Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 20, No. 74, January 2025, 384 - 400

THE RELATIONSHIP BETWEEN DESIGN AND CONSTRUCTION IN PROJECT DELIVERY METHODS AND ITS IMPACT ON FAST-TRACK PROJECTS

Amr M. Afify, Khaled M. Khorshid, Adel A. Radwan

Architectural Engineering Department, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo, Egypt.

***Correspondence:** amrafify@azhar.edu.eg

Citation:

A M. Afify, K. M. Khorshid, A.A. Radwan "The Relationship Between Design and Construction in Project Delivery Methods and Its Impact on Fast-Track Projects", Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, vol 20, pp. 12- 28, 2025.

Received: 24 April 2024

Revised: 4 June 2024

Accepted: 07 July 2024

10.21608/auej.2024.284917.1650

Copyright © 2025 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International Public License (CC BY-SA 4.0)

ABSTRACT

The growing need for fast-track project delivery, combined with escalating costs and material shortages that demand real-time pricing, calls for a paradigm shift in the construction industry towards construction-driven designs. These designs emphasize close integration with the construction process, enabling swifter project completion by treating construction as the ultimate phase of design. Incorporating construction methods and approaches during the design phase, construction-driven designs harness construction techniques to propel the design development process. However, developing such designs necessitates timely engagement of crucial stakeholders, including contractors, primary subcontractors, suppliers, and operations and maintenance personnel, throughout the design process. This research addresses the key areas necessary for the development of construction-driven designs, such as project delivery methods and their notable advantages and disadvantages. It also aims to determine the preferred level and timing of involvement of major stakeholders in the design development process, and to explore the concept of construction-driven design. Additionally, it seeks to identify the key characteristics specific to construction-driven designs. This was achieved through a literature review, identifying key concepts related to project acceleration and the methods employed for project delivery to understand the gaps associated with suitable approaches for this project style. Additionally, a specific project was presented and analyzed, characterized by its rapid execution, while considering the achievement of predetermined objectives in terms of cost, quality, and targeted timeline. This was done to ensure a suitable duration for the delivery method adopted for accelerated execution.

KEYWORDS: Fast-track, Construction projects, Project delivery methods, Design, Early contractors involvement.

العلاقة بين التصميم والبناء في أساليب تسليم المشروعات وتأثير ذلك على المشروعات متسارعة التنفيذ

عمرو محمد عفيفي علي، خالد مصطفى السيد خورشيد، عادل عبدالحميد رضوان

قسم هندسة العمارة - كلية الهندسة - جامعة الازهر - القاهرة - مصر

***البريد الإليكتروني للباحث الرئيسي:** amrafify@azhar.edu.eg

الملخص:

يستلزم الطلب المتزايد على تسليم المشروعات بشكل أسرع، مع الزيادة المستمرة في الأسعار ونقص المواد التي تتطلب التسعير في الوقت الحقيقي، يستلزم ذلك أن صناعة البناء والتشييد بحاجة إلى التحول نحو إنشاء تصميمات مرتبطة بشكلٍ كبير بعملية البناء، حيث تتيح التصميمات المعتمدة على البناء تسليم المشروع بشكل أسرع من خلال اعتماد مبادئ مفادها أن البناء هو المرحلة الأخيرة من التصميم وذلك من خلال دمج البناء مع التصميم حيث تقود وسائل وأساليب البناء عملية تطوير التصميم. ومع ذلك، فإن تطوير مثل هذه التصميمات يتطلب إشراك أصحاب المصلحة الرئيسيين مثل المقاول والمقاولين

الرئيسيين من الباطن، والموردين، وموظفي التشغيل والصيانة في الوقت المناسب في التصميم. يتناول هذا البحث المجالات الرئيسية اللازمة لتطوير التصميمات المرتبطة بعملية البناء مثل أساليب تسليم المشروعات وماهي أبرز مميزات وعيوب كل منها، وتحديد المستوى المفضل وتوقيت مشاركة أصحاب المصلحة الرئيسيين في عملية تطوير التصميم، والتعرف على مفهوم التصميم القائم على البناء، بالإضافة إلى تحديد السمات الرئيسية الخاصة بالتصميمات القائمة على البناء. وقد تم ذلك من خلال إجراء مراجعة الدراسات ذات الصلة، وتحديد أبرز المفاهيم المرتبطة بالتسارع في تنفيذ المشروعات، وما هي الأساليب المتبعة لتسليم المشروعات للتعرف على الفجوات المرتبطة بالطرق الملائمة لهذا النمط من المشروعات، بالإضافة إلى إجراء عرض وتحليل لمشروع محدد يتميز بسرعة التنفيذ، مع الأخذ في الاعتبار تحقيقه للأهداف الموضوعة من البداية من حيث التكلفة والجودة والإطار الزمني المستهدف للتأكد من مدى ملائمة أسلوب التسليم المتبع للتسارع في التنفيذ.

الكلمات المفتاحية: التسارع في التنفيذ، أساليب تسليم المشروعات، مشروعات التشييد، التصميم، المشاركة المبكرة للمقاولين.

1. المقدمة:

يعد البناء صناعةً هامةً وعنصرًا رئيسيًا للنمو الاقتصادي والتنمية؛ فعلى سبيل المثال، المصانع ، والمستشفيات، والمدارس ، ومشروعات الإسكان، وغيرها من المشروعات التي تلعب دورًا رئيسيًا في دعم الاقتصاد. ومع ذلك، فإن صناعة البناء والتشييد معروفة بعدم القدرة على التنبؤ بما يتعلق بالتكاليف والوقت. في حين أنها تجتذب كميات كبيرة من الاستثمار، إلا أن المستثمرين عادةً ما يبحثون عن عوائد سريعة، وبالتالي يدفعون نحو البناء بشكل أسرع. ونتيجة لذلك، أصبح مفهوم "البناء السريع" أكثر انتشارًا.

وتفسر المنافسة الهائلة بين المستثمرين سبب انتشار مشاريع البناء سريعة المسار اليوم، حيث يولد إنجاز المشروعات بشكل أسرع أرباحًا أكبر خلال فترات أقصر، أو من خلال السماح للمالكين ببدء الاستثمارات المخطط لها في وقت مبكر واسترداد تكاليفهم عاجلًا. في حين أن المشاريع سريعة المسار تتطلب استخدامًا مكثفًا للموارد والمواد، إلا أن الإدارة المهنية والمستنيرة وذات الخبرة مطلوبة للتحكم في استخدامها بكفاءة.

ومن المعروف أن صناعة البناء والتشييد، تتسم بطبيعتها المعقدة والمحفوفة بالمخاطر، نظرًا لأن 40-50% من المشاريع تميل إلى التأخر عن الجدول الزمني الأصلي ولا تلبي توقعات المالك المقاسة فيما يتعلق بالتكلفة والجودة والجدول الزمني [1]، ويمكن أن يُعزى تجاوز التكاليف والتأخير الزمني جزئيًا إلى عدم كفاءة الاتصال بين مكونات المشروع ونقص التعاون بين المصممين والمُنشئين [2].

وحتى وقتنا هذا تُستخدم طرق التسليم التقليدية للمشروعات؛ حيث يكون لدى المالك عقدان منفصلان، أحدهما مع المصمم والآخر مع المقاول، نظرًا للتنظيم التعاقدي، يكون للمالك تأثير كبير على تصميم المشروع والتحكم فيه؛ حيث يقوم المصممون بتطوير الرسومات والمواصفات قبل مشاركة المقاول في المشروع [3]، في هذه الحالة، المشروع يقتصر على معرفة المصمم وخبرته في عملية البناء حيث لا توجد مدخلات للبناء من المقاول أثناء مراحل مبكرة من بدء المشروعات [4].

1-1 المشكلة البحثية وهدف البحث:

هناك مجموعة من أساليب تسليم المشروعات والتي تحدد بشكل رئيسي العلاقة بين عمليتي التصميم والبناء والعلاقة التعاقدية بين المعنيّين والوقت الذي يشاركون فيه في المشروع، إلا أنه لا تزال هناك إشكالية فيما يتعلق بالأسلوب الملائم لتسليم المشروعات متسارعة التنفيذ.

وتشمل أسئلة البحث ما يلي:

1. ماهي أساليب تسليم المشروعات؟ وماهي أبرز مميزات وعيوب كل منها؟
2. ماهو الأسلوب الملائم لتسليم المشروعات المتسارعة؟
3. متى يجب أن يشارك المقاولون وأصحاب المصلحة الرئيسيون الآخرون في التصميم؟

ويهدف البحث إلى التعرف على العلاقة بين عمليتي التصميم والبناء في أساليب تسليم المشروعات متسارعة التنفيذ. وأفضل أساليب تسليم المشروعات متسارعة التنفيذ، مع تحديد المستوى المفضل لمشاركة المقاول في التصميم وتحديد السمات الرئيسية الخاصة بالتصميمات القائمة على البناء.

1-2 منهجية البحث:

اعتمدت منهجية البحث على إجراء مراجعة الدراسات ذات الصلة، وتحديد أبرز المفاهيم المرتبطة بالتسارع في تنفيذ المشروعات، وماهي الأساليب المتبعة لتسليم المشروعات للتعرف على الفجوات المرتبطة بالطرق الملائمة لهذا النمط من المشروعات. كما تم إجراء عرض وتحليل لمشروع محدد يتميز بسرعة التنفيذ، مع الأخذ في الاعتبار تحقيقه للأهداف الموضوعة من البداية من حيث التكلفة والجودة والإطار الزمني المستهدف للتأكد من مدة ملائمة أسلوب التسليم المتبع للتسارع في التنفيذ. وقد تم استخدام هذه الأساليب لضمان جمع البيانات وتحليلها والتحقق منها، بهدف ضمان تقارب النتائج. وفي الختام تمت مناقشة النتائج، وعرض الاستنتاجات والتوصيات.

2. التسارع في تنفيذ المشروعات:

يعمل التسارع في التنفيذ على تقليل الجدول الزمني للمشروع من خلال أنشطة التصميم والبناء المتداخلة التي يتم تنفيذها بطريقة متسلسلة [5]، ويؤدي ضغط الجدول الزمني هذا استنادًا إلى معلومات التصميم غير المكتملة إلى تعقيد المشروع مما يؤدي إلى المزيد من الأخطاء في التصميم، وإعادة العمل فيه، واستهلاك الوقت في تنفيذ وتصحيح هذه التغييرات والأخطاء [6].

غالبًا ما يوصف التنفيذ السريع للمشروع بأنه تداخل وضغط الأنشطة المختلفة في مراحل التصميم والتنفيذ من أجل إكمال المشروع بسرعة وبشكل اقتصادي. يختلف تسليم المشروع سريع المسار عن النهج التقليدي، حيث يتم تنفيذ التصميم والتنفيذ بشكل تسلسلي، مما يعني أن إكمال مرحلة واحدة يؤدي إلى بدء مرحلة أخرى. **الجدول.1** . يوضح مجموعة من المفاهيم المتعلقة بمشروع المسار السريع.

الجدول 1. يوضح مجموعة من المفاهيم المتعلقة بمشاريع المسار السريع.

المصدر	التعريف
PMI (2017)	أسلوب ضغط الجدول الزمني الذي يتم فيه تنفيذ الأنشطة أو المراحل التي تتم عادةً بشكل متوالي، بحيث تتم بالتوازي للتقليل من المدة الإجمالية للمشروع [7].
Delaney (2016)	غالبًا ما يكون التتبع السريع هو الطريقة الأكثر فعالية لتقصير مدة المشروع، من خلال السماح للأنشطة المقررة أصلًا بالتسلسل، مثل التصميم والبناء، بالتداخل؛ ولأن الوقت هو المال؛ فإن التتبع السريع يمكن أن يؤدي إلى توفير كبير في التكاليف أيضًا [8].
Ballesteros-Pérez (2017)	يتضمن التتبع السريع للمشروع تنفيذ أنشطة متسلسلة بالتوازي، وتجاوز ترتيب الأسبقية الأصلي جزئيًا، لتقليل المدة الإجمالية للمشروع [9].
AIA, American Institute of Architects (2011)	عملية يتم فيها استكمال أجزاء معينة من خدمات التصميم متداخلة مع أنشطة التنفيذ وذلك لتسريع استفادة المالك بالكامل أو جزء منه [10].
Dainty& Anumba, Kasim (2013)	مصطلح " **المشاريع سريعة المسار** " على المشاريع التي يتم تنفيذها في فترة تقل عن 70% من معدل تنفيذها الطبيعي، حيث إنها تميل إلى التداخل وضغط الأنشطة (**Overlapping**) من خلال البناء المرحلي المتسارع، والتصميمات المناسبة، والتنفيذ، والاختيار الأمثل لآليات البناء ومواد البناء؛ حيث يبدأ البناء بالتزامن مع الانتهاء من اللوحات التصميمية المختلفة، بهدف تقليل مدة التنفيذ مقارنة بعملية البناء التقليدية [11].

ويمكن القول إن المشروعات المتسارعة هي المشروعات التي تبدأ فيها مرحلة التنفيذ بينما تستمر مرحلة التصميم. بمعنى آخر، يظل الوقت الفعلي للتصميم والتنفيذ كما هو، ولكن يتم تقصير المدّة الإجمالية لعملية تنفيذ المشروع من خلال بدء التنفيذ قبل إكمال مرحلة التصميم، الأمر الذي يتطلب معدل إنتاج أسرع من المشروعات التقليدية على مستوى التصميم والتنفيذ، مما قد يترتب عليه زيادة التكلفة الإجمالية للمشروع عمّا كانت عليه في الحالة الطبيعية، ويمكن تعويض ذلك من خلال تطبيق مجموعة من الإجراءات في إدارة المواد وأساليب التنفيذ في محاولة لتقليل الفجوة بين زيادة التكاليف الناتجة عن التسارع مقارنة بها في المشروعات التقليدية.

2-1 آلية تسليم المشروع المتسارع:

يمكن تحقيق التسارع في تنفيذ المشروع من خلال تقنيات تتطلب استخدام استراتيجيات مبتكرة قد تؤدي إلى جلب مخاطر إضافية تحتاج إلى إدارتها بشكل فعال، ويتم ذلك من خلال اتباع مجموعة من الاعتبارات المتمثلة فيما يلي [12]:

1. تداخل (تزامن) مراحل المشروع.
2. تكامل مرحلتي التصميم والبناء.
3. استخدام حزم العمل المتداخلة؛ لتمكين التنفيذ المتوازي، وتسليم المشروع على مراحل.
4. اتخاذ القرارات مبكرًا.
5. وجود فريق متكامل.
6. توفير أيدي عاملة إضافية لفترات الذروة.
7. تطبيق تقنيات تقليل الجدول الزمني.
8. إدارة المخاطر المحتملة.
9. الاستعانة بالمقاولين ذوي الخبرة (التخصص المقاولون) يشاركون بنشاط في تصميم المشروع وتشييده.
10. يجب أن تكون مرحلة التصميم مدفوعة بمتطلبات البناء، وأن نجاح مرحلة التصميم يعتمد على حصول المصممين على مدخلات دقيقة وفي الوقت المناسب من المعنيين.

وبالتالي مع وجود الحاجة إلى تسليم المشروعات بشكل أسرع وأكثر كفاءة، والتي تقوم بشكل أساسي على التزامن بين مراحل التصميم والمشتريات والبناء؛ فمن الجدير بالذكر أنه في إدارة المنتجات وعمليات التصنيع يتم استخدام مصطلحات مختلفة لوصف تقنيات التسارع في التنفيذ، مثل: الهندسة المتزامنة **CONCURENT ENGINEERING (CE)**

2-2 الهندسة المتزامنة وتخفيض الجدول الزمني:

تم تقديم الهندسة المتزامنة لأول مرة في مجالات الصناعة التحويلية، وكانت تمثل فلسفة ومنهجية إدارية جديدة تهدف إلى إنشاء منتج أكثر كفاءة وتعمل على تقليل وقت وصوله إلى السوق من خلال دمج عمليات التصميم والتصنيع والدعم [13]. قدمت الهندسة المتزامنة مفهوم "الهندسة الموازية"، حيث يتم تنفيذ القرارات المتعلقة بالمنتج والعملية في وقت واحد؛ بحيث يمكن دمج اعتبارات الإنتاج في عملية التصميم [13]. وقد أظهرت الأبحاث أن منهجية تصميم **CE**، والتي تسمى **التصميم من أجل قابلية التصنيع**، ساعدت في تقليل وقت وتكلفة تطوير المنتج، وسمحت بالانتقال السلس من مرحلة التصميم إلى مرحلة الإنتاج، واختصرت وقت تسليم المنتج إلى العميل [13]، وقد تم تحقيق ذلك من خلال قيام المعنيين الرئيسيين في المشروع، مثل: المصممين، والموردين، والمقاولين، وموظفي العمليات والصيانة، والمستخدمين النهائيين، **بتقديم مدخلاتهم الأولية حول المشروع في مرحلة مفاهيم التصميم** ، ثم تقديم مزيد من التفصيل، وإدراج تفاصيل محددة في مرحلة التصميم التفصيلي [14]. وكان من بين التحسينات الرئيسية لهذه المنهجية إزالة تغييرات التصميم المتأخرة التي ثبت أنها مكلفة، ولها تأثير كبير على الجدول الزمني للمشروع، علاوة على ذلك؛ فإن العوامل التي وجد أن لها تأثير على تقليل الجدول الزمني ونتائج المشروع تشمل [14]:

- اتخاذ قرارات حاسمة سيكون لها تأثير نهائي خلال المراحل الأولى من المشروع.
- تعيين أفراد قادرين ومتوافقين في فرق إدارة المشروع.
- تعيين موظفين ذوي خبرة يعملون بشكل جيد مع الآخرين، ومنحهم السلطة الكافية لاتخاذ القرارات وإدارة المهام.
- يمكن أن تستفيد المشاريع من وجود مسئول عن مهمة رئيسية، وتنمية روح الفريق، وإنشاء فرق مشروع مستقلة، وتكوين اتصالات قوية، وإشراك المستخدمين النهائيين، وتحديد أهداف كبيرة ولكنها قابلة للتحقيق.

واستنادًا إلى أربع دراسات حالة، فإن استخدام (الهندسة المتزامنة) **CE** يؤدي إلى تخفيض كبير في تكلفة إعادة العمل، وتحسين جودة المنتج، ورضا العملاء، وضغط الجدول الزمني بنسبة 20-25٪ تقريبًا [14]. وبالمثل؛ فقد توصلت بعض الدراسات إلى أن التوفير الكبير من خلال استخدام **CE** يتضمن تقليل وقت الوصول إلى السوق بنسبة 30-60%، وتقليل تكلفة دورة الحياة بنسبة 15-50%، وتقليل طلبات هندسة التغيير بنسبة 55% - 95% [13].

وقد أشارت الدراسات إلى أن تطبيق مفاهيم (الهندسة المتزامنة) **CE** يمكن أن يكون مفيدًا لصناعة البناء والتشييد كما كان مفيدًا للصناعة التحويلية؛ ففي صناعة البناء والتشييد، سيسمح استخدام **CE** بتلقي مدخلات المشاركين في المراحل الأولية والنهائية؛ لضمان أن المبنى سيخدم المالكين بشكل أفضل، وسيحصل الملاك على تصميم حقيقي لدورة الحياة، والذي سيأخذ في الاعتبار أيضًا قابلية البناء وقابلية التشغيل وقابلية الصيانة، بالإضافة إلى متطلبات الوظيفة والأداء والنطاق [15] على وجه التحديد، تم استخدام بعض مبادئ **CE** مثل: مراجعات قابلية البناء والشراكة في شكل إدارة الجودة الشاملة في الهندسة المعمارية والهندسة وصناعة البناء [15].

3-2 النمذجة والتصنيع المسبق والتصنيع خارج الموقع:

يمكن للنمذجة والتصنيع المسبق، والتجميع المسبق، والتصنيع خارج الموقع، أن تساعد الملّاك في الحصول على المرافق بشكل أسرع، وبتكلفة أقل، ومع زيادة عنصر الأمن السلامة، ويمكن أن يساعد فرق المشروع في التغلب بشكل أفضل على التحديات المتعلقة بالجدولة، والإنتاجية، وظروف الموقع المعاكسة، والتصاريح، ونقص العمالة الماهرة [16]. وتشمل الفوائد المحتملة، على سبيل المثال لا الحصر، تقليل الجدول الزمني، وتحسين الإنتاجية، وتقليل تكلفة العمل الميداني واحتياجاته، وتقليل المخاطر من خلال استخدام عملية عمل يمكن التنبؤ بها [16]؛ فعلى سبيل المثال، يجب ملاحظة أن سوق البناء خارج الموقع في الولايات المتحدة الأمريكية قد نما من 67.7 مليار دولار في عام 2019 ، إلى 85.4 مليار دولار في عام 2020 ، ومن المتوقع أن ينمو إلى 141.4 مليار دولار بحلول عام 2027 [17].

وعلاوةً على ذلك؛ فقد ذكرت بعض الدراسات أن مشاريع المسار السريع الناجحة تستخدم تقنيات البناء النموذجية، والتصنيع خارج الموقع، والتكنولوجيا المبتكرة؛ لتسريع عملية البناء وتوفير الوقت. بالإضافة إلى ذلك؛ فإنه يجب عند إدارة التصميم في مشاريع المسار السريع أن تستند قرارات التجميع المسبق والنمذجة إلى تحليل شامل لعوامل المشروع، مثل التكلفة والجدول الزمني والسلامة والخدمات اللوجستية للمشروع، وإمدادات العمالة، وظروف الموقع [18].

3. المشاركة المبكرة للمقاولين في عملية التصميم:

تم استخدام المشاركة المبكرة للمقاولين (**Early contractor involvement (ECI)**) في صناعة البناء في حوالي 30 دولة، وتعود أسباب اعتماده إلى التعاون والتكامل بين التصميم والبناء والقيمة مقابل المال؛ فإنه بمجرد الانتهاء من مرحلة المفاهيم أثناء عملية التصميم وتقديرات التكلفة الأولية، يتم استدعاء المقاول للمساعدة في حسابات هندسة القيمة للتصميمات المبدئية. وقد حققت المشاركة المبكرة للمقاولين وفورات في التكاليف بنسبة 12% في أحد المشاريع، و32% في مشروع آخر [19]؛ حيث يتم دعم تكامل الفريق والمشاركة المبكرة للمقاولين من خلال التعاقدات الأساسية للمشروع؛ فعلى الرغم من أن المقاولين لا يحصلون على أي أجر مقابل المشاركة في تطوير التصميم، إلا أنهم يقدّرون فوائد تطوير التصميمات

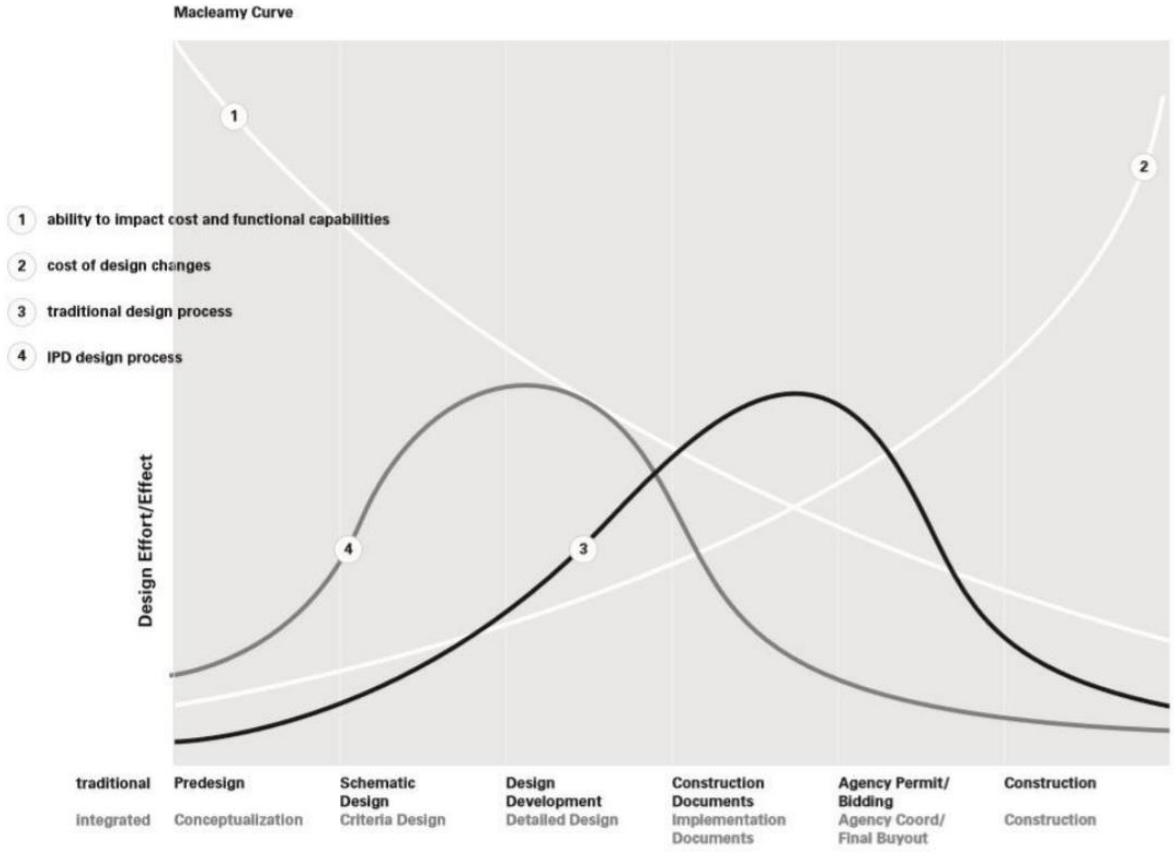
المبدئية. ونظرًا لكون سرعة تسليم المشروع أمرًا أساسيًا؛ فقد أشارت نتائج الاستطلاع لإحدى الدراسات أن مشاركة المقاول يجب أن تبدأ في أقرب وقت ممكن، ويفضل أن يكون ذلك عند بداية مرحلة التخطيط؛ حيث اختار 52.2٪ من خبراء الصناعة هذا الخيار. وتعقبها المرحلة الهندسية المبكرة (ما يصل إلى 20% من اكتمال التصميم) حيث اختار 43.5% من خبراء الصناعة هذا الخيار.

في النهاية، سيكون لدى المقاول أعلى قدرة للتأثير على التصميم وتأثير لاحقٌ على البناء إذا شارك مبكرًا في عملية التخطيط والتصميم، ويمكن أن يتأثر توقيت مشاركته بتعقيد المشروع وقطاع البناء والقيود التعاقدية. ويوصى بأن يشارك الفريق متعدد التخصصات الذي يتمتع بالخبرة والتفاعل الإيجابي في المشروع قبل إتمام 25% من التصميم [3]. سيسمح ذلك للمقاول بتطوير تصوّر أفضل للمشروع، وتوفير المدخلات المتعلقة بقابلية البناء والقيمة والتكلفة، وسيسمح للمصمم بأن يكون على علم بعملية البناء وتنفيذ القرارات اللازمة في التصميم. وبالتالي، يمكن أن يؤدي ذلك إلى تحسين ثقافة تسليم المشروع ومساعدة المصمم والمقاول على تطوير علاقة عمل أفضل. ووفقًا لبعض الأبحاث فإن "التصميم الجيد هو نتيجة التعاون متعدد التخصصات" [3]. ويوضح **شكل.1** بعض الاختلافات الرئيسية بين عملية التصميم المتكامل وعملية التصميم التقليدية

Integrated Design Process		Conventional Design Process
Inclusive from the outset	vs	Involves team members only when essential
Front-loaded — time and energy invested early	vs	Less time, energy, and collaboration exhibited in early stages
Decisions influenced by broad team	vs	More decisions made by fewer people
Iterative process	vs	Linear process
Whole-systems thinking	vs	Systems often considered in isolation
Allows for full optimization	vs	Limited to constrained optimization
Seeks synergies	vs	Diminished opportunity for synergies
Life-cycle costing	vs	Emphasis on up-front costs
Process continues through post-occupancy	vs	Typically finished when construction is complete

شكل.1 يوضح الاختلافات الرئيسية بين عمليتي التصميم المتكامل والتقليدي [Sodal, 2014].

وقد تبين أيضًا أنه من أجل تحسين المدخلات المتعلقة بالبناء، يجب توفير المعلومات المناسبة في الوقت المناسب خلال المراحل المختلفة من عملية التصميم. علاوة على ذلك، عند ملاحظة منحنى ماكليمي الموضح في **شكل .2** نجد أنه من الواضح أن أعلى قدرة على التأثير على تكلفة المشروع والقدرات الوظيفية هي في مرحلة ما قبل التصميم، وأن تكلفة التصميم تتغير بشكل كبير مع تقدم المشروع نحو مرحلة البناء.



شكل.2 يوضح أعلى قدرة على التأثير على تكلفة المشروع والقدرات الوظيفية هي في مرحلة ما قبل التصميم [AIA, American Institute of Architects, 2011].

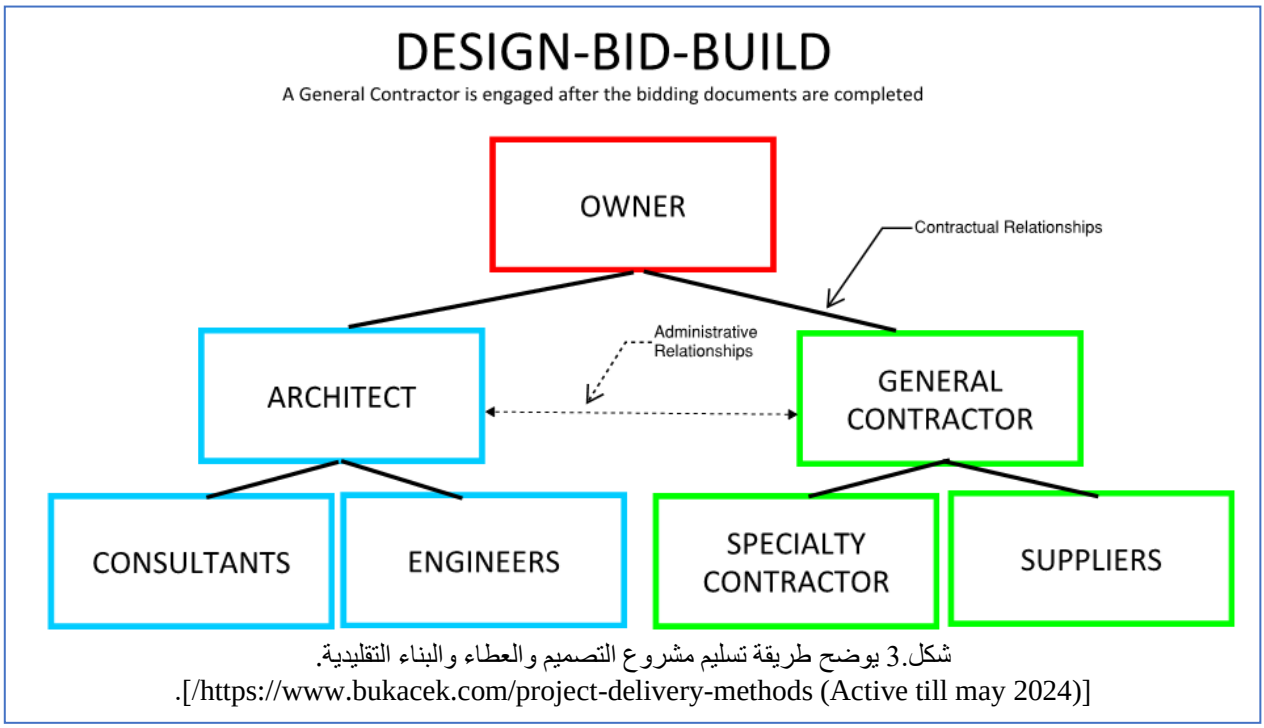
وتتمثل شروط الاعتماد الناجح للمشاركة المبكرة للمقاولين في: مقدار وعي العميل، الإطار العام للتعاقد، والعقود التعاونية، واستراتيجيات التسعير القائمة على التكلفة، ومرونة الفريق المحترف، والمقاول الملتزم [19].

4. الأساليب المختلفة لتسليم المشروعات:

تطورت طرق تسليم المشروع التي تكون أكثر تعاونًا وتعزّز التكامل بين التصميم والبناء بهدف استكمال تسليم المشروع وتنفيذه بشكل أسرع [20]. في حين أن هناك العديد من الطرق المختلفة لتسليم المشروع؛ فإن العنصرين اللذين يفصلان بين كل طريقة وأخرى يتمثلان في **العلاقة التعاقدية بين المعنيّين، والوقت الذي يشاركون فيه في المشروع** [21]. علاوة على ذلك؛ فمن المهم فهم الخصائص والفوائد والعوائق المحتملة المتعلقة بمشاركة المقاول في التصميم، وتحديدًا فيما يتعلق بالمشروعات متسارعة التنفيذ، من أجل تقليل الوقت وعدم زيادة التكلفة أثناء الإنشاء، وقد تم استخدام العديد من أساليب تسليم المشروعات، وتعد أبرز تلك الأساليب، التصميم – العطاء - البناء (**DBB**)، ومدير البناء (**CM**)، والتصميم والبناء (**DB**).

1-4 التصميم - العطاء - البناء ((Design – Bid – Build (DBB))

تتّبع معظم مشاريع البناء هذه الطريقة التقليدية لتسليم المشروع، حيث تتكون هذه الطريقة من ثلاث مراحل، الأولى منها يقوم فيها المالك بالاتفاق مع متخصصين في التصميم لتطوير المفهوم والتصميم التفصيلي. وفي المرحلة الثانية يقوم بترشيح المقاول من خلال عملية المناقصة، أما في المرحلة الأخيرة من هذه الطريقة في التسليم؛ فإن المقاول يقوم بتنفيذ المشروع باتباع المخططات المعدّة مسبقًا، بينما يقوم المصمم بمراقبة ومراجعة عمليات التنفيذ، ويكون الدور الرئيسي للمالك هو التنسيق بين جميع الأطراف المعنيّة [22]. ويوضح **شكل .3** طريقة تسليم مشروع (التصميم- والعطاء- والبناء) التقليدية، حيث يظهر وجود علاقة تعاقدية مباشرة بين المالك والمقاول العام للمشروع، وبين المالك والمعماري، ولكل منهما حرية التعاقد مع الفرق المساعدة.



شكل.3 يوضح طريقة تسليم مشروع التصميم والعطاء والبناء التقليدية.
.[/https://www.bukacek.com/project-delivery-methods (Active till may 2024)]

ويوضح **الجدول 2** المميزات والعيوب المتعلقة باختيار طريقة التسليم (تصميم – عطاء – بناء)

الجدول 2. يوضح المميزات والعيوب المتعلقة باختيار طريقة التسليم (تصميم – عطاء – بناء **DBB**)
[/https://www.bukacek.com/project-delivery-methods (Active till may 2024) (بتصرف من الباحث)]

المزايا	العيوب
سهل الفهم ومألوف لدى معظم المالكين/المستخدمين.	يتطلب موارد وخبرة كبيرة للمالك.
يُنظر إليه على أنه أقل سعر ممكن للبناء.	المالك معرض لخطر أخطاء التصميم وقد يؤدي تسعير المشروع إلى تكاليف إضافية غير معروفة وأوامر تغيير متعددة والتي قد ينتج عنها تأخيرات في البرنامج الزمني.
التسعير هو تكلفة ثابتة في بداية المشروع.	
يمكن للمالكين تقديم مدخلاتهم في العملية بطريقة سهلة خلال مرحلة التصميم.	
يمكن للمالك مقارنة العطاءات للوصول إلى أفضل سعر لمشروعه.	نظرًا لأن المشروع يجب أن يكون مصممًا بالكامل قبل منح المقاول العام لبدء العمل؛ فقد يحدث تأخير في الجدول الزمني.
يمكن للمالك وفريق التصميم تحديد عدد العطاءات التي يجب مقارنتها عن طريق التأهيل المسبق لقائمة أصغر من المقاولين العامين.	لا يوجد أي مدخلات للمقاول أثناء التصميم، مما قد يؤدي إلى تقليل التكلفة الإجمالية للمشروع والتأخير.

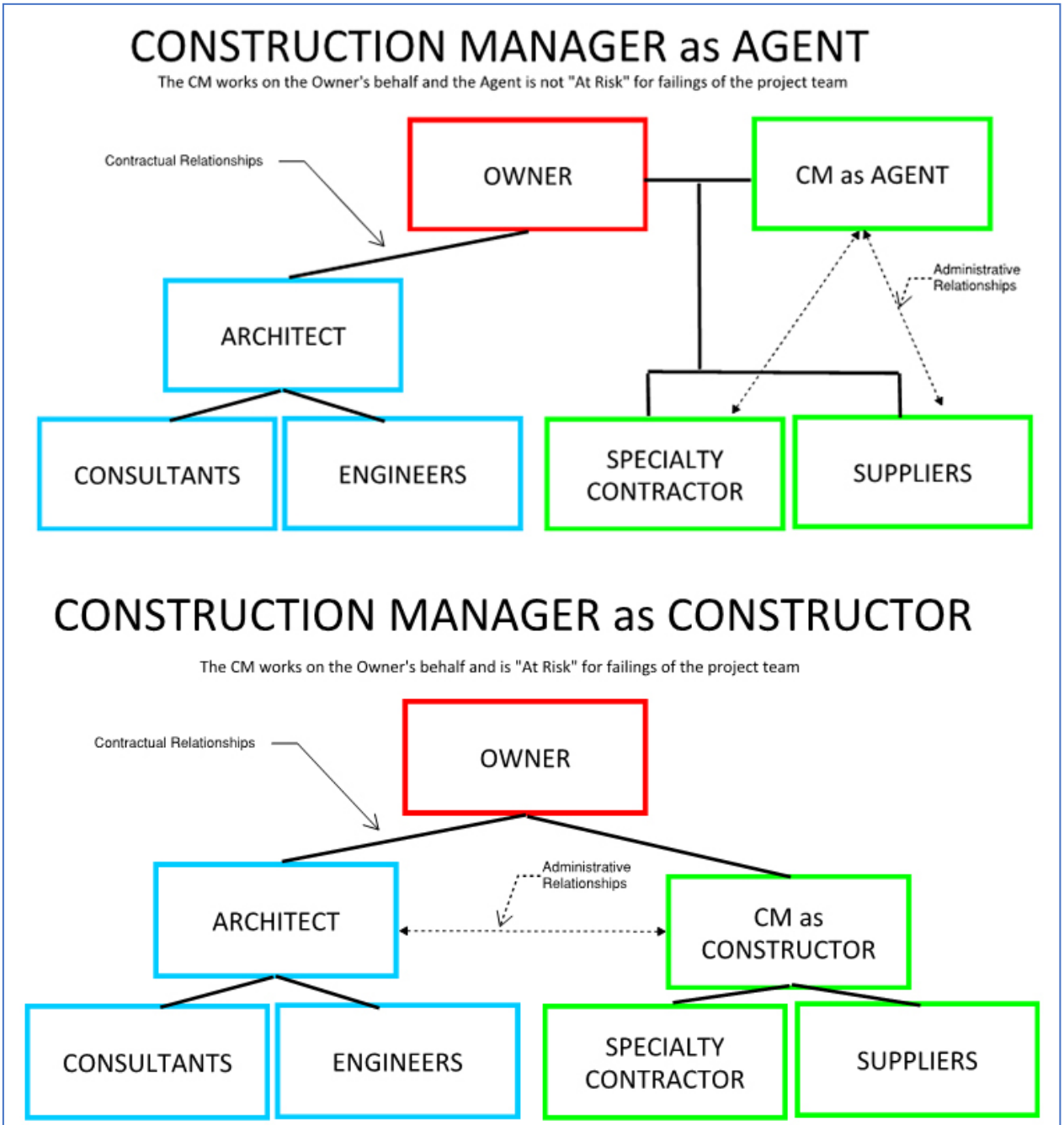
وفي دراسة أُجريت حول هذه الطريقة، تَبيّن أنه لابد من الانتهاء من كل مرحلة قبل بدء المرحلة التالية، الأمر الذي ينعكس بشكل مباشر على عملية التسارع في التنفيذ، والذي يمكن أن يؤدي إلى مخاطر ضعف التنسيق، بالإضافة إلى عدم وجود المقاول عند بدء المشروع، وبالتالي يصبح من الصعب التنبؤ بالتكلفة الإجمالية في بداية المشروع [23]. وتستخدم تلك الطريقة من التسليم نوعية العقود ذات السعر الثابت، مما يؤثر سلبًا على التكلفة الإجمالية للمشروع؛ فمن المرجح أن يقوم المقاول المحتمل بزيادة نسبة أعلى من المعمول بها تحسبًا للطوارئ الناتجة عن عملية التسارع في التنفيذ.

2-4 مدير البناء (CONSTRUCTION MANAGER (CM))

في تسليم مشروع مدير البناء **(CM)** يقوم المالك بتعيين مصمم لإعداد التصميمات، كما يقوم بتعيين مدير بناء للمساعدة في وضع التكلفة والجدول الزمني وقابلية البناء، ويقوم مدير البناء بعد ذلك بتعيين المقاولين لإكمال العمل. يمكن تعيين مدير البناء باعتباره "الوكيل" **(CM-A)**؛ حيث يعمل مدير البناء كوكيل للمالك، ويحتفظ المالك بجميع عقود البناء، أو أن يقوم بتعيينه بصفته "المقاول" **(CM-C)**، وتوضح بعض الدراسات أنه في حالة عقود مدير البناء - المقاول العام أو مايطلق عليه مدير البناء المعرّض للخطر، يكون مدير البناء في دور المُنشئ، ولكن يُطلب منه أيضًا أداء العمل في مرحلة ما قبل البناء للمشروع، وعادةً ما يتم تخفيف تضارب المصالح باستخدام آلية تسعير "الكتاب المفتوح"؛ حيث يتم توثيق وتدقيق التكلفة الفعلية

للعمل بشكل كامل، ويكون المالك مسؤولًا عن التصميم، والذي يمكن تطويره إما مع فريقه الخاص، أو بالاستعانة بمصادر خارجية، لكن المالك يمنح مدير البناء الإذن بتقديم مدخلات في التصميم [24]. وفي حالة الاتفاق على أن يكون مدير البناء المقاول العام؛ فإن ذلك يتطلب وجود عقدين، أحدهما لمرحلة ما قبل الإنشاء، والآخر لمرحلة الإنشاء في المشروع، ومع ذلك، يتم منح عقد خدمة ما قبل البناء عند اكتمال التصميم بنسبة 30% تقريبًا [25].

ويوضح **الشكل 4.** العلاقات بين الأطراف المشاركة في طريقة تسليم مشروع مدير البناء بصورتيه.



شكل.4 يوضح العلاقات بين الأطراف المشاركة في طريقة تسليم مشروع مدير البناء بصورتيه.
.[/https://www.bukacek.com/project-delivery-methods (Active till may 2024)]

وقد ذكرت بعض الأبحاث أن عقود (مدير البناء المقاول العام **CM-C**) تتضمن بندًا يتعلق بتقديرات التكلفة، بحيث يتم إجراء تقديرات الأسعار التكرارية بنسبة 30% و60% و100% من بداية عملية التصميم، بينما يتم التفاوض على السعر الثابت للبناء (أقصى سعر يمكن أن تصل إليه عملية البناء) عند اكتمال التصميم بنسبة 80-100%. في هذه الحالة، تتضاءل مسؤولية المالك مع بداية أعمال التنفيذ طالما أن نطاق المشروع لم يتغير بعد بدء أعمال الإنشاء؛ ففي **CM-C**، يتعين على المقاول تنفيذ ما لا يقل عن 30-40٪ من المشروع بنفسه. كما تتضمن بعض خصائص هذه الطريقة في التسليم أحكام الدفع التي تتكون من مبلغ

مقطوع، أو سعر الوحدة، أو مزيج من الاثنين، والتسعير التكراري، والحد الأدنى من القيود على اختيار المقاول من الباطن، والإرسال المبكر لحزم أعمال البناء، والحوافز لاستكمال المشروع تحت ممارسات التنفيذ الجيدة [25].

وكما لوحظ سابقًا على منحنى **Macleamy**؛ فإن أعلى قدرة على التأثير على تصميم المشروع والتكلفة والقدرات الوظيفية تكون في وقت مبكر من مرحلة ما قبل التصميم، وبالتالي فإن توقيت مشاركة المقاول يمكن أن يكون حاسمًا لنجاح المشروع. ويوضح الجدول **3.** المميزات والعيوب المتعلقة باختيار هذا النوع من طرق التسليم.

الجدول 3. يوضح المميزات والعيوب المتعلقة باختيار طريقة التسليم (مدير البناء**CM**)

[https://www.bukacek.com/project-delivery-methods (Active till may 2024)/ (بتصرف من الباحث)]

المزايا	العيوب
يمكن أن تبدأ أنشطة البناء قبل الانتهاء من تصميم المشروع مما يقلل من مدة الجدول الزمني ويحقق مبدأ التسارع.	**التكاليف محددة وليست ثابتة في بداية البناء وتخضع للتغيرات حسب جودة وثائق التصميم.**
يمكن التحكم في التكاليف أثناء تطوير التصميم من خلال تحديثات الميزانية المجدولة بانتظام مع وجود مدير البناء.	**قد تكون تغييرات التصميم بعد بدء البناء مسببة لزيادة كبيرة في التكلفة وتأخير الجدول الزمني للمشروع.**
الحرص على تحقيق أعلى جودة للتصميم، وتقليل تكاليف البناء من خلال مراجعات مدير البناء المنتظمة لقابلية البناء.	**بموجب طريقة CM-A، سيكون لدى المالك متطلبات إدارية إضافية للتعاقد.**
رسوم البناء أقل بسبب انخفاض المخاطر المرتبطة بهيكل العقد.	**نظرًا للزيادة في عدد الأطراف المشاركة في المشروع، أصبح التواصل أكثر تعقيدًا بشكل عام.**
المحاسبة الشفافة من خلال التسعير على مراحل أثناء التصميم بنظام الكتاب المفتوح.	**في حالة قيام مدير البناء بجزء من أعمال البناء، فمن الممكن أن يكون هناك تضارب في المصالح المتعلقة بالتحكم في التكاليف، على الرغم من أنه يمكن إدارة الميزانية بشكل صارم، إلا أن المخاطر تقع على عاتق العميل بشكل مباشر.**
يتم وضع حد أقصى لعقد السعر الثابت.	

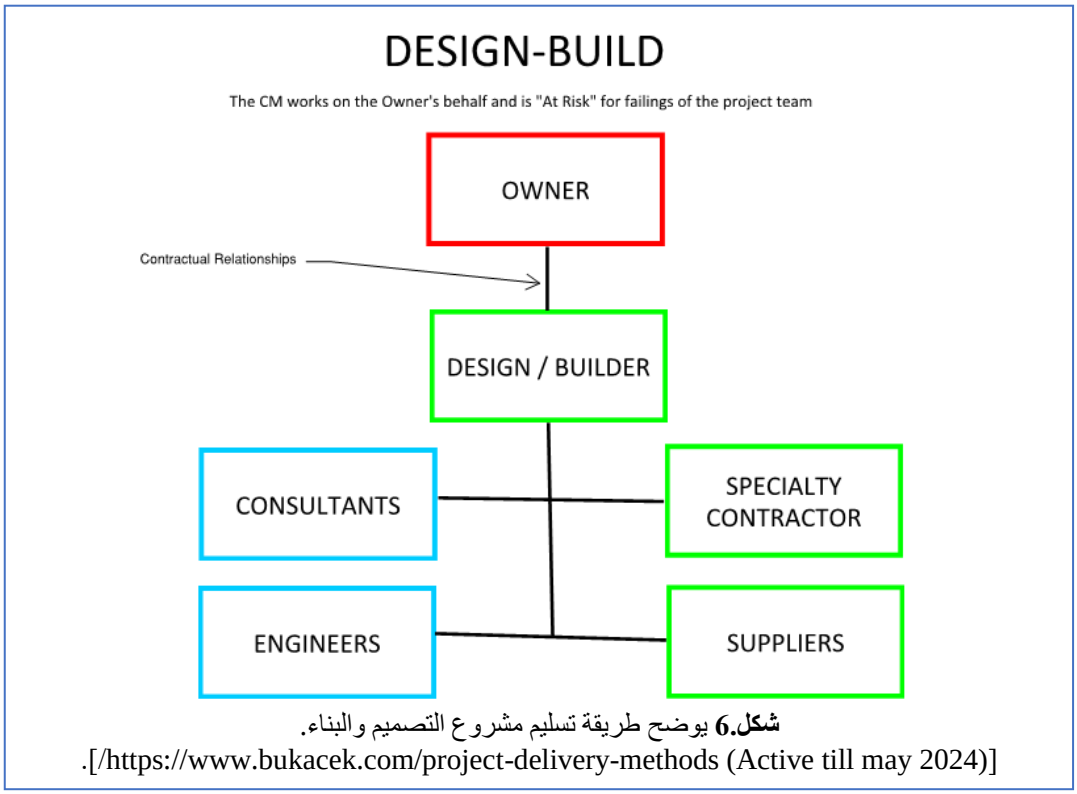
وتجدر الإشارة إلى الفارق الرئيسي بين المشاركة المبكرة للمقاولين **ECI**، وطريقة التسليم (مدير البناء – المقاول العام **CM-C**) حيث يشارك المقاول في وقت مبكر في عملية التصميم بالمقارنة مع **CM-C** ويكون التركيز الرئيسي للمقاول في مرحلة ما قبل البناء هو قابلية البناء والتحكم في التكلفة . أما في حالة مدير البناء – المقاول العام تكون الإجراءات موجهة بشكل مباشر نحو التأهيل المسبق للمقاولين، والقدرة على منح الوظيفة لمن يقدم أقل عرض، ونظام دفع أبسط. ويجب تحديد القرار بشأن استخدام مدير البناء المقاول العام **CM-C** أوالمشاركة المبكرة للمقاول **ECI** بناءً على المتطلبات المحددة للمشروع ويوضح **الشكل.5** إرشادات بشأن حول المرحلة المناسبة لاستخدام كل منهما.

CMGC to be used when:	ECI to be used when:
Project requires immediate transportation improvements.	Project requires immediate improvements to infrastructure.
Project has design that is: • Complex • Difficult to define • Subject to change/or has several design options.	Project has design that is: • Technically complex • Difficult to define at early stages • Subject to change/or has alternative solutions that require cost and schedule analysis before making a design decision.
When project requires high coordination with external agencies, cost overruns and construction schedule are a pressing concern.	When project requires high coordination with external agencies, cost overruns and construction schedule are a pressing concern.
Project has sensitive schedule or work sequence.	Project has sensitive schedule or work sequence.

شكل.5 يوضح إرشادات بشأن متى يجب استخدام كل من الطريقتين [Gransberg, 2016].

3-4 التصميم والبناء ((DESIGN & BUILD (DB))

في طريقة تسليم التصميم والبناء (**DB**)، يكون لدى المالك عقد مع كيان واحد بهدف التصميم والبناء والذي سيقوم بتنفيذ أعمال التصميم والبناء للمشروع [26]. ويختلف هنا المدى الذي يشارك به المالك في عملية (التصميم والبناء **DB**)؛ حيث يعتمد على الإطار المتفق عليه داخل العقود، وعلى وجه التحديد، يمكن أن يتعلق ذلك باختيار الموقع، وتمويل المشروع، وتطوير معايير المشروع المحددة [24]، ويكون كيان (التصميم والبناء **DB**) مسؤولًا عن تصميم المشروع وإنشائه. وهذه الطريقة في التسليم تعفي المالك من مسؤولية التصميم عن طريق نقل مسؤولية التصميم إلى كيان (التصميم والبناء **DB**). ومع ذلك، ومن خلال نقل مسؤولية التصميم، يفقد المالك القدرة على اختيار المصمم، والتحكم في تفاصيل تصميم المشروع، وعملية التصميم [24]. وبالتالي فبما أن المصمم والمنفذ يعملان معًا في نفس الفريق؛ فمن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى تصميم يسد الفجوات المرتبطة بانفصال الفريقين، كما يساعد في توفير التكاليف، ويسهل عملية البناء السريع للمشروع. ويوضح **الشكل. 6** العلاقات بين الأطراف المشاركة في طريقة تسليم مشروع (التصميم والبناء **DB**).



شكل.6 يوضح طريقة تسليم مشروع التصميم والبناء.
[https://www.bukacek.com/project-delivery-methods (Active till may 2024)/].

ويوضح **الجدول 4.** المميزات والعيوب المتعلقة باختيار هذا النوع من طرق التسليم.

الجدول 4. يوضح المميزات والعيوب المتعلقة باختيار طريقة التسليم (التصميم والبناء **DB**)
[https://www.bukacek.com/project-delivery-methods (Active till may 2024)/ (بتصرف من الباحث)]

المزايا	العيوب
التصميم / البناء هو المصدر الوحيد للمسؤولية عن المشروع	يفتقر إلى الضوابط والتوازنات المتعلقة بجودة المنتج النهائي وحدود النفقات المالية.
ينتج التصميم بشكل عام أفضل عمليات البناء ذات القيمة	
يمكن أن يكون أسرع في التسويق أثناء أعمال التنفيذ	يمكن للمصمم/ والمنفذ تقليل النطاق لتلبية متطلبات الميزانية
يقلل من أوامر تغيير التصميم	

ومن خلال الدراسات المتعلقة بطرق التسليم السابقة، تجدر الإشارة إلى أنه لتحسين أداء المشروع تحديدًا في المشروعات متسارعة التنفيذ؛ حيث يتم قياس هذا الأداء في المقام الأول من خلال تحقيقه للبرنامج الزمني المطلوب، فإن طرق التسليم للمشروعات قد تطورت لتحسين العلاقة بين عمليتي التصميم والبناء، والتي من شأنها أن تؤتي النتائج المرجوة. ومع التركيز على التصميم الذي سيعتمد على عملية البناء؛ فقد لوحظ وجود مجموعة من المصطلحات، مثل "الهندسة المبنية على الإنشاء"، و"التنفيذ المبني على الإنشاء"، و"النهج المتكامل" لوصف تلك العلاقة. وفي دراسة أجريت من خلال استطلاع خبراء البناء؛ لتحديد المعلومات الإضافية المتعلقة بأفضل الممارسات اللازمة لتحقيق التصميمات القائمة على البناء؛ فإنه قد تم تعريف التصميمات المبنية على البناء على النحو التالي: **"التصميم المبني على البناء هو التصميم الذي تقود فيه وسائل وأساليب البناء عملية تطوير التصميم وتُوَجّهُها"**. ويتضمن التعريف الإضافي للتصميم القائم على البناء الذي اقترحه أعضاء لجنة

جامعة فرجينيا للتكنولوجيا ما يلي: **"التصميم القائم على البناء هو التصميم الذي تؤثر فيه وسائل وأساليب البناء المخطط لها بشكل فعال على تطوير تصميم المشروع"** [27].

علاوة على ذلك؛ فقد أشار العديد من خبراء الصناعة إلى أن **السمات الأساسية للتصميم القائم على البناء** تتمثل فيما يلي [27]:

- يستخدم أو يُعزّز معرفة وخبرة المقاول المختار مسبقًا للمساعدة في وضع اللمسات الأخيرة على عناصر تصميم معينة للمشروع لزيادة سرعة وكفاءة البناء.
- يوفر حلولًا ذات قيمة مضافة، تساعد في تحديد التكلفة والجدول الزمني والجودة والسلامة، وتعطي الأهمية للعميل.
- يعزز الشراكة بين المقاول والمصمم للتأثير على تكلفة المشروع وقابليته للإنشاء وتسليمه.
- إشراك متخصصي البناء في بداية عملية التصميم؛ لتوفير العمالة، والمواد، وقابلية البناء، ومدخلات التكلفة.
- يتيح ميزة تنافسية من خلال ملاءمة التصميم للمعدات أو القدرات الفريدة للمقاول.
- يدمج نهج البناء مع عملية التصميم؛ حيث يكون للمنفذ سلطة أساسية خلال مرحلة التصميم.
- يأخذ في الاعتبار الوسائل والأساليب اللازمة لبناء المشروع، ويستخدم تلك المعلومات لتصميم عناصر المشروع، وكذلك شراء المواد والأدوات والمعدات لتسهيل تلك الوسائل والأساليب.
- يعتمد على المعدات المتاحة، والقوى العاملة، وتوافر المواد.
- يعالج مشكلات قابلية البناء في وقت مبكر من مرحلة التخطيط، وسيتضمن التصميم وسائل وأساليب المقاولين لتحسين السلامة والإنتاج والجودة.
- تقوده جهود التصميم التي يبذلها المقاول؛ حيث يقوم فريق المقاول بتنسيق عناصر التصميم التي يتم دراستها مع التصميم، وبالتالي يتم الوصول إلى منتج المتقدم لبناء المشروع.

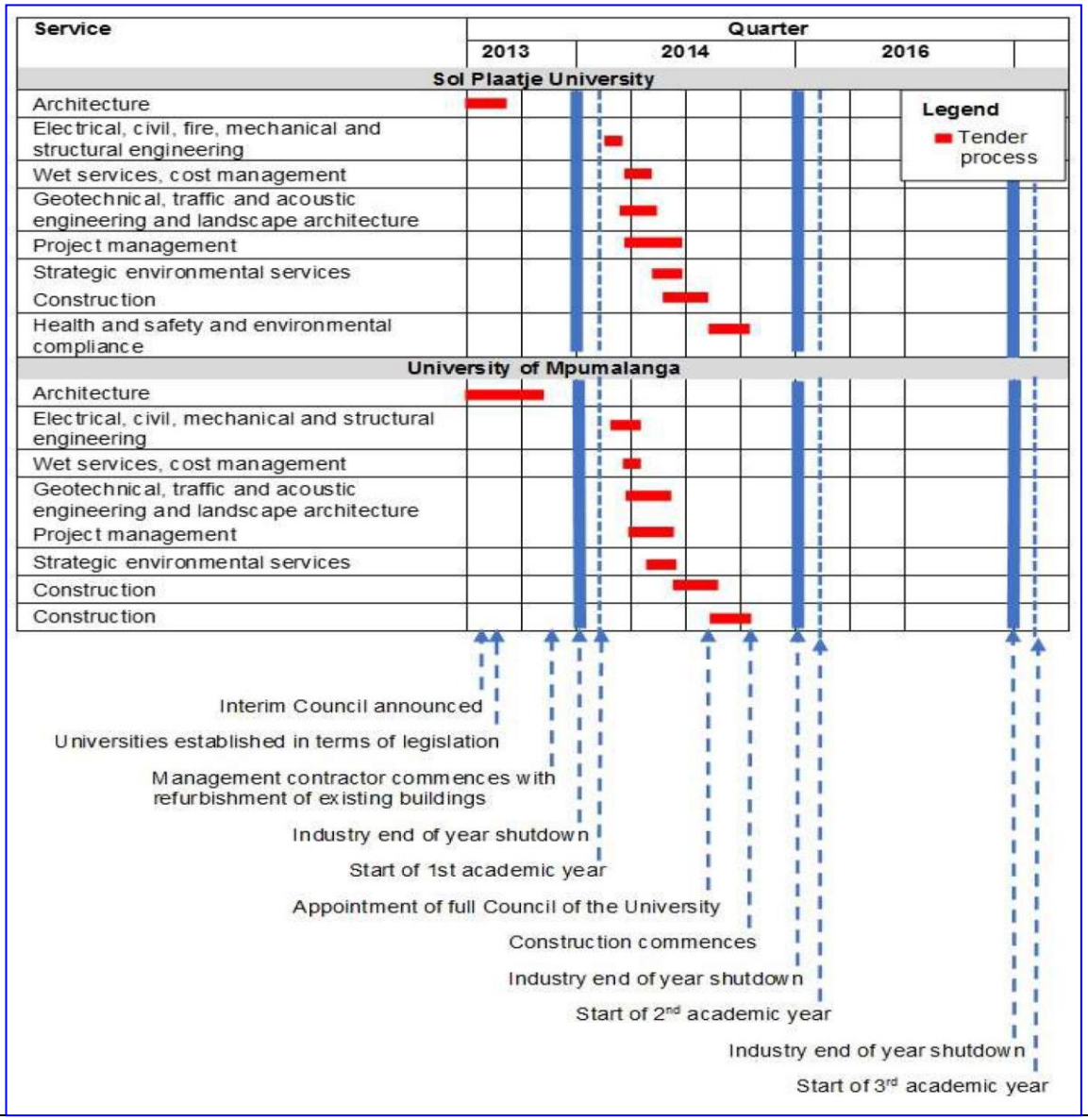
5. دراسة الحالة:

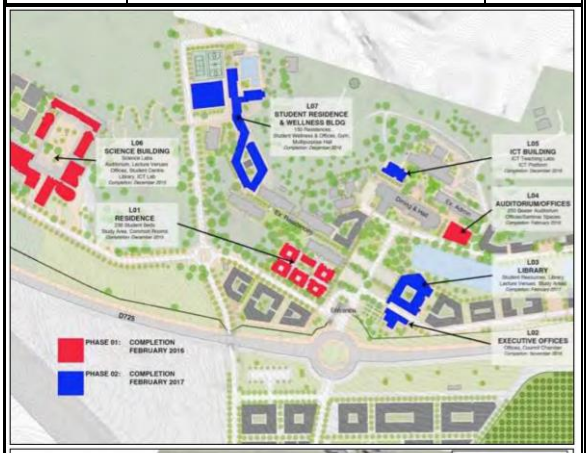
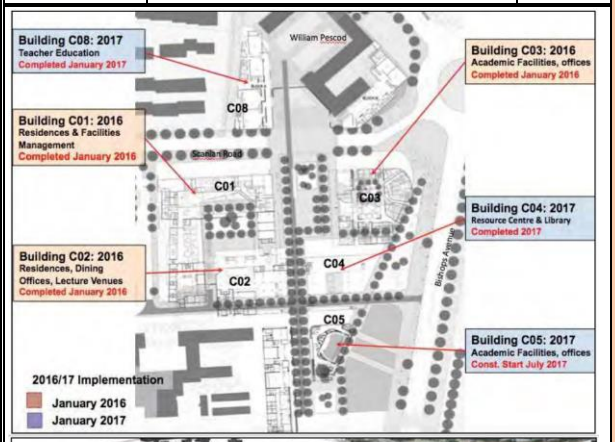
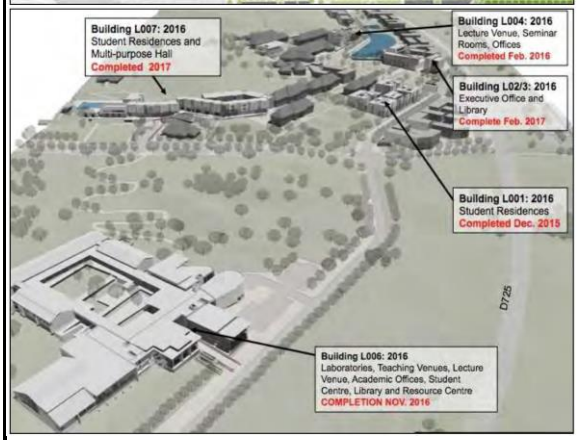
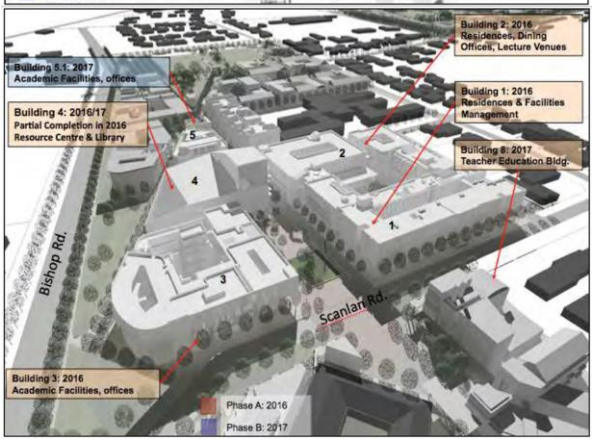
استخدم هذا الجزء البحثي منهج دراسة الحالة للتحقق من أفضل أساليب تسليم وإدارة المشروعات سريعة المسار؛ حيث تم اختيار مشروع واقعي للحصول على فهم أعمق لطرق تسليم المشروعات المتبعة في أحد نماذج المشروعات المتسارعة، وقد تم استخدام نموذج مختلف من العقود الإطارية من قبل وزارة التعليم العالي والتدريب في جنوب أفريقيا، وتم اختيار عينة الدراسة من خلال اتباع مجموعة من المعايير المتمثلة فيما يلي:

1. أن يكون المشروع الذي تم اختياره ضمن الإطار العام لمبدأ التسارع في التنفيذ.
2. أن يكون المشروع الذي تم اختياره قد تم تنفيذه وتشغيله بالفعل، بحيث يكون قد مرّ على تشغيله عام أو أكثر، حتى يتبين مدى كفاءة الأنظمة والاستراتيجيات المستخدمة أثناء عمليات التصميم والتنفيذ.
3. أن تكون عينة الدراسة محققة للقيود الرئيسية للمشروعات (الوقت – الجودة – التكلفة)، والتي تؤكد تحقيق أهداف المشروع. **الجدول 5.** يوضح حالتي الدراسة.

الجدول 5. يوضح دراسة الحالة لجامعتي سول بلاتجي ومبومالانجا بجنوب إفريقيا [الباحث]

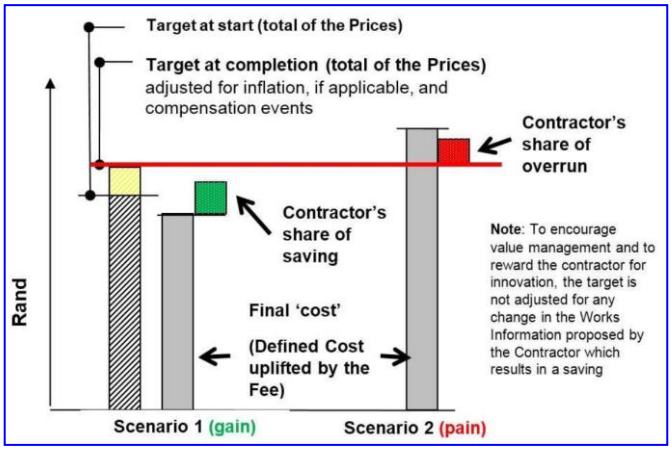
		مبنى جامعة سول بلاتجي (Sol Plaatje University SPU)		**مبنى جامعة مبومالانجا** (Mpumalanga University UMP)
بيانات المشروعات [28].	الموقع	مدينة كيمبرلي - جنوب افريقيا		مدينة مبومبيلا - جنوب أفريقيا
	المالك	وزارة التعليم العالي والتدريب (**DHET**) - جنوب افريقيا		
	عدد المباني	3 مباني (**C01, 02 & 03**)		3 مباني (**L01, 04 & 06**)
	الاستخدام	**C1**	سكن طلابي	**L01** سكن طلابي
		C2	سكن طلابي وقاعات عرض وصالة طعام	**L04** قاعات محاضرات ومكاتب أكاديمية
		C3	معامل ومكاتب وقاعات عرض وقاعات متعددة الأغراض	**L06** معامل ومكاتب وقاعات عرض وقاعات متعددة الأغراض
	الميزانية	1.5 مليار راند (مايعادل 100 مليون دولار أمريكي)		
	المصمم المعماري	**C1**	**Activate Architecture**	**L01** **Cohen and Garson Architects**
		C2	**Savage and Dodd Architects**	**L04** **TC Design Architects**
		C3	**Wilkinson Architects**	**L06** **Conco Bryan Architects**

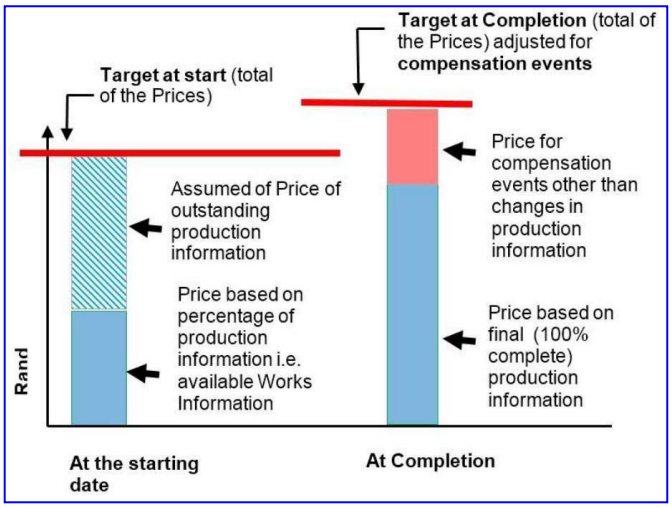
وصف المشروع	اتخذت حكومة جنوب إفريقيا قرارًا في عام 2011 ببناء جامعتين جديدتين، وهما جامعة سول بلاتجي (**SPU**) وجامعة مبومالانجا (**UMP**) بحلول عام 2016. وتقع هاتان الجامعتان في مواقع تبعد عن بعضها البعض 800 كم، كما تبعدان 450 و350 كم على التوالي عن جامعة ويتواترسراند (ويتس) في العاصمة جوهانسبرغ، الأمر الذي استلزم توفير القدرات والفرق اللازمة للقيام بالتخطيط والتصميم والبناء وغيرها من المهام المطلوبة لتحويل القرار إلى واقع ملموس. وقد قامت وزارة التعليم العالي والتدريب **(DHET)** بتعيين شركة **Wits** لإدارة المشروعين نظرًا للقدرة المؤكدة لوحدة تخطيط وتطوير الحرم الجامعي التابعة لها، والتي نجحت في تسليم العديد من المشروعات ذات الحجم المماثل في أقل وقت ممكن. وقد قامت **Wits** بتكوين **فريق إدارة وتسليم المشروع** الذي عهد إليه بمسؤولية تسليم الجامعات الجديدة، والذي أصبح يعرف باسم**NUPMT** ، كان يقوده مدير تسليم ذو خبرة مع مسؤولية واضحة عن نتائج المشروع [29].
تحديات المشروع	يتمثل التحدي الأبرز في هذا المشروع أن المرافق الأكاديمية المطلوبة كان لابد من تجهيزها للعمل مع بداية العام الدراسي 2016- 2017 الأمر الذي استلزم بدء الأعمال قبل اكتمال التصميمات، مع وضع افتراضات تتراوح مابين 25% : 74 % من نطاق الأعمال التي لا يمكن تسعيرها بدقة من قبل مقاولي البناء قبل بدء التنفيذ، والذي يؤدي إلى إدارة قدر كبير من عدم اليقين الناشئ عن التصميم غير المكتمل، والتحكم في التكاليف في مرحلتي التصميم والبناء لتحقيق التسليم الناجح في حدود الميزانية الموضوعة.
الطرح والتعاقدات	تم إجراء مسابقة التصميم المعماري وعملية المناقصة للخدمات المعمارية لـ**UMP** و**SPU** لمدة ستة أشهر وتم الانتهاء منها في سبتمبر وأكتوبر 2013، على التوالي. تم الانتهاء من عمليات المناقصة للخدمات المهنية المتبقية (التصميم، وتخطيط التكاليف، والتحكم فيها وإدارة المشاريع) لكلا الحرمين الجامعيين في الفترة ما بين مارس 2014 وسبتمبر 2014؛ حيث تم توقيع 39 عقدًا للتصميم الهندسي وتخطيط التكاليف ومراقبتها وإدارة المشروعات. كما أعقب ذلك اختيار المقاولين؛ حيث تم طرح المناقصات لتشييد المباني داخل الحرم الجامعي لكلتا الجامعتين في أغسطس 2014 ، وبدأت أعمال البناء في أكتوبر 2014. تم تعيين فريق المشروع بسرعة نسبية بسبب الجداول الزمنية الضيقة حيث كان أحد الآثار المترتبة على التتبع السريع هو أن الفرق المختلفة كان وقت التجهيز لديها قصيرًا نسبيًا. ويتضح ذلك من خلال الشكل التالي البرنامج الزمني للمشروع الذي يظهر بدء أعمال التنفيذ أثناء مراحل التصميم، وصولًا لموعد التسليم النهائي للمرحلة الأولى للجامعتين [29]. 

	المبنى	حزمة الأعمال المطلوبة ونسب افتراضات التكلفة من إجمالي الأعمال % [30].	المساحة التقريبية للمبنى	المبنى	حزمة الأعمال المطلوبة ونسب افتراضات التكلفة من إجمالي الأعمال % [30].	المساحة التقريبية للمبنى
نطاق الأعمال المطلوبة ونسب الافتراضات في بداية المشروع	C001	يتكون من دور أرضي وأربعة أدوار، تحتوي على غرف سكنية مشتركة كبيرة، وصالات وغرف ألعاب، تقع في الطابق الأرضي، وتواجه ساحة شبه خاصة مشتركة مع المبنى C002. (69%).	2م12747	L01	يعتبر سكنًا للطلاب، ويتكون من 6 مبانٍ متميزة مدمجة في المنطقة السكنية الحالية، تشكل غرف الندوات السكنية، ومركز الطلاب، وغرف الألعاب. (44%)	2م6153
	C002	مبنى متعدد الاستخدامات يتكون من قاعة طعام، ومطبخ، ومساحة للبيع بالتجزئة في الطابق الأرضي، ومسكن يضم 122 غرفة فردية، و84 غرفة مزدوجة، وغرف ألعاب وقاعات اجتماعات. (69%)	2م13532	L04	مبنى يضم مجموعة من أماكن المحاضرات ذات الأحجام المختلفة وقاعات المحاضرات وفصول دراسية بالإضافة إلى غرف الندوات والمكاتب. (23%)	2م2123
	C003	مبنى متعدد الاستخدامات، يتكون من طابق أرضي وثلاثة طوابق أعلاه، يحتوي على قاعات محاضرات واجتماعات، وفصول دراسية، وصالة للألعاب الرياضية. (74%)	2م 9624	L06	يتكون المبنى من 3 أجزاء، مكتب العميد، و يتكون من مكاتب ومرافق مكتبية مزودة بمصعد، ومركز موارد الطلاب، ومركز دراسة وخدمة دراسية مزودة بمصعد، وقاعة تتسع لـ 250 مقعد، تشتمل على خدمات الفصول الدراسية والفصول الدراسية. (36%)	2م7536
					
					
البرنامج الزمني	تم الانتهاء من تنفيذ نطاق الأعمال من فراغات التدريس الأكاديمية وخلافه؛ حيث أصبحت قابلة للاستخدام في بداية الفصل الدراسي على الرغم من عدم تحقيق البرنامج الزمني كما كان مخططًا له منذ البداية حسب تواريخ الانتهاء الأصلية؛ فقد تم الانتهاء من المساحات المكتبية في المبنى C002 في وقت متأخر بسبب خطأ في التصميم ناجم عن الفشل في توصيل عارضة في بئر السلم بعمود أدى ذلك إلى انحراف في بلاطة الأرضية وإتلاف السلالم الموجودة في بئر السلم؛ فكانت هناك حاجة إلى أعمال تصحيحية؛ لرفع بلاطة الأرضية، وتوصيل الدعامة بالعمود، وهدم وإعادة بناء جزء من الدرج، وتركيب شدادات لربط بلاطة الأرضية بالبلاطة أعلاه لتقليل الانحرافات، ما أدى إلى تأخير البرنامج الزمني عن المخطط له. ويشير الجدول التالي إلى الفوارق بين تاريخ البدء للأعمال المخطط لها، وتاريخ الانتهاء المخطط والفعلي، بالإضافة إلى عدد الأيام المخطط لها والفعلية ونسبة التغير بين الفعلي والمخطط له.					

	نطاق الأعمال	تاريخ البدء	تاريخ الانتهاء		عدد الأيام حسب المخطط	عدد الأيام الفعلي	نسبة التغير
			تاريخ الانتهاء المخطط له	تاريخ الانتهاء الفعلي			
	جامعة سول بلاتجي (**Sol Plaatje University SPU**) [29] .						
	C001	**13 Oc. 2014**	**15 Jan. 2016**	**2 Mar. 2016**	**460**	**508**	**+ 10.4%**
	C002	**13 Oc. 2014**	**15 Jan. 2016**	**5 Jul. 2016**	**460**	**602**	**+ 30.9%**
	C003	**13 Oc. 2014**	**15 Jan. 2016**	**8 Apr. 2016**	**460**	**544**	**+ 18.3 %**
	جامعة مبومالانجا (**Mpumalanga University UMP**) [29].						
	L001	**1 Nov. 2014**	**15 Dec. 2015**	**5 Feb. 2016**	**410**	**462**	**+ 13%**
	L004	**27 Jun. 2014**	**18 Feb. 2016**	**24 Mar. 2016**	**237**	**272**	**+ 15%**
	L006	**27 Oct. 2014**	**17 Nov. 2015**	**2 Feb. 2016**	**387**	**464**	**+ 20%**

إدارة التكلفة





- تم الاتفاق على السعر المستهدف في التعاقد ،بناءً على جداول الأنشطة بين صاحب العمل والمقاول للتحكم في إجمالي التكلفة؛ حيث يتم تعديل السعر المستهدف الأوليّ لأحداث التعويض الناتج عن تغييرات النطاق والأحداث التي تقع على عاتق صاحب العمل طوال مدة التعاقد؛ للوصول إلى التكلفة النهائية، للحفاظ على أهداف المشروع، وضمان عدالة التسعير، وذلك استنادًا إلى التكلفة التي تم تحديدها. ويتم دفع الدفعات للمقاول لتغطية النفقات وخلافه على أساس شهري مع سير العمل. كما تم الاتفاق على أن يتم تقاسم الفرق بين "التكلفة النهائية" والمبلغ المدفوع للمقاول عند اكتمال العمل بين صاحب العمل والمقاول بالنسب المتفق عليها. وبناء على ذلك؛ فإن كل قرار يتعلق بالمشروع يرتبط بالتكلفة، وسيؤثر على كل من العميل والمقاول، وبالتالي، يبقى الحرص من طرفي التعاقد على تحقيق التوفير في التكلفة، وإحداث فائض من السعر المستهدف أمرًا مهمًا، وهو مايتضح من خلال الشكل التالي [29].

- من المعلوم أيضًا أنه لتحديد الجدول الزمني بشكل كامل مع وضع الأسعار الخاصة بكل نشاط لابد من اكتمال نطاق الأعمال، وكما أشرنا سابقًا لم يكن ذلك ممكنًا في هذا المشروع، وبالتالي كان لا بد من وضع بعض افتراضات التسعير فيما يتعلق ببنود الميزانية. وعند اكتمال المعلومات الكاملة لهذه العناصر، يمكن تغيير التسعير الابتدائي وفقًا لأحكام العقد، والذي يسمح بعد ذلك بتغيير إجمالي الأسعار ووقت الإنجاز والتواريخ الرئيسية وفقًا لأحكام العقد. ويوضح الشكل التالي تحديد وتعديل أهداف المشروع الرئيسية والإضافية وفقا لما يتضح من نطاق المشروع، كما يتضح أيضًا حجم الافتراضات لنطاق الأعمال عند بداية المشروع أثناء اتباع نهج التسارع لتحقيق النطاق الزمني والمادي المطلوب.

ويشير الجدول التالي إلى التحولات في التكاليف من السعر المستهدف الأوليّ المتفق عليه، والتكلفة النهائية للمشروع، والتي تشمل التعويضات الناتجة عن تعديل النطاق وتعديل الأسعار، طبقًا لمعدلات التضخم، ووفقًا لأحكام العقد والتكلفة عند إغلاق المشروع.

	نطاق الأعمال	التكلفة المستهدفة عند بدء المشروع	التكلفة المستهدفة النهائية (شاملة تعديلات النطاق وفرق التضخم)	التكلفة الفعلية عند إغلاق المشروع	تقييم الفوائد والمشاكل المحتملة المرتبطة بالمشروع (Client gain (+) / pain (-))	التكلفة النهائية على المالك
	جامعة سول بلاتجي (**Sol Plaatje University SPU**) [29].					
	C001	**178,336,429**	**184,543,260**	**181,652,357**	**+ 1,445,452**	**183,097,809**
	C002	**191,776,818**	**208,263,636**	**198,036,334**	**+ 5,208,489**	**203,055,148**
	C003	**140,366,859**	**149,129,474**	**154,303,411**	**- 2,586,969**	**151,716,443**
	CX01	**76,109,401**	**78,443,843**	**73,980,895**	**+ 2,297,733**	**75,405,110**
	الإجمالي		**620,380,213**	**607,972,998**	**+ 6,364,705**	**613,274,510**

	جامعة مبومالانجا (**Mpumalanga University UMP**) [29].					
	L001	**79,392,515**	**79,802,745**	**78,685,387**	**+ 558,679**	**79,244,067**
	L004	**38,749,003**	**38,945,512**	**42,768,205**	**- 1,529,076**	**40,474,589**
	L006	**152,222,456**	**156,082,984**	**155,720,087**	**+ 181,448**	**155,901,536**
	الإجمالي		**274,831,241**	**277,173,679**	**- 788,949**	**275,620,192**

6. النتائج:

تناول البحث مراجعة الدراسات النظرية المتعلقة بأساليب تسليم المشروعات ومفهوم التسارع في التنفيذ، بهدف الوصول إلى أبرز الأساليب الملائمة للمشروعات متسارعة التنفيذ، مع تحديد المستوى المفضّل لمشاركة المقاول في التصميم، والسمات الرئيسية الخاصة بالتصميمات القائمة على البناء. وقد تم تحليل العديد من مصادر البيانات، بالإضافة إلى إجراء دراسة تحليلية لأحد المشروعات؛ للحصول على فهم أعمق لطرق تسليم المشروعات المتبعة في أحد نماذج المشروعات المتسارعة؛ حيث تم استخدام نموذج مختلف من العقود الإطارية في جامعة ويتس في جنوب أفريقيا. وقد توصل البحث إلى مجموعة من النتائج الرئيسية من خلال الدراسة النظرية ودراسة الحالة التي كان من أبرزها:

1. يعمل التسارع في التنفيذ على إعادة ترتيب المهام في الجدول الزمني الأولي للمشروع؛ بحيث لا تتضمن تكاليف أو موارد إضافية للمشروع. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن التسارع في التنفيذ يتطلب الابتعاد عن الأساليب التقليدية في تسليم المشروعات، إذ أن بعضها يتسبب في مخاطر للمشروعات التي لا تتطلب برنامجًا زمنيًا متسارعًا، عن طريق الانحراف عن الجدول الزمني للمشروع وإعادة ترتيبه.
2. يتطلب التسارع في التنفيذ معدل إنتاج أسرع من المشروعات التقليدية على مستوى التصميم والتنفيذ، مما قد يترتب عليه زيادة التكلفة الإجمالية للمشروع عمّا كانت عليه في الحالة الطبيعية، ويمكن تعويض ذلك من خلال تطبيق مجموعة من الإجراءات في إدارة المواد وأساليب التنفيذ، في محاولة لتقليل الفجوة بين زيادة التكاليف الناتجة عن التسارع مقارنة بها في المشروعات التقليدية.
3. يمثّل تطبيق مفاهيم الهندسة المتزامنة، والنمذجة، والتصنيع المسبق، وبعض الأساليب المستخدمة في المجالات الصناعية ما يُمكن الاستفادة منه في صناعة التشييد داخل المشروعات المتسارعة من خلال تحليل شامل لعوامل المشروع، مثل: التكلفة، والجدول الزمني، والسلامة، والخدمات اللوجستية للمشروع، وإمدادات العمالة، وظروف الموقع، والذي سيأخذ في الاعتبار أيضًا قابلية البناء، وقابلية التشغيل، وقابلية الصيانة، بالإضافة إلى متطلبات الوظيفة والأداء ونطاق المشروع.
4. تتمثل أعلى قدرة للتأثير على تكلفة المشروع والقدرات الوظيفية في مرحلة ما قبل التصميم، وإن تكلفة التصميم تتغير بشكل كبير مع تقدم المشروع نحو مرحلة البناء، وقد أشارت الدراسات إلى أن التوقيت المفضل لمشاركة المقاول في التصميم يجب أن يكون قبل مرحلة تطوير التصميم، مع بداية مرحلة التخطيط، ثم مع الوصول إلى 20% من مرحلة التصميم؛ حيث سيستفيد المالك والمصمم من قدرة المقاول على توفير التسعير في الوقت الحقيقي، والمعلومات المتعلقة بالأنظمة المختلفة، وتوافر الموارد، والمعوقات التي قد تقابل المشروع أثناء التنفيذ.
5. تطورت طرق تسليم المشروعات لتحسين العلاقة بين عمليتي التصميم والبناء، التي من شأنها أن تؤدي إلى تحقيق أهداف المشروع. إلا أن لكل منها مجموعة من التحديات المتعلقة بتسليم المشروع التي يمكن تلافيها من خلال تطوير التصميمات المعتمدة على البناء والتشغيل والصيانة، والذي يُعَرَف بأنه التصميم الذي تؤثر فيه وسائل وأساليب البناء المخطط لها بشكل فعّال على تطوير تصميم المشروع. وبالتالي يتم تبادل المعرفة وزيادة فرص الابتكار من خلال اعتماد مبدأ **أن البناء هو المرحلة الأخيرة من عملية التصميم**.
6. من خلال مراجعة دراسة الحالة تبين حرص وزارة التعليم العالي والتدريب **(DHET)** بتعيين شركة **Wits** لإدارة وتسليم المشروعين، والذي يتمتع بالصلاحيات الكاملة عن تقديم القيمة للعميل والذي يوفر قيادة قوية في عملية التسليم.
7. تم تعيين المقاولين للعمل بعد وقت قصير من الانتهاء من مرحلة المفهوم لوضع السعر المستهدف. حيث كان مطلوبًا من فرق التصميم العمل بشكل تعاوني مع المقاولين، ضمن عقد إطاري وترتيبات تعاقدية للتكلفة المستهدفة، لضمان أن التصميم يقع ضمن ميزانية محددة. تم تكليف فريق التصميم بإكمال العمل قدر الإمكان ضمن الأسعار المستهدفة. وعندما أدت حلول التصميم خلال مرحلة البناء إلى زيادات في التكلفة، تم البحث حول إمكانية إيجاد وفورات في أماكن أخرى لإعادة إجمالي الأسعار إلى السعر المستهدف المتفق عليه، مع وجود افتراضات تتراوح ما بين 25% : 74 % من نطاق

الأعمال التي لم يتمكن فريق المشروع من تسعيرها بدقة من قبل مقاولي البناء قبل بدء التنفيذ، مما يعكس ثقافة هندسة القيمة المستمرة، والإدارة المنضبطة للميزانية، خلال مراحل تطوير التصميم والبناء.

8. إن من مميزات اتباع التصميم المعتمد على البناء داخل المشروع هو وجود الاتفاقيات الإطارية التي تحفز الأداء العام داخل المشروع من خلال الاتفاق على أن يتم تقاسم الفرق بين التكلفة النهائية والمبلغ المدفوع للمقاول عند اكتمال العمل داخل الإطار الزمني للمشروع بين صاحب العمل والمقاول بالنسب المتفق عليها، وبناء على ذلك؛ فإن كل قرار بشأن المشروع يرتبط بالتكلفة سيؤثر على كل من العميل والمقاول، وبالتالي يبقى الحرص من طرفي التعاقد على إيجاد توفير في التكلفة وإحداث فائض من السعر المستهدف.

7. التوصيات:

1. يوصي البحث أنه في حالة وجود إتفاقيات إطارية لمشروعات لا يتم خلالها إلزام أطراف المشروع بضرورة المشاركة المبكرة للمعنيين؛ فإنه لابد من إجراء مراجعات خارجية للتصميمات للتحقق من الإغفالات المحتملة، وتقييم قابلية بناء المشروع، مما يقلل من مخاطر زيادة أوامر التغيير وإعادة العمل والإضافات أثناء مراحل البناء.

2. كما يوصي البحث بضرورة إجراء دراسة تهدف إلى الوصول إلى وجود آلية علمية واضحة لتحقيق التسارع في تنفيذ المشروعات من خلال اتباع منهج التصميم المعتمد على البناء، مع ضرورة إتباعها بدراسة تطبيقية لأحد المشروعات لتلك الآلية، وذلك بدءًا من مرحلة التصميم وانتهاءً بتسليم المشروع؛ لاختبار تلك الآلية، والتأكد من قابلية تعميمها وتطبيقها في المشروعات.

8. المراجع:

[1] Hanna, A. S. “Benchmark Performance Metrics for Integrated Project Delivery.” Journal of Construction Engineering and Management, 4016040(9), 1–9, 2016.

[2] Austin,R., Pishdad-Bozorgi,P., de la Garza J.M. “Successful Delivery of Flash Track Projects.” Research Report 311-11, Construction Industry Institute, Austin, TX. 2016.

[3] Sodal, A. H., Laedre, O., Svalestuen, F., Lohne, J. , “Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team.” Proceedings for the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction., 519–531. 2014.

[4] Song, L., Mohamed, Y., and AbouRizk, S. M. “Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance.” Journal of Management in Engineering, 25(1), 12–20. 2009.

[5] Khoueiry Y, Srour I, Yassine A. An optimizationbased model for maximizing the benefits of fast-track construction activities. J Oper Res Soc. 64(8):1137–1146. 2013.

[6] Eastham G. European Construction, I., Great, B., Department of, T., & Industry 2002. The fast track manual: a guide to schedule reduction for clients and constractors on engineering and construction projects. Loughborough: European Construction Institute.

[7] Project Management Institute, “A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK”, 6th edition, 2017.

[8] Delaney, J. Construction program management: Auerbach Publications. 2016.

[9] Ballesteros-Pérez, P. Modelling the boundaries of project fast-tracking. Automation in Construction, 84, 231-241. 2017.

[10] AIA, American Institute of Architects, “The Architect's Handbook of Professional Practice”, John Wiley & Sons,14th ed, N J, 2011.

[11] Kasim NB, Anumba CJ and Dainty ARJ, “Improving materials management practices on fast-track construction projects”. In Proceedings 21st Annual ARCOM Conference (Khosrowshahi F (ed.)). Association of Researchers in Construction Management, London, UK, vol. 2, pp. 793–802. 2005.

[12] Salem, O., Miller, R. “Best Practices for Design in Fast-Track Projcts.” Research Report 222-11, Construction Industry Institute, Austin, TX. 2008.

[13] Pullan, T. T., Bhasi, M., and Madhu, G. “Application of concurrent engineering in manufacturing industry.” International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 23(5), 425–440. 2010.
[14] Eldin, N. “Concurrent Engineering: A Schedule Reduction Tool.” Journal of Construction Engineering and Management, 123:3 (354): 354-362. 1997.
[15] De La Garza, J. M., and Pishdad-Bozorgi, P. “Workflow Process Model for Flash Track Projects.” Journal of Construction Engineering and Management, 144(6), 1–6. 2018.
[16] CII (Construction Industry Institute). "Prefabrication, Preassembly, Modularization, and Offsite Fabrication in Industrial Construction: A Framework for Decision-Making." Research Summary 171-1, Austin, TX. 2002.
[17] CII (Construction Industry Institute). "Planning for the Future with Modularization and Offsite Construction". 2021
[18] Austin,R., Pishdad-Bozorgi,P., de la Garza J.M. “Successful Delivery of Flash Track Projects.” Research Report 311-11, Construction Industry Institute, Austin, TX. 2016.
[19] Laryea, S. and Watermeyer R, “Early contractor involvement in framework contracts”, Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Management, Procurement and Law 169(1), 4–16. 2016.
[20] El Asmar, M., Assainar, R. “Breaking with Tradition: Quantifying the Performance Impact of Nontraditional Stakeholder Involvement.” Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 9(2), 04517001. 2017.
[21] Francom, T., El Asmar, M., Ariaratnam, S. T. (). “Schedule Performance of Construction Manager at Risk (CMAR) Delivery on Pipeline Engineering and Construction Projects.” Construction Research Congress 2016, ASCE, San Juan, PR., 569-578. 2016.
[22] KARINE PETROSYAN, “Factors Impacting Schedule in Fast-Track, Design-Bid-Build Projects: The Case of Public Colleges”, Département des génies civil, géologique et des mines, 2020.
[23] Moazzami, M., Dehghan, R., & Ruwanpura, J. “Contractual risks in fast-track projects. Procedia engineering”, 14, 2552-2557. 2011.
[24] Appelbaum, J. R. “Does It Really Matter? What Does the Project Delivery System Bring to the Success or Failure of the Project?” American Bar Association. 2012.
[25] Gransberg, D. D. “Comparing Construction Manager–General Contractor and Federal Early Contractor Involvement Project Delivery Methods.” Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2573, 18–25. 2016.
[26] CII (Construction Industry Institute). "Project Delivery Systems: CM at Risk, DesignBuild, Design-Bid-Build." Research Summary 311-1, Austin, TX. 1997.
[27] Robert Prieto, “Construction Driven Design Constructability Review Before Design Commences Key Points”, National Academy of Construction NAC, 2020.
[28]https://savagedodd.co.za/sol-plaatje-university-building-c002-moroka-hall-of-residence-dining-hall-lecture-rooms-and-offices/ (active till may 2024).
[29] Samuel Laryea, Ron Watermeyer, “Managing uncertainty in fast-track construction projects: case study from South Africa”, Article in Management Procurement and Law. DOI: 10.1680/jmapl.19.00039. February 2020.
[30] Close out Report of the New Universities Project Management Team on the Development of New Universities in Mpumalanga and the Northern Cape 01 NOVEMBER 2011 - 31 JULY 2017.