العلوم الاقتصادية
((عدد ملحق )) ثمانية وسبعون/ المجلد عشرون/

# التحديات والفرص في إدارة المشاريع الهندسية باستخدام منهجيات "اللين" و"المرنة" (Lean and Agile)

الباحث: مازن جواد كاظم
المديرية العامة لتربية الانبار

## الملخص

يهدف البحث الى تحليل التحديات التي تواجه تطبيق منهجيات اللين (Lean) والمرنة (Agile) في إدارة المشاريع الهندسية في البيئة العراقية. وتقييم فعالية الأدوات والممارسات المستخدمة في دمج المنهجيتين (Lean-Agile Hybrid) لتحسين أداء المشاريع الهندسية . واعتمد الجانب العملي في هذا البحث منهجية مختلطة جمعت بين التحليل الكمي والنوعي، حيث استند إلى استبيانات ميدانية، مقابلات خبراء، وتحليل تقارير حكومية لتشخيص واقع تبني المنهجيات الحديثة في المشاريع الهندسية العراقية. تم توظيف برنامج SPSS لمقارنة مؤشرات الأداء، إلى جانب تحليل نوعي معمق باستخدام الترميز الموضوعي وأدوات تحسين العمليات مثل خرائط تدفق القيمة. ركز التحليل على تحديات البيئة المحلية وأكد أن الدمج بين Lean وAgile يساهم في تحسين الأداء بنسبة ملحوظة. واظهرت نتائج البحث أن بيئة المشاريع الهندسية العراقية ما زالت تعتمد بنسبة كبيرة على المنهجيات التقليدية (75%)، نتيجة الثقافة المؤسسية الراسخة وضعف المرونة التنظيمية، خاصة في قطاعات مثل الإنشاءات والبنية التحتية. كما أظهرت المشاريع التي اعتمدت منهجيات Lean وAgile، وخاصة النموذج الهجين بينهما، تحسنًا واضحًا في مؤشرات الأداء، كخفض وقت التسليم بنسبة تصل إلى 33% وتراجع معدل إعادة العمل بنسبة 50%، مما يثبت فعالية هذه المنهجيات في بيئات العمل العراقية. واوصى البحث بتصميم برامج تدريبية متخصصة في منهجيات Lean وAgile، بشراكة بين الجامعات والقطاع الخاص، لتأهيل كوادر قادرة على قيادة التحول الإداري داخل المؤسسات العراقية. كما ينبغي تطوير أدلة وطنية توضح آليات الدمج بين Lean و Agileبما يتلاءم مع السياق العراقي، وتوفير دراسات حالة ناجحة لتشجيع القطاعات الأخرى على التطبيق.

# Challenges and opportunities in engineering project management using lean and agile methodologies


## Abstract

This research aims to analyze the challenges facing the implementation of Lean and Agile methodologies in engineering project management in the Iraqi context. It also aims to evaluate the effectiveness of tools and practices used to integrate the two methodologies (Lean-Agile Hybrid) to improve engineering project performance. The practical aspect of this research adopted a mixed methodology that combined quantitative and qualitative analysis, relying on field surveys, expert interviews, and analysis of government reports to diagnose the reality of adopting modern methodologies in Iraqi engineering projects. SPSS was used to compare performance indicators, along with in-depth qualitative analysis using thematic coding and process improvement tools such as value stream maps. The analysis focused on the challenges of the local environment and confirmed that the integration of Lean and Agile contributes to a significant improvement in performance. The research results showed that the Iraqi engineering project environment still relies heavily on traditional methodologies (75%), due to the entrenched corporate culture and weak organizational flexibility, especially in sectors such as construction and infrastructure. Projects that adopted Lean and Agile methodologies, particularly the hybrid model, demonstrated significant improvements in performance indicators, such as a 33% reduction in delivery time and a 50% decrease in rework rates, demonstrating the effectiveness of these methodologies in Iraqi work environments. The study recommended the design of specialized training programs in Lean and Agile methodologies, in partnership between universities and the private sector, to develop cadres capable of leading administrative transformation within Iraqi institutions. National guidelines should also be developed to clarify the mechanisms for integrating Lean and Agile in a manner appropriate to the Iraqi context, and to provide successful case studies to encourage other sectors to implement them.

## أولاً: منهجية البحث

### 1) مشكلة البحث

تواجه إدارة المشاريع الهندسية المعاصرة تحديات متزايدة في تبني المنهجيات الحديثة مثل اللين (Lean) والمرنة(Agile) ، وذلك بسبب :

1. التعارض الفلسفي بين تركيز اللين على الاستقرار والكفاءة، وتركيز المرنة على المرونة والتكيف مع المتغيرات .

2. نقص الإطار النظري والتطبيقي الذي يدمج بين المنهجيتين بشكل فعال في المشاريع الهندسية، خاصة في المجالات غير البرمجية (مثل الإنشاءات والتصنيع) .

3. المقاومة التنظيمية والثقافية في البيئات الهندسية التقليدية، التي تعتمد على النماذج الخطية (مثلWaterfall )، مما يعيق تبني المنهجيات التكرارية والتكيفية .

4.ندرة الأدوات والمقاييس التي تقيس أداء المنهجيات المدمجة (Leagile) في المشاريع الهندسية، مما يؤدي إلى صعوبة تقييم الفعالية والتحسين المستمر .

### 2) فرضية البحث

ان فرضيات البحث الحالي تتمثل بالاتي :-

**الفرضية الأولى : يواجه تطبيق المنهجيات الهجينة (اللين والمرنة) في المشاريع الهندسية تحديات جوهرية تتمثل في :**

-عدم التوافق الهيكلي بين متطلبات التخطيط طويل الأجل في المنهجيات التقليدية والمرونة المطلوبة في منهجيات المرنة .

- صعوبة توحيد مؤشرات الأداء بين معايير اللين (مثل تقليل الهدر وتحسين التدفق) ومعايير المرنة (مثل سرعة الاستجابة للتغيير ورضا العملاء) .

-التحديات التقنية والتنظيمية، مثل الحاجة إلى بنية تحتية مرنة للتواصل بين الفرق الموزعة، ومقاومة التغيير من القوى العاملة المعتادة على النماذج الهرمية ".

**الفرضية الثانية : يمكن لمنهجيات اللين والمرنة المدمجة أن تُحسّن أداء المشاريع الهندسية من خلال :**

-تحسين الكفاءة التشغيلية عبر تطبيق مبادئ اللين (مثل تحسين تدفق القيمة وتقليل الفاقد)، مع زيادة المرونة باستخدام أدوات المرنة (مثل التكرارات القصيرة والتكيف السريع) .

-تعزيز التعاون بين الفرق متعددة التخصصات من خلال آليات المرنة (مثل الاجتماعات اليومية ولوحات(Kanban ، مما يقلل من فجوات التواصل ويُسرع حل المشكلات .

-تحقيق توازن بين الجودة والسرعة عبر الجمع بين ضوابط الجودة في اللين (مثلSix Sigma ) ونهج التسليم التدريجي في المرنة (مثلSprints )، مما يضمن منتجات عالية الجودة مع تقليل وقت التسليم ".

3) أهداف البحث

يهدف البحث الحالي الى تحقيق الاهداف الاتية :-

1. تحليل التحديات التي تواجه تطبيق منهجيات اللين (Lean) والمرنة (Agile) في إدارة المشاريع الهندسية في البيئة العراقية .

2. تقييم فعالية الأدوات والممارسات المستخدمة في دمج المنهجيتين (Lean-Agile Hybrid) لتحسين أداء المشاريع الهندسية .

3.تصميم إطار مقترح لتطبيق منهجيات اللين والمرنة في المشاريع الهندسية العراقية، مع مراعاة الخصائص المحلية .

4. قياس أثر تبني المنهجيات الهجينة على مؤشرات الأداء الرئيسية (مثل الوقت، التكلفة، الجودة) في قطاعات مختارة (الإنشاءات، النفط، تكنولوجيا المعلومات) .

**4) أهمية البحث**

تظهر اهمية البحث الحالي من خلال الاتي:-

1. سد الفجوة البحثية في دراسة تطبيق منهجيات اللين والمرنة في البيئات النامية، مثل العراق، حيث تندر الدراسات الميدانية في هذا المجال .

2. تزويد مديري المشاريع الهندسية في العراق بأدوات عملية لتحسين الكفاءة والمرونة، مما يقلل من الهدر والتأخيرات في المشاريع .

3. المساهمة في خفض تكاليف المشاريع الحكومية والخاصة عبر تبني منهجيات فعالة، مما يدعم التنمية الاقتصادية في ظل الظروف الصعبة .

4. تعزيز ثقافة الابتكار والتكيف في القطاع الهندسي، مما ينعكس إيجابًا على جودة الخدمات المقدمة للمجتمع (مثل البنى التحتية والخدمات التكنولوجية) .

## ثانياً: الجانب النظري

**مقدمة**

في العقد الأخير، شهدت العديد من الصناعات تغييرات كبيرة في النماذج المعرفية الخاصة بها نتيجة لزيادة التعقيد والتغير المستمر في بيئة الأعمال، مما أدى إلى ظهور طرق جديدة لإدارة المشاريع. هذه النماذج المعرفية الجديدة تسعى بشكل رئيسي إلى تحسين رضا العملاء وتحقيق توافق أقوى بين أهداف الأعمال وأهداف إدارة المشاريع، إلى جانب أهداف أخرى مثل تجنب إساءة استخدام النطاق، العناية بالبيئة أو خفض التكلفة. نتيجة لهذه النماذج المعرفية الجديدة في إدارة المشاريع، ظهرت تقنيات وأساليب جديدة، بعضها قيد الاستخدام أو قيد النظر للاستخدام في المشاريع الهندسية، مثل: الحصول على "صوت العميل" بشكل أفضل باستخدام نشر الوظائف النوعية أو بعض الأساليب الأخرى؛ هيكلة المشاريع والمحافظ باستخدام سلاسل الكتل(Blockchain) ؛ استخدام مناهج التفكير التصميمي وهندسة الأنظمة لتحسين

صياغة المشاريع؛ استخدام منهجيات"As a Service" ؛ زيادة الوعي بالتأثيرات البيئية والاجتماعية للمشاريع والمحافظ، أو الأبعاد الأخلاقية للهندسة؛ استخدام حلول الصناعة والعملية 4.0 لتحسين الأداء؛ تعزيز التعاون في بيئة متعددة الأطراف مع المشاريع التي تركز على القيمة الاجتماعية؛ أو زيادة الإنتاجية باستخدام تقنيات البرمجة/التحكم التكاملي. وقد أدت هذه المحاور من البحث والتطوير إلى ظهور رؤى ومنهجيات جديدة واعدة قد تساعد في تحقيق أهداف إدارة المشاريع الجديدة. هذه المنهجيات الجديدة استُلهمت من مجالات أخرى للمعرفة الإنسانية ومن مناهج جديدة لإدارة الأنظمة المعقدة، وتستفيد من التقنيات المتقدمة لتشكيل وتحليل وتحسين الحلول الجديدة باستخدام تقنيات المحاكاة ، .إلى جانب كل هذا، تظهر تحديات جديدة نتيجة لزيادة تعقيد الأنظمة والمشاريع الهندسية. مع تعقد العالم بشكل متزايد، تظهر مشاريع كبيرة جدًا قد يصعب فهمها أو تحديد إطار لها أو التنبؤ بها. مشاريع في طبقات الأرض أو البناء تحت الأرض على نفس مقياس المدن والمتروبولات، أو الهياكل الضخمة للهندسة الكوكبية، أو الهندسة الفضائية هي أمثلة فقط لمشاريع قد يتم تصورها وتمويلها وبناؤها في المستقبل، ولا يمكن تطبيق الأساليب الحالية عليها بوضوح. هذه الأنظمة كبيرة، مترابطة، غير متجانسة، ولا يمكن تمثيلها أو تقديرها بشكل مناسب باستخدام تقنيات النمذجة والتحكم الهندسي التقليدية؛ وسلوكها ناشئ، غير قابل للتنبؤ، ومتطور وأحيانًا كارثي. يجب تطوير أو تكييف منهجيات جديدة لتحليل أو التحكم أو نمذجة هذه الأنظمة من مجالات أخرى للمعرفة الإنسانية.

## I. نظرة عامة على إدارة المشاريع الهندسية

إدارة المشاريع (PM) هي أحد فروع الإدارة التي تركز على إدارة المشاريع أو مجموعات من الأنشطة لإنتاج منتج أو خدمة معينة أو خلق قيمة مضافة. الهدف الرئيسي من المشروع هو إنشاء منتج أو خدمة جديدة وفريدة من نوعها ليتم تسليمها إلى العميل أو المستخدم. يجب أن ينتج المشروع نتائج قابلة للتسليم من حيث مستويات الجودة المحددة والتي يطلبها العميل في إطار زمني و/أو ميزانية متفق عليها، دون تجاوز التكاليف التي تم الالتزام بها مسبقًا. من أجل تنفيذ المشروع بكفاءة، بالإضافة إلى إدارة الموارد الملموسة، يجب على مدير المشروع أيضًا إدارة الموارد البشرية، والموارد التنظيمية، والتواصل . كما ان إدارة المشاريع الهندسية (EPM) تعتمد على منهج هندسي لإدارة المشاريع أو مجموعات الأنشطة المصممة لإنشاء منتج أو خدمة جديدة، أي لإنشاء المدخلات اللازمة لإتمام مهام معينة وإنتاج المخرجات النهائية التي تمثل الأصول التي تم إنشاؤها أو القيمة المضافة التي تم تسليمها. تُستخدم إدارة المشاريع الهندسية في العديد من المجالات مثل مشاريع البناء، وتصميم الأنظمة التقنية، والهندسة المدنية، والهندسة الطبية الحيوية. تشمل إدارة المشاريع الهندسية العديد من العمليات المستقلة أو مجموعات الأنشطة التي تهدف إلى تقديم المدخلات اللازمة لإنتاج المخرجات. هي فرع من إدارة المشاريع التي تطبق منهجًا هندسيًا لتصميم عمليات إدارة المشاريع نفسها. ( Management Institute, 2021:1)

ان الرؤية الحديثة لإدارة المشاريع تؤكد على ضرورة وجود نهج منظم للتخطيط والتنفيذ والرقابة على المشاريع. يتم تطوير هياكل جديدة، وعمليات، ونماذج لإدارة المشاريع تدعم كل من الأتمتة واسترجاع وتحليل المعلومات المشتركة للمشاريع

بشكل مستمر. معظم هذه النماذج تركز على الجوانب الملموسة لإدارة المشاريع، والتي تُحدد من حيث المدخلات والمخرجات، والمقاييس، والمقاييس، ومؤشرات الأداء الرئيسية (أوين وآخرون، 2006). لكن هذه النماذج التقليدية تهمل الجوانب التي لا يمكن قياسها أو نمذجتها بشكل رسمي في عمليات إدارة المشاريع، مثل الثقافة التنظيمية، وتعاون الفريق، والتنسيق، والعلاقات المتبادلة، وتأثير السياق، التي لا يمكن استرجاعها بطريقة منظمة. (Kerzner, 2022:38)

يرى الباحث ان إدارة المشاريع تركز على تخطيط وتنظيم الموارد لتنفيذ مهام محددة بهدف تحقيق نتائج مميزة ضمن قيود الزمن والميزانية. في المقابل، تتميز إدارة المشاريع الهندسية باتباع منهج علمي دقيق يشمل تصميم العمليات وتحديد المدخلات اللازمة لإنتاج مخرجات ذات قيمة مضافة. ومع تطور مفاهيم الإدارة، ظهرت حاجة متزايدة لدمج الأبعاد غير الملموسة مثل التعاون والثقافة التنظيمية في نماذج الإدارة الحديثة لتحقيق فعالية شاملة ومستدامة.

**II. مفهوم منهجية Lean (اللين)**

غالبًا ما يكون لدى المنظمات فهم قليل لمنهجية "اللين" – فهي مصطلح غير مفهومة بشكل جيد. يعتقد البعض أنها مجموعة من الأدوات، بينما يرى آخرون أنها مجرد تقليل للنفايات. مع التوسع في تطبيق "اللين"، يتسع الفهم. على سبيل المثال، ما كان يُعتبر في السابق "كايزن"، أصبح يُفهم بشكل أوسع من خلال تسليط الضوء على "السبب" و"الطريقة" و"الجهة" مما يخلق توافقًا واسعًا عبر وظائف المنظمة المختلفة. باختصار، توفر مجموعة بسيطة من التعريفات المتعلقة بـ "اللين" فهمًا أكثر وضوحًا للمعنى وراء "اللين". وفي جوهرها، "اللين" يتعلق بإنشاء ثقافة تدفع الشركة نحو التميز التشغيلي. تخلق هذه الثقافة بيئة يمكن من خلالها للناس المشاركة في عملية تحسين الشركة—من خلال حل المشكلات، وتحسين العمليات، والقضاء على النفايات، وجعل العمل أسهل وأكثر إنتاجية. "اللين" هو أيضًا عملية تتبع تطورًا طبيعيًا. ويتطلب "اللين" منظورًا طويل الأجل حيث يتم وضع الأسس النظامية بحيث تحدث التحسينات المستمرة والمنتظمة. على عكس القيام بذلك مرة واحدة، يعتمد "اللين" على بناء أسس محلية قوية حيث يتم تحديد معايير مشتركة واتباع طرق عمل مشتركة. (Åhlström et al.,2021:1853)

وتم اقتراح منهجية "اللين" كطريقة للتخلص من النفايات في عمليات التصنيع. يركز تفكير "اللين" على "تقليص النفايات" والهدف النهائي هو بناء نظام للحصول على منتج مثالي للعميل. بشكل أساسي، يعتمد تفكير "اللين" على "تدفق القيمة" من منظور العملاء، أي ما هي القيمة للعملاء؟ وتحديد الخطوات التي يمكن أن تضيف قيمة لتقديم منتج مثالي. يتم اعتبار بقية الخطوات نفايات من منظور العملاء، بينما لا تملك بعض الخطوات قيمة حقيقية. وتعد منهجيات "اللين" و"المرنة" من بين أكثر الأساليب فاعلية لتحسين العمليات وتحقيق نتائج أفضل في جميع أنواع المنظمات. يُفهم "اللين" كإنتاج اقتصادي أو إنتاج فعال من حيث التكلفة. بشكل خاص، حققت أدوات "اللين" مثل "كانبان" نجاحًا كبيرًا في إدارة المشاريع في الآونة الأخيرة. كما أن منهجية "المرنة" تناسب إدارة المشاريع بشكل جيد أيضًا، وهي تزداد شعبية. لكن بعض المنظمات كبيرة بما يكفي بحيث لا يمكن جعل جميع الأنظمة والعمليات مرنة. وبالتالي، هناك هدف للجمع بين هذين المنهجين مع استكشاف ما هو ممكن ومرغوب فيه وقابل للتطبيق. وتم تصميم المبادئ المرنة لتطوير البرمجيات كبديل للمنهجيات التقليدية التي تعتمد على التخطيط المفصل، ثم تم تطبيقها لاحقًا على إدارة المشاريع في مختلف المجالات.

أصبحت منهجية "المرنة" اليوم هي الأكثر وعدًا في تطبيق هذه المبادئ أيضًا في الخدمات، حيث تبنت المنظمات خارج مجال تطوير البرمجيات أساليب "المرنة" على نطاق واسع. لقد أثار استخدام المبادئ المرنة خارج مجال تطوير البرمجيات اهتمام الباحثين لاستكشاف كيفية تعديل أو تعديل المنهجية لتلبية هذه المتطلبات. (Tortorella et al.,2025:1012)

ويُعتبر منهج اللين ليس مجرد مجموعة من الأدوات، بل هو نظام شامل يعتمد على فلسفة وطريقة تفكير متميزة. تم تطوير مبادئ اللين في الأصل في قطاع التصنيع، وتم تمديدها لتشمل القطاعات الخدمية مع نتائج مختلطة. في حين أن ممارسات اللين حازت على دعم كبير من حيث تأثيرها الإيجابي على الكفاءة والأداء، إلا أن هناك بعض الانتقادات. من بين هذه الانتقادات، يتم التركيز بشكل مفرط أحيانًا على عملية اللين نفسها، مما يؤدي إلى إغفال الجانب المهم المتعلق بالتحكم في التنفيذ. بالإضافة إلى ذلك، يُعتبر بعض أدوات اللين بسيطة للغاية، مما يدفع إلى الاقتراح باستخدام أساليب تحليلية أكثر تطوراً مثل أساليب دعم اتخاذ القرارات متعددة المعايير (MCDA) في بعض السياقات .وتتمثل التحديات الكبيرة في تطبيق اللين على القطاعات الخدمية، خاصة في القطاع العام، في عدم التكيف الكامل. في حين تم نقل بعض الأدوات التي صُممت في الأصل للتصنيع إلى المنظمات العامة، فإن هناك اعترافًا بأن هذه الأدوات لا تعالج بشكل كامل الاحتياجات الخاصة بالقطاعات الخدمية. نتيجة لذلك، تظل أدوات اللين المصممة لإدارة العمليات غير مستخدمة بشكل كافٍ أو غير متكيفة تمامًا مع هذه البيئات. (Ahmad et al., 2022:1491)

يرى الباحث تشير منهجية "اللين" إلى أكثر من مجرد أدوات لتقليل النفايات؛ فهي فلسفة متكاملة تهدف إلى تعزيز التميز التشغيلي من خلال تحسين العمليات، وتمكين الأفراد، وخلق ثقافة مستدامة للتحسين المستمر. ومع أن جذورها تعود لقطاع التصنيع، إلا أن تطبيقها توسع ليشمل القطاعات الخدمية، رغم التحديات المرتبطة باختلاف طبيعة العمليات. كما أن الجمع بين "اللين" و"المرنة" يفتح المجال لتطوير أساليب أكثر تكيفًا وفاعلية، خاصة في بيئات الأعمال المعقدة والمتغيرة.

### III. منهجية Agile أجايل وتطبيقاتها

تم تبني منهجية أجايل بشكل واسع في العديد من الصناعات، خاصة في تطوير البرمجيات، لكن هناك نقاش مستمر حول ما تعنيه أجايل بشكل دقيق. في جوهرها، تتشارك منهجيات أجايل عدة مبادئ أساسية: (Dugbartey & Kehinde, 2025:7)

-النهج التزايدي والتكراري: تركز أجايل على تقديم تحديثات صغيرة ومحددة للمنتج، مما يعزز من المراجعات والتكيفات المتكررة.

-التعاون ورضا أصحاب المصلحة: التعاون النشط مع أصحاب المصلحة طوال العملية هو عنصر أساسي في نجاح أجايل، لضمان تلبية المنتجات للاحتياجات المتغيرة للعملاء.

-الاستجابة للتغيير: تتكيف أجايل مع التغييرات حتى في المراحل المتأخرة من المشروع، على عكس المناهج التقليدية التي غالبًا ما تقاوم التغييرات بعد بدء المشروع.

-التعاون اليومي: التواصل المستمر بين المطورين وأصحاب المصلحة، غالبًا من خلال اجتماعات يومية، يضمن معالجة القضايا بسرعة. (Almeida et al., 2022:2)

-البرمجيات العاملة: التركيز يكون على إنشاء برمجيات عاملة تظهر التقدم الفعلي بدلاً من مجرد التوثيق أو التخطيط.

-البساطة والكفاءة: تركز أجايل على القيام فقط بالعمل الأساسي، مما يساعد على تجنب التعقيدات غير الضرورية.

-الفرق الذاتية التنظيم: تشجع أجايل الفرق على إدارة نفسها واتخاذ القرارات بشأن اتجاه المشروع، مما يعزز الابتكار والمسؤولية.

في المشاريع غير البرمجية، تكون التوقعات عادة أكثر استقرارًا مقارنة بتطوير البرمجيات، التي تشهد تغيرات مستمرة. وبالتالي، يظهر التحدي في كيفية تبني بعض تقنيات أجايل مع الاحتفاظ ببعض ممارسات إدارة المشاريع الأخرى لتحسين إدارة المشروع. (Onesi-Ozigagun et al.,2024:10-11)

وتوفر الأساليب الحديثة لإدارة المشاريع وجهات نظر بديلة حول تعقيد المشاريع، بما في ذلك إدارة المشاريع البصرية، وعقد مجتمعات الممارسة، وهيكلية ناشئة. تشترك هذه الأساليب في العديد من السمات مع أجايل في مرونتها وتركيزها على العمليات التكيفية. كما تبرز أهمية الشبكات التواصلية وتطوير أكواد المعرفة المشتركة داخل فرق المشاريع. ومن منظور إبستمولوجي، يمكن تناول إدارة المشاريع من عدة وجهات نظر: تركز على العمليات، تركز على الأهداف، واقعية، مركزة على المعرفة، شبكية، مركزة على الممارس، اجتماعية/ثقافية. في المشاريع العالمية، تصبح هذه الأساليب أكثر تعقيدًا، حيث تتطلب بنية نشطة للشبكات من خلال جهود الفاعلين الذين يهدفون إلى تشكيل مسار المشروع. (Niederman, 2021:1571)

ويعد ظهور ثقافة المشروع الفريدة، خاصة في الشبكات التي تشمل عدة منظمات، أمرًا معقدًا ولكنه أساسي في إدارة المشاريع الحديثة. يتطلب هذا الجانب الثقافي فهم العوامل الصريحة والضمنية التي تؤثر على كيفية تطور المشاريع. على الرغم من التحديات في التنبؤ بنجاح تبني منهجيات إدارة المشاريع(PMEs) ، تشير التحليلات التاريخية إلى أن التوافق بين ثقافة المنظمة وممارسات إدارة المشاريع أمر أساسي لتنفيذ ناجح. وهذه النظرة العامة تتناول الجوانب الرئيسية لتطبيق مبادئ اللين وأجايل عبر مختلف القطاعات، مع إبراز الفوائد المحتملة والتحديات التي تواجهها عند التكيف مع السياقات المختلفة. (Copola et al.,2021:91)

1. القيم الغربية وإدارة المشاريع

وتولي المجتمعات الغربية أهمية كبيرة لمعايير الأداء، وبالتالي تركز تقنيات إدارة المشاريع التقليدية على التكلفة، والجداول الزمنية، وبعض جوانب الجودة والسلامة. في المقابل، يتم تجاهل معايير الحكم الأخرى مثل القابلية للبناء، وقابلية الصيانة، والأثر البيئي بشكل تقليدي. لذلك، يُعتقد أنه لكي تنجح الاقتصادات الناشئة في السوق العالمية، يجب عليها رفع مستوى ممارسات إدارة المشاريع الخاصة بها إلى مستوى أعلى. يتطلب هذا الأمر جهدًا طويل المدى لتحديد أفضل الممارسات في شكل تمثيل معرفي، وربطها بالثقافات التنظيمية المناسبة، وتطوير برامج تعليمية وتدريبية حول نشرها.

2. إطارات عمل أجايل

لفهم كيفية بناء منهج أجايل بشكل أعمق، يتم النظر في إطار عمل يحترم جميع المعايير الرئيسية. يتم تقديم نهج جديد مُكيف خصيصًا للبيئة الخاصة بالمقابلين. وتجدر الإشارة إلى أن هناك أعمالًا واسعة قد تم إجراؤها حول إدارة المشاريع باستخدام أجايل. من أبرز هذه الأعمال هو دليلPMBOK ، الذي يوفر إطار عمل يركز على المبادئ المعروفة عمومًا. كما يُعتبر إطار العمل للانتقال المستمر إلى نظم أجايل في صناعة السيارات مجموعة لا تقدر بثمن من القوالب التي تركز أساسًا على العمليات. ومع ذلك، لا يكفي هذا لتحقيق انتقال ناجح، بل يتطلب الأمر توسيعًا مفاهيميًا ومنهجيًا. كما أن إطار العمل الخاص بالتنفيذ عام للغاية لاستخدامه في الصناعات. من أجل تحول فعال، يجب أن يتوافر إطار عمل كامل يشمل أدوارًا مرئية، طقوسًا، عناصر، وأدوات تصف أجايل على جميع المستويات التشغيلية مع دليل يوضح جميع جوانبها. يجب أن تكون الحلقات التفاعلية (Feedback Loops) مفصلة تمامًا. وفقًا لذلك، يتم تقسيم أجايل وتصميم إطار عمل مُكيف للبيئة الأولية للمقابل. وبذلك، يمكن للشركات التي تعمل في الأنظمة التكيف تدريجيًا مع أجايل على مستوى إدارة المشاريع. (Heine & Palm, 2023:2)

ويتكون الإطار المُكيف من ثلاثة مكونات: أولًا، يتم تجسيد أجايل على مستوى العمليات والمجال. وفقًا للن approach المقترح، تستند القوالب المُبتكرة إلى الأساليب الأساسية المعروفة في الأدبيات. ثانيًا، يوضح مجموعة الأدوات الإجرائية ما يتضمنه مشروع أجايل بشكل دقيق. يتم تمثيل جميع الأدوار، الطقوس، والعناصر بصريًا وفقًا للمقاييس المتفق عليها. هناك أيضًا إشارات إلى التفاصيل الدقيقة التي تعزز من إطار العمل الكامل الذي يساعد مدير المشروع أثناء إنشاء مشروع أجايل لأول مرة. (Marnada et al., 2022:291)

يرى الباحث ان منهجية "أجايل" تلعب دورًا محوريًا في تطوير البرمجيات وتوسعت مؤخرًا لتشمل مجالات مختلفة بفضل مرونتها واستجابتها للتغيير. فهي تركز على التفاعل مع أصحاب المصلحة، والتحسين المستمر، والتسليم التكراري للمنتجات. ومع أن تطبيق "أجايل" في المشاريع غير البرمجية يواجه تحديات تتعلق بثبات التوقعات، إلا أن دمجها مع ممارسات إدارة المشاريع التقليدية يوفر توازنًا بين الانضباط والمرونة، ما يساهم في تحسين الأداء وضمان التكيف مع البيئات المتغيرة.

## IV. دمج Lean و Agile في إدارة المشاريع

تواجه إدارة المشاريع في الهندسة الإنشائية صعوبة في مواءمة العمليات الراسخة لتحسين أداء المشاريع. تسهل أساليب اللين إنشاء عمليات مستقرة وقابلة للتكرار تتماشى مع أهداف المشروع. من ناحية أخرى، تسمح الأساليب المرنة مثل أجايل بتعديل العمليات بشكل غير خطي لتلبية احتياجات العميل. تمنع الفروق في الفلسفة والأهداف بين اللين وأجايل دمجها في نهج هجيني سلس في إدارة المشاريع. من أجل تأسيس دمج قابل للتطبيق بين اللين وأجايل في إدارة مشاريع الهندسة الإنشائية، يتم اقتراح إطار عمل يدمج مبادئ إدارة مشاريع اللين مع مبادئ أجايل. كما ان إدارة مشاريع اللين تضم مبادئ الإنتاج اللين في ممارسات إدارة المشاريع. توفر نهجًا منظمًا لتخطيط وتنفيذ المشاريع الهندسية لتحقيق أهداف الإنتاج. ومع ذلك، فإن تنفيذ إدارة مشاريع اللين ليس أمرًا سهلاً، حيث تكافح الشركات مع الأداء المنخفض

للمشاريع ولا تستطيع مواءمة عملياتها الموجهة نحو المشاريع مع أهداف تحسين إدارة المشاريع اللين. يوجه البحث الأكاديمي والتطبيقي الحالي نحو سد الفجوة بين البحث والممارسة في إدارة مشاريع اللين. (Larsson, 2025:11)

ويستند اللين في البناء، مثل اللين التقليدي، إلى نظام الإنتاج تويوتا الأصلي ويدمج مبادئ فلسفة اللين وممارساته في إدارة المشاريع. تناولت هذه الممارسات في السابق الحاجة إلى إدارة أفضل. بعد أن حقق اللين في البناء دعماً أكاديميًا قويًا وجذورًا في إدارة البناء، تعد الصحة والدقة والشمولية من التطبيقات الخاصة بأدوات اللين في البناء. علاوة على ذلك، فإن أدوات اللين في البناء سهلة التنفيذ بسبب تطبيقها المنهجي، كونها مستمدة من العلوم الهندسية/الإدارية التقليدية. ومع ذلك، كان هناك فجوة في تطوير أدوات اللين للبناء. من العوامل الرئيسية التي تعزز من التفكير في اللين في البناء هو محاكاة البناء. على وجه الخصوص، تعمل محاكاة البناء على تفعيل التفكير في اللين في البناء من خلال تطوير عملية واضحة، ومعالجة قضية التطبيق العام، وتوفير النطاق والحيوية للمنتديات الإنشائية. (Niederman, 2021:1571)

وتم تقديم رؤية بديلة لدمج تقنيات Lean و Agile المعروفة بـ"Leagile" ، لكنها تركز فقط على الطبيعة "الجذبية" لطلب العملاء في منهج أجايل على سلسلة التوريد في البناء. تشير التقارير المتعلقة بـ إدارة المشاريع القائمة على أجايل (APM) في الأدبيات إلى أن معظم هذه التقارير تتعلق بالافتراضات الجاهزة لتطبيق مبادئ وممارساتAPM . وأظهرت المقاييس الملخصة تغييرات دراماتيكية في رضا العملاء والأعمال في صناعة نظم المعلومات من خلال استخدام .APM تمثلت الإسهامات المحددة في تحسينات كبيرة في الإنتاجية، والجودة، وقابلية التنبؤ، والمهارات التنظيمية لكل من الموظفين التطويريين والإداريين. تشير دراسات الحالة حول APM إلى تحسن كبير في رضا العملاء وجودة المنتجات في مجالات متنوعة مثل طباعة الأوراق النقدية، التلسكوبات الفلكية، الذخائر العسكرية، أنظمة إدارة الحركة الجوية، ومشاريع هندسية كبيرة وغيرها من المشاريع الكبيرة والفريدة (معظمها في نطاق الزمن 2–6 سنوات). تم استكشاف بعض الأسباب المنطقية لتبنيAPM ، ومع ذلك، من الممكن أن يقدم هذا النهج المزيد في البناء مقارنة بتطبيق "الجذب" الخاص بالعميل في تخصيص المنتجات. (Dauda et al.,2024:4967)

ويتماشى APM مع فلسفة الميتافيزيقا العملية من خلال احتضان ظهور القيمة كعملية مستمرة طوال دورة حياة المشروع. تم معالجة العديد من القضايا الهامة في إدارة المشاريع التقليدية وطبيعة المشاريع، بما في ذلك تعريف المشاريع (أو البناء الاجتماعي للمشاريع)، والتنفيذ من خلال التطوير التكراري بدلاً من النموذج المحدد لـ "الشلال"، حيث لا تُعتبر القيمة ميزة أساسية بل خاصية إضافية. كما يعزز APM من دور الناس والبناء الاجتماعي مع احترام تعقيد الأمور، والتركيز على الضروري بدلاً من الكافي، وإدارة المعرفة أو الإدراك. يركز APM بشدة على نموذج التجربة العلمية كآلية التحكم الأساسية.

وأيضًا، في ما يتعلق بمراقبة التقدم، يظهر تناقض آخر بين إدارة المشاريع التقليدية التي تركز على المقاييس العامة مثل الوقت والتكلفة والجودة، بينما يركز APM على مقاييس أكثر أساسية مثل رضا العملاء ورفاهية الأفراد. من المهم أن نلاحظ أن الإنتاج اللين و APMلهما أهداف مختلفة: حيث يسعى اللين إلى التكرار الأساسي، بينما يسعى أجايل إلى الموثوقية الأساسية.

يرى الباحث ان مشاريع الهندسة الإنشائية تواجه تحديات متزايدة في التوفيق بين صرامة منهجيات اللين ومرونة أجايل، ما يعوق تحقيق التكامل بينهما. تُظهر الأدبيات أن كلا المنهجين يقدمان مزايا مميزة: فاللين يعزز الاستقرار والتكرار، في حين يمكّن أجايل من التكيف السريع مع التغيرات واحتياجات العملاء. لذلك، يقترح الباحثون دمجًا منهجيًا لمبادئ اللين وأجايل ضمن إطار عمل "Leagile"، لتحقيق توازن بين كفاءة العمليات ومرونة التنفيذ. ورغم الفجوة بين النظرية والتطبيق، فإن المحاولات الجارية لتكييف أدوات اللين وأجايل في البناء تفتح آفاقًا جديدة لتحسين الأداء، خاصة عندما يتم التركيز على القيمة، ورضا العملاء، والمقاييس الإنسانية إلى جانب الكفاءة التشغيلية.

## ٧. تحديات الدمج في إدارة المشاريع الهندسية

تعد الدمج، والتحول، والتعاون بين الوحدات الوظيفية المختلفة المشاركة في المشروع من أصعب جوانب إدارة مشاريع الهندسة. تتكون المشاريع عادة من فرق كبيرة من الأشخاص الذين يؤدون وظائف متخصصة. نتيجة لذلك، يكون كل شخص مسؤولًا عن جزء مختلف من المشروع، ويجب إدارة المشروع كنظام من الوظائف المترابطة وكيفية تفاعلها. غالبًا ما تكون الوحدات المشاركة في نطاق ضيق من التخطيط والتنفيذ والمتابعة. قد يتم استخدام العديد من البرامج والأنظمة غير المتصلة لتسهيل التخطيط وتبادل المعلومات. وأعضاء الفريق عالقون في برامجهم وأنظمتهم الخاصة، وبالتالي غير مدركين للمعلومات التي يتم توليدها في أماكن أخرى. ينبغي تبني التوحيد القياسي مع النظر بعناية في جميع الوحدات، بينما تشير مفاهيم الدمج والتحول والتعاون إلى ضرورة تبادل المعلومات والمعرفة. (Najihi et al.,2022:776)

ويساهم التوحيد القياسي والتماسك في تحسين الجودة ووقت التطوير والتكلفة. يجب دمج هيكل تنظيمي يضمن نقل المعلومات والمعرفة بين الوحدات في الأنظمة والعمليات التي تم إنشاؤها لتسهيل تخطيط تنفيذ المشروع. سيحدث التحول مع تقدم المشروع من حيث الوقت أو التصنيع، وتغيير الهيكل التنظيمي الحالي وظهور هيكل جديد، مع انتقال الزمن في دورة حياة المشروع. التحول ليس حدثًا مرة واحدة بل يحدث في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المشروع. يمكن أن يحدث التحول على نطاق صغير، حيث يتحرك أعضاء الفريق ذهابًا وإيابًا، أو بشكل أكثر تجريدًا مع مستوى التواصل والتركيز والطموح. (Almeida et al., 2022:2)

- ان التحدي الأول يتعلق بمدى ملاءمة منهجيات Lean و Agileللمشاريع الهندسية، خاصة تلك المعقدة التي تشمل العديد من التفاصيل في التصميم والتصنيع. بعض المقابلين كانوا متشككين في الجدوى الاقتصادية لLean ، خاصة عندما يتزايد عدد العناصر وتصبح المشاريع أكثر تعقيدًا. كما تم اعتبار Agile منهجًا أفضل للمشاريع البسيطة، بسبب عدم التوافق بين فلسفة Agile التي تركز على التخطيط المرن والتغيرات الديناميكية في تصميم المنتج، وبين العملية التقليدية لتصميم الهندسة.
- اما التحدي الثاني يتعلق بتكامل التقنيات المتقدمة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد، التصميم باستخدام الحاسوب، النمذجة ثلاثية الأبعاد، والميتافيرس في التصنيع والتصميم. كان من المتوقع أن تسهم هذه التقنيات في تحسين العمليات، والسماح بالتكرار اللامحدود، وحل مشكلات تطبيق Agile في مشاريع الهندسة.

- التحدي الثالث يتعلق بالحاجة إلى التدريب والاستشارات. عبر بعض المقابلين عن قلقهم من أن تطبيق منهجيات Leanو Agileقد يكون صعبًا دون استشارة خبراء، مما يؤدي إلى منحنى تعلم لا مفر منه. وكان من المتوقع أن يستغرق الأمر وقتًا طويلًا لفهم معاني أدوات Lean و Agileوتنفيذها بشكل صحيح.
- التحدي الرابع يتعلق بمقاومة التغيير، خاصة فيما يتعلق بقدرة الموارد البشرية الحالية على التكيف مع ثقافات Leanو .Agileمن المعروف أن تبني أي منهجية جديدة يتطلب دعمًا كبيرًا من الإدارة وكذلك استقلالية وامتثال الفريق بأكمله.

**VI. تخصيص الموارد**

أحد أكبر التحديات في إدارة المنتجات أو المشاريع داخل صناعة تطوير المنتجات الجديدة (NPD) التي تنمو بشكل متسارع وتزداد تنافسية هو تخصيص الموارد لمراحل دورة حياة المنتج المختلفة، مثل التصور، والتصميم، والاختبار، والإنتاج، والتوزيع. بالنظر إلى حتمية الأحداث العابرة التي تعطل تخصيص الوقت، والموارد البشرية، والمعلومات، والموارد المادية، فإن تخصيص الموارد يمكن أن يكون مشكلة شائعة، خاصة في البيئات العالمية أو متعددة المشاريع. البيئة العالمية والمتعددة المشاريع هي سمة صناعات مثل الإلكترونيات، والحواسيب، والاتصالات، والإعلام، وغيرها من الشركات التي تعتمد على التكنولوجيا، حيث تولد المشاريع منتجات جديدة أو عمليات أو خدمات، ويتم تطويرها ودمجها وتسليمها على مدار دورة حياة المنتج التي تمتد لسنوات عديدة. (Dauda et al.,2024:4967)

في هذه البيئات، يواجه المشاريع الجارية عادةً إعادة العمل. يتم تعريف إعادة العمل بشكل عام على أنها أي مهمة تتطلب تكرار أو تعديل ما تم إنجازه بالفعل لإصلاح أو تحسين أو تحديث العمل السابق. عادة ما تشمل إعادة العمل عنصرين مميزين: العيوب غير المقصودة (أخطاء أو سهوات غير متعمدة في التصميم أو الإنتاج) والعيوب المقصودة (تعديلات متعمدة لتغيير أهداف أو ميزات المشروع). من المهم أيضًا أن نلاحظ أن مشاكل التنظيف ليست فقط حتمية، بل في كثير من الأحيان مفيدة؛ فعلى سبيل المثال، عندما يتم فهم مشكلة التصميم بشكل أفضل، يتم نقلها إلى الوحدات ذات المستوى الأدنى كجزء من عملية التنظيف. ومع ذلك، في البيئات التي تتزايد فيها مشاريع المنتجات، تصبح إعادة العمل مهمة تتراكم بمعدل ينذر بالخطر. ليس فقط أنه يجب اكتشاف إعادة العمل وتصحيحه، بل إن آثاره الجانبية غالبًا ما تؤدي إلى تفاقم الوضع الحالي، مما يخلق دوائر مفرغة من تصاعد معدلات الأخطاء، وزيادة العبء على المهندسين، وتدهور أداء المشروع. (Dugbartey & Kehinde, 2025:7)

ويعد إشراك أصحاب المصلحة أمرًا بالغ الأهمية لتنفيذ برنامج الصحة بنجاح ويقدم دروسًا مستفادة يمكن أن تستفيد منها المؤسسات المعنية بالصحة وأصحاب المصلحة الآخرون. كشفت الاجتماعات الأولية عن أهمية إشراك أصحاب المصلحة، مما يشير إلى التزامهم بالبرنامج البحثي. وأدى هذا الاكتشاف إلى التأكيد على ضرورة "امتلاك" أصحاب المصلحة للبرنامج لكي يتم تنفيذه بنجاح، مما أدى إلى سلسلة من الأنشطة خلال مرحلة التفاعل مع أصحاب المصلحة. تم تصميم الأساليب المستخدمة لإشراك أصحاب المصلحة لجمع المعلومات، وتقييم الاهتمام، وتعزيز الالتزام بالبرنامج، خاصة بين

الوكالات الحكومية. أكد أصحاب المصلحة من خلال ملاحظاتهم على أهداف وأساليب الإشراك. ( Onesi-Ozigagun et al.,2024: 11)

كما تعد إدارة المخاطر أمرًا حاسمًا في تحديد كيفية إعداد وتطوير والاحتفاظ بالوثائق في المشروع أجايل، حيث يعتمد ذلك بشكل كبير على هيكل المشروع. قد يتكون بعض المشاريع من فرق أجايل تعمل بشكل مستقل، وفي هذه الحالة، يجب أن تُعتبر الوثائق جزءًا من مجال الأعمال، أي أن الوثائق يجب ألا تكون في يد فريق تكنولوجيا المعلومات. من جهة أخرى، قد يتكون الفريق بالكامل من مجموعة أساسية مكونة من خمسة أشخاص مع مسؤوليات وظيفية كما هو مرغوب فيه. في هذه الحالة، قد يتم تنفيذ المشروع "بشكل مزيف أجايل" (أي مراسم سكرم، والمواد، والسرعة، ودليل الانتهاء) ولكن مع الكثير من الوثائق، وقد يتغير القرار الأمثل بشأن الوثائق بناءً على هيكل الفريق . وتكمن المخاطر الخفية في تطوير البرمجيات في أن هذه المخاطر قد تفوق فوائد هيكل الفريق المختلط. قد تكشف التبعيات المخفية بين أعضاء الفريق في نهاية المشروع، عندما يجب أن "يستعد" الفريق في بيئة أجايل. على سبيل المثال، إذا كانت هناك فرق مختلطة بها عدد قليل من مديري سكرم ومالكي المنتجات، فقد يحدث ذلك بشكل غير صحيح من الناحية التكتيكية من حيث التسليم وتخصيص الأفراد للمشاريع المستقبلية . (Pasuksmit et al.,2021:115)

يرى الباحث تواجه إدارة المنتجات في صناعة تطوير المنتجات الجديدة تحديًا كبيرًا في تخصيص الموارد بفعالية خلال مراحل دورة حياة المنتج، خصوصًا في البيئات متعددة المشاريع والعالمية. تؤدي الأحداث غير المتوقعة إلى تعقيد هذا التخصيص، مما يعرقل استقرار سير المشروع. وتنعكس هذه التحديات بوضوح في الصناعات التكنولوجية التي تتطلب تنسيقًا دقيقًا بين فرق متعددة تعمل في مواقع متباعدة.

**VII. الفرص التي تقدمها منهجيات لين وأجايل**

مشاريع الهندسة اليوم عادةً ما تكون كبيرة الحجم ومعقدة للغاية ومترابطة على مستوى النظام. نتيجة لذلك، فإنها تميل إلى أن تكون مكلفة للغاية وتستغرق وقتًا طويلاً، مما يتسبب في تجاوز الميزانية والجدول الزمني المحدد. في المقابل، تهدف مناهج إدارة المشاريع التقليدية إلى مواجهة هذه التحديات من خلال الخطط الصارمة والضوابط، وتعتبر أدوات وتقنيات إدارة المشاريع جزءًا من المعرفة الأساسية. لكن الأدلة التجريبية تشير إلى أن منهجيات إدارة المشاريع التقليدية التي لا تتناسب مع الاحتياجات الفعلية هي واحدة من الأسباب الرئيسية لفشل المشاريع. لذلك، يتم اقتراح منهجيات لين و أجايل كأطر جديدة لمعالجة أوجه القصور في المنهجيات التقليدية. وفي بيئة السوق التنافسية، برز التنافس القائم على الوقت كمصدر رئيسي للميزة التنافسية. لذا، زادت الحاجة إلى تقليص أوقات التنفيذ والتسليم في الوقت المحدد من قبل اللاعبين الصناعيين والعملاء. لذا فإن صناعة البناء يجب أن تستجيب لمثل هذا الطلب في السوق للبقاء تنافسية ومربحة. بدأت الجهود في البداية بالتركيز على القضاء على الفاقد من عمليات التسليم التقليدية للمشاريع. تم نقل وتكييف أفكار وتقنيات إدارة الإنتاج الرشيق من صناعة التصنيع إلى سياق البناء. نتيجة لذلك، تم تطوير واختبار طرق البناء الرشيق التي تهدف إلى زيادة الإنتاجية وضمان التسليم الموثوق. من ناحية أخرى، يطالب أصحاب المشاريع بتوفير

مرونة أكبر بالإضافة إلى موثوقية التسليم. على سبيل المثال، تتطلب بعض المتطلبات المعقدة أو المباني الشديدة التعقيد من أصحاب المشاريع أن يتم تحديدها مسبقًا. وبالتالي، يجب التضحية جزئيًا بالمرونة في المشروع لتعزيز موثوقية التسليم. ومن هنا يأتي التحدي الثاني: كيف يمكن الاستجابة للطلب الجديد في السوق للمرونة دون التضحية بشكل كبير بمستوى الموثوقية المحقق؟ (Gaborov et al.,2021:2)

كما تؤثر التنوع الشديد في أساليب العمل للفرق الهندسية المتواجدة في أماكن مختلفة على كيفية تواصلهم والعمل نحو هدف مشترك. من الممارسات المتعارف عليها أن يتم تقسيم المشاريع الهندسية إلى عدة فرق لتطوير المنتجات الفرعية بشكل موزع لتحقيق التنسيق الفعّال. وهذا مفيد بشكل خاص في مشاريع تطوير الأنظمة الكبيرة حيث يتم إشراك مجموعة متنوعة من التخصصات الهندسية وتوظيف مواقع جغرافية مختلفة للاستفادة من الخبرات المشتركة للفرق الهندسية الموزعة عالميًا. ومع ذلك، كشفت التجارب الصناعية أن الفرق التعاونية تعاني من مشاكل مثل التأخير المفرط، وسوء الفهم، والانهيار في التواصل نتيجة للأنشطة التعاونية غير المحددة بشكل جيد، وغير المنظمة، وغير المنسقة. (Jain & Suman, 2021:64)

كما يعد التحسين المستمر وتجديد عملية تطوير المنظمة هو النموذج الرئيسي الذي تتبعه، مع تمديد هذه العملية إلى المرحلة الأولية من التطوير الذي تم تحقيقه مؤخرًا .بينما تتماشى المفاهيم الأساسية للتحسين المستمر مثل النشاط التدريجي واتخاذ القرارات المدفوعة بالبيانات مع الفلسفات الكامنة وراء منهجيات لين و أجايل، إلا أن أدوات وممارسات لين وأجايل ليست مفروضة في تعريف التحسين المستمر ولا يتم إلزامها بشكل صريح لتحقيقه . وقبل أن يتم تحقيق هذا الهدف، هناك حاجة لتحسين فهم كيفية ووقت وأسباب أولوية ممارسات لين وأجايل في مشاريع تطوير البرمجيات الجارية والجديدة، خاصة في علاقة مع سياق المنظمة الحالي. يتطلب الفهم المتكامل للممارسات المستخدمة مع النتائج المدركة أن يتم تحديد الممارسات الجيدة القائمة أو تلك المستخدمة حاليًا التي شهدت مستويات نجاح منخفضة أو تراجع في تنفيذها . (Layik, 2021:1)

يرى الباحث ان مشاريع الهندسة المعاصرة تعاني من التعقيد وكثرة التحديات، مما يجعل المنهجيات التقليدية غير كافية لتحقيق النجاح. تبرز منهجيات لين وأجايل كحلول فعالة لتعزيز المرونة وتقليل الفاقد وتحقيق موثوقية التسليم. كما أن التنسيق بين الفرق الهندسية الموزعة عالميًا يتطلب تنظيمًا دقيقًا وتحسينًا مستمرًا لتحقيق نتائج ناجحة.

### VIII. أدوات إدارة المشاريع باستخدام لين وأجايل

ان منهجيات أجايل و لين قد تطورت على مر السنين، وظهرت العديد من الأدوات لدعم هذه المنهجيات. من الجدير بالذكر أن عددًا صغيرًا فقط من الأدوات قد تم تصميمه خصيصًا لأجايل ولين. بالإضافة إلى تطوير منهجيات وأدوات إدارة المشاريع، تم إجراء أبحاث حول تنظيم استخدام أدوات إدارة المشاريع في الممارسة العملية. حاولت المجتمعات العلمية فهم وتقييم أو تحسين فعالية وكفاءة أدوات إدارة المشاريع. ومع ذلك، يبدو أن هناك نقصًا في هذا النوع من الأبحاث حول الأدوات المستخدمة لدعم إدارة مشاريع أجايل ولين، بالإضافة إلى محاولات التحقيق في تركيبات الأدوات المتعددة التي يتم تبنيها في الممارسة العملية. وفي إطار استطلاع ممارسي إدارة مشاريع أجايل ولين، تم التعرف على العديد من الأدوات أو التركيبات الخاصة بالأدوات المستخدمة لدعم إدارة

مشاريع أجايل ولين. أظهرت نتائج الاستطلاع قائمة طويلة من الأدوات أو التركيبات المستخدمة لدعم منهجيات أجايل و/أو لين في ممارسات إدارة المشاريع من قبل العديد من المشاركين من منظمات متنوعة. تم تصنيف الأدوات في فئات عالية المستوى. في النهاية، على الرغم من تطور المنهجيات على مر السنين، لا يزال هناك نقص في الأدوات المخصصة لدعم أجايل و لين تحديدًا في إدارة المشاريع. (Elseknidy et al.,2024:2)

وتركز معظم الأعمال المعروضة على تطوير البرمجيات، بينما تم إيلاء اهتمام قليل في تأمل استخدامها في مشاريع الهندسة خارج صناعة تكنولوجيا المعلومات. تتعلق معظم الأدبيات المتاحة فقط بمنهج أجايل البحت؛ ومع ذلك، تم إحراز تقدم في تنفيذ منهج هجيني يجمع بين لين وأجايل في تطوير البرمجيات على مستوى المشروع. توفر لين وأجايل معًا رؤية شاملة لتغطية التحسينات الممكنة في المنظمات المعتمدة على المشاريع من خلال دمج أفضل للمبادرتين، كما هو موضح في هذا العمل. ومع ذلك، لا يزال من الضروري إجراء المزيد من الأبحاث لفحص تطبيق أجايل في مجالات غير تكنولوجيا المعلومات، مثل مشاريع الهندسة والبناء والرعاية الصحية حيث يمكن تكييف ممارسات لين بشكل مفيد. (Fronza & Wang, 2021:215)

**ثالثاً: الجانب العملي**

ركز الجانب التطبيقي على تحليل واقع استخدام منهجيات اللين والمرنة في المشاريع الهندسية العراقية عبر منهجية مختلطة (كمية ونوعية). شملت البيانات :

1. استبيانات لـ 5 شركات في قطاعات الإنشاءات، النفط، في بغداد والانبار.
2. مقابلات معمقة مع 15 خبيرًا في إدارة المشاريع .
3. تقارير حكومية وأدبيات دولية كمصادر ثانوية .
4. تحليل كمي باستخدام برنامج SPSS لمقارنة مؤشرات الأداء (الوقت، التكلفة، الجودة) .
5. تحليل نوعي عبر الترميز الموضوعي للمقابلات ودراسات الحالة .
6. استخدام أدوات مثل خرائط تدفق القيمة (VSM) لتقييم العمليات .
7. ركز التحليل على تحديات البيئة العراقية (كالبيروقراطية وضعف البنية التحتية) .
8. خلص إلى أن الدمج الناجح بين المنهجيتين يُحسن الأداء بنسبة 20-40% وفقًا للبيانات .

i. **و اقع تبني المنهجيات الحديثة في بيئة المشاريع العر اقية**

**الجدول (1) نسبة تبني منهجيات Lean وAgile في المشاريع الهندسية بالعراق**

| المنهجية | نسبة التبني(%) | أبرز التحديات | أهم القطاعات المستخدمة |
|---|---|---|---|
| Lean | 35 | مقاومة التغيير، نقص التدريب | التصنيع، الإنشاءات |
| Agile | 25 | عدم ملاءمة البيئة التنظيمية | تكنولوجيا المعلومات، المشاريع الصغيرة |
| Lean + Agile(هجين) | 15 | عدم وضوح الإطار التكاملي | المشاريع الحكومية، النفط والغاز |
| منهجيات تقليدية | 75 | - | الإنشاءات، البنية التحتية |

**المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الاستبيان والمقابلات والتقارير الحكومية .**

يُظهر هذا الجدول هيمنة المنهجيات التقليدية (75%) في إدارة المشاريع الهندسية العراقية، وخاصة في قطاعات الإنشاءات والبنية التحتية، وهو ما يعكس تمسك المؤسسات بالأساليب الخطية (كـ Waterfall) بسبب الاعتياد عليها وغياب الحوافز للتجديد. في المقابل، تبرز منهجية اللين (Lean) بنسبة تبني 35%، وتتركز تطبيقاتها في قطاعي التصنيع والإنشاءات، حيث يسعى المدراء إلى تقليل الهدر وتحسين تدفق العمليات، لكنهم يواجهون تحديات مثل مقاومة التغيير من الموظفين، ونقص البرامج التدريبية التي تُعزز فهم الفلسفة الكامنة وراء اللين. أما منهجية المرنة (Agile) فتبلغ نسبة تبنيها 25%، وتُستخدم بشكل رئيسي في مشاريع تكنولوجيا المعلومات والصغيرة، حيث تتلاءم مع البيئات الديناميكية، لكنها تصطدم بعدم ملاءمة الهياكل التنظيمية الهرمية في العراق لتبني المرونة .

أما المنهج الهجين (Lean + Agile) فيظل محدودًا (15%)، ويُطبق بشكل تجريبي في المشاريع الحكومية وقطاع النفط، حيث يُعتبر عدم وضوح الإطار التكاملي بين المنهجيتين عائقًا رئيسيًا. هذه النتائج تشير إلى حاجة ماسة لتطوير إرشادات وطنية توضح كيفية دمج المنهجيتين، مع توفير دورات تدريبية تستهدف القطاعات الأقل تبنيًا كالإنشاءات.

### ii. الأثر الكمي للمنهجيات الحديثة على الأداء

**الجدول (2) تأثير تطبيق Lean وAgile على مؤشرات أداء المشاريع**

| المؤشر | قبل التطبيق | بعد تطبيقLean | بعد تطبيقAgile | بعد التطبيق الهجين |
|---|---|---|---|---|
| وقت التسليم (أشهر) | 12 | 10 (-16.7%) | 9 (-25%) | 8 (-33.3%) |
| التكلفة (مليون دينار) | 5 | 4.2 (-16%) | 4.5 (-10%) | 4 (-20%) |
| رضا العملاء (من 10) | 6 | 7 (+16.7%) | 8 (+33.3%) | 8.5 (+41.7%) |
| معدل إعادة العمل(%) | 20 | 12 (-40%) | 15 (-25%) | 10 (-50%) |

**المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الاستبيان والمقابلات والتقارير الحكومية .**

يكشف هذا الجدول عن تحسن ملحوظ في مؤشرات الأداء عند تطبيق المنهجيات الحديثة، حيث حقق المنهج الهجين أفضل النتائج :

-انخفاض وقت التسليم من 12 إلى 8 أشهر (-33.3%)، مما يعكس قدرته على تسريع العمليات عبر الجمع بين كفاءة اللين ومرونة Agile.

-انخفاض التكلفة من 5 إلى 4 ملايين دينار (-20%)، بفضل تقليل الهدر (مبدأ أساسي في اللين) وتجنب التعديلات المكلفة (ميزةAgile ) .

-ارتفاع رضا العملاء من 6 إلى 10/8.5 (+41.7%)، نتيجة التفاعل المستمر معهم في منهجيةAgile .

-تراجع معدل إعادة العمل من 20% إلى 10% (-50%)، بسبب ضوابط الجودة في اللين .

ومع ذلك، تُظهر البيانات أن تطبيق Agile وحده حقق تحسنًا أكبر في رضا العملاء (33.3%) مقارنة بـ(16.7%) Lean ، مما يؤكد أن المرونة في الاستجابة لمتطلبات العملاء هي نقطة قوة Agile. لكن التحدي يظل في كيفية تعميم هذه النتائج على محافظات كالأنبار، حيث تعيق البنية التحتية الهشة تحقيق الاستفادة الكاملة.

### iii. عو ائق التحول نحو الإدارة الحديثة للمشاريع

**الجدول (3) معوقات تطبيق Lean وAgile في العراق (نتائج استبيان)**

| المعوق | درجة التأثير (من 5) | أبرز الحلول المقترحة |
|---|---|---|
| مقاومة التغيير الثقافي | 4.5 | تدريب القيادات، تغيير ثقافة المؤسسة |
| نقص الكوادر المدربة | 4.2 | برامج تدريبية بالتعاون مع الجامعات |
| عدم وضوح الإطار القانوني | 3.8 | تطوير سياسات داعمة من الحكومة |
| ضعف البنية التحتية التكنولوجية | 3.5 | استثمار في أنظمة إدارة المشاريع الذكية |
| ارتفاع تكاليف التحول | 4 | تبني نموذج تدريجي للتحول |

**اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج الاستبيان**

يُصنف هذا الجدول التحديات التي تواجه تبني المنهجيات الحديثة، ويُظهر أن المقاومة الثقافية للتغيير تحتل المرتبة الأولى (5/4.5)، خاصة في المؤسسات الحكومية ببغداد، حيث تُهيمن البيروقراطية والروتين على عمليات صنع القرار. يلي ذلك نقص الكوادر المدربة (5/4.2)، والذي يُعزى إلى ضعف التعاون بين الجامعات والقطاع الخاص في تصميم برامج تدريبية عملية .

أما ضعف البنية التحتية التكنولوجية (5/3.5)، فيبرز أكثر في الأنبار، حيث تعاني الشركات من انقطاع الكهرباء وعدم توفر أنظمة إدارة مشاريع ذكية. كما أن ارتفاع تكاليف التحول (5/4) يُشكل عبئًا على الشركات الصغيرة، التي تفضل الاستثمار في متطلبات التشغيل اليومية على تحديث المنهجيات .

للتغلب على هذه التحديات، يقترح الخبراء حلولًا مُركزة :

-في بغداد: تغيير ثقافة المؤسسات عبر تدريب القيادات على مفاهيم الإدارة الحديثة .

-في الأنبار: دعم حكومي لتمويل البنية التحتية التكنولوجية وتبني نماذج تدريجية للتحول.

### iv. المز ايا التنافسية للمنهجيات الهجينة

**الجدول (4) مقارنة بين المشاريع التقليدية والهجينة في العراق**

| المعيار | المشاريع التقليدية | المشاريع الهجينة(Lean + Agile) |
|---|---|---|
| متوسط وقت التسليم | 12شهرًا | 8أشهر (-33%) |
| معدل تجاوز الميزانية | 30% | 15% (-50%) |
| عدد التعديلات أثناء التنفيذ | 5-10تعديلات | 2-3تعديلات (-60%) |
| مشاركة أصحاب المصلحة | منخفضة | عالية (+40%) |
| المرونة في التكيف | محدودة | عالية |

**المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الاستبيان والمقابلات والتقارير الحكومية .**

يوضح هذا الجدول التفوق الواضح للمشاريع الهجينة على التقليدية في جميع المؤشرات :

-وقت التسليم: انخفض من 12 إلى 8 أشهر، مما يعني إنجاز المشاريع قبل الموعد المخطط بنسبة 33%، وهو أمر حيوي في مشاريع إعادة الإعمار بالأنبار .

-التكلفة: انخفاض معدل تجاوز الميزانية من 30% إلى 15%، مما يوفر ملايين الدنانير يمكن استثمارها في مشاريع أخرى .

-التعديلات: تراجعت من 5-10 إلى 2-3 تعديلات، مما يقلل من الفوضى ويحافظ على تدفق العمل، خاصة في مشاريع بغداد المعقدة .

-مشاركة أصحاب المصلحة: تحسنت بنسبة 40%، благодаряأدوات Agile مثل الاجتماعات اليومية، والتي تعزز الشفافية .

هذه النتائج تؤكد أن الدمج بين المنهجيتين ليس خيارًا فحسب، بل ضرورة لتحقيق التوازن بين الكفاءة (التي يوفرها اللين) والمرونة (التي توفرها(Agile ، خاصة في البيئات غير المستقرة كالعراق.

## ٧. أدوات التحسين وتكيّفها مع السياق العراقي

**الجدول (5): أدوات Lean وAgile الأكثر استخدامًا في العراق**

| الأداة | نسبة الاستخدام(%) | فعاليتها (من 5) | أبرز التطبيقات |
|---|---|---|---|
| Kanban | 45 | 4.2 | إدارة سير العمل في الإنشاءات |
| Scrum | 30 | 4 | تطوير البرمجيات، المشاريع الصغيرة |
| Value Stream Mapping | 20 | 3.8 | تحسين العمليات في التصنيع |
| Six Sigma | 15 | 3.5 | ضبط الجودة في مشاريع النفط |
| Hybrid (Lean + Agile) | 10 | 4.5 | المشاريع الحكومية التجريبية |

**المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الاستبيان والمقابلات والتقارير الحكومية .**

يرصد هذا الجدول أدوات الإدارة الحديثة الأكثر شيوعًا :

(45%) Kanban: يُستخدم بكثرة في قطاع الإنشاءات لإدارة سير العمل بشكل مرئي، مما يساعد على تتبع المهام وتجنب الاختناقات .

(30%) Scrum: يُطبق في مشاريع تكنولوجيا المعلومات، حيث تُدار المهام عبر "سبرينتات" أسبوعية، لكن تطبيقه في الأنبار محدود بسبب نقص الخبرة .

(15%) Six Sigma: يُستخدم في مشاريع النفط لضبط الجودة، لكن ضعف الوعي بمنهجيات التحسين يحد من انتشاره .

-النموذج الهجين (10%): يُطبق تجريبيًا في المشاريع الحكومية، ويحقق فعالية عالية (5/4.5)، لكنه يحتاج إلى دعم مؤسسي لتعميمه .

الجدول يُظهر أن الأدوات البسيطة (مثل (Kanban أكثر انتشارًا من الأدوات المعقدة (مثل(Six Sigma ، مما يشير إلى ضرورة تبني أدوات سهلة التطبيق في المراحل الأولى من التحول، خاصة في المناطق الأقل نموًا كالأنبار.

البيانات تُؤكد أن البيئة العراقية – رغم تحدياتها – قابلة لتبني منهجيات إدارة المشاريع الحديثة، لكن النجاح يتطلب :

1.توطين الأدوات: تصميم إطار تكييفي يراعي خصوصيات كل منطقة (مثل تعقيدات بغداد .vs إعادة إعمار الأنبار) .

2. بناء القدرات: تدريب الكوادر عبر شراكات بين الجامعات والقطاع الخاص .

3.دعم حكومي: سن سياسات تشجع على تبني المنهجيات الهجينة، وتمويل البنية التحتية التكنولوجية .

هذه الخطوات قد تحوّل التحديات إلى فرص، وتجعل العراق نموذجًا لإدارة المشاريع في البيئات الصعبة.

**vi. مناقشة نتائج البحث مع الفرضيات**

- تدعم البيانات في الجداول الفرضية الأولى بشكل واضح، كما يلي :

1.عدم التوافق الهيكلي :

- يُظهر الجدول (1) هيمنة المنهجيات التقليدية (75%)، خاصة في قطاعات مثل الإنشاءات، حيث يصعب التوفيق بين التخطيط طويل الأجل والمرونة المطلوبة في .Agile

- الجدول (4) يوضح أن المشاريع التقليدية تعاني من ضعف المرونة (محدودة) مقارنة بالهجينة (عالية)، مما يؤكد صعوبة التكيف الهيكلي .

2. صعوبة توحيد مؤشرات الأداء :

- يُبرز الجدول (2) أن Lean حقق تحسنًا في التكلفة (-16%)، بينما ركز Agile على رضا العملاء (+33.3%) .

- نجاح المنهج الهجين في الجمع بين المؤشرات (مثل خفض التكلفة 20% ورضا العملاء +41.7%) يدل على إمكانية التوحيد، لكنه يتطلب إطارًا تكامليًا واضحًا، وهو ما يُفسر ضعف انتشار الهجين (15% في الجدول 1).

3. التحديات التقنية والتنظيمية :

- الجدول (3) يظهر أن "مقاومة التغيير الثقافي" (5/4.5) و"نقص الكوادر المدربة" (5/4.2) هما أبرز العوائق، مما يعكس صعوبة تبني النماذج الهرمية للبنى التحتية المرنة .

- ضعف استخدام أدوات مثل Scrum (30%) و Six Sigma (15%)في الجدول (5) يؤكد نقص البنية التقنية الداعمة .

- الفرضية الثانية: فرص تحسين الأداء عبر المنهجيات المدمجة

تدعم النتائج هذه الفرضية، لكن مع وجود تفاصيل مهمة :

1. تحسين الكفاءة التشغيلية :

- الجدول (2) يُظهر أن المنهج الهجين حقق أعلى تحسن في الوقت (-33.3%) والتكلفة (-20%)، بفضل دمج أدوات Lean )مثل تقليل الهدر) مع Agile مثل التكرارات القصيرة) .

- الجدول (5) يؤكد أن أدوات Lean مثل Value Stream Mapping (20%) تُستخدم لتحسين التدفق في التصنيع .

2. تعزيز التعاون بين الفرق :

- الجدول (4) يوضح أن المشاريع الهجينة سجلت مشاركة عالية لأصحاب المصلحة (+40%)، مدعومة بأدوات Agile مثل الاجتماعات اليومية ولوحات Kanban (45% في الجدول 5) .

- الجدول (3) يشير إلى أن ضعف البنية التحتية التكنولوجية (5/3.5) يُعيق هذا التعاون في مناطق كالأنبار .

3. التوازن بين الجودة والسرعة :

- الجدول (2) يبرز أن المنهج الهجين قلل إعادة العمل من 20% إلى 10% (-50%)، بفضل ضوابط جودة Lean مثل Six Sigma، مع تسليم أسرع (8 أشهر).

- الجدول (5) يُظهر أن Six Sigma (15%) أقل استخدامًا، مما يشير إلى حاجة لمزيد من التوعية بفوائد دمجها معAgile .

-تأكيد الفرضية الأولى: التحديات الهيكلية والتنظيمية (كالمقاومة الثقافية ونقص التدريب) تُعيق الانتشار الواسع للمنهجيات الهجينة، خاصة في القطاعات التقليدية كالإنشاءات .

-تأكيد الفرضية الثانية: عند التغلب على هذه التحديات، يُحقق الدمج بين Lean و Agileتحسنًا كبيرًا في الأداء، كما يظهر في المشاريع الهجينة (الجدول 2 و4) .

وهذه النتائج تُبرز أن التحديات ليست نهائية، بل يمكن تحويلها إلى فرص عبر سياسات مدروسة وتطبيق منهجي.

## رابعاً: الاستنتاجات والتوصيات

### أ- الاستنتاجات

1. أن بيئة المشاريع الهندسية العراقية ما زالت تعتمد بنسبة كبيرة على المنهجيات التقليدية (75%)، نتيجة الثقافة المؤسسية الراسخة وضعف المرونة التنظيمية، خاصة في قطاعات مثل الإنشاءات والبنية التحتية.
2. أظهرت المشاريع التي اعتمدت منهجيات Lean وAgile، وخاصة النموذج الهجين بينهما، تحسنًا واضحًا في مؤشرات الأداء، كخفض وقت التسليم بنسبة تصل إلى 33% وتراجع معدل إعادة العمل بنسبة 50%، مما يثبت فعالية هذه المنهجيات في بيئات العمل العراقية.
3. احتلت مقاومة التغيير الثقافي ونقص الكوادر المدربة المراتب الأعلى كعوائق أمام تبني المنهجيات الحديثة، ما يشير إلى أن التحدي الرئيس هو العنصر البشري أكثر من التحدي التقني أو المالي.
4. المشاريع التي اعتمدت الدمج بين Lean و Agileحققت أعلى مستويات الأداء من حيث رضا العملاء، خفض التكلفة، وضبط الجودة، مما يبرهن على أن الهجين هو الخيار الأمثل للبيئات غير المستقرة مثل العراق.
5. الأدوات البسيطة مثل Kanban كانت الأكثر انتشارًا، بينما الأدوات المتقدمة مثل Six Sigma واجهت ضعفًا في التطبيق، ما يعكس الحاجة لتبني استراتيجيات تدريجية في التحول الرقمي والإداري تتناسب مع مستوى نضج المؤسسات.

### ب- التوصيات

بناءً على الاستنتاجات اعلاه فاننا نوصي بالاتي:-

1. ينصح بتصميم برامج تدريبية متخصصة في منهجيات Lean وAgile، بشراكة بين الجامعات والقطاع الخاص، لتأهيل كوادر قادرة على قيادة التحول الإداري داخل المؤسسات العراقية.
2. ينبغي تطوير أدلة وطنية توضح آليات الدمج بين Lean و Agileبما يتلاءم مع السياق العراقي، وتوفير دراسات حالة ناجحة لتشجيع القطاعات الأخرى على التطبيق.
3. يقترح اتباع استراتيجيات تغيير تدريجية داخل المؤسسات، تبدأ بمشاريع صغيرة كنماذج تجريبية، لتقليل مقاومة التغيير وبناء الثقة في فعالية المنهجيات الحديثة.
4. تحتاج الحكومة إلى دعم وتحديث البنية التكنولوجية، خاصة في المناطق الأقل نموًا كـ الأنبار، لتمكين تطبيق أدوات الإدارة الذكية وضمان استمرارية التواصل بين فرق العمل.
5. ينبغي إصدار سياسات حكومية تشجع على اعتماد المنهجيات الهجينة (Lean + Agile) في مشاريع الدولة، نظرًا لما أثبتته من فعالية في تحسين الأداء وضمان تسليم المشاريع بجودة أعلى ووقت أقل.

## المصادر


1. Åhlström, P., Danese, P., Hines, P., Netland, T. H., Powell, D., Shah, R., ... & van Dun, D. H. (2021). Is lean a theory? Viewpoints and outlook. International Journal of Operations & Production Management, 41(12), 1852-1878.
2. Ahmad, R., Amin, R. F. M., & Mustafa, S. A. (2022). Value stream mapping with lean thinking model for effective non-value added identification, evaluation and solution processes. Operations Management Research, 15(3), 1490-1509.
3. Almeida, F., Simões, J., & Lopes, S. (2022). Exploring the benefits of combining devops and agile. Future Internet, 14(2), 63.
4. Copola Azenha, F., Aparecida Reis, D., & Leme Fleury, A. (2021). The role and characteristics of hybrid approaches to project management in the development of technology-based products and services. Project Management Journal, 52(1), 90-110.
5. Dauda, J. A., Ajayi, S., Omotayo, T., Oladiran, O. O., & Ilori, O. M. (2024). Implementation of lean for small-and medium-sized construction organisational improvement. Smart and Sustainable Built Environment, 13(3), 496-511.
6. Dugbartey, A. N., & Kehinde, O. (2025). Optimizing project delivery through agile methodologies: Balancing speed, collaboration and stakeholder engagement.
7. Elseknidy, M., Kineber, A. F., Oke, A. E., Elshaboury, N., Abunada, Z., Zamil, A., ... & Ilori, S. A. (2024). Identifying the agile project management implementation barriers for sustainable residential buildings. International Journal of Engineering Business Management, 16, 18479790241299634.
8. Fronza, I., & Wang, X. (2021). Social loafing prevention in agile software development teams using team expectations agreements. IET Software, 15(3), 214-229.
9. Gaborov, M., Karuović, D., Kavalic, M., Radosav, D., Milosavljev, D., Stanisaljev, S., & Bushati, J. (2021). Comparative analysis of agile and traditional methodologies in IT project management. Journal of Applied Technical and Educational Sciences, 11(4), 1-ArtNo.
10. Heine, J., & Palm, H. (2023). Framework for continuous transition to Agile Systems Engineering in the Automotive Industry. Tag des Systems Engineering 2023: Tagungsband Würzburg, 15.-17. November 2023, 21, 130.

11. Kerzner, H. (2022). Innovation project management: Methods, case studies, and tools for managing innovation projects. John Wiley & Sons.
12. Larsson, D. (2025). Enhancing Efficiency and Sustainability in Engineering-to-Order Organisations: A Lean Management Approach to Knowledge Work and Performance Improvement.
13. Marnada, P., Raharjo, T., Hardian, B., & Prasetyo, A. (2022). Agile project management challenge in handling scope and change: A systematic literature review. Procedia Computer Science, 197, 290-300.
14. Niederman, F. (2021). Project management: openings for disruption from AI and advanced analytics. Information Technology & People, 34(6), 1570-1599.
15. Onesi-Ozigagun, O., Ololade, Y. J., Eyo-Udo, N. L., & Oluwaseun, D. (2024). Agile product management as a catalyst for technological innovation. Journal Name Unspecified.
16. Pasuksmit, J., Thongtanunam, P., & Karunasekera, S. (2021, September). Towards just-enough documentation for agile effort estimation: What information should be documented?. In 2021 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME) (pp. 114-125). IEEE.
17. Project Management Institute. (2000). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide). Project Management Institute.
18. Tortorella, G. L., Powell, D., Hines, P., Mac Cawley Vergara, A., Tlapa-Mendoza, D., & Vassolo, R. (2025). How does artificial intelligence impact employees' engagement in lean organisations?. International Journal of Production Research, 63(3), 1011-1027.