إطار حوكمة التنسيق اللحظي باستخدام نظام التخطيط الأخير للحد من مخاطر الاعتماد المتبادل في مشاريع التشييد (LPS)

A Governance Framework for Real-Time Coordination Using the Last Planner System (LPS) for Reducing Interdependence Risk in Construction Projects

أ . عمران محمد عمر عبدالله
عضو هيئة تدريس بالمعهد العالي للعلوم والتقنية الشقيقة
albsbasmran@gmail.com

تاريخ الاستلام:
2026/05/12م
القبول:
2026/05/26م
تاريخ النشر:
2026/06/02م

ملخص البحث:

هذه الدراسة تهدف للبحث عن آليات من شأنها أن تقلل مخاطر التأخير المتسلسل الناتج من تداخل الواجهات الفنية في مشاريع التشييد بتطبيق نظام التخطيط الأخير .

الدراسة اعتمدت المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة أهم أدوات الإدارة الرشيقة وحوكمة التخطيط ، ودعمت هذه الدراسة بدراسة حالة واقعية لأحد المشاريع المتعثرة والذي تم إنقاذه بالتحول للتخطيط الرشيق ، بالإضافة لدراسة ميدانية على عينة من المهندسين ومدراء المشاريع تمت بتوزيع استبيانا إحصائيا ، وكان عدد الاستبيانات الموزعة حوالي 50 استبيانا .

أظهر اختبار الثبات (ألفا كرونباخ) قيمة ممتازة وصلت (0.86) .

توصلت الدراسة إلى أن الاعتماد على الطرق التقليدية للتخطيط ، مثل طريقة المسار الحرج دون التنسيق الأفقي اللحظي ، يزيد من احتمالية النزاع بين أطراف المشروع إلى أكثر من 85% ، وكذلك رفع نسبة اكتمال المهام وحزم العمل في وقتها إلى 30% ، بينما ساهم تطبيق نظام التخطيط الأخير (LPS) في تقليص أوامر التغيير الناتجة من تداخل واجهات المشروع إلى حوالي 22% .

أوصى البحث بعقد اجتماعات أسبوعية للتخطيط التشاركي وألزم دمجها لتكون ملحقا تشغيلي في العقود الهندسية ، وكذلك تدريب الفرق الفنية عليها لضمان تسلسل الأعمال دون فترت تعطل .

الكلمات المفتاحية : الإدارة الرشيقة ، نظام التخطيط الأخير ، إدارة الواجهات ، الاعتماد المتبادل ، نسبة المهام المكتملة .

Abstract

This study aims to analyze the mechanisms of mitigating sequential delays resulting from "Interdependent Delays" and technical interface conflicts in construction projects by implementing the Last Planner System (LPS) as a core tool of Lean Construction .The research adopts a descriptive-analytical methodology rooted in planning governance and literature review, supported by a real-world case study of a struggling construction project rescued through lean planning practices. Additionally, a field study was conducted utilizing a statistical questionnaire distributed to a purposive sample of engineers and project managers (N=50) , yielding an excellent Cronbach's Alpha reliability coefficient of 0.86.

The findings indicate that reliance on traditional scheduling methods (such as the Critical Path Method without horizontal real-time coordination) increases dispute probabilities among work packages by over 30%. Conversely, the application of LPS raised the Percent Plan Complete (PPC) to over 85% and reduced interface-related change orders by 22%. The study recommends mandating weekly collaborative planning sessions as an operational contract appendix and training technical teams to ensure seamless workflow without idle periods.

Keywords: Lean Construction , Last Planner System (LPS) , Interdependent Delays , Interface Management , Percent Plan Complete (PPC).

1 . المقدمة ومشكلة البحث :

المشاريع الهندسية الحديثة أكثر تعقيدا بسبب تعدد التخصصات والتداخل في حزم الأعمال في كثيرا من الأحيان ، حيث تعتمد معظم الإدارات الهندسية (CPM)على مخطط " جانت " وهو مجموعة أدوات تركز على التخطيط من الأعلى للأسفل (Top – Down) ، وكذلك على المسار الحرج التقليدي ، ولكنها تهمل التنسيق الأفقي بين منفذي المهـام على أرض الواقع (المقولون الرئيسيون – المقاولون بالباطن) . **(1)**

إن مشكلة البحث تتبلور في أن غياب أو إهمال التنسيق اللحظي يؤدي إلى ظهور ظاهرة تأخيرات معتمدة تبادليا على بعضها ، فعند تأخير نشاط ما فإنه يتسبب في عرقلة حركة الأنشطة التي تليه تلقائيا ، الأمر الذي

ينتج عنه مطالبات مالية بأوامر التغيير ، وفترات من التعطل والتي ستكون مكلفة ، وتبادل للاتهامات بين المقاولين من المسؤول عن التأخير . (3)

2 . الإطار النظري والدراسات السابقة :

أولا : فلسفة التخطيط بالسحب (Pull Planning) كركيزة للحوكمة اللحظية :

الأنشطة وطبيعتها ، حيث تنتقل من أنظمة الدفع (Push Systems) والتي تسقط الجداول الزمنية مركزيا ، إلى أنظمة السحب (Pull Systems) . (2)

أن حوكمة التنسيق اللحظي تفرض عدم إطلاق أي حزمة عمل في مواقع العمل إلا إذا تم سحبها بناءً على الجاهزية التامة للموقع ومقاول الحزمة التالية ، بحيث يضمن تقليل الفاقد في الزمن ويمنع تكدس العمالة في واجهات العمل غير الجاهزة والمهيأة فنيا . (2,4)

ثانيا : تفكيك مستويات نظام التخطيط الأخير (LPS Mechanism) :

يتكون نظام التخطيط الأخير من خمس مستويات رئيسية تعمل كمنظومة فلترة متتالية تضمن الانتقال الآمن للأنشطة من التخطيط البعيد إلى التنفيذ اللحظي الخالي من العوائق وهذه المستويات هي : (4)

- التخطيط الرئيسي (Master Planning) : وهو الذي يحدد المعالم الرئيسية والأهداف التعاقدية الشاملة للمشروع . (4)
- التخطيط بالمرحلة (Phase Pull Planning) : ويتم فيه تحديد تعاقب العمل العكسي وسحب الأنشطة بناءً على الاعتمادية من خلال اجتماع مقاولو الحزم المتداخلة . (2,4)
- جدول النظر المسبق (Look – Ahead Planning – 6 Weeks) : وفيه يتم حصر كل المعوقات المتعلقة بالمواد والاعتمادات وتفكيكها قبل 6 أسابيع من بدء التنفيذ ، وهذا الجدول يعد هو قلب الحوكمة الوقائية . (5)

- التخطيط الأسبوعي (Weekly Work Plan - WWP) : يلتزم فيه المشرفون بإدراج المهام الجاهزة كليا وبنسبة 100% فقط وتحويلها من صيغة ما يجب فعله إلى صيغة ما يمكن فعله فعليا . **(4)**
- التعلم المستمر (Daily Huddles) : وهو القياس الأسبوعي لمؤشر (PPC) لمعرفة أسباب عدم الإنجاز وعالجتها جذريا . **(5)**

ثالثا : مخاطر الاعتماد المتبادل وظاهرة التأخير المتسلسل :

تعرف الواجهات الفنية بأنها نقاط التماس والاعتمادية المتبادلة بين الأنظمة الهندسية المختلفة . **(5)**

إن غياب آليات التنسيق الأفقي اللحظي من شأنه أن يحول هذه الاعتمادات إلى بؤر للنزاعات القانونية ، حيث يؤدي التأخير البسيط لأي بند لتعطيل متتالي ومتسلسل لكافة المقاولين في السلسلة التشغيلية ، مما يجعل الطرق التقليدية عاجزة عن رصد التداخلات في مواقع العمل . **(3,6)**

رابعا : الدراسات السابقة

- **دراسة : (2016) Howell and Ballard**

أكدت هذه الدراسة على أن الأنظمة التقليدية لا تحقق نسب إنجاز حقيقية للمهام المخطط لها أسبوعيا ، حيث لا تتجاوز هذه النسب 54% ، مما يترك فجوة كبيرة لتداخل الواجهات وحدوث النزاعات .

- **دراسة : (2020) Koskela et al**

هذه الدراسة بينت إن إدخال مفهوم الإنتاج الرشيق في قطاع التشييد يقلل بشكل واضح من الهدر الزمني الناتج من فترات التعطيل بنسبة تصل إلى 40% .

- **دراسة : صوالحة (2022)**

هذه الدراسة تناولت حوكمة المخاطر في المشاريع الهندسية والتي طبق فيها نظام العقود المتعددة ، وبينت أن عدم التنسيق الأفقي والحوكمة بين المقاولين من شأنه أن يرفع من أوامر التغيير بنسبة تتعدى 28% وذلك نتيجة عدم وضوح حدود المسؤولية عند واجهات المشروع المشتركة .

- دراسة : بكروعبدالحميد (2024)

ركزت هذه الدراسة على نمذجة الاعتماد المتبادل للأنشطة في مشاريع التشييد ، وأثبتت أن التأخير المتسلسل الناتج من العلاقة التبادلية هي السبب الرئيسي لما يقارب 35% من النزاعات القانونية بين مقاولي الحقائب المختلفة .

3 . منهجية البحث :

لضمان دقة النتائج اعتمد البحث على منهجية متكاملة تتلخص في التالي :

1 . التحليل التنظيمي : ويتم بمراجعة طرق وآليات تدفق الأنشطة الهندسية وتحديد ثغرات الاعتماد المتبادل

2 . حالة دراسية (Case Study) : حيث تم تحليل بيانات مشروع حقيقي تعرض لتداخل الواجهات الفنية ، وتمت معالجته باستخدام أدوات التخطيط الرشيق .

3 . المنهج الوصفي التحليلي : تصميم استبيان وتوزيعه على 50 مهندس وخبير في إدارة المشاريع الهندسية لمعرفة الأوزان النسبية لكفاءة نظام التخطيط الأخير (LPS) .

4 . المناقشة والتحليل ودراسة الحالة :

أولا : مقارنة آليات التنسيق والتخطيط

الجدول التالي يوضح الفروقات الجوهرية بين التخطيط التقليدي والتخطيط الرشيق . **(2, 3 , 5)**

وجه المقارنة	التخطيط التقليدي (CPM)	نظام التخطيط الأخير (LPS)
طبيعة التدفق	دفع الأعمال دون مرونة (Push System)	سحب الأعمال حسب الجاهزية (Pull System)
صناعة القرار	مركزية فقط من إدارة المشروع	لا مركزية بإشراك المنفذين المباشرين على الأرض
قياس الموثوقية	نسبة الإنجاز الكلية التقديرية	نسبة المهام المكتملة أسبوعيا (PPC)
علاج تداخل الواجهات	علاجية بعد وقوع التداخل والنزاع	وقائية عبر التخطيط المسبق لـ 6 أسابيع قادمة

ثانيا : الحالة الدراسية (Case Study)

تمت دراسة مشروع إنشاء برج إداري تجاري واجه تعثرا كبيرا في مرحلة تمديدات شبكات التكييف ومنظومات الحريق وبض التشطيبات الأخرى نتيجة غياب التنسيق (MEP) .

المشكلة : سجل المشروع هبوطا واضحا في مؤشر المهام المكتملة الأسبوعية حيث وصل لـ 48% ، حيث تراكمت طلبات التمديد بعدم جاهـزية مواقع التنفيذ وتأخر بنود الاعتماد المتبادل (EOT) .

الإجراءات والحلول : قررت إدارة المشروع تطبيق نظام (LPS) بمشاركة مقاولي الهيكل والأعمال الكهروميكانيكية معا ، وتفعيل جدول النظر المسبق لـ 6 أسابيع لإزالة العوائق تعاقديا قبل بدء التنفيذ .

النتيجة : ارتفعت نسبة الـ (PPC) من 48% إلى حوالي 86% ، وبالمقابل انخفضت نسبة أوامر التغيير المتعلقة بإعادة الأعمال إلى 24% ، الأمر الذي ساهم بإنهاء المشروع دون تجاوز في الميزانية وتنسيق الواجهات المتداخلة .

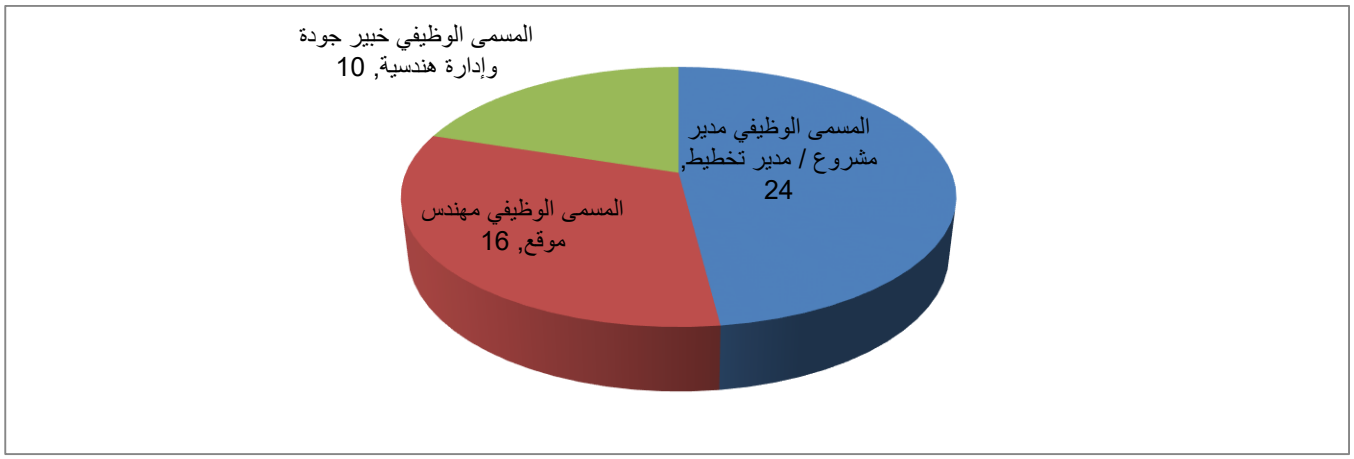
5 . التحليل ومناقشة نتائج الاستبيان :

وزع استبيان محكم على عينة من (50) مهندسا وخبيرا في إدارة المشاريع الهندسية .

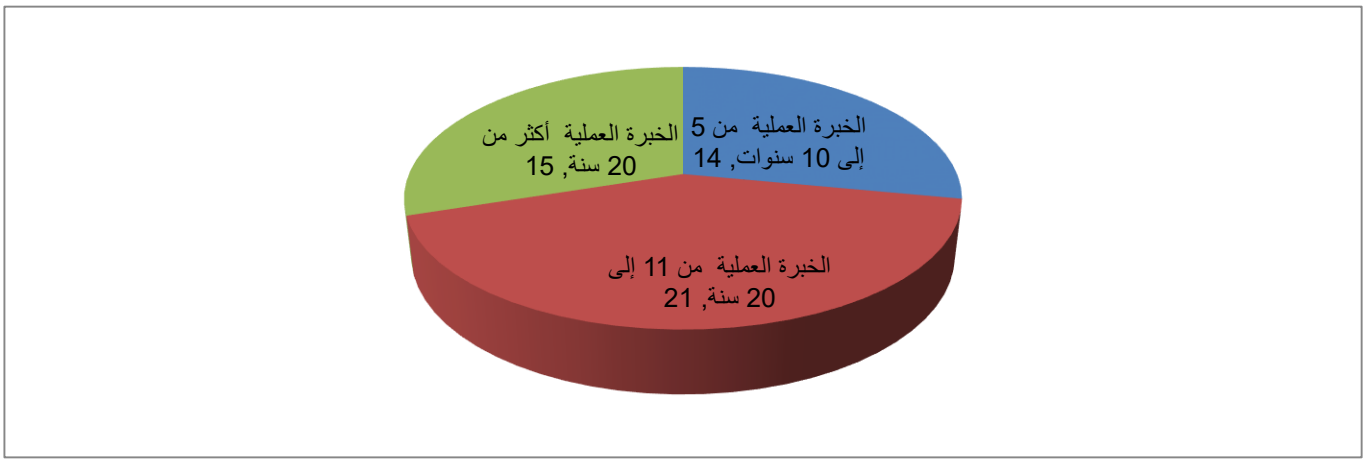
أظهر اختيار الثبات والاتساق الداخلي قيمة بلغت 0.86 وهي قيمة ممتازة تؤكد موثوقية الأداة الإحصائية .

جدول (1) : توصيف عينة الدراسة الديموغرافية (n = 50)

المتغير	الوصف	التكرار	النسبة المئوية
المسمى الوظيفي	مدير مشروع / مدير تخطيط	24	48%
	مهندس موقع	16	32%
	خبير جودة وإدارة هندسية	10	20%
الخبرة العملية	من 5 إلى 10 سنوات	14	28%
	من 11 إلى 20 سنة	21	42%
	أكثر من 20 سنة	15	30%



الشكل (1 – أ) توصيف عينة الدراسة (المسمى الوظيفي)



الشكل (1 – ب) توصيف عينة الدراسة (الخبرة العملية)

جدول (2) : نتائج التحليل الوصفي للاستبيان

ت	العبارة المستقصاه	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	اتجاه الاستجابة
المحور الأول : مخاطر الاعتماد المتبادل والتخطيط التقليدي				
1	التخطيط التقليدي (CPM) يعجز عن رصد التداخلات اللحظية لواجهات العمل بين المقاولين	4.48	0.58	موافق بشدة
2	غياب التنسيق الأفقي التشاركي يتسبب مباشرة في ظهور فترات تعطل وزيادة في أوامر التغيير بنسبة تتجاوز 25%	4.36	0.64	موافق بشدة
المحور الثاني : كفاءة التخطيط الأخير كآلية للحوكمة (LPS)				
3	إشراك المنفذين المباشرين في وضع الجداول الأسبوعية يرفع من موثوقية التنفيذ والالتزام	4.54	0.51	موافق بشدة
4	تتبع مؤشر نسبة المهام المكتملة (PPC) يسهم في التشخيص المبكر لأسباب التأخير والحد من النزاعات	4.58	0.59	موافق بشدة
5	التخطيط بأسلوب السحب (Pull Planning) يزيل بند فجوات الموقع ويحقق انسيابية وتدفقا مرنا للأنشطة المتتابعة	4.42	0.61	موافق بشدة

مناقشة النتائج :

تظهر النتائج توافقا تاما بين الدراسة الميدانية ودراسة الحالة الواقعية ، حيث نالت العبارة رقم (4) والتي تخص مؤشر (PPC) متوسطا حسابيا مرتفعا قيمته (4.58) ، وهو ما يفسر عمليا القفزة النوعية التي حدثت في دراسة الحالة للبرج الإداري حين ارتفعت الإنتاجية الموثوقة من 48% إلى 86% .

ظهر العجز المقدر فق الفقرة (1) بمتوسط قيمته (4.48) ، وهذا يدعم فرضية الدراسة بأن أسلوب الدفع التقليدي (Push System) يغفل عن رصد العلاقات التبادلية الديناميكية على أرض الواقع .

هذا الاتساق بين أراء الخبراء الميدانيين والنتائج التطبيقية الناتجة من دراسة الحالة ، يثبت أن حوكمة التنسيق اللحظي (LPS) ليست مجرد أداة تحسين تكميلية ، إنما هي ضرورة تعاقدية وتشغيلية لمنع النزاعات الناتجة من تداخل واجهات العمل ، والتي أكد الخبراء في العبارة رقم (2) أنها ترفع من أوامر التغيير وفترات التعطل بنسب حرجة .

6 . النتائج والتوصيات :

النتائج الرئيسية :

1 . التخطيط التقليدي يفشل في ضبط واجهات العمل التشغيلية ، مما يسهم في رفع احتمال حدوث نزاعات وفترات تعطل بنسبة تتجاوز 30% .

2 . تطبيق نظام التخطيط الأخير يضمن رفع نسبة المهام المكتملة أسبوعيا (LPS) إلى نسبة تفوق 85% ، ويقلل أوامر التغيير المرتبطة بإعادة الأعمال (PPC) بنسبة تصل إلى 22% .

التوصيات :

1 . إدراج متطلبات وممارسات نظام (LPS) كملحق تشغيلي ملزم ضمن وثائق التعاقد في المشاريع الهندسية الكبرى ، المتمثل في اجتماعات التخطيط التشاركي الأسبوعي ، وقياس مؤشر الـ (PPC) .

2 . التحول نحو التخطيط بالسحب (Pull Planning) وذلك بعقد ورش عمل مشتركة بين جميع مقاولي الحزم والتخصصات ، وذلك عند الانتقال من مرحلة رئيسية إلى مرحلة أخرى لتفكيك وتحديد نقاط الاعتماد المتبادل مسبقا .

3 . بناء القدرات بالتدريب والاستثمار في تدريب المهندسين والفنيين والمشرفين المباشرين في مواقع العمل على أدوات الإدارة الرشيقة وطرق وآليات رصد وحل أسباب عدم الإنجاز بشكل فوري .

6 . المراجع :

1 . التحول الرقمي والرشيق في إدارة المشاريع الهندسية والحد من أوامر التغيير ، السامرائي ، عمر ، النعيمي ، جاسم ، مجلة الهندسة والإدارة العقارية (2023) ، (22) ، 45 – 63 .

2 . تأثير ممارسات التخطيط الرشيق على كفاءة تدفق الأعمال في المشاريع الكبرى ، معهد البناء الرشيق (LCI) ، المجلة الدولية لإدارة المشاريع الإنشائية ، 20(3) ، 88 – 102 .

3 . نمذجة مخاطر الاعتماد المتبادل وتأثيرها على النزاعات في مشاريع التشييد ذات الحزم المتعددة ، عبدالحميد ، أحمد ، بكر ، محمود ، المجلة العربية للهندسة الإدارية (2024) ، 31(2) ، 115 – 134 .

4 . Ballard , G , & Howell , G . (2016) . Sustaining Lean Construction : The Last Planner System Journeys . Construction Management and Economics , 34(8) , 545 – 558 .

5 . Koskela , L . , et al . (2020) .Managing Interdependent Delays using Production Control System . Journal of Management in Engineering , 36(4) , 04020021 .

6 . Sawalhi , N . (2022) .Risk Governance in Multiple Prime Contracting Frameworks Interface Management in Perspective . International Journal of Project Management , 40(5) , 512 – 526 .