Journal of
Engineering Sciences
Faculty of Engineering
Assiut University
JES
مجلة
العلوم الهندسية
كلية الهندسة
جامعة أسيوط
journal homepage: http://jesaun.journals.ekb.eg

تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر في تحسين أداء مشروعات البناء في مصر
(دراسة حالة بمجمع عمراني متكامل بإحدى المدن الجديدة بمصر)

Received 26 December 2022; Revised 14 February 2023; Accepted 14 February 2023

أحمد صالح عبد الفتاح على [1]

الكلمات الرئيسية
البناء الخالي من الهدر
نفايات البناء المادية وغير المادية
التشطيبات المعمارية

الملخص
يواجه قطاع البناء في مصر العديد من التحديات المتعلقة بمرحلة التشييد، واهمها إهدار الجهد والوقت والمال (بذل مجهود او إنفاق بدون إضافة قيمة حقيقية للمشروع) مما يؤدي إلي زيادة في زمن وتكلفة المشروع دون إضافة قيمة. وبالتالي فالتخلص من الهدر سيؤدي إلي تحسين أداء المشروع، وتعزيز القيمة لإصحاب المصلحة من المشروع. ومن ثم يفترض الباحث أن اعتماد نهج البناء الخالي من الهدر lean construction (LC) أمر ضروري لتقليل الهدرwaste في مشروعات البناء وتحسين اداء قطاع البناء المصري ككل. وذلك من خلال الاعتماد على منهجية مبسطة تؤثر على الوقت والتكلفة والجودة والسلامة وتحسين التحكم في العملية الادارية، وإدارة الموارد، والانشطة والعلاقات بين فريق المشروع بشكل إيجابي. ومما سبق فالهدف الرئيسي للبحث هو فحص وتحليل قدرة مبادئ البناء الخالي من الهدر على تقليل الهدر في عملية البناء من خلال دراسة حالة تطبيقية لمشروع بناء كبير في مصر وتطبيق منهجية lean construction (LC) عليه لاستفادة من إمكانياتها للحد من الهدر في البناء وبخاصة في مرحلة التشطيبات. وتعتبر هذه الدراسة مفيدة من ناحيتين. **اولاً**: تحديدًا الاسباب الرئيسية للهدر في صناعة البناء المصرية. **ثانيًا**: تطبيق منهجية (LC) لمنع وإزالة أسباب الهدر المتأصلة في عملية البناء بمساعدة تقنيات وادوات (LC) وتحليل وقياس فعاليتها في تحقيق الاهداف المرجوة. وخلصت الدراسة انه بمساعدة منهجية (LC) هناك المزيد من الفرص للتخلص من الهدر بجميع أشكالها الذي لا تضيف قيمة لمشروع البناء.

١. المقدمة

في العقدين الماضيين، قامت الصناعة بتحسين مقاييس أدائها بشكل ملحوظ مثل الإنتاجية والكفاءة وما إلى ذلك. ولكن هذا لا ينطبق على صناعة البناء التي تم فيها التحسين ببطء[١]. في هذا الصدد، ظهرت أحد المفاهيم المهمة التي تم تقديمها في التسعينيات هو "البناء الخالي من الهدر"؛ على الرغم من أن مبادي اللين بدأت منذ سنوات في الصناعة الا انه لا يزال يتطور، ومن المفيد جدا تطبيق مبادئه وتقنياته وأدواته على مشروعات التشييد للحد من الهدر[٢]. نشأ الإنتاج الخالي من الهدر من نظام Toyota Production System (TPS) الذي يهدف إلى تلبية احتياجات العملاء بالطريقة الأكثر فاعلية. وظهرت اراء كثير تدعم هذا الاتجاه ومنها "إذا لم يؤد الجهد والانفاق إلى مكسب تعويضي (قيمة) فهو تبديد وإهدار لموارد المشروعات" هنري فورد[٣]. ولذلك يبحث محترفو البناء اليوم عن طرق لزيادة القيمة والكفاءة إلى

[1] أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان – مصر ahmed_saleh@m-eng. Helwan.edu.eg

https://doi.org/10.21608/JESAUN.2023.183428.1192
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

أقصى حد وتقليل النفايات، ومن ثم بدأت شركات المقاولات في البحث عن طرق لزيادة ميزتها التنافسية في الأسواق العالمية عن طريق إزالة جميع أنواع الهدر الكامنة في عملية البناء عن طريق تنفيذ تقنيات (LC) [٤]. أصبح الهدر موضوع العديد من المشاريع البحثية حول العالم في السنوات الأخيرة؛ حيث يطبق الباحثون طرقًا مختلفة لتقليل كمية الهدر في صناعة البناء. يعتبر البناء الخالي من الهدر هو نتيجة لإدخال شكل جديد من منهجية إدارة الإنتاج[٥]. ولابد من التفرقة بين التفكير والانتاج الخالي من الهدر فالتفكير الخالي من الهدر يعني منهجية عمل تهدف إلى توفير طريقة جديدة للتفكير في كيفية تنظيم الأنشطة البشرية لتقديم المزيد من القيمة للإنتاج وللأفراد مع التخلص من الهدر. بينما يعني الإنتاج الخالي من الهدر هو طريقة تصنيع منهجية تستخدم للتخلص من الهدر داخل نظام التصنيع، والتخلص من كل الأنشطة التي لا تضيف أي قيمة لإنتاج؛ من أجل زيادة القيمة وتقليل تكاليف وزكم المشروعات[٦].

١,١ الإشكالية البحثية

يمثل الهدر waste مشكلة رئيسية في صناعة البناء والتي يمثل ٦٠٪ من جهد البناء[٧]. طبقا لإحصائيات الصادرة من قبل المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا في المملكة المتحدة أن ٢٥٪ - ٥٠٪ من الهدر يتعلق بتنسيق العمل وادارته، وإدارة الموارد، وتشغيلها. مما يؤثر بالسلب على التكاليف ومدة التنفيذ لمشروعات التشييد [٨]. ومن ثم تواجه صناعة البناء المصرية مشاكل ناتجة عن كميات هائلة من الهدر خلال تنفيذ مشروعات التشييد. وبالرغم من تنوع دراسات صناعة البناء في مصر، واهمية البناء الخالي من الهدر؛ إلا أن الدراسات التي ناقشت دور الثقافة الوطنية في التكيف مع البناء الخالي من الهدر محدودة للغاية، ويعاني قطاع البناء المصري من التبني غير الكافي وغير الفعال لأساليب البناء الخالي من الهدر[٩]. وبناء على إشكالية البحث تم تحديد سؤال محوري للبحث وهو: **كيف يمكن تحسين أداء المشروعات البناء من خلال استخدام منهجية البناء الخالي من الهدر؟**

٢,١ هدف البحث RESEARCH Aim

تهدف هذه الورقة البحثية إلي تحسين أداء مشاريع البناء والتشييد في مصر وتقليل الهدر في مشروعات البناء من خلال تطبيق مفاهيم البناء الخالي من الهدر من خلال: -

- تحديد أسباب الهدر الرئيسية في صناعة البناء المصرية. وعرض تقنيات اللين لكشف الهدر والتحكم فيه لمنع وإزالة أسباب الهدر المتأصلة في عملية البناء.
- تحديد فوائد استخدام البناء الخالي من الهدر، وفهم أفضل لكيفية تطبيق البناء الخالي من الهدر، وتشجيع قطاع البناء على تطبيق مفاهيم العجاف لتحقيق الحد من الهدر في الموارد وإدارة المشروعات.

تطمح نتائج هذه الدراسة إلى لفت الانتباه إلى البناء الخالي من الهدر وتشجيع قطاع البناء على تطبيق مفاهيمه لتحقيق الحد من الهدر في التكلفة والوقت والمواد وتحسين عوامل أداء إدارة النفايات للسيطرة على مشاكل الهدر في البناء.

٣,١ منهجية البحث RESEARCH METHODOLOGY

بناءً على الإشكالية البحثية والاجابة على سؤال البحث المحوري، ولتحقيق الهدف من البحث يُتبع المنهج الاستقرائي الاستنباطي، من خلال عمل بحث موسع في الأدبيات لإظهار الفوائد المحققة من تطبيق المفاهيم الخالية من الهدر في البناء ويتركز البحث على قاعدتي بيانات للمجلات Scopus and ScienceDirect، وتم جمع المعلومات من العديد من المصادر الاولية والثانوية. وذلك من خلال استقراء وتحليل الدراسات والأدبيات السابقة والكتب والدوريات التي ترتبط بمجال الدراسة، بغرض التعرف على الأساس النظري البناء الخالي من الهدر، ومسبباته وأنواعه والتقنيات المستخدمة في كشفة والتحكم فيه. ثم عرض دراسة حالة قام بها الباحث بتجربة هذه المنهجية على إحدى المشروعات السكنية بمصر لإظهار تأثير تطبيق مفاهيم البناء الخالي من الهدر على أداء المشروع وعرض النتائج التي تم التوصل اليها تجربة فعليه.

٢. مفهوم ومبادئ البناء الخالي من الهدر lean construction principles and definition

تم صياغة مصطلح البناء الخالي من الهدر(international Group for Lean Construction (IGLC من قبل المجموعة الدولية للبناء الخالي من الهدر في اجتماعها الاول في عام ١٩٩٣[١٠] يشير Greg Howell مؤسس معهد Lean Construction Institute في عام ١٩٩٧ أن البناء في Lean Construction يشير إلى الصناعة بأكملها وليس المرحلة التي يتم خلالها البناء[١١]. وبالتالي، فإن Lean Construction هي للمالكين والمهندسين المعماريين والمصممين والمهندسين والبناة والموردين والمستخدمين النهائيين.

يشير مصطلح (LC) إلى مجموعة محددة جدًا من المفاهيم والمبادئ التي تختلف عن ممارسات التصميم وإدارة البناء التقليدية[١٢]. طرح الباحثون العديد من التعريفات لـ (LC) كأساس لعملهم ومنها: هي "طريقة لتصميم أنظمة الإنتاج لتقليل إهدار المواد والوقت والجهد من أجل توليد أكبر قدر ممكن من القيمة" [١٣]. يستند (LC) إلى مبادئ الإدارة التصحيحية التي تحكم إدارة مستوى الإنتاج لإزالة الهدر في الادارة[١٤]. (LC) سيتضمن حتما التفاعل الصحيح بين إدارة المشاريع والإنتاج[١٥]. تعرّف "Lean" على أنها نهج يهدف إلى تقليل النفايات لتحسين معدل الإنتاج وفقًا لمتطلبات العملاء[١٦]. تعتمد (LC) على تقليل الهدر، والنهج القائم على القيمة، واستمرار التحسينات، وإدارة الجودة، والمرونة تجاه التغيير المطلوب[١٧]. ومما سبق يمكن استخلاص تعريف البناء الخالي من الهدر من وجهة نظر الباحث بانها هي طريقة البناء التي تهدف إلى تقليل التكاليف، والوقت، والمواد، والمجهود مع اضافة قيمة حقيقة للمشروع؛ مع تطبيق التفكير المرن في عملية التصميم والبناء مما يوفر تسليمًا محسّنًا للمشروع مطابق لرغبات اصحاب المصلحة.

٢,١. تصنيف الهدر في البناء Classification of construction waste

عرفنا الهدر سابقا على أنه خسارة ناتجة عن الأنشطة التي تولد تكاليف مباشرة او غير مباشرة، ولكنها لا تضيف أي قيمة للمنتج من وجهة نظر العميل[١٨]. إلى جانب الفهم الواضح لمفهوم نفايات البناء، واضرارها التي تكون سبب في اعادة الاعمال وفترات التوقف مما يتسبب في تجاوز التكلفة وزمن تسليم المشروع وأحيانا جودة غير مرضية لإعمال المنفذة؛ لذلك فمن الضروري تحديد تصنيف النفايات وبالرغم من وجود وجهات نظر عديدة، يمكن تصنيف نفايات البناء إلى فئتين رئيستين، وهما النفايات المادية والنفايات غير المادية.

٢,١,١. نفايات (هدر) البناء المادية Physical construction waste

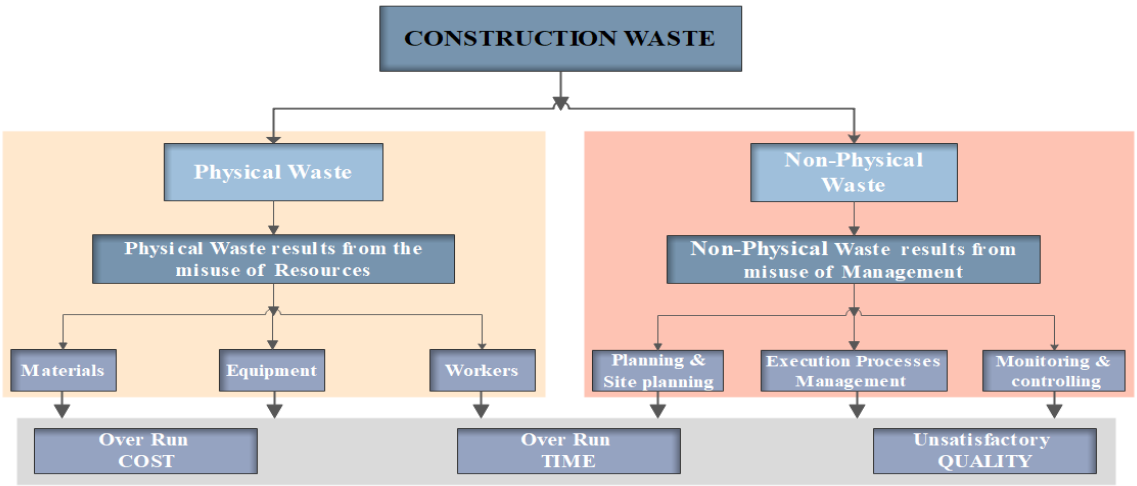
تولد جميع انشطة البناء المادية (انشطة مستخدم فيها موارد مواد، معدات، عمالة) كميات كبيرة من الهدر، في مواد البناء، الانتاجية وتشغيل المعدات. وهذا الهدر المادي يمكن قياسه وملاحظته بسهولة في تجاوز تكلفة المشروع او تجاوز زمن التسليم، او الحصول علي جودة غير مرضية عما هو مخطط بدون اضافة اي قيمة للمشروع. ويظهر شكل رقم (١) الهدر المادي الناتج عن سوء استخدام الموارد واركانه المتمثلة في الهدر في استخدام الموارد (المواد، المعدات، العمالة)؛ وهذا ما يسمي Waste of Resources.

- **المواد** Martials: المواد: سوء إدارة المواد في الموقع يمكن أن يؤدي إلى إهدار المواد. يمكن أن يؤدي تخزين المواد وتشغيلها بشكل غير صحيح في الموقع إلى تدهور المواد أثناء التخزين، والتلف، او حتى فقدان المواد، بسبب السرقة إذا لم يتم اتخاذ احتياطات خاصة[١٩]. يمكن أيضًا أن تتلف المواد أثناء عمليات التسليم إذا لم يتم التخطيط للخدمات اللوجستية والتخزين بشكل صحيح[٢٠]. علاوة على ذلك، إذا كانت المواد المطلوبة لأنشطة معينة غير متوفرة في الوقت المناسب وفي المكان المناسب، فقد يؤدي ذلك إلى تأخيرات زمنية محتملة ونفقات إضافية نتيجة عدم إنتاجية[٢١]
- **المعدات** Equipment: تعتبر عشوائية إدارة المعدات وعدم الاستفادة منها في الانتاجية كما ينبغي عمل غير فعال، والتشغيل خارج الخطة، وفترات التوقف كل هذا يعتبر إهدار على المستوى التشغيلي.
- **العمالة** Workers: تعتبر صناعة البناء صناعة كثيفة العمالة حيث يكون للقوى العاملة فيها تأثير كبير[٢٢]. الأخطاء التي يسببها العمال او عدم توجيهم بشكل صحيح تسبب هدر في مشاريع البناء، ويحدث هذا بسبب التدريب غير المناسب، والمهارات غير المقبولة، وسلوك العمل، والحمل الزائد؛ مما يكون له تأثير سلبي على إنتاجية المشروع وأدائه بشكل عام.

٢,١,٢ نفايات (هدر) البناء الغير مادية Non-Physical construction waste

هو الهدر الناتج من الأنشطة غير المادية (أنشطة لا تعتمد على موارد في تنفيذها) انشطة تعتمد على النشاط الفكري والإداري المتمثل في التخطيط واتخاذ القرارات والتنفيذ، والرقابة، والمتابعة، وإجراء مراجعات دورية لتقييم التقدم وتصحيح الانحرافات الموجودة[٢٣]. الهدر غير المادي له أخطار عالية ومشاكل غير متوقعة؛ تؤدي إلى تجاوز تكلفة، وزمن المشروع، او جودة غير مرضية. وفي نفس الوقت الموظفون ليسوا سعداء وغير متحمسين للعمل وقد تكون هناك فوضى تامة[٢٤]. ويوضح شكل رقم (١) الهدر غير المادي وأركانه، المتمثلة في ضعف منهجية إدارة المشروعات المستخدمة في المشروع والإجراءات التصحيحية المتخذة ليست مناسبة وكافية لتصحيح الانحراف؛ وهذا ما يسمي Waste of Management.

- **التخطيط وتخطيط موقع البناء** Planning & Site planning: يؤدي التخطيط السيئ في مشاريع البناء إلى أنواع وكميات متعددة من الهدر، وفي نفس الوقت لن يكون لدى فريق العمل صورة واضحة عما هو متوقع منهم أثناء عملهم في المشاريع. فالتخطيط الفعال للموقع من أهم مهام إدارة المشروع، لضمان السلامة، والإنتاجية[٢٥]؛ حيث بدون خطة شاملة وفعالة تراعي تدفق العمل يؤدي إلى مناورات غير فعالة للعمال والمواد والمعدات في الموقع تؤدي إلى العديد مشاكل الموقع[٢٦].
- **إدارة عمليات التنفيذ**:Execution Processes Management من خلال الادارة الجيدة يتم السيطرة على الهدر. حيث يتم تنفيذ الأعمال والأنشطة؛ وفقاً للمعايير والخطط والإجراءات والموارد والجدول الزمني والتكلفة والجودة وإدارة السلامة والمتطلبات التعاقدية وامور أخرى[٢٧]. اعتمادا على الأدوار والمسؤوليات، وتنظيم فريق المشروع، واتخاذ القرار في الوقت المناسب اعتمادا على خبرة مديري المشروعات.
- **المتابعة والتحكم** Monitoring & Controlling: تتم مرحلة مراقبة المشروع والتحكم جنبًا إلى جنب مع مرحلة التنفيذ؛ لذلك هي مهمة جدا في رصد الهدر والتحكم فيه[٢٨]. حيث تتضمن مراقبة إدارة المشروع والتحكم المراجعة لكافة الانشطة أثناء تقدمها، تحليل وتقييم الانحرافات والعوائق المحتملة، وإجراء التصحيحات والتعديلات المطلوبة لتقليل الهدر والتحكم فيه؛ للعمل ضمن الخطط الزمنية والمالية الموضوعة[٢٩].



شكل١: تصنيف أنواع الهدر المادي والغير مادي (الباحث)

٢,٢ المبادئ الستة للبناء الخالي من الهدرSix Core Lean Construction Principles

يمكن تحقيق خفض التكاليف، وتقليل اوقات البناء، وزيادة الإنتاجية، وإدارة المشاريع بكفاءة وفعالية من خلال التنفيذ الناجح لمبادئ (LC). تكمن جاذبية (LC) في قدرتها على أن تصبح نموذجًا مستدامًا ذاتيًا. إذا تم تنفيذ المبادئ الستة التالية كل مشروع وهي: -

١,٢,٢. تحديد القيمة من وجهة نظر العميل Identify Value From the Client's
القيمة أكثر من مجرد جودة الاعمال او إكمال المشروع في الوقت المحدد وفي حدود الميزانية. بل هو نهجًا يركز على بناء علاقة مع العميل ليتمكن فريق المشروع من إدارة التوقعات وتقديم أفضل المشورة للعميل. يجب أن يشمل ذلك جميع أصحاب المصلحة: المالك، والمهندسون، والمقاول العام، والمقاولون من الباطن، والموردون[٣٠]. يجب إنشاء مستوى عميق من الثقة بين جميع أصحاب المصلحة من أجل تنفيذ ممارسات (LC) بنجاح.

٢,٢,٢. خريطة تدفق القيمة Map the Value Stream
بمجرد تحديد القيمة من منظور العميل، يتم تحديد العمليات اللازمة لتدفق القيمة. يُعد تخطيط تدفق القيمة طريقة تسمح بتصور وتحليل وتحسين جميع الخطوات في عملية تسليم المنتج؛ وضعاً في الاعتبار العمالة والمعلومات والمواد والمعدات اللازمة لكل نشاط. مع التخلص من أي خطوات او انشطة لا تضيف قيمة[٣١].

٣,٢,٢. التقليل من النفايات والقضاء عليها Minimize and Eliminating Waste
يعتبر التخلص من الهدر اهم مبادئ (LC) من خلال ازالة كل العمليات التي تؤدي للهدر وهي كما يلي: إضافة ميزات لا تحقق قيمة للمشروع. طلب مواد إضافية وتخزينها مما قد يؤدي إلى تلفها. نقل المواد او المعدات او الأشخاص إلى مواقع العمل قبل أن تكون مطلوبة[٣٢]. عدم مطابقة خبرة العمال مع الوظيفة المطلوبة (إهدار المهارة). زيادة فترة الانتظار عن اللازم؛ مما يتسبب في فجوة في العمل. أداء المهام بشكل غير صحيح، مما يؤدي إلى إعادة العمل وزيادة الهدر. بمجرد تقليل النفايات يتم تعزيز الكفاءة وزيادة القيمة للمشروع.

٤,٢,٢. تدفق انسيابي لعمليات المشروع Streamline Work Processes Flow
يعد عدم تخطيط التدفق والتسلسل مصدرًا رئيسيًا للتأخير في مشاريع البناء. كل خطوة لها متطلبات سابقة يجب الوفاء بها للمتابعة[٣٣]. يمكنك تحقيق التدفق، من خلال التركيز على التواصل الفعال بين كل الاطراف المشاركة، والعمل معًا لتجنب الاخطاء، وفي نفس الوقت المرونة في إجراء التعديلات اللازمة في حالات التوقف.

٥,٢,٢. استخدام تخطيط السحب والجدولة Using Pull Planning and Scheduling
في مجال التصنيع، تستخدم الشركات نظام "سحب"، الذي يعتمد على الإنتاج بناء على الطلب فهي لا تنشئ منتجًا حتى يكون هناك طلب له[٣٤]. يُنشئ تخطيط السحب والجدولة مخططًا زمنيًا وفقًا لجدول تسلسلي. عند اكتمال مهمة واحدة، يتم تنشيط المهمة التالية. يعتمد تخطيط السحب والجدولة على التواصل والتعاون بين جميع المشاركين في المشروع لتخطيط، وجدولة العمالة، والمواد، والمهام.

٦,٢,٢. الاستمرار في التحسين Keep Improving
يعد إجراء التحسينات باستمرار للتخلص من النفايات وإضافة القيمة أمرًا بالغ الأهمية من أجل إتقان عمليات (LC). يعمل التحسين المستمر على الاستدامة الذاتية للمبادئ الأساسية الخمسة الأخرى، مما يضمن استيعابها في جميع أنحاء المؤسسة. يجب على فرق البناء تحديد فرص التحسين خلال كل خطوة من خطوات المشروع، واتخاذ الإجراءات اللازمة لإجراء ذلك[٣٥]. التحسين المستمر يعني هدر أقل، ومزيدًا من القيمة المضافة للمشروع.

٣,٢. أدوات وطرق لتحقيق البناء الخالي من الهدر Tools and Methods to Achieve Lean Construction

يوجد حوالي أكثر من ٥٠ أداة يمكن استخدامها في (LC) لكن التحدي الأكبر هو معرفة أيهما انسب[٣٦]، وفقًا للمشروع، ونوعيته، وظروفه. ولهذا سيتم عرض اهم ادوات (LC)، والمختارة للتطبيق في الدراسة التطبيقية في هذا البحث، وتوضيح الغرض من استخدمها. بشكل عام، استخدم أي أداة سيساعد إلى تعزيز قيمة المشروع من خلال إزالة الهدر[٣٧] طبقا للتصنيف السابق. تم تقسيم هذه الادوات إلى مجموعات عمل للمتابعة والتقييم، وهي Waste Detection tools، Waste Processing tools، Waste Response tools. وهي على النحو التالي: -

١,٣,٢. ادوات لكشف الهدر Tools for Waste Detection

- **خريطة تخطيط تدفق القيمة Value Stream Mapping (VSM)**

تعمل هذه الأداة عن طريق عمل مخطط انسيابي للتمثيل المرئي للعملية، وتعتمد على تحليل تدفق العملية ثم تمثيل ذلك من خلال رسم البياني لتسليط الضوء على لسير عملية الإنتاج من البداية وحتى تسليم العميل. **الغرض**: توثيق وتحليل وتحسين معلومات التدفق او المواد المطلوبة لتقديم شيء ما. يستعرض التدفق من الأصل إلى التسليم[٣٨]. **الفوائد**: يمكنك أن ترى بوضوح الخطوات والانشطة التي تضيف قيمة وأيها لا تضيف قيمة. يمكنك رؤية مشكلات مثل تأخيرات العمليات، ووقت التوقف المفرط، والقيود، ومشكلات المخزون.

- **مخطط تدفق العملية Flow Chart**

مخطط يمثل ويوضح خطوات العملية ونقاط اتخاذ القرار، وتوضيح المسار بعد كل خطوة، وباستخدام خريطة التدفق يمكننا فهم الخطوات بسهولة وبحث اسباب القصور.

- **عملية تحليل تأخيرات البناء Construction Delay Analysis Process**

يسجل مخطط العملية كل خطوة من خطوات عملية البناء. قد يشمل الخطوات المتسلسلة التي يمر بها العامل او المعدة او المادة. وظروف التشغيل والنقل والتخزين الحجم وفحص الجودة. يحدد تحليل التأخير سبب حدوث التأخيرات في مشروع البناء والتأثير المتوقع لها على البرنامج ككل[٣٩]. **الغرض**: هو كشف التأخيرات واسبابها، والانشطة غير الضرورية، رصد تحركات الناس والمواد والمعدات، وقت الانتظار.

٢,٣,٢. أدوات لمعالجة الهدر Tools for Waste Processing

- **خمسة أسباب Five whys**

هي تقنية استفهام تكرارية تستخدم لاستكشاف علاقات السبب والنتيجة الكامنة وراء مشكلة معينة[٤٠]. الهدف الأساسي لهذه التقنية هو تحديد السبب الجذري للعيب او المشكلة من خلال تكرار السؤال "لماذا؟" يجب أن تستند جميع الإجابات إلى الحقائق والبيانات الحقيقية، وليس الآراء العاطفية[٤١]. **الغرض**: تشريح المشكلة والكشف عن أسبابها الكامنة.

- **تحليل باريتو Pareto Analysis**

هو أسلوب إحصائي في عمليات اتخاذ القرار، المعروف أيضاً بقاعدة ٢٠/٨٠. ويتم استخدامه لاختيار عددٍ محدودٍ من المهام التي ينتج عنها تأثير عام كبير[٤٢]. ويستخدم هذا التحليل مبدأ باريتو، المتمثل في أنّ الغالبية العظمى من المشاكل (٨٠٪) تنتج عن أسباب رئيسة معدودة (٢٠٪)، وهذه اداءة رئيسية تستخدم في تحسين الجودة. **الغرض**: تحديد أهم الأنشطة المهدرة للقيمة والموارد.

٣,٣,٢. أدوات قياس استجابة الهدرTools for Waste Response

- **Lean 5S**

هي طريقة منهجية يابانية من خمس خطوات تمارس لتنظيم أماكن العمل للمساعدة في القضاء على الهدر، وتحسين التدفق، وتقليل عدد العمليات كلما أمكن ذلك. إنه يطبق المبادئ الخمسة: (seiri) التصنيف تحديد العناصر غير الضرورية في مكان العمل،(seiton) الترتيب، (seiso) الحفاظ على منطقة العمل منظمة، (seiketsu) التوحيد القياسي وابتكر طرقًا قياسية لتسهيل والسرعة،(shitsuke) الاستدامة وهي الانضباط الذاتي للحفاظ على الاستمرارية هي طريقة بسيطة لتنظيم وترتيب اماكن العمل[٤٣]. الغرض: الترتيب والكفاءة في موقع العمل، تزيد من مشاركة الناس، والعمل الجماعي.

- **نظام المخطط الاخير Last planner system**

يعد نظام Last Planner أداة مهمة للتخطيط والتنفيذ البسيط. حيث يتم النظر فقط في العمل الذي سيتم القيام به. صُممت أداة LPS خصيصًا لمشاريع البناء؛ فهي عبارة عن مزيج من كل من إدارة المشروع والإنتاج. ومن المفترض أنها اداءة لتنفيذ ما يجب أن يحدث من خلال شخص يمكنه التحكم في القوى العاملة والموارد لأنه يمتلك أفضل نظرة عامة على ما يمكن عمله بالموارد المتاحة في ذلك الوقت[٤٤]. يتمثل جزء كبير من أداة LPS في قياس الأداء وفحص ما حدث بالفعل من حيث خطة العمل الأسبوعية؛ لمعرفة مدى نجاح الخطة بحيث يمكن تحسينها. يتم تحليل جميع المهام

التي لم تكتمل بشكل منفصل، وعلى المديرين إبداء أسباب عدم إكمال المهام، وتحديد أسباب عدم الإكمال[٤٥]. الغرض: قياس الاداء والانحرافات طبقا للمخطط والهدف ليس التحسين فقط، ولكن خلق بيئة عمل تدعم التعلم والتحسينات المستمرة.

٣. الدراسة التطبيقية Case Study

في هذه الدراسة التطبيقية سيتم تطبيق المعلومات والبيانات التي تم جمعها وتحليلها في المرحلة السابقة من البحث، وطبقا للإشكالية البحثية فقرة (١,١). تم اختيار إحدى مشروعات العقارية الكبيرة بمصر والتي تعاني توليد هدر كبير وزيادة التكلفة وزمن التنفيذ عما هو مخطط في مرحلة التشطيبات المعمارية. والهدف من الدراسة محاولة معالجة ذلك من خلال تطبيق منهجية (LC). تحديد وتحليل أسباب المشاكل والانحرافات التي يواجها المشروع وقياسها وتأثير ذلك على زمن وتكلفة المشروع؛ ومن ثم تطبيق منهجية (LC) لعلاج هذه المشاكل والتحكم في الهدر في مرحلة التشطيبات خلال مراحل المشروع المختلفة. وفي نفس الوقت الاجابة على سؤال البحث **كيف يمكن تحسين أداء المشروعات البناء من خلال استخدام منهجية (LC)؟** ومن ثم قياس تأثير ذلك على التكلفة، والزمن، والاداء، والجودة.

١,٣ التعريف بالمشروع

- **وصف المشروع:** مجمع عمراني متكامل بإحدى المدن الجديدة. وستختص الدراسة بالتشطيبات المعمارية للجزء السكني فقط لتسهيل المقارنات في التكلفة والزمن خلال مراحل التنفيذ الثلاث. والمشروع مكون من (التشطيبات المعمارية لـ ٣٩٠ وحدة سكنية متوسط مساحة الوحدة ١٤٠ متر مربع على ٣ مراحل كل مرحلة ١٣٠ وحدة يوضح شكل رقم (٢) الموقع العام الرئيسي للمشروع موضح عليه المراحل التنفيذية الثلاث للتشطيبات المعمارية.
- **الشركة المالكة:** إحدى الشركات متوسطة الحجم التي تعمل في التطوير العقاري بمصر.
- **الشركة المنفذة: إدارة** التنفيذ إحدى شركات الشركة المالكة للمشروع وتصنف ضمن الفئة الرابعة لشركات التنفيذ.
- **المصمم والاستشاري:** الإدارة الهندسية للشركة المالكة للمشروع.
- **مدة التنفيذ:** لمرحلة التشطيبات هي ١٨ شهر على ٣ مراحل كل مرحلة ٦ شهور.
- **نظام التنفيذ:** مقاولين من الباطن.
- **اسباب اختيار المشروع:** الشركة المالكة للمشروع هي المنفذة وهي المصمم والاستشاري وعدم وجود إدارة للجودة بالمشروع، وهذه الاسباب تؤثر بشكل سلبي على اداء المشروع وبالتالي عند تطبيق منهجية (LC) سيكون لها تأثير كبير وايجابي علي تحسين الاداء وعلى خفض التكلفة خلال المراحل المختلفة.
- **عدد وحدات المشروع:** ٣٩٠ شقة متوسط مساحة الشقة: ١٤٠ متر مربع، متوسط عدد الامتار المشطبة للشقق: ٥٤٦٠٠م٢ على (٣ مراحل) تنفيذية شكل رقم (٢) الموقع العام والمراحل التنفيذية للمشروع.

٢,٣ العيوب والمشاكل التي تؤدي رفض العملاء استلام وحداتهم

جدول رقم (١) يبين عدد المشاكل والعيوب لكل بند من بنود التشطيبات الرئيسية وتكلفة هذه العيوب نتيجة الهدر الناتج عن الاخطاء في التنفيذ وإعادة العمل مرات عديدة، كذلك الأخطاء الناتجة عن سوء الإدارة وسوء بعض الخامات وضعف اعمال الجودة اثناء التنفيذ والتي تؤدي إلى رفض العملاء استلام وحدتهم مما يتطلب اعادة الكثير من بنود التشطيبات حتى يتسنى تسليم الوحدات للعملاء، ولمعرفة قيمة هذه العيوب فقد تم حساب النسبة المئوية لهذه العيوب من التكلفة الإجمالية، كذلك تم رصد عدد شكاوى العملاء ونسبها المئوية خلال مراحل التنفيذ الثلاثة للتشطيبات.

شكل ٢: الموقع العام الرئيسي للمشروع موضح عليه ٣ مراحل التنفيذية للمشروع (المصدر الشركة المالكة)

جدول١: عدد العيوب والشكاوى وتكلفتها على ٣ مراحل التنفيذية للمشروع (الباحث)

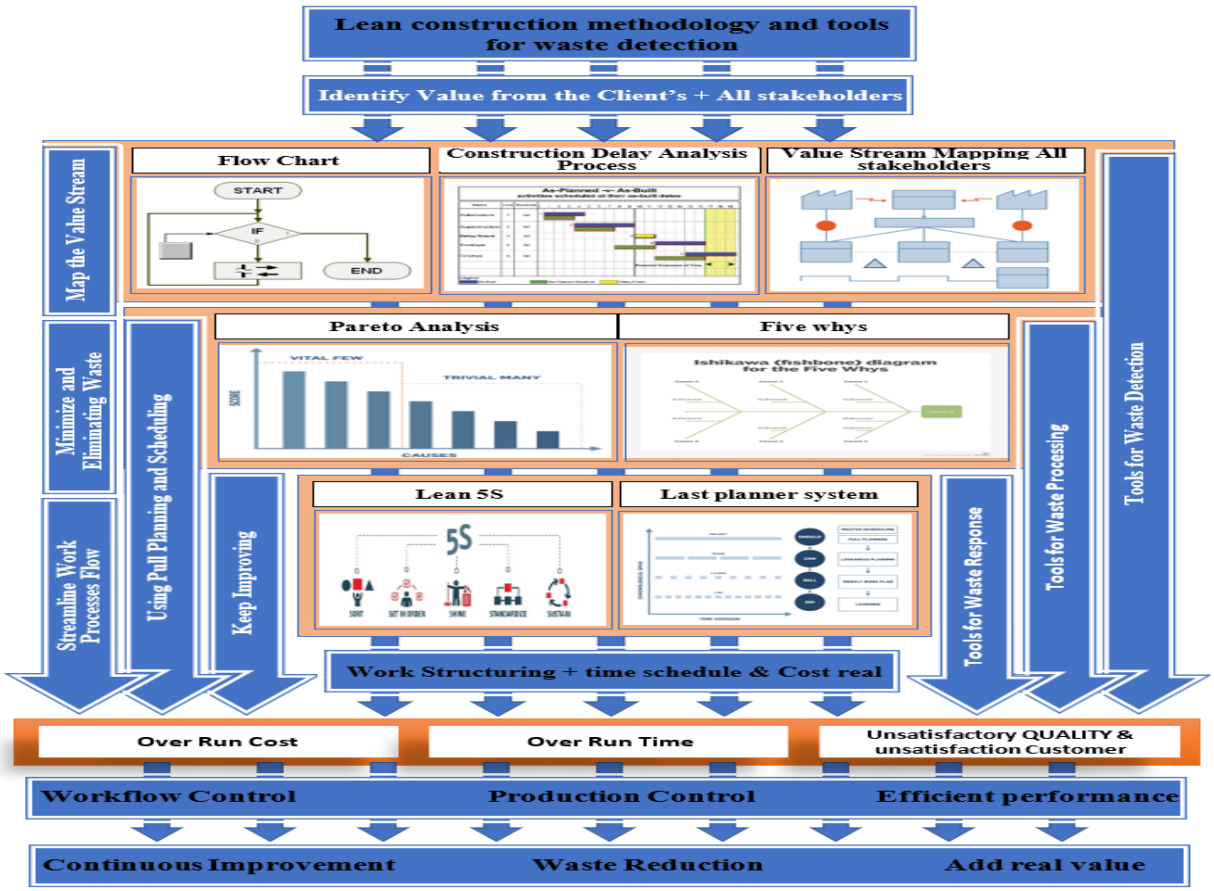
finishing works interior items / 390 Units	Number of complaints			Cost of defects / 1000 LE		
	Phase (1) (130)	Phase (2) (130)	Phase (3) (130)	Phase (1) (130)	Phase (2) (130)	Phase (3) (130)
Plaster works items	162	128	26	282.4	203.4	33.2
Ceramic & porcelain Tile	398	199	36	464.6	253.2	22.8
wooden flooring items	286	209	33	255.3	188.6	19.9
paintworks items	634	402	62	279.5	199.6	34.2
Wood door	338	192	19	373.3	343.8	23.1
Marble & Granite items	186	90	22	266.5	189.6	60.2
Aluminum items	148	76	17	162.4	117.3	39.2
Sanitary items	140	69	23	320.8	276.2	45.9
Electricity items	128	52	20	510.2	323.5	60.3
Smart items	92	61	14	997.1	486.5	55.9
Clean delivery items	825	608	105	39.20	23.20	11.80
Total defects and cost	3337	2086	377	3951.4	2604.9	406.50
Percentage defects and cost for each Phase	%59	%37	%4	%57	%38	%5
Number of units accepted & % for each Phase	12	89	274	%9	36%	%95
Number of units refused & % for each Phase	118	159	15	91%	64%	5%
Cost overrun for all Phases /LE	3931,3	2591,9	369,88	6,893,080 LE		
TIME Over Run for all Phases/ Month	12 M	6 M	1 M	19 Month		
Unsatisfaction Customer for all Phases / Problems	3337	2086	213	5636 Problems		

٣,٣. كيف تساهم منهجية (LC) في رفع القيمة وتحسين الاداء في مرحلة التشطيبات بالمشروع

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير منهجية (LC) علي التشطيبات وتقويم اي انحراف زمني او مالي عن المسارات المخطط لها والوقوف على المشكلات التي تكتنف المشروع وتحليلها للأساليب والطرق العلمية، واقتراح الحلول المناسبة، ومتابعة تنفيذها واتخاذ كافة الإجراءات الوقائية لتلافي الأخطاء قبل وقوعها من خلال الاعتماد علي مجموعة متقدمة وفعالة من ادوات التحليل الكمي والكيفي، مثل الادوات الاحصائية لتحديد اولوية وتأثير كل عامل من أجل تقليل الهدر لتساهم في تحديد اسباب تدني وهبوط الاداء من خلال تحديد الأنشطة التي تستنفد الوقت والطاقة دون إضافة قيمة حقيقية للمشروع، وفي نفس الوقت تؤدي إلي زيادة التكلفة وتجاوز زمن تسليم المشروع.

٤,٣. تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر على المشروع

يتم تطبيق منهجية (LC) من خلال خمس مراحل كل مرحلة تنفذ فيها مجموعة من الانشطة هذه المراحل تبدأ بمرحلة تحديد القيمة، وتنتهي بمرحلة الاستمرار في التحسين. هذه المراحل محددة الهدف مدعومة ومؤيدة بالبيانات والمعلومات مبنية ومرتكزة على تحليل مطالب العملاء واحتياجاتهم الهامة، بهدف ارضاء العملاء من خلال تقليص العيوب وتقليل الاخطاء ومحاولة تفاديها، والشكل رقم (3) يوضح إجراءات منهجية البناء الخالي من الهدر والتي تعتمد على استخدام القياسات الإحصائية لتحديد اولوية وتأثير كل عامل من أجل تقليل الانحراف في التكلفة والزمن والجودة والتحكم في الانحراف من خلال التحسين المستمر للأداء وتقليل الهدر؛ وبالتالي إضافة قيمة حقيقة لإعمال.



شكل ٣: خطوات وإجراءات منهجية البناء الخالي من الهدر (LC) والتي تعتمد على استخدام القياسات الإحصائية لتقليل الانحراف في التكلفة والوقت والجودة وإضافة قيمة حقيقية للمشروع.

٥,٣. تحديد العوامل المساهمة في الهدر ونسب تأثيرها خلال تنفيذ مراحل التشطيبات

يبين جدول رقم (٢) العوامل الرئيسية المادية والغير مادية في توليد الهدر بالمشروع ونسبة تأثيرها. وهذه العوامل السبب الرئيسي في رفض استلام كثير من العملاء وحداتهم وفي نفس الوقت زيادة التكلفة والوقت عما هو مخطط؛ لذلك كان من المهم والضروري تحديد المسببات لهذه العيوب وتصنيفها إلى هدر ناتج عن عوامل مادية متمثلة في عدم وجود استخدام جيد للمواد، او المعدات، او العمالة بكفاءة. وعوامل غير مادية ناتجة عن سوء الإدارة مثل ضعف التخطيط والتحكم والمراقبة. وقد تم تقييم وتحديد قوي تأثير هذا العوامل خلال الثلاث المراحل لتنفيذ التشطيبات؛ من خلال نقاط التأثير تبعا للحالة كما يلي: (لا يوجد تأثير، تأثيرضعيف، تأثيرمتوسط، تأثيرقوي)

٦,٣ نتائج الدراسة الميدانية

تم تطبيق منهجية Lean Construction على ثلاثة مراحل تنفيذية منفصلة بالاعتماد على أدوات (LC) بشكل تدريجي بداية من المرحلة الاولي وحتى الثلاثة وانعكاس ذلك على تقليل الهدر وتحسين الجودة (إضافة قيمة) ومعالجة الانحراف

في الوقت والتكلفة وتقليل تكلفة العيوب وتقليل عدد الشكاوى وزيادة عدد الوحدات المسلمة للعملاء وخاصة في المرحلة الثالثة بعد تطبيق منهجية Lean Construction بشكل كامل، والذي تم التعبير عنهم في الجدول رقم (١) الذي يوضح بتراجع عدد الشكاوى والعيوب وتكلفة اصلاح هذه العيوب؛ نتيجة القضاء على الأنشطة غير ذات القيمة المضافة من خلال تحديد المشكلة والعوامل المسببة لها، وعمل التخطيط الملائم واتخاذ القرارات الدقيقة وتوافر البيانات تم تحليل العملية وتصنيف العوامل الرئيسية للهدر. تم استخدام تقنيات Lean Construction المناسبة بعد تحليل البيانات الفعلية، تم التحسين من خلال الخطوات التالية: -

١) زيادة كفاءة الأنشطة ذات القيمة المضافة بتطبيق منهجية وادوات Lean Construction.
٢) تحسين الاداء للأنشطة الأساسية والتي لا تضيف القيمة المضافة بسبب سوء الاداء
٣) القضاء على الأنشطة غير الاساسية والتي لا تضيف قيمة للمشروع.
٤) اختيار أدوات / تقنيات Lean Construction المناسبة لتحقيق الخطوات الثلاث المذكورة أعلاه.
٥) تم تحديد مسببات الرئيسية للهدر لكل بند على حده وحجمه النسبي على التكلفة وانحصرت الملاحظات في إعادة الاعمال نتيجة عوامل خاصة بالخامات بالعمالة والمعدات متمثلة في سوء جودة الخامات وتحريكها في الموقع، وكذلك قلة خبرة العمالة، وعوامل خاصة بالإدارة متمثلة في ضعف عملية الاشراف.

جدول (٢) العوامل الرئيسية المادية والغير مادية المساهمة في الهدر في المشروع ودرجة تأثيرها على المشروع (الباحث)

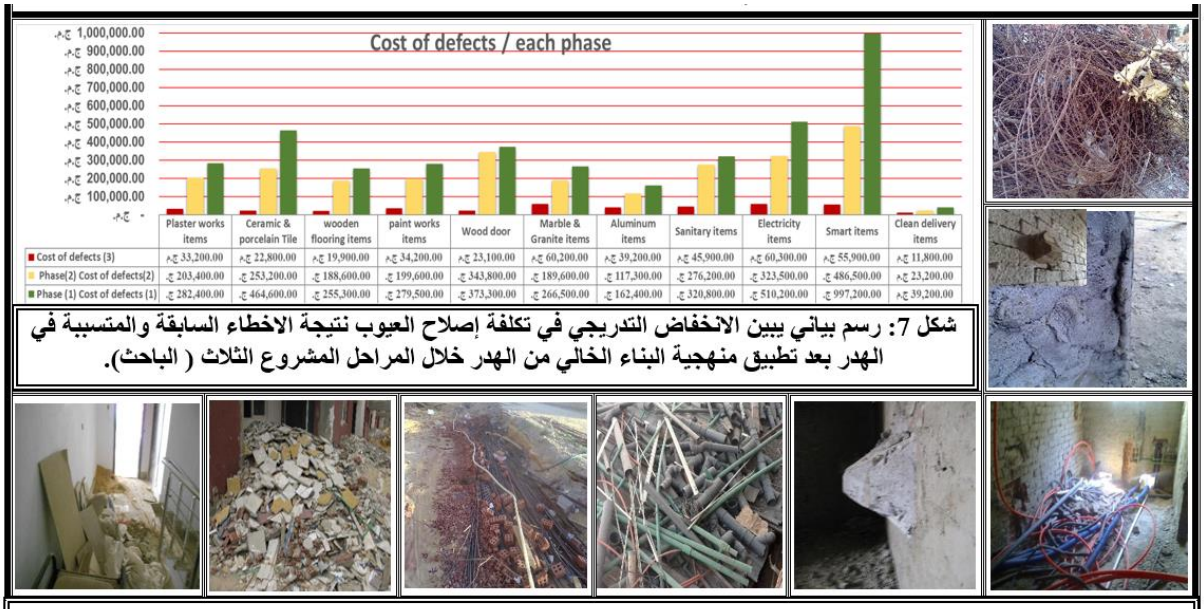
	Category	Factors Contributing to Construction	Phases			References	Freq.
			Ph.1	Ph.2	Ph.3		
Physical Waste results from the misuse of Resources	Materials	Wrong material storage				[8], [24], [35], [40], [44],	5
		Poor material handling without considering waste				[2], [9], [12], [23], [40]	5
		Damage during transportation				[1], [7], [15], [42]	4
		Poor quality of materials				[8], [15]	2
		Inventory of materials not well documented				[14], [37]	2
		Inappropriate use of materials				[4], [23], [38], [40]	4
		Off-cuts from the improper cutting of materials				[3], [12], [16], [38]	4
		Theft and vandalism				[20], [28], [36]	3
	Equipment	waste of time for equipment				[25], [36], [41]	3
		Non-availability of equipment				[36], [43]	2
		Equipment failure				[27], [37], [45]	3
		Tools not suitable for used				[20], [42]	2
		Congestion of the site				[8], [26], [32], [40]	4
		Equipment maintenance				[15], [35], [44]	3
		Accidents				[36], [41]	2
	Workers	Workers' mistakes during construction				[6], [22], [42], [43]	4
		Lack of awareness and Damage caused by				[19], [24], [30]	3
		Worker's no enthusiasm				[15], [30], [33], [39]	4
		Lack of experience				[31], [35], [44]	3
		Insufficient training for workers				[22], [33]	2
		Mistakes because of unclear job duties				[14], [28], [29], [34]	4
		Unclear accountability system				[13], [24], [36], [40]	4
		Frequent change of personnel				[9], [10], [15], [24], [43]	5
Non-Physical Waste results from misuse of Management	Planning & Site planning	Poor planning				[19], [15], [22], [30]	4
		Poor site management				[13], [36], [41]	3
		Poor site layout				[2], [8], [15], [36], [44]	5
		Resources problem				[15], [31], [45]	3
		Frequent variation orders				[21], [28], [34], [40]	4
		Lack of waste management plans				[13], [15], [6], [1]	4
		Poor information quality				[25], [40], [42]	3
	Execution Processes Management	Lack of waste management plans				[8], [19], [23], [33], [40]	5
		Lack of coordination among parties				[10], [29], [35], [41]	4
		Late information flow among parties				[35], [36], [40]	3
		Rework				[3], [9], [15], [16], [38]	5
		Communication problems				[14], [15], [26], [32]	4
		Errors in contract /tender documents				[7], [16], [27], [31], [42]	5
		Not having experienced contractors				[8], [15], [45]	3
		too much paperwork				[36], [40]	2
	Monitoring & controlling	Poor supervision				[12], [15], [19], [29]	4
		Poor controlling				[11], [19], [21], [33]	4
		Mistakes in quantity surveys				[22], [34], [37]	3
		Items not in compliance with specification				[20], [28], [40], [42]	4
		Wrong material delivery procedures				[39]	1
		Waiting periods				[5], [10], [23], [34], [44]	5
Number of executed Factors out of a total of 176 / Phase			135/176	72/176	28/176		
Percentage of execution of Lean Construction Factors / Phase			16%	41%	77%		

شكل 4: مجموعة من الصور تبين الهدر الكبير في مواد البناء نتيجة سوء استخدام مواد البناء وسوء التخزين والنقل مما يسبب هدر كبير وبالتالي زيادة كبيرة في التكلفة نتيجة ذلك.

شكل 5: رسم بياني يوضح الانخفاض التدريجي والملحوظ في عدد المشكلات والشكاوى من العملاء عند استلام وحداتهم نتيجة تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر على مراحل التنفيذ الثلاث (الباحث)

شكل 6: يبين مجموعة من الصور مجموعة صور لأخطاء التنفيذ نتيجة اخطاء المقاولين مهندسين الاشراف والاستلام غير المطابق مما يتطلب إعادة العمل مما يزيد التكلفة وزمن التنفيذ

الشكل رقم (5) والذي يوضح الانخفاض في عدد الشكاوى من مرحلة لأخري. تم تقليل اجمالي عدد الشكاوى والملاحظات من ٣٣٣٧ شكوة بالمرحلة الاولي إلى ٣٧٧ شكوة بالمرحلة الثالثة، اي انخفض عدد الشكاوى من نسبة ٥٧٪ في المرحلة الاولي إلي ٦٪ في المرحلة الثالثة. في المقابل ارتفع عدد الوحدات المسلمة للعملاء في المرحلة الاولي من ١٢ إلي ٢٧٤ وحدة بالمرحلة الثالثة، والشكل (٤،٦،٨) يوضح مجموعة من الصور للمراحل التنفيذ والتي تبين الهدر والاخطاء اثناء مراحل التنفيذ المختلفة.



شكل 7: رسم بياني يبين الانخفاض التدريجي في تكلفة إصلاح العيوب نتيجة الاخطاء السابقة والمتسببة في الهدر بعد تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر خلال المراحل المشروع الثلاث (الباحث).

شكل 8: مجموعة من الصور تبين الهدر غير المادي نتيجة القرارات الادارية غير المدروسة وعدم التنسيق بين فريق المشروع

وشكل البياني رقم (7) يبين تكلفة العيوب لكل بند من بنود التشطيبات وانخفاض تكلفة هذه العيوب مع التحسين الذي تم بمساعدة منهجية (LC). والتحكم في الانحراف زمنيا وماليا من خلال تقليل اجمالي تكلفة العيوب من ٣,٩٥١,٤٠٠ بالمرحلة الاولي إلى ٤٠٦,٥٠٠ بالمرحلة الثالثة. أي تم تخفيض اجمالي تكلفة العيوب من٥٧٪ الي ٥ % من اجمالي

تكلفة اصلاح العيوب. وهذا يؤكد اهمية (LC) في إدارة النفقات ضمن الميزانيات المعدة للمشروع وإزله الفواقد في التكلفة، والتحكم في الزمن طبقا للمخطط له، وتقديم المخرجات والخدمات بالمواصفات القياسية. بالإضافة إلي استبعاد ثلث الأنشطة التي لا تضيف قيمة للمشروع نتيجة waste of management.

٤. النتائج النهائية للبحث

طبقا للبحث فالبناء الخالي من الهدر (LC) هو نهج تفاعلي يعتمد على الاستباقية في اتخاذ الإجراءات ليس بعد ظهور المشكلات، ولكن قبلها لمنع حدوثها من الاساس. وفي نفس الوقت خلق المزيد من القيمة للعميل وأصحاب المصلحة والمشروع؛ مع تقليل التكاليف وتعظيم الموارد. ومن اهم المبادئ الأساسية التي يقوم عليها هي اتخاذ القرار على أساس القيمة، وإن الإجراءات والعمليات التي لا تساهم في إضافة قيمة للمشروع يمكن تصنيفها جميعًا على أنها نفايات ومن ثم إعطاء الاولوية للأنشطة التي تضيف قيمة للمشروع؛ وذلك بمساعدة أدوات (LC) التي تهدف إلى تقليل الوقت، والحفاظ على استخدام الموارد، والتحسين المستمر اعتمادًا على الخبرات السابقة، وتقليل الهدر، ومتابعة المخزون. يتوافق هذا الاستنتاج مع نفس الدراسات في جميع أنحاء العالم، والتي تتعلق بتطبيق (LC)، لما لها من تأثير إيجابي على عناصر المشروع مثل الجداول الزمنية والتكلفة والجودة والسلامة والبيئة وتحسين عمليات البناء. كما تم الإجابة على سؤال البحث **كيف يمكن تحسين أداء المشروعات البناء من خلال استخدام منهجية البناء الخالي من الهدر؟** وتحديد أسباب الهدر الرئيسية في صناعة البناء المصرية وتصنيفه الي مادي وغير مادي؛ وبناءً على ما سبق ذلك، يمكن استخلاص العديد من الاستنتاجات وهي:

١) **سبب الهدر في مواقع البناء في مصر**: تُظهر النتائج وفقًا لدراسة الحالة، أن السبب الأول للهدر هو "إعادة العمل بسبب عيوب البناء" نتيجة اخطاء فريق التنفيذ مما يؤثر بشكل مباشر على الهدر في المواد ومناولتها بالموقع، وسوء إدارة المعدات وتشغيلها وهذا يمثل الجزء المادي الملموس، وهناك جزء غير مادي متماثل في الهدر في إدارة المشروعات؛ نتيجة القرارات الادارية المتخبطة وضعف التحكم والرقابة على تنفيذ الاعمال.

٢) **مستوى المعرفة وتطبيق:** تكشف النتائج أن مستوى المعرفة بالأدوات (LC) أقل من مستوى التبني. حيث يتم تطبيق ادوات (LC) بشكل عشوائي، دون إدراك إلى حد ما أنها أدوات (LC) لذلك، لا يتم تطبيق أدوات (LC) بشكل منهجي. ولكن بشكل فردي حسب الاجتهاد.

٣) **الفوائد:** خلص البحث لوجود العديد للفوائد من استخدام (LC) هي: تحسين التحكم في العملية وتحسين التخطيط والتحكم في تخزين المواد (الوصول وادارة المخزون) وتقليل الوقت، وتحسين السلامة وتحسين التنبؤ بالمخاطر، وتحسين الجودة وزيادة الإنتاجية وتقليل إعادة العمل وتقليل إعادة العمل.

٤) **التحول:** التحول داخل المنظمة، تحول نحو التحسين المستمر، تحول يتطلب دعم الإدارة العليا ويستلزم رغبة جميع العاملين في إنجاحه في شتى الوظائف ومختلف مواقع العمل، تحول ينقل افراد المنظمة من التنافر إلى التضافر، ويجذبهم نحو التعاون والتكامل، تحول يزيد تواصلهم ويوحد أهدافهم.

ومن المتوقع من هذه الدراسة أن تكون بمثابة معيار للتحسينات المستمرة والمستقبلية في أداء صناعة البناء والتشييد في مصر؛ ولهذا توصي هذه الدراسة بتنفيذ (LC) في صناعة البناء المصرية في جميع مراحل المشروع لمساعدة الصناعة على الابتعاد عن مسببات الهدر في مشروعات البناء، وحل العديد من الانحرافات المتعلقة بالوقت والتكلفة. وعلي القائمين على إدارة وتنفيذ المشروعات اتباع طريقة منهجية للتعامل مع موارد المشروع بأفضل صورة من خلال الحصول على دورات تدريبية حول أهمية وتطبيق (LC) قبل بدء عملهم. وكذلك العمل على تعميق المعرفة بأدوات وأساليب (LC) وتطبيقاتها العملية من خلال دمجها في المناهج التعليمية لكلية الهندسة لنشر ثقافة (LC) وفي نفس الوقت لفت الانتباه إلى اهمية وفوائد (LC)، وفهم أفضل للتطبيق. مع الاستمرار في إجراء الدراسات المستقبلية للجامعات والباحثين المتعلقة بتطبيق (LC) للاستفادة منها وتحسين الأداء بشكل عام في صناعة البناء.

المراجع

(1) Akanbi, O.A., Oyedolapo, O. and Steven, G.J. (2019), "Lean principles in construction", in Tam, V.W.Y. and Le, K.N.B.T.-S.C.T. (Eds), Sustainable *Construction Technologies*, *Butterworth-Heinemann*, Oxford, pp. 317-348, doi: 10.1016/B978-0-12-811749-1.00010-9.

(2) Aravindh, M.D., Nakkeeran, G., Krishnaraj, L. and Arivusudar, N. (2022), "Evaluation and optimisation of Lean waste in construction industry", Asian Journal of Civil Engineering, Vol. 23 No. 5, pp. 741-752, doi: 10.1007/s42107-022-00453-9.

(3) Li, L., Li, Z., Li, X. and Wu, G. (2019), "A review of global Lean construction during the past two decades: analysis and visualization", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 26 No. 6, pp. 1192-1216, doi: 10.1108/ECAM-03-2018-0133.

(4) Luangcharoenrat, C., Intrachooto, S., Peansupap, V. and Sutthinarakorn, W. (2019), "Factors influencing construction waste generation in building construction: Thailand's perspective", Sustainability, Vol. 11 No. 13, doi: 10.3390/su11133638.

(5) Salunkhe, A. (2018), "General overview of Lean management in construction industry", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 5 No. 7, pp. 1999-2004, available at: https://www.irjet.net/archives/V5/i7/IRJET-V5I7356.pdf (accessed 20 April 2022).

(6) Sandagomika, N.M.G.H. and Sandanayake, Y.G. (2021), "Human related challenges in Lean implementation: a case of Sri Lankan large scale contractors", Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Rome, Italy, pp. 1164-1174, available at: http://ieomsociety.org/proceedings/2021rome/464.pdf (accessed 30 September 2022).

(7) Bajjou, M.S. and Chafi, A. (2018a), "Lean construction implementation in the Moroccan construction industry: awareness, benefits and barriers", Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 16 No. 4, pp. 533-556, doi: 10.1108/JEDT-02-2018-0031.

(8) Bajjou, M. and Chafi, A. (2018b), "The potential effectiveness of Lean construction principles in reducing construction process waste: an input-output model", Journal of Mechanical Engineering and Sciences, Vol. 12 No. 4, pp. 4141-4160, doi: 10.15282/jmes.12.4.2018.12.0358.

(9) Saieg P, Sotelino ED, Nascimento D, Caiado RGG. Interactions of building information modeling, lean and sustainability on the architectural, engineering and construction industry: a systematic review. J Cleaner Prod
2018 ;174 :788–806. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.

(10) Gleeson, F., and Townend J. (2007). "Lean construction in the corporate world of the U.K. construction industry", University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace, Civil and Construction Engineering.

(11) Shahid, M.U., Thaheem, M.J. and Arshad, H. (2022), "Quantification and benchmarking of construction waste and its impact on cost – a case of Pakistan", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, doi: 10.1108/ECAM-07-2019-0375

(12) Shahid, M.U., Thaheem, M.J. and Arshad, H. (2022), "Quantification and benchmarking of construction waste and its impact on cost – a case of Pakistan", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, doi: 10.1108/ECAM-07-2019-0375

(13) Koskela, L.; Howell, G.; Ballard, G.; Tommelein, I. (2002). "Foundations of Lean Construction". In Best, Rick; de Valence, Gerard (eds.). Design and Construction: Building in Value. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, Elsevier. ISBN 0750651490.

(14) Lichtig, W. (2005). "Ten Key Decisions to A Successful Construction Project." American Bar Association, Forum on the Construction Industry, September 29–30, 2005, Toronto, Canada.

(15) Abdelhamid, T.S., El-Gafy, M., and Salem, O. (2008). "Lean Construction: Fundamentals and Principles." American Professional Constructor Journal.

(16) S., Singh, K. Kumar, Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018), Ain Shams Engineering Journal, 11(2) (2020) 465-471 https://doi.org/10.1016/j.
asej.2019.08.012.
(17) Francis, A. and Thomas, A. (2019), "Exploring the relationship between Lean construction and environmental sustainability - a review of existing literature to decipher broader dimensions", Journal of Cleaner Production, Vol. 252, pp. 23-46, 119913, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119913.
(18) Pan, W. and Pan, M. (2022), "Rethinking Lean synergistically in practice for construction industry improvements", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, doi: 10.1108/ECAM-04-2021-0346
(19) Nwaki W, Eze C. Lean construction as a panacea for poor construction projects performance. Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA) 2020;6(26):61–72. doi: https://doi.org/10.5935/jetia.v6i26.723.
(20) L. L. Ekanayake and G. Ofori, "Construction Material Waste Source Evaluation," in *2nd Southern African*
Conference of Strategies for a Sustainable Built Environment, 2000, pp. 1-6.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(21) Panigrahi, S.N. (2019), "Lean concepts 8 forms of waste cause & effect: how to eliminate/reduce wastes", Slideshare, available at: https://www.slideshare.net/SNPanigrahiPMP/Lean-concepts-8-forms-of-waste-cause-effect-how-to-eliminate-reduce-wastes-by-sn-panigrahi (accessed 20 December 2021).
(22) L. Y. Shen, et al., "Mapping Approach for Examining Waste Management on Construction Sites," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, pp. 472–481, 2004.
(23) S. Nagapan, *et al*., "A Review of Construction Waste Cause Factors, in *Asian Conference of Real Estate:*
Sustainable Growth Managing Challenges (ACRE), 2011.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(24) L. G. Garas, *et al.*, "Material Waste in the Egyptian Construction Industry," in *9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 2001.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(25) Yahya, M., and M. P. Saka. 2014. "Construction Site Layout Planning Using Multi-Objective Artificial Bee Colony Algorithm with Levy Flights." Automation in Construction 38:14–29.
(26) Zolfagharian, Samaneh and Javier Irizarry. 2014. "Current Trends in Construction Site Layout Planning." Pp. 1723–32 in Construction Research Congress. ASCE.
(27) Zhao, Y. and Chua, D.K.H. (2003) 'Relationship between productivity and non-value-adding activities', *Proceedings of the 11th Annual Conference of International Group for Lean Construction*, Virginia, USA.
(28) Hosseini, A., Nikakhtar, A. and Ghoddousi, P. (2012) 'Flow production of construction processes through implementing lean construction principles and simulation', *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 4, No. 4, pp.475–479.
(29) A. B. Wahab and A. F. Lawal, "An Evaluation of Waste Control Measures in Construction Industry in Nigeria," African Journal of Environmental Science and Technology, vol. 5, pp. 246-254, 2011.
(30) Shaqour, E.N. (2022), "The impact of adopting Lean construction in Egypt: level of knowledge, application, and benefits", Ain Shams Engineering Journal, Vol. 13 No. 2, pp. 1-11, doi: 10.1016/j.asej.2021.07.005.

(31) O. O. Faniran and G. Caban, "Minimizing Waste on Construction Project Sites," Engineering Construction and Architectural Management Journal, vol. 5, pp. 182–188, 1998.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(32) H. Yunpeng, "Minimization Management of Construction Waste," in IEEE International Symposium of Water Resource and Environmental Protection (ISWREP), 2011, pp. 2769 - 2772.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(33) Singh, S. and Kumar, K. (2021), "A study of Lean construction and visual management tools through cluster analysis", Ain Shams Engineering Journal, Vol. 12 No. 1, pp. 1153-1162, doi: 10.1016/j.asej.2020.04.019.
(34) Subramani, T., Khan, S., Raj, A., Najeeb, A.M. and Rajan, J.K. (2018), "Lean technology and waste minimisation in construction industry using SPSS", International Journal of Emerging Trends and Technology in Computer Science, Vol. 7 No. 2, pp. 224-234, ISSN 2278-6856.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(35) Michalski, A., Głodzi_nski, E. and Böde, K. (2022), "Lean construction management techniques and BIM technology – systematic literature review", Procedia Computer Science, Vol. 196, pp. 1036-1043, doi: 10.1016/j.procs.2021.12.107.
(36) Vickranth, V., Bommareddy, S. and Premalatha, V. (2019), "Application of Lean techniques, enterprise resource planning, and artificial intelligence in construction project management", International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), Vol. 7 No. 6C2, pp. 147-153, available at: https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v7i6c2/F10270476C219.pdf (accessed 14 February 2022).
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(37) Umar, U.A., Shafiq, N. and Ahmad, F. (2021), "A case study on the effective implementation of the reuse and recycling of construction & demolition waste management practices in Malaysia", Ain Shams Engineering Journal, Vol. 12 No. 1, pp. 283-291, doi: 10.1016/j.asej.2020.07.005.
2018 ;174 :788–806. Doi : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
(38) AboAbdo, S., Aldhoiena, A. and Al-Amrib, H. (2019), "Implementing enterprise resource planning ERP system in a large construction company in KSA", Procedia Computer Science, Vol. 39 No. 2019, pp. 463-470, doi: 10.1016/j.procs.2019.12.207.
(39) Ahmed, S., Hossain, M.M. and Haq, I. (2021), "Implementation of Lean construction in the construction industry in Bangladesh: awareness, benefits, and challenges", International Journal of Building Pathology and Adaptation, Vol. 39 No. 2, pp. 368-406, doi: 10.1108/IJBPA-04-2019-0037.
(40) Five Whys Technique. adb.org. Asian Development Bank. February 2009. Retrieved September 5, 2019.
(41) Ohno, Taiichi (1988). Toyota production system: beyond large-scale production. Portland, OR: Productivity Press. ISBN 0-915299-14-3.
(42) "Pareto Analysis". Archived from the original on 8 February 2012. Retrieved 30 January 2022.
(43) Aravindh, M.D., Nakkeeran, G., Krishnaraj, L. and Arivusudar, N. (2022), "Evaluation and optimisation of Lean waste in construction industry", Asian Journal of Civil Engineering, Vol. 23 No. 5, pp. 741-752, doi: 10.1007/s42107-022-00453-9.
(44) Ballard, G. (2000). The Last Planner System of Production Control. Birmingham: The University of Birmingham.
(45) Howell, G. A. (2002). A Guide to the Last Planner TM for Construction Foreman and Supervisors. Arlington, VA: Lean Construction Institute.

Applying the lean construction methodology to improve the performance of construction projects in Egypt

Abstract

Egypt's construction sector faces enormous challenges related to the construction phase, the most important of which is a considerable waste of effort, time, and money that may result in increasing the risk of losing projects. Indeed, eliminating such a waste will certainly improve the project performance, thereby enhancing the value of the project stakeholders. The researcher assumes that adopting lean construction (LC) approach is necessary to reduce waste, improve performance, and enhance the performance of the Egyptian construction sector at large. The research relies on a simplified methodology that has several positive outcomes: (1) saving time and cost; (2) boosting quality and safety; and (3) improving management process control, resource management, and relationships between project team members. Therefore, the main objective of the current paper is to examine and analyse the ability of wasteless construction principles to reduce waste in the construction process through an applied case study of a large construction project in Egypt. The study employs lean construction (LC) methodology and utilizes its technologies and tools to reduce waste in construction, particularly at the finishing stage, measuring their effectiveness in achieving the desired goals. The study assumes to have two major contributions: (i) determining the main causes of waste in the Egyptian construction industry; and (ii) applying LC methodology to prevent and eliminate the causes of waste inherent in the construction process.