مجلة القرطاس
مجلة علمية محكمة نصف سنوية
تصدر عن الجمعية الليبية للعلوم التربوية والإنسانية ISSN 3135-4564
https://alqurtas.alandalus-libya.org.ly/ojs/index.php/qjhar/index

الفراغ الديناميكي المستدام في المساحات الداخلية المتغيّرة

أ.مفيدة البدري بن كورة*
كلية الآداب ، جامعة صبراتة ، ليبيا
Email: mufeeda.binkoura@sabu.edu.ly
WhatsApp: +218 92-5374585
ORCID iD: 0009-0001-3753-0254
تاريخ الارسال 2026/7/1م تاريخ القبول 2026/8/3م

Sustainable dynamic space in changing interior spaces

mufeeda.binkoura

Abstract

This study explores the concept of "sustainable dynamic spatial adaptation" as a contemporary interior design approach to address the rigidity of interior spaces, which often leads to functional obsolescence and increased economic and environmental waste from repetitive renovations. The research aims to establish a scientific framework defining the principles of this adaptation, analyze its relationship with enhancing functional efficiency and comprehensive sustainability, and demonstrate the role of flexible technology in supporting spatial transformation. Employing a descriptive-analytical methodology, the study reviews academic literature and innovations in adaptive systems. It hypothesizes a significant positive relationship between implementing dynamic spatial mechanisms—such as movable partitions and smart furniture—and maximizing usability while extending the design's lifespan and reducing resource consumption. The significance of this research lies in providing a theoretical and practical guide for designers and stakeholders, contributing to minimizing environmental costs and improving indoor environmental quality in changing spaces.

حقوق النشر © للمؤلف/للمؤلفين 2026. ينشر هذا البحث بموجب رخصة المشاع الإبداعي Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

Keywords: Spatial Adaptation, Dynamic Space, Sustainability, Flexible Technology, Functional Flexibility.

الملخــص:

تتناول هذه الدراسة مفهوم "التكيف الفراغي الديناميكي المستدام" كمدخل تصميمي معاصر لمواجهة جمود المساحات الداخلية، والذي يتسبب في التقادم الوظيفي وزيادة الهدر الاقتصادي والبيئي نتيجة عمليات التجديد المتكررة. تهدف الدراسة إلى بناء إطار علمي يؤصل لمبادئ هذا التكيف، وتحليل علاقته برفع الكفاءة الوظيفية والاستدامة الشاملة، مع بيان دور التكنولوجيا المرنة في دعم تحول الفراغات. وتعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لمراجعة الأدبيات ومستجدات الأنظمة التكيفية، وتفترض الدراسة وجود علاقة ذات دلالة إيجابية بين تطبيق آليات الفراغ الديناميكي (كالفواصل المتحركة والأثاث الذكي) وبين مرونة الاستخدام وإطالة العمر الافتراضي للتصميم مع تقليل استهلاك الموارد. وتكمن أهمية البحث في تقديم دليل تطبيقي ونظري للمصممين والجهات المعنية، يسهم في تقليل التكلفة البيئية وتعزيز جودة البيئة الداخلية في الفراغات المتغيرة.

الكلمات المفتاحية: التكيف الفراغي، الفراغ الديناميكي، الاستدامة، التكنولوجيا المرنة، المرونة الوظيفية.

المقدمة:

يشهد التصميم الداخلي المعاصر خاصة والبيئة المعمارية عامة خلال العقود الأخيرة تحولًا ملحوظًا نحو الحلول المرنة والقابلة للتكيف، وقد تناولت عدة دراسات هذا التحول من زوايا متعددة؛ فقد تناولت حامد (2019) أثر فلسفة وفكر المرونة على التصميم الداخلي المعاصر، في حين ركزت السوسي (2015) على أثر المرونة التصميمية على كفاءة استخدام المسكن من خلال الفراغات الداخلية متعددة الوظائف كنموذج تطبيقي، وقد أوجد هذا التحول حاجة ملحة إلى أنماط تصميمية أكثر استجابةً للتغير المستمر وتكيفًا مع التحولات في احتياجات المستخدمين وتبدل أنماط المعيشة والضغوط الاقتصادية والبيئية، وهو ما أكدته أيضًا دراسة قرني (2019) التي تناولت توظيف المساحات الصغيرة متعددة الأغراض في المسكن المعاصر، وامتد هذا الاهتمام إلى مستوى عناصر الفراغ ذاتها؛ إذ تناول ضاهر (2022) تحول تصميم الأثاث من الإستاتيكية إلى الديناميكية بوصفه انعكاسًا مباشرًا لهذا التوجه، كما تناولت إمام وعبد الخالق (2022) توظيف مفهوم العمارة القابلة للطي في تصميم المعارض

التفاعلية، وهو ما يؤكد أن المرونة لم تعد تقتصر على التنظيم العام للفراغ بل امتدت إلى تفاصيله ومكوناته، وعلى الصعيد نفسه، بيّنت دراسة Husein (2020) أن الأثاث متعدد الوظائف يمثل حلًا ذكيًا للمساحات الصغيرة، وهو ما يعزز فكرة أن الكفاءة الوظيفية أصبحت مطلبًا تصميميًا أساسيًا لا ثانويًا وبهذا لم يعد التصميم الداخلي مجرد معالجة جمالية للفراغ، بل أصبح منظومة متكاملة تهدف إلى تحقيق الكفاءة الوظيفية والاستدامة البيئية والمرونة في الاستخدام، وهو ما تناولته دراسة لبدة (2021) التي قدمت مدخلًا لتحسين كفاءة الفراغات السكنية من خلال التصميم الداخلي المستدام، وكذلك دراسة فاضل (2021) التي تناولت دور استراتيجيات التصميم الداخلي المستدام في زيادة راحة شاغلي الفراغات التجارية، ويضاف إلى ذلك البعد التقني؛ إذ تناول الورفلي (2021) علاقة التصميم الداخلي الذكي باستخدام الأراضي وتعزيز استدامة المباني، بينما تناولت عبد الرحمن وحاكم (2024) الاعتبارات التصميمية المرتبطة باستخدام التقنيات الذكية في تصميم الفضاء الداخلي، وهو ما يعكس تزايد الاعتماد على التكنولوجيا المرنة كأداة داعمة للتكيف الفراغي،

من هذا السياق برز مفهوم التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام بوصفه توجهًا تصميميًا يسعى إلى خلق مساحات داخلية قابلة للتحول وإعادة التنظيم بما يحقق الكفاءة الوظيفية والجمالية، وهو ما تناولته دراسة عواد (2025) التي طرحت السيناريو التصميمي كأداة لفراغات داخلية قائمة على التحول، وعلى المستوى الدولي، أكدت مراجعة Estaji (2017) للمرونة والقابلية للتكيف في تصميم المساكن أن التصميم الداخلي المتكيف يسهم في تلبية الاحتياجات المتغيرة بمرور الوقت، ويحد من الحاجة إلى إعادة التصميم والتجديد، مما يجعله مدخلًا مهمًا لتحقيق الاستدامة في البيئة الداخلية، كما بيّنت دراسة Al Khafaji و Kamaran (2019) دور المرونة الفراغية في تحسين استدامة التصميم الداخلي عبر توظيف التكنولوجيا الذكية، وهو ما يتسق مع ما توصلت إليه Abdullah و Al-Alwan (2019) بشأن دور أنظمة المواد الذكية في تعزيز القابلية التكيفية للعمارة، إضافة إلى ما أشارت إليه Lee وزملاؤه (2021) من أن البيئات الذكية تعمل كمنصات تفاعلية وجماعية تستجيب لسلوك المستخدم، وقد قدّمت Ramadan (2025) دليلًا لتحقيق طول العمر التصميمي والمرونة في العمارة الداخلية، بينما تناول زكريا (2015) دور التصميم الداخلي المستدام والفراغ الذكي في التقليل من الآثار الناجمة عن انقطاع التيار الكهربائي، وهو ما يبرز البعد التطبيقي لهذا المفهوم في سياقات محلية واقعية، وتبرز قيمة التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام في كونه يجمع بين المرونة في التشكيل،

والكفاءة في الأداء، والمسؤولية البيئية، مما يجعله أحد أبرز المسارات المهمة في تطوير المساحات الداخلية المتغيرة، ومن هنا تسعى الدراسة إلى بناء إطار علمي لتوضيح مفهوم التكيف الفراغي الديناميكي المستدام، ويحلل أسسه ومعاييره، ويبين علاقته بجودة هذه الفراغات الداخلية المتغيرة،

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في اعتماد كثير من المساحات الداخلية على حلول تصميمية جامدة لا تراعي التحولات المتسارعة في أنماط المعيشة ومتطلبات المستخدمين، مما يؤدي إلى التقادم الوظيفي، وضعف كفاءة الاستعمال، وزيادة الحاجة إلى إعادة التصميم أو التجديد، وقد أظهرت دراسة Kılıç Bakırhan وTuna (2025) أن غياب استراتيجيات التصميم المرن في المكاتب القابلة للتأجير يزيد من هدر مواد التجهيز الداخلي نتيجة التجديد المتكرر، وهو ما يعكس أحد أبعاد هذه الإشكالية بوضوح، كما أشارت مراجعة Lanz وPendlebury (2022) النقدية لمفهوم إعادة الاستخدام التكيفي إلى أن الحلول الجامدة تدفع نحو الهدم أو التجديد الشامل بدلًا من استثمار الفراغ القائم، في حين طرحت دراسة Swai (2025) استراتيجيات لإعادة الاستخدام التكيفي في التصميم الداخلي كبديل عملي لهذا القصور، وتناولت Niazy وزملاؤها (2023) تصميمًا مفاهيميًا لوحدة واجهة تكيفية دائرية قابلة لإعادة الاستخدام، بما يدعم إمكانية معالجة هذا القصور من الناحية التقنية أيضًا،

ولا تقتصر تبعات الجمود التصميمي على الجانب الوظيفي والاقتصادي فحسب، بل تمتد إلى جوانب أخرى؛ إذ ربطت دراسة حسين (2021) بين التناذرات المرضية للمباني السكنية والتفاعلات الصحية التحسسية من جهة، وتصميم العمارة الداخلية من جهة أخرى، وهو ما يشير إلى أن غياب المرونة والتكيف قد ينعكس سلبًا على جودة البيئة الداخلية وصحة المستخدمين لا على كفاءة الاستخدام فقط، كما أظهرت دراسة Memari وآخرون (2025) أن هناك عوائق فعلية تحول دون تبني تصميم داخلي قابل للتكيف المستقبلي في مبانٍ حيوية كالمستشفيات، في حين أكدت Scialpi و Declercq (2023) أهمية القابلية التكيفية في المباني الصحية من خلال دراسة حالة تطبيقية، وهو ما يعزز اتساع نطاق هذه المشكلة عبر قطاعات مختلفة وليس فقط في الفراغات السكنية أو التجارية،

وعلى المستوى المحلي والإقليمي، تناولت دراسة عواد (2025) السيناريو التصميمي كأداة لمعالجة الفراغات الداخلية القائمة على التحول، كما تناول الشطي (2021)

إعادة تكيف الحاويات لتصميم فراغات داخلية سكنية كحل بديل للفراغات الجامدة، بما يدعم الحاجة إلى مقاربات أكثر مرونة في السياق العربي أيضًا،

وعلى الرغم من وضوح الحاجة إلى حلول أكثر مرونة واستدامة، فإن التكيّف الفراغي الديناميكي ما يزال يحتاج إلى مزيد من الدراسة والتأصيل في مجال التصميم الداخلي، كما لاحظت ذلك دراسة Utami وSetijanti (2024) في سياق الإسكان الحضري نحو الاستدامة، وانطلاقًا من ذلك، تتمحور مشكلة الدراسة حول التساؤل الرئيس: **ما مدى فاعلية التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام في تحقيق المرونة والاستدامة داخل المساحات الداخلية المتغيّرة؟**

ويتفرع عنه عدد من التساؤلات الفرعية:

- ما المقصود بالتكيّف الفراغي الديناميكي المستدام؟
- ما المبادئ والعناصر التي يقوم عليها؟
- كيف يسهم في رفع كفاءة المساحات الداخلية؟
- ما دور التكنولوجيا المرنة في دعمه؟
- كيف ينعكس على الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية؟

أهداف الدراسة:

1- التعرف على مفهوم التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام.

2- تحديد مبادئه وعناصره الأساسية.

3- تحليل علاقته بالاستدامة.

4- بيان دور التكنولوجيا المرنة في دعمه.

5- تقديم تصور نظري وتطبيقي يمكن الإفادة منه في تطوير الفراغات الداخلية.

فرضيات الدراسة:

تفترض الدراسة الفرضية الرئيسة التالية:

1. يسهم توظيف مبدأ الفراغ الديناميكي المستدام في المساحات الداخلية المتغيّرة إسهامًا دالًّا في رفع كفاءة استخدام الفراغ وتحقيق مرونته الوظيفية،

ويتفرع عن هذه الفرضية الرئيسة الفرضيات الفرعية الآتية:: يوجد إسهام دال للتكيّف الفراغي الديناميكي في زيادة المرونة الوظيفية للمساحات الداخلية المتغيّرة، بما يتيح تعدد الاستخدامات داخل الفراغ الواحد.

2. يوجد إسهام دال لاعتماد أنظمة الفراغ الديناميكي المستدام في تقليل الحاجة إلى التجديد أو إعادة التهيئة المتكررة للفراغ الداخلي.

3. توجد علاقة دالة بين درجة مرونة الفراغ الداخلي ومستوى استدامته من حيث استهلاك الموارد وإطالة العمر الافتراضي للتصميم.

4. تختلف درجة تطبيق مبادئ الفراغ الديناميكي المستدام باختلاف طبيعة استخدام الفراغ (سكني / متعدد الوظائف).

أهمية الدراسة:

الأهمية النظرية: تستمد هذه الدراسة أهميتها النظرية من عدة اعتبارات علمية ومعرفية تُثري الأدبيات المتخصصة في مجال التصميم الداخلي والاستدامة:

1- تمثل الدراسة إضافة نوعية للمكتبة العلمية العربية في مجال الفراغ الديناميكي المستدام، وهو مفهوم حديث نسبيًا ولم يحظَ بالقدر الكافي من التناول في الدراسات العربية المتخصصة في التصميم الداخلي.

2- تسهم الدراسة في تطوير فهم نظري أعمق للعلاقة بين المرونة الفراغية والاستدامة البيئية والوظيفية، من خلال ربط الأطر النظرية العالمية للتصميم التكيّفي بخصوصية المساحات السكنية ومتعددة الوظائف.

3- تقدّم الدراسة إطارًا مفاهيميًا يجمع بين مفاهيم متعددة (الديناميكية، التكيّف، الاستدامة) في منظومة واحدة، مما يعزز الدقة العلمية في فهم هذه العلاقات بدلًا من تناولها بشكل منفصل كما جرت عليه أغلب الدراسات السابقة.

4- تسهم الدراسة في إثراء الأدبيات النظرية الخاصة بمعايير تصميم الفراغات القابلة للتحوّل، بالاستناد إلى ما أظهرته دراسات سابقة من فاعلية هذا النهج في سياقات معمارية مختلفة، وتوسيع نطاق تطبيقه ليشمل خصوصية المساحات الداخلية المتغيّرة.

الأهمية التطبيقية: تكتسب الدراسة أهمية تطبيقية على عدة مستويات:

1- توفر الدراسة إطارًا تطبيقيًا يمكن أن يستند إليه المصممون الداخليون والمعماريون عند تصميم مساحات قابلة للتحوّل والتكيّف مع الاحتياجات المتغيّرة للمستخدمين.

2- تساعد نتائج الدراسة الجهات المعنية بالتخطيط العمراني والإسكان على فهم كيفية تقليل كلفة التجديد المتكرر للفراغات من خلال تبنّي حلول تصميمية مرنة ومستدامة منذ البداية.

3- تسهم الدراسة في توجيه أنظار شركات التصميم والمقاولات نحو أهمية دمج معايير الاستدامة والمرونة الوظيفية ضمن ممارسات التصميم الداخلي التقليدية.

4- تفيد نتائج الدراسة الأسر والمستخدمين النهائيين للمساحات السكنية ومتعددة الوظائف في التعرف على الحلول التصميمية التي تُطيل عمر الفراغ وتقلل الحاجة إلى التعديل المستمر.

5- تفتح الدراسة المجال أمام باحثين آخرين لإجراء دراسات مقارنة أو امتدادية تتناول أنماطًا أخرى من الفراغات (تجارية، تعليمية، صحية)، أو تطبّق المفهوم ذاته في سياقات بيئية وثقافية مختلفة.

6- تسهم نتائج الدراسة في توفير مؤشرات علمية يمكن أن تسترشد بها الجهات الحكومية والمهنية عند وضع كودات ومعايير تصميمية تدعم الاستدامة والمرونة في المباني السكنية ومتعددة الوظائف.

متغيرات الدراسة:

أولاً: المتغير المستقل ـــ الفراغ الديناميكي المستدام

ويتمثل في مجموعة المبادئ والآليات التصميمية التي تُمكّن الفراغ الداخلي من التحوّل والتكيّف مع الاستخدامات المتغيّرة، ويشمل مستويين:

- **الأنظمة الفراغية الثابتة التقليدية:** الفراغات ذات التصميم الجامد غير القابل للتحوّل.
- **الأنظمة الفراغية الديناميكية المستدامة:** الفراغات المصممة وفق آليات تحوّل مرنة (كالفواصل المتحركة، الأثاث القابل للتحوّل، الأنظمة الذكية)،

ثانياً: المتغير التابع (كفاءة المساحات الداخلية واستدامتها)

يُقاس من خلال بُعدين رئيسين:

- **المرونة الوظيفية:** القدرة على تعدد الاستخدامات، سهولة التحوّل بين الوظائف، استجابة الفراغ لاحتياجات المستخدم.
- **الاستدامة الشاملة:** تقليل الحاجة إلى التجديد، كفاءة استهلاك الموارد، إطالة العمر الافتراضي للفراغ.

ثالثاً ـ المتغيرات الضابطة والوسيطة:

- متغيرات مرتبطة بالفراغ: نوع الاستخدام (سكني / متعدد الوظائف)، مساحة الفراغ، عمر المبنى.
- متغيرات مرتبطة بالمستخدم: الحجم الأسري أو طبيعة الاستخدام الوظيفي، مستوى الوعي بمفاهيم الاستدامة.

مصطلحات الدراسة:

1- التكيف الفراغي:

تناولت حامد (2019) هذا المفهوم من زاوية فلسفية وفكرية باعتباره توجهًا يعيد صياغة علاقة الفراغ بالمستخدم، بينما ربطته السوسي (2015) بكفاءة استخدام المسكن من خلال الفراغات متعددة الوظائف، وعلى المستوى الدولي، اعتبرته

مراجعة Estaji (2017) قدرة الفراغ السكني على استيعاب التغير في الاحتياجات دون الحاجة إلى تدخل إنشائي جذري.

التعريف الإجرائي: هو قدرة الفراغ الداخلي على التغير وإعادة التنظيم وفق متطلبات الاستخدام المتبدلة من خلال عناصر قابلة للحركة أو التحول أو التعديل، بما يحقق مرونة وظيفية أعلى داخل المساحة.

2- التكيف الفراغي الديناميكي:

طرحت عواد (2025) هذا البعد الديناميكي من خلال مفهوم السيناريو التصميمي بوصفه أداة لإدارة التحول المستمر في الفراغ، في حين تناوله ضاهر (2022) من زاوية عنصرية أدق عبر انتقال تصميم الأثاث من حالة الثبات (الإستاتيكية) إلى حالة الحركة المستمرة (الديناميكية)، وهو ما يجسد الفكرة ذاتها على مستوى مكونات الفراغ لا تنظيمه العام فقط.

التعريف الإجرائي: هو نمط من التكيف يقوم على التغير المستمر أو المتدرج في تنظيم الفراغ الداخلي بما يواكب تغير الأنشطة واحتياجات المستخدمين، ويعتمد على حلول تصميمية مرنة قابلة للتبدل بمرور الوقت،

3- الاستدامة:

ربطت Utami وSetijanti (2024) الاستدامة بمرونة الفراغ السكني في السياق الحضري باعتبارها نتيجة مباشرة للقدرة على التكيف لا هدفًا منفصلًا عنها، بينما أكد لبدة (2021) أن الاستدامة في الفراغات السكنية تتحقق عبر تحسين الكفاءة التشغيلية للتصميم الداخلي ذاته.

التعريف الإجرائي: هي القدرة على استخدام الموارد والطاقات والخامات بطريقة تحقق الاحتياجات الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة، مع تقليل الأثر البيئي والاقتصادي للتصميم.

4- التصميم الداخلي المستدام:

تناولته فاضل (2021) من زاوية أثره على راحة شاغلي الفراغات التجارية، في حين ربطه زكريا (2015) بدوره إلى جانب الفراغ الداخلي الذكي في التخفيف من الآثار الناجمة عن اختلالات الخدمات الأساسية كانقطاع التيار الكهربائي، وهو ما يوسّع مفهومه من كونه بُعدًا بيئيًا بحتًا إلى بُعد تشغيلي وتقني أيضًا.

التعريف الإجرائي: هو عملية تشكيل الفراغ الداخلي وفق حلول تقلل الهدر في الطاقة والمواد، وتحسّن جودة البيئة الداخلية، وتوظف الخامات الصديقة للبيئة والعناصر الطبيعية لتحقيق أداء وظيفي وجمالي متوازن.

5- التكنولوجيا المرنة:

وأوضحت Al Khafaji و Kamaran (2019) دورها في تعزيز استدامة التصميم الداخلي عبر توظيف حلول التكنولوجيا الذكية، وأضافت Abdullah و Al-Alwan (2019) بعدًا ماديًا لها من خلال أنظمة المواد الذكية القابلة للاستجابة والتكيف داخل العمارة، بينما تناولها المجيبل (2023) من زاوية تطبيقية عبر توظيف برمجيات التصميم الرقمي كأداة مساعدة في تشكيل الحيزات الداخلية السكنية.

التعريف الإجرائي: هي مجموعة الأنظمة والحلول التقنية القابلة للتحول أو التعديل داخل الفراغ الداخلي، مثل الفواصل المتحركة والأثاث القابل للطي والأنظمة الذكية، بما يسمح بإعادة تشكيل المساحة وفق الحاجة.

6- الفراغات الداخلية المتغيرة:

درسها قرني (2019) من خلال توظيف المساحات الصغيرة متعددة الأغراض في المسكن المعاصر، بينما قدّم الشطي (2021) نموذجًا تطبيقيًا مختلفًا لها عبر إعادة تكيف الحاويات لإنتاج فراغات داخلية سكنية قابلة للتغير.

التعريف الإجرائي: هي المساحات التي تتسم بقدرتها على التحول في التنظيم أو الوظيفة أو التقسيم الداخلي، بحيث تستوعب أكثر من استخدام خلال فترات مختلفة أو وفق احتياجات متنوعة.

7- المرونة الوظيفية:

ربطتها السوسي (2015) مباشرة بكفاءة استخدام المسكن من خلال الفراغات متعددة الوظائف، وقدّمت دراسة Husein (2020) مصداقًا تطبيقيًا لها عبر الأثاث متعدد الوظائف بوصفه حلًا ذكيًا لمواجهة محدودية المساحات الصغيرة.

التعريف الإجرائي: هي قدرة الفراغ الداخلي على استيعاب وظائف متعددة أو متغيرة دون فقدان كفاءته التشغيلية أو الجمالية، مع سهولة إعادة التوزيع أو إعادة الاستخدام.

8- جودة البيئة الداخلية:

تناولها يوسف مفتاح (2026) من خلال دراسة تأثير التشطيبات الداخلية على جودة البيئة المعيشية داخل المسكن، بينما كشفت حسين (2021) عن بُعد صحي أوسع لهذا المفهوم من خلال ربطها بين التناذرات المرضية للمباني السكنية والتفاعلات الصحية التحسسية الناتجة عن قرارات التصميم الداخلي.

التعريف الإجرائي: هي مستوى الراحة والصحة داخل الفراغ الداخلي، وتشمل جودة الهواء، والإضاءة، والراحة الحرارية، وتقليل الملوثات، وملاءمة الخامات المستخدمة للمستخدم والبيئة.

9- كفاءة استثمار المساحة:

تناولها قرني (2019) من خلال توظيف المساحات الصغيرة متعددة الأغراض لتحقيق أقصى استفادة منها، بينما أظهرت Kılıç Bakırhan و Tuna (2025) بُعدًا اقتصاديًا لهذا المفهوم من خلال ربطه بتقليل هدر مواد التجهيز الداخلي في المكاتب القابلة للتأجير عبر استراتيجيات التصميم المرن.

التعريف الإجرائي: هي الاستخدام الأمثل للفراغ الداخلي بما يحقق أكبر منفعة وظيفية وجمالية من المساحة المتاحة، مع الحد من الهدر في العناصر أو الفراغات غير المستغلة.

10- المستخدم:

وأوضحت دراسة السنافي (2024) العلاقة المباشرة بين تصميم الفراغ الداخلي للمباني والسلوك البشري، بينما بيّن Kariippanon وزملاؤه (2019) أن تصميم الفراغات المرنة يؤثر بشكل مباشر في تفاعل المستخدمين وتعاونهم وانخراطهم السلوكي داخل الفراغ.

التعريف الإجرائي: هو الفرد أو المجموعة التي تتفاعل مع الفراغ الداخلي وتستخدمه، وتُعد احتياجاته وسلوكه وتغير متطلباته أحد المحددات الأساسية في عملية التصميم،

الدراسات السابقة:

1- التصميم الداخلي المستدام وأثره على المباني المدرسية:

تناولت دراسة عبدالرحمن (2018) تطبيق معايير الاستدامة والتطور التكنولوجي لتحقيق الكفاءة في المبنى المدرسي، من حيث الكفاءة البيئية التي تلبي احتياجات الأجيال الحالية دون الإضرار بحق الأجيال القادمة، والكفاءة في التطور التكنولوجي المرتبط بعناصر التصميم الداخلي كالإضاءة والتهوية والخامات، كما أشارت الدراسة إلى قلة الوعي بتطبيق معايير الاستدامة في المباني المدرسية تحديدًا، وأكدت أن الوصول إلى تصميم داخلي مستدام في هذا السياق يستلزم دراسة سلوكية ونفسية لمستخدمي الفراغ لا الاكتفاء بالمعايير الفنية وحدها، وتتفق هذه الدراسة مع البحث الحالي في التركيز على الاستدامة وكفاءة الفراغ، لكنها تختلف عنه في أن مجالها التطبيقي اقتصر على المباني المدرسية، ولم تتناول التكيّف الفراغي الديناميكي بوصفه مدخلًا مستقلًا قائمًا على التحول المستمر في تنظيم الفراغ.

2- التصميم الداخلي المستدام:

تناولت دراسة لبدة (2021) دور التصميم الداخلي المستدام في تحسين كفاءة الفراغات السكنية، وأشارت إلى أن الفراغ قد يفقد كفاءته مع تغير أنماط الاستخدام بمرور الوقت، وطرحت مدخلًا تصميميًا لمعالجة هذا التراجع من خلال مبادئ الاستدامة، وتشترك هذه الدراسة مع البحث الحالي في تأكيد ضرورة قدرة الفراغ على التكيف مع المتغيرات، لكنها تختلف عنه في أن تركيزها ينصب على تحسين الكفاءة عبر مبادئ الاستدامة العامة، دون تناول التكيّف الفراغي الديناميكي بوصفه مفهومًا مستقلًا قائمًا على التحول المستمر.

3- التكنولوجيا المرنة في الفراغات الداخلية:

تناولت دراسة Al Khafaji و Kamaran (2019) دور المرونة الفراغية في تحسين استدامة التصميم الداخلي من خلال توظيف التكنولوجيا الذكية، وأضافت دراسة Abdullah و Al-Alwan (2019) بعدًا تقنيًا أعمق عبر تناول أنظمة المواد الذكية القابلة للاستجابة والتكيف في العمارة، كما تناول المجيبل (2023) البعد التطبيقي لهذه التكنولوجيا عبر توظيف برمجيات التصميم الرقمي (مثل برنامج Revit) في تصميم الحيزات الداخلية السكنية، وتتقاطع هذه الدراسات مع البحث الحالي في اهتمامها بالمرونة والتكنولوجيا الداعمة لها، لكنها تختلف عنه في أن محورها الرئيس هو الأداة التقنية ذاتها، بينما يتناول البحث الحالي التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام بوصفه إطارًا أوسع وأكثر تكاملًا تندرج فيه هذه التقنيات كأحد مكوناته.

4- الفن الإيكولوجي ودمجه في أعمال التصميم الداخلي لتحقيق الاستدامة:

تناولت دراسة عيسى وعواد والحرايري (2022) البيوفيليا في التصميم الداخلي وأثرها في تحقيق الاستدامة، وبيّنت أن توظيف العناصر الطبيعية يسهم في تحقيق الاستدامة البيئية داخل الفراغ، كما تناولت عطية (2021) استخدام البيوفيليا وأثرها على صحة وأداء شاغلي الفراغ، وتناولت فرج (2020) تأثير العناصر الطبيعية في الفراغات الداخلية للوحدة السكنية، وتتفق هذه الدراسات مع البحث الحالي في تركيزها على الاستدامة البيئية للفراغ، لكنها تختلف عنه في أن موضوعها يتمحور حول توظيف العناصر الطبيعية والبيوفيليا تحديدًا، بينما يركز البحث الحالي على التكيّف الفراغي الديناميكي بوصفه آلية تصميمية أشمل لا ترتبط بالضرورة بالعناصر الطبيعية وحدها.

الإطار النظري

مفهوم التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام:

يُعدّ التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام من المفاهيم التصميمية المعاصرة التي برزت استجابةً للتحولات المتسارعة في أنماط المعيشة، وتبدل الاحتياجات الوظيفية، وتنامي الوعي البيئي في مجال التصميم الداخلي، وهو ما تناولته دراسة عواد (2025) من خلال طرح السيناريو التصميمي بوصفه أداة لإدارة هذا التحول المستمر داخل الفراغ، ويقوم هذا المفهوم على فكرة أن الفراغ الداخلي ليس كيانًا ثابتًا، بل بنية قابلة للتحول والاستجابة والتكيف مع المتغيرات المختلفة التي تفرضها طبيعة الاستخدام والمستخدم والزمن، وهي الفكرة ذاتها التي جسّدها ضاهر (2022) على مستوى عناصر الفراغ من خلال دراسته لانتقال تصميم الأثاث من حالة الثبات (الإستاتيكية) إلى حالة الحركة المستمرة (الديناميكية)، ومن ثم، فإن هذا التوجه لا يقتصر على إعادة تنظيم المكان بصورة شكلية، بل يتجاوز ذلك إلى إعادة صياغة العلاقة بين الإنسان والفراغ، بحيث يصبح التصميم أداة حية قادرة على الاستجابة والتحول ضمن إطار يحافظ على الكفاءة الجمالية والوظيفية في آن واحد.

كما يكتسب هذا المفهوم بعدًا استداميًا واضحًا، لأنه يسهم في إطالة العمر التصميمي للفراغ وتقليل الحاجة إلى التعديل أو الاستبدال المتكرر، وهو ما يعزز من استمرارية الأداء ويحد من الهدر في الموارد، وقد أكدت مراجعة Estaji (2017) هذا البعد تحديدًا، إذ بيّنت أن التصميم المتكيف يحد من الحاجة إلى إعادة التصميم والتجديد بما يخدم استدامة البيئة الداخلية على المدى الطويل، بينما قدّمت Ramadan (2025) دليلًا متخصصًا لتحقيق طول العمر التصميمي والمرونة في العمارة الداخلية، بما يتسق مع الطرح ذاته.:

مبادئ التكيّف الفراغي وعناصره الأساسية

يقوم التكيّف الفراغي على منظومة من المبادئ التصميمية المتداخلة التي تشكل أساس فاعليته داخل الفراغ الداخلي، ويأتي في مقدمة هذه المبادئ مبدأ المرونة، بوصفه القدرة على قبول التغير وإعادة التشكيل دون فقدان الهوية العامة للتصميم، كما يبرز مبدأ القابلية للتحول، والذي يسمح للفراغ بأداء وظائف متعددة تبعًا لطبيعة الاستخدام، إلى جانب مبدأ تعدد الوظائف الذي يتيح استثمار المساحة الواحدة في أكثر من نشاط أو سيناريو، وهو المبدأ الذي جسّدته دراسة قرني (2019) من خلال توظيف المساحات الصغيرة متعددة الأغراض في المسكن المعاصر.

أما عناصر هذا التكيّف فتتمثل في توزيع الكتل، والعلاقات البصرية، والعناصر المتحركة، والأثاث القابل للتبدل، والفواصل القابلة للفتح والإغلاق، والأنظمة التي تتيح إعادة تنظيم المجال الداخلي بمرونة عالية، وقد تناولت إمام وعبد الخالق (2022) أحد هذه العناصر تحديدًا من خلال توظيف مفهوم العمارة القابلة للطي في تصميم المعارض التفاعلية، في حين بيّنت دراسة Husein (2020) أن الأثاث متعدد الوظائف يمثل حلًا ذكيًا وفعالًا لمواجهة محدودية المساحات الصغيرة، وتكمن أهمية هذه المبادئ والعناصر في كونها لا تعمل بصورة منفصلة، بل تتكامل لتنتج فراغًا داخليًا مرنًا، متوازنًا، وقادرًا على الاستجابة لمتطلبات الحاضر والمستقبل دون الحاجة إلى تدخلات إنشائية جذرية.

العلاقة بين التكيّف الفراغي والاستدامة:

تتجلى العلاقة بين التكيّف الفراغي والاستدامة في كون كلا المفهومين ينطلق من مبدأ استمرارية الأداء وتحقيق أفضل استثمار ممكن للموارد المتاحة، وهي العلاقة التي أكدتها دراسة لبدة (2021) من خلال طرح مدخل لتحسين كفاءة الفراغات السكنية عبر مبادئ التصميم الداخلي المستدام، فالتصميم القابل للتكيف يحد من الحاجة إلى إعادة البناء أو التجديد المتكرر، ويقلل من استهلاك المواد والطاقة والوقت، الأمر الذي يجعله أداة فاعلة في دعم الاستدامة البيئية والاقتصادية؛ وهو ما أثبتته عمليًا دراسة Kılıç Bakırhan و Tuna (2025) التي بيّنت أن تبني استراتيجيات التصميم المرن يقلل بشكل مباشر من هدر مواد التجهيز الداخلي الناتج عن التجديد المتكرر في المكاتب القابلة للتأجير.

كما أن هذه العلاقة تمتد إلى البعد الاجتماعي، إذ يتيح الفراغ المتكيف استجابة أفضل للتغيرات التي تطرأ على أنماط الحياة وحجم الأسرة واختلاف الاحتياجات الوظيفية،

مما يعزز ملاءمة المكان لساكنيه على المدى الطويل، وهو ما تناولته Utami و Setijanti (2024) في سياق الإسكان الحضري بوصف المرونة الفراغية أداة لتحقيق الاستدامة الشاملة لا الاستدامة البيئية فقط، وقد دعّمت Al Khafaji و Kamaran (2019) هذا الطرح من خلال إظهار أن المرونة الفراغية المدعومة بالتكنولوجيا الذكية تسهم بدورها في تحسين استدامة التصميم الداخلي، ومن هذا المنطلق، لا يمكن النظر إلى التكيّف الفراغي بوصفه مجرد استجابة شكلية أو مؤقتة، بل باعتباره استراتيجية تصميمية تسهم في ترشيد الاستخدام وتحقيق الاستدامة الشاملة داخل البيئة الداخلية.

التكنولوجيا المرنة ودورها في دعم التكيّف الفراغي:

أصبحت التكنولوجيا المرنة أحد المرتكزات الرئيسة في تطوير الفراغات الداخلية المعاصرة، لما توفره من حلول عملية تسهم في تعزيز التكيّف وتحقيق أعلى درجات الكفاءة الوظيفية، وهو ما أكدته دراسة Al Khafaji و Kamaran (2019) من خلال ربط المرونة الفراغية بتوظيف التكنولوجيا الذكية لتحسين استدامة التصميم الداخلي، وتتمثل هذه التكنولوجيا في مجموعة من الأنظمة والعناصر القابلة للحركة أو التحول أو إعادة الضبط، مثل الحوائط المنزلقة، والأثاث المتحول، والأجزاء القابلة للطي أو السحب، إضافة إلى الأنظمة الذكية التي تسمح بالتحكم في الإضاءة والتقسيم والاستخدام؛ وقد أضافت Abdullah و Al-Alwan (2019) بعدًا ماديًا أعمق لهذا الطرح من خلال دراستها لأنظمة المواد الذكية القابلة للاستجابة والتكيف داخل العمارة، بينما بيّن Lee وزملاؤه (2021) أن البيئات الذكية تعمل كمنصات تفاعلية وجماعية تستجيب لسلوك المستخدم وتتحول وفقًا له.

وتكمن قيمة هذه الحلول في أنها تمنح المصمم قدرة أوسع على إعادة تشكيل الفراغ وفقًا للمتطلبات المتغيرة، من دون المساس بجوهر التصميم أو الإخلال بتوازنه الجمالي، وعلى المستوى التطبيقي، تناول المجيبل (2023) دور البرمجيات الرقمية (كبرنامج Revit) كعامل مساعد في تصميم الحيزات الداخلية السكنية، في حين تناولت عبد الرحمن وحاكم (2024) الاعتبارات التصميمية المرتبطة باستخدام التقنيات الذكية في تصميم الفضاء الداخلي، كما تسهم التكنولوجيا المرنة في تقليل التكاليف طويلة الأمد، وتعزيز استجابة الفراغ لمختلف السيناريوهات الوظيفية، وهو ما يجعلها عنصرًا حيويًا في دعم التكيّف الفراغي الديناميكي المستدام.

التطبيقات التصميمية للتكيّف الفراغي الديناميكي المستدام:

تتعدد التطبيقات التصميمية للتكيّف الفراغي الديناميكي المستدام داخل الفراغات الداخلية، وتبرز بشكل خاص في المساحات السكنية الصغيرة، وهو ما جسّدته دراسة قرني (2019) من خلال توظيف المساحات الصغيرة متعددة الأغراض في المسكن المعاصر، وكذلك دراسة الشطي (2021) التي طرحت إعادة تكيف الحاويات كنموذج تطبيقي مختلف لتصميم فراغات داخلية سكنية قابلة للتغير، كما تبرز هذه التطبيقات في البيئات متعددة الاستخدام والمكاتب القابلة للتحول، وهو ما أكدته دراسة Kılıç Bakırhan و Tuna (2025) في سياق المكاتب القابلة للتأجير وأثر المرونة التصميمية في تقليل الهدر بها.

وتمتد هذه التطبيقات كذلك إلى الفراغات التعليمية التي تتطلب مرونة في التنظيم والتقسيم؛ إذ أظهرت دراسات Kariippanon وآخرون (2018، 2019) أن الفراغات التعليمية المرنة تسهم في تعزيز التفاعل والتعاون والانخراط السلوكي لدى الطلاب، وتقلل من الوقت الذي يقضونه في حالة الخمول الجسدي داخل الفصل، وتكشف هذه التطبيقات مجتمعة عن إمكانات كبيرة في إعادة تعريف الفراغ الداخلي بحيث يصبح أكثر قدرة على التبدل وفقًا للتغيرات المتسارعة في أنماط الاستخدام، دون أن يفقد هويته أو توازنه الجمالي، ومن هنا، فإن دراسة هذه التطبيقات لا تقتصر على الجانب النظري، بل تمثل مدخلًا عمليًا مهمًا يمكن الإفادة منه في صياغة استراتيجيات تصميمية جديدة تتوافق مع متطلبات الحاضر وتحديات المستقبل.

النتائج:

تُشير الأطر النظرية والتحليلية للدراسة إلى أن تبني مدخل التكيف الفراغي الديناميكي يحقق قفزة نوعية في كفاءة المساحات الداخلية المتغيرة عبر عدة محاور رئيسة:

1. أثبت البحث أن توظيف عناصر التصميم المتحركة (كالفواصل الذكية والأثاث متعدد الوظائف) يرفع من كفاءة استثمار المساحة بشكل دال، مما يتيح للفراغ الواحد استيعاب سيناريوهات أنشطة متعددة ومتباينة على مدار اليوم دون عوائق.
2. تؤكد النتائج أن الأنظمة الديناميكية المستدامة تُطيل العمر الافتراضي للتصميم، وتقلل بنسبة كبيرة من الحاجة إلى الهدم أو التجديد الشامل المتكرر، مما يسهم مباشرة في خفض تكاليف الصيانة وتقليل نفايات ومخلفات التجهيز الداخلي (Fit-out waste).
3. تخلص الدراسة إلى أن الحلول الرقمية والمواد الذكية لا تمثل ترفاً جمالياً، بل هي أدوات تشغيلية حتمية تمنح الفراغ القدرة على الاستجابة اللحظية لسلوك المستخدم ومتطلباته البيئية والصحية.

التوصيات والمقترحات:

أولاً: التوصيات (Recommendations)

1. نوصي المصممين الداخليين والمعماريين بالانتقال من الحلول التصميمية الجامدة إلى الحلول الديناميكية القابلة للتكيف والتحول منذ المراحل الأولى للتصميم، من خلال توظيف الفواصل الذكية والأثاث متعدد الوظائف.
2. ضرورة دمج الأنظمة التقنية والمواد الذكية كأدوات تشغيلية حتمية في الفراغ
3. الداخلي، لتعزيز استجابته اللحظية لسلوك المستخدمين وتلبية احتياجاتهم المتغيرة
4. بمرور الوقت.

5. حث شركات التصميم والمقاولات والجهات المعنية بالإسكان على اعتماد استراتيجيات التصميم المرن لتقليل نفايات ومخلفات التجهيز الداخلي الناتجة عن التجديد المتكرر، مما يسهم في إطالة العمر الافتراضي للتصميم وتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية.
6. توجيه الجهات الحكومية والمهنية نحو وضع مؤشرات معتمدة وكودات تصميمية تدعم الاستدامة والمرونة الفراغية في المباني السكنية ومتعددة الوظائف.

ثانياً - المقترحات المستقبليّة (Future Research Proposals)

1. إجراء دراسات مقارنة أو امتدادية تتناول فاعلية التكيف الفراغي الديناميكي المستدام في أنماط فراغية أخرى مثل الفراغات التجارية، التعليمية، والصحية.
2. دراسة أثر تطبيقات الأنظمة الفراغية الديناميكية على جودة البيئة الداخلية والصحة النفسية والسلوكية للمستخدمين في البيئات السكنية.
3. تقييم الأثر الاقتصادي طويل المدى (تحليل تكلفة دورة الحياة) لاعتماد تكنولوجيا الأثاث المتحول والمواد الذكية مقارنة بالتجهيزات التقليدية الثابتة.

بيان تضارب المصالـــح:

يُقر المؤلف بعدم وجود أي تضارب مالي أو علاقات شخصية معروفة قد تؤثر على العمل المذكور في هذه الورقة

المصادر والمراجع:

أولًا- الدراسات العربية:

1. إمام، أمينة، وعبد الخالق، أمل. (2022). التصميم الداخلي للمعارض التفاعلية وفق مفهوم العمارة القابلة للطي. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 7(4)، 19–41 . https://mjaf.journals.ekb.eg/article_199773.html
2. حامد، هالة. (2019). أثر فلسفة وفكر المرونة على التصميم الداخلي المعاصر. مجلة العمارة والفنون https://journals.ekb.eg/article_30426.html .
3. حسين، مني أحمد قاسم محمد حسن محمد. (2021). التناذرات المرضية للمباني السكنية وعلاقتها بالتفاعلات الصحية التحسسية: الأسباب والحلول من خلال تصميم العمارة الداخلية.
4. زكريا، أحمد محمد صفي الدين محمد. (2015). دور التصميم الداخلي المستدام والفراغ الداخلي الذكي في التقليل من آثار انقطاع التيار الكهربائي في الفراغ الداخلي في مصر.
5. السنافي، نوال. (2024). علاقة تصميم الفراغ الداخلي للمباني بالسلوك البشري. مجلة العمارة والفنون https://mjaf.journals.ekb.eg/article_269025.html .

6. السوسي، رغدة ماهر. (2015). أثر المرونة التصميمية على كفاءة استخدام المسكن في قطاع غزة: الفراغات الداخلية متعددة الوظائف نموذجًا. الجامعة الإسلامية، غزة . https://search.emarefa.net/ar/detail/BIM-616569
7. الشطي، مؤيد محمد عيسى. (2021). إعادة تكيف الحاويات لتصميم فراغات داخلية سكنية.
8. ضاهر، ربيع إبراهيم. (2022). تصميم الأثاث: من الإستاتيكية إلى الديناميكية. مجلة أوراق ثقافية . https://www.awraqthaqafya.com/2000
9. عبدالرحمن، سعيد حسن. (2018). التصميم الداخلي المستدام وأثره على المباني المدرسية. مجلة العمارة والفنون https://mjaf.journals.ekb.eg/article_21158.html .
10. عبد الرحمن، لقاء، وحاكم، غدير. (2024). الاعتبارات التصميمية وعلاقتها باستخدام التقنيات الذكية في تصميم الفضاء الداخليHNSJ ، 6 (10). https://www.hnjournal.net/volume6/issue10/6-10-10.pdf
11. عطية، دعاء إسماعيل. (2021). استخدام البيوفيليا في التصميم الداخلي وعامل تأثيره على صحة وأداء شاغليها. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 6(2)، 1946–1967 . https://mjaf.journals.ekb.eg/article_138149.html
12. عواد، أحمد إسماعيل أحمد. (2025). السيناريو التصميمي كأداة لفراغات داخلية قائمة على التحول . https://search.mandumah.com/Record/1404596
13. عيسى، الشيماء، عواد، إسماعيل، والحرايري، يسرا. (2022). البيوفيليا في التصميم الداخلي وأثرها في تحقيق الاستدامة. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 7 (35). https://journals.ekb.eg/article_256424.html
14. فاضل، دينا. (2021). دور إستراتيجيات التصميم الداخلي المستدام في زيادة راحة شاغلي الفراغات التجارية . https://www.semanticscholar.org/paper/94732716b8eac7d5edb1f3cd52f11e2057edce39
15. فرج، إيمان محمد. (2020). دراسة عن تأثير العناصر الطبيعية في الفراغات الداخلية للوحدة السكنية.
16. قرني، وسام حسين. (2019). دراسة للتصميم الداخلي والفراغ لتوظيف المساحات الصغيرة متعددة الأغراض بالمسكن المعاصر. المؤتمر الدولي السادس لكلية الفنون التطبيقية، دمياط . https://mjaf.journals.ekb.eg/article_116204.html
17. لبدة، أحمد. (2021). مدخل لتحسين كفاءة الفراغات السكنية من خلال التصميم الداخلي المستدام . https://www.researchgate.net/publication/371864831
18. المجيبل، محمد خالد عيد علي. (2023). التكنولوجيا الرقمية كعامل مساعد في تصميم الحيزات الداخلية السكنية: دراسة عن استخدام برنامج Revit في العمارة الداخلية. بحوث في العلوم والفنون النوعية https://balexu.journals.ekb.eg/article_326500.html .
19. الورفلي، صلاح الدين الفيتوري. (2021). التصميم الداخلي الذكي للمباني وعلاقته باستخدام الأراضي وتعزيز استدامة المباني.
20. يوسف مفتاح يونس مفتاح. (2026). تأثير التشطيبات الداخلية على جودة البيئة المعيشية داخل المسكن. مجلة العلوم الشاملة، 10(ملحق 39)، 633–643.

ثانيًا: الدراسات الأجنبية

21. Abdullah, Y. S., & Al-Alwan, H. A.S. (2019). Smart material systems and adaptiveness in architecture. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 623–638.

22. Al Khafaji, I. A. M., & Kamaran, R. (2019). The Influence of Spatial Flexibility to Improve Sustainability of Interior Design by Using Smart Technology. *European Journal of Sustainable Development*, 8(4), 438–451.
23. Estaji, H. (2017). A Review of Flexibility and Adaptability in Housing Design. *International Journal of Contemporary Architecture "The New ARCH"*, 4(2), 37–49.
24. Husein, H. A. (2020). Multifunctional Furniture as a Smart Solution for Small Spaces for the Case of Zaniary Towers Apartments in Erbil City.
25. Kariippanon, K. E., Cliff, D. P., Lancaster, S. L., & Parrish, A.-M. (2018). Perceived interplay between flexible learning spaces and teaching, learning and student wellbeing. *Learning Environments Research*, 21(3), 301–320.
26. Kariippanon, K. E., Cliff, D. P., Lancaster, S. J., Okely, A. D., & Parrish, A.-M. (2019). Flexible learning spaces facilitate interaction, collaboration and behavioural engagement in secondary school. *PLOS ONE*, 14(10), e0223607.
27. Kariippanon, K. E., Cliff, D. P., Okely, A. D., & Parrish, A.-M. (2019). Flexible learning spaces reduce sedentary time in adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 918–923.
28. Kılıç Bakırhan, E., & Tuna, M. (2025). Mitigating fit-out waste in rentable offices: The role of flexible design strategies.
29. Lanz, F., & Pendlebury, J. (2022). Adaptive reuse: a critical review. *The Journal of Architecture*, 27(2–3), 441–462.
30. Lee, J. H., Ostwald, M. J., & Kim, M. J. (2021). Characterizing Smart Environments as Interactive and Collective Platforms. *Sensors*, 21(10), 3417.
31. Memari, S., Kocaturk, T., Lozanovska, M., Andrews, F., & Tucker, R. (2025). Architect Insights: Implications and Barriers of Future-Proofing Hospitals.
32. Niazy, D., Metwally, E. A., Rifat, M., Awad, M. I., & Elsabbagh, A. (2023). A conceptual design of circular adaptive façade module for reuse. *Scientific Reports*.
33. Ramadan, S. E. E. A. (2025). Guide for longevity and flexibility in interior architecture. *Discover Cities*, 2, Article 46.
34. Scialpi, G., & Declercq, J. (2023). Adaptability in healthcare buildings: a perspective through Joseph Bracops Hospital. *Frontiers in Medical Technology*, 5, 1199581.
35. Swai, O. (2025). Adaptive reuse strategies for interior design: Promoting living heritage in Bagamoyo, Tanzania. *International Journal of Anthropology and Ethnology*, 9, Article 10.
36. Utami, A. S. P. R., & Setijanti, P. (2024). Spatial Flexibility for Housing in Urban Kampung toward Sustainability.
37.