

بحث بعنوان

استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء في مرحلة التصميم للحد من الأوامر التغييرية والمطالبات في

المشاريع الإنشائية

إعداد

المهندس حسام عقله محمد الخزاعله

مدير مديرية العطاءات - بلدية المفرق الكبرى

المُلخَص:

تشكل الأوامر التغييرية تحديًا رئيسيًا لاستكمال المشاريع الإنشائية ضمن التكلفة والوقت والجودة المحددة للمشروع، بل و تعدّ أحيانًا سببًا رئيسيًا لتوقف وعدم استكمال تنفيذ بعض المشاريع الإنشائية. وتعرف الأوامر التغييرية على أنها تغييرات تطرأ على وثائق العقد في الاتفاقية الأصلية للمشروع. ويكون ذلك على شكل تغييرًا في الأسعار أو الجودة أو المدة أو الكميات أو أي شكل من أشكال التغيير التي تؤثر على سير المشروع. وتنتج الأوامر التغييرية لعدّة أسباب و بعدة مراحل من مراحل تنفيذ المشروع، وأهم هذه المراحل هي مرحلة التصميم؛ لما ينتج عنها كم هائل من المعلومات الخاصة بالمشروع والتي تحتاج لجهد كبير لربط هذه المعلومات ببعضها البعض والتنسيق بين جميع التخصصات المرتبطة بالعملية التصميمية واحتساب الكميات ووضع المواصفات للأعمال بشكل دقيق. ومن هنا برزت الحاجة الماسة لوجود تقنية تتعامل مع هذا الكم الهائل من المعلومات الخاصة بالتصميم، وهي ما تعرف بتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM). ويركز البحث على التعريف بالأوامر التغييرية وأنواعها وأسبابها والمطالبات في المشاريع الإنشائية وتأثيرها على المشروع، وكما يركز البحث على توضيح مفهوم تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) وفوائدها والتصميم وفق مفهوم نمذجة معلومات البناء (BIM) ومراحل تطبيقها وكيفية استخدامها من خلال مرحلة التصميم للمشروع للحد من الأوامر التغييرية والمطالبات في المشاريع الإنشائية، حيث إن استخدام هذه التقنية ترنقي بنموذج التصميم من نظم المعلومات الرسومية الثنائية الأبعاد إلى نظم المعلومات متعددة الأبعاد (3D، 4D، 5D)، وتسهل هذه النظم متعددة الأبعاد عمل تصميم رقمي افتراضي متكامل يحوي وصفًا دقيقًا مترابطًا للتصميم، ويعتبر هذا النموذج وحيد، مما يعني أن عملية توليد المخططات للتصميم عملية مضمونة في كونها متطابقة، يمكن من خلالها نمذجة مستخلصات الكميات والجدول الزمني وتقرير الكميات بدقة فائقة، وبذلك يمكن التغلب والحد من الأوامر التغييرية والمطالبات الناتجة عن أنظمة التصميم التقليدية.

<https://jasps.com>

Abstract:

Variation orders are a major challenge to completing construction projects within the cost, time and quality specified for the project, and sometimes they are a major reason for stopping and not completing the implementation of some construction projects. Variation orders are defined as changes to the contract documents in the original project agreement. This can be in the form of a change in prices, quality, duration, quantities or any form of change that affects the progress of the project. Variation orders are produced for several reasons and in several stages of project implementation, the most important of which is the design stage, as it produces a huge amount of information related to the project, which requires a great effort to link this information together and coordinate between all specializations related to the design process, calculate quantities and set specifications for the work accurately. Hence, the urgent need for a technology that deals with this huge amount of design information, which is known as Building Information Modeling (BIM) technology. The research focuses on defining change orders, their types, causes, and claims in construction projects and their impact on the project. The research also focuses on clarifying the concept of Building Information Modeling (BIM) technology, its benefits, and design according to the concept of Building Information Modeling (BIM), its application stages, and how to use it during the design phase of the project to reduce change orders and claims in construction projects. The use of this technology upgrades the design model from two-dimensional graphic information systems to multi-dimensional information systems (3D, 4D, 5D). These multi-dimensional systems facilitate the creation of an integrated virtual digital design that contains an accurate, interconnected description of the design. This model is unique, which means that the process of generating design plans is a guaranteed process in that it is identical, through which it is possible to model quantity extracts, schedules, and quantity reports with great accuracy, thus overcoming and reducing change orders and claims resulting from traditional design systems.

المُقدِّمة :

يعد قطاع الصناعات الإنشائية من القطاعات الرئيسية في المجتمع مساهمةً وتشكياً، وتتوزع المشاريع الإنشائية حسب نوع الاستخدام من مشاريع خدمية، سكنية، صحية، تعليمية ومشاريع بنية تحتية، ويلعب هذا القطاع دوراً فعالاً في تنمية المجتمع المحلي، حيث يجب إدارة تكلفة هذه المشاريع في الميزانيات الحكومية لضمان الاستدامة والجودة والتنفيذ بأسرع ما يمكن وبكفاءة كما خطط لها في مرحلة التصميم.

يكون لمرحلة التصميم دوراً رئيسياً في تحديد تكلفة المشاريع الإنشائية، تبدأ المرحلة الأولى من عملية التصميم بجمع المعلومات وتحديد بيئة ومتطلبات الموقع ودراسة التحديات والمتطلبات الخاصة بوظيفة المشروع، ثم يقوم المصمم بتحليل هذه البيانات وترجمتها إلى أفكار ومن ثم ترجمة هذه الأفكار لنموذج ثنائي الأبعاد ينتج عنه المخططات الخاصة بالمشروع والتي يتم فيما بعد ربطها ببعضها البعض وإعادة صياغتها لينتج عنها ما يسمى بوثائق العطاء تشمل: العقود والمخططات والكميات والمواصفات والجداول الزمنية وأي معلومات أخرى مترابطة بعملية التصميم.

ومع هذا الكم الهائل من المعلومات الناتج عن العملية التصميمية وخلال مرحلة التصميم يمكن أن تنشأ العديد من المشاكل نتيجة تدني قدرة المصمم على إدارة هذه المعلومات وتضاربها وعدم مطابقتها لبعضها البعض في مخططات المشروع المختلفة وعدم القدرة على تقدير الكميات الخاصة بالمشروع بشكل دقيق نظراً لاستخدام الحصر شبه اليدوي والعمل على مراحل التصميم بتخصصات مختلفة بمعزل عن بعضها البعض، بالإضافة إلى عدم القدرة على تقدير المدة الزمنية اللازمة لإنجاز المشروع؛ نظراً لأن عملية التصميم تتم بمرحلة معزولة عن مرحلة الجدولة الزمنية للمشروع وعدم وجود نموذج قادر على الربط بين مخططات

<https://jaspps.com>

المشروع المختلفة وتحديث معلوماتها بشكل مباشر ومترابط في حالة إجراء أي تحديث عليها أو تغيير في التصميم، بالإضافة لعدم قدرة المالك على الفهم الواضح والتصوير الكامل للشكل النهائي للتصميم؛ مما يؤدي لقيام المالك بطلب العديد من التغييرات على التصميم الأصلي أثناء فترة تنفيذ المشروع.

وهذه المشاكل الناتجة عن العملية التصميمية للمشروع تنعكس بشكل مباشر على مرحلة التنفيذ بصورة سلبية، وتؤثر على قيمة المشروع المقدر، والجدول الزمني للمشروع، بالإضافة إلى جودة العمل. وذلك نظرًا للقيام بالعديد من التغييرات خلال مرحلة التنفيذ، وتكون هذه التغييرات أو التعديلات على العقد الخاص بالمشروع بمراحله المختلفة سواءً في بدايته أو خلال التنفيذ، وتتمثل هذه التغييرات أو التعديلات في التصميم أو على طريقة التنفيذ أو بإضافة وحذف بند من بنود المشروع أو تغيير بطريقة التنفيذ أو تغيير في التكاليف، وهذه التغييرات والتعديلات ينتج عنها مطالبات من المقاول لمالك المشروع قد تخل بتوازن المشروع والاستمرارية في تنفيذ أعمال المشروع وزيادة مدة التنفيذ أو توقفها في بعض الحالات .

مشكلة البحث:

تؤدي الأوامر التغييرية إلى تأخير تنفيذ المشاريع الإنشائية عن الجدول الزمني المحدد، بالإضافة إلى زيادة التكلفة النهائية عن التقديرات الأولية. وهذا قد يسبب خلافات بين المقاول والمالك، والتي يمكن أن تتحول إلى مطالبات. تنشأ هذه المطالبات نتيجة الحاجة لتعويض الأضرار التي يتعرض لها المتعاقدون. أي بنود أو ظروف تتعارض مع افتراضات أي طرف في العلاقة التعاقدية في عقد الإنشاءات قد تؤدي إلى تغييرات في المواد، والعمالة، والوقت اللازم للتنفيذ، مما ينتج عنه أعباء إضافية لم يتم أخذها في الاعتبار عند توقيع عقد المقاوله الخاص بالمشروع.

<https://jasps.com>

للتقليل من هذه التغييرات، يجب إدارة كمية كبيرة من المعلومات المتعلقة بالمشروع خلال مرحلة التصميم، بالإضافة إلى معالجة المشكلات المرتبطة بتبادل وصياغة وترابط هذه المعلومات مع التكلفة والجودة والجدول الزمني للمشروع الإنشائي. لذا تبرز الحاجة إلى أداة خاصة لربط هذه المعلومات معًا وتحديد تأثيراتها وانعكاساتها على المشروع .

أهداف البحث:

- 1- دراسة مفهوم الأوامر التغييرية وأنواعها وأسبابها في العقود الإنشائية.
- 2- دراسة مفهوم المطالبات والتكاليف المترتبة عليها في العقود الإنشائية.
- 3- دراسة تقنية نمذجة معلومات البناء ودورها في الحد من الأوامر التغييرية والمطالبات في المشاريع الإنشائية من خلال مرحلة التصميم.

أهمية البحث :

تتجلى أهمية هذه الدراسة في فهم مفهوم الأوامر التغييرية والمطالبات والعوامل التي تؤدي إليها في العقود الإنشائية. كما تهدف إلى توضيح تقنية نمذجة معلومات البناء وكيفية استخدامها في مرحلة التصميم للحد من الأوامر التغييرية والمطالبات التي قد تظهر خلال مرحلة التنفيذ، والتي تتجم عن ضعف كفاءة عملية التصميم وصعوبة ترابط مراحلها والمعلومات الناتجة عنها والتقنية التقليدية المستخدمة في إدارة وصياغة وترابط هذه المعلومات مع الكلفة والجودة والجدول الزمني للمشروع الإنشائي.

1. الأوامر التغييرية (Variation Order) :

في المشاريع الإنشائية هي تعديلات أو تغييرات يتم إجراؤها على نطاق العمل المتفق عليه في العقد بين صاحب المشروع والمقاول. تحدث هذه التغييرات بسبب عوامل مثل ظروف غير متوقعة، أخطاء في التصميم، رغبة المالك في تحسين المشروع، أو تحديث المتطلبات. الأوامر التغييرية تؤثر على التكلفة والجدول الزمني، ويجب إدارتها بعناية. وفيما يلي التفاصيل:

1-1 أنواع الأوامر التغييرية:

تتعدد أنواع الأوامر التغييرية وفقاً لطبيعة التغيير؛ فمنها تغييرات على التصميم بسبب الحاجة للتعديل على المخططات والمواصفات والكميات، ومنها تغييرات في موقع المشروع بسبب ظروف غير متوقعة تغير نوعية التربة في مناطق معينة في المشروع أو ظهور فراغات أرضية، ومنها تغييرات على الجدول الزمني للمشروع نظراً لظروف مفاجئة تتطلب تسريع أو تأخير إنجاز مراحل معينة في المشروع، ومنها تغييرات تقنية بسبب تحديثات في التكنولوجيا المستخدمة في تشغيل وتوافق المعدات مع بعضها البعض.

2-1 إجراءات إصدار الأوامر التغييرية وإدارتها:

تبدأ إجراءات إصدار أمر تعديلي عن طريق طلب التغيير من قبل المالك، الاستشاري، أو المقاول متضمناً وصفاً للعمل المطلوب وانعكاساته المتوقعه على التكلفة والمدة الزمنية للمشروع، ليتم في الخطوة اللاحقة عمل تقييم للتغيير المطلوب من قبل استشاري المشروع عن طريق إعداد تقرير يوضح فيه التأثير على التكلفة والجدول الزمني للمشروع، ثم يصدر للموافقة أو رفض الأمر التعديلي من قبل المالك بعد أن يقدم إليه من

قبل الاستشاري ليصدر أمر تغييري رسمي يتضمن التغييرات المطلوبة. وفي المرحلة النهائية يتم تنفيذ التغيير عن طريق المفاوض وفقاً للتعليمات الجديدة.

كما أن عملية إدارة الأوامر التغييرية بشكل فعال يمكن أن تقلل من التحديات المرافقة للأوامر التغييرية مثل زيادة التكلفة المترتبة على ذلك والتأخير في تنفيذ المشروع المصاحب للأوامر التغييرية والخلافات بين أطراف العقد وتأثير كل ذلك على جودة العمل المطلوب في المشروع. وإدارة فعالة للأوامر التغييرية يجب الالتزام بالشفافية وتوثيق التغييرات وبما فيها الأسباب والآثار المترتبة على ذلك، وتقديم حساب دقيق لتأثير التغييرات على موازنة المشروع والكلفة الاجمالية، وتعزيز التنسيق والتواصل بين أطراف العقد (المالك، المفاوض، الاستشاري) لتقريب وجهات النظر وتجنب أي خلافات، كما يجب الحد من التغييرات غير الضرورية عن طريق إجراء مراجعة شاملة لوثائق المشروع قبل البدء بمرحلة التنفيذ لتجنب التغييرات غير الضرورية.

3-1 تأثير مرحلة التصميم على الأوامر التغييرية:

تعتبر مرحلة التصميم عنصراً أساسياً في تقليل أو زيادة احتمالية الأوامر التغييرية في المشاريع الإنشائية. إذا تم التعامل مع التصميم بدقة وشمولية، يمكن تقليل الحاجة إلى التعديلات خلال مرحلة التنفيذ. على العكس، فإن التصميم غير المكتمل أو الذي يحتوي على أخطاء قد يؤدي إلى زيادة كبيرة في الأوامر التغييرية. وللمحد من الأوامر التغييرية الناتجة عن عملية التصميم يجب توخي الدقة في التصميم عن طريق تقديم تصميمات شاملة ودقيقة للمشروع بشكل مفصل ومتربط من شأنه التقليل من التعارضات بين عناصر التصميم المختلفة (المعمارية، الإنشائية، والكهربائية، والميكانيكية) وتقديم رسومات متكاملة توضح متطلبات الأنظمة المستخدمة في المشروع. كما يجب إشراك المالك في عملية التصميم لفهم احتياجاته وتقديم تصور واضح

<https://jasps.com>

وكامل للمالك وسهل الفهم لتجنب أي تغييرات قد تحدث في مرحلة التنفيذ نتيجة عدم فهم المالك للتصاميم المقدمة للمشروع أثناء مرحلة التصميم. كما يجب دراسة موقع المشروع دراسة دقيقة وشاملة والتعامل مع الظروف الجيولوجية للموقع والبنية التحتية المحيطة بالموقع وذلك لمساهمة هذه الدراسة أثناء التصميم بتجنب الأوامر التغييرية الناتجة عن طبيعة الموقع، إذ يلاحظ ان الأوامر التغييرية المتعلقة بالموقع ترتفع تكلفتها بشكل ملحوظ. كما يجب أثناء مرحلة التصميم الالتزام بالمعايير والأنظمة المعتمدة من الجهات المختصة لتجنب أي تغييرات ناتجة عن التصميم غير المتوافق للأنظمة والمواصفات المحلية والدولية. كما يجب التوظيف الأمثل للتكنولوجيا خلال مرحلة التصميم للكشف عن المشكلات والتعارضات ما بين عناصر التصميم المختلفة، كما يجب الابتعاد عن الاستخدام شبه اليدوي لعمليات حصر الكميات ومطابقتها مع المواصفات لبنود المشروع نظرًا للمشاكل المترتبة على هذه العملية خلال تنفيذ الأعمال المختلفة للمشروع.

كما أن تدني كفاءة التصميم يؤدي إلى زيادة في التكلفة المخصصة للمشروع نتيجة لأخطاء التصميم والتي تعالج في مرحلة التنفيذ عن طريق تصدير الأوامر التغييرية، وتأخير في الجدول الزمني للمشروع نتيجة تنفيذ هذه التغييرات، ويعد التصميم غير المكتمل سبب رئيسي في الخلافات التي تحصل بين أطراف العقد حول المسؤوليات عن التغييرات والتعديلات والتكاليف والتأخيرات الزمنية المرتبطة بها والتي تتحول لاحقاً لمطالبات. كما أن تنفيذ هذه التغييرات والتعديلات قد يؤثر بشكل سلبي على جودة المشروع نظرًا لتنفيذ هذه التغييرات بسرعة لتتوافق مع الجدول الزمني للمشروع.

1-4 تأثير الأوامر التغييرية على التكلفة الكلية للمشروع :

يمكن أن يتضمن الأمر التغييري تعديلات في الكمية أو النوعية أو المقاييس أو الأبعاد أو النسب، بالإضافة إلى إمكانية تنفيذ أعمال إضافية أو إلغاء بعض الأعمال، دون أن يكون الهدف هو تنفيذها من قبل جهات أخرى. كما يمكن أن يشمل الأمر إعادة ترتيب عمليات التنفيذ، وذلك ضمن نطاق العمل، دون إحداث تغيير جذري في طبيعة العمل وخصائصه. جميع هذه التعديلات تؤثر على التكلفة بتكبد المقاول تكاليف إضافية مباشرة كمثل رواتب كادر المقاول ونفقاته الإدارية أو تكاليف غير مباشرة مثل التأمينات وأي خسائر قد تلحق به نتيجة التغيير خصوصاً إذا كانت هذه الأوامر تتطلب زيادة في العمل واستبدال مواد بأخرى. وزيادة في ساعات العمل وما يرتبط بها من زيادة في النفقات والأجور الإضافية وزيادة في تكاليف تاجير وتشغيل المعدات واجور المستخدمين، كما أن بعض الأوامر التغييرية قد تتطلب إلغاء جزء من أعمال تم تنفيذها سابقاً مما يترتب على ذلك خسارة وتكاليف إضافية على المقاول.

1-5 تأثير الأوامر التغييرية على زمن تنفيذ المشروع :

نظراً لأن تنفيذ الأعمال يتأثر بعدة عوامل مثل ظروف العمل في الموقع، والأحوال الجوية، وتوفر العمالة والمواد، والمعدات، وغيرها من التغيرات، فإن الأوامر التغييرية قد تؤثر بشكل إيجابي أو سلبي على مدة تنفيذ المشروع. إذ أن تنفيذ الأوامر التغييرية يتطلب زيادة في كمية الأعمال المطلوبة مما يعني زيادة في مدة تنفيذها، مما يؤثر على الجدول الزمني للمشروع ويمدد فترة التنفيذ الكلية للمشروع بناءً على نوعية وحجم الأعمال التغييرية المطلوبة، كما أن إصدار أوامر تغييرية متضاربة ومتشعبة تعيق سير العمل في المشروع وتؤثر بصورة سلبية على تسلسل تنفيذ الأعمال مما يعني زيادة على مدة تنفيذ المشروع ككل. كما أن تمديد

<https://jasps.com>

مدة المشروع نتيجة الأوامر التغييرية المصدرة للمقاول تأخر موعد تسليم المشروع ليدخل ضمن ظروف مناخية مختلفة عن المتوقعة، كتمديد مدة العطاء ليصبح موعد التسليم في فصل الشتاء مما يؤثر على تسلسل سير العمل لدى المقاول نظرًا للظروف الجوية في فصل الشتاء والذي يتطلب في حينها تمديد إضافي نظرًا للظروف المناخية. كما أنه في حالة الأوامر التغييرية التي تستلزم تحديث المواد ومواصفات، قد يواجه المقاول صعوبة في العثور على عمالة ماهرة قادرة على التعامل مع هذه المواد والتقنيات الحديثة المطلوبة، مما قد يؤدي إلى تأخير تنفيذ المشروع.

2. المطالبات (Claims) :

1-2 تعريف المطالبات

تعرف المطالبات في المشاريع الإنشائية بأنها قيمة يطالب بها أحد أطراف عقد المقاول للمشروع الإنشائي كتعويض عن أعباء وتكاليف إضافية لم تؤخذ في الاعتبار عند توقيع عقد المقاول بين أطراف العقد نتيجة ضرر لحق به.

وتقدم المطالبات في حالات عديدة كمثل مواجهة المقاول لمسببات تؤدي لزيادة كلفة المشروع أو مدة التنفيذ المشروع عما هي عليه في العقد الأصلي للمشروع سواء كانت خارجة عن إرادته أو بسبب إصدار أوامر تغييرية من قبل المالك أو الاستشاري للتغيير على أعمال المشروع. أو مثل إدعاء أحد الأطراف بأن الطرف الآخر لم يلتزم أو تأخر في تنفيذ مسؤولياته والتزاماته وفقًا لشروط ومواصفات العقد. أو أن يدعي أحد أطراف العقد أن العقد يمنحه الحق في الحصول على تعويضات بناءً على أسباب محددة في مستندات التعاقد، مما يتيح له تقديم مطالبة استنادًا إلى أي من هذه الأسباب التعاقدية.

<https://jaspps.com>

وفي حال توجه المقاول بتقديم مطالبات، يتعين عليه إعداد مطالبته وتقديمها إلى المهندس (ممثل المالك)، مع دعمها بكافة المعلومات التي تثبت صحتها، بالإضافة إلى الجوانب المالية والمستندات التي تؤكد كل حدث، وكذلك الحسابات التي توضح للمهندس التكاليف الإضافية التي تكبدها المقاول مقارنةً بالمخطط. وذلك حتى يتمكن المهندس من دراسة المطالبة وتحديد أحقية المقاول فيها، أو اللجوء إلى التحكيم في حال عدم تمكن المهندس من الوصول إلى حل.

2-2 مراحل تقديم المطالبات

المرحلة الأولى: مرحلة ما قبل إحالة العطاء، إذ انه قد ينشأ خلاف في هذه المرحلة ما المقاول والمالك في حال رفض المالك لعرض المقاول المقدم من قبله دون إبداء أسباب منطقية وقبول عرض مقدم من مقاولين آخر، أو إذا وُجد خطأ في أي من المستندات المقدمة للمقاول، ولم يظهر في المستندات المقدمة من مقاولين آخرين، حيث إن ذلك قد يؤدي إلى تغيير السعر عند تصحيح هذا المستند، ليصبح سعر المقاول أعلى من باقي المناقصين مما يؤدي لاستبعاد عرضه.

المرحلة الثانية : مرحلة تنفيذ وإدارة المشروع، ويشار هنا إلى أن عقد المقاولة يعطي الحق للمالك أو استشاري المشروع بتصدير أوامر تغييرية للمقاول نتيجة لأية ظروف خلال تنفيذ المشروع وسواء كانت هذه التغييرات أو التعديلات إجبارية أو اختيارية إلا أن هذه التغييرات تؤثر على تكلفة المشروع وجدوله الزمني، وهنا تكمن الحاجة لطلب المقاول تعديل القيمة أو المدة الزمنية للمشروع، إلا انه أحياناً ولعدم اتفاق المقاول والمالك على قيمة هذه التغييرات وانعكاساتها على المدة الزمنية للمشروع تنشأ نتيجة لذلك المطالبات، سواء كانت مطالبات لتغييرات في طبيعة أعمال العقد (Changes Claims)، أو مطالبات للأثار المترتبة على

التغيير (Impact Claims)، أو مطالبات لجودة وضمن التنفيذ (Claims Performance Quality)، أو مطالبات النوايا السيئة (Bad Faith Claims).

2-3 تكلفة المطالبات

الهدف الأساسي من تقدير تكلفة المطالبات المقدمة من المقاول هو تقديم تفاصيل دقيقة لصاحب العمل حول التكاليف الإضافية الناتجة عن التغييرات. لفهم طبيعة التغيير وأثاره، مما يجعلها أساساً قوياً للمفاوضات. وتقدر تكلفة المطالبات بطريقة التسعير المسبق إذ يتم الاتفاق على تكلفة المطالبة قبل البدء في تنفيذ التغييرات، أو بطريقة التسعير ما بعد التغيير إذ يقدم المقاول تكلفة المطالبات بعد الإنتهاء من الأعمال وذلك لصعوبة حصر تكلفتها مسبقاً، أو بطريقة التسعير حسب تكلفة الوحدة ويعتمد في هذه الطريقة على الفواتير والمستندات التي تظهر الأعمال الحقيقية مقدرة بنظام الوحدة أو الساعة للمعدات وطواقم العمل وغيرها.

3. نمذجة معلومات البناء (BIM - Building Information Modeling)

3-1. مفهوم نمذجة معلومات البناء (BIM)

تقنية تركز على دمج عملية التوصيف والنمذجة مع هيكل المبنى بأبعاده الثلاثة وأكثر، من خلال نموذج رقمي موحد يتضمن كافة المعلومات المتعلقة بالمشروع، ويتم تحديثه بشكل دوري من قبل المعنيين. وتتعدى فكرة هذه التقنية مجرد إنشاء شكل ثلاثي الأبعاد للمبنى، فهي تشمل النمذجة الشاملة لكل مرحلة من مراحل بناء المبنى، بدءاً من التصميم وصولاً إلى التنفيذ والصيانة، وتتضمن جميع عناصر المشروع مع معلومات

<https://jasps.com>

مفصلة عن كل عنصر، مثل الأبعاد، المواد، الأداء، والتكلفة، الكفاءة، الصيانة. وهذه التقنية تقدم تقدير لتكاليف المشروع والجدولة والتفصيل وإنتاج الفاتورة المسبقة والرسومات الآلية وتخطيط كامل وشامل للمشروع.

كما تسمح تقنية نمذجة معلومات البناء للتعامل مع المشروع بعدة أبعاد، نموذج ثنائي الأبعاد (2D) يسمح بعرضه من أي اتجاه، ونموذج ثلاثي الأبعاد (3D) يعرض نموذج مرئي بكافة تفاصيل التصميم، ونموذج رباعي الأبعاد (4D) بإضافة بعد الزمن يعرض جدولة زمنية محدثة للمشروع، ونموذج خماسي الأبعاد (5D) وذلك بربط النموذج بالمعلومات المالية لتقدير تكلفة المشروع، ونموذج سداسي الأبعاد (6D) ويقدم نموذج بيئي مستدام يهتم بتحسين كفاءة الطاقة، ونموذج سباعي الأبعاد (7D) يقدم نموذج لإدارة المرافق يهتم بالصيانة والتشغيل المستقبلي.

2-3 فوائد استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في المشاريع الإنشائية:

تعود هذه التقنية بالعديد من الفوائد على المشروع سواء كان في مرحلة التصميم أو التنفيذ إذ أن استخدام هذه التقنية يمكن من تحسين التخطيط والتصميم عن طريق تحديد التعارضات بين التخصصات المختلفة كمثال المخططات المعمارية والإنشائية والكهروميكانيكية، والكشف المبكر عن الأخطاء في عملية التصميم مما يحد من اللجوء للأوامر التغييرية لاحقاً، ويمكن من إدارة التكلفة والوقت بتقديم نماذج تحلل تكلفة المواد والوقت بشكل دقيق، ويمكن تسهيل التعاون والتواصل بين جميع الأطراف المعنية وتعزيز الشفافية والتفاهم عن طريق العمل على نموذج واحد شامل ومتكامل، كما يسهل من إدارة المرافق والصيانة من خلال توفير معلومات التصميم والبناء والتشغيل وتقديم بيانات دقيقة عن الأصول والمعدات المستخدمة، كما يمكن من توليد

<https://jaspss.com>

مخططات وجداول كميات ومواصفات المشروع في أي وقت وشكل مباشر مما يعني تقليل الوقت ودقة في تقدير التكلفة والوقت ومنع التضاربات المحتملة. كما يمكن من محاكاة عملية البناء وأنشطة التشغيل قبل التنفيذ لحل المشكلات المحتملة والتنبؤ بالأداء.

3-3 التصميم وفق مفهوم نمذجة معلومات البناء (BIM)

تتميز تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) بتمثيل عناصر التصميم المختلفة من خلال خصائصها وربطها ببعضها البعض، إذ تعرف هذه العناصر بخصائصها الهندسية والمكانية والجغرافية ومواصفاتها بحسب الكودات المعتمدة والمواد المكونة لها وأسعارها ومصنعها ومورديها وغيرها من خصائص مترابطة. ويتم تصنيف هذه العناصر بمسمياتها كالنوافذ والأبواب والجدران، إذ يمكن التعرف والتعديل على خصائص هذه العناصر بكل سهولة من خلال تغيير قيمها ضمن النموذج بدلاً من استخدام الطرق التقليدية في التصميم من حذف وإعادة رسم لهذه العناصر.

إن العناصر بمفهوم BIM تمثل من خلال بارمترات وقواعد لربط العناصر ببعضها، إن الكائنات تعرف بخصائصها الهندسية (طول - عرض - ارتفاع .. الخ) وخصائصها الأخرى مثل المعلومات المكانية والجغرافية والمواد المكونة ومتطلبات الكود والأسعار والكميات والمصنع والمورد وغيرها من المعلومات غير الرسمية، حيث إنه لا يتم تمييز العناصر بالطبقات أو الألوان ولكن يتم تصنيفها كعناصر مسماة كالنوافذ ويمكننا التعرف على خصائص النافذة كالمواد المكونة والمواصفات والأبعاد والتفاصيل لها، والتي يمكن ان تعدل بسهولة من خلال تغيير القيم ضمن خصائصها بدل من محي وتعديل وتكبير وتصغير الخطوط والمنحنيات بالطرق التقليدية، إذ يتم تصنيف العناصر بناءً على مجموعة من المواصفات الخاصة بالبناء،

<https://jasps.com>

مع وضع قواعد تنظم العلاقة بينها. تحدد هذه القواعد كيفية ربط العناصر، ومدى تقاربها، أو توازيها، أو تعامدها، مما يتيح تحديداً آلياً لكل العناصر المرتبطة بالتغييرات في التصميم. وبالتالي، يتم اختصار الوقت والجهد بشكل كبير، وتقليل فرص السهو والأخطاء التي قد تحدث غالباً في الطرق التقليدية، خاصة في المشاريع الكبيرة والمعقدة. لذا، فإن عملية الربط تعتبر فعالة جداً في تجنب الأخطاء وتوفير الوقت، بالإضافة إلى تحسين التنسيق بين المخططات بشكل عام. مما يقلل من الأوامر التغييرية والمطالبات في المشاريع الإنشائية عن طريق تقديم تصاميم دقيقة وشاملة وتسهل التواصل بين أطراف العقد مما يقلل ويحد من التغييرات والتعديلات غير المتوقعة أثناء التنفيذ وما يتبعها من أمور قانونية ومالية .

3-4 أثر استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء على الأوامر التغييرية والمطالبات

يمكن استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مرحلة التصميم المعماري من تقليل الأخطاء والتعارضات في التصاميم المختلفة عن طريق دمج جميع التخصصات (معماري، إنشائي، كهربوميكانيك) وجداول الكميات والمواصفات بنموذج واحد شامل ومتكامل مما يعني تجنب التغييرات والتعديلات أثناء التنفيذ، كما يمكن من تحسين التخطيط والتنبؤ من خلال محاكاة المشروع بما في ذلك العمليات اللوجستية وتسلسل الأنشطة قبل البدء بالتنفيذ مما يكشف عن أي مشاكل محتملة تؤدي فيما بعد للجوء للأوامر التغييرية، كما يمكن استخدام هذه التقنية من تقديم تصور ورؤية دقيقة لتفاصيل المشروع في مرحلة التصميم للمالك؛ مما يقلل من التغييرات الناتجة عن سوء الفهم وعدم وضوح المتطلبات. كما يمكن من تحليل وتقييم تأثير الخيارات البديلة على الوقت والتكلفة قبل تنفيذها مما يقلل من تغييرات التصميم أثناء التنفيذ.

النتائج :

استخدام تقنية نمذجة البناء (BIM) في مرحلة التصميم تؤدي إلى:

- الحد من الأوامر التغييرية: من خلال تحسين تخطيط وتنسيق التصميمات وجداول الكميات والمواصفات بتقديم نموذج واحد شامل متكامل واكتشاف الأخطاء مبكرًا وعدم وجود تضاربات بين عناصر التصميم المختلفة . والقدرة على توضيح التصميم بشكل واضح وسهل الفهم للمالك مما يؤدي إلى تجنب العديد من التغييرات التي يطلبها المالك في فترة التنفيذ نظرًا لعدم فهمه المسبق للتصميم.

- تقليل المطالبات: بفضل التوثيق الشامل، وإدارة المخاطر الفعالة، وتعزيز التواصل بين جميع الأطراف، بالإضافة إلى القدرة على تحليل ومحاكاة الهياكل.

إذ يمكن القول هنا بأن تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ليست أداة نمذجة ثلاثية الأبعاد، بل هي أيضًا أداة فعالة لإدارة المشروع بشكل أكثر كفاءة ودقة، مما يساهم في تعزيز نجاح المشروع ويحد من النزاعات والتكاليف الإضافية.

التوصيات:

1- البحث في كيفية تشريع استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مرحلة التصميم للمشاريع

الإنشائية بما يتوافق مع الأنظمة والتشريعات والقوانين المعمول بها.

2- العمل على إعداد دورات تقنية للمهندسين العاملين في مجالي التصميم والتنفيذ لتزويدهم بالمهارات

اللازمة لاستخدام والتعامل مع تقنية نمذجة معلومات البناء بالشكل الأمثل.

<https://jasps.com>

3- البحث في امكانية توحيد العمل على أحد برامج تقنية نمذجة البناء فيما بين الشركات ذات العلاقة

في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية لتحقيق الفائدة المثلى من هذه التقنية.

4- دمج مفاهيم وتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ضمن المساقات التدريسية في الجامعات والكليات

لضمان تخريج أجيال لديها القدرة على التعامل مع هذه التقنية.

5- إعطاء مرحلة التصميم الوقت الكافي لها لتجنب الأخطاء الناتجة من عملية التصميم والتي تتحول

لاحقًا لأوامر تغييرية ومطالبات .

المراجع والمصادر

1. Maha Mohammad Shaaban, Using of building information modeling BIM in cost estimate of building project, Damascus University,2014 ,page no 133 .
2. George M. Haddad, Comparing Building Information Modeling (BIM) SystemWith Traditional CAD System in Design Phase, Tishreen University, 2014, page no 119.
3. Muhammad Humayon, Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM , Civil Engineering Journal, The University of Lahore, 2019, page no16.
4. Eqbal Ibrahim Ahmad Mohmmad, COST MANAGEMENT AND PLANNING

<https://jasps.com>

IN CONSTRUCTION PROJECTS IN SUDAN , Master degree, Sudan
university of

science and technology ,2019 , page no 128.

5. Xinan Jiang , DEVELOPMENTS IN COST ESTIMATING AND
SCHEDULING IN BIM TECHNOLOGY, The Department of Civil &
Environmental

Engineering , Northeastern University Boston, Massachusetts ,2011.

6. Moayeri, Valeh. "Design change management in construction projects using
Building Information Modeling (BIM)." *Canada: Concordia University*
(2017).

7. Ja'far, A. "Building Information Modelling Technology in Mitigating Cost
Overruns and Change Orders in Construction Projects." *Journal of
Advanced Sciences and Engineering Technologies* 4.1 (2021): 50-64.

8. Al-Btoush, Mohammed A., et al. "Adoption approaches for BIM
implementation in construction projects: Jordan as a case study." *AIP
Conference Proceedings*. Vol. 2688. No. 1. AIP Publishing, 2023.

9. Alsuliman, J., Bowles, G., & Chen, Z. (2012). Current practice of variation order management in the Saudi construction industry. *Proceedings of the 28th Annual Association of Researchers in Construction Management (ARCOM) Conference*, Edinburgh, UK, 1003-1012
10. Qasem, Altayeb, et al. "Building Information Modelling (BIM) as Claims Control Tool for Buildings Projects in Jordan."
11. Alnuaimi, Ali S., et al. "Causes, effects, benefits, and remedies of change orders on public construction projects in Oman." *Journal of construction engineering and management* 136.5 (2010): 615-622.
12. حسين, et al. *امكانية تطبيق نمذجة معلومات البناء في ادارة التشييد*. Diss. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا, 2022.
13. العشيح, صالح (2000). *إدارة تصميم المشروعات, الرياض*.
14. لولوه خربوطلي (2014), *استخدام أنظمة نمذجة معلومات الأبنية BIM في مشاريع التشييد, رسالة ماجستير, جامعة حلب*.
15. م. ياسر أو السعود, "منهجية البيم في قياس أداء المباني المستدامة", ورقة بحثية, مجلة

ببم أرابيا 22، 2017