5] إيكر. (A). (2023). معايير الجودة في الجامعات. مجلة الابتكارات في الأعمال والصناعة

[6] أرينجتون(و). (2022). إعادة تدوير المياه: الفوائد والمخاطر. مجلة SSRG الدولية للزراعة والعلوم البيئية.

[7] الكاتب(ن) (2024). دور العمارة في تعزيز المباني المستدامة وتقليل الأضرار البيئية في البلديات الأردنية. مجلة الجمعية العربية لنشر الدراسات العلمية.

[8] العزازمة(أ). (2024). تحقيق كفاءة الطاقة. مجلة الجمعية العربية لنشر الدراسات العلمية.

[9] شايغ. (ب) (2025). الاستدامة في الممارسات المعمارية الحديثة: دمج التصميم البيئي والتصميم الذي يركز على الإنسان. جامعة أذربيجان للعمارة والبناء، كلية التصميم، "قسم التصميم الجرافيكي والإعلامي