SYRIAN ARAB REBUBLIC

MINISTARY OF HIGH EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY

الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعـــة الافتراضيـــة السوريـــة

ماجستير تأهيل وتخصص في الجودة

الجامعة الافتراضية السورية

SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY

أثر استخدام تقنية الـ BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية (حالة بحثية في مدينة الرياض)

The impact of using BIM technology in improving the quality of construction projects (research case in Riyadh)

بحث مقدم استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة ماجستير التأهيل والتخصص في الجودة

إعداد المهندس أحمد نايف الأجرد

Ahmad_ 177320

إشـــراف

الدكتور سامر دقاق

الفصل S24 لعام 2024

الإهـــــداء والشكر

الشكر والفضل لله عز وجل فيما وفقني إليه وبلغني لإنجاز هذا البحث العلمي

إلـــــــــى أبـــــــــــي وأمـــــي

أهدي ثمرة جهدي المتواضع وفرحة الوصول والنجاح

أتقدم بخالص الشكر والعرفان والتقدير إلى **الأستاذ الدكتور سامر الدقاق** الذي قدم العون والتوجيهات والنصائح القيّمة للوصول إلى إتمام البحث.

والشكر والاحترام موصول لأعضاء لجنة مناقشة البحث الكرام

وللكادر التدريسي في برنامج ماجستير الإدارة والتخصص في الجودة على ما قدموه من جهد ساهم في وصولي إلى هذه اللحظة.

ولجميع العاملين في الجامعة الافتراضية السورية لدعمهم الدائم واستجابتهم السريعة لكل متطلبات الطلاب.

الملخص

يهدف البحث المقدم إلى الإسهام في فهم أثر تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية، من خلال التعريف بتقنية (BIM) وتحليل أثر استخدام (BIM) على جودة المشاريع الإنشائية، بالاعتماد على المنهج الوصفي والأسلوب التحليلي، حيث قام الباحث بتصميم استبيان يتعلق بمتغيرات البحث وتم توزيعه على عينة عشوائية مكونة من 84 من المهندسين العاملين في مجال المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض.

تمت معالجة البيانات باستخدام الأدوات الإحصائية اللازمة في برنامج الحزمة الإحصائية SPSS للوصول إلى الإجابة عن تساؤل البحث الأساسي واختبار الفرضيات، ومن أهم النتائج التي توصل إليها البحث هي وجود أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية، وكان الأثر الأكبر واضحاً على جودة التصميم الهندسي وتلبية متطلبات الزبون بوزن نسبي (85.7%)، في حين أن الأثر الأقل كان على تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة بوزن نسبي (79%).

كما أكدت نتائج البحث وجود فروقات جوهرية في تقييمات أفراد العينة لطبيعة العلاقة بين استخدام تقنية ال (BIM) وتحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض تعزى لمتغير الجنس حيث أن هناك فرق واضح بين تقييمات الذكور والإناث حيث أن الذكور هم الأكثر في مجال العمل ضمن المشاريع الإنشائية بما يجعلهم أكثر قدرة على التقييم والإجابة على التساؤلات المطروحة فيما يتعلق بتقنية BIM.

قدم الباحث اعتماداً على النتائج التي تم الوصل إليها مجموعة من التوصيات أهمها ضرورة الاعتماد على تقنية BIM لتحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض، وضرورة نشر التوعية بين المهندسين بأهمية التقنية، وتوفير التدريب اللازم للمهندسين وخاصة الخريجين الجدد الذين يمكنهم دمج هذه التقنية مع خبراتهم المتشكلة أثناء انخراطهم في سوق العمل، كذلك العمل على تعديل قوانين البناء والاشتراطات الهندسية لجل هذه التقنية من ضرورات العمل.

كلمات مفتاحية:

تقنية BIM، جودة المشاريع الإنشائية

ABSTRACT

The presented research aims to contribute to understanding the impact of Building Information Modeling (BIM) technology on the quality of construction projects implementation, by defining BIM technology and analyzing the impact of using BIM on the quality of construction projects, based on the descriptive approach and analytical method, where the researcher designed a questionnaire related to the research variables and distributed it to a random sample of 84 engineers working in the field of construction projects in the city of Riyadh.

The data was processed using the necessary statistical tools in the SPSS statistical package program to reach an answer to the basic research question and test the hypotheses. One of the most important results reached by the research is the existence of a statistically significant impact of using BIM technology in improving the quality of construction projects in the city of Riyadh in the Kingdom of Saudi Arabia, and The greatest impact was clearly on the quality of engineering design and meeting customer requirements with a relative weight of (85.7%), while the least impact was on the project meeting the applicable regulations and safety and security requirements with a relative weight of (79%).

The research results also confirmed the existence of fundamental differences in the sample members' evaluations of the nature of the relationship between the use of (BIM) technology and improving the quality of construction projects in the city of Riyadh attributed to the gender variable, as there is a clear difference between the evaluations of males and females, as males are more in the field of work within construction projects, which makes them more capable of evaluating and answering the questions raised regarding BIM technology.

Based on the results reached, the researcher presented a set of recommendations, the most important of which is the need to rely on BIM technology to improve the quality of construction projects in Riyadh, the need to spread awareness among engineers about the importance of the technology, and to provide the necessary training for engineers, especially new graduates who can integrate this technology with their experiences formed during their involvement in

the labor market, as well as working to amend building laws and engineering requirements for most of this technology as work necessities.

Keywords:

BIM technology, construction project quality

فهرس المحتويات

الإهـداء والشكر ..... أ
الملخص ..... ب
ABSTRACT ..... ت
فهرس المحتويات ..... ج
فهرس الأشكال ..... خ
فهرس الجداول ..... د
المصطلحات والتعاريف ..... ر
الفصل الأول: الإطار العام للبحث ..... - 1 -
مقدمة ..... - 2 -
1-1 مشكلة البحث ..... - 3 -
2-1 أهداف البحث ..... - 4 -
3-1 أهمية البحث ..... - 5 -
1-3-1 أهمية البحث العلمية ..... - 5 -
2-3-1 أهمية البحث العملية ..... - 6 -
4-1 متغيرات البحث ..... - 6 -
5-1 نموذج البحث ..... - 6 -
6-1 فرضيات البحث ..... - 7 -
7-1 حدود البحث ..... - 7 -
8-1 مجتمع وعينة البحث ..... - 8 -
9-1 منهجية البحث ..... - 8 -
1-9-1 الدراسة النظرية ..... - 8 -
2-9-1 الاستبيان ..... - 8 -
10-1 الدراسات السابقة ..... - 9 -
1-10-1 الدراسات العربية ..... - 9 -
2-10-1 الدراسات الأجنبية ..... - 11 -
3-10-1 تحليل الدراسات المطروحة ..... - 14 -
الفصل الثاني: الإطار النظري للبحث ..... - 15 -
1-2 المبحث الأول: نمذجة معلومات البناء (BIM) ..... - 16 -
1-1-2 تعريف نمذجة معلومات البناء (BIM) ..... - 16 -
2-1-2 لمحة تاريخية ..... - 18 -
3-1-2 أبعاد نمذجة معلومات البناء ..... - 23 -
4-1-2 كيف يعمل BIM ..... - 24 -

2-1-5 فوائد تطبيق BIM في المشاريع ..... - 26 -
2-2 المبحث الثاني: الجودة..... - 30 -
2-2-1 مفهوم وتعريف الجودة ..... - 30 -
2-2-2 رواد الجودة في العصر الحديث ..... - 32 -
2-2-3 أساسيات الجودة ..... - 33 -
2-2-4 أبعاد وقياس الجودة..... - 34 -
2-3 المبحث الثالث: خطة إدارة الجودة..... - 37 -
2-3-1 مكونات خطة إدارة الجودة ..... - 37 -
2-3-2 أثر تطبيق أنظمة إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية ..... - 42 -
2-4 المبحث الرابع: خطة إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية ..... - 44 -
2-4-1 المشاريع الإنشائية ..... - 44 -
2-4-2 العوامل المؤثرة على جودة المشاريع الإنشائية ..... - 44 -
2-4-3 محتوى ومكونات خطة إدارة الجودة..... - 45 -
2-4-4 المستندات المطلوبة لإعداد خطة إدارة الجودة (QMP)..... - 46 -
2-4-5 خطوات تنفيذ نظام إدارة الجودة باستعمال تقنية BIM..... - 48 -
2-4-6 الأدوات والتقنيات الرئيسية في تكامل نظام إدارة الجودة-BIM ..... - 50 -
2-4-7 دراسات عملية لتكامل BIM وإدارة جودة المشروع ..... - 51 -
خلاصة الفصل..... - 62 -
الفصل الثالث: الإطار العملي للبحث..... - 63 -
ملامح القطاع الإنشائي في المملكة العربية السعودية..... - 64 -
3-1 أداة البحث ..... - 65 -
3-2 الأساليب الإحصائية المستخدمة..... - 65 -
3-3 ثبات الاستبيان ..... - 65 -
3-4 توصيف المتغيرات الديموغرافية ..... - 67 -
3-5 اختبار الفرضيات..... - 72 -
الفصل الرابع: النتائج والتوصيات..... - 85 -
4-1 النتائج ..... - 85 -
4-2 التوصيات ..... - 87 -
المراجع ..... - 89 -
المراجع العربية ..... - 89 -
المراجع الأجنبية..... - 89 -
مواقع الإنترنت..... - 92 -

فهرس الأشكال

رقم الشكل	البيان	الصفحة
الشكل(1-1)	نموذج البحث	6
الشكل (2-1)	علاقة BIM بمكونات المشروع	17
الشكل (2-2)	اعتماد المعيار الدولي الخاص بـ(BIM)	20
الشكل (2-3)	تطور (BIM history map)	21
الشكل (2-4)	BIM – HISTORY and TRENDS	22
الشكل (2-5)	أبعاد BIM	24
الشكل (2-6)	كيفية تكامل المعنيين في بيئة BIM	26
الشكل (2-7)	تصور المشروع باستخدام BIM	28
الشكل (2-8)	نسبة زيادة استخدام BIM في أمريكا الشمالية	29
شكل (2-9)	مفهوم الجودة	30
الشكل (2-10)	تعريف الجودة حسب جوران	31
الشكل (2-11)	الفرق بين أبعاد الجودة وسماتها	34
الشكل (2-12)	مكونات إطار SMART	38
الشكل (2-13)	PDCA CYCLE	41
الشكل (2-14)	نموذج بيان سياسة الجودة لمنظمة	46
الشكل(2-15)	مستند توريد مواد للموقع	47
الشكل (2-16)	قائمة الفحص بالموقع	48
الشكل (2-17)	خطة إدارة المشروع باستعمال قالب BIM	52
الشكل (2-18)	نموذج تفتيش باستعمال قالب BIM	55
الشكل (2-19)	العلاقة بين أنشطة المشروع ومحتوى BIM	56
الشكل (2-20)	نموذج جودة باستعمال قالب BIM	58
الشكل (2-21)	تسلسل إجراءات الجودة بناء على قالب BIM	58
الشكل (3-1)	توزع أفراد العينة حسب الجنس	65
الشكل (3-2)	توزع أفراد العينة حسب العمر	65
الشكل (3-3)	توزع أفراد العينة حسب المستوى التعليمي	67
الشكل (3-4)	توزع أفراد العينة حسب التخصص	67
الشكل (3-5)	توزع أفراد العينة حسب الخبرة العملية	68
الشكل (3-6)	توزع أفراد العينة حسب استخدام تقنية BIM	68
الشكل (3-7)	الفترة الزمنية استخدام تقنية BIM	70
الشكل (3-8)	مصدر اكتساب الخبرة في تقنية BIM	70

الشكل (3-9)	توزع التحديات وفق آراء أفراد العينة	71
الشكل (3-10)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تصميم المشروع)	73
الشكل (3-11)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تلبية متطلبات الزبون)	74
الشكل (3-12)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تنفيذ المشروع)	76
الشكل (3-13)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة)	78
الشكل (3-14)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تلبية المشروع للأنظمة)	79

فهرس الجداول

الجدول	البيان	الصفحة
الجدول (2-1)	اعتماد الألوان لتحديد عمليات الجودة باستعمال قالب BIM	61
الجدول (3-1)	مقياس ليكرت	65
الجدول (3-2)	اختبار ألفا كرونباخ	66
الجدول (3-3)	الاتساق الداخلي للاستبيان	66
الجدول (3-4)	توزع أفراد العينة حسب الجنس	67
الجدول (3-5)	توزع أفراد العينة حسب العمر	67
الجدول (3-6)	توزع أفراد العينة حسب المستوى التعليمي	68
الجدول (3-7)	توزع أفراد العينة حسب التخصص	68
الجدول (3-8)	توزع أفراد العينة حسب الخبرة العملية	69
الجدول (3-9)	توزع أفراد العينة حسب استخدام تقنية BIM	69
الجدول (3-10)	الفترة الزمنية لاستخدام تقنية BIM	70
الجدول (3-11)	مصدر اكتساب الخبرة في تقنية BIM	70
الجدول (3-12)	نتائج اختبار t لعينة واحدة (تصميم المشروع)	72
الجدول (3-13)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تصميم المشروع)	72
الجدول (3-14)	اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورها في تحسين جودة التصميم	73
الجدول (3-15)	نتائج اختبار t لعينة واحدة (تلبية متطلبات الزبون)	74
الجدول (3-16)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تلبية متطلبات الزبون)	74
الجدول (3-17)	اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورها في تلبية متطلبات الزبون	75
الجدول (3-18)	نتائج اختبار t لعينة واحدة (تنفيذ المشروع)	75
الجدول (3-19)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تنفيذ المشروع)	76
الجدول (3-20)	اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورها في تنفيذ المشروع	77

الجدول (3-21)	نتائج اختبار t لعينة واحدة (تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة)	77
الجدول (3-22)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة)	77
الجدول (3-23)	اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورها في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	78
الجدول (3-24)	نتائج اختبار t لعينة واحدة (تلبية المشروع للأنظمة)	79
الجدول (3-25)	توزع التقييمات الخاصة بـــ (تلبية المشروع للأنظمة)	79
الجدول (3-26)	اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورها في تلبية المشروع للأنظمة	80
الجدول (3-27)	اختبار Independent Samples Test بالنسبة لمتغير الجنس	81
الجدول (3-28)	اختبار بالنسبة One Way-ANOVA لمتغير العمر	82
الجدول (3-29)	اختبار بالنسبة One Way-ANOVA لمتغير المستوى التعليمي	82
الجدول (3-30)	اختبار بالنسبة One Way-ANOVA لمتغير التخصص	83
الجدول (3-31)	اختبار بالنسبة One Way-ANOVA لمتغير الخبرة العملية	84

المصطلحات والتعاريف

المصطلح		
BIM	Building information management	نمذجة معلومات البناء
CAD/CAM	Software for Design & Manufacturing	أنظمة التصميم والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر
BDS	Building Description System	نظام وصف المبنى
RUCAPS	computer–aided design (CAD) system for architects	نظام التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) للمهندسين المعماريين
TQM	total quality management	إدارة الجودة الشاملة
ISO	international Organization for Standardization	المنظمة الدولية للمعايير
DMAIC	define, measure, analyze, improve and control	تحديد وقياس وتحليل وتحسين ومراقبة
QMS	quality management system	نظام إدارة الجودة
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time–Bound	محددة وقابلة للقياس وقابلة للتحقيق وذات صلة ومحددة بفترة زمنية
QA	quality assurance	ضمان الجودة
SOPs	A Standard Operating Procedure	إجراءات التشغيل القياسية
QC	Quality Control	مراقبة الجودة
QMP	Quality Management Plan	خطة إدارة الجودة
POP	Product, organization and process	المنتج والتنظيم والعملية
Revit	منصة تصميم وتوثيق تدعم التصميم والرسومات والجداول الزمنية المطلوبة لنمذجة معلومات البناء (BIM)	
Six Sigma	منهجية لتحسين الجودة للشركات تقوم بحساب عدد العيوب في عملية ما وتهدف إلى إصلاحها بشكل منهجي	
DMAIC	لأداة الأساسية المستخدمة لدفع مشاريع Six Sigma وهي اختصار يشير إلى تحديد وقياس وتحليل وتحسين ومراقبة. وهو يمثل المراحل الخمس التي تشكل العملية:	
SOPs	مجموعة من التعليمات خطوة بخطوة التي جمعتها منظمة لمساعدة العمال في تنفيذ العمليات الروتينية، وتهدف إجراءات التشغيل القياسية إلى تحقيق الكفاءة وجودة الإنتاج وتوحيد الأداء، مع تقليل سوء التواصل والفشل في الامتثال للوائح الصناعة	
PDCA	plan–do–check–act (sometimes called plan–do–check–adjust)_ Shewhart cycle طريقة تصميم وإدارة تكرارية تستخدم لتحقيق التحسين المستمر وللتحكم في العمليات والمنتجات وتحسينها بشكل مستمر_ تُعرف أيضاً بدورة شيوارت	

الفصل الأول: الإطار العام للبحث

مقدمة

شهد قطاع البناء والتشييد في المملكة العربية السعودية تطورًا ملحوظاً ونوعياً خلال العقد الأخير، حيث شهدت المملكة في السنوات الأخيرة، في ظل رؤيا 2030 طفرة كبيرة في عدد المشاريع العمرانية، ناهيك عن تميز هذه المشاريع بتصاميم هندسيه فريدة على مستوى العالم مما زاد من الضغط على القطاع لتحقيق مستويات أعلى من الجودة، وأصبح من الضروري أن تتبنى شركات البناء معايير جودة صارمة، إن الجودة تعني الالتزام بالمعايير الفنية والتشريعات المحلية والدولية، بالإضافة إلى التركيز على احتياجات العملاء وتوقعاتهم؛ لذا، فإن تعزيز جودة التنفيذ يعد خطوة أساسية لضمان رضا العملاء وتحقيق الأهداف الاقتصادية تجسيداً لرؤية 2030 التي تهدف إلى تحقيق تنمية مستدامة وتنويع الاقتصاد الوطني في المملكة.

إن هذا التحول الاستراتيجي يتطلب إعادة تقييم شاملة لممارسات التصميم والتنفيذ، بهدف تحقيق جودة عالية في جميع مراحل المشاريع، واعتبار تحسين الجودة في البناء والتشييد ليس فقط هدفاً استراتيجياً، بل ضرورة حيوية لضمان نجاح المشاريع واستدامتها.

تعتبر الحكومة السعودية شريكًا أساسيًا في تعزيز الجودة من خلال وضع التشريعات والسياسات التي تشجع على استخدام التقنيات الحديثة، إن وجود إطار قانوني يدعم معايير الجودة ويعزز الابتكار سيساهم في خلق بيئة تنافسية تشجع على الاستدامة والتميز، ومن خلال توفير الحوافز للمشاريع التي تلتزم بأعلى معايير الجودة، يمكن للقطاع أن يحقق أهدافه بشكل أسرع وأكثر كفاءة.

يمثل تحقيق الجودة ركيزة أساسية في نجاح قطاع البناء والتشييد، إن جودة التنفيذ ليست مجرد متطلب، بل هي عنصر أساسي يضمن تحقيق واستدامة الأهداف الاقتصادية والاجتماعية، مما يجعلها نقطة انطلاق نحو تحقيق رؤية 2030 بكفاءة وفعالية.

1-1 مشكلة البحث

إن التطور النوعي الذي شهدته مشاريع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية والذي تضمن مشاريع ذات أفكار معمارية فريد ومعقدة للغاية ولدت تحديا حقيقيا حول كيفية ضمان جودة تنفيذ هذه المشاريع.

إن ضرورة مواكبة هذا التطور وضمان إنجاز مشاريع بأعلى معايير الجودة تطلب البحث عن منهجيات وتقنيات جديدة وتعزيز استعمال التقنيات المتوفرة بشكل فعال لضمان عدم انحراف المشاريع عن أهدافها الرئيسية.

إن ضعف تصور المالك عن المنشأ أو المشروع بشكله النهائي يقود بأغلب الأحيان إلى طلب تعديلات جوهرية قد يتعذر تنفيذها بحالة المنشأ المنفذ أو قد يسبب تنفيذها تغييرات جوهرية بمكونات المنشأ تؤثر على تشغيله والاستفادة الكاملة منه، كما أن ظهور تناقض بالمخططات الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية أثناء مرحلة التنفيذ نتيجة أخطاء في التصميم والناتجة أساس عن البنية المعقدة للمنشأ يؤدي في كثير من الأحيان إلى تعثر التنفيذ وتأثر بنية المنشأ ناهيك عن التكلفة المادية الإضافية.

تُعَد التقنيات الحديثة كنمذجة معلومات البناء (BIM) أحد المحاور الأساسية لتحسين الجودة في قطاع البناء. هذه التقنيات لا تساهم فقط في تسريع عمليات التنفيذ وتقليل التكاليف بل تقود إلى تعزيز الدقة في العمل وتضمن تسليم منتج نهائي خال من الأخطاء المحتملة أثناء التنفيذ، يلبي حاجات الزبون ويفي بمتطلباته.

بناءً على ما تقدم فإنه يمكن صياغة الإشكالية الرئيسية على شكل التساؤل التالي:

ما هو أثر استخدام تقنية BIM في تحسين جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض؟

هذا التساؤل ينبثق عنه تساؤلات فرعية:

- هل تطبق تقنية BIM في مشاريع الإنشاء في الرياض؟
- ما هو أثر استخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون (هل تطابق المنشأ بعد تنفيذه مع ما يرغب به الزبون كمنتج معماري)؟
- ما هو أثر استخدام تقنية BIM في تصميم المشروع (هل كانت مخططات المشروع بكامل مكوناته متجانسة ومتناغمة وخالية من التناقضات)؟
- ما هو أثر استخدام تقنية BIM في تنفيذ المشروع (هل تم تنفيذ المشروع بناء على المخططات الموافق عليها دون الاضطرار لأي تعديلات)؟
- ما هو أثر استخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة (عند التشغيل هل لبى المنشأ متطلبات الأمن والسلامة والمتطلبات التشغيلية حسب القوانين المعمول بها)؟

1-2 أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الأساسية التي تسهم في فهم أثر تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية. وتتمثل هذه الأهداف في الآتي:

- التعريف بتقنية (BIM):

يهدف البحث إلى تقديم تعريف شامل لتقنية (BIM)، موضحًا خصائصها الرئيسية وآلية عملها، بالإضافة إلى الأدوات والبرمجيات المستخدمة في تطبيقها.

- تسليط الضوء على جودة المشاريع الإنشائية:

معايير الجودة وجوانبها المختلفة وأهمية تحقيقها والعوامل التي تؤثر على جودة التنفيذ وكيفية قياسها.

- تحليل أثر استخدام (BIM) على جودة المشاريع الإنشائية:

مثل تقليل الأخطاء، وتحسين التنسيق بين الفرق، وزيادة كفاءة الأداء والإيفاء بمتطلبات الزبون.

- التحقق من مواكبة قطاع الإنشاء والتشييد في المملكة للتطور النوعي الذي طرأ على المشاريع: سيتضمن ذلك دراسة الظروف الحالية، والتقنيات المستخدمة، ومدى استفادة القطاع من تطبيق (BIM)

- تقديم نتائج الدراسة لحالات عملية وتحليلها إحصائياً:

سيتم عرض نتائج البحث من خلال دراسات حالة عملية، مع التركيز على تحليل البيانات الإحصائية لكشف الثغرات والتحديات التي يواجهها قطاع التشييد من منظور الجودة.

- الخروج بنتائج وتوصيات:

إن تحقيق هذه الأهداف من شأنه أن يسهم في تطوير فهم أعمق لتقنية (BIM) وأثرها على جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية، مما يعزز من قدرة القطاع على مواجهة التحديات الحالية والمستقبلية.

1-3 أهمية البحث

1-3-1 أهمية البحث العلمية

لا شك في أن تقنية (BIM) واحدة من الابتكارات الرائدة في مجال الإنشاءات، حيث تعزز من جودة المشاريع من خلال تحسين إدارة المعلومات وتنسيق العمل بين الفرق المختلفة.

سنسلط في هذا البحث الضوء على مجموعة من المعارف المتعلقة بتقنية (BIM) والتي تقود إلى فهم مبادئها الأساسية، والشروط اللازمة لتطبيقها، مثل كيفية استخدام البرمجيات المتخصصة في تصميم وبناء المشروعات. تشمل هذه المعارف أيضًا استراتيجيات إدارة البيانات والتعاون بين الفرق المختلفة أثناء مختلف مراحل المشروع (التصميم ثم التنفيذ ثم التسليم)، والتي ستؤدي تلقائياً إلى منشأ عالي الجودة من مختلف نواحيه يلبي الأهداف المرجوة منه.

وبالمقابل فان جودة المشاريع الإنشائية ترتبط بعدة عوامل، مثل الدقة في التصميم، وسرعة التنفيذ، وتلبية المعايير الفنية والتشغيلية بالإضافة إلى تلبية متطلبات الزبون.

من هذا المنظور تتجلى العلاقة بين تقنية (BIM) وجودة المشاريع الإنشائية في عدة جوانب؛ استخدام (BIM) يعزز من دقة المعلومات المتاحة، مما يقلل من مخاطر الأخطاء خلال مراحل التصميم والتنفيذ. كما يسهم في تحسين التواصل بين الفرق، مما يعزز من التنسيق ويقلل من النزاعات. وبالتالي يمكن اعتبار تقنية (BIM) كأداة فعالة لتحسين الجودة،

إن توضيح أهمية استعمال (BIM) في مشاريع التشييد، سوف يحسن ويزيد من فهم الإدارات العليا في الشركات لهذه التقنية وأهميتها، ويضمن التزامها ودعمها لتحقيق متطلبات استخدام تقنية (BIM) في المشاريع، والذي يعتبر مطلباً أساسياً في نظريات الجودة مما يعكس الأهمية العلمية لهذا البحث.

1-3-2 أهمية البحث العملية

تكمن أهمية البحث العملية في توضيح العلاقة الفعلية الموجودة على أرض الواقع بين استخدام تقنية (BIM) وتحسين جودة التنفيذ، ومن ثم تسليط الضوء على الثغرات ونقاط الضعف، من خلال حالة تطبيقية عبر توزيع استبيان بين المختصين في قطاع التشييد ومن واقع المشاريع الحالية في الرياض.

1-4 متغيرات البحث

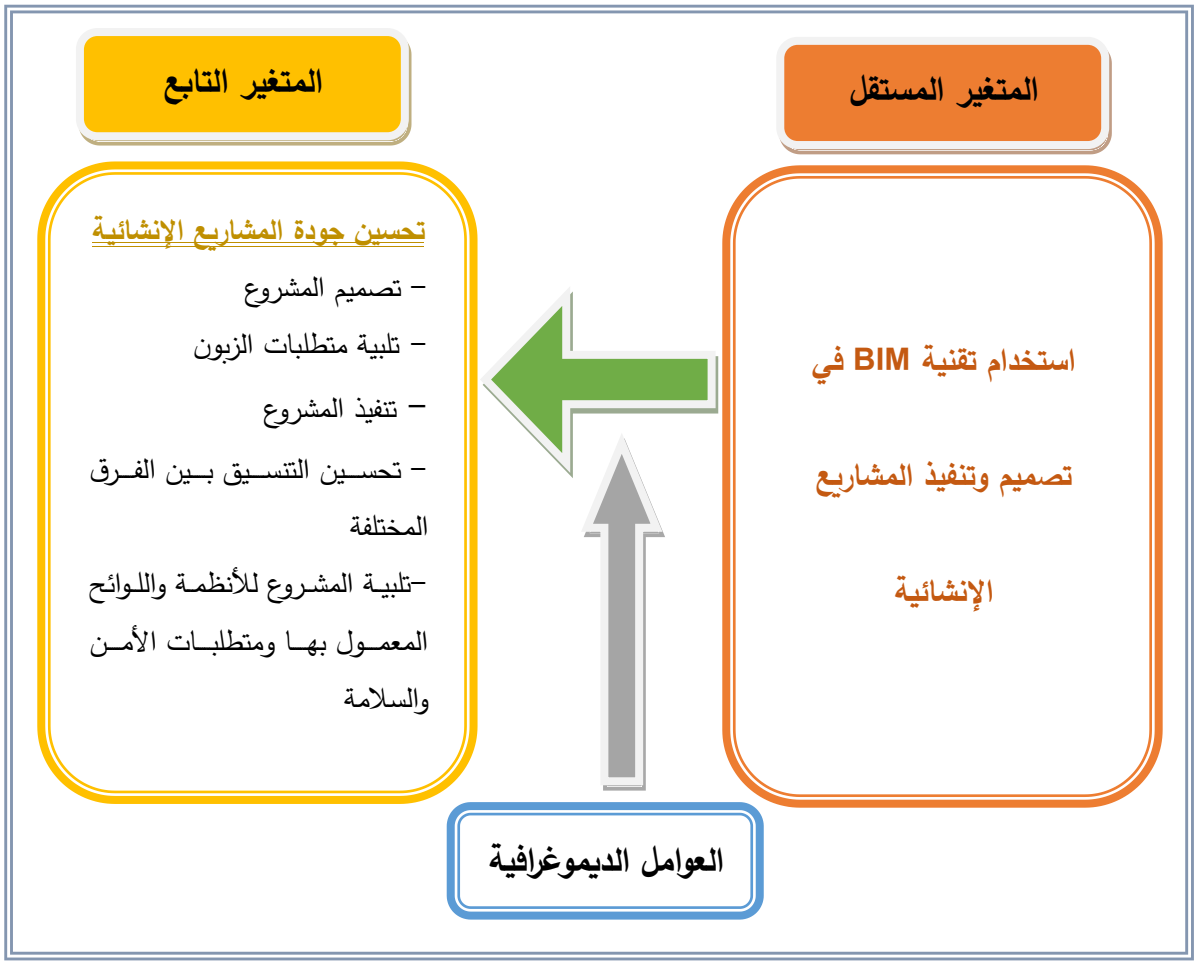
المتغير المستقل: استخدام تقنية BIM

المتغير التابع: تحسين جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية.

المتغيرات الديموغرافية: متمثلة بالخصائص الشخصية لأفراد عينة البحث.

1-5 نموذج البحث

الشكل(1-1): نموذج البحث



المصدر: من إعداد الباحث، 2024

1-6 فرضيات البحث

♦ **الفرضية الرئيسية الأولى (H1)**

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

ويتفرع عنها الفرضيات الفرعية التالية:

1. **الفرضية الفرعية الأولى (H1.1)**

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في جودة تصميم المشروع الهندسي.

2. **الفرضية الفرعية الثانية (H1.2)**

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون.

3. **الفرضية الفرعية الثالثة (H1.3)**

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تنفيذ المشروع.

4. **الفرضية الفرعية الرابعة (H1.4)**

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة.

5. **الفرضية الفرعية الخامسة (H1.5)**

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة.

♦ **الفرضية الرئيسية الثانية (H2)**

يوجد فروقات جوهرية في تقييمات أفراد العينة لطبيعة العلاقة بين استخدام تقنية ال (BIM) وتحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض تعزى للمتغيرات الديموغرافية.

1-7 حدود البحث

الحدود الزمنية: استمرت الدراسة من تاريخ 2024/9/8 ولغاية 2024/12/8.

الحدود المكانية: مدينة الرياض–المملكة العربية السعودية.

الحدود البشرية: المهندسين العاملين في المشاريع الإنشائية ضمن الشركات محل الدراسة.

الحدود الموضوعية: استخدام تقنية BIM وتحسين جودة المشاريع الإنشائية.

1-8 مجتمع وعينة البحث

يتكون مجتمع الدراسة من المهندسين بمختلف تخصصاتهم ومستواهم الوظيفي، يعملون في بيئات عمل مختلفة (الإنشاءات – الإنشاءات الحديدية – التصميم الهندسي – مشاريع التشطيب والديكور الداخلي).

وتم استخدام أسلوب العينة العشوائية لمجموعة مكونة من (84) مهندساً من العاملين في الشركات محل الدراسة.

1-9 منهجية البحث

تم استخدام المنهج الوصفي والأسلوب التحليلي الإحصائي من خلال اختيار أدوات بحثية تتوافق مع العمل وتعززه:

1-9-1 الدراسة النظرية

تم من خلالها الاطلاع والمراجعة الموسعة لأبحاث وكتب ودراسات متخصصة بأنظمة نمذجة معلومات البناء وذلك من قبل باحثين ومختصين ومهنيين والوصول إلى نتائج مرضية ومقنعة بكيفية استخدام نمذجة معلومات البناء وكيفية تطبيقها وأثرها الفعال على مرحلتي التصميم والتنفيذ وسيتم التوسع في الدراسة النظرية بما يخدم هذا البحث خلال تناول شرح الدراسات السابقة.

1-9-2 الاستبيان

تم إجراء استطلاع للتحقق من صحة فرضية البحث، وكخطوة داعمة للسعي وراء المعلومات الحقيقية حول تطبيق وتنفيذ أنظمة استخدام BIM وقدمت الدراسة الاستقصائية ردود الفعل من العاملين في صناعة البناء محلياً، وتم توزيعها عن طريق البريد الإلكتروني وذلك بالبدء بموجز البحث والتماس الرغبة بتعاون المشاركين وإعلامهم بهدف البحث.

كان الهدف الأساسي لإرسال الاستبيان هو ربط البيانات البحثية مع التجارب العملية حول استخدام أنظمة BIM وأثرها على جودة التنفيذ.

1-10 الدراسات السابقة

1-10-1 الدراسات العربية

الدراسة الأولى

(داليا رضوان، 2023)، الإجراءات اللازمة لضمان جودة المرحلة التصميمية والتعاقدية في قطاع التشييد في سوريا ضمن بيئة تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (حالة دراسية: الشركة العامة للدراسات الهندسية في دمشق)، رسالة ماجستير في إدارة ونمذجة معلومات البناء، الجامعة الافتراضية السورية

هدف هذا البحث إلى تحسين جودة مرحلة التصميم والتعاقد في مشاريع الشركة العامة للدراسات الهندسية في دمشق، عن طريق دراسة واقع الممارسات والأساليب المتبعة في إدارة الجودة خلال مرحلتي التصميم، وتوضيح نقاط الضعف فيها، وتحديد العوامل المؤثرة على جودة المرحلة التعاقدية فيها، عن طريق استبيان تم نشره إلكترونياً، إذ بلغ عدد المستجيبين 22 مهندس من العاملين في الشركة، قُدر من خلاله معرفة واقع الشركة ومعرفة مدى فهم العاملين لأهمية الجودة، حيث تبين أن نسبة المشاريع التي تحتوي أخطاء تصميمية كانت تتراوح بين 10 % وحتى 39 %، ونسبة المشاريع التي كانت نسبة التأخير فيها كبيرة جداً بسبب التعديلات هي 70 % حتى 100 %، وأيضاً نسبة التجاوزات بالكلفة نتيجة إعادة العمل هي 40% -69 % وذلك بسبب القصور في عملية التصميم، من جهة أخرى نسبة المشاريع التي نفذت ضمن كلفتها وزمنها العقدي تراوحت بين 10% -39%.

تم من خلال هذا البحث اقتراح نظام إجراءات لضمان جودة المرحلتين التصميمية والتعاقدية مع نظام الآيزو 9001:2015 ودمجها بتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء التي تعمل على معالجة أو تجاوز المشكلات الراهنة إذ يوفر استخدام البيم وسيلة فعالة لزيادة إجمالي جودة مشاريع الشركة العامة للدراسات.

الدراسة الثانية

(خاجيك هاروتيون قلاجيان، 2023)، نمذجة البناء في مشاريع البنى التحتية، رسالة ماجستير في إدارة ونمذجة معلومات البناء وإدارتها، الجامعة الافتراضية السورية

الهدف من هذا البحث هو إيجاد دليل بسيط لأطراف المشروع والعاملين بمجال مشاريع البنى التحتية وإظهار فوائده وأهميته واستخداماته في هذا النوع من المشاريع وتحليل خمس مشاريع عالمية استخدموا BIM في إيجاد حلول سواء أثناء التصميم والتنفيذ والتشغيل والاستفادة من تجاربهم.

وعلى الرغم من وجود عوائق لاستخدام ممارسات BIM والتي تعزى لعدة أسباب أهمها ندرة الكوادر المؤهلة بهذا المجال إلا أن المستقبل القريب يعد باستخدام أنظمة BIM على نطاق واسع في مشاريع البنى التحتية.

الدراسة الثالثة

(إيمان عبد الله الجروان، 2023)، فاعلية استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء في تحسين تخطيط موقع التشييد اعتماداً على منهجية التفكير التصميمي، الجامعة الافتراضية السورية

اعتمد الباحث على المنهج الوصفي لدراسة فوائد استخدام تقنية BIM في تخطيط الموقع واستخدم أداة المقابلة الشخصية للحصول على المعلومات التي تخدم استكمال تطبيق منهجية التفكير التصميمي، المنهج التجريبي اعتمد أيضاً لتطبيق منهجية التفكير التصميمي على احدى الشركات الهندسية.

أظهرت نتائج البحث أنه تم التوصل من خلال المقابلات الشخصية إلى أهم متطلبات العملاء والعاملين في موقع التشييد وأهم المشاكل التي تؤدي لعدم تحقيق تلك المتطلبات , وتم التوصل من خلال تطبيق منهجية التفكير التصميمي إلى أن BIM حل فعال للحد من المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع والذي بدوره يحد من تجاوزات الكلفة والزمن وتردي الجودة والحد من المخاطر في الموقع من خلال إمكانياته في كشف التعارضات المكانية والمخاطر المتوقعة، والتصور الواضح و المحاكاة الواقعية لكل جوانب الموقع والتقدير الدقيق للكميات والتخطيط الفعال للموارد، وطبيعته الديناميكية للاستمرار في مواكبة التغيرات، وإمكانية إشراك المقاول في التخطيط بمراحل مبكرة مما يمكنه من ادراك التعارضات في مساحة العمل.

الدراسة الرابعة

(جنان عدنان عبعوب، 2022)، تحسين جودة التنفيذ في المشاريع الإنشائية العراقية باستخدام نمذجة معلومات البناء، رسالة ماجستير في كلية الهندسة، جامعة ديالى، العراق

هدف البحث إلى دراسة إمكانية اعتماد تقنية نمذجة معلومات البناء لتطوير نظام مقترح لتحسين جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية في العراق بالتكامل مع التقنيات الهندسية الحديثة ويشمل هذا النظام مراقبة الجودة وضمان الجودة.

تضمنت الرسالة اعتماد برنامج (Agisoft) والمسح التصويري لنمذجة الحالة الدراسية (as built) وذلك لمراقبة جودة أداء المشروع حيث يمكن توثيق جميع مراحل تنفيذ المشروع وبدقة عالية .وبعدها تم استيراد النموذج إلى برنامج Recap ليتم معالجة نقطة الأصل والبيانات ثم تصدير النموذج إلى برنامج Rivet ليتم إعداد نمذجة للمبنى واستخراج الكميات للفعاليات الرئيسية للمبنى حيث يمكن استخدام هذه التقنيات لتحسين جودة المراقبة للمشاريع الإنشائية .كما تم استخدام تقنية (BIM) بالاعتماد على أداة (GBS) ليتم تحليل استهلاك الطاقة لحالة الدراسة واختيار البدائل الأفضل للتطبيق، أظهرت النتائج أن دقة قياس الأبعاد بلغت 99.8% بمعدل خطأ يتراوح بين (0.8–10) سم، وان دقة حساب الكميات ما بين الفعلي وBIM (98.6%) ودقة الكميات ما بين التقدير التخميني وBIM (94.9%).

1-10-2 الدراسات الأجنبية

الدراسة الأولى

(Shaimaa Ghanim, Hakim Alamedy, 2023), Execution Quality of Construction Projects with Building Information Modeling BIM-technology, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation; (RUDN)

(جودة تنفيذ مشاريع البناء باستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء BIM)

سلطت هذه المقالة الضوء على المنهج المتبع في جمع وتقييم البيانات المتعلقة بتقييم واقع جودة التنفيذ في المشاريع الهندسية في القطاعين العام والخاص، ولتحليل البيانات وحساب النسب المئوية والمتوسط والانحراف المعياري لكل إجابة، تم استخدام برنامج إحصائي (SPSS-V28)، ونتيجة لتحليل الإجابات، حدد المؤلف وجود خلل في جودة التنفيذ، والتزامات إدارة المشروع بضمان وتنظيم الجودة، وعدم الامتثال. ويستخدم البرنامج الحالي للتحكم في جودة التنفيذ. ويرى المؤلف أن هناك حاجة إلى استخدام برامج نمذجة معلومات البناء الحديثة والمتقدمة لضمان ومراقبة الجودة التي تتميز بالدقة والوضوح، فضلاً عن توفير نظام متكامل يمكن لأطراف المشروع الرجوع إليه عند الحاجة.

الدراسة الثانية

(Kyung Hee University, Yongin-si, October 2020), Development of Quality Control Requirements for Improving the Quality of Architectural Design Based on BIM, Korea, Hanyang University, Department of Architecture.

(تطوير متطلبات مراقبة الجودة لتحسين جودة التصميم المعماري بناء على نموذج BIM)

الغرض من هذه الدراسة هو تطوير وتطبيق متطلبات مراقبة الجودة القائمة على BIM لتحسين جودة التصميم المعماري، حيث قام البحث بالتحقيق في دراسات الحالة لمراقبة جودة بيانات BIM وأهداف مراقبة الجودة المصنفة وفقا للجودة المادية / المنطقية وجودة البيانات، تم تطوير معايير فحص الجودة وقوائم المراجعة من خلال إعادة تشكيل أهداف مراقبة الجودة المستخلصة حسب المتطلبات، طور البحث نظاما لفحص الجودة قائماً على القواعد باستخدام متطلبات مراقبة الجودة الفعالة بناء على BIM.

الدراسة الثالثة

(Ying-Mei Cheng, January 2018), Building Information Modeling for Quality Management, Department of Civil Engineering and Hazard Mitigation Design, China University of Technology, 56 Hsing-Lung Road, Section 3, Taipei, 116, Taiwan, R.O.C

(نمذجة معلومات البناء لإدارة الجودة)

اقترحت هذه الدراسة إطار تطبيق BIM في أعمال الهندسة المعمارية، للتأكيد على تطبيق نماذج BIM مختلفة مع متطلبات خاصة مختلفة خلال مراحل مختلفة من دورة حياة المشروع. ومن ثم، بناء على هذا الإطار، تم إنشاء نموذج أولي لنظام مراقبة الجودة (مراقبة الجودة)، باستخدام نموذج مراقبة الجودة في مرحلة البناء مع Autodesk Revit API (واجهة برمجة التطبيقات) لترميز الوظائف الإضافية، والتي يمكنها تسجيل عيوب الجودة في الموقع على الفور وعرض عناصر D3 لهذه العيوب. علاوة على ذلك، يمكن للمستخدمين أيضا طباعة تقارير مراقبة الجودة باستخدام هذا النظام أو استخدم A360 لإنتاج البانوراما أو البانوراما الاستريو للتحقق من مواضع عيوب الجودة في الموقع باستخدام

الأجهزة المحمولة، يوثق النظام بكفاءة عيوب جودة البناء مع تحسين الاتصالات المتعلقة بجودة المعلومات.

الدراسة الرابعة

(Vinay Kushwaha, January 2016), Contribution of Building Information Modeling (BIM) To Solve Problems in Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry and Addressing Barriers to Implementation of BIM, Civil Engineering Department, SSITM, Chhattisgarh

(مساهمة نمذجة معلومات البناء (BIM) في حل المشاكل في صناعة الهندسة المعمارية والهندسة والبناء (AEC) ومعالجة العوائق التي تحول دون تنفيذ BIM)

هدفت هذه الورقة إلى تقييم مدى مساهمة BIM في حل مشاكل التصميم والتنفيذ في قطاع الإنشاء والتشييد والعقبات المختلفة التي تمت مواجهتها أثناء تنفيذ BIM والتي لا تزال مستمرة، وخلصت الدراسة إلى أن معدل تنفيذ BIM في هذا القطاع منخفض. تؤكد الدراسة على أهمية دور المنظمات الحكومية والمعاهد التعليمية في نشر ثقافة BIM. كما أكدت على دور الوكالات الحكومية والمنظمات الخاصة لجعل صناعة البناء على دراية بفوائد BIM.

الدراسة الخامسة

(Roshana Takim, Mohd Harris, Abdul Hadi Nawawi, 2013), Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for quality of life within Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry, Malaysi, University Technology MARA (UiTM)

(نمذجة معلومات البناء (BIM): نموذج جديد لجودة الحياة في صناعة الهندسة المعمارية والهندسية والبناء (AEC))

سعت هذه الورقة إلى تحديد العوامل الحاسمة وفجوات التنفيذ الخاصة بـ BIM في صناعة البناء، وقد خلصت إلى وجود ثغرات وصعوبات في تطبيق تقنية (BIM) على المستويين الوطني والتنظيمي، واقترحت الورشة منهجية ليتم تبنيها من قبل المقاولين من الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم،

وقد اقترحت هذه الورقة مفهوم عمل يقوم على استخدام (BIM) الميسور التكلفة، ليتم استكشافه باستخدام طريقة الدفع مقابل الاستخدام أو الترخيص الدوري، والغرض من ذلك هو أن التكلفة الباهظة لاستخدام (BIM) هي العقبة الرئيسية لاستعماله من قبل المؤسسات الصغيرة.

1-10-3 تحليل الدراسات المطروحة

تنوعت الدراسات السابقة بين مجالين أساسيين:

- دراسة تقنية لمرحلة معينة مع حل تطبيقي فني لاستعمال (BIM) في مرحلة التصميم خصوصاً.
- دراسة إحصائية لاستعمال تقنية (BIM).
- دراسة إحصائية لاستعمال (BIM) في نشاط مساند لأعمال الإنشاء ولشركة محددة.

اتفقت الدراسات على أهمية موضع استعمال تقنية (BIM) في مجال الإنشاء كما أجمعت الدراسات البحثية منها على أنه مازال هناك قصور في استعمال هذه التقنية كما ينبغي لأسباب عديدة.

تفردت الدراسة الحالية عن هذه الدراسات بكونها تناولت دور تقنية (BIM) بتفصيل مغاير ويشمل جميع مراحل المشروع (التحضير، التصميم، التنفيذ، التشغيل، الاستفادة من المنشأ)، كما أنها ستدرس دور العوامل الديموغرافية لإيجاد حلول عملية لها في حال ثبت تأثيرها من خلال الاستبيان.

الفصل الثاني: الإطار النظري للبحث

2-1 المبحث الأول: نمذجة معلومات البناء (BIM)

تعد نمذجة معلومات البناء (BIM) تقنية تعتمد في جوهرها على دمج عملية التوصيف والنمذجة مع هيكل المبنى بأبعاده الثلاثية وأكثر وتتعدى فكرة BIM مجرد إنشاء شكل ثلاثي الأبعاد للمبنى، فهي تشمل النمذجة الشاملة لكل مرحلة من مراحل بناء المبنى، بدءاً من التصميم وصولاً إلى التنفيذ والصيانة.

2-1-1 تعريف نمذجة معلومات البناء (BIM)

نمذجة معلومات البناء Building information management والتي سنشير إليها بمصطلح (BIM) هي عملية تنطوي على توليد وإدارة التمثيلات الرقمية للخصائص المادية والوظيفية للمباني والأصول المادية الأخرى.

نماذج معلومات البناء (BIMs) هي ملفات برمجية يمكن استخراجها أو تبادلها أو ربطها بشبكة مستخدمين لتمكين اتخاذ القرار فيما يتعلق بالأصول المبنية.

يتم استخدام برنامج BIM خلال مراحل تخطيط وتصميم وتنفيذ وتشغيل المشاريع غلى مختلف أنواعها وطبيعتها (البنية التحتية، المباني، الأنفاق والجسور.... الخ)

ان تحليل مصطلح BIM (دليل إدارة معلومات البناء) سيعطي للقارئ توضيحا لماهيته:

- Building:

تعني كل أنواع المباني كالمدارس والمنازل والمصانع والبيوت والأبراج، ويشمل ذلك أيضا الطرق والكباري وغيرها من مختلف المنشآت. كما تتضمن هذه الكلمة معنى كلمة البناء نفسها وليس المبنى القائم بذاته فحسب.

- Information:

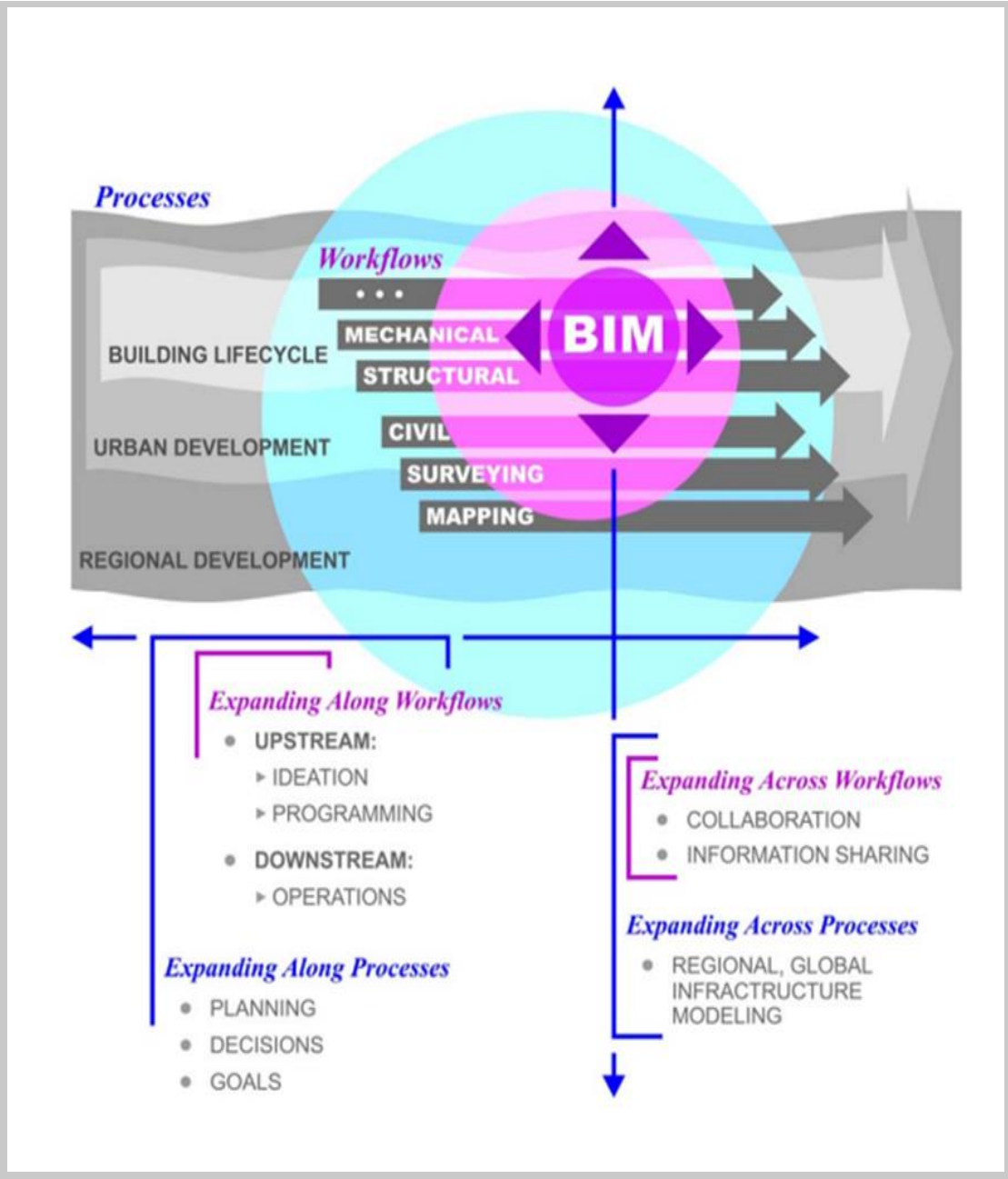
تعني توافر معلومات وبيانات خاصة بنوع المبنى وجميع عناصره المكونة له. فلكل عنصر معلوماته الخاصة التي نستطيع برمجتها لتعريفه بكينونته في هذه البرامج، والتعرف عليه من خلالها.

- Modeling:

تعني نموذج مرئي للمعلومات المرفقة وتوصيف حي لخصائص العناصر.

يبين الشكل (2-1) كيف يتغلغل BIM في مكونات المشروع بالإضافة إلى علاقته بمدة التنفيذ

الشكل (2-1): علاقة BIM بمكونات المشروع



المصدر: (Wierzbicki, 2011)

وكتعريف للـ BIM سنعتمد التعاريف التالية:

ISO 19650-1:2018

نمذجة معلومات البناء (BIM) هي استخدام التمثيل الرقمي المشترك للأصل المبني لتسهيل عمليات التصميم والبناء والتشغيل لتشكيل أساس موثوق للقرارات. (British Standards Institution, 2019)

هيئة مشروع نموذج معلومات البناء الوطنية الأمريكية

The National Building Information Modeling Standards (NBIMS) committee

نمذجة معلومات البناء (BIM) هي تمثيل رقمي للخصائص الفيزيائية والوظيفية للمنشأة. BIM هو مصدر معرفي مشترك للمعلومات حول منشأة تشكل أساسا موثوقا للقرارات خلال دورة حياتها. يعرف بأنه موجود من مرحلة (الفكرة) إلى مرحلة الهدم. (Wierzbicki, 2011)

المعهد الوطني الأمريكي للمهندسين المعماريين AIA

أداة تصميم ونمذجة موجهة للبناء تستند بشكل أساسي على العناصر المبرمجة المعرفة وظيفيا تستخدم مفاهيم النمذجة خماسية البعد D5 وأنظمة المعلومات وبرامج العمل المشترك لتصميم ومحاكاة تنفيذ وتشغيل مشروع هندسي بحيث يعبر النموذج عن أبعاد العناصر وتموضعها في الحيز الفراغي والمواد المشكلة لهذه العناصر وخصائصها الفيزيائية والميكانيكية وعناصر كلفتها.

2-1-2 لمحة تاريخية

إن ظهور مصطلح الـ BIM ونضج هذه التقنية مر بعدة مراحل وعلى امتداد العالم سنوجز المفاصل الرئيسية لها فيما يلي: ((Quirk, 2012

- 1957، تم تطوير برونتو، أول برنامج تجاري للتصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CAM) من قبل الدكتور باتريك جيه هانراتي، لقد كانت تقنية تصنيع التحكم العددي التي نمت لاحقاً إلى التصنيع بمساعدة الكمبيوتر.
- 1961، طور DAC (التصميم الآلي بواسطة الكمبيوتر) الذي أصبح أول نظام CAM / CAD يستخدم الرسومات التفاعلية وكان يستخدم لقوالب القوالب المعقدة لشركة جنرال موتورز.
- 1963، طور إيفان ساذرلاند أول تصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) مع واجهة مستخدم رسومية، "Sketchpad"، في مختبرات لينكولن في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا والذي أفسح Sketchpad المجال لبرامج النمذجة الصلبة، كما مكن من عرض وتسجيل معلومات الشكل.
- 1975، نشر تشارلز إيستمان ورقة تصف نموذجا أوليا يسمى نظام وصف المبنى (BDS). وناقشت أفكار التصميم البارامتري، وتمثيلات D3 القابلة للحساب عالية الجودة، مع "قاعدة بيانات متكاملة واحدة للتحليلات البصرية والكمية"؛ في الواقع إن ورقة ايستمان وصفت (BIM) كما نعرفه

الآن. منح هذا البرنامج المستخدم إمكانية الوصول إلى قاعدة بيانات قابلة للفرز؛ كما استخدم واجهة مستخدم رسومية وطرق عرض هجائية ومنظورية.

كانت BDS واحدة من أولى المشاريع في تاريخ BIM التي نجحت في إنشاء قاعدة بيانات المبنى هذه. وخلص إيستمان إلى أن BDS ستحسن كفاءات الصياغة والتحليل وتخفض تكلفة التصميم بأكثر من خمسين بالمائة. كانت BDS هي التجربة التي حددت أهم المشاكل الأساسية في التصميم المعماري للعقود الخمسة القادمة، ومن ثم عام 1977، أنشأ تشارلز إيستمان GLIDE (لغة رسومية للتصميم التفاعلي) في مختبر جامعة سنترال ميشيغان وعرض معظم خصائص منصة BIM الحديثة. وبذلك استحق ايستمان لقب عراب (BIM)

- في ثمانينات القرن الماضي تم تطوير العديد من الأنظمة عبر العالم. وتم تطبيق بعضها على مشاريع البناء. كان ذلك في عام 1986 عندما تم استخدام RUCAPS (نظام الإنتاج العالمي بمساعدة الكمبيوتر) للمساعدة في تجديد المبنى رقم 3 في مطار هيثرو والذي كان أول برنامج CAD في تاريخ BIM يتم استخدامه في البناء الجاهز.
- 1982، بدأ Gábor Bojár في المجر الشيوعية في تطوير ArchiCAD باستعمال أجهزة كمبيوتر Apple مهربة مع تقنية مماثلة لBDS ، وأصدر Bojár رادار Graphisoft CH في عام 1984 لنظام التشغيل Apple Lisa. والذي أعيد إطلاقه عام 1987 باسم ArchiCAD، مما جعل ArchiCAD أول برنامج BIM متاح على جهاز كمبيوتر شخصي. (Bergin, 2011)

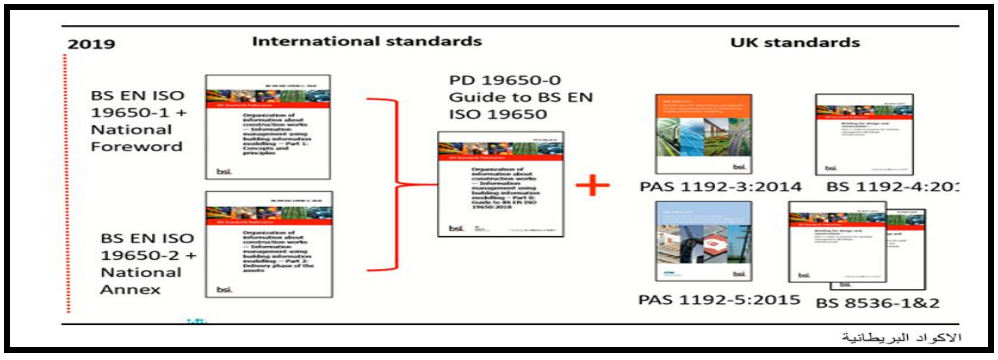
  نظراً لأن ArchiCAD كان يتم تنفيذه بموجب مفهوم المبنى الافتراضي وفي نفس العام، أكملت Tekla رسوماتها المدمجة وقاعدة بيانات مترابطة لإصدار نظامها المبكر من BIM
- 1985، في الولايات المتحدة، طور Graphsoft Diehl لشركة Vectorworks، أحد برامج CAD الأولى، وأحد برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد الأولى، وأول تطبيق CAD عبر الأنظمة الأساسية.

  في الوقت نفسه (1985)، تأسست شركة PTC (Parametric Technology Corporation) في عام 1985 وأصدرت ENGINEER / Pro في عام 1988، والتي تعتبر أول برنامج تصميم نمذجة حدودية على الإطلاق في تاريخ BIM.

- في التسعينيات طهرت شركة Charles River Software والتي طورت بحلول عام 2000 برنامج يسمى Revit، والذي أحدث ثورة في BIM يسمح خصوصاً بإضافة سمة الوقت ولا بد من الإشارة إلى أن روبرت آيش وثق لأول مرة استخدام مصطلح "نمذجة المباني" في ورقة منشورة في عام 1986، في هذه الورقة، أشار لما نعرفه الآن باسم BIM والتكنولوجيا اللازمة لتنفيذه. أما أول استخدام موثق لمصطلح "نموذج معلومات البناء" فقد ظهر في ورقة كتبها G.A. Van Nederveen و F. Tolman في ديسمبر 1992 الأتمتة في البناء.
- 1999 في اليابان، سمحت Onuma للفرق الافتراضية بالعمل على BIM عبر الإنترنت وأنشأت نظام تخطيط BIM قائم على قاعدة البيانات مهد الطريق للتكامل السلس عبر الأنظمة الأساسية في المستقبل لبرامج BIM والتقنيات البارامترية.
- 2001، طورت NavisWorks وسوقت JetStream، وهو برنامج مراجعة تصميم ثلاثي الأبعاد يقدم مجموعة من الأدوات للملاحة والتعاون والتنسيق ثلاثي الأبعاد CAD. قامت JetStream بشكل أساسي بتنسيق بيانات تنسيق الملفات المختلفة وسمحت بمحاكاة البناء واكتشاف المشكلات. عندما أصدرت Revit تحديثها، Revit 6، في عام 2004، والذي مهد الطريق لفرق أكبر من المهندسين المعماريين والمهندسين للتعاون في برنامج نموذجي متكامل واحد.
- 2013 أصبحت معياراً دولياً من خلال ISO 16739، حيث شكلت معايير عملية BIM التي تم تطويرها في المملكة المتحدة من عام 2007 فصاعدا أساس معيار دولي، ISO 19650، تم إطلاقه في يناير 2019.

يمثل الشكل (2-2) مراحل اعتماد المعيار الدولي الخاص BIM في المملكة المتحدة:

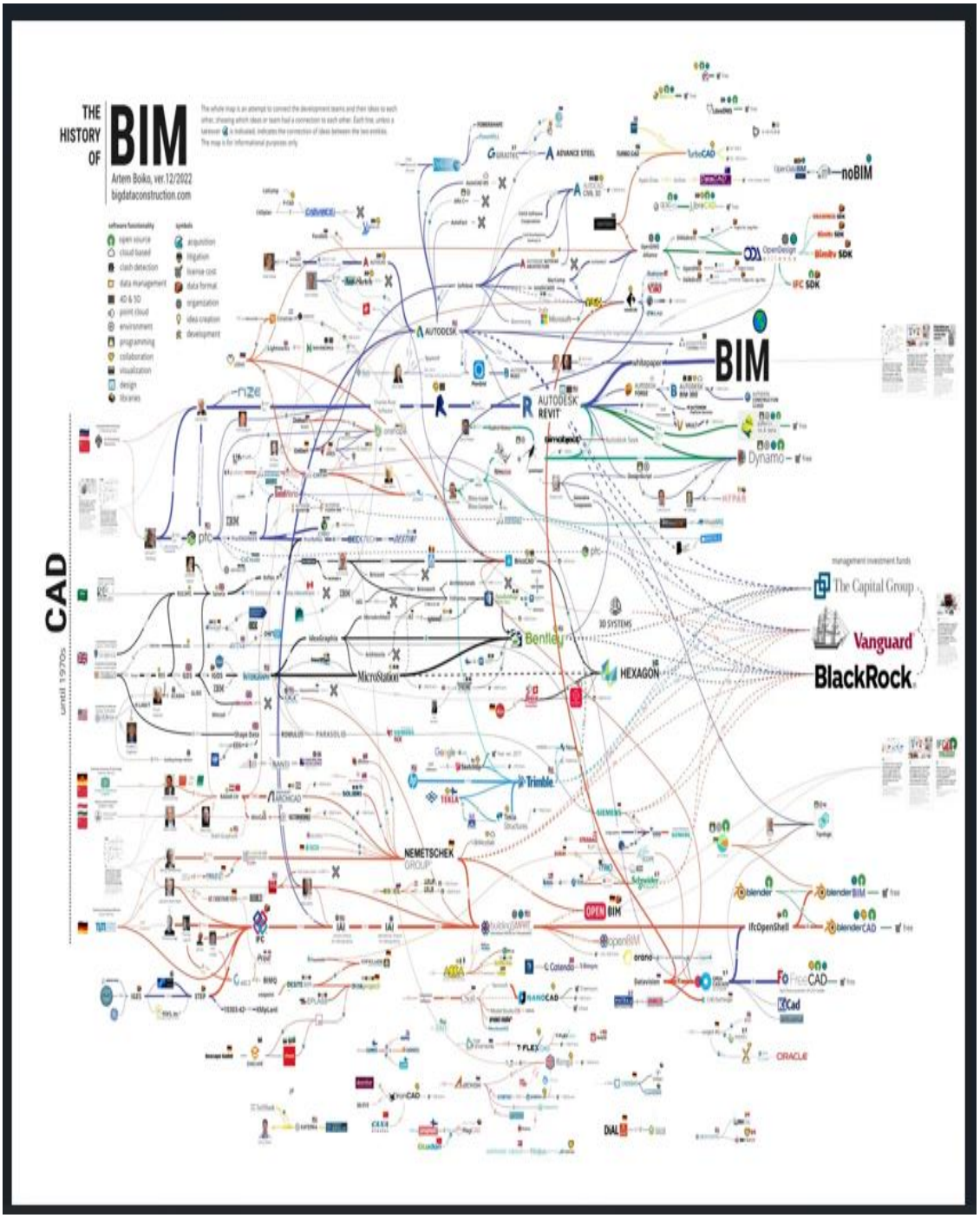
الشكل (2-2): اعتماد المعيار الدولي الخاص بـ(BIM)



المصدر: (سليم، 2014)

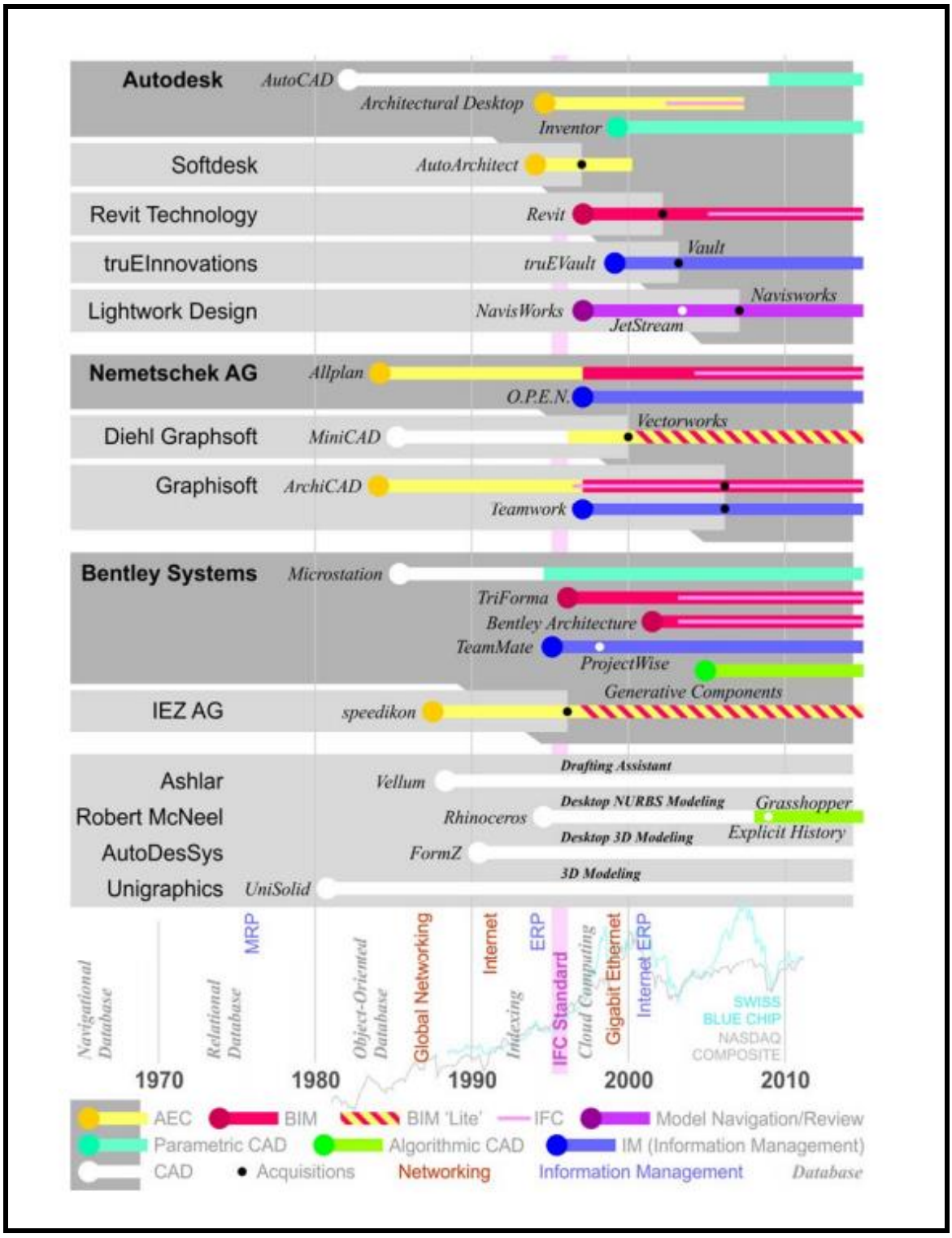
في الواقع هناك العديد من المساهمات على مستوى العالم والتي رفدت مسيرة تطور BIM، يمكن الرجوع للشكل (2-3) والشكل (2-4) للمزيد من التفاصيل:

الشكل (2-3): تطور (BIM history map)



المصدر: (https://bigdataconstruction.com/history-of-bim/)

الشكل (2-4): BIM – HISTORY and TRENDS



المصدر: (Wierzbicki, 2011)

2-1-3 أبعاد نمذجة معلومات البناء

♦ البعد الأول 1D

المحاكمة والتقدم (Process and Governance) هو مجموعة القوانين والعقود وكيفية استخدام نماذج معلومات البناء في العمل والتغييرات على المتطلبات بالإضافة إلى المتطلبات الجديدة.

♦ البعد الثاني 2D

المخططات المأخوذة (d2) من النموذج ثلاثي الأبعاد من مساقط ومقاطع وواجهات ومخططات تنفيذية (Shop Drawings)، أهم البرامج المستخدمة في إخراج المخططات AutoCAD،Revit ، Tekla.

♦ البعد الثالث 3D

وهو البعد التأسيسي ل(BIM) يتضمن تمثيل مكاني لمكونات المبنى والعلاقة بينها ويوضح مكونات المبنى المعمارية والإنشائية والكهروميكانيكية.

يتم من خلاله مراجعة التصميم والكشف عن أي تعارضات جوهرية مبكرة بالمخططات.

♦ البعد الرابع 4D (الوقت)

يضيف هذا البعد عنصر الزمن إلى نموذج D3، ويربط مكونات المشروع بجدوله الزمني، ويظهر سير العمل بالمشروع بمرور الوقت ...ويوضح أية تعارضات محتملة بجدولة المشروع مما يساعد على التخطيط المبكر ويوفر جدول زمني واضح المعالم للمعنيين بالمشروع.

♦ البعد الخامس 5D (التكلفة)

يدمج بيانات تكلفة المشروع مع نماذج البعد الثالث والرابع، ويربط كميات التنفيذ بالإضافة إلى تكاليف المواد والعمالة ونفقات المشروع العامة بالنموذج. مما يمكن من دقة تحليل التكلفة وبالوقت المناسب ويساعد على إدارة مالية سليمة للمشروع، وبالتالي اعتماد ميزانية دقيقة للمشروع والتمكين من رقابة مالية فعالة خلال دورة حياة المشروع.

♦ البعد السادس 6D (الاستدامة)

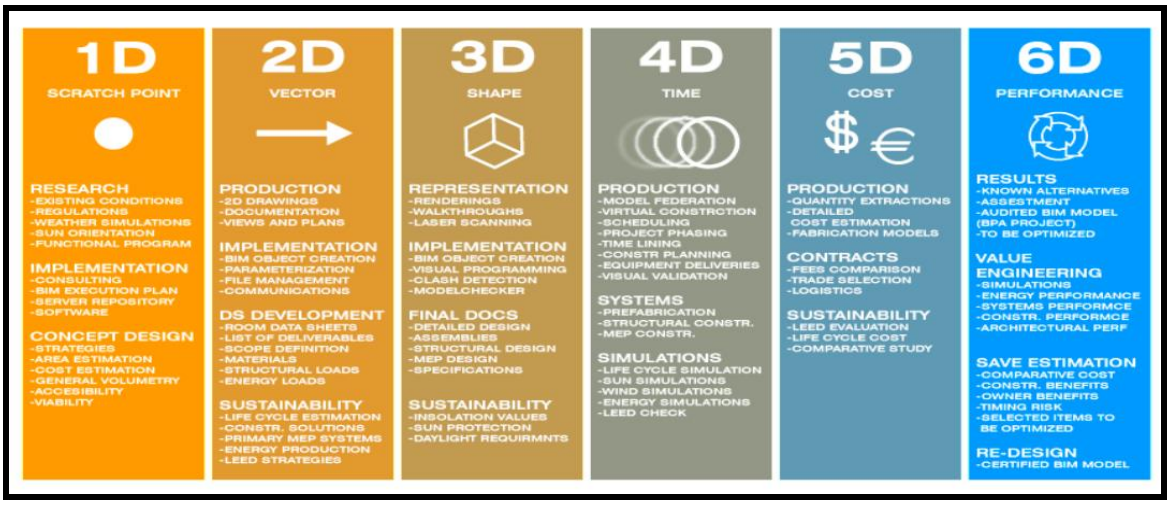
يعزز ممارسات البناء المستدامة ويتضمن بيانات الأداء البيئي، تحليل استهلاك الطاقة، وتقييم دورة الحياة LCAو يقود إلى معلومات صحيحة ودقيقة بخصوص المواد والممارسات المستدامة، وتقييم أثرها البيئي على المدى الطويل والتي تؤدي إلى تلبية معايير المباني الخضراء.

♦ البعد السابع 7D (إدارة المرافق)

وسع (BIM) مجاله إلى المرحلة التشغيلية للمشروع والتي وفرت أدوات الإدارة المرافق وصيانتها والتي تعمل بناء على بيانات المشروع (الضمانات وجداول الصيانة) ولا شك في أن توفير سجل كامل للأصول الرقمية سيقود إلى خفض التكاليف التشغيلية وتحسين أداء المبنى من خلال خطط صيانة وتجديد واضحة المعالم.

يمثل الشكل أدناه أبعاد BIM ومحتوى كل بعد:

الشكل (2-5): أبعاد BIM



المصدر: (Kwok, 2021)

2-1-4 كيف يعمل BIM

تعتمد التقنية الأصلية القائمة على التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) إنشاء الوثائق عن طريق استخراج الإحداثيات من نموذج CAD لإنشاء رسومات 2D قائمة بذاتها.

وعلى الرغم من النضج المستمر لبرامج CAD، التي أصبحت أكثر "ذكاء" وأكثر سهولة والذي مكن من إنشاء أشكال أكثر تعقيداً من النماذج لكن النتيجة كانت لا تزال نموذجاً هندسياً صريحاً (قائماً

على الإحداثيات)، والذي كان من الصعب بطبيعته تحريره وكان لابد من تحديث المخططات باستمرار لتتناسب مع أي تعديلات تطرأ لسبب ما.

إن تحديث تلك الرسومات غير الذكية (يشار إليها أحيانا باسم "الرسومات الغبية") يعتبر مرهقاً، ويبقى دائما عرضة للأخطاء والنواقص؛ على العكس من ذلك، يعتمد BIM على نموذج افتراضي D3. هذا تمثيل هندسي موجه للكائنات للمشروع الذي أدرج بداخله أو التي أرفقت به عددا من تطبيقات برامج BIM التي تجعل النموذج "ذكيا" أو تفاعليا. حيث تتضمن البيانات الذكية المضمنة في نموذج BIM معايير التصميم أو المواصفات التفصيلية أو معايير الأداء. بالإضافة إلى ذلك، قد يتضمن التكاليف وبيانات الصيانة وقائمة قطع الغيار وغيرها من المعلومات التي قد تكون مفيدة على مدار دورة حياة المشروع.

عند استعمال برامج (كاد)، كانت نقطة الضعف هي إنشاء شبكة من العلاقات بين جميع أجزاء المبنى، بحيث إذا تم تغيير أي جزء من المبنى، فإن جميع الأجزاء المتأثرة الأخرى من المبنى ستتغير تلقائيا أيضاً.

من هنا يتميز نموذج البناء البارامتري BIM الذي يقوم بتسجيل وعرض وإدارة العلاقة بين أجزاء المبنى، بغض النظر عن مكان حدوثها في المبنى.

عادة، تأتي البيانات المطبقة على نموذج BIM من قوالب معلومات المنتج؛ لذلك، يمكن أيضا تمييز أنظمة BIM عن أنظمة النمذجة البارامترية الأخرى لأنها تمتلك داخلها مجموعة محددة مسبقا من فئات الكائنات البارامترية، مع إمكانية وجود سمات مختلفة، قابلة للتطبيق، بعد أن تمت برمجتها مسبقا داخلها.

يجمع نموذج البناء البارامتري بين نموذج التصميم (الهندسة والبيانات) والنموذج السلوكي (إدارة التغيير). يتم الاحتفاظ بنموذج المبنى بالكامل ومجموعة كاملة من وثائق التصميم في قاعدة بيانات متكاملة، حيث يكون كل شيء بارامترياً وكل شيء مترابط، ويصبح تحرير النموذج أسهل بكثير ويحافظ على هدف التصميم الأصلي حيث يحتفظ البرنامج بالعلاقات بين العناصر، عندما يتم رسم المكونات أو وضعها، وبالتالي فان تعديل عنصر واحد، يحدد محرك التغيير البارامتري العناصر الأخرى التي يجب تحديثها وكيفية إجراء التغيير.

ينطبق النهج على تطبيقات البناء لأنه لا يبدأ بنموذج المبنى بأكمله ولكنه يبدأ عادة ببعض العناصر التي يتم تغييرها بشكل صريح من قبل المستخدم ثم يستمر مع الانتشار الانتقائي للتغييرات على العناصر الأخرى، ثم على النموذج بأكمله عند الاقتضاء.

وبالتالي فإن جوهر التصميم المعماري للمبنى هو في العلاقات التي يمكن تضمينها في نموذج المبنى. كلما زاد عدد العلاقات، كلما أصبح النموذج أكثر معلمية، وبالتالي يكون خلق والتلاعب بالعلاقات بين عناصر مختلفة من المبنى هو حرفياً فعل التصميم.

من خلال نمذجة المباني البارامترية الحديثة، يمكن لبرنامج BIM تنسيق التغيير الذي يتم إجراؤه في أي مكان. يمكن أن تنتج مجسمات 3D وأوراق الرسم والجداول الزمنية والارتفاعات والأقسام والخطط. وفي حال تحديث النموذج في أي مكان، تتم مزامنة جميع طرق العرض والرسومات والجداول على الفور وتحديثها في باقي الأمكنة. (Barnes, 2014)

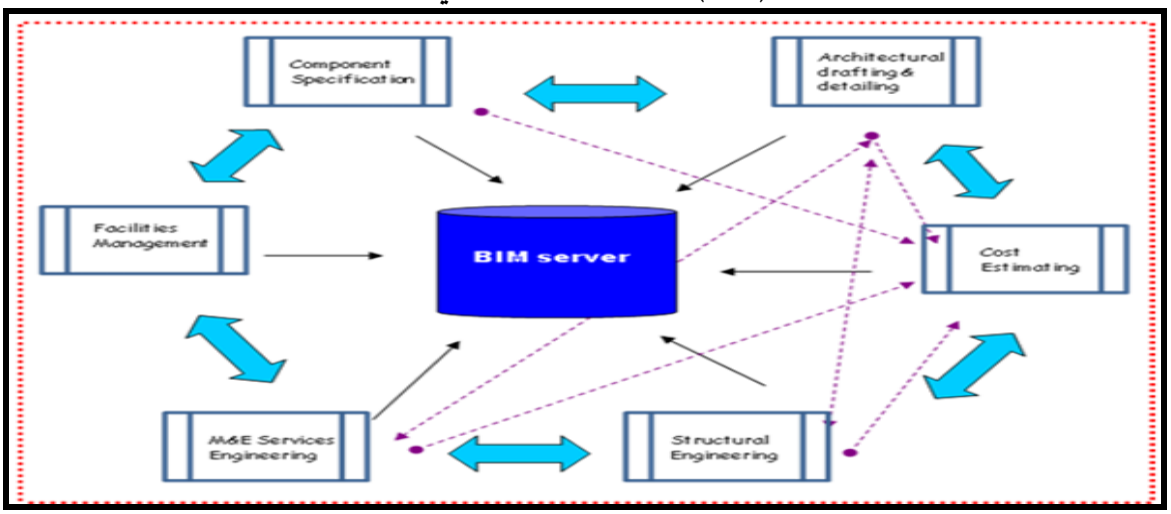
2-1-5 فوائد تطبيق BIM في المشاريع

- الوصول المتزامن

يوفر BIM منصات لفرق المشروع والمعنيين بالمشروع للوصول المتزامن إلى قواعد بيانات المشروع أو الخوادم، كما يمكنهم من التواصل ومشاركة الأفكار بسرعة. علاوة على ذلك، يسمح الوصول المتزامن للتخصصات المعنية بإنشاء وتحديث وفرز وهندسة وإدخال تصميم الآراء والمعلومات بطريقة تفاعلية، مما يساعد على الكشف المبكر عن تعارضات التصميم والأخطاء.

يوضح الشكل (2-6) كيفية تكامل المعنيين في بيئة BIM.

الشكل (2-6) كيفية تكامل المعنيين في بيئة BIM



المصدر: (Olatunji, et al, 2010)

♦ معلومات دقيقة

يدمج BIM كل من البيانات الرسومية وغير الرسومية لإنشاء معلومات خاصة بالمشروع. (Chiu, 2005) (Ozkaya, 2006)

من التعاون في الوسائط الرقمية التي من خلالها تتبادل فرق المشروع معلومات مفصلة حول نوايا التصميم وتطبيقات المواد وملاحظات الشركة المصنعة بالإضافة إلى أدلة لتشغيل المرافق وصيانتها. إن وفرة وتناغم المعلومات تقلل من مخاطر النزاعات وسوء الإدارة، كما تسهل التواصل الفعال والتفاعلات متعددة التخصصات والتقدير والبناء وإدارة المرافق وإدارة النزاعات.

♦ القياس الكمي التلقائي

قد يكون تفسير معلومات التصميم معقداً، وبالتالي قد يكون مضللاً عندما لا يكون نهائيًا، يعتقد (Sutrisna, 2008) أن طرق القياس الكمي غير الفعالة قد تلحق الضرر بالأهداف والنوايا الحقيقية في عمليات البناء.

إن مقدرة BIM على تصور القياس الآلي للكميات في المقاييس والتنسيقات القابلة للاستخدام والتي تسمح للمعنيين بفرز وتحليل المعلومات المطلوبة يرسخ الدقة والمساءلة وتكامل القيمة في المشاريع على الرغم من العديد من العقبات التي يجب تجاوزها لأتمتة توليد تقديرات شاملة من تصميمات BIM.

♦ جودة التواصل

يستخدم BIM رسومات واقعية للصور، أو تنسيقات قابلة للتحويل منها، لنقل المعلومات. وبالتالي يمكن المعنيين في المشروع من الاندماج والتعاون بفاعلية عندما يتم تبسيط معلومات المشروع والاتصالات. وبالتالي، يوفر BIM منصات دائمة للتدريب على الشاشة والمحاكاة ومشاركة المعلومات وتكامل القيمة. مما يقلل للحد الأدنى احتمالية الأخطاء والتناقضات الذاتية.

♦ التكامل متعدد الأبعاد

يمثل BIM تصميمات بأبعاد وأشكال متعددة يمكن استخدامها من خلال التعاون في الهندسة المعمارية والهندسة والمشتريات والتقدير وتخطيط البناء وتنسيقه وإدارة المرافق. (Tse, et al, 2005)

♦ تصور المشروع

يمكن تمثيل BIM للمشروع المعنيين من تصور وتحليل سمات التصميم من خلال ظاهرة تسمى الحياة الثانية. Second Life وهو نظام حياة افتراضي حيث يتم استخدام الصور الرمزية لتقليد السلوكيات البشرية. يتم استخدام هذا النظام لتعليم وتجربة وتنفيذ الألعاب والبناء (Gül, 2008)، والتي تظهر ردود فعل مكونات المبنى على العوامل الحرارية والإضاءة والتهوية، والذي ينعكس تلقائياً على رضا العملاء وتسليم المشروع. وهذا يعني أن عمليات التصميم والبناء يمكن أن تلبي بشكل أفضل توقعات العملاء بشأن جدوى المشروع بما يتجاوز اقتصاديات المشروع والمؤشرات القانونية والفنية حيث لأصبح من الممكن تصور عمليات التصميم والبناء ومحاكاتها في BIM لتكرار تحديات الحياة الواقعية مثل الاستدامة وقابلية البناء وكفاءة الطاقة والمرونة وما إلى ذلك. (Olatunji O. A, 2009)

يوضح الشكل (2-7) تصور المشروع باستخدام BIM.

الشكل (2-7) تصور المشروع باستخدام BIM

المصدر: ((https://pjhoerr.com/services/profile/building-information-modeling-bim

♦ تسجيل وثائق المشروع

توفر BIM منصات للتكامل الشامل لوثائق المشروع مباشرة من التصور إلى التصميم التفصيلي والمشتريات والبناء وإدارة المرافق.

مع BIM ، يمكن للمقاولين الآن تلقي تصميمات محددة مسبقاً بتنسيقات إلكترونية مما يمكنهم من تعديل نماذج التصنيع والبناء، وتخزينها للتطبيق في نموذج دورة حياة المشروع.

♦ إدارة المرافق الرقمية

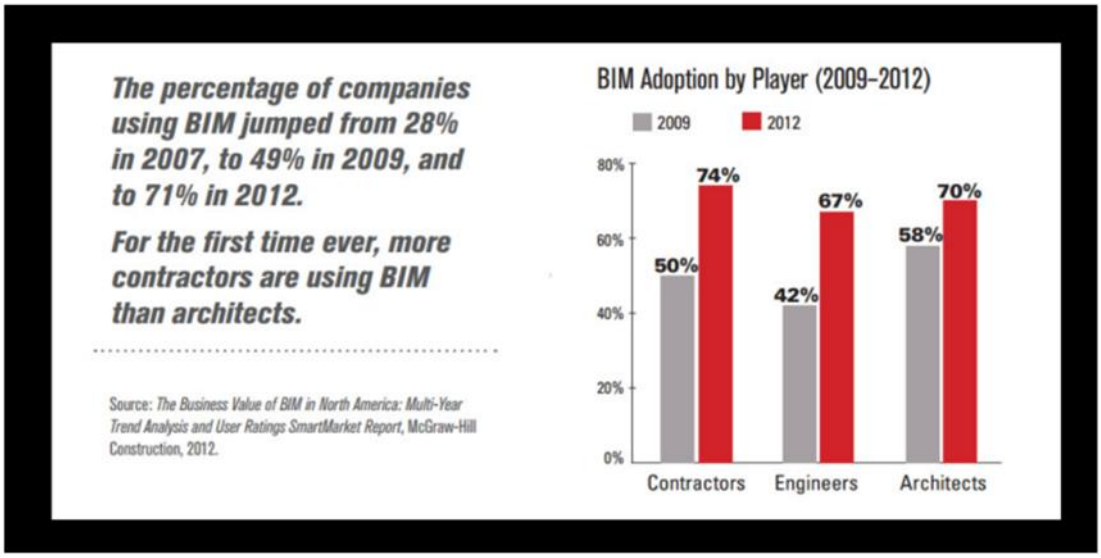
لا يزال محترفو إدارة المرافق يعانون من مشاكل عدم تناسق البيانات وأخطاء التصميم وتجزئة عمليات إدارة المعلومات. (Luciani, 2008) (Olatunji, 2009)

يوفر BIM منصات تفاعلية لإدارة المعلومات المبسطة من التصميم طوال عمر المشروع. تشمل مكاسب العملية الناتجة عن BIM في إدارة المرافق المحاكاة والتنبيه التلقائي. نظرا لأنه أصبح من الممكن بشكل متزايد في BIM للمطورين ومديري المرافق اختبار خيارات التصميم والتحقق من صحتها فيما يتعلق بمرحلة ما بعد البناء كما أن إدخال تعديلات ودمج معلومات معينة في قواعد بيانات المشاريع يمكن أن ييسر أيضا تكلفة الاستخدام والاستجابات الآلية من مكونات المرافق فيما يتعلق بحدود الاستخدام والتطبيق والصيانة والإدارة.

لا شك في أن الفوائد الجمة لاستعمال تقنية BIM أدت الى تزايد الاعتماد عليه في المشاريع.

يبين الشكل (2-8) تطور استخدام تقنية البيم في المشاريع في أمريكا الشمالية والتي زادت خلال خمسة أعوام من 50 إلى 70٪.

الشكل (2-8): نسبة زيادة استخدام bim في أمريكا الشمالية



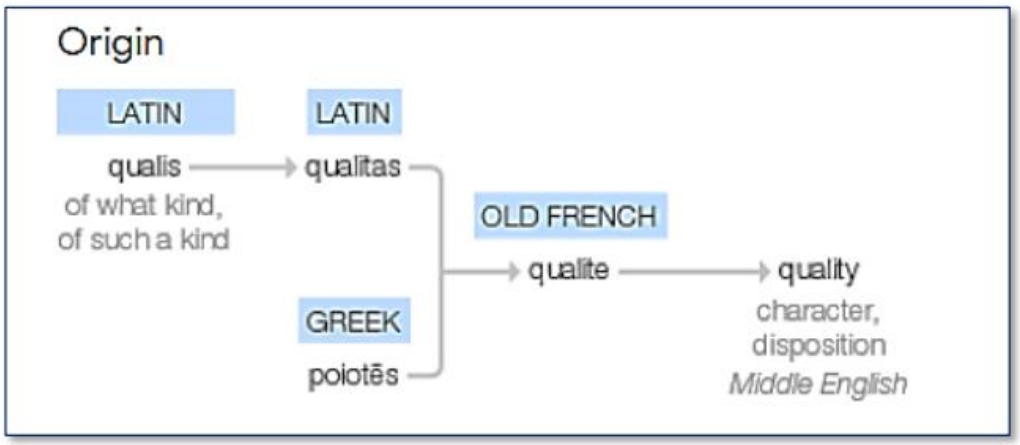
المصدر: (Quirk, 2012)

2-2 المبحث الثاني: الجودة

2-2-1 مفهوم وتعريف الجودة

الجودة كما نشأت من اللاتينية qualis بمعنى "من أي نوع"، "من هذا النوع" إلى qualitas إلى qualite الفرنسية القديمة ثم إلى الإنجليزية بالقرن الثالث عشر بمعنى "الشخصية والتصرف" و"خاصية معينة أو ميزة'، ومن ثم بحلول 1579-1813، تم استخدام صيغة الفعل المتعدية للجودة. (الدرادكة و شبلي، 2002)

الشكل (2-9): مفهوم الجودة



Box 1: Historical origin of the quality (Source: OED, 2023)

مفهوم الجودة له جذور تمتد إلى الحضارات القديمة، وقد ركز الحرفيون القدامى على إنشاء سلع على أعلى مستوى، مع الفخر بصنعتهم.

كان هذا عصراً كانت فيه الجودة مرادفة إلى حد كبير للحرفية ولكن مع ظهور الثورة الصناعية في أواخر القرن الثامن عشر، بدأ مفهوم الجودة في التحول.

وأصبح الهدف هو إنتاج سلع موحدة وموثوقة على نطاق واسع، مما أدى إلى ولادة مراقبة الجودة، أما ضمان الجودة فقد برز في منتصف القرن العشرون، عندما كان التركيز ليس فقط على اكتشاف المشكلات وإصلاحها ولكن أيضا منعها من الحدوث في المقام الأول. وهكذا، شهدت أواخر القرن العشرين وأوائل القرن الحادي والعشرون التحول نحو إدارة الجودة، وتشمل جميع الأنشطة التنظيمية.

في عصرنا الحالي تجسدت مفاهيم إدارة الجودة الشاملة (TQM) وSigma Six، مع التركيز على التحسين المستمر وتقليل التباين والنفايات.

وبحسب جوران فان من بين المعاني العديدة لكلمة "جودة"، هناك معنان لهما أهمية حاسمة للإدارة من أجل الجودة: (Juran, 1998)

1. "الجودة" تعني ميزات المنتجات التي تلبي احتياجات العملاء وبالتالي توفر رضا العملاء بهذا المعنى، فإن معنى الجودة موجه نحو الدخل. الغرض من هذه الجودة العالية هي توفير قدر أكبر من رضا العملاء، ويأمل المرء، لزيادة الدخل.

ومع ذلك، فإن توفير ميزات ذات جودة أكثر و / أو أفضل يتطلب عادة استثمارا وبالتالي عادة ما ينطوي على زيادات في التكاليف. الجودة الأعلى بهذا المعنى عادة ما "تكلف أكثر".

2. "الجودة" تعني التحرر من أوجه القصور –التحرر من الأخطاء التي تتطلب القيام بالعمل مرارا وتكرارا (إعادة العمل) أو التي تؤدي إلى فشل الحقل، وعدم رضا العملاء، ومطالبات العملاء، وما إلى ذلك على. بهذا المعنى، يتم توجيه معنى الجودة إلى التكاليف، وعادة ما تكون الجودة الأعلى "أقل تكلفة".

شكل (2–10): تعريف الجودة حسب جوران

Product features that meet customer needs	**Freedom from deficiencies**
Higher quality enables companies to: Increase customer satisfaction Make products salable Meet competition Increase market share Provide sales income Secure premium prices The major effect is on sales. Usually, higher quality costs more.	Higher quality enables companies to: Reduce error rates Reduce rework, waste Reduce field failures, warranty charges Reduce customer dissatisfaction Reduce inspection, test Shorten time to put new products on the market Increase yields, capacity Improve delivery performance Major effect is on costs. Usually, higher quality costs less.

المصدر : (Juran,1990.)

وكلمة جودة تعني: (عبد القادر، 2016)

- درجة من التميز.
- التوافق مع المتطلبات.
- مجمل خصائص الكيان التي تؤثر على قدرته على الإشباع

الاحتياجات المعلنة أو الضمنية.

- اللياقة للاستخدام.
- اللياقة البدنية للغرض.
- الخلو من العيوب أو العيوب أو التلوث.
- إسعاد العملاء

وأخيراً لا بد من عرض تعريف المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) للجودة كموحد لجميع التعاريف ووجهات النظر السابقة، وفقاً ل ISO 9000: 2015، "أنظمة إدارة الجودة: الأساسيات والمفردات، يتم تعريف الجودة على أنها "الدرجة التي تفي بها مجموعة من الخصائص المتأصلة بالمتطلبات".

2-2-2 رواد الجودة في العصر الحديث

إن استعراض تطور نظريات الجودة الحديثة نسبيا سيساعد على فهم كيف تطور مبدأ الجودة:

- فريدريك وينسلو تايلور (أوائل أواخر القرن التاسع عشر): الجودة هي قدرة المنتج أو العملية لأداء وظيفتها المقصودة دون التسبب في إهدار أو عدم الكفاءة. فلسفته: "جعل الناس يعملون بجد مثلهم لم يكن فعالا مثل تحسين الطريقة التي تم بها إنجاز العمل ".
- والتر أ. شيوهارت (1910-1920): شوهارت، عرف شيوهارت الجودة على أنها الدرجة التي يكون بها المنتج أو العملية مجانية من التباين المتأصل. الجودة هي الدرجة التي يكون بها المنتج أو يمكن أن تحقق العملية الغرض المقصود منها أو تفي بالمتطلبات المحددة من قبل العميل.
- إدواردز ديمنج (1950): الجودة هي قدرة المنتج أو الخدمة على تلبية احتياجات العملاء وتوقعاتهم، مما يؤدي إلى ولاء العملاء ونجاح السوق. أكد ديمنج على أهمية المنهجية كنهج لتحسين الجودة والحد من التباين في العمليات.

- جوزيف م. جوران (1950): الجودة هي اللياقة للاستخدام أو درجة التي يمكن للمنتج أو الخدمة تلبية احتياجات العملاء وتوفير القيمة. ثلاثية الجودة الخاصة به هي نهج منظم لإدارة الجودة. إنه يشمل تخطيط الجودة (تحديد الأهداف والعمليات اللازمة لتحقيق النتائج) ، ومراقبة الجودة (ضمان العمليات العمل كما هو مخطط له) ، وتحسين الجودة (تبحث باستمرار عن طرق أفضل للقيام بالأشياء). مفهوم "اللياقة للاستخدام" كبديل إلى التعاريف التقليدية للجودة وشدد على أن الجودة تحدد بناء على المتطلبات والاحتياجات المحددة للمستخدمين أو الزبائن. يحول هذا التعريف التركيز من تلبية المواصفات إلى تلبية توقعات العملاء.

- Armand V. Feigenbaum (1950): الجودة هي المركب الكلي

للخصائص التي تحدد قيمة المنتج أو الخدمة. قدم Feigenbaum مفهوم مراقبة الجودة الشاملة، والتي يشدد على مشاركة جميع أعضاء المنظمة في ضمان جودة.

- فيليب كروسبي (1970): ساهم فيليب كروسبي في الإدارة النظرية وممارسات إدارة الجودة. مفهومه، "الجودة مجانية"، يشير إلى أن تكاليف الجودة الرديئة تفوق بكثير تكاليف الوقاية نوعية رديئة. ويؤمن بأن المنظمات يمكن أن توفر المال على المدى الطويل من خلال الحفاظ على معايير الجودة العالية، كروسبي معروف أيضا ب نظرية انعدام العيوب، التي تدعو إلى القيام بالأشياء بشكل صحيح أول مرة للقضاء على إعادة صياغة مكلفة.

كاورو إيشيكاوا (ثمانينيات القرن العشرين): مساهمة إيشيكاوا الأكثر أهمية في مجال إدارة الجودة هو مخطط إيشيكاوا، المعروف أيضاً باسم مخطط هيكل السمكة أو مخطط السبب والنتيجة. يستخدم هذا الرسم البياني في إدارة الجودة لتحديد الأسباب المحتملة للمشكلة، واكتشاف الأسباب الجذرية، وتصور العلاقة بين الأسباب ومشكلة، هذا يجعل من السهل تحديد مجالات تحسين الجودة. يعتقد إيشيكاوا أن تحسين الجودة كان عملية مستمرة والجودة هي جهد على مستوى الشركة ومسؤولية كل موظف.

2-2-3 أساسيات الجودة

تشمل أساسيات الجودة كلاً من: (بوكه، 2020)

- الملاءمة للغرض والتركيز على المستخدم
- رضا العملاء وأصحاب المصلحة.
- التحسين المستمر.

- صفر عيوب أو إنتاج خال من العيوب.
- الموثوقية والمتانة.
- التميز القائم على العمليات والعملية.
- تقديم المنتجات أو الخدمات المطلوبة.
- القيمة والقيمة مقابل المال.
- التوافق مع المواصفات.

2-2-4 أبعاد وقياس الجودة

تشير ميزات الجودة إلى الخصائص أو السمات المتأصلة في أن المنتج أو الخدمة أو العملية التي تجعلها تلبي التوقعات أو تتجاوزها. غالبا ما تكون قابلة للقياس ويمكن أن تكون مرتبطة مباشرة بالمعايير أو المواصفات أو متطلبات العملاء، على سبيل المثال، يمكن أن يكون عمر بطارية الهاتف المحمول سمة من سمات جودته.

إن أبعاد الجودة هي وجهات نظر أو زوايا معينة يمكن من خلالها تقييم جودة سلعة أو خدمة توفر إطاراً شاملاً لتقييم الجودة عبر معلمات مختلفة، كل بعد هو عدسة يمكن من خلالها تحليل وقياس الجودة. على سبيل المثال، يندرج المظهر الجمالي للمنتج تحت البعد "الجمالي"، مثال آخر هو السهولة التي يمكن بها إصلاح المنتج فيما يتعلق ببعد "قابلية الخدمة". (نعرورة و برحومة، 2014)

إن كلاً من الميزات والأبعاد ضرورية لفهم الجودة وضمانها، فإن الميزات هي السمات المتأصلة في المنتج أو الخدمة أو العملية، في حين أن الأبعاد تقدم وجهات نظر أو معايير محددة لتقييم تلك السمات. ويعرض الإطار أدناه بعض العناصر الرئيسية لزيادة التمييز بين سمات الجودة وأبعادها.

الشكل (2-11): الفرق بين أبعاد الجودة وسماتها

S/N	Elements	Features	Dimensions
1.	**Breadth vs. Depth**	Broad aspects that encompass quality	Deeper into specific facets of those features
2.	**General vs. Specific**	Tends to be more general characteristics shared across products, services, or processes	Offer specific perspectives or angles from which quality can be evaluated
3.	**Existence vs. Evaluation**	Inherent attributes that exist in a product or service or process	Criteria or perspectives used to evaluate and measure those features

المصدر: (Elsayeh,2020)

نسرد فيما يلي تفصيلاً حول أبعاد وسمات الجودة:

- أبعاد الجودة

تتجلى أبعاد الجودة من خلال العناصر التالية:

• التصميم: تلتقط جودة التصميم الخصائص والسمات المخططة للمنتج أو الخدمة. متجذر في احتياجات العملاء وتوقعاتهم، يتضمن هذا البعد اعتبارات مثل الوظائف والمتانة والموثوقية والجماليات وسهولة الاستخدام. من خلال نهج منهجي يشمل الاختبارات الصارمة والنماذج الأولية واختيار المواد.

• المطابقة: إن ضمان توافق الناتج الفعلي بسلاسة مع التصميم المتصور هو الهدف الأساسي لمطابقة الجودة. مع التركيز على التنفيذ، يؤكد جانب الجودة هذا على الالتزام بالمعايير والمواصفات والإجراءات المحددة مسبقا. من خلال استخدام تقنيات مثل مراقبة الجودة وعمليات التفتيش المنتظمة وتحسينات العملية وتدريب الموظفين، يضمن هذا البعد الحد الأدنى من الانحرافات، مما يمهد الطريق لمنتج أو خدمة نهائية لا تشوبها شائبة.

• الأداء: يحلل هذا الجانب كيفية أداء المنتج أو الخدمة للوظيفة المقصودة. تقدم جودة الأداء رؤى حول الفعالية العملية للتسليم. غالبا ما تترجم جودة الأداء الممتازة إلى زيادة ولاء العملاء والرعاية المتكررة والسمعة القوية والإيجابية.

• الخبرة: تشمل جودة التجربة الرحلة الكاملة للعميل مع منتج أو خدمة أو علامة تجارية.

تتراوح العوامل التي تشكل هذه التجربة من سهولة الاستخدام إلى ميزات المنتج من ناحية خدمات ما بعد البيع والتي يؤدي إلى تقديم جودة تجربة تميز العلامة التجارية بشكل كبير، وتحفز العملاء لأن يصبحوا سفراء مخلصين.

- قياس الجودة

بعض المقاييس والمؤشرات التي تستخدمها المؤسسات للقياس:

• رضا العملاء أو عدم رضاهم: وتشمل الاستطلاعات، نماذج الملاحظات، غالباً ما تستخدم منصات الشكاوى والمراجعات لقياس العملاء الرضا أو عدم الرضا، وهو مؤشر رئيسي للجودة.

• معدلات العيوب: في تصنيع المنتج، عدد العيوب لكل وحدة أو الدفعة هي مقياس مباشر للجودة. معدلات عيوب أقل عادة تشير إلى جودة أعلى.

• معدلات الإرجاع: يمكن أن يكون المعدل الذي يعيد به العملاء منتجا يدل على جودته. قد تشير معدلات العائد المرتفعة إلى مشكلات في الجودة.

• مؤشرات قدرة العملية: تستخدم في التصنيع لقياس مدى جودة العملية في تلبية حدود المواصفات.

• المقاييس المستندة إلى الوقت: وقت حل المشكلات والمهلة الزمنية والوقت الآخر يمكن أن تكون المقاييس القائمة مؤشرات حاسمة للجودة.

أما أدوات قياس الجودة الرئيسية فهي: (حسن، 2019)

• المسوحات والاستبيانات: هذه الأدوات مفيدة بشكل خاص في التقاط تصورات العملاء للجودة.

• مخططات التحكم: تستخدم لمراقبة الاستقرار والأداء مع مرور الوقت، وتحديد الاختلافات التي قد تشير إلى الجودة.

• أوراق التحقق: أدوات بسيطة لجمع البيانات وتحليلها، وهي نماذج مصممة خصيصا تسمح للموظفين بتسجيل البيانات بطريقة منظمة.

• تحليل باريتو: تقنية تستخدم لتحديد المصادر الأكثر شيوعاً من العيوب أو الأسباب الأكثر شيوعا لشكاوى العملاء أو أي عيوب أخرى العامل الذي يقيس عدم المطابقة لمعايير الجودة.

• أدوات ستة سيجما: وتشمل هذه مجموعة متنوعة من الأدوات مثل DMAIC (التعريف، القياس والتحليل والتحسين والتحكم) وتحليل السبب الجذري الذي يركز على تحسين الجودة عن طريق تقليل الاختلافات والعيوب.

في مجال قياس الجودة، تقف البيانات كالعمود الفقري، حيث توفر المعلومات الحيوية التي يتم قياس الجودة على أساسها. بعد كل شيء، المقاييس والمؤشرات والأدوات قليلة الفائدة بدون بيانات دقيقة وذات صلة وفي الوقت المناسب لتحليلها.

2-3 المبحث الثالث: خطة إدارة الجودة

يعد نظام إدارة الجودة (QMS) إطاراً منظماً يوثق العمليات والإجراءات والمسؤوليات لتحقيق سياسات وأهداف الجودة. الهدف الأساسي لنظام إدارة الجودة هو التأكد من أن جميع الخطوات في تطوير المشروع تلبي معايير الجودة المعمول بها، وبالتالي ضمان رضا العملاء، يوفر نهجاً منظماً لإدارة وتحسين جودة المنتجات والخدمات.

من الواضح الآن أن الجودة لا تحدث فقط عن طريق الصدفة ولكنها تتطلب إدارة فعالة. وفقا لمعيار ISO 9000، تشمل عملية إدارة الجودة وضع سياسات وأهداف الجودة، ثم وضع الاستراتيجيات من خلال تخطيط الجودة وضمانها ومراقبتها وتحسينها لتحقيق هذه الأهداف، يمكن لكل كيان، بغض النظر عن طبيعته، ويجب عليه إدارة جودته، نظراً لفوائده العميقة.

2-3-1 مكونات خطة إدارة الجودة

تتكون خطة إدارة الجودة من العناصر التالية:

- سياسة الجودة والتخطيط

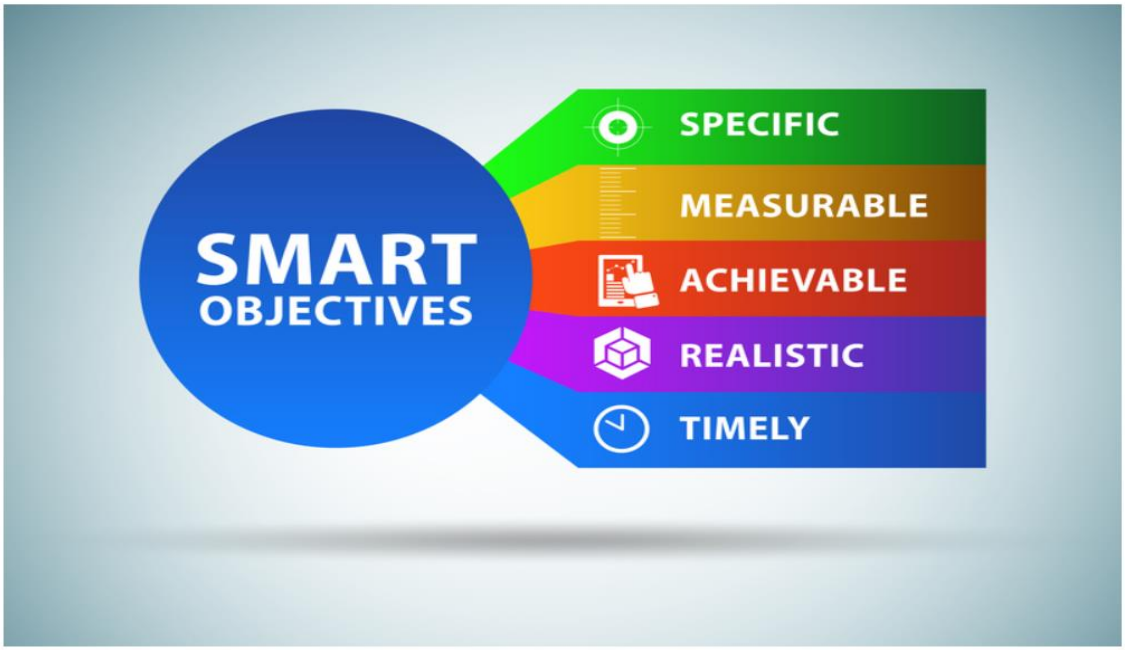
سياسة الجودة هي الأساس الذي تستند إليه جميع الأنشطة المتعلقة بالجودة. يوضح النوايا والاتجاه المتعلق بالجودة على النحو المنصوص عليه من قبل مديري المنظمات. عادة ما تتماشى السياسة مع الرؤية والرسالة الأوسع للمنظمة. توفر هذه السياسة الإطار الذي يتم من خلاله تحديد أهداف الجودة. يمكن أن تكون مبادئ إدارة الجودة المنصوص عليها في ISO 9001 بمثابة الأساس لصياغة هذه السياسة. يقدم الإطار 5 أدناه مثالا على سياسة الجودة التي وضعها مستشفى حاصل على شهادة ISO 9001: 2015.

ترتبط عملية التخطيط بوضع سياسة الجودة، والتي يمكن اعتبارها أيضا بداية تخطيط الجودة، وهي مكرسة لرسم خارطة طريق للجودة. وهو ينطوي على وضع أهداف الجودة وتحديد العمليات التشغيلية اللازمة، إلى جانب الموارد المطلوبة، لتحقيق هذه الأهداف. بشكل أساسي، يضمن تخطيط الجودة وجود مسار واضح نحو تحقيق المستوى المطلوب من الجودة.

- أهداف الجودة

وهي أهداف محددة تتعلق بالجودة يجب صياغتها باتباع إطار SMART (محدد، قابل للقياس، قابل للتحقيق، ذي صلة، محدد زمنياً) (Kinch, 2020)

الشكل (2-12): مكونات إطار SMART



المصدر: (https://cvgstrategy.com/quality-objectives/)

وترتكز على سياسة الجودة بالمنظمة، عادة ما يتم تصميم هذه الأهداف لمختلف الأدوار والمستويات والأنشطة داخل المنظمة. إنها تعمل كأهداف قابلة للقياس، وتوجه كل مسعى عالي الجودة نحو النتائج المرجوة. ومع ذلك، لضمان أن تكون هذه الأهداف عملية وفعالة وتسفر عن نتائج ملموسة.

1. محددة: يجب أن تكون أهداف الجودة واضحة ولا لبس فيها. بدلاً من أهداف واسعة مثل "تحسين جودة المنتج"، قد يكون الهدف المحدد "تقليل عيوب التصنيع بنسبة 15٪."

2. قابلة للقياس: كل هدف يحتاج إلى مقياس بدون بيانات قابلة للقياس الكمي، فإنه يصبح من الصعب قياس التقدم. على سبيل المثال، "زيادة العملاء الرضا" يصبح قابلا للقياس عند تأطيره على أنه "تحقيق درجة رضا العملاء بنسبة 90٪ في استطلاعات ما بعد الخدمة".

3. قابلة للتحقيق: في حين أن الطموح جدير بالثناء، يجب أن تكون الأهداف واقعية. يجب عليهم تحدي المنظمة ولكن البقاء داخل مجال الاحتمالات، مع مراعاة الموارد والقيود والعوامل الخارجية

4. ذات الصلة: يجب أن تتوافق الأهداف مع مهمة المنظمة، الرؤية وسياسة الجودة يجب أن تكون ذات صلة بأهداف العمل ويتردد صداها مع الاستراتيجية التنظيمية الأوسع.

5. محدد زمنياً: يضمن تحديد إطار زمني واضح الزخم والتركيز سواء كان هدفاً قصير المدى مثل "تقليل أخطاء معالجة الطلبات بنسبة 5٪ في الربع التالي" أو على المدى الطويل الذي يمتد لسنوات.

♦ ضمان الجودة (QA)

يعمل ضمان الجودة كبناء للثقة، ويركز على ضمان تلبية متطلبات الجودة المحددة باستمرار هذا الجانب من الجودة الإدارة هي كل شيء عن تزويد أصحاب المصلحة بضمان الالتزام بمعايير الجودة، وبناء الثقة والموثوقية. تستمد أهميتها من الثقة المزدوجة التي توفرها، داخل المنظمة وخارجها.

1. الثقة الداخلية للإدارة: على سبيل المثال، قبل إطلاق تطبيق برمجي جديد، يقوم فريق ضمان الجودة الداخلي بإجراء اختبارات مكثفة من خلال الكشف عن الأخطاء وتصحيحها، يؤكد الفريق للإدارة أن البرنامج قوي وجاهز للإصدار في السوق. هذا التحقق الداخلي يساعد في اتخاذ القرار ويضمن توافق المنتج مع المعايير التنظيمية، ضمان الجودة تشمل أيضاً إنشاء معيار إجراءات التشغيل (SOPs)، مثل الكشف عن العيوب والتصحيح. (Padayachee & Munro, 2020)
2. الثقة الخارجية للمعنيين:

أ. العملاء: من خلال تقديم منتجات عالية الجودة باستمرار تلبي أو تجاوز التوقعات، تضمن الشركات للعملاء موثوقيتها.

ب. الوكالات الحكومية والهيئات التنظيمية: الصناعات، ولا سيما تلك التي تؤثر على السلامة العامة أو الصحة العامة، وغالباً ما تحتاج إلى الالتزام بالمعايير الحكومية الصارمة، تضمن شركة الأدوية، من خلال عمليات ضمان الجودة الخاصة بها، فعالية الأدوية وسلامتها، مما يوفر الثقة للوكالات الصحية.

ج. جهات التصديق: تبحث هيئات التصديق عن الالتزام المتسق بالجودة. على سبيل المثال، قد تحصل شركة تجهيز الأغذية على ISO 22000، مما يؤكد لأصحاب المصلحة التزامها بسلامة الأغذية.

د. الأطراف الثالثة: يسعى الموردون والشركاء أيضاً إلى ضمان الجودة.

3. ضمان الجودة ليس مجرد مطلب إجرائي. إنه أداة استراتيجية تضمن لأصحاب المصلحة، الداخليين والخارجيين، التزام المنظمة بالتميز، وبالتالي بناء الثقة والمصداقية والعلاقات الدائمة.

♦ مراقبة الجودة (QC):

يؤكد هذا المكون على الوفاء الفعلي بمتطلبات الجودة، إنه النهج العملي أو الجانب العملي لإدارة الجودة، حيث يتم وضع الضوابط والتدابير لتحديد وتصحيح الانحرافات والتأكد من أن المنتج النهائي أو الخدمة تلبي أو تتجاوز معايير الجودة المحددة (المتطلبات).

1. الاختبار الموحد: تضمن هذه الفحوصات المنهجية خلو المنتج من العيوب.

2. فحص المنتج: قبل أن يصل المنتج إلى الرفوف، فإنه يخضع لعمليات تفتيش صارمة لمراقبة الجودة للتأكد من أنه يلبي التصميم المواصفات.

3. مراقبة العملية: في صناعات مثل الأغذية والمشروبات تعتبر مراقبة عملية التصنيع على مرور الوقت أمر بالغ الأهمية لرصد أي انحراف مما يتيح اتخاذ إجراءات تصحيحية سريعة.

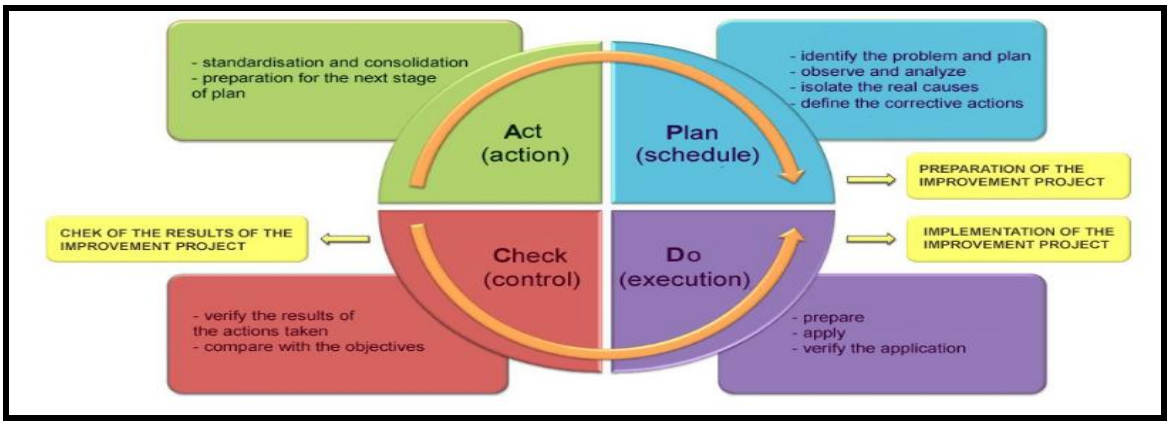
4. أخذ العينات والتحليل: للحفاظ على شهادات أو أختام جهات التصديق.

5. حلقات التغذية الراجعة: من خلال جمع التعليقات من تجار التجزئة أو الموزعين على جودة المنتج، يمكن للشركات الكشف بسرعة ومعالجة القضايا المتكررة.

♦ التحسين المستمر

تحسين الجودة هو السعي الاستباقي للتميز؛ يتعلق الأمر برفع القدرة على تلبية متطلبات الجودة وتجاوزها، تبحث هذه العملية المستمرة في جوانب مثل الكفاءة والفعالية وإمكانية التتبع، وتسعى جاهدة لرفع كل بعد من أبعاد الجودة بمرور الوقت. إن مراقبة وقياس وتقييم الجودة المضمنة في دورة التخطيط والتنفيذ والتحقق والتصرف (PDCA) لهذه الجوانب أو الأبعاد أو الأهداف وغيرها هي أساس تحسين الجودة.

الشكل (2-13): PDCA CYCLE



المصدر: (Deshpande, 2017)

يتم تحسين الجودة باستمرار بشكل أساسي، يعد تحسين الجودة هو قلب التطور التدريجي، ويحث المؤسسات على التطلع إلى الأمام وتوقع التحديات وابتكار الحلول؛ يتعلق الأمر بضمان أن رحلة الجودة ليس لها خط نهاية ولكنها سعي لا هوادة فيه لتحقيق التميز.

♦ الامتثال للمعايير

يعد الامتثال للمعايير المعمول بها مكوناً حاسماً في نظام إدارة الجودة (QMS)، توفر المعايير إطاراً لضمان تلبية المنتجات والخدمات والعمليات لمعايير الجودة المتسقة.

إليك كيفية مساهمة ISO 9001 وASME وASTM في ذلك:

» ISO 9001:2015

هو معيار دولي لنظام إدارة الجودة. يحدد معايير نظام إدارة الجودة ويستند إلى العديد من مبادئ إدارة الجودة، بما في ذلك التركيز القوي على العملاء، ومشاركة الإدارة العليا، ونهج العملية، والتحسين المستمر.

يساعد ISO 9001 المؤسسات على ضمان تلبية متطلبات العملاء والمتطلبات التنظيمية وإظهار التحسين المستمر، يوفر نهجاً منظماً لإدارة العمليات وتحسين كفاءة وفعالية نظام إدارة الجودة.

» (ASEM) الجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين: (https://www.asme.org/)

تقوم ASME بتطوير الرموز والمعايير لقطاعي الهندسة والتصنيع، لا سيما في الهندسة الميكانيكية. تضمن هذه المعايير السلامة والموثوقية والكفاءة التشغيلية للأنظمة والمكونات الميكانيكية. معايير ASME معترف بها على نطاق واسع وتستخدم عالميا لضمان تلبية المنتجات والعمليات لمعايير

السلامة والأداء الصارمة. غالبا ما يكون الامتثال لمعايير ASME مطلوبا في صناعات مثل البناء والتصنيع والطاقة.

» (ASTM) الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد: (https://www.astm.org/)

تقوم ASTM بتطوير ونشر معايير الإجماع الطوعي لمجموعة واسعة من المواد والمنتجات والأنظمة والخدمات. تغطي هذه المعايير مختلف الصناعات، بما في ذلك البناء والتصنيع واختبار المواد.توفر معايير ASTM إرشادات مفصلة لطرق الاختبار ومواصفات المواد ومعايير الأداء، فهي تساعد على ضمان تلبية المواد والمنتجات لمتطلبات الجودة والسلامة المحددة، مما يسهل الاتساق والموثوقية في الإنتاج والبناء.

إن الامتثال للمعايير يعود على المنظمة بالفوائد التالية:

- الاتساق: يضمن الالتزام بالمعايير المعمول بها أن تكون العمليات والمنتجات متسقة وموثوقة وذات جودة عالية.
- السلامة: تضمن معايير مثل تلك الخاصة بـ ASTM و ASMEأن المنتجات والأنظمة آمنة للاستخدام، مما يقلل من مخاطر الحوادث والأعطال.
- الامتثال التنظيمي: يساعد تلبية المعايير المؤسسات على الامتثال للمتطلبات القانونية والتنظيمية، وتجنب العقوبات والقضايا القانونية.
- الوصول إلى الأسواق: يمكن أن يؤدي الامتثال للمعايير الدولية مثل ISO 9001 إلى تعزيز سمعة المؤسسة وتوفير الوصول إلى الأسواق العالمية.
- من خلال دمج هذه المعايير في نظام إدارة الجودة الخاص بها، يمكن للمؤسسات وضع معايير واضحة للجودة، وتحسين عملياتها، والتأكد من أن منتجاتها وخدماتها تلبي باستمرار أو تتجاوز توقعات العملاء.

2-3-2 أثر تطبيق أنظمة إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية

لا يخفى أن هناك العديد من الفوائد لتطبيق أنظمة الجودة على المشاريع الإنشائية والتي تتمثل بشكل أساسي في:

- تقليل إعادة العمل: من خلال تحسين التخطيط والتنفيذ والكشف المبكر على المشاريع
- الحفاظ على معايير السلامة: من خلال الامتثال باللوائح وإدارة المخاطر والحرص على التدريب المستمر للعاملين

- تقليل التكاليف على المدى الطويل: من خلال رفع كفاءة الأداء والحد من الهدر.

هناك العديد من الدراسات التي تمحورت حول هذا الموضوع سنشير فيما يلي إلى بعض منها:

- Effectiveness of Quality Management System (QMS) on Construction Projects Behnam Neyestani December 2016
- Quality Management in Construction Industry James L. Burati, Jr., Member, ASCE, Michael F. Matthews, and Satyanarayana N. Kalidindi, Student Members, ASCE 1991
- The effective maintenance of quality management systems in the construction industry Sui Pheng Low، Hennie Faizathy Omar 1997
- أثر تطبيق أنظمة إدارة الجودة على تحسين إدارة مشروعات التشييد؛ أ. د مصطفى قطب أستاذ بقسم الهندسة المدنية–د. محمد سعد عطوه أستاذ بقسم العمارة–جامعة الأزهر–مصر

د. جابر يوسف محمد أستاذ مساعد–قسم إدارة المشاريع–الأكاديمية العربية بالدنمارك

م. أشرف محمد كمال الشبراوي طالب دكتوراه جامعة الأزهر–مصر، 2018

2-4 المبحث الرابع: خطة إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية

تعد خطة إدارة الجودة (QMP) وثيقة حاسمة في تنفيذ نظام إدارة الجودة (QMS) لمشاريع البناء، إنه بمثابة خارطة طريق لتحقيق أهداف الجودة والتأكد من أن جميع أنشطة المشروع تلبي المعايير المطلوبة.

2-4-1 المشاريع الإنشائية

يعرف المشروع وفق PMBOK على أنه: "نشاط مؤقت يتم البدء فيه لتقديم منتج أو خدمة فريدة"؛ وتتميز المشاريع بوجود بداية ونهاية محددة لها وموارد لغايات التنفيذ لتحقيق الهدف الذي أُنشأت لأجله.

يتم تنفيذ المشاريع الإنشائية بواسطة المتخصصين وفق دورة حياة هي سلسلة من المراحل التي تربط بداية المشروع بنهايته مع تحديد توقيت توليد تسليمات كل مرحلة ومراجعتها وتقييمها ورقابتها وتحديد المعني في كل مرحلة مع تحديد تداخل المسؤوليات لأصحاب المصلحة (مدير المشروع–فريق المشروع–الشركة المنفذة–المستخدم)، وأي مشروع له دورة حياة مشتركة بغض النظر عن حجمه وتركيبته.

2-4-2 العوامل المؤثرة على جودة المشاريع الإنشائية

كغيرها من المشاريع تستهدف المشاريع الإنشائية البدء والانتهاء من المشروع ضمن السقوف الزمنية والكلف المقدرة والجودة المستهدفة، وقد تعددت البحوث التي تضمنت دراسة العوامل المؤثرة على جودة المشاريع الإنشائية وكانت هذه المتغيرات متفاوتة وغير محددة وإن كانت هناك بعض منها مشتركة يمكن تلخيصها بالتالي: (Rashed, Othman,2015)

- تصميم المشروع وكفاءة عملية التصميم وخبرات القائمين عليها.
- العقد بين المالك والمقاول.
- تخطيط الموقع.
- تقنيات التنفيذ والإشراف.
- تكلفة العمالة الماهرة والمعدات والمواد.
- تلبية متطلبات الجهة المالكة للمشروع.

- الالتزام بالميزانية المحددة للمشروع ووضوح نطاق العمل.
- دقة نظم الإنشاء المستخدمة وتدفق المعلومات للمستفيدين.

2-4-3 محتوى ومكونات خطة إدارة الجودة

• سياسة الجودة والأهداف: يحدد QMP بيانات سياسة الجودة للمنظمة وأهداف الجودة الشاملة، والتي توفر التوجيه والإرشاد لتحقيق معايير الجودة العالية والحفاظ عليها.

• الأدوار والمسؤوليات: يحدد أدوار ومسؤوليات وسلطات الموظفين المشاركين في إدارة الجودة، بما في ذلك الإدارة العليا ومديري المشاريع ومديري الجودة وموظفي ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA / QC).

• عمليات إدارة الجودة: يحدد برنامج إدارة الجودة العمليات والمنهجيات لإدارة الجودة في جميع مراحل تنفيذ المشروع، من التخطيط والتصميم إلى البناء والاختبار والتكليف.

• أنشطة ضمان الجودة: تحدد الأنشطة والتدابير المنفذة لضمان تلبية مخرجات المشروع لمتطلبات الجودة المحددة والامتثال للمعايير والقوانين واللوائح المعمول بها.

• تدابير مراقبة الجودة: يفصل برنامج إدارة الجودة إجراءات مراقبة وفحص واختبار مخرجات المشروع لتحديد ومعالجة الانحرافات عن معايير الجودة في الوقت المناسب.

• خطط الفحص والاختبار: تحدد عمليات التفتيش والاختبارات ومعايير القبول المخطط لها للتحقق من جودة المواد والتصنيع وعمليات البناء في مراحل مختلفة من المشروع.

• إجراءات عدم المطابقة: يصف برنامج المؤهلات العامة إجراءات تحديد وتوثيق وتقييم ومعالجة حالات عدم المطابقة أو الانحرافات عن معايير الجودة، بما في ذلك عملية بدء الإجراءات التصحيحية والوقائية

• متطلبات التوثيق: تنص على متطلبات التوثيق وحفظ السجلات لالتقاط المعلومات المتعلقة بالجودة، بما في ذلك تقارير التفتيش ونتائج الاختبار وسجلات الجودة والوثائق المدمجة. مثال: قد يتضمن PQP لمشروع البناء خططا مفصلة لعمليات التفتيش على مراقبة الجودة أثناء إعداد الموقع، وصب الخرسانة، والتركيب الهيكلي، وأعمال التشطيب، بالإضافة إلى إجراءات لمعالجة أي انحرافات عن مواصفات التصميم أو معايير الجودة المحددة أثناء عمليات التفتيش.

• التحسين المستمر: يتضمن أحكاما للتحسين المستمر من خلال إنشاء آليات للتغذية الراجعة والتقييم والإجراءات التصحيحية والدروس المستفادة لتعزيز ممارسات إدارة الجودة على مدى الوقت.

2-4-4 المستندات المطلوبة لإعداد خطة إدارة الجودة (QMP)

- بيان سياسة الجودة: بيان رسمي يحدد التزام المنظمة بالجودة، بما في ذلك أهدافها ومبادئها لتحقيق معايير الجودة العالية والحفاظ عليها.

الشكل (2-14): نموذج بيان سياسة الجودة لمنظمة

المصدر: https://diffmedicalcentre.org/about/

- أهداف الجودة: أهداف واضحة وقابلة للقياس تحدد أهداف وتطلعات الجودة للمنظمة، وتعمل كمعايير لتقييم الأداء والتقدم.
- الهيكل التنظيمي: توثيق الهيكل التنظيمي والأدوار والمسؤوليات والسلطات المتعلقة بإدارة الجودة، بما في ذلك فريق إدارة الجودة وموظفي ضمان الجودة (QA) وموظفي مراقبة الجودة (QC).
- عمليات إدارة الجودة: وصف مفصل للعمليات ومنهجيات إدارة الجودة في جميع جوانب عمليات المنظمة، بما في ذلك التخطيط والتصميم والمشتريات والبناء والاختبار والتكليف.

الشكل (2-15): مستند توريد مواد للموقع

PROJECT NAME
DELIVERY OF STEEL CHECKLIST

CONTRACTOR:
PROJECT MANAGER:

DSC No. : Date :

Drawing Ref :

Description of Activities	Disposition			Inspection (Initials)
	ACCEPT	REJECT	HOLD	
1. Check Delivery note	☐	☐	☐	
2. Check mill certificate	☐	☐	☐	
3. Check heat number	☐	☐	☐	
4. Check quantity control certificate of supplier	☐	☐	☐	
5. Check epoxy coating test done at plant.	☐	☐	☐	
6. Check samples taken from every 50 tons for physical & chemical test	☐	☐	☐	
7. Check request for material testing filled along with samples.	☐	☐	☐	
8. Check the handling method	☐	☐	☐	

REMARKS: REBAR DESCRIPTION

COMMENTS:(CONSULTANT'S)

CHECKED BY:	INSPECTED BY:	WITNESSED BY:
Contractor Representative	Q.C. Inspector, Contractor	Consultant
DATE:	DATE:	DATE:

Distribution PM ☐ Consultant ☐ Contractor ☐ Others ☐

المصدر: من إعداد الباحث

- إجراءات ضمان الجودة: إجراءات تنفيذ أنشطة ضمان الجودة، مثل تخطيط الجودة، وتدقيق الجودة، ومراجعات الإدارة، ومبادرات تحسين العمليات لضمان تلبية مخرجات المشروع لمتطلبات الجودة المحددة.

- تدابير مراقبة الجودة: إجراءات تنفيذ أنشطة مراقبة الجودة، مثل عمليات التفتيش والاختبارات وآليات المراقبة، لتحديد ومعالجة الانحرافات عن معايير الجودة في مخرجات المشروع.

- متطلبات التدريب والكفاءة: توثيق متطلبات التدريب ومعايير الكفاءة للموظفين المشاركين في أدوار إدارة الجودة، بما في ذلك موظفي ضمان الجودة / مراقبة الجودة والمفتشين والمشرفين.

- متطلبات التوثيق وحفظ السجلات: إرشادات لتوثيق المعلومات المتعلقة بالجودة، والاحتفاظ

بسجلات عمليات التفتيش والاختبارات وعدم المطابقة والإجراءات التصحيحية وأنشطة إدارة الجودة الأخرى.

الشكل(2-16): قائمة الفحص بالموقع

	QA/QC Department Setting Out	1

Project Name: Project No:
Date: Time:
Location of Work:

S/N	Description	N/A	Conform	Do Not Conform	NCR Raised
1	Has the plot been demarcated by the local authority?	☐	☐	☐	☐
2	Has the demarcation certificate been issued by local authority?	☐	☐	☐	☐
3	Has the gate level been verified with respect to the surroundings?	☐	☐	☐	☐
4	Are there any clashes with existing features (lamp post etc..)?	☐	☐	☐	☐
5	Has existing site level been taken and recorded?	☐	☐	☐	☐
6	Any features within the area of construction that requires relocation?	☐	☐	☐	☐
7	Any discrepancies in dimensions stated in approved drawings?	☐	☐	☐	☐
8	Work set out in relation to original point & lines in accordance with approved drawings?	☐	☐	☐	☐
9	Do the instruments used by surveyor have a valid calibration certificate?	☐	☐	☐	☐
10	Are the calculations correct & checked?	☐	☐	☐	☐
11	Were there sufficient check made on the setting out?	☐	☐	☐	☐

Observation/s:

Performed by: Signature:

QA/QC Inspection Checklists

المصدر: من إعداد الباحث

- عمليات التحسين المستمر: استراتيجيات وآليات لتعزيز التحسين المستمر في ممارسات إدارة الجودة، بما في ذلك آليات التغذية الراجعة، وتقييم الأداء، والإجراءات التصحيحية، والدروس المستفادة.

- المتطلبات القانونية والتنظيمية: وثائق الامتثال التي تثبت الالتزام بالمتطلبات القانونية والتنظيمية ذات الصلة التي تحكم إدارة الجودة في صناعة البناء والتشييد.

2-4-5 خطوات تنفيذ نظام إدارة الجودة باستعمال تقنية BIM

يتفق الباحثون على أن BIM يمكن أن يكون مفيداً لتحسين جودة المشروع وأنه من المرجح أن تستخدم المزيد من المشاريع BIM في المستقبل لتمرير المعلومات من مرحلة التصميم إلى مرحلة البناء. لكن لا توجد إرشادات واضحة حول استخدام BIM لتحسين الجودة. (Arayici, et al, 2011)

نظرياً من الممكن قولبة خطوات تكامل الجودة مع BIM بالخطوات التالية:

1. تحديد العمليات ورسم خرائط نظام إدارة الجودة في BIM:

- تتضمن هذه العمليات عادة التحقق من صحة التصميم وفحص المواد ومراقبة البناء والتوثيق من خلال BIM.مع ضرورة ربطها بجدول زمني واضح المعالم ولا بد من التأكد أن برنامج BIM المستخدم قادر على دعم تكامل نظام إدارة الجودة. والذي يتطلب تخصيص البرنامج ليشمل ميزات محددة لإدارة الجودة.
- من ثم يصار إلى توفير التدريب لجميع أعضاء الفريق على كيفية استخدام BIM لإدارة الجودة. ويشمل ذلك التدريب الأدوات والعمليات وأفضل الممارسات.
- يتم عمل اختبار تجريبي للتطبيق وتصحيح أية أخطاء أو تناقضات قد تظهر.

2. إعداد قوالب موحدة في BIM:

- لضمان اتباع جميع المعنيين لنفس مقاييس الجودة يجب إعداد لتشمل أقساماً لجميع المعلومات الضرورية، مثل قوائم مراجعة الفحص ونتائج الاختبار وتقارير عدم المطابقة والإجراءات التصحيحية. لتناسب الاحتياجات المحددة للمشروع وأصحاب المصلحة المعنيين. يشمل ذلك إضافة حقول للبيانات الخاصة لالتقاط جميع المعلومات ذات الصلة، مثل تواريخ التفتيش والموظفين المسؤولين والملاحظات التفصيلية. كما يتم الاستفادة من ميزات أتمتة البرنامج لملء حقول معينة تلقائياً، مثل تفاصيل المشروع والتواريخ وعمليات التحقق من التوافق القياسية مع مراعاة توافقها مع ميزات البرنامج وقدراته.

3. تتبع التغييرات في الوقت الحقيقي وتنبيهات ضمان الجودة/مراقبة الجودة:

- يسمح BIM بإجراء تحديثات في الوقت الفعلي لنموذج المشروع، مما يضمن أن أي تغييرات يتم إجراؤها تنعكس على الفور ويمكن لجميع المعنيين الوصول إليها، تساعد هذه المراقبة المستمرة في الحفاظ على عرض محدث لتقدم المشروع وحالة الجودة.

2-4-6 الأدوات والتقنيات الرئيسية في تكامل نظام إدارة الجودة-BIM

نورد فيما يلي البرامج الأساسية والأكثر شيوعا لتنفيذ تقنية BIM:

Autodesk BIM 360

وهي عبارة عن نظام أساسي قائم على السحابة يسهل التعاون في الوقت الفعلي بين المعنيين في المشروع. هذا يضمن أن كل شخص لديه حق الوصول إلى أحدث بيانات المشروع، والحد من الأخطاء وتحسين الاتصال يوفر إمكانات لإدارة المستندات، مما يسمح بسهولة تخزين مستندات المشروع واسترجاعها ومشاركتها.

يتضمن BIM 360 أدوات لتتبع مشكلات الجودة وإدارتها، مثل قوائم المراجعة وعمليات التفتيش وتتبع المشكلات، كما توفر المنصة تحليلات البيانات وميزات إعداد التقارير التي توفر رؤى حول أداء المشروع ومقاييس الجودة.

Navisworks

تتميز Navisworks بتنسيق النماذج، مما يسمح بدمج النماذج من مختلف التخصصات (على سبيل المثال: المعمارية، الإنشائية، MEP).

هذا يساعد في تحديد وحل التناقضات في وقت مبكر من المشروع ويقلل من مخاطر إعادة العمل المكلفة ويضمن أن التصميم قابل للبناء.

كما تدعم Navisworks محاكاة D4، وتربط نموذج BIM بجدول المشروع، كما يسمح ذلك بتصور تسلسل البناء وتحديد تعارضات الجدولة المحتملة.

Revit

تسمح قدرات النمذجة البارامترية في Revit بإنشاء نماذج ذكية يتم تحديثها تلقائيا عند إجراء التغييرات. مما يبقي النموذج دقيقا ومحدثاً.

تقوم Revit بإنشاء مستندات بناء مفصلة، بما في ذلك الرسومات والجداول الزمنية والمواصفات فتحافظ بذلك على وثائق المشروع دقيقة ومتوافقة مع الغرض من التصميم.

ويتضمن البرنامج أدوات لإجراء تحليل الجودة، مثل تحليل الطاقة والتحليل الهيكلي وفحوصات الامتثال للكود فيضمن بذلك أن التصميم يلبي جميع متطلبات الجودة والمتطلبات التنظيمية.

2-4-7 دراسات عملية لتكامل BIM وإدارة جودة المشروع

كما أسلفنا سابقاً لا يوجد قالب موحد لإدارة الجودة من خلال BIM حيث تتم النمذجة حسب نوع المشروع أو المرحلة من مراحل المشروع المراد فيه/فيها استعمال BIM لإدارة جودة المشروع؛ سنستعرض بتصرف فيما يلي دراسة تفصيلية للباحثين (LiJuan Chen, Hanbin Luo) نموذج إدارة جودة البناء القائم على BIM وتطبيقاته. (Chen & Luo, 2014)

1- خطة إدارة الجودة في مشاريع التشييد

يوضح الشكل (2-16) العملية الشاملة لخطة فحص الجودة باستخدام نموذج جودة BIM والتي تشمل:

• تطوير خطة مراقبة الجودة بناء على خطة العمل وخطة التفتيش وخصائص المشروع.

• استرداد قائمة مراجعة الجودة المقابلة من نموذج جودة البناء القائم على D4 BIM، وفقاً لتصنيفات العمل وعملية أنشطة البناء، عند طلب المقاول.

• إجراء التفتيش عن طريق تسجيل المقياس الميداني النتائج ونتائج الاختبارات المطلوبة في قائمة التحقق.

• مقارنة متطلبات التصميم ونتائج البناء تنشأ تلقائيا.

• يتم اتخاذ القرارات بشأن قبول العملية التالية والمضي قدما فيها أو رفض هذه المجموعة وإصدار تقرير عدم المطابقة (NCR) مع متطلبات محددة من نموذج الجودة القائم على BIM.

• ينتج عن أعمال التفتيش تغذية راجعة، وينعكس ذلك في النموذج ليصار بعدها إلى تحديث النموذج وخطة التفتيش.

الشكل (2-17): خطة إدارة المشروع باستعمال قالب BIM

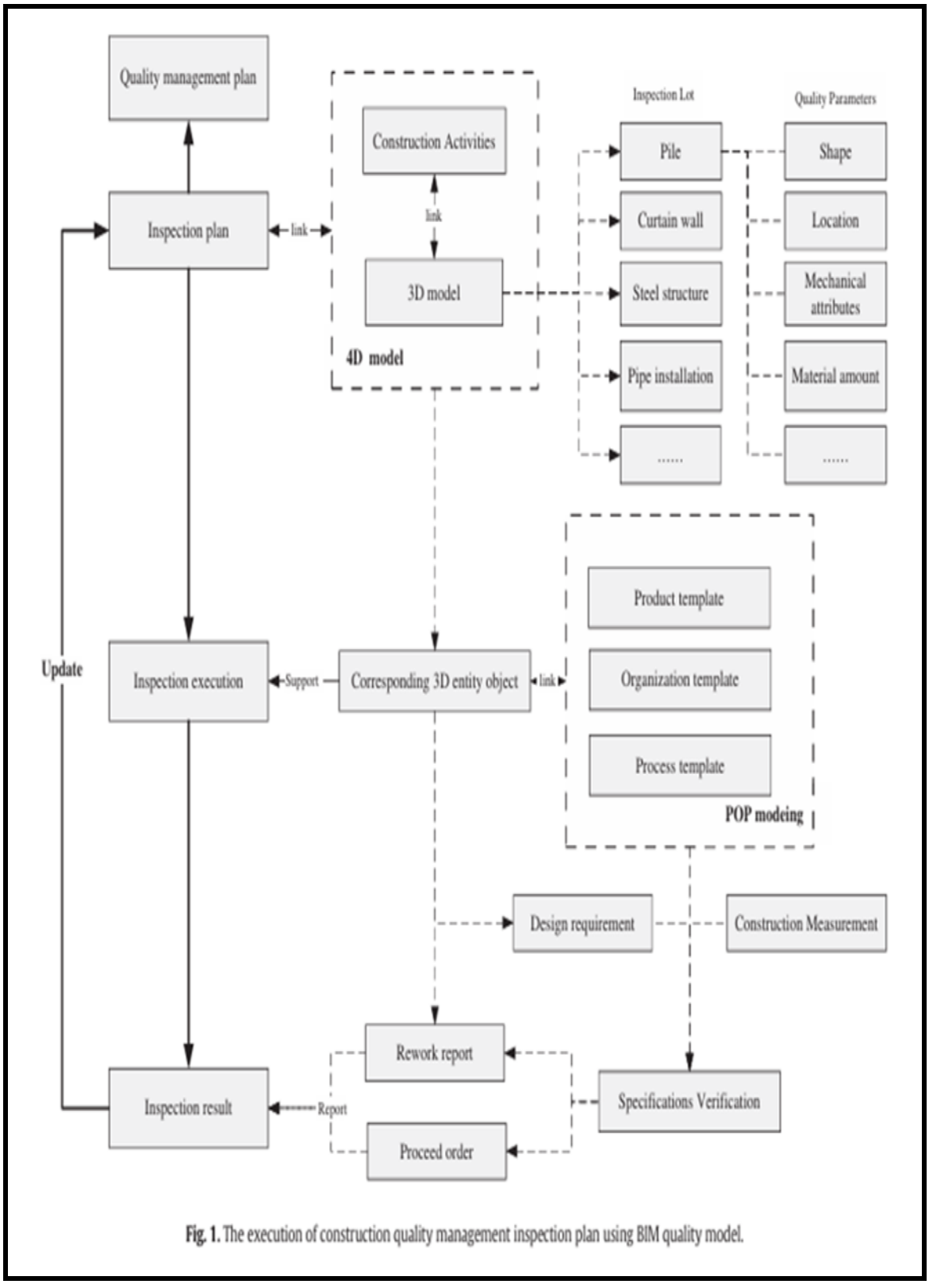


Fig. 1. The execution of construction quality management inspection plan using BIM quality model.

المصدر: (Chen & Luo, 2014)

2- بنية نموذج جودة البناء القائم على BIM

في BIM، يتم تعريف كل عنصر فقط بسمات هندسية؛ هذا لا يشمل المعلومات التفصيلية اللازمة لإدارة الجودة مثل عملية البناء والطريقة والمواد والمشاركين. من أجل احتواء جميع عناصر المعلومات المتاحة ومعايير التقييم والعلاقات، يتكون نموذج الجودة من BIM قياسي وجدولة ونموذج POP قياسي.

2-أ طريقة النمذجة POP

من أجل بناء علاقات البيانات الكاملة بشكل أفضل من أجل غرض إدارة الجودة في BIM، يجب تنظيم البيانات من BIM وإثرائها بعناية.

تستعمل طريقة نمذجة المنتج والتنظيم والعملية (POP) لاستكمال نماذج المنتجات يتم اقترح تصميم نموذج D3 للعملية لدعم التصميم والبناء.

أما نموذج D4 فهو مثال على نمذجة عملية المنتج ونمذجة عملية التنظيم، حيث يستخدم لبناء ومحاكاة التفاعل بين الفرق و / أو المنظمات، والمسؤوليات المرتبطة بها، في مختلف مراحل المشروع.

تم إنجاز بناء قاعدة بيانات قائمة مرجعية إلكترونية لهيكلة الرموز وسيتم استخدامها كأساس لهذا البحث. يتضمن نموذج الجودة أكثر من 300 نوع من عناصر التحكم وأكثر من 1000 قالب تحكم، تغطي التحكم رموز ومعايير لعملية مراقبة الجودة بأكملها في صناعة البناء والتشييد.

2-أ-1 قالب المنتج

مراقبة المنتج هي فرع من مراقبة الجودة الإحصائية، يتكون من إجراءات التفتيش المختلفة للمساعدة في اتخاذ القرارات بشأن التخلص من الكثير من المنتجات النهائية، دفعة الفحص هي كمية معينة من عنصر معين يتم اختياره عشوائيا لاختبار الجودة. يجب أن تتكون من مواد منتجة في ظل ظروف مماثلة وباستخدام مواد وأفراد وأساليب مماثلة.

سيتم قبول الدفعة أو رفضها من قبل مراقبي الجودة وفقا لنموذج قائمة مراجعة الجودة، كما هو موضح في الشكل (2-17)، تحتوي قائمة التحقق من الدفعة المستهدفة على معايير مراقبة الجودة تحديد الانحراف المسموح به بين معلمات التصميم ونتائج البناء لكل منتج بناء، لأن أسماء المخططات

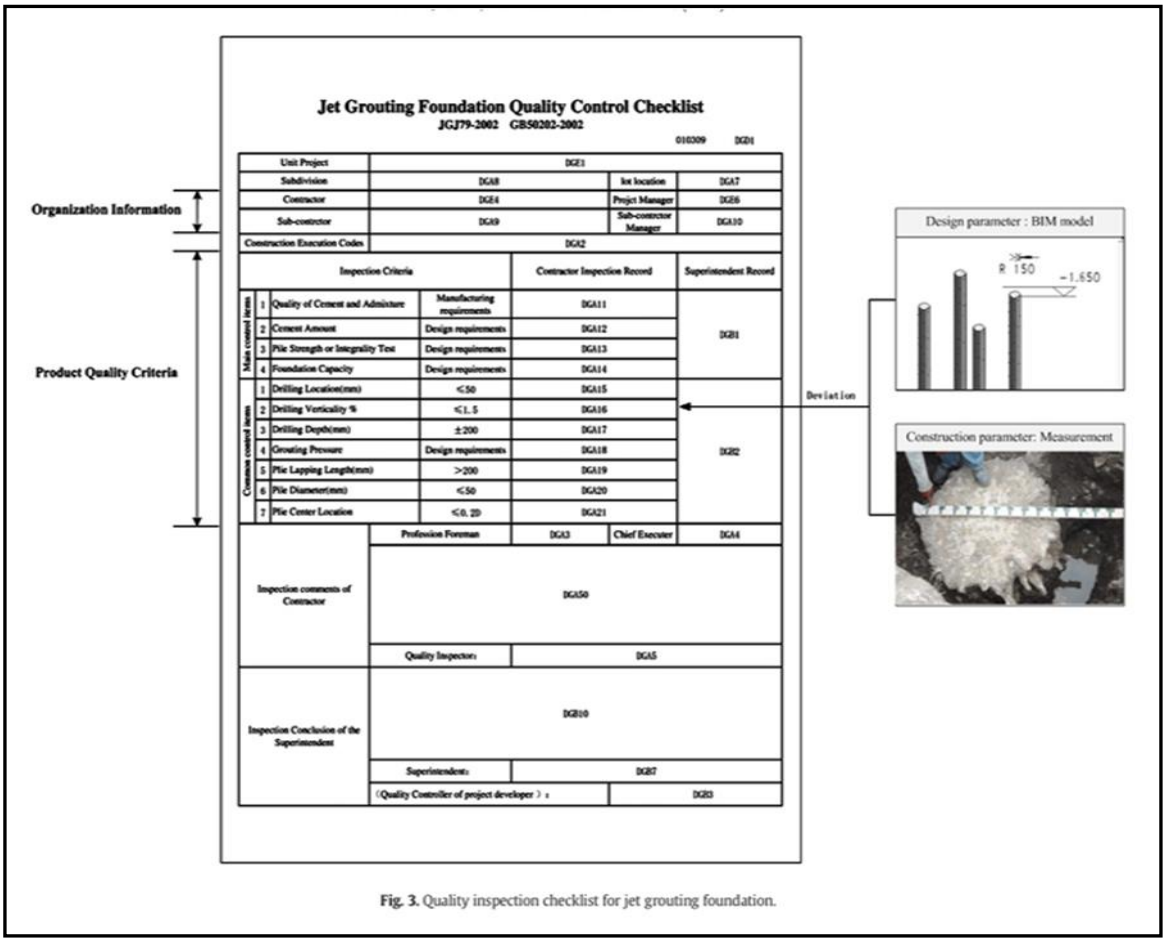
الهيكلية والمسؤوليات واردة في (POP)الموجودة والتي تم دمجها في تطبيق BIM، وقائمة التحقق من هذه الدفعة أيضا يحدد الطرف المسؤول عن كل عنصر.

يتم ترقيم المسافات في النموذج التي تم وضع علامة عليها ك DGXXX وتركها فارغة لنتائج الانحراف تم إنشاؤها من خلال مقارنة بيانات البناء المبنية مع التصميم بيانات من نموذج BIM. يتكون قالب المنتج من ثلاثة أجزاء هي كائن الكيان وخصائص الجودة ومعايير الفحص المقابلة بناء على رموز البناء، على الرغم من أن BIM العادي يمكن أن يوفر معلومات التصميم والبناء الأساسية، إلا أنه يجب تنظيم المعلومات وإثرائها هيكلياً لتكون مفصلة بما يكفي لاتخاذ قرارات فعالة.

تشمل خصائص الجودة معايير الفحص الحرجة التي تلعب دورا مهما في السلامة والصحة وحماية البيئة والمصالح العامة، كما يتم تضمين معايير التفتيش الشائعة مثل الحجم الهندسي والخواص الميكانيكية وطرق البناء.

معايير مراقبة الجودة هي مؤشرات كمية ونوعية في رموز البناء التي يتم دمجها وتصنيفها وتوحيدها بناء على رموز مراقبة الجودة الوطنية والصناعية والمحلية.

الشكل (2-18): نموذج تفتيش باستعمال قالب BIM



المصدر: (Chen & Luo, 2014)

2-أ-2 قالب المؤسسة

يقوم المقاول بالاستعلام عن نموذج البناء القائم على BIM لتحديد العمل الذي يحتاج إلى تفتيش ثم يصدر طلب تفتيش. (والذي يتضمن كلا من مدير المشروع المقاول، المشرف، مفتش جودة، ورئيس العمال).

بعد تأكيد طلب التفتيش يقوم المفتش بتقييم مستوى الجودة لتقرير التفتيش. ومن ثم يجب قبول دفعة التفتيش من قبل المشرف والمهندس ذا الصلة، بحيث يمكن أن تبدأ إجراءات البناء التالية. عندما تحدث عيوب الجودة، فإن يمكن تحديد الشخص المعني من خلال البحث في سجلات مجموعة التفتيش وبيانات المسح الهندسي.

2-أ-3 قالب العملية

من أجل تسهيل عمليات إدارة الجودة مع BIM، يمكن ترتيب خطة التفتيش وتعديلها ديناميكيا بالتوازي مع عملية البناء الفعلية، جدولة المعلومات يجب أن يكون متكاملا مع نموذج D3.

بالإضافة إلى ذلك، عملية البناء يمكن تقديمها افتراضيا في تسلسل زمني عن طريق إرفاق البداية والنهاية لكل نشاط بناء. يوضح الشكل 4 العلاقة بين أنشطة البناء ومنتجات البناء، كما يجب تحديد أنشطة البناء مع أوقات البدء والانتهاء المتسلسلة مما يوفر الأساس للتحليل المنطقي لتحديد المنتجات غير الخاضعة للتفتيش لتجنب الإهمال الشائع جدا في مواقع البناء.

الشكل (2-19): العلاقة بين أنشطة المشروع ومحتوى BIM

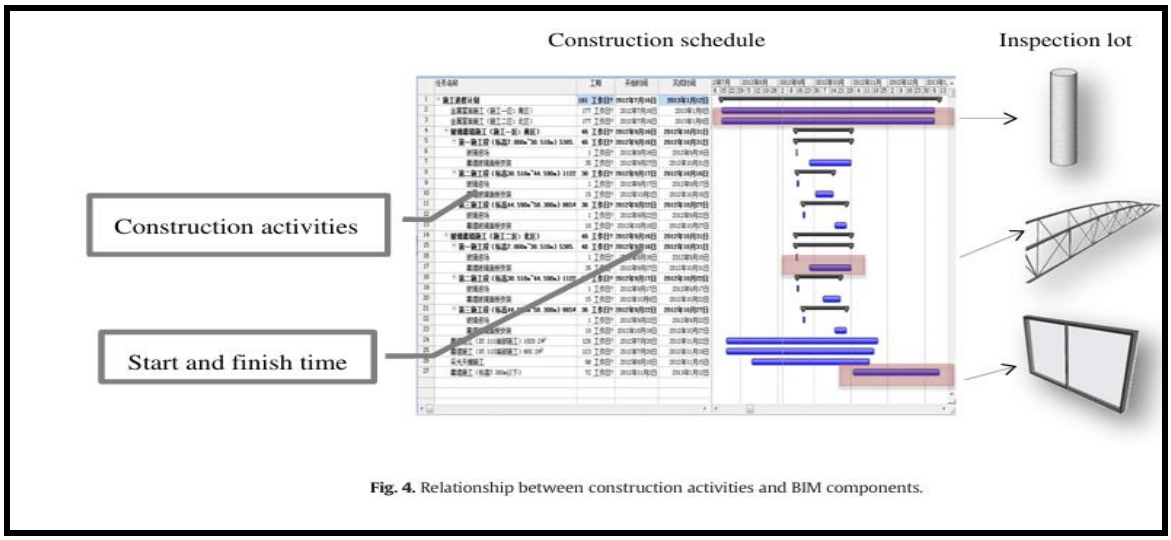


Fig. 4. Relationship between construction activities and BIM components.

المصدر: (Chen & Luo, 2014)

2-ب نموذج جودة البناء القائم على BIM

يتم إنشاء نموذج جودة البناء القائم على ABIM بمزيج من طريقة نموذج POP ونموذج BIM، تم إنشاء المنتج من نموذج POP لمطابقة مكون BIM كما هو موضح في الشكل (2-18) يتم إعادة تنظيم مجموعات الفحص في نموذج BIM بحيث تتوافق محتوياته.

بالنظر إلى تفرد كل مشروع هندسي، فإن قواعد تقسيم مجموعات الفحص وإنشاء نموذج BIM ستكون مختلفة لكل مشروع. عادة ما تغطي المعلمات الموجودة في BIM السمات الهندسية فقط وهي معلومات غير كافية لتوصيل المكون بقطعة فحص. لذلك من الأفضل توسيع سمات الجودة عند إنشاء وتحديث معلومات النموذج بطريقة البناء ومتطلبات المواد التي يتم تحديدها عادة في تصميم التعليمات الشاملة في بيئة تصميم D2 لذلك، يجب إنشاء نموذج BIM بسمات جودة مهمة لكل

عنصر من عناصر البناء، مثل المواد وطريقة البناء. بحيث يمكن تحديد عناصر BIM ومطابقتها مع مجموعة الفحص المقابلة.

يتم تغطية جميع معايير مراقبة الجودة بالكامل في هيكل معلومات هرمي في نموذج الجودة الذي يعكس كل من الاعتماد والتفاعل بين العلاقات أثناء عملية مراقبة الجودة وبين المنظمات. النموذج قابل للحساب ومتوافق مع تطبيقات بيانات الوسائط المتعددة (الرسومات الهندسية والصور الفوتوغرافية لتقديم معلومات ذات صلة بجودة أفضل. يتم وصف الإطار والعلاقات المتبادلة بشكل عام في الشكل (2-19).

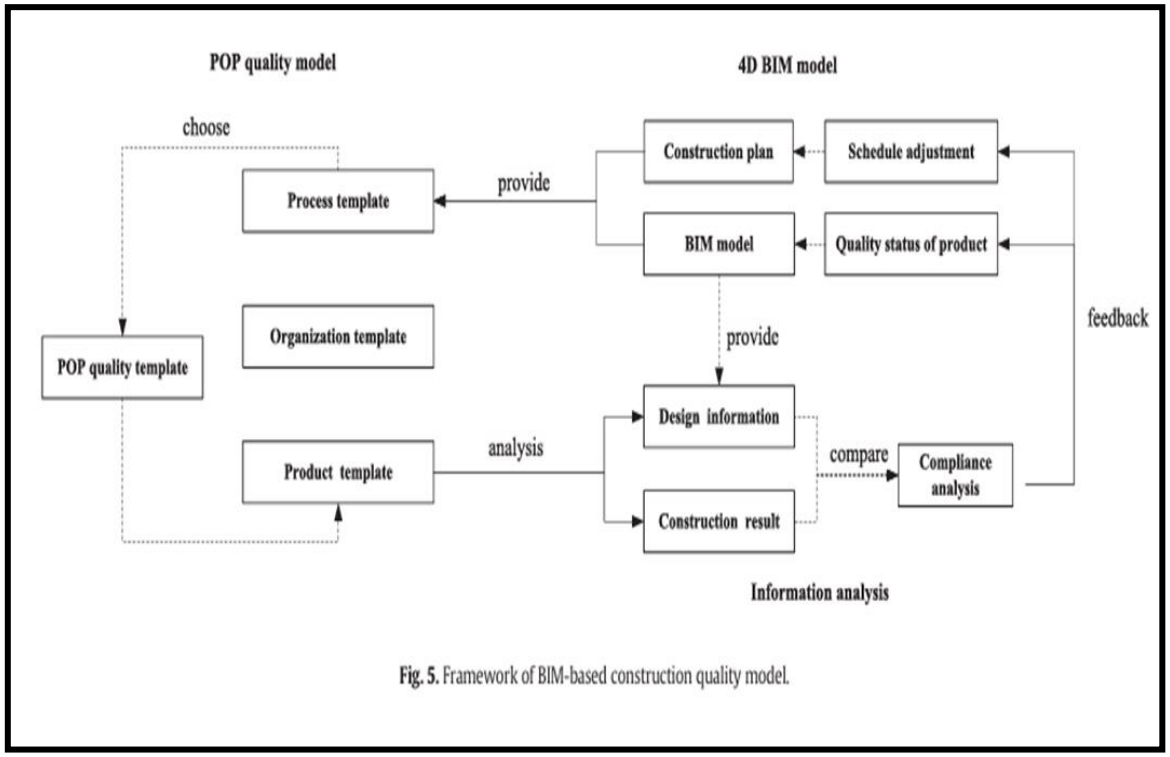
(1) اختيار قالب المنتج المناسب للفحص وفقا للتقدم الفعلي في البناء القائم على BIM 4D.

(2) استكمال النموذج بالبيانات في الموقع التي يتطلبها النموذج؛

(3) يتم إجراء تحليل لسلامة البيانات والانحراف لتحليل الامتثال؛

(4) تقديم نتائج فحص الجودة لملاحظات النموذج الافتراضي ثلاثي الأبعاد بالإضافة إلى تعديل الجدول الزمني الذي تتطلبه نتائج الفحص.

الشكل (2-20): نموذج جودة باستعمال قالب BIM

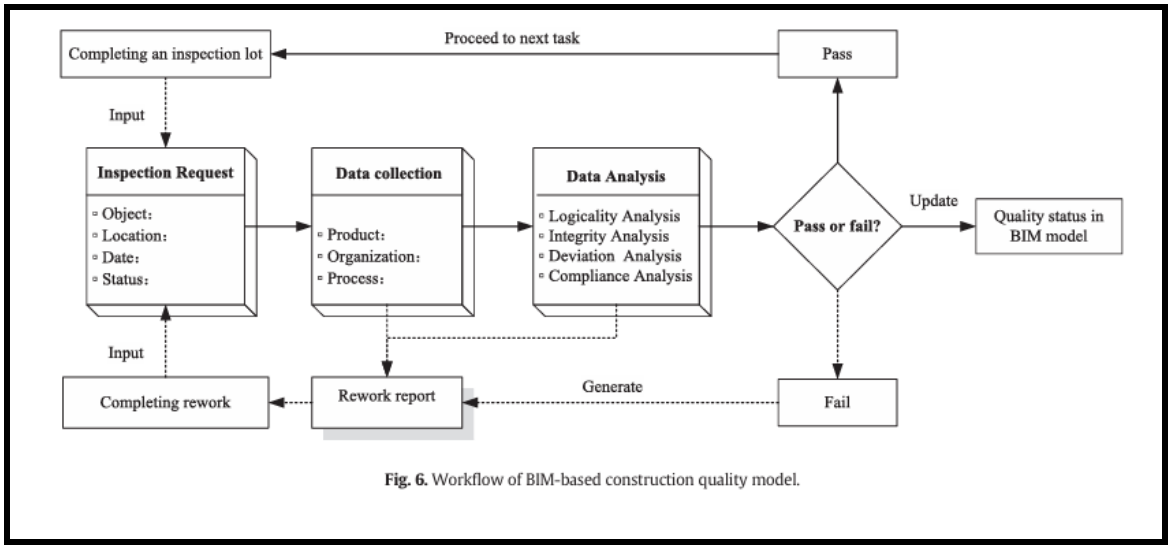


المصدر: (Chen & Luo, 2014)

3- تسلسل العمل عند استخدام نموذج جودة البناء القائم على BIM

بعد بناء نموذج جودة البناء القائم على BIM، تم تطوير ترتيب سير العمل، كما هو موضح في المخطط الانسيابي في الشكل (2-20).

الشكل (2-21): تسلسل إجراءات الجودة بناء على قالب BIM



المصدر: (Chen & Luo, 2014)

تبدأ عملية مراقبة الجودة بطلب القبول بعد الانتهاء من التفتيش لآخر مهمة مكتملة ولكن يكون قبل أن يبدأ التالي. ثم البيانات التي تم جمعها من البناء.

يتم إدخال الموقع في القالب للحصول على بيانات مستمرة وفي الوقت الفعلي تحليل النزاهة وتحليل الانحراف وتحليل الامتثال. أخيرا إذا اجتازت دفعة الفحص فحص القبول، ينتقل المشروع إلى المهمة التالية؛ إذا فشلت دفعة الفحص، يتم إصدار تقرير NCR مع الإجراءات التصحيحية. بعد الانتهاء من الإجراءات التصحيحية، العملية برمتها سوف تدور مرة أخرى. يتم عرض النتيجة بصريا في BIM لتحسين إمكانية القراءة وسهولة الاستخدام لمديري الجودة. لأن إدخال البيانات من نموذج الجودة المستند إلى BIM ومشاركته بين المشاركين في البناء طوال عملية البناء، الحاجة إلى تكرار إدخال البيانات في أشكال مختلفة لتحليل البيانات، يتم تقليل مشاركة البيانات والاتصالات بشكل كبير. يتم أيضا إدخال المعلومات التي تم جمعها في الموقع في BIM القائم على نموذج الجودة ومعالجتها. يتم توضيح تحليل الجودة جنبا إلى جنب مع تقدم البناء، على النحو التالي:

1- التحليل المنطقي:

تتداخل عملية فحص جودة البناء في نموذج جودة BIM في مراحل متتالية وفقاً لتسلسل البناء في نفس مجموعة البناء، كما يجب إكمال فحص الوحدة الفرعية قبل الشروع في الوحدة التالية.

المستوى الأول من اختبار القبول هو على مستوى دفعة التفتيش ويتم إكمال كل إدخال من قبل موظفين لديهم الخلفية المهنية والمسؤولية اللازمة.

2- تحليل دقة البيانات:

يتم الحفاظ على سلامة البيانات لأن BIM يتحقق من نموذج الجودة من خلال بيانات الإدخال باستخدام قواعد صلاحية البيانات المعمول بها لمنع أخطاء الإدخال. تحتوي قواعد صلاحية البيانات على توقعات معقولة للبيانات وستتسبب في رفض النموذج للبيانات الخاطئة أو عدم الاستمرار حتى تكتمل البيانات.

3- تحليل الانحراف:

تتم مقارنة بيانات مراقبة الجودة الفعلية مع بيانات التصميم في هذه العملية. يحتوي التطبيق المستند إلى BIM على معلمات التصميم والبناء ورموز البناء الرسمية كبيانات مرجعية. يقارن نموذج الجودة القائم على BIM بيانات اختبار الجودة الفعلية بهذه المعايير، يعرض التطبيق المستند إلى BIM

انحرافات القيمة ودرجة الانحراف باستخدام رموز تحذير مختلفة (مثلث، دائرة، إلخ.) لذا فإن نتائج الفحص غير المقبولة واضحة.

4- تحليل الامتثال:

يوفر نموذج الجودة القائم على BIM الإدارة لعملية جودة مشروع البناء بأكملها في تسلسل قبول متعدد المستويات. يوفر النموذج تحليلا لكل عنصر من عناصر مراقبة الجودة ويعرض ما إذا كانت نتائج اختبار الجودة الفعلية تفي بمتطلبات الرموز المقابلة في نموذج الجودة. خذ الديكور الداخلي كمثال، يتم سرد معايير الأهلية لقطعة الفحص على النحو التالي:

- يجب اختبار جودة كل عنصر مهيمن عن طريق فحص العينات؛
- يجب أن تكون كل العناصر العامة مؤهلة عن طريق فحص أخذ العينات، أثناء فحص العد؛ العناصر المعيبة المسموح بها أقل من 80٪ من إجمالي العينات ويجب ألا يزيد الحد الأقصى للانحراف عن 1.5 ضعف الانحراف المسموح به.
- يجب إكمال سجلات فحص الجودة أثناء عمليات البناء، سيتم قبول الدفعة إذا كانت العينات المحددة تفي بالمتطلبات المحددة للنظام.

5- ردود الفعل حالة الجودة:

كما يتم دمج معلومات الجدول الزمني في النموذج، يتم تعريف حالة منتج البناء على النحو التالي:

قبل البناء أو قيد الإنشاء قبل التفتيش. بعد إجراء الفحص، يتم عرض النتائج في النموذج مع استعارات ملونة ويتم إنشاء NCRs أو أوامر إعادة العمل إذا لزم الأمر. يصف BIM D3 حالة الجودة بألوان مختلفة كما هو موضح في الجدول أدناه، عندما يتم قبول الدفعة، يمكن أن يبدأ الإجراء التالي؛ إذا فشلت المجموعة في الفحص، وضع علامة حمراء على المجموعة ثم تقرير عدم المطابقة الذي ينص على انتهاك الرموز التي تفشل في تقديم الاتساق من التصميم في الخيمة وسيتم إصدار نتائج البناء لاتخاذ الإجراءات التصحيحية.

الجدول (2-1): اعتماد الألوان لتحديد عمليات الجودة باستعمال قالب BIM

Table 1
Color metaphor of quality status in BIM-based quality model.

	Quality state	Color coded metaphor
Before inspection	Before construction	
	Under construction	
	After construction	
After inspection	Failed	
	Passed	

المصدر: (Chen & Luo, 2014)

خلاصة الفصل

نظراً لأهمية BIM في رفع سوية العمل وتحسين المخرجات، ومع استمرار التّقدم التكنولوجي لابدّ من مواصلة تطوّر وتحسين منهجية وأدوات BIM، حيث يمكن تحسين وضمان الجودة في المشاريع الهندسية وكفاءة الإنتاج وتحسين جودة البناء وتخفيض التكاليف وتسريع العمليات المنجزة والحد من تكاليف الصيانة، في هذا الفصل تم استعراض مفهوم BIM حيث تم تعريفه واستعراض لمحة تاريخية عن تطوره، والتعريف بأبعاده وطريقة عمله وفوائد تطبيقه في المشاريع في المبحث الأول.

تناول المبحث الثاني تعريف الجودة واستعراض أساسيته وأبعادها وطرق قياسها.

وتناول المبحث الثالث خطة إدارة الجودة من حيث التعريف بها وشرح مكوناتها بالإضافة إلى التطرق لأثر تطبيق أنظمة إدارة الجودة على المشاريع الإنشائية.

في المبحث الرابع تم استعراض خطة إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية من حيث المحتوى والمكونات والمستندات المطلوبة لإعداد خطة إدارة الجودة وخطوات تنفيذها باستخدام تقنية BIM بالإضافة إلى شرح عن الأدوات والتقنيات الرئيسية في تكامل نظام إدارة الجودة –BIM، وذكر دراسة عملية عن ذلك.

الفصل الثالث: الإطار العملي للبحث

ملامح القطاع الإنشائي في المملكة العربية السعودية

يعد قطاع الإنشاءات والمقاولات العامة في المملكة العربية السعودية أحد المحركات الرئيسية للاقتصاد وتلعب شركات المقاولات العامة دوراً حيوياً في مجالات الإنشاء والبناء، ومما لا شك فيه أن المملكة العربية السعودية تتمتع بعدد كبير من هذه الشركات التي تقدم خدمات متميزة في مجال البناء والتشييد والهندسة المدنية.

تضم المملكة العربية السعودية العديد من المشاريع الإنشائية التي تم أو يتم إنشاؤها بشكل متسارع في العقد الأخيرة، والتي تسابق الزمن والمنشآت في الدول العربية الأخرى وعلى المستوى العالمي، منها ما هو خدماتي، ومنها ما هو صناعي.

وقد أعلنت حكومة المملكة العربية السعودية عن تنفيذها بعد إطلاق رؤية السعودية 2030، توصف بالكبرى بسبب ما خصص لها من ميزانيات ضخمة، وصلت إلى مليارات الريالات، ولأهميتها من النواحي الاقتصادية والتنموية والاجتماعية وغيرها، إضافة إلى تأثيرها محليًاّ ودوليًاّ، ووفقاً لمستهدفات رؤية السعودية 2030، فإن الوصول إلى اقتصاد مزدهر، من أهم أولوياتها، وذلك من خلال تنمية الاستثمارات، وتوفير بيئة مناسبة للنمو، واستحداث فرص عمل، فضلاً عن الالتزام بثقافة الاقتصاد الأخضر وتطويره، والحفاظ على تدابير الاستدامة.

تطور قطاع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية

مع تسارع وتيرة النمو العمراني وزيادة الطلب على البنية التحتية المتطورة، أصبح قطاع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية أكثر تنوعاً وديناميكية، من مشاريع الإسكان إلى البنية التحتية العملاقة، نجد أن الشركات المحلية والدولية تسعى إلى تلبية احتياجات السوق المتزايدة من خلال تقديم حلول مبتكرة ومستدامة، وقد برزت المملكة كوجهة عالمية للاستثمار في قطاع الإنشاءات، مدعومة بخطط تنموية شاملة.

دور التقنيات الحديثة في أعمال الإنشاءات

في ظل هذا التوسع، أصبح استخدام التقنيات الحديثة أمراً لا غنى عنه، ابتكارات مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد، والذكاء الاصطناعي، وتكنولوجيا البناء الخضراء، أصبحت جزءاً لا يتجزأ من عمليات الإنشاء الحديثة. هذه التقنيات لا تعمل فقط على تسريع عمليات البناء، بل تساهم أيضاً في تقليل التكاليف وتعزيز كفاءة الموارد. https://www.okaz.com.sa/economy

3-1 أداة البحث

اعتمد الباحث على الاستبيان كأداة لجمع البيانات من خلال توزيعه على مجموعة من المهندسين العاملين في مدينة الرياض.

يتكون الاستبيان من قسمين رئيسيين:

القسم الأول: تناول جمع البيانات الخاصة بالخصائص الشخصية لأفراد العينة.

القسم الثاني: تناول مجموعة من الأسئلة التي يمكن من خلالها التوصل للعلاقة بين متغيرات البحث.

اختار الباحث مقياس ليكرت لقياس تقييمات أفراد العينة للأسئلة المطروحة، وفق الجدول التالي:

الجدول (3-1): مقياس ليكرت

غير موافق بشدة	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
1	2	3	4	5

3-2 الأساليب الإحصائية المستخدمة

لغرض اختبار فرضيات البحث والوصول إلى تحقيق أهدافه تم تفريغ الردود الخاصة بأفراد العينة من خلال Excel ثم ترميزها لتحليلها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS، باستخدام الأساليب الإحصائية التالية:

- اختبار ألفا كرونباخ لمعرفة ثبات الاستبيان.
- معامل الارتباط بيرسون لمعرفة صدق الاتساق الداخلي للاستبيان.
- التكرارات والنسب المئوية لمعرفة توزع أفراد عينة البحث.
- تحليل التباين الأحادي.
- اختبار متوسطات العينة.

3-3 ثبات الاستبيان

يقصد بثبات الاستبيان دقته واتساقه فيما يقيس من معلومات وسلوك عن اتجاهات أفراد العينة، ويمكن التحقق من ذلك بتطبيق اختبار ألفا كرونباخ، حيث تعتبر القيمة (0.60) هي القيمة الحدية الدنيا التي تؤشر على ثبات الاستبيان، يوضح الجدول أدناه قيمة معامل ألفا كرونباخ للاستبيان:

الجدول (3-2): اختبار ألفا كرونباخ

المحاور	عدد العبارات	قيمة المعامل
الثبات الكلي	5	0.928

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يوضح الجدول السابق أن قيمة معامل ألف كرونباخ للاستبيان (0.928) هي قيمة عالية تدل على أن عبارات الاستبيان تعبر عما وضعت لأجله.

ولمعرفة الاتساق الداخلي للاستبيان تم حساب الارتباط بين عبارات الاستبيان:

الجدول (3-3): الاتساق الداخلي للاستبيان

العبارة

1: إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي

2: إنّ استخدام تقنية BIM يقلل من الأخطاء والتعديلات أثناء التنفيذ

3: إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون

4: إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة

5: إن استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الأمن والسلامة

العبارة	1	2	3	4	5
1	1				
	0.000				
2	.829**	1			
	0.000	0.000			
3	.683**	.751**	1		
	0.000	0.000	0.000		
4	.738**	.813**	.782**	1	
	0.000	0.000	0.000	0.000	
5	.557**	.674**	.702**	.716**	1
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

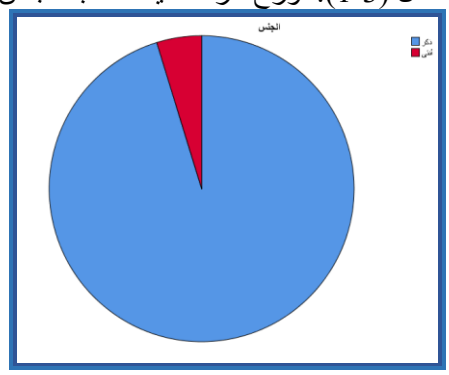
يلاحظ أن قيم معاملات الارتباط بين عبارات الاستبيان جميعها عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 وهو دليل على معنوية الاختبار، كما أن القيم تدل على ارتباط طردي يتراوح بين المتوسط والقوي بين العبارات.

4-3 توصيف المتغيرات الديموغرافية

بإجراء تحليل البيانات الخاصة بالسمات الشخصية لأفراد العينة بتحديد التكرارات والنسب المئوية كما هو مبين أدناه:

1. الجنس

الشكل (3-1): توزع أفراد العينة حسب الجنس



الجدول (3-4): توزع أفراد العينة حسب الجنس

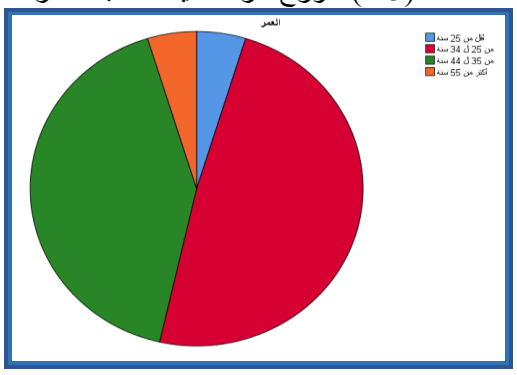
	التكرار	النسبة المئوية
ذكر	80	95.2%
أنثى	4	4.8%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة أن الذكور يشكلون غالبية أفراد العينة بنسبة 95.2% بمقابل 4.8% من الإناث ويفسر ذلك بطبيعة العمل الميدانية الخاصة بالمشاريع الإنشائية.

2. العمر

الشكل (3-2): توزع أفراد العينة حسب العمر



الجدول (3-5): توزع أفراد العينة حسب العمر

	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 25 سنة	4	4.8%
من 25-34 سنة	41	48.8%
من 35-44 سنة	35	41.7%
أكبر من 55 سنة	4	4.8%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة أن نسبة 48.8% من أفراد العينة تتركز أعمارهم (25-34 سنة)، ونسبة 41.7% تتركز أعمارهم (35-44 سنة)، فيما كانت النسب الأقل للأعمار الأقل من 25 سنة والأكثر من 55 سنة، مما يوضح اعتماد الشركات على استقطاب الأفراد من الفئة العمرية الشابة والمتوسطة.

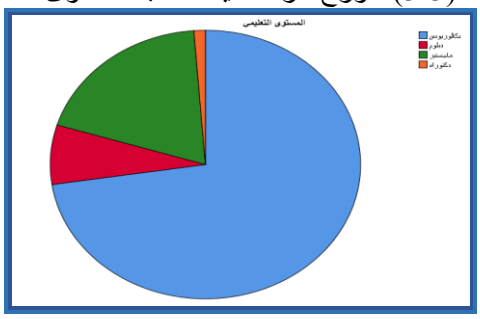
3. المستوى التعليمي

الجدول (3-6): توزع أفراد العينة حسب المستوى التعليمي

	التكرار	النسبة المئوية
بكالوريوس	61	72.6%
دبلوم	6	7.1%
ماجستير	16	19%
دكتوراه	1	1.2%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-3): توزع أفراد العينة حسب المستوى التعليمي



يتوضح من النتائج السابقة أن النسبة الأكبر من أفراد العينة هم من حملة شهادة البكالوريوس بنسبة 72.6% يليها الأفراد الحاصلين على الماجستير بنسبة 19% فالحاصلين على الدبلوم بنسبة 7.1% ليكون حملة الدكتوراه في المرتبة الأخيرة بنسبة 1.2% من إجمالي أفراد العينة، وهو ما يوضح اعتماد المشاريع الإنشائية على الأفراد المؤهلين علمياً ليتناسب مع طبيعة المهام والمناصب فيها، حيث أن الطبيعي في شركات كهذه أن يكون النسبة الأكبر للمهندسين ومن في حكمهم.

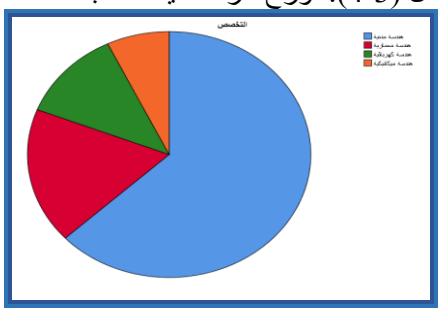
4. التخصص

الجدول (3-7): توزع أفراد العينة حسب التخصص

	التكرار	النسبة المئوية
هندسة مدنية	53	63.1%
هندسة معمارية	15	17.9%
هندسة كهربائية	10	11.9%
هندسة ميكانيكية	6	7.1%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-4): توزع أفراد العينة حسب التخصص



يتوضح من النتائج السابقة أن النسبة الأكبر من المهندسين هم من اختصاص الهندسة المدنية (63.1%) فالمعمارية والكهربائية ثم الميكانيكية.

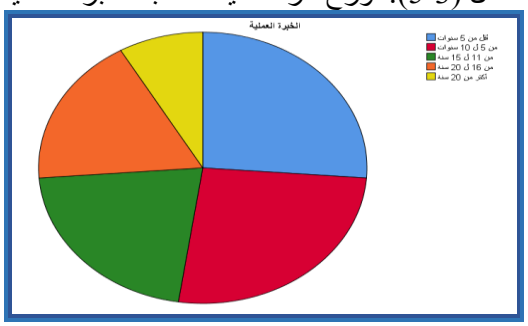
5. الخبرة العملية

الجدول (3-8): توزع أفراد العينة حسب الخبرة العملية

	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 5 سنوات	22	26.2%
من 5-10 سنوات	22	26.2%
من 11-15 سنة	18	21.4%
من 16-20 سنة	15	17.9%
أكثر من 20 سنة	7	8.3%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-5): توزع أفراد العينة حسب الخبرة العملية



يتوضح من النتائج السابقة أن النسبة الأكبر لخبرات أفراد العينة يمكن اعتبارها خبرة متوسطة إلى مبتدئة في حين الخبرات العالية متوزعة على فترات زمنية أكبر كانوا في المرتبة الأقل، ويمكن تفسير ذلك بالأخذ بعين الاعتبار الفئات العمرية الغالبة للعاملين في المشاريع الإنشائية.

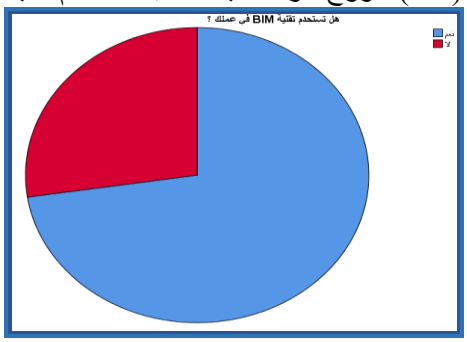
6. هل تستخدم تقنية BIM في عملك؟

الجدول (3-9): توزع أفراد العينة حسب استخدام تقنية BIM

	التكرار	النسبة المئوية
نعم	61	72.6%
لا	23	27.4%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-6): توزع أفراد العينة حسب استخدام تقنية BIM



يتوضح من النتائج السابقة أن النسبة الأعلى 72.6% من أفراد العينة يستخدمون تقنية BIM في مجال العمل ضمن المشاريع الإنشائية.

في حين أن نسبة 27.4% لا يستخدمون تقنية BIM في مجال العمل ضمن المشاريع الإنشائية.

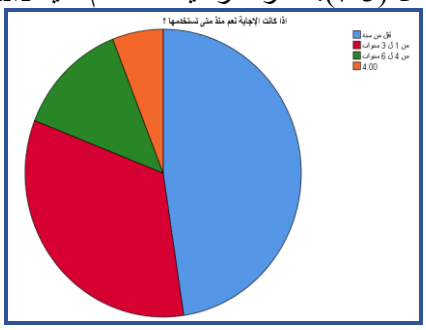
7. الفترة الزمنية لاستخدام تقنية BIM

الجدول (3-10): الفترة الزمنية لاستخدام تقنية BIM

	التكرار	النسبة المئوية
أقل من سنة	40	47.6%
من 1-3 سنوات	28	33.3%
من 4-6 سنوات	11	13.1%
أكثر من 6 سنوات	5	6%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-7): الفترة الزمنية استخدام تقنية BIM



يتوضح من النتائج السابقة أن النسبة الأعلى (47.6%) من أفراد العينة يستخدمون تقنية BIM منذ فترة زمنية لا تتعدى السنة، تليها نسبة الأفراد الذين يستخدمونها لفترات تتراوح بين (1-3) سنة، ثم (4-6)، ويكون الأفراد الذين استخدموا تقنية BIM لفترات تتجاوز الست سنوات هم النسبة الأقل (6%).

ويبدو أن اتجاه الشركات لاستخدام تقنية BIM في إنجاز الأعمال تزداد في الفترة الحالية مع ازدياد الوعي بأهميته في المشاريع الإنشائية.

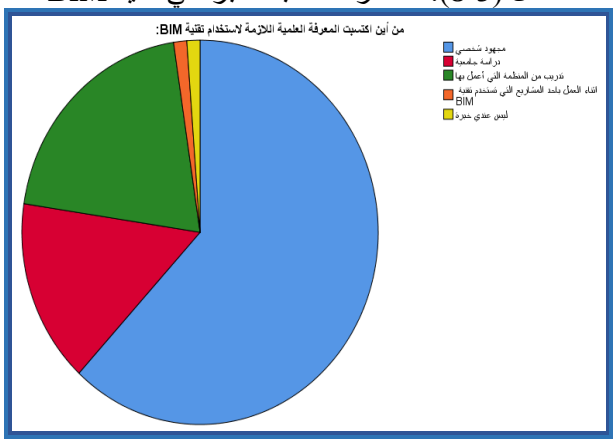
8. مصدر اكتساب الخبرة في تقنية BIM

الجدول (3-11): مصدر اكتساب الخبرة في تقنية BIM

	التكرار	النسبة المئوية
مجهود شخصي	52	61.9%
دراسة جامعية	13	15.5%
تدريب ضمن المنظمة التي أعمل بها	17	20.2%
العمل بأحد المشاريع التي تعتمد تقنية BIM	1	1.2%
ليس لدي خبرة	1	1.2%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-8): مصدر اكتساب الخبرة في تقنية BIM



يتوضح من النتائج السابقة أن النسبة الأعلى 61.9% من أفراد العينة اكتسبوا خبرتهم في تقنية BIM من خلال الاعتماد على أنفسهم والخضوع للدورات والمهارات اللازمة.

في حين أن 20.2% اكتسبوا هذه الخبرة ضمن الشركات التي يعملون فيها.

وما نسبته 15.5% من أفراد العينة كانت خبرتهم مستمدة من دراستهم الجامعية.

النسبة الأدنى كانت لمن عمل ضمن أحد المشاريع ولمن ليس لديه أي خبرة سابقة بالمطلق.

يفسر الباحث هذه النتيجة بعدم الحرص لدى إدارات المشاريع الإنشائية على تدريب العاملين لاستخدام هذه التقنية ضمن العمل، رغم توجه العاملين لاكتساب الخبرة المطلوبة في هذه التقنية عبر وسائل متعددة ومجهود شخصي.

9. التحديات التي تواجه تطبيق تقنية BIM

تباينت آراء المهندسين الذين شاركوا بالاستبيان بخصوص التحديات التي تواجه استخدام تقنية BIM ضمن المشاريع الإنشائية والشركات الهندسية.

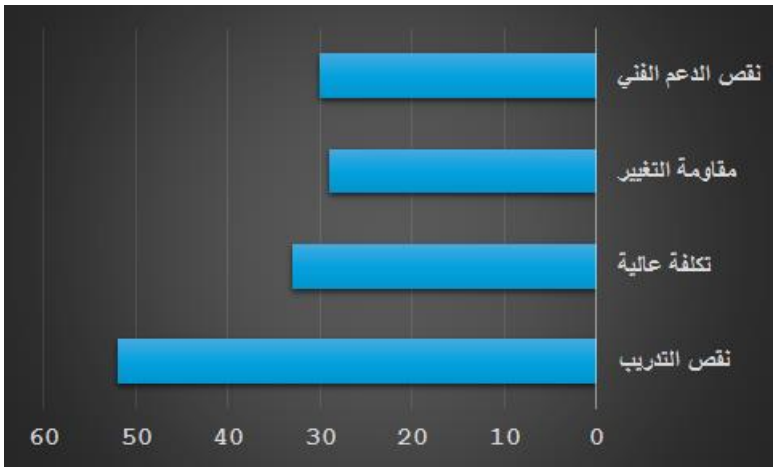
وكانت النسبة الأكبر لنقص التدريب للعاملين، فالتدريب عامل أساسي لاستخدام التقنيات الجديدة.

في حين كانت التكلفة العالية في المرتبة الثانية من وجهة نظر المشاركين في الاستبيان، ويعكس ذلك ضرورة وعي الإدارات بأن التكلفة تطبيق تقنية BIM ستجنبهم الكثير من التكاليف اللاحقة الناتجة عن سوء التصميم أو التنفيذ وغير ذلك.

مقاومة التغيير لكل ما هو جديد وغير معتاد كان له دور كتحدٍ لتطبيق واستخدام تقنية BIMضمن المشاريع الإنشائية.

بالإضافة إلى نقص الدعم الفني المقدم من قبل إدارات المشاريع والشركات الهندسية.

الشكل (3-9): توزع التحديات وفق آراء أفراد العينة



من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

3-5 اختبار الفرضيات

♦ الفرضية الرئيسية الأولى (H1)

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

ويتفرع عنها الفرضيات الفرعية التالية:

1. الفرضية الفرعية الأولى (H1.1)

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في جودة تصميم المشروع الهندسي.

من خلال ردود المشاركين في الاستبيان يمكن من خلال اختبار One-Sample Test التأكد من وجود فرق جوهري بين المتوسط المحسوب ومتوسط مقياس ليكرت (3) لتبيان إمكانية اعتماده كمؤشر للمقارنة:

الجدول (3-12): نتائج اختبار t لعينة واحدة (تصميم المشروع)

المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة	درجة الأهمية	الوزن النسبي
4.286	1.10	10.675	0.000	مرتفعة	85.7%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

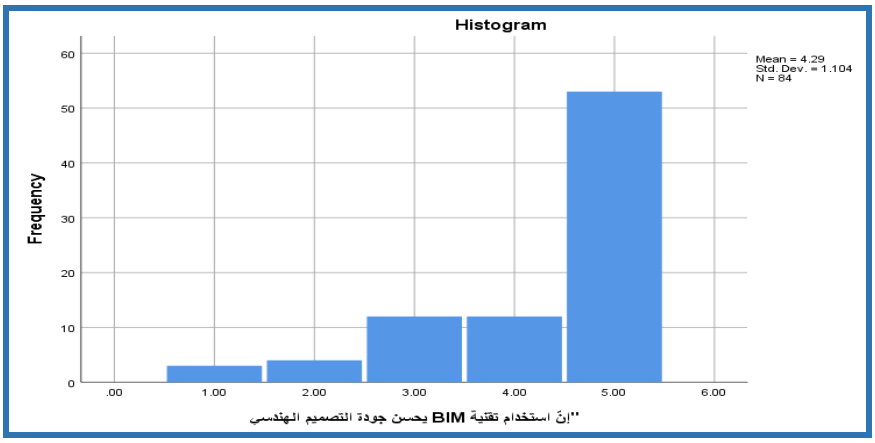
إن قيمة اختبار t لعينة واحدة بالنسبة لأثر استخدام تقنية BIM في تصميم المشروع كان عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 وهذا يعني معنوية الاختبار، كما أن المتوسط الحسابي لآراء أفراد العينة مؤشر على درجة أهمية مرتفعة لتحقق العبارة وبالتالي فإنه وفقاً لتقييمات أفراد العينة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تصميم المشروع.

الجدول (3-13): توزع التقييمات الخاصة بـ (تصميم المشروع)

التقييم	غير موافق بشدة	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
التكرارات	3	4	12	12	53
النسبة المئوية	3.6%	4.8%	14.3%	14.3%	63.1%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-10): توزع التقييمات الخاصة بـ (تصميم المشروع)



من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة في الجدول (3-13) أعلاه أن النسبة الأكبر (63.1%) من تقييمات أفراد العينة بخصوص دور استخدام تقنية BIM في تحسين جودة التصميم الهندسي كانت موافق بشدة، تليها موافق –محايد، لتكون النسب الأقل للتقييمات غير موافق وغير موافق بشدة.

ولإيجاد العلاقة بين مدى استخدام تقنية BIM وتقييمات الأفراد بخصوص أهمية استخدامها في تحسين جودة التصميم الهندسي؛ تم استخدام اختبار Independent Samples Test وكانت النتائج وفق ما هو مبين في الجدول أدناه:

الجدول (3-14): اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورهافي تحسين جودة التصميم

	هل تستخدم تقنية BIM في عملك؟	التكرار	المتوسط الحسابي
إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي	نعم	61	4.3934
	لا	23	4.0000
	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
	1.467	.146	غير دال

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يلاحظ من الجدول (3-13) أن قيمة الاختبار t هي (1.467) عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 مما يعني أنه لا يوجد فرق جوهري في تقييمات أفراد العينة لعبارة (إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي) يتعلق باستخدام أفراد العينة لتقنية BIM في العمل.

وهذا يدل على الأثر الواضح لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة التصميم الهندسي من وجهة نظر العاملين في الشركات محل الدراسة بغض النظر عن استخدامهم لهذه التقنية أم لا، ووعيهم لأهميتها في المشاريع وتحسين جودتها.

2. الفرضية الفرعية الثانية (H1.2)

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون.

الجدول (3-15): نتائج اختبار t لعينة واحدة (تلبية متطلبات الزبون)

المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة	درجة الأهمية	الوزن النسبي
4.13	1.08	9.561	0.000	مرتفعة	82.6%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

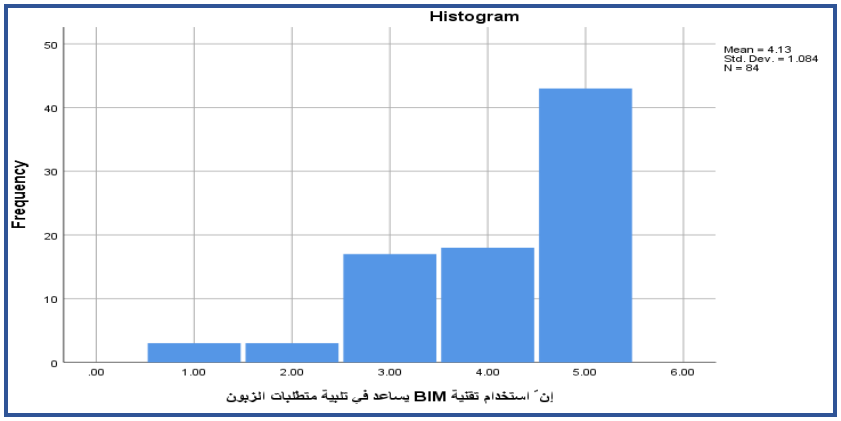
إن قيمة اختبار t لعينة واحدة بالنسبة لأثر استخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون كان عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 وهذا يعني معنوية الاختبار، كما أن المتوسط الحسابي لآراء أفراد العينة مؤشر على درجة أهمية مرتفعة لتحقق العبارة وبالتالي فإنه وفقاً لتقييمات أفراد العينة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون.

الجدول (3-16): توزع التقييمات الخاصة بـ (تلبية متطلبات الزبون)

التقييم	غير موافق بشدة	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
التكرارات	3	3	17	18	43
النسبة المئوية	3.6%	3.6%	20.2%	21.4%	51.2%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-11): توزع التقييمات الخاصة بـ (تلبية متطلبات الزبون)



من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة في الجدول (3-16) أعلاه أن النسبة الأكبر (51.2%) من تقييمات أفراد العينة بخصوص دور استخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون كانت موافق بشدة، تليها موافق – محايد، لتكون النسب الأقل للتقييمات غير موافق وغير موافق بشدة.

ولإيجاد العلاقة بين مدى استخدام تقنية BIM وتقييمات الأفراد بخصوص أهمية استخدامها في تلبية متطلبات الزبون؛ تم استخدام اختبار Independent Samples Test وكانت النتائج وفق ما هو مبين في الجدول أدناه:

الجدول (3-17): اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورهافي تلبية متطلبات الزبون

	هل تستخدم تقنية BIM في عملك؟	التكرار	المتوسط الحسابي
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون	نعم	61	4.2459
	لا	23	3.8261
	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
	1.597	.114	غير دال

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يلاحظ من الجدول (3-17) أن قيمة الاختبار t هي (1.597) عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 مما يعني أنه لا يوجد فرق جوهري في تقييمات أفراد العينة لعبارة (إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون) يتعلق باستخدام أفراد العينة لتقنية BIM في العمل.

وهذا يدل على الأثر الواضح لاستخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون من وجهة نظر العاملين في الشركات محل الدراسة بغض النظر عن استخدامهم لهذه التقنية أم لا، ووعيهم لأهميتها في المشاريع وتحسين جودتها.

3. الفرضية الفرعية الثالثة (H1.3)

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تنفيذ المشروع

الجدول (3-18): نتائج اختبار t لعينة واحدة (تنفيذ المشروع)

المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة	درجة الأهمية	الوزن النسبي
4.286	0.99	11.918	0.000	مرتفعة	85.7%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

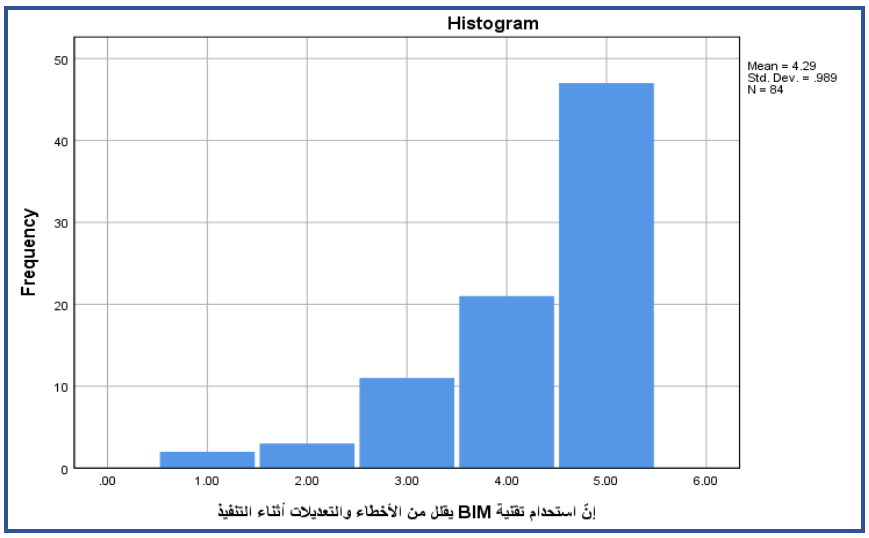
إن قيمة اختبار t لعينة واحدة بالنسبة لأثر استخدام تقنية BIM في تنفيذ المشروع كان عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 وهذا يعني معنوية الاختبار، كما أن المتوسط الحسابي لآراء أفراد العينة مؤشر على درجة أهمية مرتفعة لتحقق العبارة وبالتالي فإنه وفقاً لتقييمات أفراد العينة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تنفيذ المشروع.

الجدول (3-19): توزع التقييمات الخاصة بـ (تنفيذ المشروع)

التقييم	غير موافق بشدة	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
التكرارات	2	3	11	21	47
النسبة المئوية	2.4%	3.6%	13.1%	25.%	56%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-12): توزع التقييمات الخاصة بـ (تنفيذ المشروع)



من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة في الجدول (3-19) أعلاه أن النسبة الأكبر (56%) من تقييمات أفراد العينة بخصوص دور استخدام تقنية BIM في تنفيذ المشروع كانت موافق بشدة، تليها موافق –محايد، لتكون النسب الأقل للتقييمات غير موافق وغير موافق بشدة.

ولإيجاد العلاقة بين مدى استخدام تقنية BIM وتقييمات الأفراد بخصوص أهمية استخدامها في تنفيذ المشروع؛ تم استخدام اختبار Independent Samples Test وكانت النتائج وفق ما هو مبين في الجدول أدناه:

الجدول (3-20): اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورهافي تنفيذ المشروع

	هل تستخدم تقنية BIM في عملك؟	التكرار	المتوسط الحسابي
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع	نعم	61	4.262
	لا	23	3.913
	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
	2.186	0.033	دال

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يلاحظ من الجدول (3-20) أن قيمة الاختبار t هي (2.186) عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 مما يعني أنه يوجد فرق جوهري في تقييمات أفراد العينة لعبارة (إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع) يتعلق باستخدام أفراد العينة لتقنية BIM في العمل، لصالح الذين يستخدمون التقنية في عملهم.

4. الفرضية الفرعية الرابعة (H1.4)

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة.

الجدول (3-21): نتائج اختبار t لعينة واحدة (تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة)

المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة	درجة الأهمية	الوزن النسبي
4.167	1.139	9.388	0.000	مرتفعة	83.3%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

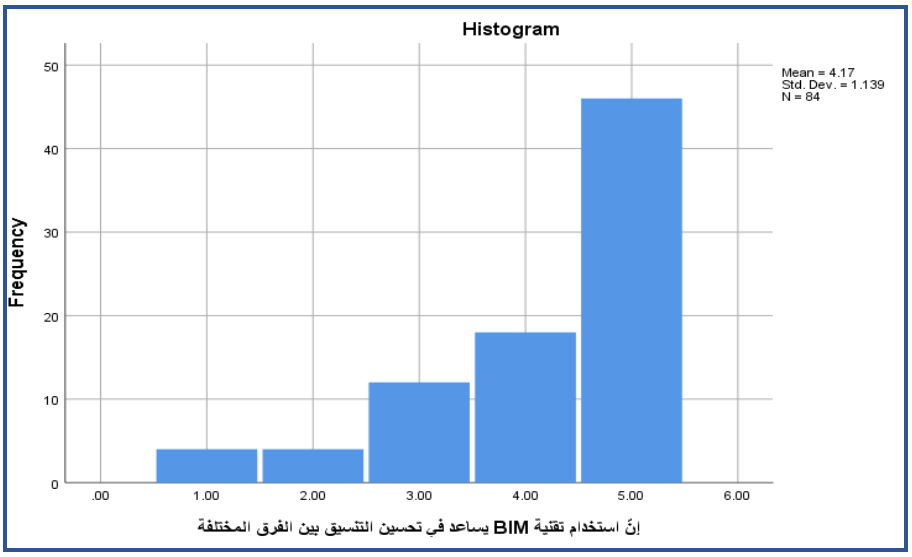
إن قيمة اختبار t لعينة واحدة بالنسبة لأثر استخدام تقنية BIM في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة كان عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 وهذا يعني معنوية الاختبار، كما أن المتوسط الحسابي لآراء أفراد العينة مؤشر على درجة أهمية مرتفعة لتحقق العبارة وبالتالي فإنه وفقاً لتقييمات أفراد العينة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة.

الجدول (3-22): توزع التقييمات الخاصة بـ (تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة)

التقييم	غير موافق بشدة	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
التكرارات	4	4	12	18	46
النسبة المئوية	4.8%	4.8%	14.3%	21.4%	54.8%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-13): توزع التقييمات الخاصة بـــ (تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة)



من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة في الجدول (3-22) أعلاه أن النسبة الأكبر (54.8%) من تقييمات أفراد العينة بخصوص دور استخدام تقنية BIM في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة كانت موافق بشدة، تليها موافق –محايد، لتكون النسب الأقل للتقييمات غير موافق وغير موافق بشدة.

ولإيجاد العلاقة بين مدى استخدام تقنية BIM وتقييمات الأفراد بخصوص أهمية استخدامها في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة؛ تم استخدام اختبار Independent Samples Test وكانت النتائج وفق ما هو مبين في الجدول أدناه:

الجدول (3-23): اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورهافي تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة

	هل تستخدم تقنية BIM في عملك؟	التكرار	المتوسط الحسابي
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	نعم	61	4.246
	لا	23	3.957
	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
	1.039	0.302	غير دال

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يلاحظ من الجدول (3-23) أن قيمة الاختبار t هي (1.039) عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 مما يعني أنه لا يوجد فرق جوهري في تقييمات أفراد العينة لعبارة (إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة) يتعلق باستخدام أفراد العينة لتقنية BIM في العمل.

5. الفرضية الفرعية الخامسة (H1.5)

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة.

الجدول (3-24): نتائج اختبار t لعينة واحدة (تلبية المشروع للأنظمة)

المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة	درجة الأهمية	الوزن النسبي
3.94	1.165	7.397	0.000	مرتفعة	%79

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

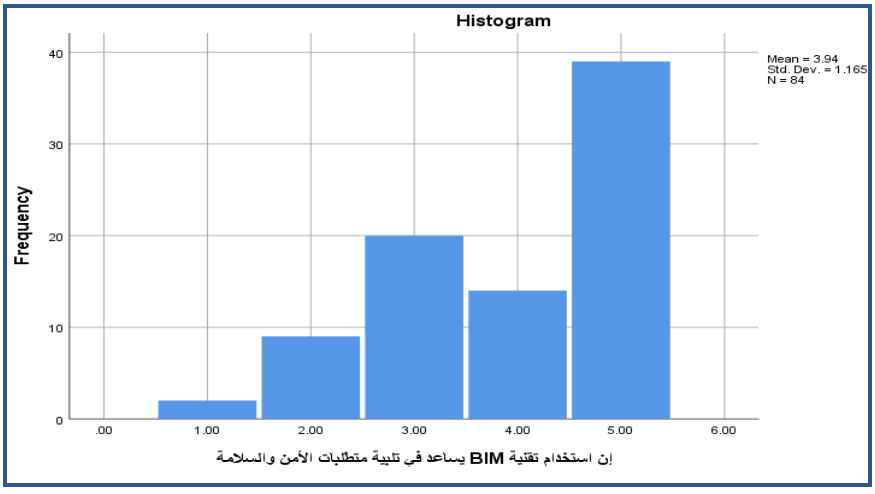
إن قيمة اختبار t لعينة واحدة بالنسبة لأثر استخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة كان عند مستوى دلالة أصغر من 0.05 وهذا يعني معنوية الاختبار، كما أن المتوسط الحسابي لآراء أفراد العينة مؤشر على درجة أهمية مرتفعة لتحقق العبارة وبالتالي فإنه وفقاً لتقييمات أفراد العينة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة.

الجدول (3-25): توزع التقييمات الخاصة بـ (تلبية المشروع للأنظمة)

التقييم	غير موافق بشدة	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
التكرارات	2	9	20	14	39
النسبة المئوية	2.41%	10.7%	23.8%	16.7%	46.4%

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

الشكل (3-14): توزع التقييمات الخاصة بـ (تلبية المشروع للأنظمة)



من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتوضح من النتائج السابقة في الجدول (3-25) أعلاه أن النسبة الأكبر (46.4%) من تقييمات أفراد العينة بخصوص دور استخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة كانت موافق بشدة، تليها محايد -موافق، لتكون النسب الأقل للتقييمات غير موافق وغير موافق بشدة.

ولإيجاد العلاقة بين مدى استخدام تقنية BIM وتقييمات الأفراد بخصوص أهمية استخدامها في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة؛ تم استخدام اختبار Independent Samples Test وكانت النتائج وفق ما هو مبين في الجدول أدناه:

الجدول (3-26): اختبار Independent Samples Test لمعرفة العلاقة بين استخدام تقنية BIM ودورهافي تلبية المشروع للأنظمة

	هل تستخدم تقنية BIM في عملك؟	التكرار	المتوسط الحسابي
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة	نعم	61	3.95
	لا	23	3.91
	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
	0.132	0.896	غير دال

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يلاحظ من الجدول (3-26) أن قيمة الاختبار t هي (0.132) عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 مما يعني أنه لا يوجد فرق جوهري في تقييمات أفراد العينة لعبارة (إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة) يتعلق باستخدام أفراد العينة لتقنية BIM في العمل.

ولاختبار الفرضية الرئيسية نعتمد على مقارنة الأوزن النسبية بين استخدام تقنية BIM من قبل أفراد عينة البحث وتحسين جودة المشاريع الإنشائية، فيكون:

الترتيب	المجال
1	إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي
4	إنّ استخدام تقنية BIM يقلل من الأخطاء والتعديلات أثناء التنفيذ
2	إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون
3	إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة
5	إن استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الأمن والسلامة

♦ الفرضية الرئيسية الثانية (H2)

يوجد فروقات جوهرية في تقييمات أفراد العينة لطبيعة العلاقة بين استخدام تقنية ال (BIM) وتحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض تعزى للمتغيرات الديموغرافية.

1. بالنسبة لمتغير الجنس

باستخدام اختبار Independent Samples Test وفق ما هو موضح في الجدول أدناه:

الجدول (3-27): اختبار Independent Samples Test بالنسبة لمتغير الجنس

	المتوسط الحسابي		قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
	ذكر	أنثى			
إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي	4.363	2.75	2.984	0.004	دالة إحصائياً
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون	4.325	3.5	1.645	0.825	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع	4.213	2.5	3.256	0.002	دالة إحصائياً
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	4.225	3	2.144	0.035	دالة إحصائياً
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة	3.975	3.25	1.218	0.227	غير دالة

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتضح من الجدول السابق أن الاختبار:

كان ذو دلالة إحصائية عند كل من العبارات (إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي) و(إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع) و(إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة) وهو ما يعني وجود فروقات جوهرية تعزى لمتغير الجنس لأفراد العينة، وتكمن هذه الفروقات لصالح المتوسط الحسابي للتقييمات الأكبر أي لصالح الذكور الذين هم في صلب العمل الميداني من حيث التصميم والتنفيذ والتنسيق بين الفرق.

ويفسر الباحث النتيجة بكون الذكور هم الأكثر في مجال العمل ضمن المشاريع الإنشائية بما يجعلهم أكثر قدرة على التقييم والإجابة على التساؤلات المطروحة فيما يتعلق بتقنية BIM.

في حين أنه لم يكن هناك أي فروقات تتعلق بتقييم أثر استخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون وتلبية المشروع للأنظمة، باعتبار أن أعمال الإناث الإدارية تجعلهن أكثر اطلاعاً على واقع العمل من حيث العلاقة مع الزبائن والأمور القانونية والإدارية.

2. بالنسبة لمتغير العمر

باستخدام اختبار One Way-ANOVA وفق ما هو موضح في الجدول أدناه:

الجدول (3-28): اختبار بالنسبة One Way-ANOVA لمتغير العمر

	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي	1.591	0.198	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون	0.428	0.734	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع	1.765	0.16	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	0.484	0.694	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة	1.462	0.23	غير دالة

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتضح من الجدول السابق أن الاختبار:

كان عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 وبالتالي فلا توجد دلالة إحصائية للاختبار، ولا يوجد فروقات في التقييم لأثر استخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية تتعلق بمتغير العمر.

3. بالنسبة لمتغير المستوى التعليمي

باستخدام اختبار One Way-ANOVA وفق ما هو موضح في الجدول أدناه:

الجدول (3-29): اختبار بالنسبة One Way-ANOVA لمتغير المستوى التعليمي

	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي	0.482	0.695	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون	0.973	0.41	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع	0.59	0.623	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	0.605	0.614	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة	2.435	0.071	غير دالة

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتضح من الجدول السابق أن الاختبار:

كان عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 وبالتالي فلا توجد دلالة إحصائية للاختبار، ولا يوجد فروقات في التقييم لأثر استخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية تتعلق بمتغير المستوى التعليمي.

4. بالنسبة لمتغير التخصص

باستخدام اختبار One Way–ANOVA وفق ما هو موضح في الجدول أدناه:

الجدول (3–30): اختبار بالنسبة One Way–ANOVA لمتغير التخصص

	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي	0.962	0.415	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون	0.734	0.535	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع	1.175	0.523	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	1.321	0.273	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة	2.432	0.071	غير دالة

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتضح من الجدول السابق أن الاختبار:

كان عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 وبالتالي فلا توجد دلالة إحصائية للاختبار، ولا يوجد فروقات في التقييم لأثر استخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية تتعلق بمتغير التخصص، فجميع أفراد العينة من جهة نظرهم وفق التخصص الهندسي يرون أن هناك أثر واضح لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية.

5. بالنسبة لمتغير الخبرة العملية

باستخدام اختبار One Way–ANOVA وفق ما هو موضح في الجدول أدناه:

الجدول (3–31): اختبار بالنسبة One Way–ANOVA لمتغير الخبرة العملية

	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	المعنوية
إنّ استخدام تقنية BIM يحسن جودة التصميم الهندسي	1.722	0,153	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية متطلبات الزبون	1.302	0.277	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تنفيذ المشروع	2.091	0.09	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة	0.922	0.456	غير دالة
إنّ استخدام تقنية BIM يساعد في تلبية المشروع للأنظمة	1.748	0.148	غير دالة

من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

يتضح من الجدول السابق أن الاختبار:

كان عند مستوى دلالة أكبر من 0.05 وبالتالي فلا توجد دلالة إحصائية للاختبار، ولا يوجد فروقات في التقييم لأثر استخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية تتعلق بمتغير الخبرة العملية وجميع العاملين بغض النظر عن خبرتهم العملية وعدد سنينها يرون ضرورة استخدام تقنية BIM في تحقيق جودة المشاريع الإنشائية.

الفصل الرابع: النتائج والتوصيات

4-1 النتائج

من خلال استعراض نتائج تحليل بيانات الناتجة من الاستبيان الموزع على المهندسين العاملين في مدينة الرياض، واختبار الفرضيات التي صيغت للوصول إلى الإجابة عن تساؤلات البحث، يمكن تحديد النتائج التالية:

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض–المملكة العربية السعودية.
- يوجد أثر لاستخدام تقنية BIM في تحسين جودة تصميم المشاريع الهندسية الإنشائية.
- يوجد أثر لاستخدام تقنية BIM في تلبية متطلبات الزبون.
- يوجد أثر لاستخدام تقنية BIM في تنفيذ المشاريع.
- يوجد أثر لاستخدام تقنية BIM في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة.
- يوجد أثر لاستخدام تقنية BIM في تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة.
- وكان ترتيب الأثر لاستخدام تقنية BIM الأكثر على جودة التصميم الهندسي وتلبية متطلبات الزبون، ثم تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة، فتنفيذ المشروع، وكان في المرتبة الأخيرة تلبية المشروع للأنظمة واللوائح المعمول بها ومتطلبات الأمن والسلامة.
- لم يكن المهندسين المشاركين في الاستبيان ذوي خبرة عالية في مجال تقنية BIM، وأغلبهم من ذوي الخبرة المبتدئة والمتوسطة.
- رغم أنه يتم استخدام تقنية BIM من قبل القسم الأكبر من المهندسين إلا أنه من الملاحظ أن فترة استخدامهم لهذه التقنية لا يزال حديثاً في بدايته، فالنسبة الأكبر من المهندسين يستخدمونها من فترة لا تتجاوز السنة.

- يوجد تقصير من قبل الشركات وإدارات المشاريع في تقديم الدورات التدريبية اللازمة لاستخدام تقنية BIM، فغالبية المهندسين كانت خبرتهم في استخدام هذه التقنية من خلال المجهود الشخصي.
- هناك الكثير من التحديات التي تواجه استخدام تقنية BIM في المشاريع الإنشائية تتمثل بنقص التدريب والتكلفة العالية ومقاومة التغيير ونقص الدعم الفني.
- لا يوجد فروقات جوهرية في تقييمات أفراد العينة لطبيعة العلاقة بين استخدام تقنية ال (BIM) وتحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض تعزى للمتغيرات الديموغرافية، إلا فيما يتعلق بتقييمات الأفراد من حيث الجنس حيث أن هناك فرق واضح بين تقييمات الذكور والإناث.

4-2 التوصيات

من خلال ملاحظة نتائج أثر استخدام تقنية BIM يمكن تقديم مجموعة من التوصيات:

- ضرورة الاعتماد على تقنية BIM لتحسين جودة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض.
- باعتبار الأثر الأكبر كان على جودة التصميم الهندسي وتلبية متطلبات الزبون، لذلك من المهم جداً الاهتمام بتطبيق تقنية BIM ضمن مجال التصميم وكل ما يتعلق بمتطلبات الزبون.

من أهم التوصيات التي تم تقديمها من قبل المهندسين أفراد العينة:

- تبني التغيير من رأس الهرم في المنظمة وتوفير التدريب لجميع المعنيين.
- تكثيف الجهود في تكريس تطبيق واستخدام تقنية BIM في المشاريع الإنشائية.
- نشر التوعية بين المهندسين بأهمية التقنية، وتوفير التدريب اللازم للمهندسين وخاصة الخريجين الجدد الذين يمكنهم دمج هذه التقنية مع خبراتهم المتشكلة أثناء انخراطهم في سوق العمل، كذلك العمل على تعديل قوانين البناء والاشتراطات الهندسية لجل هذه التقنية من ضرورات العمل.
- تدريب الموظفين على استخدام تقنية BIM.
- "أن توفر الشركات لمهندسيها في القسم الفني تدريبات ومساعدات فنية متعلقة ببرامج تقنية BIM، وأن يتم توفير نسخ خفيفة أو نسخ مدفوعة، وأن يتم التأكد من أن كل التحديثات والتعديلات في الرسومات الهندسية يتم عكسها على المودلز".
- إضافته إلى مستندات المشروع التعاقدية وإلزام جميع الأطراف المشاركة في التشييد والبناء العمل وفقا له.
- وجود هيئات أو دورات ذات كفاءة عالية تساعد على تعلم BIM بطريقة احترافية متوافقة مع سوق العمل.
- توفر إمكانيات رؤى لمساعدة الاستشاريين في تخطيط وإنشاء وإدارة المباني والبنى التحتية وبأخذ دورات أو الحصول على درجة علمية تتعلق بتقنيات BIM أو البناء.

آفاق بحثية مستقبلية

يرى الباحث أهمية استكمال الأبحاث المتعلقة بتطبيق تقنية BIM من خلال بعض الدراسات التي تتناول:

- تأثير اعتماد تطبيق تكنولوجيا BIM في تحسين الجودة والسلامة.
- علاقة BIM وأثرها على تخفيض التكاليف ضمن المشاريع الإنشائية في الرياض.
- أثر نمذجة معلومات البناء BIM في تحسين إدارة مخاطر المشاريع الإنشائية في الرياض.

المراجع

المراجع العربية

- ابراهيم عبد القادر. (2016). جودة الخدمة واثرها على ولاء العملاء: دراسة تطبيقية على بعض المصارف السودانية . جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- بوبكر نعرورة، و عبد الحميد برحومة. (2014). أثر تطبيق نظام إدارة الجودة على المؤشرات الكمية للأداء الإنتاجي بالمؤسسة الصناعية الحاصلة على شهادة الايزو 9001. مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية-جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- خالد محمد بوكه. (2020). مدى فاعلية استخدام نظام ادارة الجودة في تحسين الاداء في مؤسسات القطاع الخاص. المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات.
- د. طاهر حسن. (2019). أدوات الرقابة على الجودة، كلية إدارة الأعمال . الجامعة السورية الخاصة.
- عمر سليم. (2014). دليل ادارة معلومات البناء: دليل الأفراد والشركات نحو BIM.
- مامون الدرادكة، و طارق شبلي. (2002). الجودة في المنظمات الحديثة. عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- محمد عطوة، و مصطفى قطب. (2020). تطبيق نظام إدارة الجودة وأثره على تنفيذ مشروعات التشييد. مصر: مجلة أبحاث المهندسين-العدد166 - cv1-cv23.

المراجع الأجنبية

- Deshpande, V. (2017). Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And Productivity Improvement-A Review. International Journal for Research in Applied Science & Engineering.
- Olatunji, O., Sher, W., & Gu, N. (2010). Building information modeling and quantity surveying practice.
- Padayachee, T., & Munro, A. (2020). GUIDELINES FOR WRITING STANDARD OPERATING PROCEDURES.

- Arayici, Y., Kagioglou, M., & Koskela, L. (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. Structural Survey 29(1):7-25 DOI:10.1108/02630801111118377.
- Barnes, P. (2014). BIM in Principle and in Practice. CE Publishing, One Great George Street, Westminster, London SW1P 3AA.
- British Standards Institution. (2019). BS EN ISO 19650: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling – Information management using building information modelling. London.
- Burati, J. (1992). Causes Of Quality Deviations In Design And Construction. Journal of Construction Engineering and ManagemenT.
- Chiu, M.-L. a.-H. (2005). "Information and IN-formation: Information mining for supporting collaborative design.". Automation in Construction, 14(2), 197-205.
- Elsayeh, Yasmine,(2020), Measuring Service Quality Using SERVQUAL Method In Tourism And Hospitality Industry, https://www.researchgate.net/publication/347752093
- Gül, L. F. (2008). "Virtual worlds as a constructivist learning platform: evaluations of 3D virtual worlds on design teaching and learning ". Journal of Information Technology in construction, 13, 578-593.
- Juran, M. a. (1998). Juran's Quality Handbook. 5th Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., Washington DC.
- Kinch, S. (2020). Setting and applying SMART objectives. https://www.quality.org/.
- Kwok, T. (2021). Synergy of BIM and Environmental Assessment Tools in the Hong Kong Construction Industry. Hong Kong: Sustainable Engineering.

- LiJuan Chen و ،Hanbin Luo .(2014) .A BIM-based construction quality management model and its applications .Automation in Construction 46:64 73–DOI:10.1016/j.autcon.2014.05.009.
- Luciani, P. (2008). "Is a revolution about to take place in Facility Management procurement?". In: European FM Insight, EuroFM, 1-3.
- Neyestani, B. (2017). Effectiveness of Quality Management System (QMS) on Construction Projects. Manila, Philippines: Department of Civil Engineering, De La Salle University.
- Olatunji, O. A. (2009). "Chapter IX: The Applications of Building Information Modelling in Facilities Management.". In: Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, J. Unde.
- Olatunji, O. A. (2009). "Process Problems in Facilities Management: An Analysis of feasibility and management Indices " The 9th International Postgraduate Research Conference (IPGRC-09). University of Salford, UK, The Lowry, Salford Quays.
- Ozkaya, I. a. (2006). "Requirement-driven design: assistance for information traceability in design computing.". Design Studies, 27(3), 381-398.
- Quirk, V. (2012). A history of BIM. https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim.
- Rashed, A., & Othman, M. (2015). Implementing quality management in construction projects. Paper presented at the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM).
- Steele, A. L. (2011). Self-efficacy as a robust predictor of outcome in guided self-help treatment for broadly defined bulimia nervosa.

International Journal of Eating Disorders, 44(5), 389-396. https://doi.org/10.1002/eat.20830.

- Sutrisna, M., Buckley, K., & Proverbs, D. (2008). A Decision Support Tool for the Valuation of Variations on Civil Engineering Projects. RICS Research.
- Tse, T. C. (2005). "The Utilization of Building Information Models in nD Modeling: A Study of Data Interfacing and Adoption Barriers." . Electronic Journal of Information Technology in Construction, 10, 85-110.
- Wierzbicki, M. (2011). BIM – History and Trends. International Conference on Construction Applications of Virtual RealityAt: WeimarVolume: 11.

مواقع الإنترنت

- https://bigdataconstruction.com/history-of-bim/
- https://cvgstrategy.com/quality-objectives/
- https://www.asme.org/
- https://www.astm.org/
- https://pjhoerr.com/services/profile/building-information-modeling-bim