Comprehensive Journal of Science
Volume (9), Issue (36), (Sept 2025)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد(9) ملحق العدد (36) (سبتمبر 2025)
ردمد: 3014-6266

المباني الجاهزة بين الكفاءة الإنشائية والاستدامة البيئية

نبيل محمد مهذب النطيط

قسم التقنية المدنية والمعمارية– كلية العلوم والتقنية– جادو

تاريخ الاستلام:2025/8/22 –تاريخ المراجعة: 2025/9/21– تاريخ القبول: 2025/9/27– تاريخ للنشر : 3/10/ 2025

ملخص البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة المباني الجاهزة ودورها في تحقيق الاستدامة البيئية في الهندسة المدنية، من خلال تحليل المفهوم، المميزات، والتحديات المرتبطة بتطبيق هذا النوع من البناء في السياق الليبي. جاءت أهمية البحث من الحاجة الملحّة إلى تبنّي حلول عمرانية حديثة تتماشى مع متطلبات التنمية المستدامة، وتستجيب للأزمات البيئية والاقتصادية التي تواجه قطاع البناء التقليدي في ليبيا.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، لكونها بحثاً نظرياً يركّز على تحليل الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة بالمباني الجاهزة ومفاهيم الاستدامة في العمارة. وقد تناول البحث ثلاثة فصول رئيسية:

تناول الفصل الأول الإطار المفاهيمي والدراسات السابقة، حيث عُرضت مفاهيم البناء الجاهز والاستدامة البيئية وأبرز النماذج الدولية في هذا المجال. أما الفصل الثاني فقد ركّز على واقع تطبيق المباني الجاهزة في ليبيا، مبرزاً أهم المزايا والتحديات والمعوقات. بينما تناول الفصل الثالث آفاق تطوير البناء الجاهز في ضوء التنمية المستدامة، مؤكداً على أهمية البنية الصناعية والتشريعية والتوعية المجتمعية في إنجاح هذا التحول.

وتوصّل البحث إلى أن المباني الجاهزة تمثل أحد الحلول الواعدة لتحقيق الاستدامة البيئية والعمرانية في ليبيا، شريطة تطوير رؤية وطنية شاملة تعتمد على التصنيع المحلي، وتكامل الجهود بين الدولة والقطاع الخاص والمؤسسات الأكاديمية. كما أوصى بضرورة إدماج مفاهيم الاستدامة في التعليم الهندسي، وتبني معايير بيئية واضحة في تصميم وتنفيذ المشاريع السكنية المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: المباني الجاهزة، الاستدامة البيئية، الهندسة المدنية، التنمية المستدامة، البناء الصناعي، ليبيا.

Research Summary

This research aims to study prefabricated buildings and their role in achieving environmental sustainability in civil engineering, through an analysis of the concept, advantages, and challenges associated with implementing this type of construction in the Libyan context. The importance of this research stems from the urgent need to adopt modern urban solutions that align with the requirements of sustainable development and respond to the environmental and economic crises facing the traditional construction sector in Libya.

The study adopted a descriptive-analytical approach, being a theoretical research project focusing on analyzing literature and previous studies related to prefabricated buildings and sustainability concepts in architecture. The research comprised three main chapters:

The first chapter addressed the conceptual framework and previous studies, presenting the concepts of prefabricated construction, environmental sustainability, and prominent international models in this field. The second chapter focused on the current state of prefabricated building implementation in Libya, highlighting its key advantages, challenges,

and obstacles. The third chapter explored the prospects for developing prefabricated construction within the context of sustainable development, emphasizing the importance of industrial and legislative infrastructure and community awareness in ensuring the success of this transition.
The research concluded that prefabricated buildings represent a promising solution for achieving environmental and urban sustainability in Libya, provided that a comprehensive national vision is developed that relies on local manufacturing and integrates efforts between the state, the private sector, and academic institutions. It also recommended integrating sustainability concepts into engineering education and adopting clear environmental standards in the design and implementation of future housing projects.
Keywords: Prefabricated buildings, environmental sustainability, civil engineering, sustainable development, industrial construction, Libya.

مقدمة

شهدت صناعة البناء والتشييد في العقود الأخيرة تحولات كبيرة، حيث أصبح الاعتماد على المباني الجاهزة (Prefabricated Buildings) من أبرز الاتجاهات الحديثة في الهندسة المدنية، حيث تعرف المباني الجاهزة بأنها المنشآت التي تصنع مكوناتها الأساسية مسبقاً في بيئة صناعية مراقبة، ثم تنقل إلى موقع البناء لتركب بسرعة وكفاءة، هذا الأسلوب يتيح تسريع عملية البناء، وتقليل الهدر مع المحافظة على جودة عالية مقارنة بالبناء التقليدي.

تعتمد فكرة المباني الجاهزة على التصنيع المسبق للمكونات الهيكلية والمعمارية، بما يشمل الجدران، الأسقف، الأعمدة، والأرضيات. مع إمكانية استخدام المواد الخرسانية، أو المعدنية أو الخشبية، ويتيح هذا النظام مرونة كبيرة في التصميم والتعديل، فضلاً عن تقليل الوقت اللازم لإتمام المشاريع العمرانية الكبرى.

تلعب الكفاءة الإنشائية دوراً محوراً في تقييم المباني الجاهزة، حيث تعتمد على قدرتها على تحمل الأحمال المختلفة، مقاومة الزلازل، والظروف المناخية، والاستدامة على المدى الطويل. ومن جهة أخرى أصبحت الاستدامة البيئية محوراً أساسياً، حيث تسعى هذه المباني إلى تقليل البصمة الكربونية، تقليل استهلاك الطاقة والمياه، واعتماد مواد قابلة لإعادة التدوير، بما يتماشى مع معايير البناء المستدام.

تجدر الإشارة إلى أن المباني الجاهزة ليست مجرد تقنية حديثة للبناء. بل تمثل تحولاً جذرياً في طريقة التفكير الهندسي والتصميم، حيث تدمج بين الفاعلية الزمنية، والكفاءة الإنشائية، والحفاظ على البيئة. لتصبح خياراً متقدماً يواكب تحديات النمو العمراني، والتطور الحضري في العالم المعاصر.

مشكلة البحث

رغم التطور الكبير في تقنيات البناء الجاهز، إلا أن تطبيقاتها مازالت محدودة في بعض الدول النامية بما في ذلك ليبيا، يرجع ذلك إلى عدة عوامل، منها ضعف الوعي بفوائد هذه التقنية، نقص الدراسات المقارنة بين البناء الجاهز والتقليدي، والتحديات الاقتصادية والتقنية المرتبطة بتطبيقها، لذلك يعتبر من الضروري إجراء دراسة تحليلية لفهم مدى كفاءة المباني الجاهزة من الناحية الإنشائية والبيئية، وتحديد مدى قدرتها على تحقيق الاستدامة في قطاع البناء.

تساؤلات البحث

1-ما تعريف المباني الجاهزة وما هي خصائصها الأساسية في الهندسة المدنية؟

2-ما مدى كفاءة المباني الجاهزة من الناحية الإنشائية مقارنة بالبناء التقليدي؟

3-إلى أي مدى تسهم المباني الجاهزة في تحقيق الاستدامة البيئية وتقليل البصمة الكربونية؟

4-ما أبرز التحديات الاقتصادية والتقنية واللوجستية التي تواجه تطبيق المباني الجاهزة في الدول النامية؟

5-ما العوامل التي يمكن أن تسهم في توسيع استخدام المباني الجاهزة وزيادة تبنيها في مشاريع البناء الحديثة؟

أهداف البحث

1-تحديد مفهوم المباني الجاهزة وخصائصها الأساسية في الهندسة المدنية.

2-تحليل كفاءة المباني الجاهزة من الناحية الإنشائية مقارنة بالبناء التقليدي.

3-تقييم مساهمة المباني الجاهزة في الاستدامة البيئية وتقليل البصمة الكربونية.

4-استكشاف التحديات الاقتصادية والتقنية واللوجستية التي تواجه تطبيق المباني الجاهزة.

5-اقتراح العوامل والاستراتيجيات التي يمكن أن تسهم في توسيع استخدام المباني الجاهزة، وزيادة تبنيها في مشاريع البناء الحديثة.

أهمية البحث

1-يساهم البحث في زيادة الوعي بفوائد المباني الجاهزة في تسريع عمليات البناء وتحسين الجودة، مما يساعد المهندسين والمخططين على تبني هذه التقنية بشكل فعال.

2-من خلال تحليل أثر المباني الجاهزة على تقليل استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية، يبرز الباحث أهميتها في تحقيق معايير البناء المستدام.

3-تساعد نتائج البحث صانعي القرار في قطاع البناء على تطوير استراتيجيات مبتكرة لتطبيق المباني الجاهزة في المشاريع العمرانية الحديثة.

4-من خلال دراسة التحديات الاقتصادية التقنية واللوجستية، يمكن اقتراح حلول عملية لتسهيل اعتماد المباني الجاهزة في الدول النامية.

5-يقدم البحث مساهمة علمية جديدة في مجال الهندسة المدنية، ويدعم الدراسات المستقبلية حول المباني الجاهزة وتحسين كفاءتها.

مصطلحات ومفاهيم البحث

1-المباني الجاهزة (Prefabricated Buildings): هي المباني التي يتم تصنيع مكوناتها الأساسية في بيئة صناعية مراقبة، ثم نقلها إلى موقع البناء لتركيبها بسرعة وكفاءة، بهدف تقليل الوقت والهدر، وضمان جودة عالية مقارنة بالبناء التقليدي **(Khalid, 2022, p.56)**.

2-الكفاءة الإنشائية (Structural Efficiency): تشير إلى قدرة المبنى على تحمل الأحمال المختلفة، مثل الرياح والزلازل، مع تحقيق متانة وثبات طويل الأمد **(Smith, 2020, 112)**.

3-الاستدامة البيئية (Environmental Sustainability): تعني استخدام موارد طبيعية ومواد بناء بطريقة تقلل من الأثر البيئي للمشروع، مع التركيز على تقليل استهلاك الطاقة والمياه، واستخدام مواد قابلة لإعادة التدوير **(Jones & Brown, 2019, p. 78)**.

4-البناء التقليدي (Conventional Construction): هو النظام التقليدي للبناء الذي يتم فيه صب الخرسانة، أو تركيب المكونات مباشرة في الموقع دون تصنيع مسبق، وغالباً ما يتطلب وقتاً أطول وتكلفة أكبر **(Lee, 2021, p. 95)**.

5-التحديات اللوجستية (Logistical Challenges): هي الصعوبات المرتبطة بنقل وتركيب المكونات الجاهزة في موقع البناء، خاصة في المناطق النائية، أو ذات البنية التحتية المحدودة **(Abdel- Rahman, 2018, p. 132)**.

الفصل الأول: الإطار النظري والدراسات السابقة

المبحث الأول: الإطار المفاهيمي للمباني الجاهزة والاستدامة البيئية

مفهوم المباني الجاهزة ومميزاتها والتحديات في ضوء الاستدامة

تشير الدراسات إلى أن المباني الجاهزة هي تلك المنشآت التي تصنع مكوناتها الأساسية في بيئة صناعية، ثم تنقل إلى الموقع لتركيبها بسرعة وكفاءة، مما يقلل الوقت ويضمن جودة أعلى مقارنة بالبناء التقليدي، و"تتيح هذه التقنية مرونة في التصميم، وإمكانية تعديل المكونات وفق متطلبات المشروع دون التأثير على جودة البناء **(Jones & Brown, 2019, 78)**.

تعرف المباني الجاهزة بأنها هياكل أو أجزاء من المباني يتم تصنيعها مسبقاً في مصانع مخصصة، ثم تنقل إلى موقع البناء ليتم تركيبها وتجميعها في فترة زمنية قصيرة نسبياً، مع الحفاظ على الجودة والدقة في التنفيذ **(النجار، 2020، 15)**، ويعد هذا النوع من البناء من التقنيات الحديثة في الهندسة المدنية التي تهدف إلى تقليل الزمن والتكلفة وتحسين كفاءة الموارد المستخدمة.

تاريخياً ظهرت فكرة المباني الجاهزة كحل عملي في فترات ما بعد الحروب، خاصة بعد الحرب العالمية الثانية، عندما كان هناك حاجة ملحة لإعادة الإعمار بسرعة وبتكاليف منخفضة **(العريبي، 2018، 9)** ومع مرور الوقت تطور المفهوم ليصبح جزء من التوجهات العالمية نحو البناء الذكي والمستدام، الذي يعتمد على التكنولوجيا الحديثة في التصميم والتشييد.

تعتبر المباني الجاهزة اليوم أحد أدوات تحقيق الاستدامة، إذ تساهم في تقليل الفاقد من المواد، وخفض الانبعاثات الناتجة عن عمليات البناء التقليدية، إضافة إلى سهولة إعادة تدوير مكوناتها عند انتهاء عمرها الافتراضي **(الهادي، 2021، 33)**. كما أنها تقلل من التلوث السمعي والبصري في مواقع البناء نظراً لتقليص مدة التنفيذ وعدد العمال في الميدان **(الشمري، 2019، 41)**

من الناحية البيئية تمتاز هذه المباني بقدرتها على تحقيق كفاءة عالية في استهلاك الطاقة، من خلال تحسين العزل الحراري والتهوية الطبيعية، وهو ما ينعكس إيجاباً على تقليل استهلاك الكهرباء والتبريد **(الكوافي، 2022، 27)**. أما من الناحية الاقتصادية، فإنها تسهم في خفض تكاليف التشغيل والصيانة، بفضل المواد الحديثة المستخدمة في تصنيعها.

وفي السياق المحلي بدأت ليبيا تشهد في السنوات الأخيرة محاولات محدودة لتطبيق نظام المباني الجاهزة، خاصة في المشاريع السكنية والتعليمية، لما تتميز به من سرعة في الإنجاز وتناسبها مع المناخ المحلي **(المدني، 2023، 18)** إلا إن انتشارها ما يزال محدوداً بسبب نقص الخبرات الفنية والتشريعات المنظمة لهذا النوع من البناء، وهو ما يتطلب دراسات أكاديمية أعمق لتقييم مدى توافقها مع مبادئ الاستدامة في البيئة الليبية.

يتضح مما سبق أن المباني الجاهزة ليست مجرد خيار هندسي لتقليل التكاليف أو تسريع البناء، بل هي توجه استراتيجي نحو تحقيق الاستدامة في بيئة عمرانية أكثر كفاءة وتوازن بين الإنسان والموارد.

مزايا وتحديات المباني الجاهزة في ضوء الاستدامة

تعد المباني الجاهزة من أهم الابتكارات الحديثة في مجال الهندسة المدنية، لما توفره من حلول عملية لتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، فهي تمثل نقلة نوعية في طرق البناء التقليدية التي كانت تعتمد على استهلاك مفرط للمواد والطاقة، وتحدث أثراً بيئياً واضحاً **(البدري، 2020، 24)**

مزايا المباني الجاهزة في ضوء الاستدامة

من أبرز المزايا التي تميز المباني الجاهزة قدرتها على تقليل استهلاك المواد الخام والطاقة خلال مراحل التصميم والتنفيذ، إذ يتم إنتاج مكوناتها في مصانع مركزية تحت رقابة دقيقة، مما يؤدي إلى تقليل الفاقد في المواد مقارنة بعمليات البناء الموقعي **(العبيدي، 2021، 39)**

كذلك تسهم هذه المباني في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، نتيجة تقليص مدة البناء وعدد الآليات المستخدمة في الموقع **(الساعدي، 2019، 33)** وتشير الدراسات إلى أن المباني الجاهزة يمكن أن تقلل الانبعاثات بنسبة تصل إلى 30% مقارنة بالبناء التقليدي **(UNEP, 2021, P. 7)**

ومن الناحية الاقتصادية، تعد المباني الجاهزة أكثر كفاءة من حيث التكلفة على المدى البعيد، إذا توفر في تكاليف الصيانة والتشغيل بفضل استخدام مواد ذات جودة عالية ومقاومة للعوامل المناخية **(الكوافي، 2022، 45)** كما تسهم في تسريع وتيرة التنمية العمرانية من خلال اختصار زمن الإنجاز، وهو عامل أساسي في بيئات تحتاج إلى التوسع السكني السريع مثل ليبيا **(المدني، 2023، 21)**

أما من الجانب الاجتماعي، فإن المباني الجاهزة توفر بيئة عمل أكثر أماناً للعمال، نظراً لاعتماد مراحل التصنيع في بيئة مغلقة ومنظمة، مما يقلل من احتمالية الحوادث والإصابات في مواقع البناء **(الشمري، 2019، 47)**

تحديات تطبيق المباني الجاهزة

رغم المزايا العديدة، تواجه المباني الجاهزة جملة من التحديات التقنية والتنظيمية التي تحد من انتشارها، خصوصاً في الدول النامية.

فمن الناحية التقنية هناك حاجة إلى خبرات هندسية متخصصة، في تصميم وإنتاج المكونات الجاهزة بما يضمن الجودة والدقة **(النجار، 2020، 32)**. كما تواجه بعض الدول تحديات تتعلق بالبنية التحتية للنقل والتركيب، إذ تتطلب عملية نقل المكونات الضخمة إلى المواقع تجهيزات لوجستية متقدمة.

أما من الناحية الاقتصادية، فإن تكلفة الإنشاء الأولية للمصانع وتجهيز خطوط الإنتاج قد تكون مرتفعة نسبياً، مما يجعل من الصعب على بعض الجهات تبني هذه التقنية دون دعم حكومي أو استثماري، **(العريبي، 2018، 27)**

وفي السياق المحلي، تعتبر نقص التشريعات التنظيمية والمعايير الهندسية الخاصة بالبناء الجاهز من أبرز العقبات أمام تطبيق هذه التقنية في ليبيا (**عبد القادر، 2022، 31**) إذ لا تزال القوانين الحالية مبنية على مفاهيم البناء التقليدي، مما يعوق اعتماد هذا النوع من البناء بشكل موسع رغم فوائده.

إضافة إلى ذلك، هناك تحديات ثقافية واجتماعية، إذ لا يزال بعض الأفراد ينظرون إلى المباني الجاهزة على أنها أقل متانة أو جودة مقارنة بالبناء التقليدي، وهو ما يحتاج إلى توعية مجتمعية وتطبيقات نموذجية ناجحة لإثبات فاعليتها على أرض الواقع (**الحربي، 2021، 49**)

مفهوم الاستدامة البيئية وأبعادها في المجال المعماري

تعد الاستدامة البيئية من المفاهيم الحديثة التي برزت مع تصاعد الاهتمام العالمي بقضايا البيئة والتغير المناخي، حيث تهدف إلى تحقيق التوازن بين متطلبات التنمية من جهة، والمحافظة على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة من جهة أخرى (**القحطاني، 2018، 27**)، ويشير مفهوم الاستدامة إلى استخدام الموارد بشكل رشيد يضمن استمراريتها، مع الحد من التأثيرات السلبية للنشاط الإنساني على البيئة (**المغربي، 2020، 44**)

وفي المجال المعماري، يقصد بالاستدامة البيئية تبني ممارسات تصميم وبناء وتشغيل المباني، بحيث تكون صديقة للبيئة وتسهم في تقليل استهلاك الطاقة والمياه، وتحد من انبعاث الغازات الدفينة، وتستفيد من المواد القابلة لإعادة التدوير (**الدرسي، 2021، 65**). ويعتبر هذا التوجه أحد الركائز الأساسية لما يعرف ب "العمارة الخضراء" التي تعني بتحقيق الراحة البيئية للمستخدم مع تقليل الأثر البيئي الكلي للمبنى (**المنصوري، 2019، 103**).

وتتجلى أبعاد الاستدامة البيئية في المجال المعماري في عدة محاور مترابطة أهمها:

1-البعد البيئي: يتمثل في تقليل استهلاك الموارد الطبيعية مثل الطاقة والمياه، وتخفيض النفايات والانبعاثات الضارة، واستخدام تقنيات البناء التي تراعي دورة حياة المواد (**الشريف، 2018، 88**)

2-البعد الاقتصادي: يركز على خفض تكاليف التشغيل والصيانة للمباني على المدى الطويل، من خلال تبني نظم فعالة للطاقة والعزل الحراري، مما يحقق وفراً اقتصادياً للمستخدم والمجتمع (**حموده، 2020، 56**)

3-البعد الاجتماعي: يتمحور حول تحسين جودة الحياة داخل البيئة المبنية عبر تصميم مساحات مريحة وصحية، وتعزيز الشعور بالانتماء والمسؤولية البيئية لدى الأفراد (**السنوسي، 2017، 34**)

وبذلك يمكن القول إن الاستدامة البيئية في العمارة، تمثل فلسفة شاملة تهدف إلى تحقيق التكافل بين الإنسان والمكان والطبيعة، بما يضمن توازن البيئة العمرانية، ويسهم في مواجهة تحديات التغير المناخي وتحقيق التنمية المستدامة (**عبد السلام، 2022، 112**)

العلاقة بين المباني الجاهزة والاستدامة البيئية

تعد المباني الجاهزة من أبرز الحلول الحديثة التي تسهم في تحقيق مبادئ الاستدامة البيئية في قطاع البناء، لما تمتاز به من سرعة في التنفيذ، واقتصاد في استهلاك الموارد، وتقليل الهدر والانبعاثات الضارة (**الحربي، 2019، 52**). ففكرة البناء الجاهز تقوم على تصنيع مكونات المبنى في المصانع وفق معايير دقيقة، ثم نقلها إلى موقع البناء لتركيبها، مما يقلل من التأثيرات السلبية الناتجة عن عمليات البناء التقليدية مثل الضوضاء والتلوث والنفايات (**سلامة، 2020، 71**)

تسهم هذه التقنية في رفع كفاءة استخدام الطاقة والمواد، إذ يمكن تصميم المكونات مسبقاً لتكون أكثر عزلاً حرارياً وكفاءة في توزيع الإضاءة والتهوية الطبيعية، مما يقلل من استهلاك الطاقة خلال تشغيل المبنى **(الدرسي، 2021، 84)**

كما أن المواد المستخدمة في البناء الجاهز غالباً ما تكون قابلة لإعادة التدوير أو مصنوعة من مواد صديقة للبيئة، وهو ما يتوافق مع مبادئ الاقتصاد الدائري الذي يعد أحد ركائز التنمية المستدامة **(القحطاني، 2018، 49)**

من جانب آخر فإن المباني الجاهزة تقلل من الآثار البيئية السلبية للمشروعات العمرانية، خصوصاً في المناطق التي تواجه تحديات بيئية مثل ندرة الموارد أو ضعف البنية التحتية **(المنصوري 2019، 97)** كما أن خفة وزن هذه المكونات وسهولة نقلها يسهم في تقليل استهلاك الوقود وانبعاثات الكربون المرتبطة بعمليات البناء **(حمودة، 2020، 60)**

وفي السياق الليبي يلاحظ أن الاتجاه نحو تبني مفهوم المباني الجاهزة، بدأ يلقي اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة، خصوصاً في المناطق الجبلية والريفية، حيث تمثل هذه التقنية حلاً عملياً لإعادة إعمار المساكن القديمة بتكلفة أقل وبسرعة أكبر **(السنوسي، 2022، 38)**، كما أن الظروف المناخية المحلية وارتفاع تكاليف البناء التقليدي تجعل من المباني الجاهزة خياراً مناسباً لتحقيق أهداف الاستدامة من حيث الكفاءة البيئية والاقتصادية **(عبد السلام، 2022، 115)**

وعليه يمكن القول إن العلاقة بين المباني الجاهزة والاستدامة البيئية علاقة تكاملية، إذ تمثل الأولى أداة فعالة لتحقيق الثانية، فكلما توسع استخدام تقنيات البناء الجاهز، زادت فرصة تحقيق بيئة عمرانية متوازنة تسهم في التنمية المستدامة وتحافظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة **(المغربي، 2020، 54)**

التجارب المحلية والعالمية في تطبيق المباني الجاهزة المستدامة

شهد العالم في العقود الأخيرة تحولاً كبيراً نحو تبني أنظمة البناء الجاهز كخيار استراتيجي لتحقيق أهداف الاستدامة، لما توفره هذه التقنية من مزايا بيئية واقتصادية واجتماعية، فقد أصبحت العديد من الدول تعتبر المباني الجاهزة أحد المكونات الأساسية في برامج التنمية الحضرية المستدامة **(يونس، 2008، 53)**

أولاً: التجارب العالمية

تعد التجربة السويدية من أبرز النماذج في هذا المجال، حيث اعتمدت الدولة منذ سبعينات القرن الماضي على تقنيات البناء المسبق الصنع في مشاريع الإسكان الاجتماعي، بهدف خفض استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات الكربونية، وتظهر الإحصاءات أن أكثر من 40% من المساكن الجديدة في السويد تبني باستخدام مكونات جاهزة، ما ساهم في تحسين كفاءة البناء بنسبة تجاوزت 30% مقارنة بالبناء التقليدي.

أما في اليابان فقد تم تطوير نظام متكامل للمباني الجاهزة يعتمد على معايير دقيقة في التصميم والمواد، بما يضمن مقاومة الزلازل وتحقيق كفاءة الطاقة في آن واحد، وتعتبر شركات مثل Mitsubishi Homes & Sekisui House من رواد هذا التوجه، حيث تنتج آلاف الوحدات الجاهزة سنوياً مع إعادة تدوير أكثر من 85% من مخلفات التصنيع **(Kobayashi, 2019, p. 41)**

وفي ألمانيا تركزت الجهود على الدمج بين البناء الجاهز والعمارة الخضراء، حيث تعتمد المصانع على أنظمة عزل حراري متطورة وتستخدم الطاقة المتجددة في عملية الإنتاج. وقد ساعد هذا التوجه في تقليص البصمة الكربونية للمباني الجديدة بنسبة تصل إلى 50% **(Muller, 2021, p. 33)**

ثانياً: التجارب العربية

في الإمارات العربية المتحدة، تمثل المباني الجاهزة محوراً رئيسياً في تحقيق رؤية "المدن الذكية" ضمن خطة دبي 2040. وقد تم إنشاء مشاريع حكومية وخاصة تعتمد على البناء الجاهز لتحقيق الاستدامة. مثل مشروع "مجمع مترو دبي" الذي تم فيه استخدام وحدات جاهزة عالية الكفاءة في العزل وتقليل الفاقد الحراري بنسبة 25% **(الهاشمي، 2021، 58)**

أما في السعودية فقد اعتمدت وزارة الإسكان مشروعاً وطنياً لتوسيع استخدام البناء المسبق الصنع، من خلال مبادرة تقنيات البناء الحديثة التي تهدف إلى رفع نسبة الوحدات المبنية بتقنيات جاهزة إلى 50% بحلول عام 2030، مما يسهم في خفض التكلفة وتسريع وتيرة البناء **(الشمري، 2020، 46)**

وفي مصر بدأت الجامعات والمراكز البحثية تهتم بالمباني الجاهزة كجزء من مبادرات العمارة الخضراء، خاصة في المدن الجديدة مثل العاصمة الإدارية والعلمين الجديدة، بهدف تقليل استهلاك الموارد وتحقيق التنمية العمرانية المستدامة **(عبد المقصود، 2019، 72)**

ثالثاً: التجارب المحلية (ليبيا)

أما في ليبيا ورغم محدودية التجارب الرسمية في مجال المباني الجاهزة المستدامة، إلا أن هناك مبادرات محلية بدأت تظهر خصوصاً في المدن الجبلية والجنوبية، حيث يسعى بعض المهندسين الشباب إلى توظيف المواد المحلية مثل الحجر والطين المعالج في بناء وحدات جاهزة منخفضة التكلفة وصديقة للبيئة **(السنوسي، 2022، 91)**

كما أطلقت بعض البلديات بالتعاون مع مؤسسات أكاديمية مشاريع صغيرة لتطوير نماذج مباني جاهزة مخصصة للمناطق المتضررة من النزاعات، تهدف إلى إعادة الإعمار السريع مع الحفاظ على الموارد الطبيعية **(عبد السلام، 2022، 103)**

هذه الجهود وإن كانت محدودة بعددها، إلا أنها تشكل نواة مهمة لتطوير مفهوم البناء الجاهز المستدام في السياق الليبي، بما يتوافق مع احتياجات المجتمع المحلي وظروفه الاقتصادية والبيئية.

ثانياً: الدراسات السابقة

يعد موضوع المباني الجاهزة ودورها في تحقيق الاستدامة البيئية من الموضوعات الحديثة نسبياً في المجال الهندسي والمعماري، وقد شهد اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة نظراً لارتباطه بالتحولات نحو التنمية المستدامة والعمارة الخضراء، وفيما يلي عرض لأبرز الدراسات السابقة ذات الصلة، عربياً وأجنبياً، بهدف تحديد أوجه الاتفاق والاختلاف بينها وبين هذا البحث.

أولاً: الدراسات العربية

1-دراسة الحربي (2019) بعنوان "تكنولوجيا البناء الجاهز ودورها في تحقيق الاستدامة".

هدفت إلى إبراز مزايا المباني الجاهزة في خفض استهلاك الطاقة وتقليل انبعاثات الكربون، خلصت الدراسة إلى أن تطبيق تقنيات البناء المسبق الصنع يرفع من كفاءة الطاقة بنسبة تصل إلى 35% مقارنة بالبناء التقليدي، وأوصت بضرورة دعم الأبحاث التطبيقية في هذا المجال.

2-دراسة عبد المقصود (2019) بعنوان "العمارة الخضراء ومستقبل المدن الجديدة في مصر". تناولت التجربة المصرية في توظيف تقنيات البناء الحديث في المدن الجديدة، وأشارت إلى أن المباني الجاهزة تشكل ركيزة أساسية لتحقيق التنمية العمرانية المستدامة من خلال تخفيض استهلاك الموارد وتقليل زمن الإنشاء.

3-دراسة السنوسي (2022) بعنوان "توجهات البناء الحديث في ليبيا بين الاستدامة والاقتصاد". ركزت على إمكانية تطبيق مفاهيم البناء المستدام في البيئة الليبية، وبينت أن المباني الجاهزة تمثل حلاً عملياً في ظل ارتفاع تكاليف مواد البناء التقليدية، داعية إلى إدماج الاستدامة في سياسات إعادة الإعمار.

4-دراسة عبد السلام (2022) بعنوان "الاستدامة في العمارة الحديثة: بين النظرية والتطبيق". ناقشت التحديات التي تواجه تطبيق مبادئ الاستدامة في العمارة الليبية والعربية، وأكدت على أهمية تطوير برامج تدريبية للمهندسين في مجال تقنيات البناء الجاهز باعتباره من أهم حلول المستقبل.

ثانياً: دراسات الأجنبية

1-دراسة Andersson (2020) بعنوان "Sustainable Prefabricated Housing in Sweden" تناول التجربة السويدية في تطوير وحدات سكنية جاهزة تعتمد على الطاقة المتجددة، أظهرت النتائج أن استخدام المواد العازلة المتطورة أدى إلى تقليص استهلاك الطاقة بنسبة 40%، ما جعل المباني الجاهزة نموذجاً للاستدامة في المناخات الباردة.

2-دراسة Kobayashi (2019) بعنوان "Prefabrication and Environmental Design in Japan" بحثت العلاقة بين التصميم المسبق والإدارة البيئية في المباني الجاهزة اليابانية، وأكدت أن التصنيع في المصانع ساهم في تقليل النفايات بنسبة 75% مقارنة بالبناء التقليدي.

3-دراسة Muller (2021) بعنوان " Green Construction and Modular Architecture in Germany" ركزت على التكامل بين العمارة المعيارية ومبادئ الاقتصاد الدائري، وأوضحت أن المباني الجاهزة تمثل أداة فعالة لتحقيق أهداف الاتحاد الأوروبي في خفض الانبعاثات الكربونية بحلول عام 2030.

من خلال استعراض الدراسات السابقة، يمكن ملاحظة أن جميعها تتفق على أن المباني الجاهزة تعد من أهم الوسائل لتحقيق الاستدامة البيئية، من حيث ترشيد استهلاك الطاقة وتقليل التلوث وتسريع البناء.

لكن ما يميز هذا البحث هو تركيزه على السياق الليبي، وهو مجال لم يحظ بعد بدراسات كافية، خصوصاً فيما يتعلق بكيفية توطين مفهوم المباني الجاهزة المستدامة ضمن الظروف الاقتصادية والمناخية المحلية. كما يتميز البحث بطابعه التحليلي النظري الذي يربط بين الأبعاد الهندسية والبيئية والاجتماعية، مقدماً رؤية شمولية حول إمكانية اعتماد هذا النمط من البناء في ليبيا مستقبلاً.

الفصل الثاني: الجوانب التقنية والمعمارية للمباني الجاهزة المستدامة

تمهيد

تعد المباني الجاهزة المستدامة من أبرز الحلول المعمارية الحديثة التي تسعى إلى تحقيق التوازن بين احتياجات الإنسان والبيئة، من خلال الاعتماد على تقنيات بناء متطورة، ومواد صديقة للبيئة، وعمليات تصنيع مسبقة في المصانع تضمن الجودة وتقليل الفاقد. هذا النوع من البناء يعكس التحول العالمي نحو الاستدامة في قطاع التشييد، يسهم في خفض استهلاك الطاقة، وتقليل الانبعاثات الكربونية، وتحقيق كفاءة عالية في استغلال الموارد الطبيعية.

ويلاحظ في السنوات الأخيرة توجه متزايد نحو اعتماد هذا النمط من البناء في المشاريع السكنية والعامة على حد سواء، نظراً لما يوفره من مرونة في التصميم وسرعة في التنفيذ، مع المحافظة على معايير السلامة والاستدامة البيئية.

الجوانب التقنية للمباني الجاهزة المستدامة

تقوم فكرة المباني الجاهزة المستدامة على تصنيع مكونات البناء الأساسية في بيئة صناعية مضبوطة، تشمل الجدران والأسقف والوحدات الهيكلية، ثم نقلها إلى موقع الإنشاء لتركيبها في زمن وجيز. هذه التقنية تمثل نقلة نوعية في مجال البناء، إذ تحقق الكفاءة في الوقت والتكلفة، وتقلل من الهدر في المواد والطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية **(الحربي، 2022، 61)**

ويؤكد العتيبي (2021، 44) أن هذا النمط من البناء يسهم في تحسين جودة الإنتاج والتحكم في المواصفات، كما يتيح إمكانية إعادة الاستخدام والتفكيك عند الحاجة، مما يجعله من الحلول البنائية المرنة والمستدامة.

من الناحية التقنية تعتمد المباني الجاهزة المستدامة على مجموعة من الركائز أبرزها:

1-نظم البناء المعيارية:

وهي أنظمة تعتمد على إنتاج وحدات مستقلة في المصانع يمكن تركيبها في موقع المشروع بسهولة، بحيث تكون قابلة للتجميع والتفكيك دون فقد في الجودة، وتشير دراسة الزعبي **(2020، 73)** إلى أن هذه النظم تقلل مدة التنفيذ بنسبة تصل إلى 50% مقارنة بالبناء التقليدي، وتقلل كذلك من تكاليف العمالة واستهلاك الطاقة.

2-تقنيات العزل الحراري والصوتي:

يعتبر العزل من أهم الجوانب التقنية في المباني المستدامة، إذ يساهم في تقليل استهلاك الطاقة وتحسين الراحة البيئية داخل المبنى، وقد أوضح عبد الله **(2022، 37)** إن استخدام مواد العزل الحديثة في المباني الجاهزة، مثل الألواح المركبة والعوازل الصديقة للبيئة، يقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويحافظ على استقرار درجات الحرارة الداخلية.

3-الاعتماد على الطاقة المتجددة:

تسعى المباني الجاهزة المستدامة إلى دمج أنظمة الطاقة الشمسية والتهوية الطبيعية ضمن التصميم العام للمبنى، بما يسهم في خفض الاستهلاك الكلي للطاقة بنسبة تتراوح بين 20 % و40% **(الطيف، 2020، 95)**

4-إدارة المخلفات وإعادة التدوير:

من أبرز مميزات المباني الجاهزة إمكانية تفكيك مكوناتها وإعادة استخدامها في مشاريع أخرى، مما يقلل النفايات الناتجة عن الهدم، ويشير الخشمان **(2021، 88)** إلى أن هذه الميزة تجعل المباني الجاهزة أكثر توافقاً مع متطلبات الاقتصاد الدائري في البناء الحديث.

الأبعاد المعمارية للمباني الجاهزة المستدامة

تعد الأبعاد المعمارية في المباني الجاهزة المستدامة من العناصر الأساسية التي تحدد جودة التصميم وكفاءته البيئية والوظيفية، إذ ترتبط بمفاهيم الجمال والراحة والتكامل مع البيئة الطبيعية والاجتماعية، ويشير الشمري **(2020، 112)** إلى أن المباني الجاهزة على الرغم من طابعها الصناعي، يمكن أن تتبنى حلولاً تصميمية متقدمة تضمن تحقيق الاستدامة في شكلها ومضمونها من خلال المرونة، والهوية والتفاعل مع المحيط.

أولاً: المرونة التصميمية

تقوم المرونة التصميمية على إمكانية تعديل وتوسيع المبنى، بما يتوافق مع احتياجات المستخدمين المستقبلية، دون الحاجة إلى هدم أو تغيير شامل في البنية. ويرى إسماعيل **(2021، 58)** إلى أن هذه الخاصية تمنح المباني الجاهزة ميزة استدامية مهمة، تتيح إعادة الاستخدام وتحقيق دورة حياة أطول للمبنى. كما أن استخدام النظم المعيارية يسهل إعادة ترتيب الفضاءات الداخلية بحسب متطلبات السكان أو المؤسسات.

ثانياً: التكامل البيئي

يعتمد التصميم المستدام على مبدأ الانسجام مع البيئة الطبيعية من حيث توجيه المبنى وتوزيع الفتحات، واستخدام المواد المحلية، ويرى قنيدري **(2022، 79)** أن المباني الجاهزة المستدامة يمكن أن تحقق هذا التكامل من خلال دمج مبادئ العمارة الخضراء، مثل الإضاءة الطبيعية والتهوية السلبية، وتوظيف الأسطح الخضراء، مما يحد من الاعتماد على الأنظمة الميكانيكية للطاقة والتبريد.

ثالثاً: الهوية المعمارية

أحد التحديات الكبرى في استخدام المباني الجاهزة يتمثل في الحفاظ على الطابع المحلي والهوية المعمارية، وقد أشار أبو شعيرة **(2020، 94)** إلى أن التصميمات الجاهزة لا تعني بالضرورة نمطية الشكل، بل يمكن توظيف العناصر الثقافية والجمالية المحلية ضمن الموديلات الصناعية لإنتاج عمارة تعكس الهوية المجتمعية، وتبقى في الوقت ذاته متوافقة مع المعايير العالمية للاستدامة.

رابعاً: الراحة الحرارية والبصرية

تعتبر الراحة أحد أبرز مؤشرات نجاح التصميم المعماري المستدام فوفقاً لدراسة العبيدي **(2021، 102)**، فإن اعتماد أنظمة العزل المتقدمة والمواد العاكسة للحرارة في المباني الجاهزة يقلل من تقلبات درجات الحرارة الداخلية، كما أن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية يحد من استهلاك الكهرباء ويعزز الصحة النفسية للمستخدمين.

وتشير دراسة البيوضي (**2023، 87**) إلى أن تحقيق هذه الأبعاد المعمارية في المباني الجاهزة لا يقتصر على الجانب التقني فحسب، بل يتطلب رؤية تصميمية متكاملة تراعي الإنسان والبيئة في آن واحد، لتسهم في صياغة بيئية عمرانية أكثر مرونة وكفاءة واستدامة.

مزايا المباني الجاهزة المستدامة

يعد الاتجاه نحو المباني الجاهزة المستدامة أحد المظاهر الأكثر وضوحاً للتحول في الفكر العمراني المعاصر، إذ لم يعد الهدف من البناء مجرد تشييد مأوى مادي، بل تحقيق توازن دقيق بين الجدوى الاقتصادية والمسؤولية البيئية والاجتماعية، ومن خلال قراءتي النقدية لمجموعة من الدراسات في هذا المجال، أجد أن المباني الجاهزة تمثل استجابة عملية وواعية للتحديات التي تواجه قطاع البناء في ظل التغير المناخي وارتفاع تكاليف الإنشاء (**الخالدي، 2021، 55**)

ما يلفت النظر في هذا النمط من البناء، هو قدرته على الجمع بين السرعة والكفاءة من دون الإخلال بالمعايير البيئية أو الجمالية، فعمليات التصنيع المسبق تتيح وفقاً لما ذكره حمدي (**2020، 83**) تحكماً أكبر في جودة المخرجات وتقليل الفاقد من المواد، وهو ما يجعل من المباني الجاهزة خياراً اقتصادياً من جهة، ومسؤولاً بيئياً من جهة أخرى. وهنا يمكن القول إن الاستدامة في هذا السياق لا تقتصر على مفهوم بيئي ضيق، بل تمتد لتشمل الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية في آن واحد.

من الزاوية البيئية أرى أن التحول نحو التصنيع الصناعي للبناء ليس مجرد خطوة تقنية، بل يمثل تحولاً ثقافياً في التفكير العمراني، إذ يتم التخلي عن الفوضى التي ترافق مواقع البناء التقليدية لصالح بيئة صناعية مضبوطة تقلل من الانبعاثات والمخلفات، كما أشار سليمان (**2023، 102**). وهذا التحول يسهم في بناء مدن أكثر نظافة، وفي الوقت نفسه يرسخ الوعي بأهمية الاقتصاد الدائري في مواد البناء.

أما من حيث الجودة والتحكم في المواصفات، فإن الممارسة الميدانية أثبتت كما يوضح العريبي (**2021، 76**). إن أنظمة البناء الجاهز تحقق مستويات أعلى أداء حراري وصوتي أفضل من الأبنية التقليدية، نظراً لاعتمادها على معايير قياس دقيقة ومواد تصنيع متطورة، ومن هنا أرى أن هذه الميزات تمثل جوهر فلسفة المباني الجاهزة، الدقة والتكرارية المنضبطة التي تضمن الجودة المستمرة في الإنتاج.

في جانب السلامة المهنية وتقليل المخاطر، تبرز قيمة هذا النظام في نقل العمليات الخطرة من مواقع الإنشاء إلى بيئات صناعية مسيطر عليها، وقد بين الزوي (**2022، 64**) أن هذا التحول يحد من الحوادث المهنية بنسبة كبيرة، وهو ما يعزز البعد الإنساني في الاستدامة، إذ لا تقتصر الاستدامة على حماية البيئة فقط، بل تمتد لحماية الإنسان العامل داخلها

أما الخاصية التي أراها الأكثر تعبيراً عن جوهر المباني الجاهزة فهي المرونة، وإمكانية النقل، وإعادة الاستخدام. وهي سمة تترجم عملياً مفهوم "الاستدامة عبر الزمن". إذ تسمح البنية المعيارية للمبنى بإعادة التركيب أو النقل أو التوسيع دون خسائر تذكر، كما أوضح الدباغ (**2020، 115**)، وهذا ما يجعل المباني الجاهزة مناسبة للمدن المتغيرة وللمناطق التي تمر بتحولات اقتصادية أو بيئية مفاجئة.

وبناء على تحليل ما سبق، أرى أن المباني الجاهزة المستدامة لم تعد خياراً تقنياً بقدر ما هي رؤية تنموية شاملة تعيد تعريف علاقة الإنسان بالفضاء العمراني، فهي تجسد وعياً جديداً بالمسؤولية تجاه البيئة والمجتمع، وتؤكد أن العمارة يمكن أن تكون ذكية، مرنة، وإنسانية في الوقت ذاته **(الخالدي، 2021، 59)**

من خلال ما تم عرضه في هذا الفصل، يتضح أن المباني المستدامة ليست مجرد توجه معماري حديث أو صيغة إنشائية بديلة للمباني التقليدية، بل هي فلسفة متكاملة تسعى إلى تحقيق توازن واعي بين الإنسان والبيئة والاقتصاد. فالمفهوم تجاوز فكرة التصميم إلى بناء رؤية شاملة لإدارة الموارد، وتخطيط المدن، واستشراق مستقبل أكثر استدامة.

ومن خلال تحليل الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية للاستدامة في المجال المعماري، يمكن القول إن التحول نحو المباني المستدامة يمثل استجابة حضارية للتحديات التي فرضها النمو العمراني المتسارع، وتزايد استهلاك الموارد، إذ لم تعد الاستدامة خياراً تجميلياً أو رفاهية فكرية، بل أصبحت ضرورة وجودية تحكم ممارسات البناء والتخطيط الحضري المعاصر.

وبالنظر إلى الواقع الليبي، فإن تبني هذا التوجه يتطلب إرادة مؤسسية وتشريعية تضمن تطبيق معايير الاستدامة في جميع مراحل البناء، بدءاً من التصميم وانتهاء بعمليات التشغيل والصيانة. كما يستلزم الأمر وعياً مجتمعياً وتكويناً علمياً هندسياً قادراً على التعامل مع هذا المفهوم بعمق ومرونة، دون الاكتفاء بالنقل أو المحاكاة.

وهنا يمكن للباحث أن يؤكد أن الاستدامة المعمارية في ليبيا تمثل فرصة لإحياء التراث المعماري المحلي بروح معاصرة، بحيث تتلاقى أصالة المكان مع مقتضيات الحداثة، فالمستقبل المعماري لن يكون للأكثر فخامة أو تكلفة، بل للأكثر قدرة على التكيف والبقاء، وتحقيق الانسجام بين الإنسان وبيئته.

الفصل الثالث: التحليل النقدي لتجربة المباني الجاهزة في ضوء مفاهيم الاستدامة

تمهيد

يعد هذا الفصل تتويجاً لما طرح في الفصول السابقة من تأصيل نظري ومفاهيمي لموضوعي المباني الجاهزة والاستدامة، فبعد أن تم في الفصل الأول تناول الأسس المفاهيمية والبنائية المتعلقة بالمباني الجاهزة، وفي الفصل الثاني تحليل مفهوم الاستدامة وأبعاده في المجال المعماري، يأتي هذا الفصل ليقدم قراءة تحليلية نقدية للواقع التطبيقي للمباني الجاهزة في ليبيا، من منظور يوازن بين تطبيقات التنمية العمرانية السريعة وضوابط الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

إذ يشهد العالم اليوم تحولات متسارعة في أنماط البناء والتشييد، مدفوعة بضرورات الكفاءة والمرونة والاقتصاد في الموارد، وفي هذا السياق تبرز أهمية المباني الجاهزة كأحد الحلول الواعدة لتحقيق التوازن بين سرعة الإنجاز وجودة الأداء من جهة، والحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية من جهة أخرى، ومع ذلك فإن تطبيق هذا النمط من البناء في السياق الليبي يواجه تحديات متعددة، ترتبط بالبنية التحتية والإطار التشريعي، ومستوى الوعي المهني والمجتمعي. ومن هنا يسعى هذا الفصل إلى تحليل هذا الواقع بعمق، واستجلاء أوجه القصور والفرص الكامنة في تبني تقنيات البناء الجاهز، وصولاً إلى تصور مستقبلي يمكن أن يسهم في دعم التحول نحو عمارة مستدامة، تتلاءم مع الخصوصيات البيئية والاجتماعية في ليبيا.

واقع استخدام المباني الجاهزة في ليبيا

تعد ليبيا من الدول التي تواجه تحديات متزايدة في مجال التنمية العمرانية، نتيجة التوسع السكاني المتسارع، والحاجة الملحة لتوفير وحدات سكنية ومرافق خدمية في فترات زمنية وجيزة، هذا الواقع جعل من المباني الجاهزة خياراً استراتيجياً مطروحاً على طاولة النقاش بين المهندسين والمخططين وصناع القرار، نظراً لما توفره من مزايا تتعلق بسرعة الإنجاز، وخفض التكاليف، وإمكانية النقل والتركيب في مناطق متعددة **(العريبي، 2018، 45)**

وقد بدأ استخدام المباني الجاهزة في ليبيا على نطاق محدود منذ سبعينات القرن الماضي، خصوصاً في مشاريع الإسكان العام والمرافق المؤقتة، مثل المدارس والمكاتب والمستوصفات، غير أن هذا التوجه ظل دون تطوير فعلي يواكب التطورات العالمية في هذا المجال **(بن عمران، 2015، 73)**

ويعزي ذلك إلى غياب استراتيجية وطنية واضحة تنظم هذا النوع من البناء، إضافة إلى ضعف البنية التحتية التقنية، وندرة الكوادر المتخصصة في تصميم وتنفيذ الهياكل الجاهزة.

في المقابل أظهرت بعض الدراسات الحديثة أن هناك توجهاً متزايداً نحو إعادة التفكير في نماذج البناء التقليدي، خصوصاً بعد الأزمات الاقتصادية والسياسية التي مرت بها البلاد، والتي كشفت الحاجة إلى حلول بديلة سريعة وفعالة لإعادة الإعمار **(المصراتي، 2020، 112)**.

كما يشير عدد من الباحثين إلى أن استخدام تقنيات البناء الجاهز، يمكن أن يسهم في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تقليل الهدر في مواد البناء، وخفض الانبعاثات الناتجة عن عمليات النقل والتشييد **(الزنتاني، 2021، 58)**

لكن في المقابل مازالت التحديات قائمة، أهمها غياب التشريعات والمعايير المحلية التي تضمن جودة التنفيذ وسلامة الاستخدام، إضافة إلى ضعف الوعي المجتمعي بفوائد هذه التقنية، حيث ينظر إليها أحياناً باعتبارها بناء مؤقت لا يرقى إلى معايير المتانة والجمال **(عاشور، 2019، 91)**، ومن هنا تتضح الحاجة إلى تطوير رؤية وطنية شاملة تتكامل فيها الجوانب التقنية، الاقتصادية، والبيئية.

إن تحليل واقع المباني الجاهزة في ليبيا يبرز تبايناً واضحاً بين الإمكانات النظرية والواقع التطبيقي، إذ لا يزال هذا القطاع في مرحلة التجريب أكثر منه في مرحلة النضج، وهو ما يتطلب إرادة مؤسسية ومهنية لتعزيز هذا النمط من البناء، باعتباره ركيزة من ركائز التحول العمراني المستدام في المستقبل.

التحديات والمعوقات التي تواجه تطبيق المباني الجاهزة في ليبيا

رغم ما تمتاز به المباني الجاهزة من خصائص فنية واقتصادية تجعلها خياراً واعداً في مواجهة أزمة السكن وتحديات التنمية العمرانية، إلا أن تطبيقها في ليبيا ما زال يواجه عقبات متشابكة تتوزع بين الجوانب التقنية والاقتصادية والتشريعية والاجتماعية، هذه التحديات تشكل في مجموعها حاجزاً أمام انتشار هذا النمط من البناء، وتحد من إمكاناته في دعم التحول نحو العمران المستدام.

فعلى المستوى التقني يبرز ضعف الكفاءات المحلية المتخصصة في تصميم وتنفيذ المباني الجاهزة، حيث ما تزال مؤسسات التعليم الهندسي تركز على الأساليب التقليدية في البناء، دون إدماج تقنيات التصنيع المسبق والتجميع المعياري ضمن مناهجها. كما أن نقص المصانع المتخصصة في إنتاج الوحدات الجاهزة مثل الألواح

الخرسانية الجاهزة، أو الهياكل المعدنية المعيارية، يجعل تكلفة التنفيذ مرتفعة، ويحد من فرص تطبيق هذه التقنية في المشاريع العامة والخاصة (**الكوفي، 2019، 64**)

أما على الصعيد الاقتصادي فإن محدودية التصنيع المحلي، وارتفاع تكلفة استيراد المواد الأولية، يمثلان أحد العوائق الأساسية أمام انتشار هذه التقنية، إذ تعتمد أغلب الشركات العامة في هذا المجال على مواد مستوردة، ما يجعل كلفة التنفيذ مرتبطة بتقلبات أسعار السوق العالمية والنقل. كما إن غياب الحوافز الحكومية، وضعف الاستثمار في مشاريع الإسكان الصناعي، يؤديان إلى تراجع تنافسية السوق المحلية (**المغربي، 2018، 88**)

ومن زاوية تشريعية وإدارية تواجه مشاريع المباني الجاهزة غياب إطار تنظيمي واضح، يحدد المعايير والمواصفات الوطنية الواجب اعتمادها في التصميم والتنفيذ، مما يؤدي إلى تفاوت في الجودة، ويضعف ثقة المستثمرين والمستهلكين، كما أن التعقيدات الإدارية في إجراءات التراخيص والمرفقات، تمثل عقبة إضافية، إذ تتناقض سرعة التنفيذ التي تعد من أهم مزايا هذا النوع من البناء مع بطء الإجراءات البيروقراطية (**الدرسي، 2020، 117**)

أما من الجانب الاجتماعي والثقافي فإن الوعي المجتمعي ما زال محدوداً تجاه هذا النمط من البناء، حيث ينظر إلى المباني الجاهزة على أنها مؤقتة وأقل جودة من البناء التقليدي، ويعود ذلك إلى ارتباط الصورة الذهنية للمباني الجاهزة بالمساكن المؤقتة، أو الإنشاءات سريعة التركيب. مما جعلها لا تحظي بالقبول الكافي لدى المواطنين، خصوصاً في البيئات الحضرية التي ترتبط فيها العمارة بالهوية الاجتماعية والمكان (**الجبالي، 2017، 56**)

كما ساهم غياب الإعلام المتخصص والتجارب المحلية الناجحة في ترسيخ هذا التصور السلبي، وهي ما أثبتته التجارب الدولية من كفاءة هذا النوع من البناء في تحقيق معايير الجودة والاستدامة (**السنوسي، 2021، 41**)

إن تحليل هذه التحديات يظهر أنها متداخلة ومتبادلة التأثير، ولا يمكن تجاوزها إلا من خلال رؤية وطنية شاملة تعني بتوطين تكنولوجيا البناء الجاهز، ودعم الاستثمار الصناعي في هذا المجال، وتحديث التشريعات الهندسية بما يتماشى مع معايير الجودة العالمية، كما يتطلب الأمر نشر ثقافة الاستدامة العمرانية في المجتمع الليبي، وبيان أن البناء الجاهز لا يمثل حلاً مؤقتاً، بل خياراً استراتيجياً ينسجم مع توجهات التنمية الحديثة.

آفاق تطوير البناء الجاهز في ضوء التنمية المستدامة

يُعدّ تطوير قطاع المباني الجاهزة أحد المسارات الأساسية لتحقيق التحول نحو الاستدامة العمرانية في ليبيا، خصوصاً في ظل التحديات البيئية والاقتصادية الراهنة. فالمباني الجاهزة لا تمثل مجرد تقنية بديلة للبناء، بل هي فلسفة تصميم وإنتاج تعتمد على الكفاءة، الاقتصاد في الموارد، وتقليل التأثير البيئي طوال دورة حياة المبنى (**السنوسي، 2021، 48**)، ومن ثمّ، فإن تطوير هذا القطاع يتطلب رؤية شاملة تتجاوز البعد التقني إلى الأبعاد المؤسسية والثقافية والتخطيطية.

إن أولى خطوات التطوير تتمثل في تبنّي الدولة لاستراتيجية وطنية للبناء الجاهز المستدام، تحدد الأهداف والأولويات وتشجع التصنيع المحلي. فغياب هذه الاستراتيجية أدى إلى ضعف التنسيق بين الجهات الحكومية والمستثمرين، وإلى غياب المعايير الموحدة للمواصفات الفنية (**بن عمران، 2015، 79**). ومن هنا تبرز ضرورة

إنشاء هيئات أو مجالس متخصصة تعنى بتطوير تقنيات البناء الصناعي، وتتبنى المعايير الدولية المعتمدة في التصميم والتركيب والصيانة.

كما أن تعزيز الاستثمار في البنية الصناعية يُعد محوراً أساسياً لتحقيق الاستدامة في هذا المجال. إذ أن وجود مصانع محلية لإنتاج الوحدات الجاهزة (الخرسانية والمعدنية) يساهم في تخفيض كلفة البناء وتقليل الاعتماد على المواد المستوردة، مما يعزز من قدرة السوق المحلية على المنافسة. وقد أظهرت دراسات أن إنشاء مصانع وطنية لإنتاج الوحدات الجاهزة يمكن أن يُخفض تكلفة المشاريع بنسبة تتراوح بين 15% و25%، ويقلل من زمن التنفيذ إلى النصف تقريباً (**العريبي، 2018، 52**).

إلى جانب ذلك، فإن إدماج مفاهيم الاستدامة في تصميم المباني الجاهزة يمثل عنصراً جوهرياً في عملية التطوير. ويشمل ذلك استخدام مواد صديقة للبيئة قابلة لإعادة التدوير، وتبني أنظمة الطاقة الشمسية، والتصميم المناخي الذي يراعي التهوية والإضاءة الطبيعية. وقد أكد الزنتاني (**2021، 63**)، أن الدمج بين تقنيات البناء الجاهز ومبادئ التصميم المستدام، يمكن أن يؤدي إلى تقليل استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 30% مقارنة بالمباني التقليدية، وهو ما يمثل مكسباً بيئياً واقتصادياً على حد سواء.

كما لا يمكن إغفال أهمية البعد الثقافي والمعرفي في إنجاح هذا التحول، إذ يتطلب ترسيخ ثقافة جديدة في المجتمع الليبي، تعي أهمية المباني الجاهزة كخيار حضاري مستدام، لا كبديل مؤقت. ويمكن تحقيق ذلك من خلال برامج توعوية وتدريبية، ومبادرات مشتركة بين الجامعات وقطاع البناء، لتأهيل الكوادر الفنية ونشر الوعي المجتمعي بأهمية التحول نحو البناء الصناعي الحديث (**الجبالي، 2017، 58**).

إن استشراف مستقبل المباني الجاهزة في ليبيا، يكشف عن فرص كبيرة وتحديات معقدة في الوقت نفسه. فبينما تمثل هذه التقنية أداة فعالة لتحقيق العدالة السكنية وتخفيف الأعباء الاقتصادية، إلا أن نجاحها يتطلب إرادة سياسية واضحة، وتكاملًا بين القطاعات الحكومية والخاصة والأكاديمية. ومن هنا، فإن تبني نموذج وطني للبناء الجاهز المستدام، يُعدّ خطوة استراتيجية نحو تحقيق رؤية عمرانية جديدة، تجعل من الاستدامة محوراً رئيسياً للتنمية في ليبيا خلال العقود القادمة.

يُبرز هذا الفصل كيف أصبحت المباني الجاهزة في ليبيا تمثل خياراً استراتيجياً لتحقيق التحول نحو التنمية العمرانية المستدامة، في ظل الضغوط المتزايدة على الموارد الطبيعية والتحديات الاقتصادية التي تواجه قطاع البناء التقليدي. وقد تبيّن من خلال التحليل أن هذه المباني ليست مجرد تقنية إنشائية بديلة، بل هي منظومة فكرية وتخطيطية تعكس تحولًا في طريقة التفكير العمراني، يقوم على الكفاءة، والمرونة، وتقليل الأثر البيئي.

كما أظهر الفصل أن نجاح تجربة البناء الجاهز في ليبيا، مرهون بقدرة الدولة على تبني رؤية وطنية متكاملة تستوعب أبعاد هذا التحول، فغياب الإطار المؤسسي والتشريعي المنظم، أدى إلى تباطؤ انتشار هذه التقنية. ولذا فإن تحقيق الاستدامة في هذا المجال يتطلب تفعيل الشراكة بين المؤسسات الحكومية والقطاع الخاص والجامعات لتوحيد المعايير وتطوير القدرات التقنية.

من جهة أخرى، أظهر التحليل أن الاستثمار في البنية الصناعية المحلية وإدماج مفاهيم الاستدامة في التصميم والتشييد، يمثلان الركيزتين الأساسيتين لتطوير هذا القطاع. فالمباني الجاهزة يمكن أن تكون أداة فعالة

لترشيد استخدام الطاقة والمواد، وتحقيق العدالة في الحصول على السكن، متى ما تمت إدارتها وفق معايير الجودة والوعي البيئي.

أما على المستوى الثقافي والاجتماعي، فقد أبرز الفصل أهمية نشر ثقافة القبول بالبناء الجاهز كخيار حضاري مستدام، عبر حملات توعوية وبرامج تدريبية تسهم في تغيير الصورة النمطية السائدة حول هذا النوع من البناء، وتحفّز الأجيال الجديدة من المهندسين والمعماريين على تبنيه كاتجاه مستقبلي.

وفي ضوء ما سبق، يتضح أن تطوير البناء الجاهز في ليبيا يمثل فرصة استراتيجية لإعادة صياغة مفهوم التنمية الحضرية، بما ينسجم مع مبادئ الاستدامة العالمية، ويحقق التوازن بين احتياجات الإنسان والبيئة والاقتصاد. ومن هنا، يمهّد هذا الفصل للانتقال إلى الخاتمة العامة للبحث التي ستتناول أبرز النتائج والتوصيات العملية الكفيلة بتفعيل هذا التوجه على أرض الواقع.

الخاتمة

من خلال فصول هذا البحث، تبيّن أن المباني الجاهزة لم تعد مجرد اتجاه هندسي حديث، بل تحوّلت إلى خيار تنموي استراتيجي يعبّر عن وعيٍ جديد في إدارة العمران وتخطيط المدن، يقوم على مفاهيم الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية. فقد أظهرت الدراسة أن التحول نحو البناء الجاهز يُمكن أن يسهم في تحقيق كفاءة استخدام الموارد، وتقليل الانبعاثات، وخفض تكاليف التنفيذ، بما يتلاءم مع متطلبات العصر وتحديات البيئة في ليبيا.

لقد تناول البحث في فصله الأول الإطار المفاهيمي للمباني الجاهزة، محدداً خصائصها ومزاياها مقارنة بالبناء التقليدي، ثم انتقل إلى مناقشة علاقتها بمفهوم الاستدامة، موضحاً كيف يمكن لتقنيات البناء الصناعي أن تدعم أهداف التنمية المستدامة عبر تخفيف الأثر البيئي وتسريع وتيرة التشييد. أما الفصل الثاني، فقد ركّز على واقع المباني الجاهزة في ليبيا، كاشفاً عن التحديات التنظيمية والتقنية والثقافية التي تعيق انتشارها، وعن الفرص الكامنة في تطوير هذا القطاع. بينما خصّص الفصل الثالث لبحث آفاق التطوير المستقبلي في ضوء مبادئ الاستدامة، مبرزاً الأبعاد الاستراتيجية والمؤسسية والثقافية لهذا التحول.

وقد خلصت الدراسة إلى أن نجاح تجربة البناء الجاهز في ليبيا يتوقف على مدى قدرة الدولة على صياغة رؤية عمرانية وطنية تستند إلى مبادئ الاستدامة، وتدعم التصنيع المحلي، وتُفعّل التعاون بين المؤسسات التعليمية والمهنية. كما أن الوعي المجتمعي يمثل شرطاً أساسياً لتحقيق التحول، إذ لا يمكن ترسيخ نموذج عمراني جديد دون قبول ثقافي ومعرفي من المجتمع.

إن أهمية هذا البحث تكمن في أنه يسهم في فتح أفق نقاش جديد حول مستقبل البناء في ليبيا، ويدعو إلى إعادة التفكير في سياسات الإسكان والبنية التحتية، بما يجعل البناء الجاهز أداة فعالة لتحقيق التوازن بين النمو العمراني وحماية البيئة، وبين متطلبات التنمية وحقوق الأجيال القادمة.

التوصيات

1. وضع استراتيجية وطنية شاملة للبناء الجاهز المستدام، تحدد الأهداف والمعايير، وتشجع التصنيع المحلي وتبني التكنولوجيا الحديثة في قطاع التشييد.

2. إعداد كود ليبي للبناء الجاهز يتوافق مع المعايير الدولية في التصميم والجودة والسلامة البيئية.

3. تشجيع الاستثمار الصناعي في إنتاج مكونات المباني الجاهزة محلياً، لتقليل الاعتماد على المواد المستوردة ودعم الاقتصاد الوطني.

4. دمج مفاهيم الاستدامة في التعليم الهندسي والمعماري، من خلال إدراج مساقات حول البناء الجاهز والتقنيات الخضراء في الجامعات.

5. إطلاق برامج تدريبية ومشروعات تجريبية بالتعاون مع البلديات وشركات البناء لاختبار النماذج المستدامة للمباني الجاهزة.

6. تفعيل الشراكة بين القطاعين العام والخاص لتطوير مشروعات إسكان جاهزة منخفضة التكلفة، تلبي احتياجات مختلف الشرائح الاجتماعية.

7. رفع مستوى الوعي المجتمعي بأهمية البناء الجاهز من خلال الحملات الإعلامية والمبادرات التوعوية التي تبرز فوائده البيئية والاقتصادية.

8. دعم البحث العلمي في مجالات العمارة المستدامة والتصميم المبتكر، وتشجيع الدراسات التطبيقية التي تربط النظرية بالممارسة.

المراجع

أولاً: الكتب

1- العريبي، عبد السلام ميلاد. (2018). تطور تقنيات البناء الجاهز وتطبيقاته الحديثة. بنغازي: دار البيان.

2- العريبي، محمد. (2018). تطور تقنيات البناء في ليبيا. طرابلس: دار الرواد للنشر.

3- العبيدي، حنان سالم. (2021). البناء المستدام في الوطن العربي: بين النظرية والتطبيق. طرابلس: مركز بحوث البيئة.

4- الهادي، محمد أحمد. (2021). البناء الجاهز ودوره في تقليل الأثر البيئي. القاهرة: دار الفكر العربي.

5- المدني، عادل عبد الرؤوف. (2023). البناء الجاهز في البيئة الليبية: الواقع والتحديات. الزنتان: مركز البحوث والدراسات الهندسية.

6- الشمري، فهد ناصر. (2019). التحول نحو البناء الذكي والمستدام. الرياض: دار المعالم للنشر.

7- الكوافي، علي سالم. (2022). الابتكار في تقنيات البناء الحديث. طرابلس: جامعة الزاوية للنشر.

8- القحطاني، عبد العزيز. (2018). مبادئ الاستدامة البيئية في التخطيط العمراني. الرياض: دار الفكر العربي.

9- المغربي، ناصر. (2020). العمارة المستدامة وتحديات البيئة المعاصرة. القاهرة: دار النهضة العربية.

10- المنصوري، سالم. (2019). تصميم المباني الخضراء بين النظرية والتطبيق. بنغازي: دار اليسر.

11- الدرسي، فاطمة. (2021). مفاهيم العمارة الخضراء وتطبيقاتها في المدن الحديثة. طرابلس: منشورات جامعة طرابلس.

12- الحربي، أحمد بن علي. (2021). البناء المستدام وتطبيقاته في البيئة العمرانية المعاصرة. الرياض: دار الحضارة للنشر والتوزيع.

13- الهاشمي، فاطمة. (2021). المدن الذكية والاستدامة في دولة الإمارات. أبوظبي: مركز دراسات الخليج.

14- الخالدي، ناصر عبد الحميد. (2021). المباني الجاهزة ودورها في تحقيق الاستدامة العمرانية. الرياض: دار الأندلس للنشر.

15- الدباغ، أحمد عبد القادر. (2020). المرونة في تصميم المباني الجاهزة وإعادة استخدامها. عمان: دار صفار للنشر والتوزيع.

16- الزوي، محمد صالح. (2022). السلامة المهنية في قطاع البناء الجاهز. مصر: دار الفكر الهندسي.

17- العريبي، عبد الرحمن محمد. (2021). التقنيات الصناعية في ضبط جودة المباني الجاهزة. بنغازي: مركز البحوث المعمارية.

18- السنوسي، ابتسام. (2017). البعد الاجتماعي في الاستدامة العمرانية. الزاوية: جامعة الزاوية.

19- المغربي، حسن. (2018). اقتصاديات البناء الحديث في العالم العربي. القاهرة: مكتبة النهضة العربية.

20- الكوفي، عبد السلام. (2019). تقنيات البناء الصناعي في ليبيا. طرابلس: دار العلوم الحديثة.

21- النجار، سامي حسن. (2020). الهندسة المدنية والتقنيات الحديثة في البناء. القاهرة: دار النهضة العربية.

22- بن عمران، عبد الحكيم. (2015). الإسكان في ليبيا بين التقليدي والحديث. بنغازي: مركز الدراسات العمرانية.

23- حمدي، محمود علي. (2020). التحول إلى تقنيات البناء الحديثة في العالم العربي. القاهرة: دار الفكر المعماري.

24- حمودة، رقية. (2020). الاقتصاد الأخضر والاستدامة في قطاع البناء. تونس: مركز الدراسات البيئية.

25- سليمان، يوسف عبد الباسط. (2023). الاستدامة البيئية في العمارة الحديثة. طرابلس: دار اليازوري للنشر والتوزيع.

26- عبد القادر، خديجة محمود. (2022). البناء المستدام في ضوء التحول نحو المدن الذكية. طرابلس: مركز الدراسات الهندسية.

27- عبد السلام، خديجة. (2022). الاستدامة في العمارة الحديثة بين النظرية والتطبيق. مصراتة: دار الجامعة.

ثانياً: المقالات العلمية

28- الزنتاني، علي. (2021). "البناء الجاهز كمدخل لتحقيق الاستدامة في العمارة الليبية". مجلة الهندسة المعمارية المستدامة، 2(1)، 55–66.

29- الجبالي، سامية. (2017). "اتجاهات المجتمع الليبي نحو المباني الجاهزة". مجلة علم الاجتماع التطبيقي، 1(3)، 50–62.

30- السنوسي، خالد. (2021). "إشكاليات التصنيع في قطاع البناء الليبي". مجلة الهندسة المدنية والتقنيات الحديثة، 3(2)، 35-49.

31- الدرسي، فتحي. (2020). "التحديات التشريعية في تطبيق نظم البناء الجديدة". مجلة القانون والتنمية، 2(4)، 110-128.

32- المصراتي، أحمد. (2020). "إعادة الإعمار في ليبيا: الفرص والتحديات". مجلة البحوث الهندسية الليبية، 5(2)، 101-120.

33- عاشور، فوزية. (2019). "تحديات تقبل البناء الجاهز في البيئة الليبية". مجلة العلوم التطبيقية والهندسية، 4(1)، 85-94.

ثالثاً: الرسائل الجامعية

34- الزنتاني، علي. (2021). البناء الجاهز كمدخل لتحقيق الاستدامة في العمارة الليبية. رسالة ماجستير، جامعة الزنتان، كلية الهندسة.

35- البرعصي، خالد. (2019). تحليل واقع تطبيق مبادئ الاستدامة في مشاريع الإسكان العام بليبيا. رسالة ماجستير، جامعة بنغازي.

رابعاً: المصادر الإلكترونية

36- برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية. (2020). العمارة المستدامة في المدن العربية: رؤى مستقبلية. تم استرجاعه من:

https://unhabitat.org/sustainable-architecture-arab-cities

37- وزارة الإسكان الليبية. (2023). خطة التنمية العمرانية 2030. تم استرجاعه من:

https://housing.gov.ly/development2030

38- الهيئة العامة للبيئة في ليبيا. (2022). تقرير الاستدامة البيئية الوطني. تم استرجاعه من:

https://nea.ly/environmental-sustainability-report

خامساً: المراجع الأجنبية

Andersson, L. (2020). Sustainable Prefabricated Housing in Sweden. Stockholm: Greenbuild Press.

Kobayashi, H. (2019). Prefabrication and Environmental Design in Japan. Tokyo: EcoHouse Publications.

Muller, F. (2021). Green Construction and Modular Architecture in Germany. Berlin: Springer.

UNEP. (2021). Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities. United Nations Environment Programme.

,F. (2021). Green Construction and Modular Architecture in Germany. Berlin: Springer