الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة الافتراضية السورية
ماجستير إدارة ونمذجة معلومات البناء

رسالة ماجستير في نمذجة معلومات البناء والإدارة

بعنوان:

# تحسين أداء المشاريع بالاعتماد على المنهجية المتكاملة بين نظام إدارة القيمة المكتسبة ونمذجة معلومات البناء

# Improving the performance of projects based on the integrated methodology between the earned value management system and building information modeling BIM

بحث أعد لنيل درجة الماجستير في ادرة ونمذجة معلومات البناء BIM

**تقديم : م . طاهر جمال سلامة**

**اشراف : د . م عبد السلام محمد الشيباني**

**2023**

## كلمة شكر

أتوجه بالشكر لأساتذتي الأفاضل الذين بذلوا من وقتهم وجهدهم في سبيل الارتقاء بالعلم.

فمن دواعي سروري أن أتوجه بالشكر والامتنان الجزيل لأستاذي المشرف:

الأستاذ الدكتور "**عبد السلام محمد الشيباني**"

الذي ساعدني في إنجاز هذا البحث بما قدمه من نصائح مفيدة وإرشادات قيمة، فقد أعطاني من وقته وعلمه وخبرته الشيء الكثير فكان لي المثل الأعلى والقدوة التي تحتذى، كما كان له الأثر الأكبر في تقويم هذا البحث وإثرائه

ليظهر إلى حيز الوجود بأحسن حلة وصورة

أحب أن أقدم عميق امتناني و شكري الذي لا يوصف إلى

الأستاذة الدكتورة " **سونيا احمد** "

التي بذلت المجهود والعناء خلال رحلتي العلمية ومهما أغدقت من الشكر فلن أصل إلى المطلوب

اشكر من كل قلبي" **الأستاذ المهندس احمد القوصي**" الذي كان داعما لنا

الشكر **لوالدي ووالدتي** الذين احاطوني بدعواتهم ورعايتهما الى قدوتي والاقرب من قلبي امي وابي

وأثمن أخيرا الجهد البنّاء والمتابعة الدقيقة والوقت الثمين الذي قدّمه أعضاء لجنة الحكم الأفاضل فإنّ في توجيهاتهم وملاحظاتهم قيمة علمية مضافةً تجعل البحث يخرج بأحسن صورة؛ إليهم منّي جزيل الشكر والتقدير

# قرار لجنة الحكم

**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي**

**الجامعة الافتراضية السورية**

**ماجستير إدارة ونمذجة معلومات البناء**

اسم الطالب : طاهر جمال سلامة

الرقم الجامعي : 168397

## عنوان البحث

**تحسين أداء المشاريع بالاعتماد على المنهجية المتكاملة بين نظام إدارة القيمة المكتسبة ونمذجة معلومات البناء**

**Improving the performance of projects based on the integrated methodology between the earned value management system and building information modeling BIM**

أعضاء اللجنة

1.الاستاذ الدكتور عبد السلام محمد الشيباني (مشرف)

.2

.3

## ملخص البحث

اعدت هذه الدراسة لتحسين أداء الكلفة والبرنامج الزمني لمشاريع التشييد باستخدام منهجية نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) ونمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ

تبرز أهمية هذا البحث كونه محاولة علمية جادة في تحديد أساليب وآليات تدعم الإدارات الهندسية في مرحلتي التصميم والتنفيذ بما يحقق الكفاءة الهندسية ويتوافق مع محددات المشروع (الكلفة، الزمن، المجال).حيث يستعرض هذا البحث دراسة واقع تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا، دراسة فعالية استخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع التشييد، تحليل أداء مشروع "مبنى سكني على الهيكل كحالة دراسية وفقاً لواقع تنفيذه مع تحديد العوامل المؤثرة على أداءه، ومن ثم استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) لإعادة تصميم المشروع، ، نمذجة المشروع لإعطاء فكرة واضحة عن آلية تنفيذ المشروع وتحديد كميات الأعمال بشكل دقيق واستخدام نظام القيمة المكتسبة لإعداد خطة واضحة لتنفيذ المشروع، تحليل أداء الكلفة والبرنامج الزمني في كل فترة زمنية من مراحل تنفيذ المشروع، تحديد أبرز العوامل المؤثرة على أداء المشروع واتخاذ إجراءات تصحيحية لتحسين أداءه في حال انحرافه عن مساره المخطط. وتم توضيح مفهوم أنظمة (BIM) وتعريفها في صناعة الإنشاء وفوائدها في كل مرحلة من مراحل المشروع .

إن إنفاق الجهد والمال في مرحلة التخطيط للمشروع لهما تأثير مباشر على الكفاءة بمرحلة التنفيذ وعلى ربحية المشروع بأكمله. ونرى أن وجود الموارد (المواد، الآليات، العمالة) لا يكفي وحده لتكوين مشروعٍ ناجحٍ. فلا بُدَّ من وجود إدارة تضع الأهداف التي يسعى المشروع إلى تحقيقها.

وبالتالي يتضح أن نجاح المشروع، بغض النظر عن حجمه وطبيعته، يَعتمِد بدرجة كبيرة على كفاءة إدارته و أن مقياس أهداف المشروع هو المقياس الأنسب وأن درجة نجاح المشروع يمكن تحديدها بالدرجة التي يمكنها تحقيق الأهداف. وان نمذجة معلومات البناء (BIM) إحدى التقنيات الواعدة التي تقدم الحلول للعديد من المشاكل التي تترافق مع الطبيعة الخاصة لصناعة التشييد وتحاكي مشروع التشييد في بيئة افتراضية. يقضي البناء الافتراضي بإمكانية القيام بالتشييد، الاختبار، وإجراء التعديلات على المشروع قبل أن يصبح حقيقياً.

حيث أظهرت نتائج البحث ان مراقبة وضبط أداء كلا من الكلفة والبرنامج الزمني من القضايا الهامة لأي منظمة. فالكثير من مشاريع التشييد في سوريا تعاني من عدم الدقة في تحديد الموارد (المواد والعمالة والمعدات) المرتبطة بالنواتج التي ستحدد البرنامج الزمني والميزانية المخططة، مما يؤدي لاحقاً إلى حدوث انحرافات بين الجداول الزمنية والميزانية المخططة والمنفذة للمشروع. وهنا يبرز دور نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS)، إذ يستخدم على نطاق واسع لمراقبة وضبط أداء الكلفة والبرنامج الزمني وفقاً لخط الأساس (الكلفة والبرنامج الزمني الأساسيين) والتنبؤات. وقد أثبت أنه أحد أكثر أدوات قياس الأداء والملاحظة فعالية بالنسبة لمدراء المشاريع، فهو يساعد بوضوح وموضوعية على التفكير بما يلي (أين هو المشروع وفي أي اتجاه يسير مقارنةً مع ما يُفترض أن يكون فيه) ويزود المنظَّمات والشركات بمنهجيات يحتاجونها لدمج إدارة الجدولة الزمنية و التكلفة ومجال المشروع.

# Abstract

This study was prepared to improve the cost performance and schedule of construction projects using the Earned value management system (EVMS) and building information modeling during the design and implementation phases

The importance of this research immerges from being a serious scientific attempt to identify methods and mechanisms that support engineering departments in the design and implementation stages in order to achieve engineering efficiency and comply with the project determinants (cost, time, field).

This research reviews studying the reality of the implementation of construction projects in Syria, study the effectiveness of the use of building information modeling systems (BIM) in construction projects, analyzing performance of the project "Structural Residential Building as a case study according to the reality of its implementation with the identification of factors affecting its performance, and then the use of building information modeling (BIM) to redesign the project, modeling the project to give a clear idea of the mechanism of project implementation, accurately determine quantities and the use of the earned value system to prepare a clear plan for the project's implementation, cost performance analysis and the program schedule at each period of the project's implementation, Identifying the most prominent factors affecting the performance of the project and taking corrective measures to improve its performance in case of deviation from its planned course. Clarifying the concept of BIM systems and their definition in the construction industry, and their benefits at each stage of the project .

The expenditure of effort and money at the planning stage of the project has a direct impact on the efficiency at the implementation stage and on the profitability of the entire project. We see that the presence of resources (materials,

mechanisms, labor) alone is not enough to form a successful enterprise. There must be a management that sets the goals that the project seeks to achieve.

Thus, it becomes clear that the success of the project, regardless of its size and nature, largely depends on the efficiency of its management, and that the scale of the project's goals is the most appropriate measure and the degree of the project's success can be determined by the degree to which it can achieve the goals. Building information modeling (BIM) is one of the promising technologies that provides solutions to many problems associated with the special nature of the construction industry and simulates a construction project in a virtual environment. Virtual construction implies the possibility of doing construction, testing, and making modifications to the project before it becomes substantial.

The results of the research showed that monitoring and adjusting the performance of both the cost and the schedule are important issues for any organization. Many construction projects in Syria suffer from inaccuracies of determining the resources (materials, labor, equipment) associated with the outputs that will determine the planned schedule and budget, which subsequently leads to deviations between the planned and executed schedules and budget of the project. This is where the role of the earned value management system (EVMS) stands out, as it is widely used to monitor and adjust the cost and schedule performance according to the baseline (basic cost and schedule) and forecasts. It has proven to be one of the most effective performance measurement and observation tools for project managers, it helps to clearly and objectively think about the following (where the project is and in which direction it is going compared to what it is supposed to be) and provides organizations and companies with the methodologies they need to integrate the management of scheduling, cost and project area.

**لفصل الأول:..... 14**

**مقدمة ..... 14**

**مقدمة البحث:..... 14**

**2- أهمية البحث: ..... 15**

**3- مشكلة البحث:..... 16**

**4- فرضيات البحث: ..... 16**

**5- هدف البحث: ..... 16**

**6-منهجية البحث:..... 17**

**7- هيكل البحث: ..... 17**

**8-أدوات جمع البيانات المُتبَعة في البحث: ..... 18**

المقابلة الشخصية (Personal Interview): ..... 18

**9- حدود البحث: ..... 18**

**10- مجتمع البحث: ..... 19**

**11- عينة البحث: ..... 19**

**12- مصطلحات البحث: ..... 19**

**13- مصادر معلومات الدراسة: ..... 22**

**الفصل الثاني ..... 23**

**الدراسات والأبحاث السابقة ..... 23**

**2-1- مقدمة: ..... 23**

**2-2- الدراسات السابقة: ..... 23**

2-1- دراسة (Gyarteng ,K.,2014.UK)[1]: ..... 23

2-2- دراسة (Cárdenas, C., Zapata, P., Lozano, N., 2018. COLOMBIA)[2]: ..... 24

2-3- دراسة (Jrade, A., Lessard, J., 2015.Canada)[3]: ..... 25

2-4- دراسة (Sun, Ch., Man, Q., Wang, Y., 2015. China)[4]: ..... 26

2-5- دراسة (Elghaish ,F., et all, 2019.UK, Australia, Canada)[5]: ..... 27

**2-3- الخلاصة : ..... 28**

**الفصل الثالث: ..... 30**

**دراسة واقع تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا ..... 30**

**3-1-مقدمة: ..... 30**

**3-2- عوامل نجاح المشروع: ..... 30**

**3-3-الأهداف الأساسية للمشروع: ..... 31**

**3-4-تصنيف العوامل المؤثرة على تنفيذ مشاريع التشييد: ..... 32**

**3-5-دراسة لبعض العوامل المؤثرة على تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا وفقاً للدراسات السابقة:. 34**

**3-6 ملخص : ..... 39**

**الفصل الرابع: ..... 41**

**دراسة فعالية استخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع التشييد ..... 41**

**4-1-مقدمة: ..... 41**

**4-2- نشأة وتطور أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM): ..... 41**

**4-3- مفهوم أنظمة (BIM) وتعريفها في صناعة الإنشاء: ..... 43**

**4-4- فوائد أنظمة نمذجة معلومات البناء(BIM): ..... 44**

**4-5- متطلبات تطبيق نظام نمذجة معلومات البناء(BIM): ..... 46**

**4-5-2-متطلبات فنية: ..... 47**

**4-6- ضرورات التوطين وآفاق استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء(BIM) في سوريا: ..... 48**

**4-7- معوقات تطبيق نمذجة معلومات البناء (BIM) في سوريا: ..... 49**

**4-8- دور نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة التشييد: ..... 50**

**4-9- تأثير الوفر الناتج عن تطبيق أنظمة (BIM) على عوامل كفاءة الإنشاء: ..... 51**

**4-10- ملخص : ..... 52**

**الفصل الخامس ..... 53**

**ضبط ومراقبة أداء الكلفة والبرنامج الزمني باستخدام نظام إدارة القيمة المكتسبة..... 53**

**5-1- مقدمة: ..... 53**

**5-2-مراحل تطور استخدام طريقة إدارة القيمة المكتسبة (EVM): ..... 54**

**5-3- منهجية تطبيق نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS): ..... 54**

**5-4- الجدولة الزمنية المكتسبة (Earned Schedule-ES): ..... 60**

**5-5- ملخص : ..... 65**

**الفصل السادس ..... 66**

**الدراسة النظرية والعملية الخاصة بالحالة الدراسية " مشروع مبنى سكني على الهيكل مكون من ست طوابق في المدينة الصناعية..... 66**

**القسم الأول ..... 66**

**دراسة نظرية حول إدارة المشاريع ونمذجة معلومات البناء ..... 66**

**القسم الثاني ..... 74**

**النمذجة باستخدام برنامج Autodesk Revit ..... 74**

**القسم الثالث ..... 82**

**جدولة المشروع باستخدامPrimavera P6 ..... 82**

**القسم الرابع ..... 97**

**تتبع الخطة الزمنية باستخدام مؤشرات القيمة المكتسبة ..... 97**

**الفصل السادس ..... 107**

**الاستنتاجات ..... 107**

**المراجع : ..... 109**

# الفصل الأول:

# مقدمة

## مقدمة البحث:

إن قطاع التشييد في معظم دول العالم هو من أكثر القطاعات تعقيداً وأقلها كفاءة من حيث الالتزام بالخطط المحددة مسبقاً لإنجاز البناء ضمن قيود (الوقت، الكلفة، الجودة) مقارنةً بقطاعات الصناعات الأخرى. ورغم الاختلافات الكبيرة بين قطاع التشييد وتلك القطاعات إلا أن أصابع الانتقاد توجه دائماً إلى قطاع التشييد المعروف بكثرة تنوعاته ومشاكله [2]. ويُعد السبب المنطقي كما وضحه علماء إدارة التشييد هو أن المشاريع الإنشائية تعتبر مشاريع مقيدة أي أن لها بداية ونهاية محددتان [25]. وفي تلك الفترة المحددة تتعاقد مجموعة من الشركات التي لها أهداف ورؤى مختلفة بشكل مؤقت للحصول على المنتج النهائي وهو المشروع، ثم تنتهي هذه الشراكة مع انتهاء المشروع. وهذه البيئة المشتتة غالباً ما ينتج عنها الكثير من المشاكل والنزاعات قبل وأثناء وبعد تنفيذ المشروع [44].

تعد نمذجة معلومات البناء (BIM) إحدى التقنيات الواعدة التي تقدم الحلول للعديد من المشاكل التي تترافق مع الطبيعة الخاصة لصناعة التشييد وتحاكي مشروع التشييد في بيئة افتراضية. يقضي البناء الافتراضي بإمكانية القيام بالتشييد، الاختبار، وإجراء التعديلات على المشروع قبل أن يصبح حقيقياً، حيث لا يكون للأخطاء الافتراضية تبعات جدية شرط تحديدها وعنونتها مبكراً بشكلٍ كافٍ لتجنبها عند العمل ميدانياً [27]. وفقاً لمعهد إدارة المشاريع (PMI)، فإن إدارة المشروع هي تطبيق المعرفة والمهارات والتقنيات اللازمة لتنفيذه بشكلٍ فعال. وبالتالي، فإن المعلومات الواردة في نماذج (BIM) توفر وتحدد دورة حياة البيانات، والتي تسمح بإجراء تحسينات في التخطيط وتقييم التقدم وزيادة المعرفة حول المشاريع في أوقات مختلفة [35].

يعد مراقبة وضبط أداء كلا من الكلفة والبرنامج الزمني من القضايا الهامة لأي منظمة. ولذلك فإن مدراء المشاريع يهتمون بإدارة وضبط جداولهم الزمنية وميزانياتهم من أجل تقليل التكاليف وزيادة الأرباح. ويتطلب ذلك جمع كميات كبيرة من البيانات من قبل عدة مختصين ومحترفين في مجال الإنشاء، الذين لا يتفاعلون عموماً أو يتواصلون بكفاءة فيما بينهم خلال مرحلة تصميم مخرجات المشروع، ويؤدي ذلك إلى عدم الدقة في تحديد الموارد (المواد والعمالة والمعدات) المرتبطة بالنواتج التي ستحدد البرنامج الزمني والميزانية المخططة، مما يؤدي لاحقاً إلى حدوث انحرافات بين الجداول الزمنية والميزانية

المخططة والمنفذة للمشروع [19]. وهنا يبرز دور نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS)، إذ يستخدم على نطاق واسع لمراقبة وضبط أداء الكلفة والبرنامج الزمني وفقاً لخط الأساس (الكلفة والبرنامج الزمني الأساسيين) والتنبؤات. وقد أثبت أنه أحد أكثر أدوات قياس الأداء والملاحظة فعالية بالنسبة لمدراء المشاريع، فهو يساعد بوضوح وموضوعية على التفكير بما يلي (أين هو المشروع وفي أي اتجاه يسير مقارنةً مع ما يُفترض أن يكون فيه) ويزود المنظَّمات والشركات بمنهجيات يحتاجونها لدمج إدارة الجدولة الزمنية، التكلفة ومجال المشروع [37].

تقترح هذه الدراسة تحسين أداء الكلفة والبرنامج الزمني لمشاريع التشييد باستخدام منهجية نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) ونمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ من خلال تطبيق حالة دراسية واحدة أو أكثر.

## 2- أهمية البحث:

أظهرت نمذجة معلومات البناء (BIM) قدرتها على تحسين أداء صناعة التشييد، فهي تعتبر تقنية ثورية وإدارية هامة في حل المشاكل الحالية البارزة في صناعة التشييد. كما تسمح بتجسيد المشروع افتراضياً واكتشاف أخطاء التصميم وعيوبه قبل الانتقال لمرحلة التنفيذ، وهذا الأمر يسهل الوصول إلى معلومات المشروع، مما يقلل من الوقت والجهد اللازمين لاتخاذ القرارات المتعلقة بالمشروع.

وتؤدي إدارة المشاريع في بيئة غير مستقرة وغير واضحة إلى قرارات غير دقيقة، وعندما يحدث هناك بعض التأخير ربما يكون من الضروري ضغط الأنشطة الحرجة عن طريق زيادة موارد النشاط فوق المستوى العادي، وغالباً ما يكون بالإمكان تسريع أو ضغط مدة بعض أو جميع الأنشطة من خلال تخصيص المزيد من الموارد على حساب تكلفة مباشرة أعلى للنشاط، هذا الضغط للأنشطة يمكن أن يتحقق من خلال العمل في ورديات متعددة، استعمال معدات أكبر وأكثر إنتاجية، زيادة عدد العاملين توفيراً للوقت، لكن التكلفة المباشرة للمشروع بالتأكيد سوف تزداد. وهنا يبرز دور نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) الذي يعتبر وسيلة هامة لتسهيل مراقبة تقدم المشروع، تحديد حالة المشروع (هل هو متخلف أم متقدم على البرنامج الزمني والميزانية) وتحديد الانحرافات عن الخطة، بالإضافة إلى أنه يسمح لمدير المشروع بإجراء استدلالات على التأثير النهائي للمشروع من حيث التكلفة والمدة الزمنية من خلال استقراء الاتجاهات الحالية. وقد تم الاعتراف به على أنه أداة مفيدة في إدارة المشاريع من قبل العديد من الخبراء وأصبح يُستخدم بشكل أساسي في تقييم أداء المشاريع في العديد من دول العالم.

تبرز أهمية هذا البحث كونه محاولة علمية جادة في تحديد أساليب وآليات تدعم الإدارات الهندسية في مرحلتي التصميم والتنفيذ بما يحقق الكفاءة الهندسية ويتوافق مع محددات المشروع (الكلفة، الزمن، المجال).

## 3- مشكلة البحث:

عدم قدرة قطاع التشييد على الالتزام بالخطط المحددة مسبقاً لإنجاز المشاريع ضمن حدود الكلفة، البرنامج الزمني والجودة وضعف التصور لدى مالك المشروع وبالتالي صعوبة فهم أو تخيل الشكل النهائي له. وهذا ما يؤدي إلى إصدار أوامر تغيير بشكل عشوائي تؤدي إلى إضافة أو إزالة أجزاء من المشروع مما يؤدي إلى التأخير وارتفاع كلفة تنفيذ المشروع وتدني كفاءة تقدير الكلف نتيجة الحصر شبه اليدوي لكميات البناء مما يؤدي إلى عدم الدقة وزيادة الأخطاء.

بالإضافة الى عدم وجود ألية تضمن التنسيق بين المخططات في حال حدوث تغيير في التصميم و ضعف التنسيق بين مختلف أعمال المشروع وبين أطراف المشروع، مما يؤدي إلى حدوث المشاكل خلال مرحلة التنفيذ وتحتاج المعالجة لوقت كبير لحلها، وبالتالي تؤدي إلى زيادة الكلفة والمدة الزمنية اللازمة لإنجاز المشروع.

## 4- فرضيات البحث:

في ضوء المشكلة التي تناولها هذا البحث، وبعد أن اتضحت أبعادها يمكن صياغة فرضيات البحث كما يلي:

1- تحسين التصور لدى أطراف المشروع باستخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM).

2- الدقة في تقدير الكميات نتيجة الحساب الآلي وبالتالي زيادة كفاءة تقدير الكلفة.

3- التنسيق بين المخططات في حال حدوث تغيير في التصميم.

4- إعداد الخطة اللازمة لإنجاز المشروع وفقاً لأهدافه باستخدام طريقة القيمة المكتسبة.

5- تحسين أداء الكلفة والبرنامج الزمني لمشاريع التشييد باستخدام نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) ونمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ.

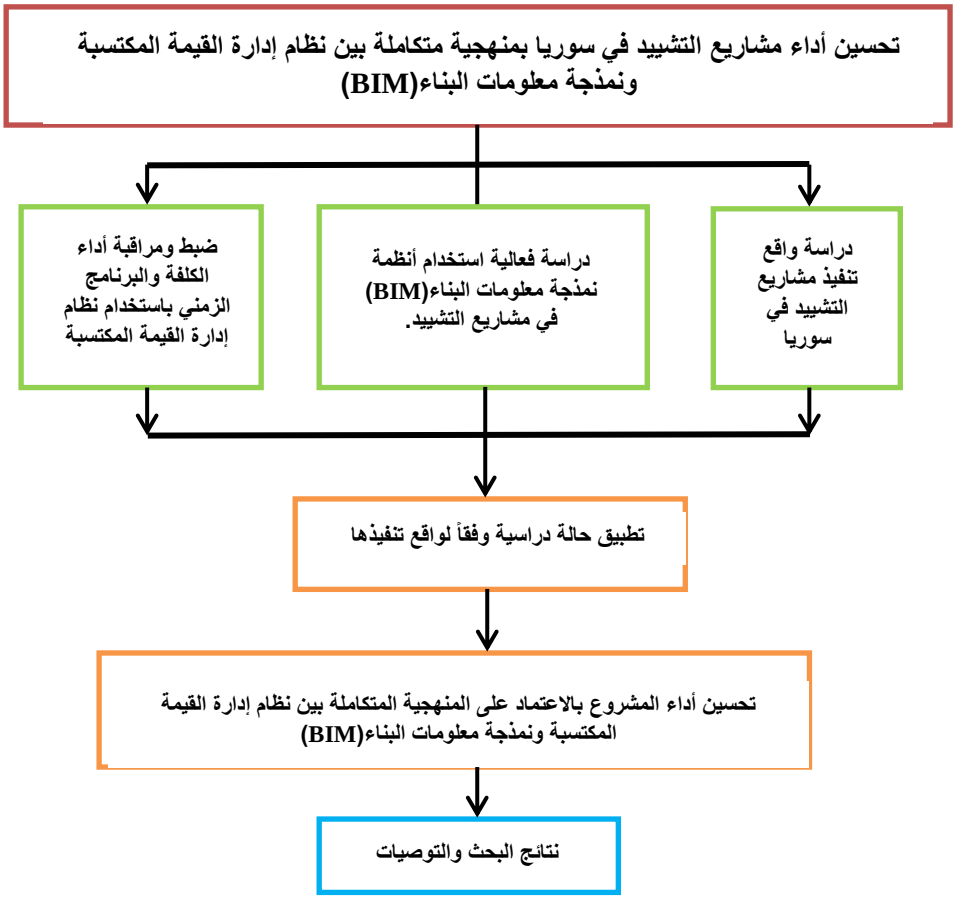
## 5- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تحسين أداء الكلفة والبرنامج الزمني لمشاريع التشييد باستخدام نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) ونمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ من خلال تطبيق حالة دراسية واحدة أو أكثر بعد دراسة واقع تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا، دراسة فعالية استخدام أنظمة

نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع التشييد، تحليل أداء مشروع "مبنى سكني على الهيكل مكون من ست طوابق في المدينة الصناعية بحسياء" كحالة دراسية وفقاً لواقع تنفيذه مع تحديد العوامل المؤثرة على أداءه، ومن ثم استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) لإعادة تصميم المشروع، ، نمذجة المشروع لإعطاء فكرة واضحة عن آلية تنفيذ المشروع وتحديد كميات الأعمال بشكل دقيق واستخدام نظام القيمة المكتسبة لإعداد خطة واضحة لتنفيذ المشروع، تحليل أداء الكلفة والبرنامج الزمني في كل فترة زمنية من مراحل تنفيذ المشروع، تحديد أبرز العوامل المؤثرة على أداء المشروع واتخاذ إجراءات تصحيحية لتحسين أداءه في حال انحرافه عن مساره المخطط.

## 6- منهجية البحث:

لتحقيق أهداف البحث، سيتم اتباع الخطوات الموضحة في الشكل التالي:




الشكل(1): منهجية البحث.

## 7- هيكل البحث:

يتكون هيكل البحث من الأقسام التالية:

1- الفصل الأول: الإطار العام للبحث.

2- الفصل الثاني: الدراسات السابقة .

2-الفصل الثالث: دراسة واقع تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا.

3- الفصل الرابع: دراسة فعالية استخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع التشييد.

4- الفصل الخامس: ضبط ومراقبة أداء الكلفة والبرنامج الزمني باستخدام نظام إدارة القيمة المكتسبة.

4-1- المبحث الأول: طريقة القيمة المكتسبة.

4-2- المبحث الثاني: طريقة الجدولة الزمنية المكتسبة.

5- الفصل السادس: تطبيق حالة دراسية " مشروع مبنى سكني على الهيكل مكون من ست طوابق في المدينة الصناعية بحسياء".

5-1- المبحث الأول: تحليل أداء المشروع وفقاً لواقع تنفيذه.

5-2- المبحث الثاني: تحسين أداء المشروع باستخدام نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) ونمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ.

6- الفصل السابع: نتائج البحث والتوصيات.

## 8- أدوات جمع البيانات المُتبَعة في البحث:

**المقابلة الشخصية (Personal Interview):**

تم اختيار أداة المقابلة الشخصية مع أفراد عينة البحث والتحدث إليهم عن الموضوع الذي يتم إجراء البحث فيه للوصول إلى معلومات وبيانات سليمة، تساعد على الوصول إلى نتائج بحثية دقيقة.

❖ **أهم ميزات المقابلة:**

- ✓ الحصول على معلومات دقيقة و تتميز بالموثوقية والمصداقية، وبالخصوص أنها تسمح للباحث ملاحظة ردة فعل المبحوث على اسئلة الباحث.
- ✓ المقابلة من أفضل أدوات البحث العلمي في جمع المعلومات من حيث الالتزام.
- ✓ تعتبر المقابلة من المصادر الرئيسية لجمع المعلومات فمن خلالها يتم الحصول على كمية كبيرة من المعلومات الهامة والموثقة فلها دور هام في توفير الجهد والوقت الذي يبذله الباحث.

## 9- حدود البحث:

يستهدف هذا البحث مشاريع التشييد في الجمهورية العربية السورية ويركز على دراسة واقع تنفيذها ودراسة فعالية استخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) وطريقة القيمة المكتسبة في تحسين

أداءها. وقد اقتصر البحث على حالة دراسية واحدة " مشروع مبنى سكني على الهيكل مكون من ست طوابق في المدينة الصناعية بحسياء" وتم جمع البيانات المتعلقة به من خلال إجراء مقابلات شخصية مع العديد من المهندسين، العاملين في القطاع العام والخاص في محافظة حمص، والذين يمثلون جميع الأطراف المشاركة في المشروع (دراسة، تدقيق، إشراف، تنفيذ)

## 10- مجتمع البحث:

يتكون مجتمع البحث من المهندسين العاملين في شركات القطاعين العام والخاص المشاركة في مشاريع التشييد في سوريا وبمختلف اختصاصاتهم الهندسية والأدوار التي يقومون بها في المشروع (إشراف، دراسة، تنفيذ، تدقيق).

## 11- عينة البحث:

تم اختيار عينة عشوائية من مجتمع البحث، وهذه العينة تتكون من المهندسين العاملين في إدارة المدينة الصناعية بحسياء في محافظة حمص (الجهة المشرفة على تنفيذ مشروع مبنى سكني على الهيكل مكون من ست طوابق في المدينة الصناعية بحسياء والذي يمثل الحالة الدراسية التي تناولها البحث للتحقق من فرضياته)، ومع(الجهة المدققة لدراسة المشروع)، مكتب هندسي (مهندسون استشاريون) والذي يمثل الجهة الدارسة للمشروع والشركة المنفذة للمشروع).

## 12- مصطلحات البحث:

**نمذجة معلومات البناء (BIM)**: هي تطوير واستخدام نموذج برمجي حاسوبي لمحاكاة تشييد وتشغيل المنشأ، أما النموذج الناتج، وهو نموذج معلومات البناء فهو تمثيل رقمي للمنشأ غني المعلومات، غرضي التوجه، ذكي، وبارامتري ، يمكن من خلاله استخلاص وتحليل المشاهد والبيانات المناسبة لمختلف احتياجات المستخدمين، لتوليد معلومات يمكن استعمالها لاتخاذ القرارات وتحسين عملية تسليم المنشأ.

**الهيكل التفصيلي الأعمال (Work Breakdown Structure-WBS)**: هو تحليل هرمي لمجال العمل الكلي الذي سيقوم به فريق المشروع لإنجاز أهداف المشروع من أجل الوصول إلى التسليمات المطلوبة.

**الهيكل التنظيمي للأعمال (Organizational Breakdown Structure-OBS)**: هو تصوير مُنظَّم هرمياً لمنظمة المشروع ويُرتَب لربط العمل بالوحدات التنظيمية المنفذة.

**خط الأساس لقياس الأداء (PMB):** هو عبارة عن دمج عناصر (التكلفة، المجال، البرنامج الزمني) لخطة عمل المشروع المُعتمَدة، بحيث يتم مقارنتها بتنفيذ المشروع وذلك لقياس وإدارة الأداء.

**تحليل أداء المشروع:** عملية مقارنة أداء التكلفة الفعلية للمشروع والبرنامج الزمني الفعلي مع خط الأساس لقياس الأداء لتحديد الحالة الحالية للمشروع.

**القيمة المُخَطَطة (Planned Value-PV):** هي الميزانية المرحلية المسموح بها والمُخَّصصة لإنجاز العمل المُجدوَل. وتُدعى أيضاً بالكلفة المخططة للعمل المجدول ( Budget Cost of Work Schedule-BCWS).

**القيمة المُكتَسَبة (Earned Value-EV):** هي قياس العمل المُنجز عند أي نقطة محددة من الزمن والمُعبَّر عنها بالميزانية المسموح بها والمُعتَمَدة لذلك العمل. وتُدعى أيضاً بالكلفة المُدرَجة في الموازنة للعمل المُنجَز (Budget Cost of Work Performed- BCWP).

**التكلفة الفعلية (Actual Cost-AC):** هي تكلفة العمل المُنجز خلال فترة زمنية محددة. وتُدعى أيضاً بالتكلفة الفعلية للعمل المُنجَز (Actual Cost of Work Performed-ACWP).

**الموازنة اللازمة لإنجاز المشروع (Budget At Completion-BAC):** وهي مجموع الميزانيات المُحدَدة للعمل الذي سيتم إنجازه، وتساوي قيمة (PV) عند نهاية المشروع. وتُدعى في هذه الحالة بالكلفة المُخططَة للعمل المنجز (Budget Cost of Work Performed-BCWP).

**انحراف البرنامج الزمني (Schedule Variance-SV):** هو مقارنة مقدار العمل المُنجز خلال فترة زمنية معينة مع ما كان مُقرراً إنجازه. هو مقياس لأداء البرنامج الزمني في المشروع. وهو عبارة عن الفرق الجبري بين القيمة المكتسبة (EV) والقيمة المخططة (PV).

**مؤشر أداء البرنامج الزمني (Schedule Performance Index-SPI):** هو مقياس لكفاءة البرنامج الزمني في المشروع . وهو نسبة القيمة المكتسبة (EV) إلى القيمة المخططة (PV). فعندما تكون إحدى القيمتين مساوية للأخرى أو أكبر منها، فهذا يعني أن الظروف مناسبة. وعندما تكون إحداهما أقل من الأخرى، فهذا يعني أن الظروف غير مناسبة.

**انحراف التكلفة (Cost Variance-CV):** هو مقارنه التكلفة المُدرجة في الميزانية للعمل المُنجَز مع التكلفة الفعلية. وهو مقياس لأداء التكلفة في المشروع . ويساوي الفرق الجبري بين القيمة المكتسبة (EV) والتكلفة الفعلية (AC).

**مؤشـر أداء التكلفـة (Cost Performance Index-CPI)**: هـو مقيـاس لكفـاءة التكـاليف فـي المشـروع. ويُعبَـر عنـه بنسـبة القيمـة المكتسـبة (EV) إلـى التكلفـة الفعليـة (AC). فعنـدما تكـون إحـدى القيمتين مساوية للأخرى أو أكبر منها، فهذا يعني أن الظروف مناسبة. وعندما تكون إحداهما أقل من الأخرى، فهذا يعني أن الظروف غير مناسبة.

**تقدير التكلفة اللازمة لإنجاز المشروع (Estimate At Complete-EAC)**: هو التكلفة الكلية لحسابات مراقبة المشروع عندما يتم إنهاء مجال العمل المُحدَد.

**انحراف التكلفة اللازمة لإنجاز المشروع (Variance At Completion-VAC)**: الفرق بين الميزانية الكلية المخصصة لميزانية المشروع عند النهاية والتكاليف الكلية المقدرة عند النهاية (EAC). ويمثل مقدار التجاوز المتوقع أو عدم التجاوز.

**مؤشر الأداء لإنجاز ما تبقى من تكلفة المشروع (To-Complete Performance Index)**: هو التوقُع المحسوب لأداء التكلفة، الذي يجب إنجازه بالنسبة للعمل المتبقي، ليحقق أهداف محددة مثل (EAC،BAC).

**الجدولـة الزمنيـة المكتسبة (Earned Schedule-ES)**: وهـي المدة الزمنيـة التـي تتسـاوى فيها القيمـة المكتسبة (EV) مـع القيمـة المخططـة (PV). تقيس العمل المُنجَز والمُجدوَل زمنياً ويُعبَر عنها بوحدة قياس الزمن (مثلاً: أسبوع، شهر).

**الزمن الفعلي (Actual Time-AT)**: الزمن الفعلي الذي يُعبِّر عن المدة الزمنية من بداية المشروع حتى اللحظة التي يتم فيها قياس (EV).

**المدة الزمنية المُخططَة (Planned Duration-PD)**: هي المدة الزمنية المخططة للمشروع.

**انحراف البرنـامج الزمنـي المرتبط بـالزمن ((Schedule Variance (time)**: مقياس لأداء البرنامج الزمنـي للمشـروع. يـتم حسـابه باسـتخدام الجدولـة الزمنيـة المكتسـبة. ويمثـل الفـرق بـين الجدولـة الزمنيـة المكتسبة (ES) والزمن الفعلي (AT).

**مؤشر انحراف البرنامج الزمني المرتبط بالزمن ((Schedule Performance Index (time)**: هو مقياس مُرتبِط بالزمن لتحديد كفاءة البرنامج الزمني للمشروع. يتم حسابه باستخدام الجدولة الزمنية المكتسبة. ويُمثِل نسبة الجدولة الزمنية المكتسبة (ES) إلى الزمن الفعلي (AT).

**مؤشر الأداء لإنجاز ما تبقى من البرنامج الزمني للمشروع ( To-Complete Schedule Performance Index-TSPI)**: وهو تقدير الاحتمالات المستقبلية المحسوبة لأداء البرنامج

الزمني، والتي ينبغي حسابها بالنسبة للعمل المتبقي، لتحقيق أهداف معينة مثل حسابات (EAC(t) or PD) باستخدام الجدولة الزمنية المكتسبة (ES).

## 13- مصادر معلومات الدراسة:

سيتم جمع المعلومات التي تعتمد عليها الدراسة من عدة مصادر:

1- المصادر المكتبية: وتشمل الكتب، مشاريع التخرج، أطروحات لنيل درجة الماجستير والدكتوراه، الأوراق العلمية والبحثية المُتعلقة بموضوع الدراسة.

2- المصادر الرسمية وغير الرسمية: وتشمل الوثائق والدراسات والتقارير الصادرة عن المؤسسات والدوائر الحكومية المشاركة في مشاريع التشييد في سوريا، التقارير والأبحاث والدراسات الصادرة عن مراكز الأبحاث والجامعات والباحثين والندوات والمؤتمرات والمحاضرات.

3- المراجع الإلكترونية: تشمل مواقع الإنترنت للمؤسسات العالمية، المواقع الإخبارية، المواقع الصحفية المُهتمة بموضوع الدراسة.

# الفصل الثاني

# الدراسات والأبحاث السابقة

## 2-1- مقدمة:

الهدف من تحري الدراسات السابقة هو معرفة وتحديد المستوى المعرفي الذي تم إنجازه حول العالم وتحري التقنيات المستخدمة وفتح الآفاق المتعلقة بموضوع البحث الأساسي.

سوف يتم استعراض الدراسات السابقة التي تم الاطلاع عليها والحديث عنها من خلال الاجابة على مجموعة أسئلة حول كل بحث وفي النهاية توضيح الرأي الشخصي:

1- الهدف من استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظام إدارة القيمة المكتسبة (EVM) في الدراسة.

2- الطريقة التي اعتمدتها الدراسة.

3- النتائج التي حققتها الدراسة.

## 2-2- الدراسات السابقة:

### 2-1- دراسة (Gyarteng ,K.,2014.UK)[1]:

الغاية الأساسية من هذه الدراسة هي التحقق من تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على أداء المشاريع في صناعة البناء في المملكة المتحدة من خلال تقييم إمكانية (BIM) على مساعدة مدراء المشاريع على تسليم المشاريع ضمن حدود الموازنة، البرنامج الزمني والجودة. وتتجلى الأهداف الأساسية لهذه الدراسة فيم يلي:

1- دراسة فعالية أساليب العمل الورقية التقليدية والأدوات والتقنيات الحالية لمديري المشاريع في صناعة البناء في المملكة المتحدة.

2- التحقق من مدى معرفة مدراء المشاريع بـ (BIM) وتطبيقاتها.

3- دراسة وتحديد فوائد اعتماد (BIM) من قبل مدراء المشاريع في صناعة البناء في المملكة المتحدة.

4- دراسة وتحديد تحديات اعتماد (BIM) من قبل مدراء المشاريع في صناعة البناء في المملكة المتحدة.

وبعد تحليل نتائج الاستبيان الذي يقوم على مدى معرفة المستبينين بـ (BIM) وفوائدها وتحديات تطبيقها واستخدامها في إدارة المشاريع، توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج:

1- إن مدراء المشاريع لا يرون أن (BIM) تُدخل تحسينات مباشرة على عملياتهم الوظيفية بل تعمل على تحسين الأداء العام للمشروع.

2- يرى مدراء المشاريع أن قيمة وفوائد (BIM) تتحقق بشكل أكبر من خلال إدارة دورة الحياة الكاملة للاستثمار الأساسي.

3- يمكن أن تساعد(BIM) مدراء المشاريع على اتخاذ قرارات أفضل نتيجة تصويرها للواقع بشكل أكثر وضوحاً مقارنة بالرسومات ثنائية الأبعاد، والتواصل بشكل أكثر فعالية مع المشاركين في المشروع والمساعدة في الحفاظ على ضبط المشروع بشكل أكثر فعالية.

**2-2- دراسة (Cárdenas, C., Zapata, P., Lozano, N., 2018. COLOMBIA)[2]:**

تسعى هذه الدراسة إلى التكامل بين إدارة القيمة المكتسبة (EVM) ونمذجة معلومات البناء (BIM) من خلال برامج (BIM) المفتوحة ويدعى (COST-BIM)، والذي تم تصميمه باستخدام لغة (JAVA) وتطبيق (NetBeans 8.0.1)، بالإضافة إلى استخدام برامج (Autodesk Revit, Autodesk Navisworks) التي تعمل ضمن بيئة (BIM).

يعمل هذا البرنامج على إدارة الكلفة والبرنامج الزمني لمشاريع التشييد خلال مراحل التصميم، التنفيذ، مراقبة وضبط أداء المشاريع ضمن واجهة واحدة، تتكون من (4) وحدات و(15) عملية. وقد تم التحقق من دقة النتائج وصحة البرنامج من خلال تطبيق مشروع حقيقي للإسكان الاجتماعي " Vivienda de Interés Social VIS"، الذي يتكون من (18) برج، وكل برج مكون من (6) طوابق، وفي كل طابق (4) شقق، بمجموع إجمالي (432) وحدة سكنية بمساحة إجمالية (23456 m2). وقد تم تحليل الموازنة والبرنامج الزمني لنموذجين (2) سكنيين من الأساسات إلى السقف. كما تم مقارنة الميزانية، البرنامج الزمني ومؤشرات القيمة المكتسبة التي تم الحصول عليها من برنامج (Microsoft Excel) مع مثيلاتها التي تم الحصول عليها من البرنامج المصمم.

وقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1- تم تخفيض الفرق بين موازنة المشروع الأصلية والموازنة التي تم الحصول عليها من برنامج (COST-BIM) من (1,458,464.933$) إلى (1,446,108.083$)، أي بنسبة (85%) نتيجة تخفيض كمية حديد التسليح في المشروع، وهذا الفرق ليس كبير لأنه يمثل أقل من (1%) من الموازنة

الأصلية، مما يدل على أن الموازنة التي تم الحصول عليها من البرنامج تناسب الموازنة الأصلية للمشروع.

2- تم تخفيض الفرق بين المدة الزمنية الأصلية للمشروع والمدة الزمنية التي تم الحصول عليها من برنامج (COST-BIM Schedule) من (349 day) إلى (334 day)، أي بنسبة (4.3%) نتيجة عدم إمكانية البرنامج على برمجة أيام العطل وفقاً للتقويم الكولمبي في برنامج (COST-BIM)، وهذا الأمر غير مناسب وينبغي حل هذه المشكلة في الإصدارات المستقبلية من البرنامج.

3- يساعد برنامج (COST-BIM) على التخفيف من السيناريوهات السلبية من خلال تحديد أنشطة المشروع التي تسبب انحرافات بين مرحلتي التخطيط والتنفيذ في البرنامج الزمني والموازنة.

4- يعد برنامج (COST-BIM) أداة مفيدة لمدراء الإنشاء، خلال مرحلة التخطيط والتصميم، ويكتسب أهمية أكبر أثناء التنفيذ والمراقبة وضبط عملية صنع القرار التي تهدف إلى تغيير مسار المشروع، بشرط أن يتم تنفيذ ذلك منذ بداية المشروع.

**2-3- دراسة (Jrade, A., Lessard, J., 2015.Canada)[3]:**

يقترح هذا البحث تطوير نظام متكامل لإدارة الوقت والتكلفة، حيث يتم استخدام منهجية إدارة نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMs) في بيئة افتراضية ضمن نمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ للمشروع.

تم اختبار النظام والتحقق من نتائجه من خلال تطبيق حالة دراسية "المشروع عبارة عن وكالة سيارات جديدة تبلغ مساحتها حوالي (40) ألف قدم مربع" وقد تم إعادة تصميم المشروع باستخدام برنامج (Autodesk Revit 2013) لأنه يسمح بدمج النماذج المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية وغيرها في نموذج ثلاثي الأبعاد وحيد، مما يبسط التنسيق بين فريق التصميم ويسهل الانتقال إلى أعمال التخطيط ومرحلة البناء. بعد ذلك، يتم تصدير النموذج إلى برنامج (Autodesk Quantity Takeoff) لإنجاز تقديرات الوقت والتكلفة. كما تم استخدام برنامج (MS Project) لمراقبة تقدم المشروع وبرنامج (Microsoft Excel) للحصول على مؤشرات القيمة المكتسبة.

وقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1- يتيح هذا النظام المشاركة المبكرة للمعلومات وتكامل المشروع بالإضافة إلى الإدارة الشاملة للوقت والتكلفة.

2- يعتبر هذا النظام مفيداً في مرحلة التصميم، حيث يمكن لمتخصصي الإنشاءات مزامنة نموذج المبنى مع معاملات الوقت والتكلفة بالإضافة إلى تحسينه من خلال عملية الكشف عن الخلافات التي

تنتج عن ضغط الميزانية والبرنامج الزمني في وقت مبكر.

3- تم تخفيض عدد العناصر الموجودة في المشروع بعد القيام بالتعديل على النموذج من (826) إلى (824)، حيث تم حذف عنصرين من الفولاذ نتيجة التعارض بين التخصصات المختلفة.

4- تم تخفيض المدة الزمنية للمشروع من (121.75 day) إلى (121.65 day) نتيجة تخفيض عمل الإطارات الفولاذية.

5- باعتبار أن التكلفة الإجمالية للمشروع مرتبطة بنشاط "الظروف العامة والإدارة" ، وبعد أن تم تحديث التكلفة في برنامج (MS Project)، فإن الكلفة انخفضت من ($2,592,346.88) إلى ($2,591,212.80).

6- يتم تحديث خطة المشروع من قبل مدير المشروع بالاعتماد على مؤشرات القيمة المكتسبة لتحسين أداء الكلفة والبرنامج الزمني.

**2-4- دراسة (Sun, Ch., Man, Q., Wang, Y., 2015. China)[4]:**

تقدم هذه الدراسة نمذجة معلومات البناء (BIM) كتقنية جديدة وواعدة لمستقبل صناعة الهندسة المعمارية والهندسة والإنشاء (AEC) وتحليل القيمة المكتسبة (EVA) للحصول على نموذج للإنذار المبكر بمخاطر الكلفة والبرنامج الزمني للمشروع (BIM-CPCSREWM) لإدارة مخاطر مشروع الإنشاء بشكل أفضل وفعال.

يتكون هذا النموذج من ثلاثة أجزاء: المدخلات، معالجة البيانات والمخرجات. ويتم تصدير نموذج(3D) وقائمة الكميات (BOQ) من إحدى برامج (BIM) كبرنامج (Autodesk Revit 2014) إلى النموذج ليتم مقارنته مع التصميم الأساسي للإنذار المبكر بالمخاطر المتعلقة بالمشروع، بالإضافة إلى استخدام لغة (C++) لتطوير النموذج و(SQL Server 2008) كقاعدة بيانات.

وللتحقق من النموذج تم استخدام حالة دراسية " مشروع إنشاء مشفى مشهور في الصين بكلفة مخططة (550 million dollars)، كلفة إنشاء الأعمال المدنية (550 million dollars)، المساحة الطابقية قيد الإنشاء (62 million m2)، يتكون المشروع من (4) طوابق تحت الأرض و(22) طابق فوق الأرض).

وقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1- يعطي النموذج الذي تم تصميمه معلومات مفصلة عن تأخر عمليات الإنشاء وتجاوز التكلفة، مما يساعد أطراف المشروع في البحث عن استراتيجيات الاستجابة للمخاطر المتعلقة بالمشروع.

2- يتمتع (BIM) بمزايا كبيرة لإدارة مخاطر مشاريع الإنشاء. نظراً لإمكانياته الكبيرة، مثل التمثيل الرقمي المعياري، غني بالبيانات، والمحاكاة رباعية الأبعاد، وما إلى ذلك.

3- يمكن لـ (BIM) توفير البيانات الأساسية لتكاليف مشاريع الإنشاء والبرامج الزمنية للإنذار المبكر بالمخاطر، وإظهار نتائج مخاطر مواقع الإنشاء بشكل ديناميكي.

4- نظراً لكون (BIM) والإنذار المبكر بمخاطر مشاريع الإنشاء معقدة جداً، فهناك العديد من المشاكل الرئيسية التي يجب دراستها. ففي هذه الدراسة تم وضع إطار مبدأي لاستخدام (BIM) في الإنذار المبكر بالمخاطر والتحقق من مدى جدواه. ومستقبلاً، لا بد من التركيز على تحقيق مزيد من التطور في أنظمة الإنذار المبكر بالمخاطر بالاعتماد على (BIM) من أجل التوليد التلقائي لخطط البرنامج الزمني والتسعير الدقيق التلقائي لكل عملية في مشروع الإنشاء انطلاقاً من نموذج (BIM).

**2-5- دراسة (Elghaish ,F., et all, 2019.UK, Australia, Canada)[5]:**

تقترح هذه الدراسة طريقة جديدة للتكامل بين تسليم المشروع المتكامل (IPD) ونمذجة معلومات البناء (BIM) في أتمتة وتحسين عملية مشاركة المخاطر والمكافآت المتعلقة بـ (IPD)، بالإضافة إلى استخدام طريقة إدارة القيمة المكتسبة (EVM) لمشاركة المخاطر والمكافآت وطريقة التكلفة المعتمدة على النشاط (ABC) في تسهيل أتمتة عملية المشاركة. ويتضمن ذلك توفير معادلات رياضية لمشاركة المخاطر والمكافآت وتطوير نموذج يقوي علاقات أطراف (IPD). ويتم تحسين العملية من خلال تطوير شبكة (EVM-Web)، التي تمكن المشاركين من تتبع تكاليفهم بسهولة على أجهزة الكمبيوتر والأجهزة المحمولة. ولإثبات قابلية تطبيق النموذج المقترح وصلاحيته، سيتم تطبيقه على حالة دراسية " شركة تطوير عقاري أراد مدراءها بناء منزل جديد. وقد تم تقسيم أعمال المنزل إلى خمسة أقسام وهي: أعمال عامة، الأسقف، الإنارة، التشطيبات، الأبواب والنوافذ".

وقد تم الاتفاق على هيكل التعويضات على النحو التالي:

- ✓ النسبة المئوية للربح المعرض للخطر المتفق عليه (P@R=20%).
- ✓ النسبة المئوية لتخصيص كلفة الوفر إلى الكلفة العامة للمشروع هي (70%) للمشاركين غير المالكين و(30%) للمالك.
- ✓ النسبة المئوية للمخاطر والمكافآت بالنسبة للمشاركين غير المالكين هي (80%) و(20%) للمالك.
- ✓ حدود التكاليف المباشرة وغير المباشرة (£118,484.9).
- ✓ حدود التكاليف المباشرة وغير المباشرة والعامة (£190,484.9).
- ✓ التكلفة الإجمالية ونسبة الربح المعرض للخطر (£228,581.9).

وقد تم الأخذ بعين الاعتبار سيناريوهين مختلفين لعرض مرونة الإطار في تحديد الظروف المختلفة.
وقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1-السيناريو (1): يوضح كيف يمكن تقاسم المخاطر والمكافآت بين جميع المشاركون في المشروع. وتم افتراض أن مدفوعات المشروع تتم شهرياً. وتشير مخرجات (EVM=82.5%<1)، التي تم تحديد موقعها ضمن المنطقة الحمراء، إلى وجود حالة أزمة بسبب الانحراف الكبير عن القيم المخطط لها، وانحراف النسبة المئوية للربح المعرض للخطر (P@R=17.5%<20%)، وتقدير قيمة المكافأة الإجمالية بمقدار (£314.5)، ولتقسيم المكافأة بين المالك وغير المالك كانت (£68.3) للمالك و(£273.2) لغير المالك.

2- السيناريو (2): يوضح كيفية مشاركة توفير التكلفة بين جميع المشاريع المشاركين دون حصول انحراف في التكلفة. وتم افتراض أن مدفوعات المشروع تتم شهرياً. وتشير مخرجات (EVM=104%>1)، التي تم تحديد موقعها ضمن المنطقة الخضراء، مما يدل على الوضع الأمثل بسبب الانحراف الإيجابي الكبير عن القيم المخطط لها، وانحراف النسبة المئوية للربح المعرض للخطر (P@R=4%<20%)، وتقدير كلفة التوفير الإجمالية بمقدار (£2732.4)، ولتقدير التوفير في الكلفة بالنسبة للمالك وغير المالك كانت (£304) للمالك و(£709.1) لغير المالك، مع ملاحظة أن التوفيرات من الأنشطة الإجمالية اليومية كانت (£1013) والتي تم الحصول عليها من جدول التقديرات. كما تم تقييم إجمالي التكلفة العامة المخطط لها(£17,038) بالنسبة للشهر الأول وإجمالي التكلفة العامة الفعلية (£16,025)، أي وجود توفير بمقدار (£1013). كما تم تقدير الكلفة المباشرة وغير المباشرة للمالك وغير المالك بـ (£859.7). كما تم تحديد قيمة النسبة المئوية للربح المعرض للخطر للمالك وغير المالك بمقدار (£13.662) وتقسيمها إلى (£2732) للمالك و (£10.929) لغير المالك.

3- يتيح استخدام طريقة التكلفة المعتمدة على النشاط (ABC) للممارسين تحديد مصدر توفير التكاليف بدقة. ويؤثر هذا على قيمة المشاركة النقدية- سواء للأطراف المالكة وغير المالكة- من خلال التمييز بين مصادر التكلفة العامة، وبالتالي تحديد نسبة المشاركة.

## 2-3- الخلاصة :

الغاية الأساسية من هذه الدراسات وملخصها :

التحقق من تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على أداء المشاريع في صناعة البناء.

ابراز دور إدارة نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMs) في بيئة افتراضية ضمن نمذجة معلومات البناء خلال مرحلتي التصميم والتنفيذ للمشروع.

تطوير نظام متكامل لإدارة الوقت والتكلفة.

في هذه الدراسات تم وضع إطار مبدأي لاستخدام (BIM) في الإنذار المبكر بالمخاطر والتحقق من مدى جدواه. ومستقبلاً، لا بد من التركيز على تحقيق مزيد من التطور في أنظمة الإنذار المبكر بالمخاطر بالاعتماد على (BIM).

وتم توضيح كيف يمكن تقاسم المخاطر والمكافآت بين جميع المشاركون في المشروع وتوضيح كيفية مشاركة توفير التكلفة بين جميع المشاريع المشاركين دون حصول انحراف في التكلفة.

# الفصل الثالث:

# دراسة واقع تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا

## 3-1-مقدمة:

لقد أضحى تأخير المشاريع والكلفة الزائدة سِمة عامة في هذا العصر نتيجة لتزايد تعقيد صناعة الإنشاء الحديثة وتعدد أطرافها، غير أن المشاريع المحلية تتأخر بغض النظر عن طبيعتها وتعقيدها وحجمها لأسباب مختلفة نبيّنها لاحقاً.

ومن المعلوم أن وثائق العقد/المناقصة تحدد تاريخ الانتهاء والكلفة التقديرية للمشروع بشكل واضح، إلا أن الواقع يشير إلى أن (معظم المشاريع تتعرض لزيادة في المدة و/أو الكلفة)، وذلك نتيجة لعوامل عدة، منها ما يتعلق بأسلوب التصميم والتعاقد، ومنها ما يتعلق بصعوبات أخرى أثناء التنفيذ، وتشير الدراسات لتقدير أسباب التأخير المُلازِم للمشاريع في صناعة الإنشاء [1,2] إلى أن الأسباب الأكثر تكراراً للتأخير في مشاريع الإنشاء في سوريا، وفي بلدان أخرى أيضاً، هي التالية:

- ✓ ضعف/عيوب التصميم.
- ✓ عدم وجود منهجية واحدة لتدقيق الدراسات ومراجعتها.
- ✓ أوامر التغيير الكثيرة/تعديل نطاق الدراسة أثناء التنفيذ.
- ✓ ضعف الرقابة والتوثيق.
- ✓ ضعف الاتصالات والتنسيق بين أطراف المشروع.
- ✓ بطء اتخاذ القرار لدى الإشراف/الإدارة وبقية أطراف المشروع.
- ✓ نظام التعاقد السائد هو السعر الأدنى.
- ✓ عدم تطبيق منهجيات إدارة المشاريع الحديثة.
- ✓ منظومة تعاقد غير كاملة/لا يوجد عقد تصميم وآخر للإشراف...الخ.
- ✓ عدم وجود منهجية واضحة لوظيفة الإشراف ودوره في المشروع.

## 3-2- عوامل نجاح المشروع:

يَعتمِد نجاح المشروع على العديد من الخصائص ذات العلاقة بمستوى خبرة مدير المشروع، وكذلك استقرار فريق المشروع ومستوى جهود التخطيط والمراقبة والتحكم. وتُعدُّ الإدارة أمراً ضرورياً لكل جهدٍ أو عملٍ جماعي، حيث أن وجود الموارد (المواد، الآليات، العمالة) لا يكفي وحده لتكوين مشروعٍ ناجحٍ. فلا

بُدَّ من وجود إدارة تضع الأهداف التي يسعى المشروع إلى تحقيقها، وترسم السياسات والإجراءات اللازمة لتحقيق الأهداف من خلال البرامج الزمنية بغية الوصول إلى الأهداف المرجوة، ثم تقوم بتقسيم الواجبات وتنظيم المسؤوليات وإعطاء الصلاحيات لكل فرد في المشروع مع تحديدها وتعريفها[3].

وبالتالي يتضح أن نجاح المشروع، بغض النظر عن حجمه وطبيعته، يَعتمِد بدرجة كبيرة على كفاءة إدارته، التي تُعتبر العنصر الديناميكي الذي يبعث الحياة في موارد المشروع، لِخَلق مشروع ناجح وقادر على التكيف مع المتغيرات الطارئة التي من شأنها إعاقة المشروع أو تأخيره أو خسارته المادية.

وقد أشارت بعض الدراسات الميدانية التي أُجرِيت لتحديد معايير نجاح المشروع إلى ستة معايير لقياس نجاح تنفيذ المشاريع وهي(أداء التكلفة، الأداء الزمني، رضا المالك، الأداء الوظيفي، رضا المقاول، رضا مدير المشروع وفريق المشروع)[5].

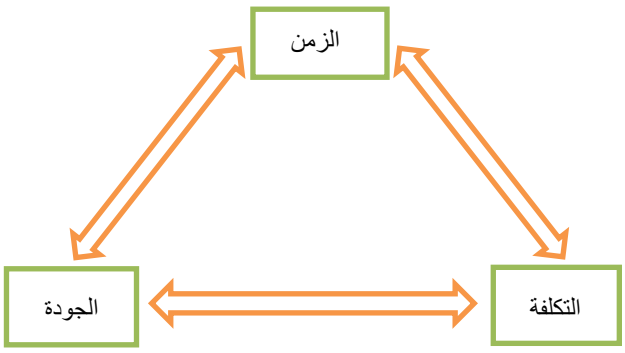
وأفادت دراسات أخرى أن مقياس أهداف المشروع هو المقياس الأنسب وأن درجة نجاح المشروع يمكن تحديدها بالدرجة التي يمكنها تحقيق الأهداف، وبالتالي اعتُبرت الأهداف معيار لنجاح المشروع[3].

## 3-3- الأهداف الأساسية للمشروع:

من أساسيات إدارة المشاريع أن أي مشروع هندسي له ثلاثة أهداف رئيسية: وهي المدة الزمنية والتكلفة والأداء الوظيفي أي الجودة، وتسمى هذه الأهداف أيضاً " قيود المشروع". ونظراً لعلاقة الترابط والتداخل بين هذه الأهداف، فمن الطبيعي أن يوجد بينها جَذْب ورد دائم خلال مراحل المشروع، لتؤدي الزيادة أو النقص في أحدها إلى زيادة أو نقص في الأخرى[5].

ونظراً لصعوبة تحقيق التوازن بين هذه الأهداف الثلاثة، فلا بُدَّ من إيجاد حل وسطي يسعى إلى تحقيق التكامل فيما بينها، حيث يُعتَبر قياس هذه الأهداف بِلُغة المال هو مفتاح ذلك التكامل.

يتم تمثيل العلاقة التقليدية بين هذه الأهداف بالمثلث الذهبي المعروف والموضح كما في الشكل (3-1)، حيث يُمثِل كل رأس من رؤوسه هدفاً من الأهداف الثلاثة في عوامل تأخر المشاريع[6] .




الشكل (3-1): المثلث الذهبي لأهداف المشروع [6]

## 3-4- تصنيف العوامل المؤثرة على تنفيذ مشاريع التشييد:

**أ- عوامل فيزيائية أو بشرية [7, 8, 9]:**

1- عمالة غير مؤهلة فنياً.

2- تذبذب معدل الإنتاجية للآليات واليد العاملة.

3- حادث بسبب قلة إجراءات الأمان.

4- توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات.

**ب- عوامل بيئية أو طبيعية[10]:**

1- ظروف جوية سيئة جداً وقاسية.

2- صعوبة الالتزام بالقانون والتشريعات البيئية وتكلفتها.

3- العمل قد يؤدي إلى تلوث الأرض.

4- صعوبة الوصول إلى الموقع ( بعيد جداً، إشغالات تعيق الوصول).

**ت- عوامل تصميمية [11, 10]:**

1- عدم التوافق بين الكميات والمخططات والمواصفات.

2- أخطاء في التصميم.

3- عدم تطابق التصاميم (إنشائي، معماري).

4- عدم الدقة في حساب كميات الأعمال.

5- تلزيم التصميم لمكتب غير كفء.

**ث- عوامل لوجستية [7, 9]:**

1- منافسة عالية خلال تقديم العروض.

2- جدولة غير دقيقة للمشروع.

3- عدم توافر العمالة أو المواد أو التجهيزات بشكل كافٍ.

4- العمل غير مُحدد بشكلٍ دقيق.

5- ضعف الاتِّصالات بين الموقع ومقر المقاول.

6- استخدام تجهيزات حديثة لأول مرة دون تدريب.

**ج- عوامل مالية [11, 7, 9, 12]:**

1- التضخم وتقلبات الأسعار.

2- تأخر تسديد الكشوف وفق العقد.

3- انقطاع التمويل بشكلٍ غير متوقع.

4- عدم التحكم بالتدفق النقدي.

5- احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ نتيجة إغلاق المعامل أو ظروف سياسية غير متوقعة.

6- تقلب معدل تبديل العملة.

**ح- عوامل قانونية [10]:**

1- نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع.

2- صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل.

3- عدم الوضوح في تشريعات العمل.

**خ- عوامل لها علاقة بالتنفيذ مباشرة [7, 8, 9]:**

1- اختلاف بين الكميات الفعلية والعقدية.

2- تغيرات في التصميم.

3- تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت.

4- التأخيرات والمشكلات الفنية مع المقاولين الثانويين.

5- فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات.

6- عدم توثيق أوامر التغيير لمجال العمل.

**د- عوامل سياسية[10]:**

1- الرشوة والفساد.

2- عدم الأمان والسرقات.

3- الحرب.

4- ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع.

**ذ- عوامل إدارية [10]:**

1- تغيرات في القوانين السائدة.

2- تغيرات في طرق الإدارة.

3- مشكلات في إدارة الموارد.

4- عدم تَوفُر المعلومات (نقص بالمعلومات الضرورية).

5- ضعف الاتصالات بين الأطراف.

6- تخطيط غير مفهوم بسبب تعقيد المشروع.

## 3-5- دراسة لبعض العوامل المؤثرة على تنفيذ مشاريع التشييد في سوريا وفقاً للدراسات السابقة:

### 3-5-1- موقع العمل:

يتحول موقع العمل خلال تنفيذ المشروع إلى مركز إنتاجي ليقوم بإنتاج ذي طبيعة معينة، تتفاعل على أرضه عناصر الإنتاج لتقوم بعمليات البناء المُتعدِدَة التي بنتيجتها يتم الحصول على المنشآت المطلوبة [13]. لذلك فمن الضروري تهيئة الظروف المواتية والجيدة والمدروسة بشكلٍ منطقي واقتصادي، بحيث تتناسب مع الظروف الموضوعية المُتوفِرَة في منطقة المشروع من جهة ومتطلبات عمليات البناء من جهة أخرى.

### 3-5-2- تأثير الظروف المناخية:

يمكن تقسيم تأثير الظروف المناخية إلى قسمين[14]:

1- تأثير مباشر: يُقصَد به التعطل الكلي أو الجزئي للأعمال بسبب هطول المطر، أو تأثير الرياح القوية، أو الانخفاض الكبير في درجات الحرارة، الذي يَمنَع العمال من القيام بأعمالهم.

2- غير مباشر: ويُقصَد به انخفاض إنتاجية العمال بسبب انخفاض درجة الحرارة، زيادة سرعة الرياح، زخات المطر الخفيفة، .....

### 3-5-3- توفر اليد العاملة:

يُعتَبر تأمين الجهاز البشري اللازم للتنفيذ من أصعب الأمور التي يمكن أن تواجه تنفيذ المشاريع في سوريا وفي أي بلد آخر، لذلك يجب أن يُعطَى هذا الأمر مكانته الحقيقية في الدراسة والتأكد من إمكانية توفر العمال غير المهنيين في منطقة الورشة ذاتها أو المناطق المجاورة. أما بالنسبة للعمال المهنيون فإن توفرهم في منطقة واحدة هو أمرٌ غير مألوف إلا إذا كانت الورشة واقعة في إحدى المدن الكبرى أو قربها.

### 3-5-4- أجور اليد العاملة:

تعاني المشاريع الهندسية من مشكلة ارتفاع أجور اليد العاملة بين الحين والآخر. لذلك فمن الضروري في مرحلة التخطيط أن يتم إدخال التكاليف الناجمة عن أجور اليد العاملة في دراسة تكاليف العمل، والتي يجب دراستها دراسة دقيقة وتفصيلية، كون هذه الدراسة تهيئ الشروط الجيدة لسير عمليات البناء وفقاً للشكل الأمثل وما يَتبَع ذلك من توفير في عناصر الإنتاج وزمن التنفيذ. ولا بُدَّ من الاطِّلاع على السوية التقنية لمهارة العمال والمعدلات الوسطية للإنتاج المتعارف عليها في منطقة العمل.

**3-5-5- مواصفات المواد اللازمة للبناء:**

تُنفَذ المباني والمنشآت في سوريا بحزمة عريضة من مواد البناء والإنشاء، ولذلك يجب أن تُحقِق هذه المواد الخصائص والمواصفات المطلوبة منها بحدها الأدنى. ومن خلال استعراض واقع صناعة هذه المواد في سوريا تبين ما يلي[15]:

1- لا يُصَّنَع في سوريا إلا عدد محدود من مواد البناء والإنشاء (مثل: الفولاذ، البيتون المسلح، الحجارة الطبيعية، الألمنيوم، السيراميك، الزجاج، ....)، في حين أنه يتم استيراد عدد كبير من المواد من دول عالمية عدة.

2- إذا أردنا تسليط الضوء على درجة جودة مواد البناء والإنشاء المُصَّنعة في بلادنا، فنُلاحِظ أن هناك تفاوتاً كبيراً في دقة صناعة هذه المواد، يبدأ من المُحقَق كُلياً للمواصفات إلى المُحقَق جزئياً، وهناك الكثير من المواد المرفوضة من حيث الجودة. وهذا ما يتبين عند استثمار المنشآت وظهور الكثير من نقاط الضعف والتي كان من البديهي عدم حدوثها لو طُبِقَت معايير الجودة بدقة واحترافية.

3- يُلاحَظ أيضاً أن مواد البناء والإنشاء المُستورَدة متفاوتة الجودة، حيث أن بعض هذه المواد لا يُحقِق الحد الأدنى من الجودة المطلوبة نتيجة عدم وجود مواصفات محلية ضابطة لعملية الاستيراد بمعايير دقيقة ورغبة بعض المستوردين المحليين في تغليب السعر الأدنى على حساب الجودة لهذه المواد.

**3-5-6- أسعار المواد والآليات المتوفرة في الأسواق المحلية:**

يُعدُّ الاطِّلاع على أسعار المواد والآليات المتوفرة في الأسواق المحلية أمراً ضرورياً لتقدير إمكانيات السوق المحلية بتزويد الورشة باحتياجاتها.

**3-5-7- قانون العقود المُعتمد:**

لقد تطورت أشكال التعاقدات وتعددت مؤخراً في العالم لتواكب تَعاظُم حجوم المشروعات الهندسية وخصائصها. ومازال نظام العقود المُعتَمد في سورية يُناقِش عدداً محدوداً من العقود المُعتمَدَة، وهي عَقْد الأشغال وعَقْد التوريد. ومازال هذا النظام يَعتمِد في أساسه على أن الإدارة لها الإرادة العظمى، وهي

التي تُحدِد وتُقرِر شروط العقد لأي جهةٍ كانت وأن الطرف الآخر يُنفِّذ إرادة الإدارة دون مشاركة أو تقديم للحلول ودون أن يتحمل أي مسؤولية [15]. ولذلك، فلا بُد من تحديثٍ جذري لنظام العقود في سوريا، لِينسجِم مع التوجهات العالمية الحديثة من جهة، وليستطيع ملائمة طبيعة المشروعات المتنوعة التي تُنفَّذ حالياً من جهة ثانية، وليتم الاستفادة من الخبرات التي تراكمت في هذا المجال في البلدان العربية والأجنبية من جهة ثالثة.

**3-5-8- الضرائب والرسوم:**

يجب حساب الضرائب والرسوم في الميزانية الخاصة بالمشروع، حيث أن عقود التنفيذ وأشغال المشروع تخضع لأنواع كثيرة من الضرائب والرسوم التي تُحدِدها الأنظمة والقوانين الموجودة. وغالباً ما تُشكِّل هذه الضرائب نسبة كبيرة من تكاليف المشروع، ولذلك فمن الضروري الاطِّلاع على هذه الأمور لتحليل نفقات المشروع وتخطيطه المالي وارتباطه بالزمن، حيث أن عدم التقدير الصحيح لهذه النفقات من شأنه أن يزيد المصاريف المُتوقَعة وبالتالي زيادة مدة المشروع المُقررة [13].

**3-5- 9- تأثير أعطال آليات البناء:**

يُؤثِّر تَعطُل بعض الآليات (المُعدات) المُستخدَمة في الأعمال الإنشائية بشكلٍ كبير على المدة الزمنية اللازمة لإنهاء المشروع، نظراً للاستخدام الكثيف للآلية في أعمال التشييد هذه الأيام.

يعود تَعطُل آليات البناء إلى عوامل متعددة منها[14]:

1 - قِدَم المعدات المستخدمة.

2- عدم إجراء الصيانة الدورية والمُستمِرة للآلية.

3- الاستخدام السيئ للآليات من قبل السائقين.

4- العديد من العوامل التي تتعلق بالآلية نفسها.

**3-5-10- انخفاض الجودة:**

إن الجودة في جوهرها هي تحقيق المُنتَج أو الخدمة للمتطلبات الأساسية. لذلك فإنَّ جودة أعمال الإنشاء والتشييد تَعني ضرورة أن تتوفر في هذه الأعمال بشكلٍ رئيسي عوامل الأمان، المتانة وإمكانية الاستخدام، بحيث تكون مُلائِمة للغرض منها أثناء استثمارها وأن تنال رضا مستخدميها وثقتهم [16].

ولنجاح أي مشروع لابُدَّ من تُوفُر المعايير التالية [15]:

1- يجب أن يكون المشروع مُنفَّذاً بمواصفات فنية عالية حتى يُؤمِّن الديمومة والمقاومة والصيانة بالحد الأدنى.

2- يجب أن تتوفر في المشروع آليات عملية لإجراء الصيانة الدورية بأقل التكاليف وأن تكون هذه التكاليف مُؤمَّنة.

3- أن تكون مواد الإنشاء والإكساء ذات مقاومات ملائمة وعمرها التصميمي أكثر ما يُمكِن.

4- أن يُحقِق المشروع أكبر قدر مُمكِن من الملاءمة للشروط البيئية.

وبتطبيق المعايير السابقة على المباني والمنشآت المُنفذَة في سوريا، يَتبَين أن جزءاً كبيراً منها أو أغلبها غير مُحقِقَة لهذه المعايير، و يَنجُم عن هذا نقاط ضعف كثيرة في المشروع تحتاج إلى معالجة ومنها على سبيل المثال لا الحصر:

- عدم قُدرة المُنشَأة على تحقيق المتطلبات الوظيفية كاملةً.
- حدوث عيوب مُتعدِدة تحتاج إلى كلف عالية نسبياً لترميمها وإصلاحها.
- حاجة البناء إلى إعادة تأهيل جزئي وظيفياً وفنياً.
- كلف إضافية للصيانة.
- كفاءة إنشائية غير مُلائِمة لظروف استثمار استثنائية (مثل الزلازل والكوارث الطبيعية).

**3-5-11- زيادة التكلفة والمدة الزمنية اللازمة لإنجاز المشروع:**

**3-5-11-1- الأسباب المؤدية لزيادة تكلفة المشروع[4]:**

تعددت الأسباب المؤدية إلى زيادة تكلفة المشاريع، وفيما يلي بعض تلك الأسباب:

1- سوء الإدارة: تتجلى من خلال التغيير في مواصفات المشاريع، أو في تأجيلها والمماطلة في تنفيذها، ثم القيام بتنفيذها على عجل، ضعف تخطيط وإدارة موارد المشروع المُختلِفة وهذا ما يؤدي إلى زيادة التكلفة.

2- تَأخُر تنفيذ المشروعات: تتصدر ظاهرة تَأخُر تنفيذ المشروعات أسباب ارتفاع تكاليف تنفيذ المشروعات، حيث كلما زادت المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ المشروع، فإن ذلك يتطلب زيادة في عدد العاملين ضمن المشروع وزيادة عدد ساعات العمل وزيادة في المعدات والآليات.... وبالتالي زيادة تكلفة المشروع.

3- التعديلات والتغيرات التي يَطلُبها أصحاب المشروع في مرحلة التصميم وأثناء فترة التنفيذ.

4- ارتفاع قيمة الضرائب والرسوم المفروضة على المواد المستوردة من الخارج.

5- قلة وجود مراكز مهنية لتدريب الأيدي العاملة اللازمة بشكلٍ فعال.

6- زيادة حجم الأعمال المُنفَّذة عن الأعمال المرصودة في جداول الكميات التقديرية الموجودة في العقد الأساسي وظهور بنود جديدة غير موجودة في العقد الأساسي.

7- التَضخُم وارتفاع أجور العمالة وأجور نقل المواد إلى موقع المشروع.

**3-5-11-2- الأسباب الرئيسية المؤدية لزيادة المدة الزمنية للمشروع[4]:**

**أولاً: أسباب مبررة نتيجة الوضع العام:**

1- النَقص في اليد العاملة المُدرَبة في السوق المحلية.

2- مشاكل تتعلق بالتدريب والتأهيل اللازم لتنفيذ بعض المشروعات الخاصة.

3- ضيق المكان المُخصَص للمشروع (الازدحام في منطقة المشروع).

4- ظهور مفاجآت أثناء التنفيذ كتعرض المشروع لظروف مناخية استثنائية وتَخرُب جزء منه مما يؤدي الى نشوء ملحق للعقد الأساسي.

5- الفقدان المفاجئ لمادة أو لمجموعة مواد نتيجةً لظروفٍ قاهرةٍ كإغلاق المصانع أو المعامل، .....

**ثانياً: أسباب غير مبررة:**

**أ- أسباب ترجع مسؤوليتها إلى المُقاوِل:**

1- تجاوز قيمة العقد أو المناقصة (زيادة التكلفة الغير مبررة).

2- الفشل في العمل وعدم التقيد بشروط العقد.

3- تَعطُل الآليات المُستخدَمة في المشروع بشكلٍ مستمرٍ.

4- سوء العلاقة مع الإدارة والعمال.

5- نقص في التجربة.

6- افتقار المُقاوِل للإدارة الجيدة نتيجة عدم تطبيقه الطرق العلمية الحديثة في إدارة المشاريع أو جدولتها زمنياً، وبالتالي عدم واقعية البرنامج الزمني.

7- عدم تأهيل المُقاوِلين الثانويين للقيام بإنجاز الأعمال المكلفين بها وعدم قيام المُقاوِل الرئيسي بالتنسيق فيما بينهم بشكلٍ جيد.

**ب- أسباب ترجع مسؤوليتها إلى الجهة الدارسة:**

1- نقص في التحريات.

2- أخطاء في التصميم بمختلف الاختصاصات.

3- أخطاء في تقدير الكميات.

4- أخطاء في دفتر الشروط والمواصفات الفنية.

**ت- أسباب ترجع مسؤوليتها إلى الجهة صاحبة المشروع[4]:**

1- عدم وجود رؤيا واضحة للجهة صاحبة المشروع بالنسبة للغاية الحالية والمستقبلية من المشروع نتيجة الضعف الإداري والفني فيها مما يُؤثِّر على سلامة البرنامج الوظيفي.

2- تَأخُر الجهة صاحبة المشروع بتسليم موقع العمل دون أن يكون خالٍ من الإشغالات.

3- تعديل التصميم الأساسي للمشروع.

4- نقص في التمويل.

5- عدم التعاون مع المُقاوِل لحل المشاكل والخلافات الطارئة خلال سير تنفيذ المشروع.

**ث- أسباب متعلقة بالتدقيق:**

1- العلاقة التبادلية غالباً بين المكاتب الدارسة والمُدقِّقَة، فكثيراً ما يلجأ المُدقِق لختم الإضبارة فقط.

2- لجوء المُدقِق لإشراك بعض العناصر الفنية لدى الجهة صاحبة المشروع مقابل أتعاب جانبية.

## 3-6 ملخص :

مما سبق نرى أن وجود الموارد (المواد، الآليات، العمالة) لا يكفي وحده لتكوين مشروعٍ ناجحٍ. فلا بُدَّ من وجود إدارة تضع الأهداف التي يسعى المشروع إلى تحقيقها.

وبالتالي يتضح أن نجاح المشروع، بغض النظر عن حجمه وطبيعته، يَعتمِد بدرجة كبيرة على كفاءة إدارته و أن مقياس أهداف المشروع هو المقياس الأنسب وأن درجة نجاح المشروع يمكن تحديدها بالدرجة التي يمكنها تحقيق الأهداف، وبالتالي اعتُبرت الأهداف معيار لنجاح المشروع .

في سوريا الكثير من العوامل التي بحاجة لتغيير و اصلاح كما ذكرنا سابقا واهمها ارتفاع قيمة الضرائب والرسوم المفروضة على المواد المستوردة من الخارج و الحرب وصعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل و التضخم وتقلبات الأسعار.

كما أن نظام العقود المُعتَمد في سورية يُناقِش عدداً محدوداً من العقود المُعتمَدَة ومازال هذا النظام يَعتمِد في أساسه على أن الإدارة لها الإرادة العظمى دون مشاركة أو تقديم للحلول من قبل الطرف الآخر .

فلا بُد من تحديثٍ جذري لنظام العقود في سوريا، لِينسجِم مع التوجهات العالمية الحديثة من جهة، وليستطيع ملائمة طبيعة المشروعات المتنوعة التي تُنفَّذ حالياً من جهة ثانية، وليتم الاستفادة من الخبرات التي تراكمت في هذا المجال في البلدان العربية والأجنبية من جهة ثالثة.

# الفصل الرابع:

# دراسة فعالية استخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع التشييد

## 4-1-مقدمة:

تعتبر نمذجة معلومات البناء (BIM) تقنية متقدمة ومتطورة لدراسة وتنفيذ مشاريع التشييد باستخدام حزمة برمجية واحدة بدلاً من برمجيات عدة غير متوافقة[1]. كما وتعد(BIM) قاعدة بيانات مركزية تغذي جميع أطراف المشروع وتحتوي على جميع مستندات المشروع سواء كانت مخططات أو مواصفات أو جداول كميات أو الجدول الزمني لتنفيذ أعمال المشروع. وتوفر للمستخدمين معلومات دقيقة ومنسقة ومتاحة خلال مراحل المشروع وجميع الوظائف اللازمة لإتمام المبنى من خلال نموذج افتراضي الكتروني يحاكي الواقع [2].

يوضح الشكل (2) كيف يمكن لكل طرف من أطراف المشروع الوصول مباشرةً إلى قاعدة البيانات المشتركة للمشروع، وتعديل الوثائق اللازمة ودمجها في قاعدة البيانات لجعلها في متناول الجميع.

الشكل(4-1): علاقة (BIM) مع أطراف المشروع. المصدر: Matering Autodesk Revit,2011

## 4-2- نشأة وتطور أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM):

تم تطوير التصميم ثلاثي الأبعاد اعتماداً على النماذج الحية ثلاثية الأبعاد (Mock Ups) في أواخر السبعينيات. وكان مفهوم النمذجة صعب الاستخدام في ذلك الوقت كون مفهوم العناصر ثنائية الأبعاد

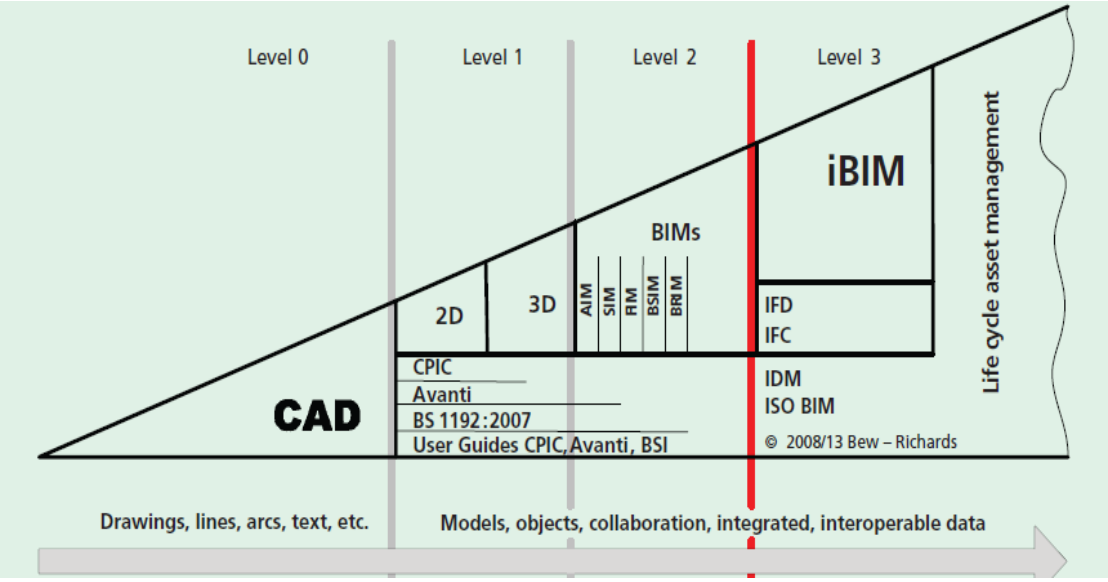
هو الأكثر شيوعاً، بالإضافة إلى أن المعدات والتجهيزات الحاسوبية لم تكن مهيأة بعد لهذا النوع من النمذجة ولم تكن قوية كفاية لدعم الاحتياجات التشغيلية لبرامج النمذجة ثلاثية الأبعاد [3].

وقد حفز التصنيع الآلي والميكانيكي ابتكار أدوات فعالة للنمذجة البارامترية القائمة على علاقة العناصر ببعضها البعض وتمثيلها والتغير بمكوناتها. فمنذ عام (1990) سارعت مهن الأشغال الميكانيكية إلى احتضان أدوات النمذجة لما لها من فائدة في عملية التصنيع وإخراج النموذج بطريقة حرفية وفعالة جداً.

ومع الانفجار التكنولوجي والتقدم الحوسبي من خلال السرعة وسعة الذواكر، بدأ المصممون والجهات المنفذة بتبني تقنيات أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) لدمج مختلف عناصر البناء وتصويرها.

يوضح الشكل (4-2) أن عملية الوصول إلى تطور متكامل في تطبيق (BIM) يمر عبر عدة مستويات من (0) إلى (3) وهي موضحة كما يلي [4]:

- المستوى (0) أو مرحلة ما قبل (BIM): حيث لا يوجد تعاون بين أطراف المشروع، وتكون الرسومات (2D) مطبوعة بشكل ورقي، وتحفظ أغلب معلومات المشروع ووثائقه على الورق، إذ يتصف هذا المستوى بوجود الأخطاء البشرية، وصعوبة إدارة المعلومات، والتواصل بين أطراف المشروع.
- المستوى (1): عبارة عن خليط من نموذج (3D) للمشروع ووثائق (2D)، حيث يبقى استخدام النموذج (3D) مقتصراً على كل طرف بشكلٍ منفرد ولا يتم مشاركة المعلومات والنموذج بين أطراف المشروع.
- المستوى (2): يوجد تعاون بين أطراف المشروع واستخدام نموذج (3D) الخاص بكل طرف، ولكن يتم تبادل المعلومات بشكل الكتروني عبر صيغة مشتركة ومتفق عليها تمكن كل طرف من استخدام هذه المعلومات وإدخالها إلى النموذج الخاص به.
- المستوى (3): يتم الانتقال من التعاون إلى التكامل بين أطراف المشروع جميعها وذلك من خلال استخدام نموذج واحد مشترك بينهم، إذ يمكن لجميع الأطراف الوصول إلى النموذج، وتعديله، والعمل بشكل متكامل، وإجراء التحليلات اللازمة كل بحسب اختصاصه، حيث يعد النموذج في هذه المرحلة (nD) متعدد الأبعاد.




الشكل (4-2): مراحل تطور نمذجة معلومات البناء (BIM)، المصدر: BSI 2013.

## 4-3- مفهوم أنظمة (BIM) وتعريفها في صناعة الإنشاء:

عرف المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين (AIA) أنظمة (BIM) بوصفها إدارة معلومات المباني كما يلي "العملية التي توفر الفوائد التي تظهر جلية من خلال النموذج الالكتروني، وتشمل مركزية المعلومات والتواصل البصري لعناصر المبنى والاستدامة وكفاءة التكامل بين مختلف الاختصاصات ومراقبة الجودة وتنظيم الموقع والحصول على مخططات تنفيذية أكثر دقة"[3].

أما الاتحاد العام للمقاولين في الولايات المتحدة الأمريكية (Associated General Contractors of America(AGC) فقد عرف نمذجة معلومات البناء (BIM) كما يلي[5]:

"هي تطوير واستخدام نموذج برمجي حاسوبي لمحاكاة تشييد وتشغيل المنشأ .أما النموذج الناتج، وهو نموذج معلومات البناء فهو تمثيل رقمي للمنشأ غني المعلومات، غرضي التوجه، ذكي، وبارامتري ، يمكن من خلاله استخلاص وتحليل المشاهد والبيانات المناسبة لمختلف احتياجات المستخدمين، لتوليد معلومات يمكن استعمالها لاتخاذ القرارات وتحسين عملية تسليم المنشأ".

ووفقاً لـ (Wong and Fan ,2013) فقد عرف دليل معايير استخدام (BIM) الوطني الأمريكي ( The US National BIM Standard ,2007) نمذجة معلومات البناء من خلال النقاط الثلاث التالية[6]:

- ✓ نموذج معلومات البناء (منتج): مجموعة من بيانات منظمة تصف مبنى ما.
- ✓ نمذجة معلومات البناء (عملية): عملية إنشاء نموذج لمعلومات البناء.
- ✓ إدارة معلومات البناء (نظام): يشمل العمل التجاري وهيكل الاتصالات الذي يزيد من الجودة والكفاءة.

وعرف (Michael, R. et al.2012) نمذجة معلومات البناء (BIM) بأنها "مجموعة رقمية من التطبيقات البرمجية المُعتمدَة لتسهيل التنسيق والتعاون في المشروع بين جميع شركاء المشروع" [7].

## 4-4- فوائد أنظمة نمذجة معلومات البناء(BIM):

صنف (Eastman et al ,2008) الفوائد المحتملة لـ (BIM) في مراحل مختلفة من دورة حياة المشروع كما يلي [8]:

### 4-4-1- مرحلة ما قبل الإنشاء:

- فوائد التصميم، الجدوى الاقتصادية والمفهوم: وذلك من خلال تحديد فيما إذا كان يمكن بناء مبنى بحجم معين وجودة ومتطلبات وظيفية لقيود الوقت والموازنة بالنسبة للمالكين من خلال استخدام نموذج تقريبي مرتبط بقاعدة بيانات التكلفة. فالإجابة على مثل هذه الأسئلة بقناعة تامة قبل تخصيص موارد كبيرة لتصميم المشروع يُمكِّن المالكين من تحقيق أهدافهم ويجنبهم إضاعة المزيد من الجهد والوقت.
- تحسين الجودة وأداء المبنى: قبل الشروع في إعداد نموذج مفصل للمبنى، يمكن تقييم بدائل التصميم بناءً على النماذج التخطيطية باستخدام أدوات التحليل والمحاكاة. وهذا يتيح الفرصة لاختبار جميع الخيارات وإيجاد أفضل الحلول الممكنة للتصميم.

### 4-4-2- مرحلة التصميم:

- تصورات سابقة وأكثر دقة للتصميم: نظراً لأن نظام (BIM) يعتمد على التصميم المباشر ثلاثي الأبعاد بدلاً من إنشاء الرسوم ثلاثية الأبعاد من الرسومات ثنائية الأبعاد، فإن التصور ممكن في أي مرحلة من عملية التصميم.
- تصحيحات تلقائية منخفضة المستوى عند إجراء التغييرات على التصميم: إذا تم التحكم في الكائنات المستخدمة في التصميم بقواعد بارامترية تضمن التخصيص المناسب، فسيكون النموذج ثلاثي الأبعاد قابلاً للإنشاء، مما يقلل من الحاجة إلى إدارة تغييرات التصميم.
- إنشاء رسومات ثنائية الأبعاد دقيقة ومتناسقة في أي مرحلة من مراحل التصميم: يمكن إنشاء هذه الرسومات بسهولة إما من مجموعة من العناصر أو من عرض محدد للمشروع.
- التعاون المسبق بين تخصصات التصميم المختلفة: يعد التعاون وثقافة العمل المتكاملة جوهر (BIM)، حيث تشجع أدوات وتكنولوجيا ومنهجية (BIM) الإدخال المتزامن من قبل المهندسين المعماريين، المدنيين /الإنشائيين ومهندسي الخدمات والمهندسين من باقي التخصصات. وعلى الرغم من استمرار التعاون على مستوى معين يتجلى من خلال استخدام المخططات الورقية ثنائية الأبعاد،

فإن البيئة ثلاثية الأبعاد توفر تنسيقاً أكبر، اكتشافاً مبكراً لمشاكل التصميم وفرصاً للتحسين المستمر للتصميم.

- سهولة التحقق من أهداف التصميم: بالنسبة للمرافق الفنية مثل المختبرات والمستشفيات وما إلى ذلك، غالباً ما يتم تحديد هدف التصميم بشكل كمي وفي هذه الحالة يمكن لنموذج (BIM) التحقق من مدى تلبية المتطلبات بسهولة.
- استخراج تقديرات التكلفة خلال مرحلة التصميم: يمكن إنشاء معلومات المساحة الدقيقة تلقائياً لتقدير التكلفة الأولية في وقت مبكر من المشروع، بينما يمكن استخراج قائمة كميات أكثر تفصيلاً عندما يصبح نموذج (BIM) أكثر تفصيلاً. كما ويمكن للمشاركين في المشروع أن يدركوا آثار التكلفة المترتبة على قرارات التصميم الخاصة بهم في الوقت الحقيقي. ويمكن إنشاء تقديرات التكلفة الدقيقة من كميات مكونات البناء الافتراضية داخل النموذج، وبالتالي يمكن اتخاذ قرارات تصميم مدروسة بشكل أفضل فيما يتعلق بالتكلفة طوال عملية التصميم.

**3-4-4- مرحلة الإنشاء والتصنيع:**

- تزامن عمليات التصميم والتخطيط الإنشائي: عندما يتم ربط عنصر الوقت بالنموذج ثلاثي الأبعاد، فإنه يمكن إنشاء محاكاة (4D) لتسلسل عمليات البناء. كما ويمكن تحديد الفرص والمشاكل المحتملة الناتجة عن تنظيم الموقع قبل الإنشاء الفعلي.
- تحديد أخطاء التصميم والسهو قبل الإنشاء (تحديد الخلافات): يتم التخلص من الأخطاء النموذجية للرسم ثنائي الأبعاد بسبب مشاكل التفسير لأن مصدر جميع وثائق البناء هو النموذج الافتراضي ثلاثي الأبعاد. ويمكن رؤية جميع مسارات الأنظمة من التخصصات المتعددة في فراغ واحد بحيث يمكن تحديد الخلافات والتناقضات المحتملة وحلها قبل بدء العمل في الموقع. كما ويؤدي التنسيق المتزايد بين المشاركين في المشروع إلى تقليل الأخطاء والسهو، يسرع عملية الإنشاء، يقلل من التكاليف ومن احتمال حدوث نزاعات قانونية.
- التفاعل السريع مع مشاكل التصميم أو الموقع: عندما يتم إجراء تغيير في تصميم النموذج، فإنه سيتم تحديث جميع العناصر ذات الصلة تلقائياً وفقاً للقواعد البارامترية. كما ويمكن التحقق من التأثيرات على الأنظمة من التخصصات الأخرى وتعديلها بصرياً.
- استخدام نموذج التصميم كأساس للمكونات المصنعة: يمكن نقل نماذج التصميم إلى أدوات تصنيع (BIM) وتطويرها إلى مستوى من التفاصيل المناسبة للتصنيع. كما ويمكن لـ " نماذج المتاجر" أن تتابع التصنيع الآلي للمكونات الفعلية باستخدام آلات التحكم العددي.

تحسين التنفيذ وتقنيات البناء الخالي من الهدر: بما أن نظام (BIM) يوفر نموذجاً دقيقاً للتصميم وللموارد المادية المطلوبة لكل جزء من العمل، فإنه يعتبر القاعدة الأساسية لتحسين التخطيط والجدولة الزمنية للمقاولين الثانويين ويساعد على ضمان وصول الأشخاص والمعدات والمواد في الوقت المناسب. وهذا يقلل من التكلفة ويسمح بتعاون أفضل في موقع العمل.

مزامنة المشتريات مع التصميم والإنشاء: نظراً لأن نموذج (BIM) يوفر كميات ومواصفات وخصائص دقيقة للمواد وللعناصر الموجودة في عملية التصميم، فإنه يمكن القيام بعمليات الشراء بسهولة على هذا الأساس مع وجود خطأ بسيط. وستزداد هذه الفائدة مع تزايد استخدام مكونات (BIM) المنتجة من قبل الشركة المصنعة.

**4-4-4- مرحلة ما بعد الإنشاء:**

تحسين إدارة وتشغيل المرافق: بدلاً من استخدام المخططات العادية (ثنائية الأبعاد)، فإن فريق إدارة المرافق وتشغيل المبنى التابع للمالك سيحصل على نموذج شامل يمثل قاعدة بيانات تُخزن فيها جميع المعلومات المتعلقة بالمنشأة/المبنى. ومع وجود مسارات واضحة لجميع المعدات الميكانيكية وأنظمة التحكم في النموذج، سيكون من السهل التحقق من أن جميع الأنظمة تعمل بشكل صحيح.

التكامل مع أنظمة تشغيل وإدارة المرافق: يوفر نموذج المبنى الذي تم تحديثه مع جميع التغييرات التي تم إجراؤها أثناء الإنشاء مصدراً دقيقاً للمعلومات حول المساحات والأنظمة التي تم إنشاؤها، كما ويوفر نقطة انطلاق مفيدة لإدارة المبنى وتشغيله.

## 4-5- متطلبات تطبيق نظام نمذجة معلومات البناء(BIM):

**4-5-1- متطلبات إدارية:**

☒ إدخال (BIM) في المناهج الجامعية (فترة طويلة الأمد) وتدريب الطواقم على استخدامها (فترة قصيرة الأمد) [9].

☒ يجب أن تكون الإدارة العليا مقتنعة بدعم هذا التغيير لاتخاذ قرار بجعل تطبيق (BIM) إلزامياً[10].

☒ يمكن تحديد التغيير الناجح من خلال خطوتين: فهم الحاجة إلى التغيير والاعتراف بالفوائد من خلال الاستعداد للتغيير الذي يشمل الأشخاص والعمليات والتكنولوجيا[11].

☒ تطبيق استراتيجيات ناجحة لإدارة التغيير للتخفيف من أي مقاومة محتملة للتغيير[12].

☒ هناك حاجة ماسة للتغيير من الاستراتيجية التقليدية إلى استراتيجية الشراء المتكاملة، الأمر الذي يتطلب تحولاً نموذجياً في العقلية لقبول التغييرات وإعادة تشكيل الأدوار والمسؤوليات، وتقاسم المخاطر والمكافآت بين أطراف عملية الإنشاء [13].

**4-5-2- متطلبات فنية:**

☒ يمكن لمخططات فئات الصناعة الأساسية (IFC) التغلب على التعارضات التي قد تظهر باستخدام برامج مختلفة لنماذج (BIM)[14].

☒ يعد تعيين مدير النموذج أو كما يطلق عليه مدير (BIM) أمراً ضرورياً للتخلص من المخاطر المتعلقة بنموذج (BIM) والمسموح له بتعديل بيانات نموذج (BIM) الذي يعتبر كمرجع رئيسي[15].

☒ من أجل تزويد السوق بطواقم تتمتع بالخبرة والمهارة في استخدام (BIM)، ينبغي على الحكومة أن تدعم منهاج طلاب الهندسة المعمارية، الإنشائية، وباقي التخصصات الهندسية بإرشادات متكاملة لبرامج (BIM) التدريبية، بالإضافة إلى مساعدة موردي برامج (BIM) لتمكين المتدربين من مواكبة أحدث المهارات في استخدام (BIM) بأقصر وقت ممكن[16].

**4-5-3- متطلبات البيئة المحيطة:**

☒ إدراك الحكومات والعملاء لأهمية (BIM) [17].

☒ إصدار الحكومات والعملاء قرارات رسمية باعتماد (BIM) وتوضيح فوائد استخدام (BIM) بالنسبة للأشخاص والجهات التي لا يستخدمونها[18].

**4-5-4- متطلبات مالية:**

يجب أن توفر الحكومة برامج التدريب لتعليم طواقم المنظمات على كيفية استخدام وتطبيق(BIM) وتقديم محاضرات تعليمية من خلال المعاهد المهنية والأكاديمية لتعزيز وعي وإدراك المنظمات لأهمية وفوائد (BIM) ولتشجيعهم على الاستثمار باستخدام (BIM)[19].

**4-5-5- متطلبات قانونية وتعاقدية:**

☒ إن مسألة حقوق الملكية الفكرية المفصلة مع مسؤوليات وحقوق جميع الأطراف ومستوى نقل البيانات (LOD) يجب أن يتم تقديمها في وثائق عقدية من قبل الحكومة في وثائق قياسية أو من قبل العميل [20].

☒ تم اقتراح طريقة " تسليم المشروع المتكامل(IPD)" لتكون مناسبة لاستراتيجة تأمين البناء المناسبة لـ (BIM)، حيث تعرف (IPD) على أنها " طريقة تدمج الأشخاص، النظام والكيانات والتطبيقات

التجارية في عملية توظف مواهب وأفكار جميع المشاركين بشكل تعاوني لتحسين نتائج المشروع، زيادة القيمة المالية العائدة للمالك، تقليل الهدر وزيادة الكفاءة إلى أقصى حد خلال مراحل التصميم، التصنيع والإنشاء"[21].

## 4-6- ضرورات التوطين وآفاق استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء(BIM) في سوريا:

يتطلب الانتقال إلى ثقافة نمذجة معلومات البناء تغيرات سلوكية جذرية وهي أبعد بكثير من مجرد اتقان استخدام أحد البرمجيات التي بُنيت على الأسس النظرية العامة، لذلك نواجه حالياً مشكلة تعامل المتدربين والمهندسين مع البرمجيات التي تعتمد نمذجة معلومات كبرمجيات يجب اتقان استخدامها بدلاً من إدراك أنها أدوات مساعدة لتغيير نمط العلاقات بين أعضاء فريق التصميم، النظرة الميكانيكية البسيطة لهذه الثقافة تفرغها من محتواها الحقيقي، وهي أشبه بتسيير الطائرات على الطرقات العامة واعتبار هذا المشهد تطوراً مهماً وتحديثاً لطرائق التصميم المتبعة في عملنا الهندسي[22].

إضافةً إلى الأسباب التي تم ذكرها سابقاً، والتي توضح بجلاء الفوائد الاقتصادية لاستخدام نظام نمذجة معلومات البناء، نجد في الحالة السورية إمكانية مهمة لاستخدام فائض خريجي الكليات الهندسية بعد تدريبهم على استخدام هذا النظام لتأسيس شركات تقدم الخدمات الهندسية للمنطقة المحيطة بنا، وهذا الأمر حيوي جداً، وخاصةً بعد الدمار الاقتصادي الذي أنتجته الحرب في سوريا، ويجب التفكير بجدية سواءً من قبل القطاع الخاص أو القطاع العام بإعادة هيكلة الإدارات والأنظمة الداخلية التي تحكم هذه القطاعات بحيث يتم إزالة العوائق أمام توطين هذه التقنية، كما يجب الانتقال من أنظمة العمل التقليدية إلى تشكيل مجموعات عمل منسجمة متخصصة تقدم الخدمات الهندسية وتتنافس فيما بينها داخلياً لضمان التطور المستمر وعدم الترهل والاستسلام للنمط الخطي في عالم يتغير أُسياً، نجد أنه ما زال لدينا الوقت لكي نصوغ نظماً جديدة تستطيع خلق نواة شركات وطنية قادرة على الاستحواذ على حصة مهمة من سوق الأعمال الهندسية في المنطقة.

كما يمكن للشركات الكبيرة نسبياً التي تعتمد النظم التقليدية أن تنتقل إلى نظام نمذجة معل

ومات البناء (BIM) عبر انتخاب جزء من كوادرها وتشكيل مجموعة عمل متكاملة تؤمن خط إنتاج جديد ومتطور، وتستطيع بذلك الانتقال التدريجي إلى أسلوب العمل الجديد وعدم تعطيل العملية الإنتاجية في الشركة، كما يمكن دمج قسم من الخبرات الهندسية التقليدية في هذه المجموعات واستيعابها فيها، وعند الانتقال التام إلى أسلوب العمل الجديد يمكن دفع التعويضات لمن لم يستطع الانتقال أو الحفاظ

على خطي إنتاج منفصلين تماماً في الشركة، ويبقى قرار التخلي عن القسم التقليدي منوطاً بتطور استخدام هذه التقنية داخلياً وعالمياً.

## 4-7- معوقات تطبيق نمذجة معلومات البناء (BIM) في سوريا:

تشمل دائرة المعوقات مفاصل مهمة تتوزع على كافة متطلبات عمليات التصميم والتنفيذ والاستثمار، منها الاقتصادي والتقني والثقافي، ونذكر فيما يلي أهم المعوقات [1,22,26]:

- كلفة الانتقال من أنظمة التصميم التقليدية إلى نظام نمذجة معلومات البناء (BIM)، كيف يمكن تدريب الكوادر مع الاستمرار بالعملية الإنتاجية، تكلفة التجهيزات الإضافية المطلوبة لاستخدام هذه النظام.
- مصير الخبرات الهندسية التي لا تستطيع الانتقال إلى فضاء نمذجة معلومات البناء.
- نقص الكوادر المدربة التي تستطيع تشكيل وحدات إنتاجية مكتملة.
- عدم وجود نظام توثيق رقمي فعّال والنظر إليه بالريبة والشك إن وجد.
- الرفض النفسي الحاد لكافة الوثائق الرقمية ورفض اعتمادها على الرغم من تسابق الأشخاص نفسهم لاقتناء التجهيزات الداعمة لها.
- إعادة النظر بآلية التصميم والتدقيق( الروح الفردية، عدم وجود فريق واضح للتصميم، عدم تحديد مؤهلات مدير مشروع التصميم، التدقيق الشكلي، الانتقال إلى التدقيق أثناء تنفيذ التصميم....).
- نظام حلّ الخلافات والنزاعات في بيئة المشاريع، فالنظام الحالي لا يسمح بحل النزاعات بطريقة سريعة وسهلة وبكلفة أقل. مثلاً لا يمكن استخدام سوى الطرق الودّية- غير المكلفة - وطريقة التقاضي أمام المحاكم -المُكلفة، ولا يسمح النظام الحالي باتباع طرق التحكيم الهندسي كطريقة سريعة وغير مُكلفة نسبياً- قياساً للتقاضي أمام المحاكم- وقانون التحكيم السوري رقم (4) لعام (2008) لا يُطبّق على العقود الحكومية، إلا في حالات خاصة جداً [23].
- الممارسات الخاطئة في مرحلة التصميم وخاصةً لجهة آلية التعاقد وغياب الشفافية، وتحديد مدة مشاريع التصاميم، وعدم الأخذ بالاعتبار عامل الصيانة في مرحلة التصميم.
- عدم وجود عقد خاص بالدراسات والتصميم، بحيث يحدد مهمات وواجبات المصمم.
- غياب نظام واضح وموحّد لتحديد متطلبات المالك في المشروع، فالكثير من المالكين ليس لديهم القدرة - لغياب الكفاءات العلمية أو الهندسية- على تحديد متطلبات واضحة لمشاريعهم، مما يؤدي إلى تعديل التصميم أكثر من مرّة أو تغييره كلياً أو إحداث تغيرات وتعديلات أثناء التنفيذ من خلال أوامر التغيير (change orders)وغيرها.

- أهم العوائق التي تحول دون اعتماد BIM هي نقص الخبرة ونقص المعايير والبروتوكولات التي نذكرها على سبيل المثال لا الحصر. وأكثر الدوافع تأثيرًا من كل من المتبنين وغير المتبنين مثل توافر المهنيين المدربين للتعامل مع الأدوات ، وإثبات توفير التكاليف من خلال اعتمادها ، والقدرة على تحمل تكاليف برامج BIM ، والوعي بالتكنولوجيا بين أصحاب المصلحة في الصناعة []

## 4-8- دور نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة التشييد:

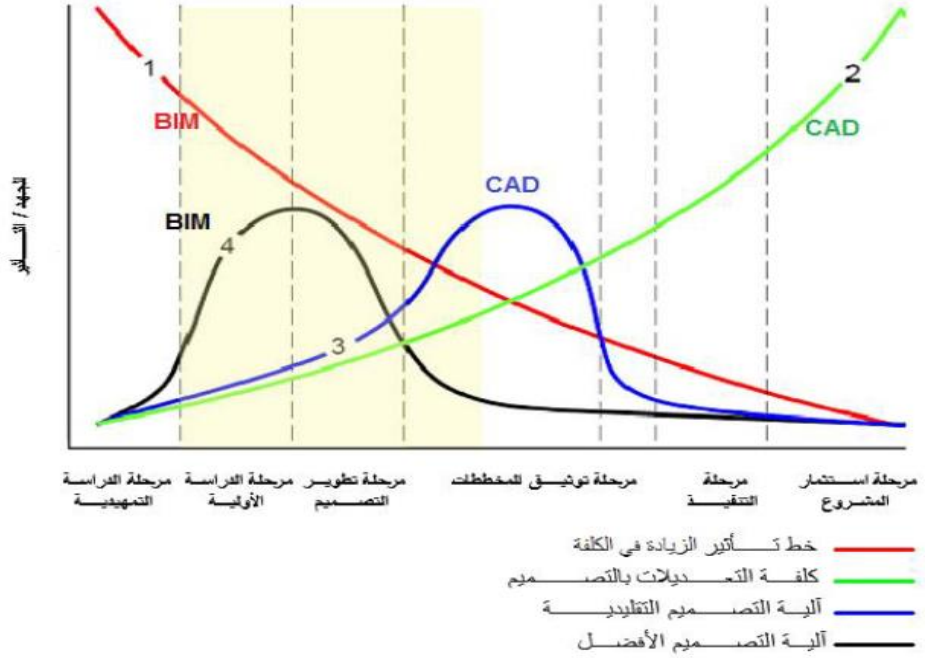
إن إدارة معلومات البناء أصبحت أكثر صعوبة في السنوات الأخيرة وتعقدت أنظمة البناء. ففي الماضي وقبل تطور أشكال البناء وتعقيدها كان شكل المبنى النهائي يتكون في ذهن الجهة المنفذة، أما في الوقت الحالي لا يمكن لأي شخص وضع تصور كامل عن العلاقات المكانية والمتطلبات لجميع جوانب المبنى. ويعد التنسيق بين جميع التخصصات المشاركة في عملية الإنشاء ليس بالأمر السهل باستخدام المخططات ثنائية الأبعاد، كون المعلومات غير مركزية، وآلية التواصل والعلاقات المكانية بين العناصر أكثر صعوبة من ذي قبل [2].

وقد طورت أنظمة (BIM) مفهوم الكيان الواحد الذي يسهل عملية التصور والتخطيط. ويمثل الكيان مجموعة العناصر المختلفة التي تبين عناصر المبنى كاملة وآلية العمل بغية الوصول إلى للفكرة التصميمية المنشودة والتي توفرها برمجيات (BIM).

ومن أهم ميزات أنظمة (BIM) أنها تتطلب التصميم والتخطيط الجيد في المراحل المبكرة من المشروع، الأمر الذي يزيد من معدلات الإنتاجية ويحسن الكفاءة بشكل واضح.

يوضح الشكل (4-3) كيف أن أنظمة (BIM) تفرض اتخاذ قرارات مبكرة للمشروع في الوقت الذي تنخفض فيه تأثيرات ارتفاع الكلفة (المنحني1)، حيث يتطلب تطبيق أنظمة (BIM) جهد وكلفة مرتفعة نسبياً مقارنةً بأنظمة (CAD). وينخفض تأثير منحني الزيادة في الكلفة مع الزمن نظراً لتحقيق التنسيق والتخطيط بمراحل مبكرة وتلافي أوامر التغيير واستفسارات الجهة المنفذة وإعادة العمل خلال مرحلة التنفيذ، والتالي تحقيق الإدارة الأمثل للتغيرات في التصميم. وعند توفر مخططات ثلاثية الأبعاد للبناء فإن حدوث التعارضات ينخفض بشكلٍ ملحوظ ويزداد التصور وضوحاً عن شكل المبنى وسير العمل من خلال النموذج الالكتروني المحاكي للواقع، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض الأخطاء من خلال التنسيق بين عناصر البناء ككل. وبالتالي تخفيض زمن المشروع من خلال تقليل مقدار التأخير وإعادة العمل نتيجة وجود المشاكل أثناء التنفيذ.

كما يوضح المخطط الفرق بين الجهد المبذول بين أنظمة (CAD) وأنظمة (BIM)، حيث أن الجهد المبذول في أنظمة (BIM) يتركز في المراحل الأولية من العمل وفي عملية تطوير التصميم (المنحني4)، بينما في أنظمة (CAD) يتركز الجهد الأكبر في تنسيق وتوثيق المخططات وضمان مطابقتها (المنحني3). ومع ذلك نجد أنه رغم جميع الجهود المبذولة لمطابقة مخططات (CAD)، يظهر عدد كبير من التغيرات والأخطاء التصميمية خلال مرحلة التنفيذ مما يسبب ارتفاع بالكلفة (المنحني2).




الشكل (4-3): المقارنة بين أنظمة (CAD,BIM) في تخفيض كلفة وزمن المشروع.

إن إنفاق الجهد والمال في مرحلة التخطيط للمشروع لهما تأثير مباشر على الكفاءة بمرحلة التنفيذ وعلى ربحية المشروع بأكمله. وعلى الرغم من ذلك، فمن الصعب التنبؤ بالضبط بقيمة الوفر الذي يتم الحصول عليه نتيجة استخدام أنظمة (BIM). ويشكل تدني الكفاءة في مرحلة التنفيذ مصدر قلق كبير للمقاولين، حيث أن تقييم العمل يقاس بمدى إنتاجية طاقة العمل. وبالتالي هناك علاقة عكسية بين زيادة إمكانيات التخطيط واتخاذ القرارات في المراحل المبكرة وبين تخفيض التعارضات والتأخير وإعادة العمل الناتجة عن سوء التصميم والأخطاء التي تؤدي إلى زيادة تكاليف العمالة والمواد.

## 4-9- تأثير الوفر الناتج عن تطبيق أنظمة (BIM) على عوامل كفاءة الإنشاء:

إن التطبيق الصحيح لأنظمة (BIM) يقلل من الأخطاء في التصميم والإنشاء، وبالتالي يقلل من عدد طلبات الاستفسار من قبل الجهة المنفذة وأوامر التغيير الناتجة عن الأخطاء والسهو والتعارضات التي

تنخفض إلى أقل مستوى [24]. وتكمن الزيادة بمعدلات الإنتاجية من خلال تخفيض الوقت الناتج عن الأعمال التي لا تساهم بشكلٍ مباشر بالصول إلى المنتج النهائي، حيث أن تخفيض الزمن لا يتم عبر إضافة موارد جديدة، وإنما عن طريق استخدام الموارد كفاءة أكبر من خلال التخطيط الأمثل من خلال الاستعانة بأدوات (BIM).

يمكن تطبيق BIM على عدة مواضيع. يؤدي استخدام BIM مع اتفاقيات الشراكة إلى تحسين سلوك أصحاب المصلحة في مشاريع البناء الضخمة. إن تعزيز علاقات أصحاب المصلحة يقلل من النزاعات ، ويزيل تضارب المصالح ، ويسمح بمشاركة المعرفة ، والتفاعل الصحي بين أصحاب المصلحة في المشروع ، وتحسين تقنيات حل المشكلات [28]

ولفهم صافي الوفورات يجب أولاً معرفة الكلفة الإضافية الناتجة عن تطبيق أنظمة (BIM) والجهود المبذولة في المراحل الأولية للمشروع، ثم يجب إجراء مقارنة لمشاريع متماثلة باستخدام أنظمة (BIM) وباستخدام الطرق التقليدية المتبعة من حيث تفادي زيادة الكلفة والوفر الناتج عن ارتفاع معدلات الإنتاجية وذلك لتحديد القيمة الفعلية لتطبيقات (BIM). ومنها يمكن تحديد القيمة الفعلية للوفر الناتج عن تطبيق أنظمة (BIM)، مما يساعد على تقدير الكلف والميزانيات بصورة أكثر دقة.

يعتمد التقدير العام للوفر الناتج عن تطبيق أنظمة (BIM) بشكلٍ كبير على التغيرات التي سيتم تفاديها خلال مرحلة التشييد. وقد حدد معظم مستخدمي (BIM)، على الرغم من اختلاف البرمجيات والأدوات، الوفر في الكلفة بشكل تقريبي بين (10-30%) من الكلفة الكلية للمشروع كما يلي[25]:

- ✓ ارتفاع إنتاجية العمالة بمعدل (15-30%) نتيجة استخدام أنظمة (BIM).
- ✓ انخفاض عدد المهندسين والرسامين بمعدل (47%) وتخفيض الزمن اللازم لعملية التصميم وإدارة المشاريع.
- ✓ وصلت نسبة العائد على الاستثمار من استخدام أنظمة (BIM) بحدود (11-30%).

## 4-10- ملخص :

تم توضيح مفهوم أنظمة (BIM) وتعريفها في صناعة الإنشاء وفوائدها في كل مرحلة من مراحل المشروع .

وايضا متطلبات تطبيق نظام (BIM) و معوقات تطبيق (BIM) في سوريا .

ان الوفر في الكلفة باستخدام BIM بشكل تقريبي بين (10-30%) من الكلفة الكلية للمشروع ولكن هذا القياس ليس حتميا.

إن إنفاق الجهد والمال في مرحلة التخطيط للمشروع لهما تأثير مباشر على الكفاءة بمرحلة التنفيذ وعلى ربحية المشروع بأكمله.

# الفصل الخامس

# ضبط ومراقبة أداء الكلفة والبرنامج الزمني باستخدام نظام إدارة القيمة المكتسبة

## 5-1- مقدمة:

تم استخدام نظام "المعلم الرئيسي" لإعداد التقارير حول مشاريع بناء السكك الحديدية في أمريكا الشمالية في القرن التاسع عشر. وفي وقتٍ لاحق، تم استخدامه من قبل وزارة الدفاع الأمريكية في عدة مشاريع. ويُعد هذا النظام مناسباً لأعمال البناء المتكررة فقط. وعندما لُوحِظ ضعف في الأداء نتيجة استخدام ذلك النظام في مراقبة المشاريع الأكثر تعقيداً، تم اقتراح طريقة إدارة القيمة المكتسبة[1].

تُستخدم إدارة القيمة المكتسبة (Earned Value Management-EVM) المبدأ الأساسي القائم على أن النماذج والتوجهات في الماضي يمكن أن تكون مؤشرات جيدة في المستقبل. وتزود المنظمات والشركات بمنهجيات يحتاجونها لإدارة البرنامج الزمني، المجال والتكلفة.

يمكن أن تلعب (EVM) دوراً هاماً في الإجابة عن الأسئلة الإدارية التي يمكن أن يكون لها دوراً هاماً في نجاح أي مشروع[2]:

- هل نحن متقدمين أم متأخرين عن البرنامج الزمني؟
- ما مدى فعالية استخدامنا للزمن؟

- هل نحن ضمن حدود الميزانية أم تجاوزناها؟
- ما أهمية استخدامنا للموارد؟
- ما هي التكلفة المتوقعة للعمل المتبقي؟
- ما هي التكلفة المتوقعة لكامل المشروع؟
- هل سنكون ضمن حدود الميزانية أم أننا سوف نتجاوزها في نهاية المشروع؟

وإذا كان تطبيق (EVM) يحدد فيما إذا كان المشروع متأخر عن البرنامج الزمني أو أنه تجاوز الميزانية، فإن مدير المشروع يمكنه استخدام منهجية (EVM) لتساعده على تحديد ما يلي:

- أين يُمكن أن تحدث المشاكل؟
- هل يُمكن اعتبار المشاكل هامة أم لا؟
- كم سيستغرق إعادة المشروع إلى مساره الصحيح؟

## 5-2- مراحل تطور استخدام طريقة إدارة القيمة المكتسبة (EVM):

تُعتبر منهجية إدارة القيمة المكتسبة عصب الإدارة الحديثة للمشاريع، حيث تم استخدامها لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل وزارة الدفاع عام (1965). وقد أشار معهد إدارة المشاريع في أمريكا (Project Management Institute,2011) إلى أن إدارة القيمة المكتسبة عبارة عن أداة قياسية تقيس أداء المشروع. وقدم لمحة تاريخية عن مراحل تطور استخدام طريقة القيمة المكتسبة ابتداءً من طريقة (PERT/COST) التي استُخدِمت في إدارة تكاليف المشروع من عام (1962) حتى عام (1965) وفي مواصفات ضبط وتخطيط التكلفة والبرنامج الزمني ( Cost / Schedule Planning and Control Specification - C/SPCS)[3].

وحديثاً تم تحديد (32) معيار لإدارة القيمة المكتسبة من قبل معهد المقاييس الوطني الأمريكي ( The EIA-748 Standard for Earned Value Management Systems - EVMS,1998). وقد انتشر استخدام طريقة القيمة المكتسبة وتم الاعتماد عليها في إدارة المشاريع في العديد من دول العالم[4].

## 5-3- منهجية تطبيق نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS):

سنقوم بتطبيق نظام إدارة القيمة المكتسبة (EVMS) وفقاً للخطوات التالية:

1- تنظيم المشروع.

2- تخصيص المسؤولية.

3- إدارة الزمن اللازم لإنجاز المشروع.

4- إدارة تكلفة المشروع.

5- تحديد طريقة قياس القيمة المكتسبة.

6- إنشاء خط الأساس لقياس الأداء (PMB).

7- تحليل أداء المشروع.

8- الإبلاغ عن مشاكل الأداء.

9- اتخاذ إجراءات تصحيحية مناسبة.

**5-3-1- تنظيم المشروع:**

هو عملية وضع شرح مفصَّل للمشروع والمنتجات بحيث يتم تجزئة نواتج المشروع ضمن تسلسل هرمي لمجموعات العمل المحددة[5].

**5-3-2- تخصيص المسؤولية:**

هي عملية تحديد الشخص المسؤول عن تنفيذ أعمال المشروع. وكمعظم الإجراءات في إدارة المشروع، فإن تخصيص المسؤولية هي عملية تكرارية يتم فيها دمج الهيكل التنظيمي لمنظمة الأعمال (Organizational Breakdown Structure- OBS) مع الهيكل التفصيلي للأعمال ( Work Breakdown Structure - WBS).

**5-3-3- إدارة الزمن اللازم لإنجاز المشروع:**

تتضمن عملية إدارة الزمن اللازم لإنجاز المشروع مجموعة من العمليات (خطة إدارة البرنامج الزمني، تحديد الأنشطة، تسلسل الأنشطة، تقدير موارد النشاط تقدير المدة الزمنية اللازمة لإنجاز النشاط، وضع البرنامج الزمني للمشروع، ضبط البرنامج الزمني) [6]:

**5-3-4- إدارة تكلفة المشروع:**

تتضمن عملية إدارة تكلفة المشروع مجموعة من العمليات (تخطيط التكلفة، تقدير التكلفة، وضع الموازنة وضبط التكلفة لإنجاز المشروع ضمن حدود الميزانية).

**5-3-5- تحديد طريقة قياس القيمة المكتسبة:**

ينبغي اختيار طريقة قياس القيمة المكتسبة على أساس السمات الرئيسية للعمل، ويأتي هذا الاختيار في الدرجة الأولى. أما الاختيار على أساس المدة الزمنية للعمل وقابلية إنتاجه، فإنّها تأتي في الدرجة الثانية [2].

### 5-3-6- إنشاء خط الأساس لقياس الأداء (PMB):

تُعرَّف عملية إنشاء خط الأساس لقياس الأداء بأنها عبارة عن دمج خطوط الأساس للتكلفة (التكلفة الأساسية)، وللبرنامج الزمني وللمجال في خط أساس واحد للمشروع لإدارة ومراقبة أداء المشروع خلال عملية التنفيذ[5]. وتؤدي ضعف جودة (PMB) إلى الحصول على مؤشرات أداء وقيم لا تُعطي علاقة مفيدة بالنسبة للوضع الحقيقي للمشروع ولأسباب انحراف الأداء.

### 5-3-7- تحليل أداء المشروع:

تُعرَّف عملية تحليل أداء المشروع بأنها "عملية مقارنة أداء التكلفة الفعلية للمشروع والبرنامج الزمني الفعلي مع خط الأساس لقياس الأداء لتحديد الحالة الحالية للمشروع" [5].

تعتمد (EVM) على أربع نقاط بيانية أساسية وهي:

- القيمة المُخَطَطة (Planned Value-PV): هي الميزانية المرحلية المسموح بها والمُخَّصصة لإنجاز العمل المُجدوَل. وتُدعى أيضاً بـ " الكلفة المخططة للعمل المجدول ( Budget Cost of Work Schedule-BCWS)".
- القيمة المُكتَسَبة (Earned Value-EV): هي قياس العمل المُنجز عند أي نقطة محددة من الزمن والمُعبَّر عنها بالميزانية المسموح بها والمُعتمَدة لذلك العمل. وتُدعى أيضاً بـ " الكلفة المُدرَجة في الموازنة للعمل المُنجَز (Budget Cost of Work Performed- BCWP)".
- التكلفة الفعلية (Actual Cost-AC): هي تكلفة العمل المُنجز خلال فترة زمنية محددة. وتُدعى أيضاً بـ " التكلفة الفعلية للعمل المُنجَز (Actual Cost of Work Performed-ACWP)".
- الموازنة اللازمة لإنجاز المشروع (Budget At Completion-BAC): وهي مجموع الميزانيات المُحدَدة للعمل الذي سيتم إنجازه، وتساوي قيمة (PV) عند نهاية المشروع. وتُدعى في هذه الحالة بـ " الكلفة المُخططَة للعمل المنجز (Budget Cost of Work Performed-BCWP)".

**أ- تحليل أداء التكلفة والبرنامج الزمني:**

❖ **تحليل أداء البرنامج الزمني:**

1- انحراف البرنامج الزمني (Schedule Variance- SV): هو مقارنة مقدار العمل المُنجز خلال فترة زمنية معينة مع ما كان مُقرراً إنجازه [6].

يحسب (SV) من المعادلة التالية:

$$SV = EV - PV$$

فعندما يكون (SV < 0)، فهذا يعني أن المشروع متأخر عن البرنامج الزمني، وبالتالي سيستغرق وقت أكثر لإنجاز العمل، أما عندما يكون (SV > 0)، فهذا يعني أن المشروع متقدم عن البرنامج الزمني، وبالتالي سيستغرق وقت أقل لإنجاز العمل.

2- مؤشر أداء البرنامج الزمني (Schedule Performance Index- SPI): يمكن استخدام مؤشر أداء البرنامج الزمني (SPI) لتقدير الزمن المتوقع لإنهاء المشروع استناداً إلى الأداء حتى تاريخ محدد [6].

يحسب (SPI) من المعادلة التالية:

$$SPI = EV / PV$$

نصادف ثلاث حالات عند استخدام مؤشر (SPI):

- (SPI = 1): وهذا يعني أن المشروع يسير وفقاً للبرنامج الزمني.
- (SPI < 1): وهذا يعني أن المشروع متأخر عن البرنامج الزمني.
- (SPI > 1): وهذا يعني أن المشروع متقدم على البرنامج الزمني.

❖ **تحليل أداء التكلفة:**

1- انحراف التكلفة (Cost Variance-CV): هو مقارنه التكلفة المُدرجة في الميزانية للعمل المُنجَز مع التكلفة الفعلية. يحسب (CV) من المعادلة التالية:

$$CV = EV – AC$$

بعد حساب(CV) سنواجه إحدى الحالتين:

- (CV < 0): هذا يعني أن المشروع تجاوز الميزانية. ويمكن تحليل أسباب ذلك واتِّخاذ التدابير التصحيحية المناسبة لإعادة المشروع إلى حدود الميزانية.
- (CV > 0): هذا يعني أن المشروع يسير بتكلفه أقل مما كان مقرراً إنفاقه، أي أن المشروع يتقدم بكفاءة.

2- مؤشر أداء التكلفة (Cost Performance Index-CPI): يمكن استخدام مؤشر أداء التكلفة (CPI) لتقدير التكلفة المتوقعة لإنجاز المشروع استناداً إلى الأداء حتى تاريخ محدد.

يحسب (CPI) من المعادلة التالية:

$$CPI = EV / AC$$

وبعد حساب قيمة (CPI)، فإننا سنواجه إحدى الحالات الثلاث التالية:

- (CPI = 1): وهذا يعني أن التكلفة الفعلية للعمل المنجز تتطابق مع تكلفة العمل المنجز من الموازنة.
- (CPI < 1): وهذا يعني أن التكلفة الفعلية للعمل المنجز قد تجاوزت تكلفة العمل المنجز من الموازنة.
- (CPI > 1): وهذا يعني أن تكلفة العمل المنجز من الموازنة أقل من التكلفة الفعلية للعمل المنجز.

**ب- التنبؤ بأداء التكلفة:**

يمكن تحديد التنبؤات بالنسبة لأداء التكلفة مع تقدم حالة المشروع. وتتضمن بيانات التنبؤات الشائعة ما يلي[5]:

- التقدير اللازم لإنجاز ما تبقى من تكلفة المشروع (Estimate To Complete- ETC): هو التكلفة المتوقعة لإنهاء الأعمال المتبقية لحسابات مراقبة المشروع.

يتم حساب (ETC) من المعادلة التالية:

$$ETC = BAC - EV$$

- تقدير التكلفة اللازمة لإنجاز المشروع (Estimate At Complete-EAC): هو التكلفة الكلية لحسابات مراقبة المشروع عندما يتم إنهاء مجال العمل المُحدَد.

يُحسَب (EAC) وفقاً لهذه الطريقة من العلاقة التالية:

$$EAC = ETC + AC$$

- انحراف التكلفة اللازمة لإنجاز المشروع (Variance At Completion -VAC): يمكن من خلاله التنبؤ بكمية العَجْز أو الفائض في الميزانية عند انتهاء المشروع.

يتم حساب (VAC) من المعادلة التالية:

$$VAC = BAC – EAC$$

- مؤشر الأداء لإنجاز ما تبقى من تكلفة المشروع ( To Complete Performance Index-TCPI): وهو التوقع المحسوب لكفاءة التكلفة التي يجب تطبيقها على العمل المتبقي لتحقيق الهدف المُحدَد للإدارة.

يُمثِل (TCPI) نسبة العمل المتبقي إلى الميزانية المتبقية. ويحسب بطريقتين:

1- عندما يكون (EAC) هو التعبير عن التكلفة النهائية المتوقعة بشكلٍ واضح، فإن الميزانية المتبقية تساوي(EAC – AC).

$$TCPI_{EAC} = \frac{BAC - EV}{EAC - AC}$$

2- عندما يكون (BAC) هو التعبير عن التكلفة النهائية المتوقعة بشكلٍ واضح، فإن الميزانية المتبقية تساوي (BAC – AC).

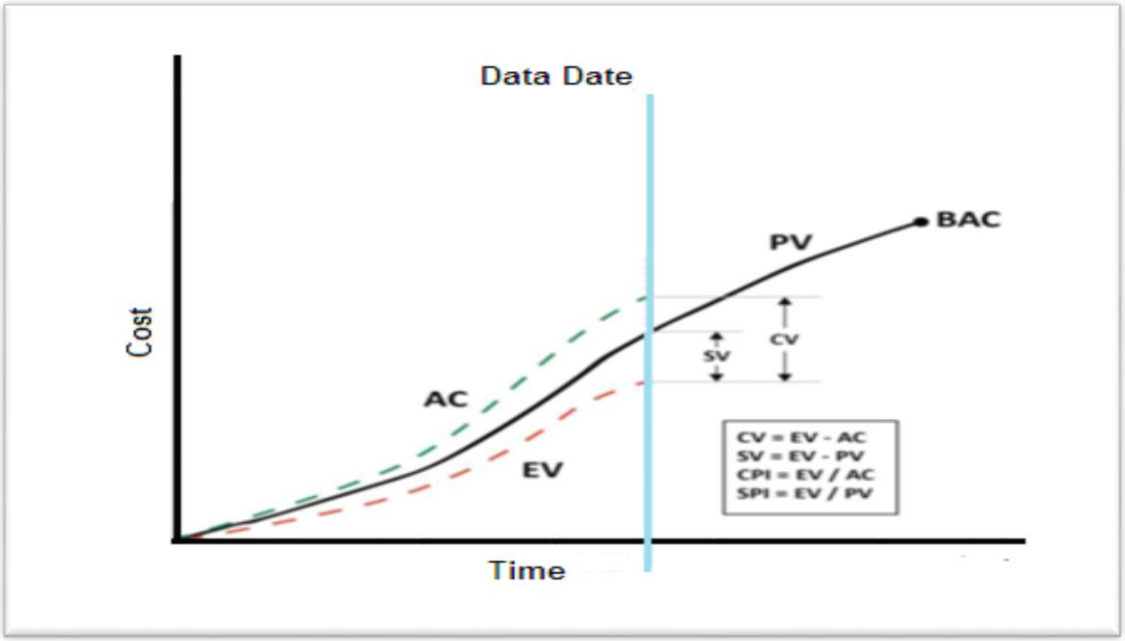
$$TCPI_{BAC} = \frac{BAC - EV}{BAC - AC}$$

وبعد حساب (TCPI)، فإننا سنواجه إحدى الحالتين الآتيتين[7]:

أ- عندما يكون (TCPI ≤ 1.1):هذا يعني أن المشروع ضمن حدود الميزانية.

ب- عندما يكون (TCPI > 1.1):هذا يعني أن المشروع في وضعٍ صعب وقد خرج عن السيطرة.

يوضح الشكل (6-2) كيفية رسم منحني تحليل القيمة المكتسبة.




الشكل(6-2): منحني تحليل القيمة المكتسبة. المصدر: (PMI,2011).

**5-3-7- الإبلاغ عن مشاكل الأداء:**

**أ- إعداد التقارير حول أداء المشروع:**

يمكن أن تُزوِد (EVM) المعنيين بالمشروع بقدرٍ كبير من المعلومات المفيدة. ومع ذلك، فإن نوع ومستوى المعلومات المطلوبة حول المشروع قد تختلف بشكلٍ كبير من شخصٍ إلى آخر. وقد يحتاج صاحب العمل، المالك أو الإدارة العليا إلى التقرير الذي يُشير إلى أن المشروع يسير وفقاً للزمن المُخطَط وضمن حدود الميزانية [8].

وقد تطورت العديد من الطرق المختلفة لتمثيل بيانات (EVM)، وتعد أكثر هذه الطرق استخداماً هي:

1- منحنيات البرنامج الزمني (S-Curves).

2- الجداول.

3- مخطط القضبان.

**ب- منحنيات البرنامج الزمني (S-Curves):**

تُستخدَم منحنيات (S-Curves) لتوضيح قياسات الأداء التراكمية لإدارة القيمة المكتسبة. ويتم تمثيلها على محوري (X-Y)، حيث يتم وضع الزمن على المحور (X) والموارد على المحور (Y).
إن هذا النوع من العرض "عرض بيانات إدارة القيمة المكتسبة" يمكن أن يكون له فعالية كبيرة من خلال تزويدنا بنظرة سريعة على الأداء العام للمشروع.

**ت- الجداول:**

يمكن أن تكون الصيغة المُجدوَلَة طريقة فعالة في إظهار نتائج (EVM) عن طريق عناصر المشروع. تُقدِم الصيغة المُجدوَلَة للمدير والمستويات العليا من الأطراف المعنية بالمشروع صورة موجزة وكاملة حول ما يحدث مع كل عنصر رئيسي في المشروع. ويمكن استخدام التتبع المنطقي مع منحنيات (S-Curves) لتزويدنا بالكثير من التفاصيل حول وضع المشروع في أي لحظة من الزمن.

**ث- مخططات القضبان:**

يمكن أن تكون مخططات القضبان أداة مفيدة في مقارنة البيانات مثل مقارنة (PV) مع (EV) ومقارنة (AC) مع (EV) و ...

**5-3-8- اتخاذ إجراءات تصحيحية مناسبة:**

قد يكون من المناسب إجراء تحليل للسبب الجذري والتوصية بإجراءات وقائية لمنع المشروع من اجتياز عتبه الأداء، أو التوصية بإجراءات تصحيحية لإعادة الأداء إلى ما كان متوقعاً له بالاعتماد على تحليل المنحنيات وأداء المشروع[9].

## 5-4- الجدولة الزمنية المكتسبة (Earned Schedule-ES):

**5-4-1- مقدمة:**

لقد تم اقتراح بعض التوجهات الحديثة لتحسين مفهوم القيمة المكتسبة الأصلي. فبعد أن أعطت طريقة (EVM) نتائج غير موثوق بها بالنسبة للبرنامج الزمني بعد مُضِي (15%) من المدة الزمنية الأولى للمشروع (Christensen and Heise,1992)، فإن مؤشرات أداء البرنامج الزمني المعروفة مثل

مؤشرات (SPI,SV) قد تُعطي نتائج متفائلة. وبالنسبة لـ (EV) عندما تقترب من (PV) عند نهاية المشروع، فإن (SPI =1) بغض النظر عن التأخير[1].

تُعتَبر الجدولة الزمنية المكتسبة (ES) إحدى التوجهات الحديثة لتحسين مفهوم القيمة المكتسبة. فبعد أن نشر(Lipke, 2003) بحثاً لأول مرة عن هذا التطبيق، بدأ الاهتمام بشكلٍ كبير بنشر هذا التطبيق الجديد وقد تم اعتماد منهجيته. وفي العام نفسه نشر (Anbari) بحثاً حدد من خلاله مقياس يسمى بـ " انحراف الزمن"، وهو عبارة عن مقياس مُرتبِط بالزمن ومطابق لانحراف البرنامج الزمني. يعتمد هذا المقياس على معدل الإنفاق ومعدل القيمة المخططة[10].

وأصدر معهد إدارة المشاريع (PMI) وكلية إدارة الأداء (College of Performance -Management-CPM) دليلاً يعتمد على مبادئ الجدولة الزمنية المكتسبة ( Practice Standard for- Earned Value Management ,2004)

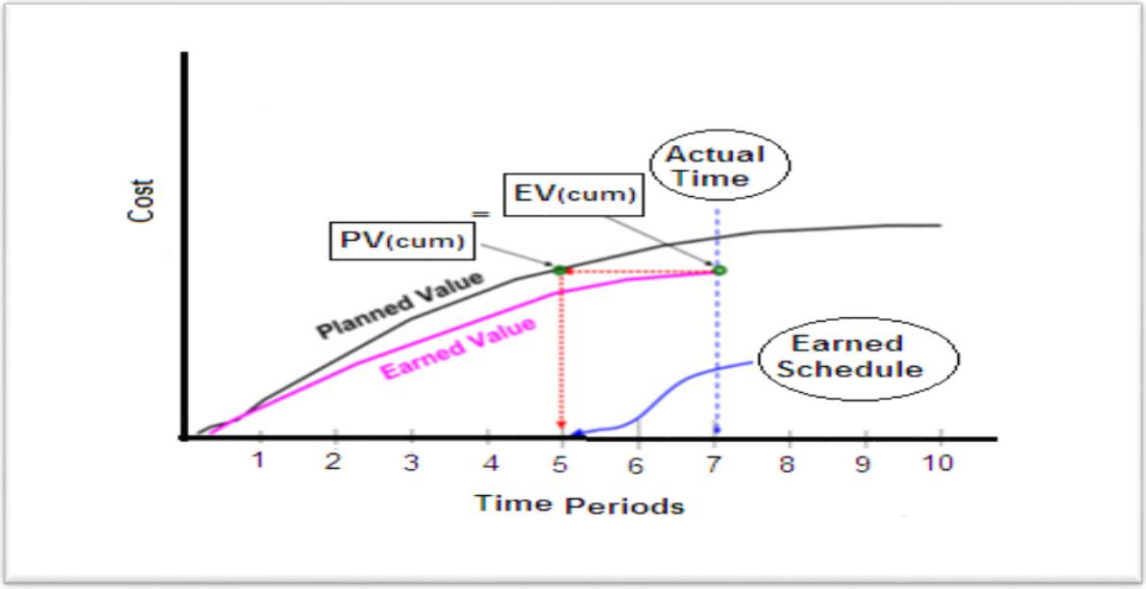
فبعد استخدام طريقة (ES)، أصبح مدراء المشاريع قادرين على تحليل أداء البرنامج الزمني بكفاءة كبيرة. وقد أثبتت هذه الطريقة أن لها تأثير كبير على إدارة القيمة المكتسبة (EVM) وعلى إدارة المشروع.

**5-4-2- مفهوم الجدولة الزمنية المكتسبة:**

لقد تم وضع المفهوم الأساسي للجدولة الزمنية المكتسبة بشكلٍ مشابه لمفهوم القيمة المكتسبة، باستثناء مقاييس الأداء المُرتبِطَة بالتكلفة، حيث تم دمج مقاييس البرنامج الزمني وربطها بالزمن[1].

والفكرة الأساسية للجدولة الزمنية المكتسبة هي تحديد المدة الزمنية المُرتبِطَة بالنقطة الموجودة على خط الأساس لقياس الأداء (PMB) والتي تتساوى فيها القيمة المُكتسَبة (EV) مع القيمة المُخطَطَة (PV) كما هو موضح في الشكل(6-3). وعند هذه النقطة تكون القيمة المكتسبة تراكمية، وفي هذه الحالة تُقدِم (ES)

قياس لما تم اكتسابه من المدة الزمنية المخططة للمشروع (Planned Duration-PD) [11].




الشكل(6-3): مفهوم الجدولة الزمنية المكتسبة. المصدر :(Lipke,2014).

### 3-4-5- الحسابات المُستخدَمة في طريقة الجدولة الزمنية المكتسبة (ES):

أ- الجدولة الزمنية المكتسبة (ES):

تُحسَب الجدولة الزمنية المكتسبة التراكمية ($E\mathit{arned}\ \text{Schedule}_{cumulative} - \text{E}\ S_{cum}$) من المعادلة التالية [5]:

$$ES_{cum} = C+I$$

حيث:

$ES_{cum}$ : الجدولة الزمنية المكتسبة التراكمية حتى الفترة الزمنية ($n$).

C: عدد الزيادات الزمنية لـ (PMB). يتم تحديدها من خلال مقارنة القيمة المكتسبة (EV) مع أكبر قيمة من قيم القيمة المخططة ($PV_1, PV_2, \dots \dots PV_n$)، بحيث يتحقق الشرط: $EV \geq PV_n$.

$n$ : تمثل عدد الفترات الزمنية من بداية المشروع وحتى الفترة الزمنية ($n$).

I : يُحسب من خلال المعادلة التالية:

$$I = ( EV - PV_C ) / ( PV_{C+1} - PV_C )$$

ب- حسابات البرنامج الزمني (الانحراف ومؤشر الأداء):

يتم رَبْط كلاً من (مؤشر أداء البرنامج الزمني وانحراف البرنامج الزمني) في طريقة الجدولة الزمنية المكتسبة بالزمن[11]. ويُصبِحان كما يلي:

مؤشر أداء البرنامج الزمني (SPI) ⟵ Schedule Performance : SPI(t) Index(time)

انحراف البرنامج الزمني (SV) ⟵ Schedule Variance (time) :SV(t)

ويتم حسابهما من خلال المعادلتين الآتيتين:

(1) ..... SPI(t) = Earned Schedule / Actual Time=ES/AT

(2) ..... SV(t) = Earned Schedule - Actual Time= ES - AT

حيث:

Actual Time-AT: الزمن الفعلي الذي يُعبِّر عن المدة الزمنية من بداية المشروع حتى اللحظة التي يتم فيها قياس (EV).

عندما تتجاوز الجدولة الزمنية المكتسبة الزمن الفعلي، فإن قيمة SV(t) تكون موجبة، وقيمة SPI(t) أكبر من (1). وعندما تتأخر الجدولة الزمنية المكتسبة عن الزمن الفعلي، فإن قيمة SV(t) تكون سالبة، وقيمة SPI(t) أصغر من (1). وعندما يتم إنجاز المشروع في الوقت المناسب فإن (SV(t) = 0 ,SPI(t) =1).

تُعطي هذه المؤشرات نتائج موثوقٌ بها بالنسبة للمشاريع المُتأخِرة والمُتقدِمَة عن البرنامج الزمني، بينما مؤشرات البرنامج الزمني المُستخدَمة في (EVM) فشلت في تحقيق ذلك. وعلاوةً على ذلك، فإن المؤشرات المُرتبِطة بالزمن تُركِز دائماً على النتائج الفعلية عند نهاية المشروع.

ت- المئوية الحرجة المُرتبِطة بالزمن (Critical Ratio(time)-CR(t)):

يمكننا حساب النسبة المئوية الحرجة المُرتبِطة بالزمن (CR(t)) من المعادلة التالية [73]:

$$CR(t) = CPI * SPI(t)$$

وبعد حساب قيمة CR(t)، فإننا سنواجه إحدى الحالات الثلاث التالية:

- (CR(t) =1): وهذا يعني أن المشروع يسير وفق الخطة (مالياً وزمنياً)، أي وفق الأداء المطلوب.
- (CR(t) <1): وهذا يعني أن المشروع يسير بشكلٍ أبطأ من الخطة (مالياً وزمنياً)، أي بأداءٍ منخفض.
- (CR(t) > 1): وهذا يعني أن المشروع يسير بشكلٍ أسرع من الخطة (مالياً وزمنياً) أي بأداءٍ جيد.

ث- التنبؤ بأداء البرنامج الزمني:

1- مؤشر الأداء لإنجاز ما تبقى من البرنامج الزمني للمشروع ( To Complete Schedule Performance Index- TSPI):

يُحسَب (TSPI) من المعادلة التالية[12]:

$$TSPI(PD) = (PD - ES) / (PD - AT) \quad \text{..... (1)}$$

حيث:

PD: المدة الزمنية المخططة.

AT: الزمن الفعلي.

تُزوِد قيم (TSPI) الإدارة بالمعلومات اللازمة لاتِّخاذ القرار وذلك كما يلي:

- عندما يكون($TSPI \leq 1$)، فان هدف المدة الزمنية قابل للتحقيق.
- عندما يكون ($TSPI > 1.1$)، فإن هدف المدة الزمنية غير قابل للتحقيق.
- عندما يكون ($1 < TSPI \leq 1.1$)، يمكن إرجاع المشروع إلى مساره الصحيح.

2- المدة الزمنية المتوقعة لإنجاز المشروع ( Independent Estimate at Completion(time) - IEAC(t)):

إن استخدام مؤشر SPI(t) جعل التنبؤ بالمدة الزمنية عن طريق بيانات الأداء التي تستخدمها (EVM) ممكناً (Henderson,2004). وبالتالي يمكننا حساب (IEAC(t)) من خلال المعادلة التالية[13]:

$$IEAC(t) = PD / SPI(t)$$

حيث:

IEAC(t): المدة الزمنية المتوقعة لإنجاز المشروع (المرتبطة بالزمن t ).

PD: المدة المخططة (Planned Duration).

SPI(t): مؤشر أداء البرنامج الزمني (المرتبط بالزمنt).

**5-4- 4- ميزات تطبيق الجدولة الزمنية المكتسبة (ES):**

لقد وَجّد العديد من الباحثين في مجال تطبيق (ES) أن لها ميزات عديدة. وفيما يلي سنذكر أهم تلك الميزات:

1- تُقدِم مؤشرات مُستنِدَة إلى الزمن، بينما تُقدِم (EVM) مؤشرات مُستنِدَة إلى التكلفة.

2- لا تتطلب أي بيانات إضافية عن البيانات التي تتطلبها (EVM).

3- تُعطي مؤشرات (ES) نتائجاً يمكن الوثوق بها سواءً كانت للمشاريع المتأخرة أو المتقدمة على البرنامج الزمني.

4- تُركز قيم المؤشرات على نتائج المشروع الفعلية وتعمل على حلها.

5- التنبؤات الناتجة عن استخدام (ES) أفضل وأدق من التنبؤات الناتجة عن استخدام الطرق الأخرى المُعتمِدة على (EVM).

6- يمكن تطبيق(ES) في أي مشروع يتم فيه تطبيق (EVM).

7- يُسهِل استخدام (ES) تحديد المهام مع العقبات المحتملة.

8- أعطت (ES) ردود فعلٍ إيجابية نتيجة تطبيقها على الصعيد العالمي.

9- تم إدراجها في البرنامج الدراسي لإدارة المشاريع في العديد من الجامعات على المستوى العالمي.

10- أصبحت مَوضِع اهتمام العديد من المقالات البحثية المنشورة.

## 5-5- ملخص :

تستخدم إدارة القيمة المكتسبة (Earned Value Management-EVM) المبدأ الأساسي القائم على أن النماذج والتوجهات في الماضي يمكن أن تكون مؤشرات جيدة في المستقبل. وتزود المنظمات والشركات بمنهجيات يحتاجونها لإدارة البرنامج الزمني، المجال والتكلفة.

، فإن استخدام منهجية (EVM) تساعدنا على تحديد ما يلي:

- أين يُمكن أن تحدث المشاكل؟
- هل يُمكن اعتبار المشاكل هامة أم لا؟
- كم سيستغرق إعادة المشروع إلى مساره الصحيح؟

إن الجدولة الزمنية للمشروع هي عبارة عن تمثيل كتابي أو تخطيطي لخطة المقاول من أجل تنفيذ المشروع من حيث مكونات الزمن وتسلسل الأعمال.

يجب أن تحتوي الجدولة الزمنية على جميع مكونات المشروع المتتابعة بترتيب منطقي من بدايته حتى نهايته.

# الفصل السادس

# الدراسة النظرية والعملية الخاصة بالحالة الدراسية " مشروع مبنى سكني على الهيكل مكون من ست طوابق في المدينة الصناعية

## القسم الأول

## دراسة نظرية حول إدارة المشاريع ونمذجة معلومات البناء

### تعريف المشروع:

هو عمل مؤقت يتم القيام به لإنشاء خدمة أو منتج أو نتيجة فريدة ،يقصد بكلمة مؤقت أن لكل مشروع بداية ونهاية محددة حيث يتم الوصول للنهاية عندما تتحقق أهداف المشروع ، أو عندما يتضح أن أهداف المشروع لن تتحقق أو لا يمكن تحقيقها ، أو عند فقدان الأحتياج إلى المشروع

فيتم إنهاء المشروع ، ولا يقصد بكلمة مؤقت بالضرورة أن يكون المشروع قصير المدة ، حيث أن العديد من المشروعات تستمر لعدة سنوات ، إلا أنه في الحالات تكون مدة المشروع محددة ، فالمشروعات ليست مجهود مستمر .

إن التفرد هو أحد الخصائص الهامة لتسليمات المشروع مثال :

تطوير عدد من المباني الإدارية قد تكون المباني متشابهة إلا أن أدوات و مرافق كل واحدة منها متفردة – مالك مختلف و كذلك موقع و مقاولين مختلفين و ما إلى ذلك ، إن وجود عناصر مكررة لا يغير من عنصر التفرد الأساسي بعمل المشروع .

## علم الإدارة:

يعد علم الإدارة العام من أهمّ العلوم ذات الصلة بالحياة الإنسانية، حيث تهدف العلوم الإدارية على مختلف مستوياتها وأنواعها إلى تنظيم العمليات بما يحقق المصلحة الفردية والجماعية، وتُسهم العمليات الإدارية في إيجاد أفضل الحلول للمشكلات من خلال ما يتمّ تنفيذه من عمليات مُناسبة ومدروسة تنسجم مع طبيعة البيئة المهنية أو المتعلقة بمنظمة محددة من خلال بحوث العمليات، وتحليل النظم الإدارية، ونظم إدارة المعلومات، وقد كان علم الإدارة في بداياته يهدف إلى عكس نتائج العلوم المختلفة على المنظومة والواقع الإداري، واستثمار ذلك في تطوير الواقع الإداري وتحسينه، ويرتبط تعريف إدارة المشاريع بعلم الإدارة العام، وفي هذا المقال سيتم تعريف إدارة المشاريع.

## إدارة المشاريع الهندسية :

إدارة المشاريع هي تطبيق المعارف و المهارات و الأدوات و الأساليب التقنية على نشاطات المشروع لتحقيق متطلبات المشروع ، و يتم تحقيق إدارة المشروعات عن طريق تطبيق عمليات إدارة المشروعات و تكاملها من الابتداء و التخطيط و التنفيذ و المراقبة و التحكم و الإغلاق و مدير المشروع هو الشخص المسؤول عن تحقيق أهداف المشروع .

كما يوجد تعريف آخر لإدارة المشروع و هو : الاستخدام الأمثل و الفعال لموارد المشروع بهدف

إنهاؤه كما هو مصمم ضمن المدة الزمنية المتفق عليها و بمستوى الجودة المطلوب ، وضمن الكلفة المحددة ، و بهذا التعريف السابق يمكن أن نفهم أن متحولات المشروع السابقة هي قيود للمشروع .

## إدارة المشاريع بنجاح :

يدخل في تعريف إدارة المشاريع وجود العديد من الأمور التي يجب على مدير المشروع أن يراعيها من أجل نجاح إدارته للمشروع، وتعدّ هذه الأمور مشتركة في العديد من المشاريع مهما اختلف في رؤيتها وأهدافها الاستراتيجية، ومن أهمها ما يأتي: تحديد نطاق إجراء العمليات لضمان تحديد أهداف واضحة يتم إنجازها تباعًا، تحديد الموارد المتاحة ومقارنتها بالمتطلبات التي يحتاج إليها المشروع لإتمام عملياته المختلفة، البقاء على اتصال مباشر بالمسؤولين عن المشروع ، وإبلاغهم بأي مستجدات في حينها لضمان سير العمليات وفق ما يراه المسؤولون عن المشروع ، تحديد الإطار الزمني الذي يحوي أعمال المشروع، وإدارة الوقت الخاص بتنفيذ المشروع بشكل يوفر المرونة الكافية من أجل إتمام أعمال المشروع وفقًا للمخطط الزمني المناسب، مراعاة جميع التفاصيل التي تُسهم في إنجاز المشروع، وعدم إهمال أي ملاحظة تصل إلى مدير المشروع من الجهات التي تنفذ المهام؛ لأنّ ذلك يُساعد على حل المشكلات في حينها، وتلافي تكبُّد الخسائر وإهدار الوقت والجهد.

حيث أنه في أي لحظة زمنية يمكننا التحكم بثلاث متحولات من المتحولات الثلاثة فقط ، لأن تغير أحد هذه المتحولات يؤدي إلى تغير متحول واحد آخر على الأقل ،على سبيل المثال إذا أردنا إنقاص مدة أي مشروع ، فإن ذلك سيؤدي إلى انخفاض جودة الأعمال ، او زيادة في الكلفة ، لأننا سنضطر إلى توظيف كادر أكبر أو تشغيل العمال ساعات عمل إضافية من أجل غنجاز نفس كمية الأعمال في مدة زمنية أقل .

## نمذجة معلومات البناء:

هي عملية توليد وإدارة بيانات المبنى خلال دورة حياته. ينطوي هذا النوع من النمذجة على التصميم ككائنات (مبهمة وغير معروفة، عامة أو منتج معين، أشكال صلبة أو فراغية (مثل شكل الغرفة)) وتحمل تلك الكائنات خصائص هندسية والعلاقات والصفات المرتبطة بها. تسمح أدوات التصميم في نظام النمذجة المعلوماتية باستخراج مساقط مختلفة للمبنى للأغراض الإنتاجية واستخدامات أخرى. تتسق هذه المساقط مع بعضها البعض بشكل آلي—بمعنى أن الكائنات كلها تتطابق في مساقطها المختلفة من حيث الحجم والشكل والموقع—حيث يتم تعريف كل كائن مرة واحدة فقط، كما هو الحال في الواقع. تطابق المساقط الآلي يلغي العديد من الأخطاء التي تحدث من طريقة الرسم العادي لكل مسقط على حدة.

تتم العملية في العادة بواسطة برنامج نمذجة ثلاثية الأبعاد في الوقت الحقيقي بشكل ديناميكي لزيادة الإنتاجية في مجال التصميم والبناء والتشييد. تنتج هذه العملية النموذج المعلوماتي للمبنى والذي يضم العلاقات الفراغية والمعلومات الجغرافية والكميات وخصائص مكونات المبنى. يمكن أيضا ان تحتوي كل قطعة (كالأثاث والتجهيزات) على وصلات لاختيارهم وطلبهم مباشرة أو الاستعلام عن أسعارهم لمعرفة التكاليف الكلية مع باقي المواد المستخدمة. ويعتبر هذا الأسلوب أكثر كفاءة وعملية من الطرق التقليدية في الاستعلام ومراقبة التكاليف في مشاريع البناء ويزيل هذا العديد من المعوقات والمفاجآت التي تطرأ خلال فترة التنفيذ بما أنه يمكن التحقق منها خلال مرحلة التصميم وتلافيها حتى لا تعوق العمل فيما بعد. أيضا، سيتم إجراء أية تغييرات أثناء عملية البناء الحقيقي في النموذج المعلوماتي للمبنى وابقاءه مقارب للحقيقة قدر الإمكان ويساعد فيما بعد في عمليات الصيانة والإدارة للمبنى. بالإضافة للتحكم في كل كائن على حدة، فإن عملية النمذجة هذه تحدد ارتباطات الكائن. فإذا تم مثلا تغير كائن معين مرتبط بشكل ما بكائن أخر فإن كلا الكائنين يتغيران تبعا للعلاقة بينهما وقد يرفض البرنامج هذا التغير لو كان يعارض العلاقات المنطقية الموجودة في النموذج بين الكائنات.

## تعريف BIM بحسب الكود المعياري للنمذجة المعلوماتية :

هي طريقة تتضمن إنشاء نموذج حاسوبي برمجي يقوم بعملية محاكاة لمنشأة هندسية بحيث

يعكس هذا النموذج كافة خصائص المنشأة الهندسية في جميع مراحل التصميم و التنبؤ بالتنفيذ و ممارسة الرقابة و المتابعة على خصائص التنفيذ و التشغيل.

مما يؤمن تسهيل تبادل المعلومات و العمل المشترك بشكل رقمي و هي تنطوي على توليد و إدارة تمثيل رقمي من الخصائص الفيزيائية و الوظيفية للمنشأة، بناء على المعلومات الناتجة عن عناصر التحليل المختلفة يصبح النموذج مصدر معرفة مشتركة لدعم عملية صنع القرار بشأن المنشأة من المراحل الأولية و المفاهيمية و عبر التصميم و البناء ، ثم من خلال حياته العملية .

## تعريف BIM بحسب المعهد الوطني الأمريكي للمهندسين المعماريين AIA :

أداة تصميم و نمذجة موجهة للبناء تستند بشكل أساسي على العناصر المبرمجة المعرفة وظيفيا تستخدم مفاهيم النمذجة خماسية البعد 5D و أنظمة المعلومات و برامج العمل المشترك لتصميم و محاكاة تنفيذ و تشغيل مشروع هندسي بحيث يعبر النموذج عن أبعاد العناصر و تموضعها في الحيز الفراغي و المواد المشكلة لهذه العناصر و خصائصها الفيزيائية و الميكانيكية و عناصر كلفتها.

## أبعاد نمذجة معلومات البناء:

- 4D يشمل البعد الرابع اي الوقت، حيث مكنت تقنية الBIM، من العمل على الجداول الزمنية لمشاريع الأبنية بشكل متوافق ومترافق مع عمليات التصميم والبناء بعد ان كانت تتم بشكل منفصل.
- 5Dيشمل البعد الخامس و هو الكلفة (COST) حيث تسمح تقنية الBIM بتسهيل حساب الكميات والأسعار بشكل مباشر في مرحلة التصميم.
- 6Dوهو البعد المتعلق بتشغيل وصيانة المبنى (Operation & Maintenance) حيث يتم استعمال نموذج التصميم في اعمال التشغيل والصيانة مع امكانية تطبيق التعديلات بشكل سهل و صحيح على النموذج الأساسي.

## فوائد نمذجة معلومات البناء (BIM):

- **التعاون :**

الحاجة للتعاون من أجل تطبيق تقنيات المحاكاة في صناعة البناء هي دون شك أكبر الفوائد ، حيث أن التعاون المبكر له فوائد كبيرة في عمليات تخطيط وبناء المشروع ، لذلك بناء نموذج للمنشأ أحد أهم الوسائل التي تضمن تعاونا عميقا بين أعضاء الفريق في كل مراحل التصميم والإنشاء.

- **إزالة المخاطر:**

باستخدام مزية زيادة مقدرتنا على تخيل المنشأو نقل المعلومات المتعلقة به و تقيمه و التنسيق بين الاختصاصات و تقدير حاجتنا للمواد أثناء عملية إدارة مشاريع البناء يساعد النموذج المعلوماتي للمنشآت في إنقاص التعارضات أثناء التنفيذ و في الحد من الهدر وينقص أيضا من المخاطرة و من المرجح أن قُلل من كلفة البناء.

- **التصور:**

صورة واحدة تساوي آلاف الكلمات وإذا كانت صورة تساوي آلاف الكلمات فماذا يساوي نموذج ثلاث الأبعاد أو فيلم يظهر تطور المنشأ مع الزمن ، لذلك يساعد النموذج على تصور و فهم المنشأ من خلال المعلومات المحتواة داخله و التي تظهر تفاصيل أكثر مما يمكن للفرد أن يتخيله في عقله.

- **الشفافية:**

الشفافية هي الفائدة الكبرى من هذه المنهجية فقد كان للمصممون القدرة على إخفاء العيوب في تصاميمهم دون أن يتم اكتشافها وهذا سيصعب عليهم في ببئة المنهجية الجديدة التي بنيت على أساس الشفافية بناء نموذج ثلاث الأبعاد سيظهر ما تم تحقيقه وما تم إغفاله وسخرت لها أدوات كثيرة لرفع مستواها.

### المميزات العملية للتقنية:

- تصور متقدم عن شكل البناء و خواصه
- إنتاجية متزايدة نتيجة المرونة في تعديل التصاميم و دقة المخططات و سرعة تسليمها

بأشكال و تفصيلات مختلفة بحسب الحاجة

- زيادة التنسيق بين مختلف الاختصاصات وخصوصا في مرحلة التصميم مما يقلل الأخطاء الناتجة عن غياب التنسيق إلى الحد الأدنى
- تقليل الكلفة الناتجة عن تغيير التصميم و كلفة تعديل التصميم أثناء التنفيذ نتيجة الأخطاء التي كانت تنتج في التصاميم التقليدية
- دقة المخرجات من مقاطع وجداول كميات و واجهات حتى 100% إذا كان النموذج صحيح فالمخرجات صحيحة ودقيقة
- إمكانية الربط مع الكودات العالمية و المواصفات الخاصة بمعاهد صناعة الإنشاءات مثل : الكود الأمريكي – الكود الأوروبي الموحد – الكود الإنجليزي

**الفرق بين AutoCAD و Revit :**

يختلف أسلوب برنامج Revit عن أسلوب الأوتوكاد المعروف اختصاراً باسم CAD أو التصميم باستخدام الكمبيوتر Computer Aided Design أي أنت من يقوم بالرسم والتصميم والكمبيوتر هو لأداة المساعدة في الرسم. تعتمد فكرة CAD على تصميم المساقط الأفقية أولا ثم عمل إسقاط لإنشاء عناصر المشروع الأخرى كالواجهات والقطاعات وعندما تحتاج إلى تعديل عنصر ما أو جزء من المشروع تحتاج إلى تعديلها في كامل المساقط والواجهات والقطاعات والتفاصيل أي بكل مشروع وبالطبع هذا يتطلب وقتا طويل ،كذلك AutoCAD يصعب توافقه مع التخصصات المختلفة فلن تجد توافقا بين (المعماري، الكهربائي ، الصحي ، الميكانيكي ) وهذا بسبب أنه برنامج عام ، فالأوتوكاد يصلح لجميع التخصصات كونه وسيلة رسم لا أكثر ، ولهذا لا تجد فيه أدوات متخصصة كالجدران والأعمدة مثلا.

# القسم الثاني

## النمذجة باستخدام برنامج Autodesk Revit

### برنامج Autodesk Revit:

هو برنامج لنمذجة معلومات المباني يستخدم تقنية BIM يشبه في عمله برنامج الأوتوكاد المعماري إلا أنه يتفوق عليه في عملية التطوير الدائمة التي توفرها له أوتوديسك إضافة إلى توافق هذا البرنامج مع جميع منتجات أتوديسك بسهولة .

بني الريفيت خصيصاً للمهندسين و المعماريين و مهندسي الكهرباء و الميكانيك حيث يسمح لمستخدميه تصميم المباني و مكوناتها في نماذج ثلاثية الأبعاد بما يحويه من أدوات قادرة على التخطيط مع إمكانية تحويلها إلى نماذج ثنائية الأبعاد و من ثم الحصول على معلومات المبنى بناء على قاعدة بيانات النماذج و التخطيط لمختلف مراحل دورة حياة المشروع أو المبنى بدءاً من البناء الأولي إلى الهدم في وقت متأخر .

### مميزات برنامج Revit :

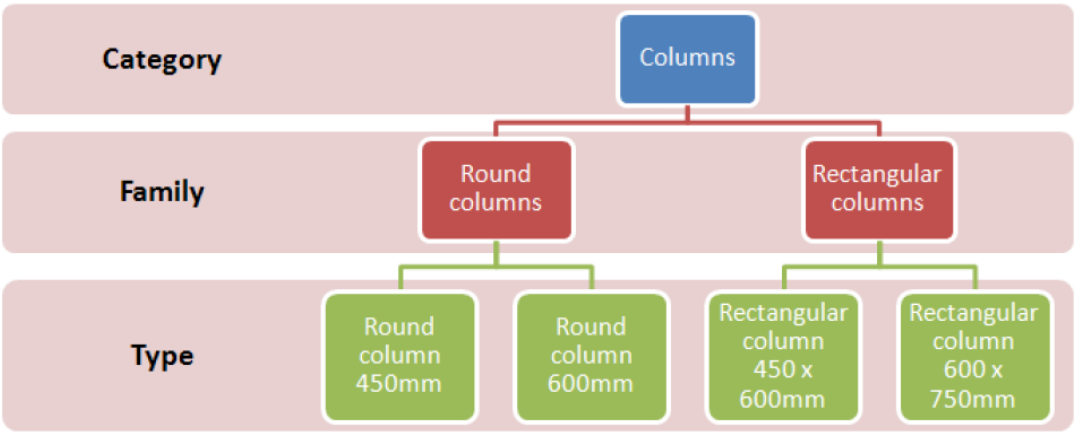
- الريفيت ينبع من الهندسة لذا هو أكثر مرونة وسهولة وأكثر توافقا مع المباني حيث أنه يتعامل بذكاء مع البيانات المدخلة ليساعدك في تقليل إعادة صياغته وتعديل التصاميم
- لايعتمد الريفيت على طريقة الاسقاط فأنت ترسم المساقط مرة واحدة فقط وبعد ذلك يمكنك الحصول على أي عدد من الواجهات والقطاعات والتفاصيل بكبسة زر
- السرعة الفائقة في عمل التعديلات فعند تعديل جزء أو عنصر من التصميم : كتحريك باب أو حذف نافذة تظهر التعديلات تلقائياً على كل كتلة المبنى وماتحويه من مساقط وواجهات وقطاعات دون الحاجة إلى المرور على المشروع واجزاءه وتعديل كل عنصر بشكل مستقل
- يحوي أدوات متخصصة لأعمال البناء لكل صنف من أصناف الهندسة فللمعماري مثلاً نجد الجدران والأبواب والنوافذ والأرضيات والأسقف والسلالم .. نجد في الإنشائي الأعمدة والجسور لذا هو أفضل خيار للمهندسين بوجهٍ عام ولكل تخصص ما بوجه خاص
- متوافق توافقا تاما مع التخصصات المختلفة ( معماري – إنشائي – كهربائي – صحي –ميكانيكي)

- له القدرة عالية جداً على عمل التصميمات المعمارية والإنشائية لأي كتلة مهما بلغت درجة تعقيدها ومهما كان شكلها غريباً
- قدرته على تحليل الطاقة وترشيدها بتحليل المناطق الحرارية استناداً إلى معايير مختلفة مثل:

الموقع، نوع البناء، نسبة الزجاج

- إمكانية تصدير المخرج النهائي إلى برامج أخرى كالماكس والأتوكاد
- سهولة استخدامه والسرعة العالية في تعلُّمه حيث يمكن للمستخدم الجديد إتقان كثير من أدواته
- ثم إخراج مشروعات مميزة جداً في مدة زمنية لا تتجاوز الشهر

والشكل التالي يوضح الترتيب الشجري لأي عنصر في برنامجRevit :




## توصيف المشروع حالة الدراسة :

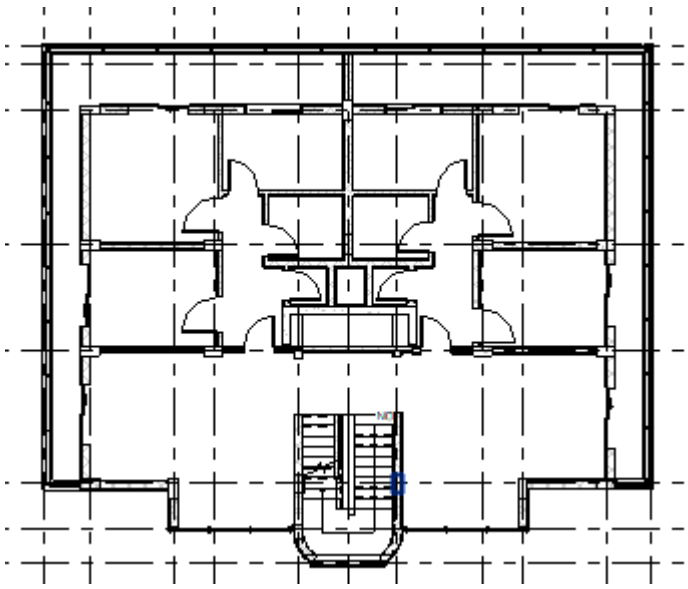
- مبنى سكني في مدينة حمص
- مؤلف من 6 طوابق متكررة
- المساحة الطابقية 187 متر مربع
- ارتفاع الطابق 3.2م
- يتكون الطابق من شقتين
- يتألف الهيكل الحامل من بلاطات هوردي بسماكة 25سم وأعمدة بأبعاد 20*50سم

وجدران قاصة بسماكة 10 سم

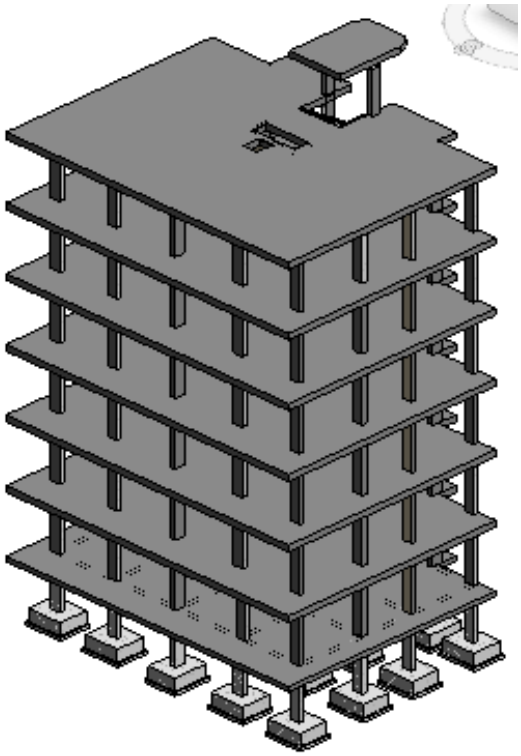
- منظومة التأسيس عبارة عن أساسات مفردة.
- يقع منسوب التأسيس عند −2.35م
- يقع منسوب الأرضي عند +0.75م

الشكل (1) يوضح المبنى حالة الدراسة

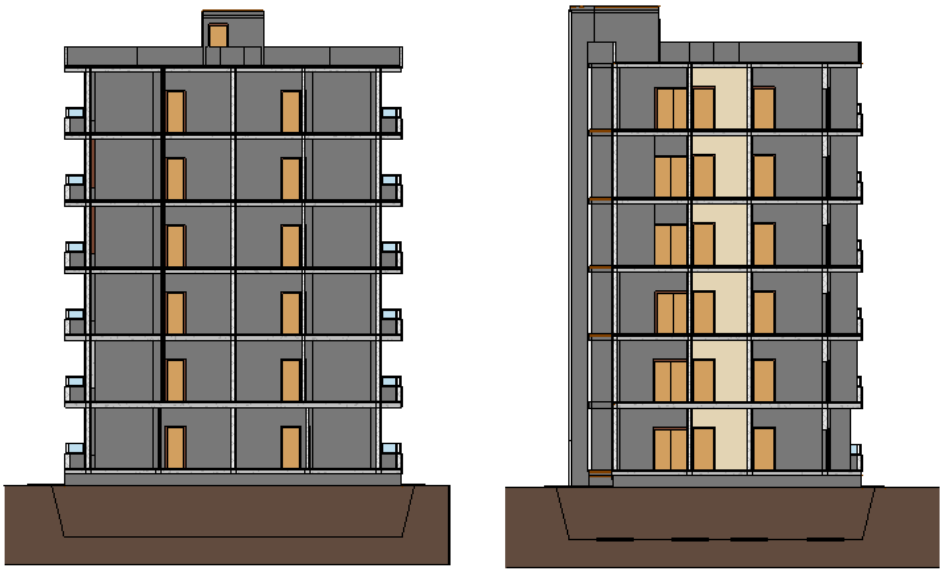
نستعرض بالصور التالية نتائج نمذجة المشروع حالة الدراسة من خلال برنامج **Autodesk Revit 2020**:



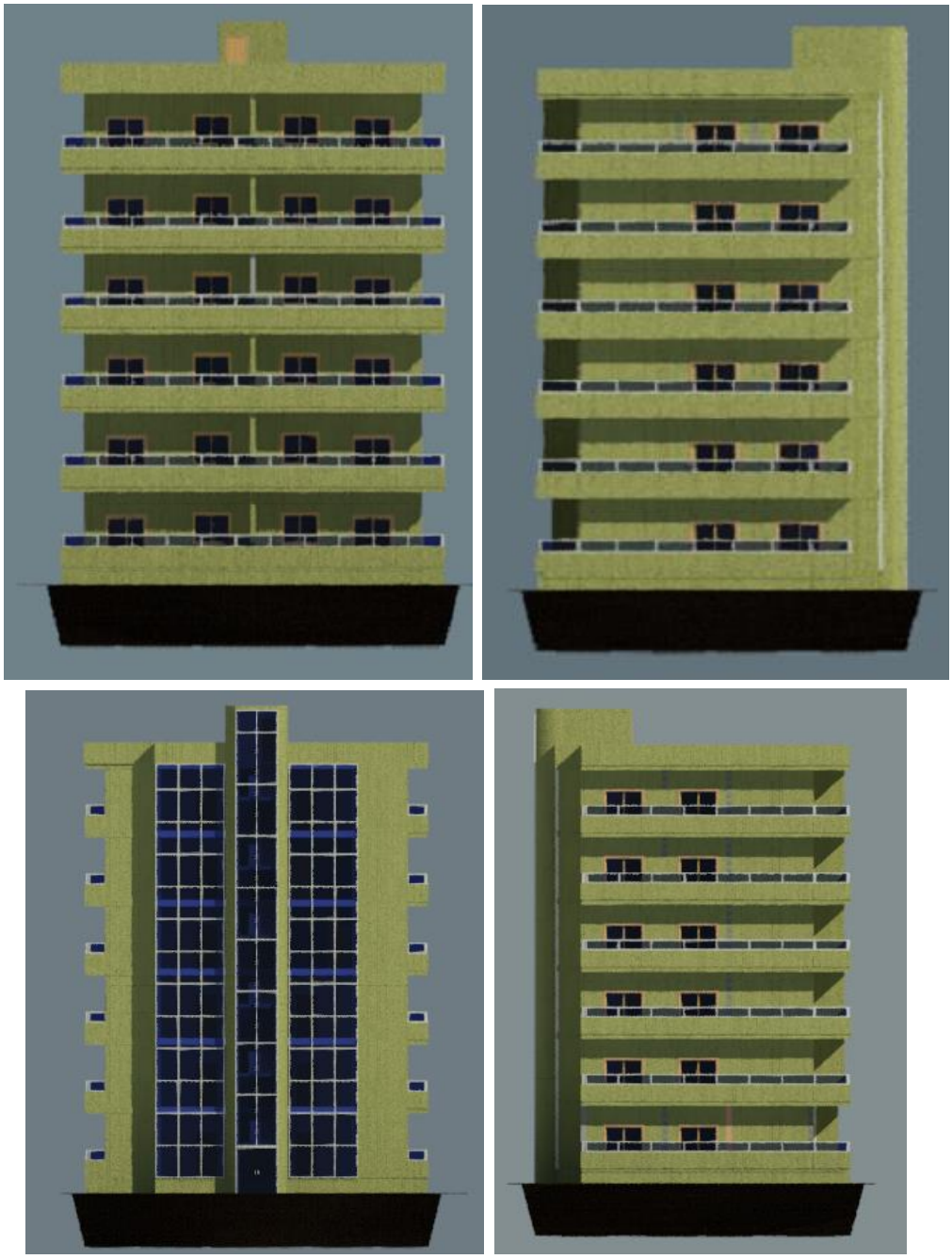
الشكل (2) يوضح المسقط الأفقي للطوابق



الشكل (3) يوضح النموذج الإنشائي



الشكل (4) يوضح المقاطع الشاقولية



الشكل (5) يوضح الواجهات

## نماذج من جداول الكميات:

<Floor Material Takeoff>

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| Level | Area | Material: Name | Material: Area |
| | | | |
| entry | 11 m² | Concrete, Cast-in-Place gray | 11 m² |
| Concrete, Cast-in-Place gray: 1 | | | 11 m² |
| entry | 11 m² | Plaster | 22 m² |
| Plaster: 1 | | | 22 m² |
| entry | 106 m² | Rubber, Silicone | 106 m² |
| Rubber, Silicone: 1 | | | 106 m² |
| entry | 187 m² | Rubble | 187 m² |
| Rubble: 1 | | | 187 m² |
| entry | 11 m² | Steel, Paint Finish, Ivory, Matte | 11 m² |
| Steel, Paint Finish, Ivory, Matte: 1 | | | 11 m² |
| entry | 187 m² | Stone | 218 m² |
| Stone: 1 | | | 218 m² |
| entry | 11 m² | Travertine | 11 m² |
| Travertine: 1 | | | 11 m² |
| entry: 7 | | | 566 m² |
| G.F | 187 m² | Concrete, Cast-in-Place gray | 187 m² |
| Concrete, Cast-in-Place gray: 1 | | | 187 m² |
| G.F | 187 m² | Plaster | 187 m² |
| Plaster: 1 | | | 187 m² |
| G.F | 187 m² | Stone | 201 m² |
| Stone: 1 | | | 201 m² |
| G.F | 187 m² | Travertine | 187 m² |
| Travertine: 1 | | | 187 m² |
| G.F: 4 | | | 763 m² |
| 1 | 187 m² | Concrete, Cast-in-Place gray | 187 m² |
| Concrete, Cast-in-Place gray: 1 | | | 187 m² |

<Structural Column Schedule>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Base Level | Type | Count |
| | | |
| top of found | C 25*50 | 20 |
| top of found: 20 | | |
| G.F | C 25*50 | 21 |
| G.F: 21 | | |
| 1 | C 25*50 | 21 |
| 1: 21 | | |
| 2 | C 25*50 | 21 |
| 2: 21 | | |
| 3 | C 25*50 | 21 |
| 3: 21 | | |
| 4 | C 25*50 | 21 |
| 4: 21 | | |
| 5 | C 25*50 | 21 |
| 5: 21 | | |
| 6 | C 25*50 | 2 |
| 6: 2 | | |
| Grand total: 148 | | |

## <Structural Foundation Schedule>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Type | Count | Volume |
| | | |
| 150mm Foundation Slab | 21 | 10.67 m³ |
| 150mm Foundation Slab: 2 | 21 | 10.67 m³ |
| Bearing Footing - 900 x 30 | 3 | 1.18 m³ |
| Bearing Footing - 900 x 30 | 3 | 1.18 m³ |
| F 150*180*60 | 20 | 32.40 m³ |
| F 150*180*60: 20 | 20 | 32.40 m³ |
| Grand total: 44 | 44 | 44.25 m³ |

## <Wall Material Takeoff>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Base Constraint | Material: Name | Material: Area |
| | | |
| top of found | Concrete, Cast-in- | 12 m² |
| Concrete, Cast-in-Place gray: 3 | | 12 m² |
| top of found: 3 | | 12 m² |
| entry | Concrete Masonry | 62 m² |
| Concrete Masonry Units: 4 | | 62 m² |
| entry | Plaster | 115 m² |
| Plaster: 4 | | 115 m² |
| entry | Steel, Paint Finish, I | 57 m² |
| Steel, Paint Finish, Ivory, Matte: 4 | | 57 m² |
| entry | Stone | 58 m² |
| Stone: 2 | | 58 m² |
| entry: 14 | | 292 m² |
| G.F | Ceramic Tile | 99 m² |
| Ceramic Tile: 14 | | 99 m² |
| G.F | Concrete Masonry | 290 m² |
| Concrete Masonry Units: 40 | | 290 m² |
| G.F | Concrete, Cast-in- | 15 m² |
| Concrete, Cast-in-Place gray: 3 | | 15 m² |
| G.F | Plaster | 588 m² |
| Plaster: 41 | | 588 m² |
| G.F | Steel, Paint Finish, I | 373 m² |
| Steel, Paint Finish, Ivory, Matte: 42 | | 373 m² |
| G.F | Stone | 146 m² |
| Stone: 19 | | 146 m² |

## <Window Schedule>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Level | Type | Count |
| | | |
| G.F | 0915 x 1220mm | 1 |
| G.F | 0915 x 1220mm | 1 |
| 0915 x 1220mm: 2 | | 2 |
| G.F: 2 | | 2 |
| 1 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 1 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 0915 x 1220mm: 2 | | 2 |
| 1: 2 | | 2 |
| 2 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 2 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 0915 x 1220mm: 2 | | 2 |
| 2: 2 | | 2 |
| 3 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 3 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 0915 x 1220mm: 2 | | 2 |
| 3: 2 | | 2 |
| 4 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 4 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 0915 x 1220mm: 2 | | 2 |
| 4: 2 | | 2 |
| 5 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 5 | 0915 x 1220mm | 1 |
| 0915 x 1220mm: 2 | | 2 |
| 5: 2 | | 2 |

## <Door Schedule>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Level | Type | Count |
| | | |
| top of found | M_Door-Curtain-Wall-Double-Glass | 1 |
| M_Door-Curtain-Wall-Double-Glass: 1 | | 1 |
| top of found: 1 | | 1 |
| G.F | d 200*80 | 8 |
| d 200*80: 8 | | 8 |
| G.F | d 200*90 | 4 |
| d 200*90: 4 | | 4 |
| G.F | d 200*150 | 2 |
| d 200*150: 2 | | 2 |
| G.F | double sliding 160*200 | 6 |
| double sliding 160*200: 6 | | 6 |
| G.F: 20 | | 20 |
| 1 | d 200*80 | 8 |
| d 200*80: 8 | | 8 |
| 1 | d 200*90 | 4 |
| d 200*90: 4 | | 4 |
| 1 | d 200*150 | 2 |
| d 200*150: 2 | | 2 |
| 1 | double sliding 160*200 | 6 |
| double sliding 160*200: 6 | | 6 |
| 1: 20 | | 20 |
| 2 | d 200*80 | 8 |
| d 200*80: 8 | | 8 |
| 2 | d 200*90 | 5 |
| d 200*90: 5 | | 5 |

# القسم الثالث

# جدولة المشروع باستخدامPrimavera P6

## الجدولة الزمنية:

إن الجدولة الزمنية للمشروع هي عبارة عن تمثيل كتابي أو تخطيطي لخطة المقاول من أجل تنفيذ المشروع من حيث مكونات الزمن وتسلسل الأعمال.

تحدد الخطة مكونات العمل الرئيسية التي تصف التسلسل الذي سيتم من خلاله تنفيذ تلك المكونات لإنجاز المشروع. تصور الجدولة الزمنية للمشروع بشكل مرئي الأزمنة الخاصة بمكونات العمل الرئيسية لإظهار كيف ومتى سيقوم المقاول بتنفيذ المشروع.

يجب أن تحتوي الجدولة الزمنية على جميع مكونات المشروع المتتابعة بترتيب منطقي من بدايته حتى نهايته. بالإضافة لذلك، يجب أن تعرف الجدولة الزمنية الفترات الزمنية المحددة من أجل كل نشاط ضمنها، وبالتالي يتم تحديد مدة المشروع الكلية من خلال تتابع وتجميع أزمنة الأنشطة. يختلف مستوى التفصيل الظاهر في الجدولة الزمنية باختلاف مجموعة من العوامل التي تتضمن نوع الجدولة الزمنية المستخدمة، متطلبات العقد، طبيعة العمل، خبرات المقاول، الخ....

## مميزات برنامج primavera :

يستخدم برنامج بريمافيرا لإعداد الجداول الزمنية للمشاريع و حساب التكلفة والتحكم بها و كذلك مراقبة النمو في المشروع سواء بالتقدم أو التأخير ، كما يقوم بحساب مدة المشروع و الموارد المراد استخدامها و تحديد الاستخدام الأمثل لهذه الموارد ، بالإضافة إلى القدرة على مراجعة أي مشروع سابق و مقارنته بالوضع الحالي ، و معرفة مدى التأخر سواء على مستوى المدة الزمنية أو على مستوى المدة الزمنية أو على مستوى الموارد .

## حساب زمن الأنشطة:

| النشاط | الكمية | الإنتاجية | عدد الفرق | المدة |
|---|---|---|---|---|
| **الأعمال الترابية** | | | | |
| أعمال حفر | 733 | 150 | 1 | 5d |
| أعمال ردم | 800 | 60 | 4 | 4d |
| **بيتون النظافة** | | | | |
| أعمال تركيب قالب خشب بيتون نظافة | 16 | 20 | 1 | 1d |
| أعمال صب بيتون نظافة | 7 | 480 | 1 | 0d 4h |
| أعمال فك قالب بيتون نظافة | 16 | 60 | 1 | 0d 4h |
| **أساسات مفردة** | | | | |
| تفصيل حديد التسليح أساسات | 2990 | 240 | 2 | 7d |
| تركيب حديد التسليح أساسات | 2990 | 240 | 2 | 7d |
| أعمال تركيب القالب الخشبي أساسات | 86 | 20 | 2 | 2d 4h |
| أعمال صب البيتون أساسات | 33 | 480 | 1 | 0d 4h |
| أعمال فك القالب أساسات | 86 | 60 | 2 | 1d |
| **رقاب الاعمدة** | | | | |
| أعمال تركيب القالب الخشبي رقاب أعمدة | 93 | 20 | 2 | 3d |
| أعمال صب البيتون رقاب أعمدة | 5 | 480 | 1 | 0d 4h |
| أعمال فك القالب رقاب أعمدة | 93 | 60 | 2 | 1d |
| **شيناجات** | | | | |
| تفصيل حديد التسليح شيناجات | 210 | 240 | 1 | 1d |
| تركيب حديد التسليح شيناجات | 210 | 240 | 1 | 1d |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| أعمال تركيب القالب الخشبي شيناجات | 70 | 20 | 2 | 2d |
| أعمال صب البيتون شيناجات | 3 | 480 | 1 | 0d 4h |
| أعمال فك القالب شيناجات | 70 | 60 | 2 | 1d |
| **أرضية الأرضي** | | | | |
| تفصيل حديد التسليح أرضية الأرضي | 2870 | 240 | 2 | 6d |
| تركيب حديد التسليح أرضية الأرضي | 2870 | 240 | 2 | 6d |
| أعمال تركيب القالب الخشبي أرضية الأرضي | 13 | 20 | 1 | 1d |
| أعمال صب البيتون أرضية الأرضي | 41 | 480 | 1 | 0d 4h |
| أعمال فك القالب أرضية الأرضي | 13 | 60 | 1 | 1d |
| **أعمال العزل** | | | | |
| أعمال عزل الأساسات | 230 | 50 | 2 | 2d |
| أعمال عزل الرقاب | 90 | 50 | 2 | 1d |
| **العناصر الشاقولية** | | | | |
| تفصيل حديد التسليح. | 770 | 240 | 2 | 2d |
| تركيب حديد التسليح. | 770 | 240 | 2 | 2d |
| أعمال تركيب القالب الخشب. | 95 | 20 | 2 | 3d |
| أعمال صب البيتون. | 11 | 480 | 1 | 4h |
| أعمال فك القالب. | 95 | 60 | 2 | 1d |
| **العناصر الأفقية** | | | | |
| تفصيل حديد التسليح. | 2730 | 240 | 2 | 6d |
| أعمال تركيب القالب الخشب. | 221 | 20 | 3 | 4d |
| توزيع بلوك هوردي. | 1365 | 480 | 2 | 2d |
| تركيب حديد التسليح. | 2730 | 240 | 2 | 6d |
| أعمال صب البيتون. | 39 | 480 | 1 | 1d |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| أعمال فك القالب. | 221 | 60 | 3 | 2d |
| **أعمال اكساء** | | | | |
| أعمال البلوك. | 334 | 14 | 2 | 12d |
| أعمال سواد الصحية. | | | 2 | 5d |
| أعمال سواد الكهرباء. | | | 3 | 8d |
| أعمال ملابن خشبية. | | | | 2d |
| أعمال اللياسة. | 678 | 12 | 4 | 15d |
| أعمال البلاط. | 205 | 14 | 3 | 5d |
| أعمال سيراميك. | 143 | 7 | 3 | 7d |
| أعمال ألمنيوم. | | | | 4d |
| أعمال بياض الكهرباء. | | | | 5d |
| أعمال المنجور الخشبي النهائي. | | | | 3d |
| أعمال نعلة. | 200 | 42 | 3 | 2d |
| أعمال بياض الصحية. | | | | 4d |
| أعمال الدهان. | 678 | 8 | 5 | 17d |
| أكسسوارات كهرباء. | | | | 2d |
| أعمال الدهان النهائية. | 678 | 25 | 5 | 6d |
| **أعمال الاكساء الخارجي** | | | | |
| تلبيس حجر خارجي واجهة شمالية | 230 | 4 | 3 | 20d |
| تلبيس حجر خارجي واجهة غربية | 300 | 4 | 3 | 25d |
| تلبيس حجر خارجي واجهة جنوبية | 170 | 4 | 3 | 15d |
| تلبيس حجر خارجي واجهة شرقية | 300 | 4 | 3 | 25d |

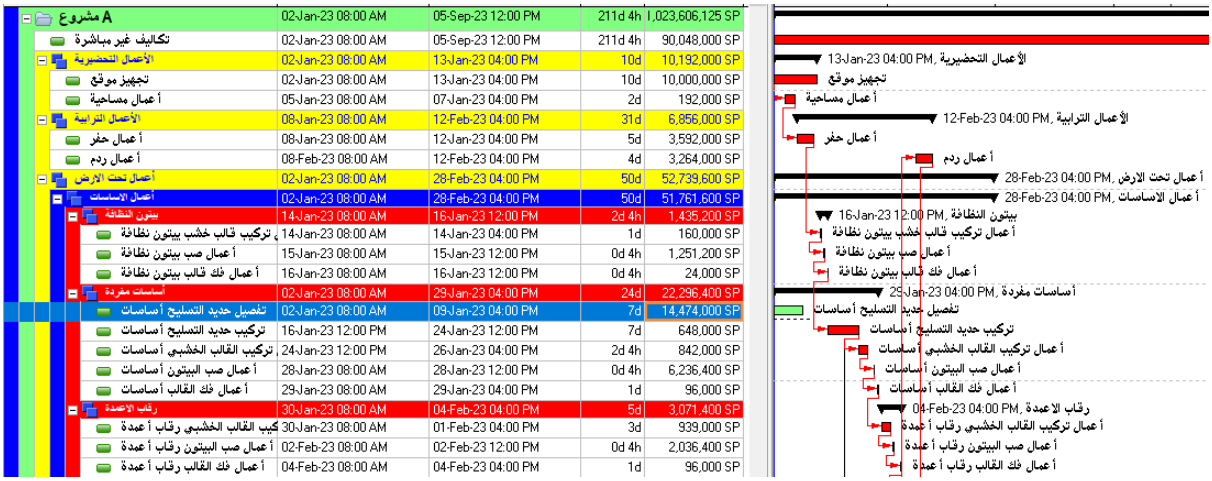
| | | |
|---|---|---|
| 6-4 | A مشروع | 200 |
| 6-4.1 | الأعمال التحضيرية | 2 |
| 6-4.2 | الأعمال الترابية | 2 |
| 6-4.4 | أعمال تحت الارض | 23 |
| 6-4.4.3 | أعمال الاساسات | 21 |
| 6-4.4.3.1 | بيتون النظافة | 3 |
| 6-4.4.3.2 | أساسات مفردة | 5 |
| 6-4.4.3.3 | رقاب الاعمدة | 3 |
| 6-4.4.3.4 | شيناجات | 5 |
| 6-4.4.3.5 | أرضية الأرضي | 5 |
| 6-4.4.1 | أعمال العزل | 2 |
| 6-4.5 | أعمال فوق الارض | 172 |
| 6-4.5.1 | أعمال الهيكل | 76 |
| 6-4.5.1.15 | أعمال الطابق الارضي | 11 |
| 6-4.5.1.15.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.15.2 | العناصر الأفقية | 6 |
| 6-4.5.1.3 | أعمال الطابق الاول | 11 |
| 6-4.5.1.3.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.3.2 | العناصر الأفقية | 6 |
| 6-4.5.1.4 | أعمال الطابق الثاني | 11 |
| 6-4.5.1.4.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.4.2 | العناصر الأفقية | 6 |
| 6-4.5.1.2 | أعمال الطابق الثالث | 11 |
| 6-4.5.1.2.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.2.2 | العناصر الأفقية | 6 |
| 6-4.5.1.5 | أعمال الطابق الرابع | 11 |
| 6-4.5.1.5.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.5.2 | العناصر الأفقية | 6 |
| 6-4.5.1.6 | أعمال الطابق الخامس | 11 |
| 6-4.5.1.6.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.6.2 | العناصر الأفقية | 6 |
| 6-4.5.1.1 | أعمال الطابق السطح | 10 |
| 6-4.5.1.1.1 | العناصر الشاقولية | 5 |
| 6-4.5.1.1.2 | العناصر الأفقية | 5 |
| 6-4.5.3 | أعمال الاكساء | 96 |
| 6-4.5.3.1 | أعمال الاكساء الداخلي | 92 |
| 6-4.5.3.1.1 | أعمال اكساء الطابق الأرضي | 15 |
| 6-4.5.3.1.5 | أعمال اكساء الطابق الأول | 15 |
| 6-4.5.3.1.4 | أعمال اكساء الطابق الثاني | 15 |
| 6-4.5.3.1.6 | أعمال اكساء الطابق الثالث | 15 |
| 6-4.5.3.1.2 | أعمال اكساء الطابق الرابع | 15 |
| 6-4.5.3.1.7 | أعمال اكساء الطابق الخامس | 15 |
| 6-4.5.3.1.3 | أعمال السطح | 2 |
| 6-4.5.3.2 | أعمال الاكساء الخارجي | 4 |

الشكل (6) يوضح الهيكل التنظيمي(WBS)

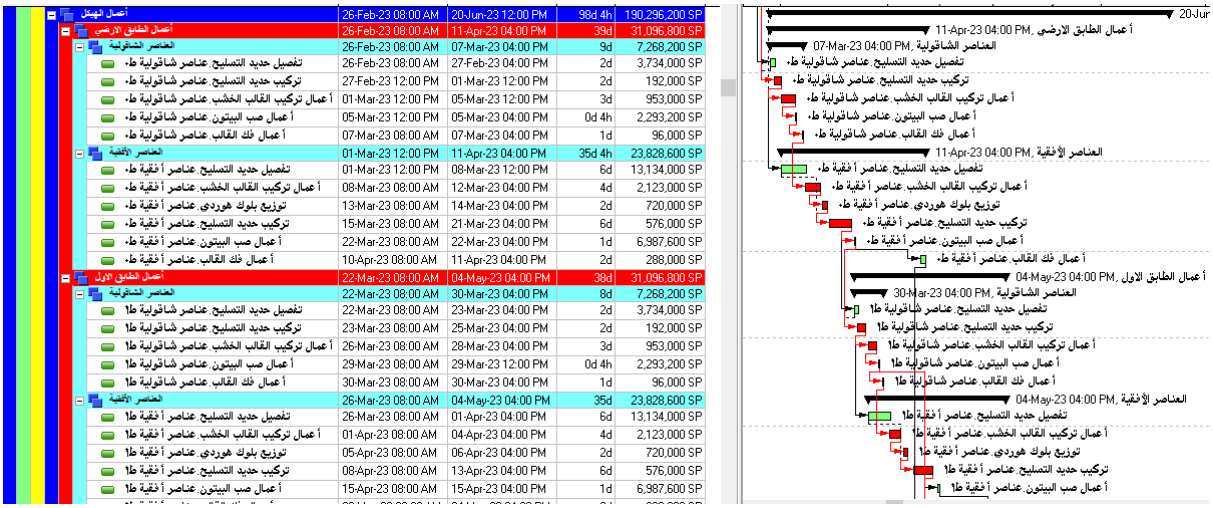
| Resource ID | Resource Name | Resource Type | Unit of Measure | Standard Rate |
|---|---|---|---|---|
| CON200 | concrete 200 | Material | cubic meter | 80,000 SP/m^3 |
| v | vibrator | Nonlabor | | 6,000 SP/h |
| R-17 | block worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| TRUCK | track | Nonlabor | | 20,400 SP/h |
| R-2 | compactor | Nonlabor | | 15,500 SP/h |
| ISO | insulation materials | Material | Square meters | 3,000 SP/m2 |
| BUS | bus | Nonlabor | | 3,000 SP/h |
| R-35 | engineer assistant | Labor | | 5,000 SP/h |
| CON350 | concrete 350 | Material | cubic meter | 150,000 SP/m^3 |
| SERC | service car | Nonlabor | | 3,000 SP/h |
| PM | project manager | Labor | | 20,000 SP/h |
| R-21 | smith | Labor | | 6,000 SP/h |
| BLC10 | block 10cm | Material | square meter | 5,000 SP/m^2 |
| R-3 | trax | Nonlabor | | 40,000 SP/h |
| R-4 | workshop chief | Labor | | 5,000 SP/h |
| R-26 | stone worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| R-25 | survey worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| BLC 20 | block 20cm | Material | square meter | 8,000 SP/m^2 |
| R-22 | isolation worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| R-7 | bager | Nonlabor | | 28,600 SP/h |
| R-33 | block 15 | Material | Square meters | 6,500 SP/m2 |
| R-34 | hourdy block | Material | number | 1,200 SP/no |
| MOP | Mobilization | Material | Lump Sum | 10,000,000 SP/LS |
| PLS | plaster | Material | cubic meter | 35,750 SP/m^3 |
| FRM | formwork | Material | square meter | 7,000 SP/m^2 |
| CRMC | ceramic | Material | square meter | 20,800 SP/m^2 |
| RFC | Reinforcing iron | Material | kilo gram | 4,600 SP/kg |
| R | carpenter | Labor | | 6,000 SP/h |
| R-14 | paint worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| R-13 | pump | Nonlabor | | 55,200 SP/h |
| R-41 | electricity worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| R-12 | mixer | Nonlabor | | 31,200 SP/h |
| GAR | guard | Labor | | 1,000 SP/h |
| R-42 | saintary worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| MOR | mortar | Material | cubic meter | 19,000 SP/m^3 |
| ACC | accountant | Labor | | 3,000 SP/h |
| TIL | tiles | Material | square meter | 12,600 SP/m^2 |
| R-1 | plaster worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| PAN-1 | one layer paint | Material | square meter | 2,000 SP/m^2 |
| R-15 | tiles worker | Labor | | 6,000 SP/h |
| PAN-2 | tow layers paint | Material | square meter | 4,000 SP/m^2 |
| ST | stone | Material | Square meters | 95,000 SP/m2 |
| P ELE | primary electricity | Material | Lump Sum | 12,000,000 SP/LS |
| F ELE | fixture electricity | Material | Lump Sum | 12,000,000 SP/LS |
| FI ELE | finish electricity | Material | Lump Sum | 6,000,000 SP/LS |
| P SAN | primary saintary | Material | Lump Sum | 10,000,000 SP/LS |
| F SAN | fixture saintary | Material | Lump Sum | 10,000,000 SP/LS |
| F JON | doors | Material | Lump Sum | 8,000,000 SP/LS |
| P JON | primary joinery | Material | Lump Sum | 3,000,000 SP/LS |
| SAND | sand | Material | cubic meter | 14,000 SP/m^3 |
| ALU | aluminium | Material | Lump Sum | 3,000,000 SP/LS |
| R-5 | skerting | Material | Linear meters | 14,000 SP/ml |

الشكل (7) يوضح موارد المشروع

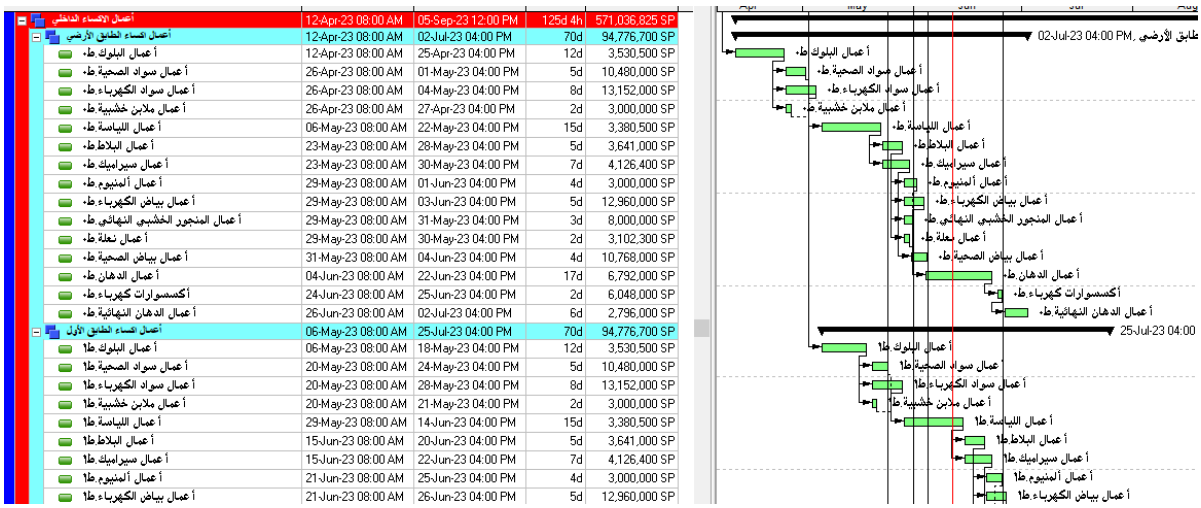
# فيما يلي مقتطفات من الخطة الزمنية:



| A مشروع | 02-Jan-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 211d 4h | 1,023,606,125 SP |
|---|---|---|---|---|
| تكاليف غير مباشرة | 02-Jan-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 211d 4h | 90,048,000 SP |
| الأعمال التحضيرية | 02-Jan-23 08:00 AM | 13-Jan-23 04:00 PM | 10d | 10,192,000 SP |
| تجهيز موقع | 02-Jan-23 08:00 AM | 13-Jan-23 04:00 PM | 10d | 10,000,000 SP |
| أعمال مساحية | 05-Jan-23 08:00 AM | 07-Jan-23 04:00 PM | 2d | 192,000 SP |
| الأعمال الترابية | 08-Jan-23 08:00 AM | 12-Feb-23 04:00 PM | 31d | 6,856,000 SP |
| أعمال حفر | 08-Jan-23 08:00 AM | 12-Jan-23 04:00 PM | 5d | 3,592,000 SP |
| أعمال ردم | 08-Feb-23 08:00 AM | 12-Feb-23 04:00 PM | 4d | 3,264,000 SP |
| أعمال تحت الارض | 02-Jan-23 08:00 AM | 28-Feb-23 04:00 PM | 50d | 52,739,600 SP |
| أعمال الاساسات | 02-Jan-23 08:00 AM | 28-Feb-23 04:00 PM | 50d | 51,761,600 SP |
| بيتون النظافة | 14-Jan-23 08:00 AM | 16-Jan-23 12:00 PM | 2d 4h | 1,435,200 SP |
| أعمال تركيب قالب خشب بيتون نظافة | 14-Jan-23 08:00 AM | 14-Jan-23 04:00 PM | 1d | 160,000 SP |
| أعمال صب بيتون نظافة | 15-Jan-23 08:00 AM | 15-Jan-23 12:00 PM | 0d 4h | 1,251,200 SP |
| أعمال فك قالب بيتون نظافة | 16-Jan-23 08:00 AM | 16-Jan-23 12:00 PM | 0d 4h | 24,000 SP |
| أساسات مفردة | 02-Jan-23 08:00 AM | 29-Jan-23 04:00 PM | 24d | 22,296,400 SP |
| تفصيل حديد التسليح أساسات | 02-Jan-23 08:00 AM | 09-Jan-23 04:00 PM | 7d | 14,474,000 SP |
| تركيب حديد التسليح أساسات | 16-Jan-23 12:00 PM | 24-Jan-23 12:00 PM | 7d | 648,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشبي أساسات | 24-Jan-23 12:00 PM | 26-Jan-23 04:00 PM | 2d 4h | 842,000 SP |
| أعمال صب البيتون أساسات | 28-Jan-23 08:00 AM | 28-Jan-23 12:00 PM | 0d 4h | 6,236,400 SP |
| أعمال فك القالب أساسات | 29-Jan-23 08:00 AM | 29-Jan-23 04:00 PM | 1d | 96,000 SP |
| رقاب الأعمدة | 30-Jan-23 08:00 AM | 04-Feb-23 04:00 PM | 5d | 3,071,400 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشبي رقاب أعمدة | 30-Jan-23 08:00 AM | 01-Feb-23 04:00 PM | 3d | 939,000 SP |
| أعمال صب البيتون رقاب أعمدة | 02-Feb-23 08:00 AM | 02-Feb-23 12:00 PM | 0d 4h | 2,036,400 SP |
| أعمال فك القالب رقاب أعمدة | 04-Feb-23 08:00 AM | 04-Feb-23 04:00 PM | 1d | 96,000 SP |

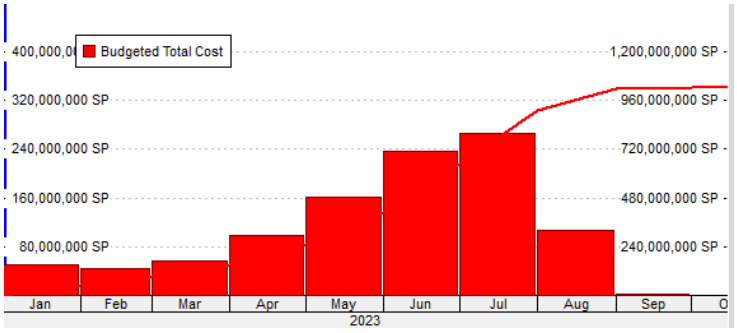


| أعمال المهبل | 26-Feb-23 08:00 AM | 20-Jun-23 12:00 PM | 98d 4h | 190,296,200 SP |
|---|---|---|---|---|
| أعمال الطابق الارضي | 26-Feb-23 08:00 AM | 11-Apr-23 04:00 PM | 39d | 31,096,800 SP |
| العناصر الشاقولية | 26-Feb-23 08:00 AM | 07-Mar-23 04:00 PM | 9d | 7,268,200 SP |
| تفصيل حديد التسليح عناصر شاقولية ط. | 26-Feb-23 08:00 AM | 27-Feb-23 04:00 PM | 2d | 3,734,000 SP |
| تركيب حديد التسليح عناصر شاقولية ط. | 27-Feb-23 12:00 PM | 01-Mar-23 12:00 PM | 2d | 192,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب عناصر شاقولية ط. | 01-Mar-23 12:00 PM | 05-Mar-23 12:00 PM | 3d | 953,000 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر شاقولية ط. | 05-Mar-23 12:00 PM | 05-Mar-23 04:00 PM | 0d 4h | 2,293,200 SP |
| أعمال فك القالب عناصر شاقولية ط. | 07-Mar-23 08:00 AM | 07-Mar-23 04:00 PM | 1d | 96,000 SP |
| العناصر الأفقية | 01-Mar-23 12:00 PM | 11-Apr-23 04:00 PM | 35d 4h | 23,828,600 SP |
| تفصيل حديد التسليح عناصر أفقية ط. | 01-Mar-23 12:00 PM | 08-Mar-23 12:00 PM | 6d | 13,134,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب عناصر أفقية ط. | 08-Mar-23 08:00 AM | 12-Mar-23 04:00 PM | 4d | 2,123,000 SP |
| توزيع بلوك هوردي عناصر أفقية ط. | 13-Mar-23 08:00 AM | 14-Mar-23 04:00 PM | 2d | 720,000 SP |
| تركيب حديد التسليح عناصر أفقية ط. | 15-Mar-23 08:00 AM | 21-Mar-23 04:00 PM | 6d | 576,000 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر أفقية ط. | 22-Mar-23 08:00 AM | 22-Mar-23 04:00 PM | 1d | 6,987,600 SP |
| أعمال فك القالب عناصر أفقية ط. | 10-Apr-23 08:00 AM | 11-Apr-23 04:00 PM | 2d | 288,000 SP |
| أعمال الطابق الاول | 22-Mar-23 08:00 AM | 04-May-23 04:00 PM | 38d | 31,096,800 SP |
| العناصر الشاقولية | 22-Mar-23 08:00 AM | 30-Mar-23 04:00 PM | 8d | 7,268,200 SP |
| تفصيل حديد التسليح عناصر شاقولية ط1 | 22-Mar-23 08:00 AM | 23-Mar-23 04:00 PM | 2d | 3,734,000 SP |
| تركيب حديد التسليح عناصر شاقولية ط1 | 23-Mar-23 08:00 AM | 25-Mar-23 04:00 PM | 2d | 192,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب عناصر شاقولية ط1 | 26-Mar-23 08:00 AM | 28-Mar-23 04:00 PM | 3d | 953,000 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر شاقولية ط1 | 29-Mar-23 08:00 AM | 29-Mar-23 12:00 PM | 0d 4h | 2,293,200 SP |
| أعمال فك القالب عناصر شاقولية ط1 | 30-Mar-23 08:00 AM | 30-Mar-23 04:00 PM | 1d | 96,000 SP |
| العناصر الأفقية | 26-Mar-23 08:00 AM | 04-May-23 04:00 PM | 35d | 23,828,600 SP |
| تفصيل حديد التسليح عناصر أفقية ط1 | 26-Mar-23 08:00 AM | 01-Apr-23 04:00 PM | 6d | 13,134,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب عناصر أفقية ط1 | 01-Apr-23 08:00 AM | 04-Apr-23 04:00 PM | 4d | 2,123,000 SP |
| توزيع بلوك هوردي عناصر أفقية ط1 | 05-Apr-23 08:00 AM | 06-Apr-23 04:00 PM | 2d | 720,000 SP |
| تركيب حديد التسليح عناصر أفقية ط1 | 08-Apr-23 08:00 AM | 13-Apr-23 04:00 PM | 6d | 576,000 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر أفقية ط1 | 15-Apr-23 08:00 AM | 15-Apr-23 04:00 PM | 1d | 6,987,600 SP |

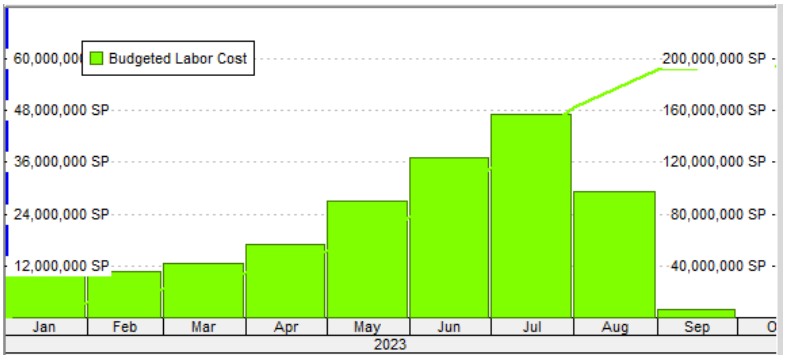


| أعمال الانهاء الداخلي | 12-Apr-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 125d 4h | 571,036,825 SP |
|---|---|---|---|---|
| أعمال انهاء الطابق الأرضي | 12-Apr-23 08:00 AM | 02-Jul-23 04:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| أعمال البلوك ط. | 12-Apr-23 08:00 AM | 25-Apr-23 04:00 PM | 12d | 3,530,500 SP |
| أعمال سواد الصحية ط. | 26-Apr-23 08:00 AM | 01-May-23 04:00 PM | 5d | 10,480,000 SP |
| أعمال سواد الكهرباء ط. | 26-Apr-23 08:00 AM | 04-May-23 04:00 PM | 8d | 13,152,000 SP |
| أعمال ملابن خشبية ط. | 26-Apr-23 08:00 AM | 27-Apr-23 04:00 PM | 2d | 3,000,000 SP |
| أعمال اللياسة ط. | 06-May-23 08:00 AM | 22-May-23 04:00 PM | 15d | 3,380,500 SP |
| أعمال البلاط ط. | 23-May-23 08:00 AM | 28-May-23 04:00 PM | 5d | 3,641,000 SP |
| أعمال سيراميك ط. | 23-May-23 08:00 AM | 30-May-23 04:00 PM | 7d | 4,126,400 SP |
| أعمال ألمنيوم ط. | 29-May-23 08:00 AM | 01-Jun-23 04:00 PM | 4d | 3,000,000 SP |
| أعمال بياض الكهرباء ط. | 29-May-23 08:00 AM | 03-Jun-23 04:00 PM | 5d | 12,960,000 SP |
| أعمال المنجور الخشبي النهائي ط. | 29-May-23 08:00 AM | 31-May-23 04:00 PM | 3d | 8,000,000 SP |
| أعمال نعلة ط. | 29-May-23 08:00 AM | 30-May-23 04:00 PM | 2d | 3,102,300 SP |
| أعمال بياض الصحية ط. | 31-May-23 08:00 AM | 04-Jun-23 04:00 PM | 4d | 10,768,000 SP |
| أعمال الدهان ط. | 04-Jun-23 08:00 AM | 22-Jun-23 04:00 PM | 17d | 6,792,000 SP |
| أكسسوارات كهرباء ط. | 24-Jun-23 08:00 AM | 25-Jun-23 04:00 PM | 2d | 6,048,000 SP |
| أعمال الدهان النهائية ط. | 26-Jun-23 08:00 AM | 02-Jul-23 04:00 PM | 6d | 2,796,000 SP |
| أعمال انهاء الطابق الأول | 06-May-23 08:00 AM | 25-Jul-23 04:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| أعمال البلوك ط1 | 06-May-23 08:00 AM | 18-May-23 04:00 PM | 12d | 3,530,500 SP |
| أعمال سواد الصحية ط1 | 20-May-23 08:00 AM | 24-May-23 04:00 PM | 5d | 10,480,000 SP |
| أعمال سواد الكهرباء ط1 | 20-May-23 08:00 AM | 28-May-23 04:00 PM | 8d | 13,152,000 SP |
| أعمال ملابن خشبية ط1 | 20-May-23 08:00 AM | 21-May-23 04:00 PM | 2d | 3,000,000 SP |
| أعمال اللياسة ط1 | 29-May-23 08:00 AM | 14-Jun-23 04:00 PM | 15d | 3,380,500 SP |
| أعمال البلاط ط1 | 15-Jun-23 08:00 AM | 20-Jun-23 04:00 PM | 5d | 3,641,000 SP |
| أعمال سيراميك ط1 | 15-Jun-23 08:00 AM | 22-Jun-23 04:00 PM | 7d | 4,126,400 SP |
| أعمال ألمنيوم ط1 | 21-Jun-23 08:00 AM | 25-Jun-23 04:00 PM | 4d | 3,000,000 SP |
| أعمال بياض الكهرباء ط1 | 21-Jun-23 08:00 AM | 26-Jun-23 04:00 PM | 5d | 12,960,000 SP |

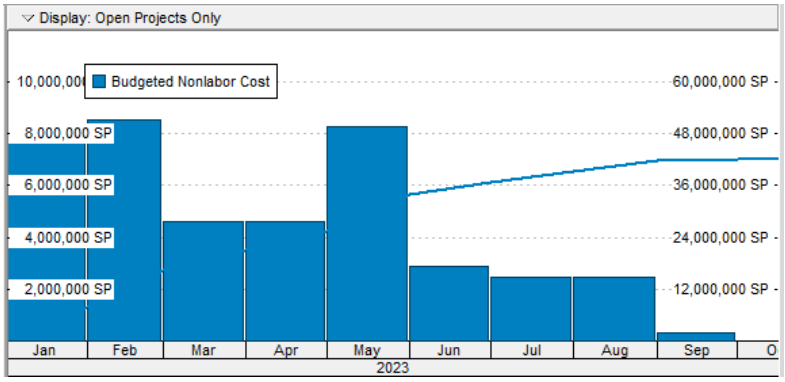
## مخطط الكلف الشهرية والتراكمية للأعمال خلال دورة حياة المشروع :



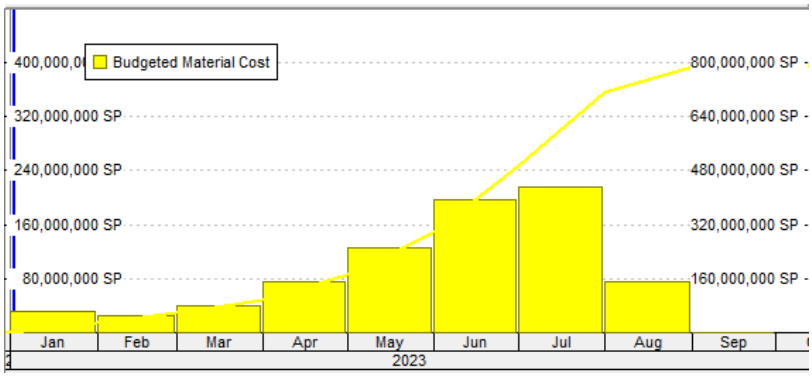

## مخطط الكلف الشهرية والتراكمية للعمالة خلال دورة حياة المشروع:




## مخطط الكلف الشهرية والتراكمية للآليات خلال دورة حياة المشروع:




## مخطط الكلف الشهرية والتراكمية للمواد خلال دورة حياة المشروع:



## نستعرض فيما يلي بعض تقارير المشروع:

- تقرير WBS:

مشروعA 25-Nov-22 01:12 AM

### WBS

| WBS Code | WBS Name | Start | Finish | BL Project Duration | BL Project Total Cost |
|---|---|---|---|---|---|
| 6-4 | مشروعA | 02-Jan-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 211d 4h | 1,023,606,125 SP |
| 6-4.1 | الأعمال التحضيرية | 02-Jan-23 08:00 AM | 13-Jan-23 04:00 PM | 10d | 10,192,000 SP |
| 6-4.2 | الأعمال الترابية | 08-Jan-23 08:00 AM | 12-Feb-23 04:00 PM | 31d | 6,856,000 SP |
| 6-4.4 | أعمال تحت الارض | 02-Jan-23 08:00 AM | 28-Feb-23 04:00 PM | 50d | 52,739,600 SP |
| 6-4.4.3 | أعمال الاساسات | 02-Jan-23 08:00 AM | 28-Feb-23 04:00 PM | 50d | 51,761,600 SP |
| 6-4.4.3.1 | بيتون لطفة | 14-Jan-23 08:00 AM | 16-Jan-23 12:00 PM | 2d 4h | 1,435,200 SP |
| 6-4.4.3.2 | أساسات معزولة | 02-Jan-23 08:00 AM | 29-Jan-23 04:00 PM | 24d | 22,296,400 SP |
| 6-4.4.3.3 | رقاب الاعمدة | 30-Jan-23 08:00 AM | 04-Feb-23 04:00 PM | 5d | 3,071,400 SP |
| 6-4.4.3.4 | ميدانجات | 24-Jan-23 12:00 PM | 18-Feb-23 04:00 PM | 21d 4h | 3,576,400 SP |
| 6-4.4.3.5 | أرضية الأرضي | 14-Feb-23 08:00 AM | 28-Feb-23 04:00 PM | 13d | 21,382,200 SP |
| 6-4.4.1 | أعمال الدرل | 05-Feb-23 08:00 AM | 07-Feb-23 04:00 PM | 3d | 978,000 SP |
| 6-4.5 | أعمال فوق الارض | 26-Feb-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 164d 4h | 863,770,525 SP |
| 6-4.5.1 | أعمال الهيكل | 26-Feb-23 08:00 AM | 20-Jun-23 12:00 PM | 98d 4h | 190,296,200 SP |
| 6-4.5.1.15 | أعمال اطباق الارضي | 26-Feb-23 08:00 AM | 11-Apr-23 04:00 PM | 39d | 31,096,800 SP |
| 6-4.5.1.15.1 | العناصر الشاقولية | 26-Feb-23 08:00 AM | 07-Mar-23 04:00 PM | 9d | 7,268,200 SP |

| WBS Code | WBS Name | Start | Finish | BL Project Duration | BL Project Total Cost |
|---|---|---|---|---|---|
| 6-4.5.1.5.2 | العناصر الأفقية | 30-Apr-23 08:00 AM | 08-Jun-23 12:00 PM | 34d 4h | 23,828,600 SP |
| 6-4.5.1.6 | أعمال اطباق الخدس | 30-Apr-23 08:00 AM | 15-Jun-23 12:00 PM | 40d 4h | 31,096,800 SP |
| 6-4.5.1.6.1 | العناصر الشاقولية | 30-Apr-23 08:00 AM | 11-May-23 12:00 PM | 10d 4h | 7,268,200 SP |
| 6-4.5.1.6.2 | العناصر الأفقية | 06-May-23 12:00 PM | 15-Jun-23 12:00 PM | 35d | 23,828,600 SP |
| 6-4.5.1.1 | أعمال اطباق السطح | 25-May-23 12:00 PM | 20-Jun-23 12:00 PM | 22d | 3,715,400 SP |
| 6-4.5.1.1.1 | العناصر الشاقولية | 25-May-23 12:00 PM | 29-May-23 04:00 PM | 3d 4h | 1,308,200 SP |
| 6-4.5.1.1.2 | العناصر الأفقية | 27-May-23 12:00 PM | 20-Jun-23 12:00 PM | 21d | 2,407,200 SP |
| 6-4.5.3 | أعمال الاكساء | 12-Apr-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 125d 4h | 673,474,325 SP |
| 6-4.5.3.1 | أعمال الاكساء الداخلي | 12-Apr-23 08:00 AM | 05-Sep-23 12:00 PM | 125d 4h | 571,038,825 SP |
| 6-4.5.3.1.1 | أعمال اكساء اطباق الأرضي | 12-Apr-23 08:00 AM | 02-Jul-23 04:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| 6-4.5.3.1.5 | أعمال اكساء اطباق الأول | 06-May-23 08:00 AM | 25-Jul-23 04:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| 6-4.5.3.1.4 | أعمال اكساء اطباق الثاني | 28-May-23 12:00 PM | 17-Aug-23 12:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| 6-4.5.3.1.6 | أعمال اكساء اطباق الثالث | 04-Jun-23 12:00 PM | 24-Aug-23 12:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| 6-4.5.3.1.2 | أعمال اكساء اطباق الرابع | 08-Jun-23 12:00 PM | 29-Aug-23 12:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| 6-4.5.3.1.7 | أعمال اكساء اطباق الخدس | 15-Jun-23 12:00 PM | 05-Sep-23 12:00 PM | 70d | 94,776,700 SP |
| 6-4.5.3.1.3 | أعمال السطح | 29-Jun-23 12:00 PM | 11-Jul-23 12:00 PM | 10d | 2,376,825 SP |
| 6-4.5.3.2 | أعمال الاكساء الخارجي | 18-Jun-23 12:00 PM | 17-Jul-23 12:00 PM | 25d | 102,437,500 SP |
| **Total** | | **02-Jan-23 08:00 AM** | **05-Sep-23 12:00 PM** | **211d 4h** | **1,023,606,125 SP** |

- مقتطفات من تقرير الموارد:

## Resource

| Activity ID | Activity Name | Budgeted Total Cost | Resources |
|---|---|---|---|
| A1000 | أعمال حفر | 3,592,000 SP | bager, track |
| A1020 | أعمال صب بيتون نظافة | 1,251,200 SP | mixer, pump, vibrator, concrete 200, carpenter |
| A1030 | أعمال صب البيتون أساسات | 6,236,400 SP | mixer, pump, vibrator, concrete 350, carpenter |
| A1050 | أعمال عزل الأساسات | 612,000 SP | isolation worker, insulation materials |
| A1060 | أعمال عزل الرقاب | 366,000 SP | insulation materials, isolation worker |
| A11540 | أعمال البلوك بلد | 3,530,500 SP | block worker, block 10cm, plaster, block 20cm, block 15 |

| Activity ID | Activity Name | Budgeted Total Cost | Resources |
|---|---|---|---|
| A12160 | أعمال تركيب القالب الخشب عناصر شاقولية مطه | 953,000 SP | formwork, carpenter |
| A12170 | أعمال فك القالب عناصر شاقولية مطه | 96,000 SP | carpenter |
| A12180 | توزيع بلوك هوردي عناصر أفقية مطه | 720,000 SP | block worker, hourdy block |
| A12580 | تركيب حديد التسليح عناصر شاقولية السطح | 48,000 SP | smith |
| A12590 | تركيب حديد التسليح عناصر أفقية السطح | 48,000 SP | smith |
| A12600 | أعمال البلوك السطح | 897,625 SP | block worker, block 10cm, plaster |
| A12610 | أعمال صب البيتون عناصر شاقولية السطح | 793,200 SP | mixer, pump, vibrator, concrete 350, carpenter |
| A12620 | أعمال صب البيتون عناصر أفقية السطح | 1,141,200 SP | mixer, pump, vibrator, concrete 350, carpenter |
| A12630 | أعمال تركيب القالب الخشب عناصر شاقولية السطح | 73,000 SP | formwork, carpenter |
| A12640 | تفصيل حديد التسليح عناصر شاقولية السطح | 370,000 SP | smith, Reinforcing |

| Activity ID | Activity Name | Budgeted Total Cost | Resources |
|---|---|---|---|
| | | | electricty |
| A13510 | أعمال البلوك ط٣ | 3,530,500 SP | block worker, block 10cm, plaster, block 20cm, block 15 |
| A13520 | أعمال سوداء صحية ط٣ | 10,480,000 SP | saintary worker, primary saintary |
| A13530 | أعمال سوداء كهرباء ط٣ | 13,152,000 SP | electricity worker, primary electricity |
| A13540 | أعمال مالتين خشبية ط٣ | 3,000,000 SP | primary joinery |
| A13550 | أعمال البياسة ط٣ | 3,380,500 SP | plaster worker, plaster |
| A13560 | أعمال البلاط ط٣ | 3,641,000 SP | tiles worker, tiles, sand, plaster |
| A13570 | أعمال ألمنيوم ط٣ | 3,000,000 SP | aluminium |
| A13580 | أعمال الدهان ط٣ | 6,792,000 SP | paint worker, tow layers paint |

مقتطفات من تقرير الأنشطة:

## Activities

| WBS<br>Activity ID | Activity Name | Start | Finish | Budgeted Labor Cost | Budgeted Material Cost | Budgeted Nonlabor Cost | Budgeted Total Cost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6-4 مشروع A | | | | | | | |
| A14120 | تكليف غير مباشرة | 02-Jan-23 08:00 AM | 06-Sep-23 12:00 PM | 70,752.000 SP | 0 SP | 19,296.000 SP | 90,048.000 SP |
| 6-4.1 الأعمال التحضيرية | | | | | | | |
| A1390 | أعمال صاحبة | 05-Jan-23 08:00 AM | 07-Jan-23 04:00 PM | 192.000 SP | 0 SP | 0 SP | 192.000 SP |
| A6000 | تجهيز موقع | 02-Jan-23 08:00 AM | 13-Jan-23 04:00 PM | 0 SP | 10,000.000 SP | 0 SP | 10,000.000 SP |
| **Subtotal** | | **02-Jan-23 08:00 AM** | **13-Jan-23 04:00 PM** | **192.000 SP** | **10,000.000 SP** | **0 SP** | **10,192.000 SP** |
| 6-4.2 الأعمال الترابية | | | | | | | |
| A1000 | أعمال حفر | 08-Jan-23 08:00 AM | 12-Jan-23 04:00 PM | 0 SP | 0 SP | 3,592.000 SP | 3,592.000 SP |
| A6010 | أعمال ردم | 08-Feb-23 08:00 AM | 12-Feb-23 04:00 PM | 0 SP | 0 SP | 3,264.000 SP | 3,264.000 SP |
| **Subtotal** | | **08-Jan-23 08:00 AM** | **12-Feb-23 04:00 PM** | **0 SP** | **0 SP** | **6,856.000 SP** | **6,856.000 SP** |
| 6-4.4 أعمال تحت الارض | | | | | | | |
| 6-4.4.3 أعمال الاساسات | | | | | | | |
| 6-4.4.3.1 بيتون النظافة | | | | | | | |
| A1020 | أعمال صب بيتون نظافة | 15-Jan-23 08:00 AM | 15-Jan-23 12:00 PM | 72.000 SP | 560.000 SP | 619.200 SP | 1,251.200 SP |
| A6020 | أعمال تركيب قالب خشب بيتون نظافة | 14-Jan-23 08:00 AM | 14-Jan-23 04:00 PM | 48.000 SP | 112.000 SP | 0 SP | 160.000 SP |
| A6030 | أعمال فك قالب بيتون نظافة | 16-Jan-23 08:00 AM | 16-Jan-23 12:00 PM | 24.000 SP | 0 SP | 0 SP | 24.000 SP |
| **Subtotal** | | **14-Jan-23 08:00 AM** | **16-Jan-23 12:00 PM** | **144.000 SP** | **672.000 SP** | **619.200 SP** | **1,435.200 SP** |

## Activities

| WBS<br>Activity ID | Activity Name | Start | Finish | Budgeted Labor Cost | Budgeted Material Cost | Budgeted Nonlabor Cost | Budgeted Total Cost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6-4.4.3.2 أساسات مغرفة | | | | | | | |
| A1030 | أعمال صب البيتون أساسات | 28-Jan-23 08:00 AM | 28-Jan-23 12:00 PM | 48.000 SP | 4,950.000 SP | 1,238.400 SP | 6,236.400 SP |
| A1330 | أعمال فك القالب أساسات | 29-Jan-23 08:00 AM | 29-Jan-23 04:00 PM | 96.000 SP | 0 SP | 0 SP | 96.000 SP |
| A6040 | تركيب حديد التسليح أساسات | 18-Jan-23 12:00 PM | 24-Jan-23 12:00 PM | 648.000 SP | 0 SP | 0 SP | 648.000 SP |
| A6050 | أعمال تركيب القالب الخشبي أساسات | 24-Jan-23 12:00 PM | 26-Jan-23 04:00 PM | 240.000 SP | 602.000 SP | 0 SP | 842.000 SP |
| E10 | تفصيل حديد التسليح أساسات | 02-Jan-23 08:00 AM | 09-Jan-23 04:00 PM | 720.000 SP | 13,754.000 SP | 0 SP | 14,474.000 SP |
| **Subtotal** | | **02-Jan-23 08:00 AM** | **29-Jan-23 04:00 PM** | **1,752.000 SP** | **19,306.000 SP** | **1,238.400 SP** | **22,296.400 SP** |
| 6-4.4.3.3 رقاب الاعمدة | | | | | | | |
| A6060 | أعمال تركيب القالب الخشبي رقاب أعمدة | 30-Jan-23 08:00 AM | 01-Feb-23 04:00 PM | 288.000 SP | 651.000 SP | 0 SP | 939.000 SP |
| A6070 | أعمال صب البيتون رقاب أعمدة | 02-Feb-23 08:00 AM | 02-Feb-23 12:00 PM | 48.000 SP | 750.000 SP | 1,238.400 SP | 2,036.400 SP |
| A6080 | أعمال فك القالب رقاب أعمدة | 04-Feb-23 08:00 AM | 04-Feb-23 04:00 PM | 96.000 SP | 0 SP | 0 SP | 96.000 SP |
| **Subtotal** | | **30-Jan-23 08:00 AM** | **04-Feb-23 04:00 PM** | **432.000 SP** | **1,401.000 SP** | **1,238.400 SP** | **3,071.400 SP** |
| 6-4.4.3.4 شناجات | | | | | | | |
| A6090 | تفصيل حديد التسليح شناجات | 24-Jan-23 12:00 PM | 25-Jan-23 12:00 PM | 48.000 SP | 966.000 SP | 0 SP | 1,014.000 SP |
| A6100 | تركيب حديد التسليح شناجات | 13-Feb-23 08:00 AM | 13-Feb-23 04:00 PM | 48.000 SP | 0 SP | 0 SP | 48.000 SP |
| A6110 | أعمال تركيب القالب الخشبي شناجات | 14-Feb-23 08:00 AM | 15-Feb-23 04:00 PM | 192.000 SP | 490.000 SP | 0 SP | 682.000 SP |

© Oracle Corporation

# Activities

| WBS<br>Activity ID | Activity Name | Start | Finish | Budgeted Labor Cost | Budgeted Material Cost | Budgeted Nonlabor Cost | Budgeted Total Cost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A6120 | أعمال صب البلوين شمالجات | 16-Feb-23 08:00 AM | 16-Feb-23 12:00 PM | 48,000 SP | 450,000 SP | 1,238,400 SP | 1,736,400 SP |
| A6130 | أعمال فك قالب شمالجات | 18-Feb-23 08:00 AM | 18-Feb-23 04:00 PM | 96,000 SP | 0 SP | 0 SP | 96,000 SP |
| **Subtotal** | | **24-Jan-23 12:00 PM** | **18-Feb-23 04:00 PM** | **432,000 SP** | **1,906,000 SP** | **1,238,400 SP** | **3,576,400 SP** |
| **6-4.4.3.5 أرضية الأرضي** | | | | | | | |
| A1620 | أعمال فك قالب أرضية الأرضي | 28-Feb-23 08:00 AM | 28-Feb-23 04:00 PM | 48,000 SP | 0 SP | 0 SP | 48,000 SP |
| A6140 | تفصيل حديد التسليح أرضية الأرضي | 14-Feb-23 08:00 AM | 20-Feb-23 04:00 PM | 576,000 SP | 13,202,000 SP | 0 SP | 13,778,000 SP |
| A6150 | تركيب حديد التسليح أرضية الأرضي | 19-Feb-23 08:00 AM | 25-Feb-23 04:00 PM | 576,000 SP | 0 SP | 0 SP | 576,000 SP |
| A6160 | أعمال تركيب قالب الخشبي أرضية الأرضي | 26-Feb-23 08:00 AM | 26-Feb-23 04:00 PM | 48,000 SP | 91,000 SP | 0 SP | 139,000 SP |
| A6170 | أعمال صب البلوين أرضية الأرضي | 27-Feb-23 08:00 AM | 27-Feb-23 12:00 PM | 72,000 SP | 6,150,000 SP | 619,200 SP | 6,841,200 SP |
| **Subtotal** | | **14-Feb-23 08:00 AM** | **28-Feb-23 04:00 PM** | **1,320,000 SP** | **19,443,000 SP** | **619,200 SP** | **21,382,200 SP** |
| **Subtotal** | | **02-Jan-23 08:00 AM** | **28-Feb-23 04:00 PM** | **4,080,000 SP** | **42,728,000 SP** | **4,953,600 SP** | **51,761,600 SP** |
| **6-4.4.1 أعمال العزل** | | | | | | | |
| A1050 | أعمال عزل الأساسات | 05-Feb-23 08:00 AM | 06-Feb-23 04:00 PM | 192,000 SP | 420,000 SP | 0 SP | 612,000 SP |
| A1060 | أعمال عزل الرقاب | 07-Feb-23 08:00 AM | 07-Feb-23 04:00 PM | 96,000 SP | 270,000 SP | 0 SP | 366,000 SP |
| **Subtotal** | | **05-Feb-23 08:00 AM** | **07-Feb-23 04:00 PM** | **288,000 SP** | **690,000 SP** | **0 SP** | **978,000 SP** |

© Oracle Corporation


# Activities

| WBS<br>Activity ID | Activity Name | Start | Finish | Budgeted Labor Cost | Budgeted Material Cost | Budgeted Nonlabor Cost | Budgeted Total Cost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Subtotal** | | **12-Apr-23 08:00 AM** | **02-Jul-23 04:00 PM** | **15,168,000 SP** | **79,608,700 SP** | **0 SP** | **94,776,700 SP** |
| **6-4.5.3.1.5 أعمال قساء الطابق الأول** | | | | | | | |
| A13250 | أعمال الزلاط ط١ | 06-May-23 08:00 AM | 18-May-23 04:00 PM | 1,152,000 SF | 2,378,500 SF | 0 SP | 3,530,500 SF |
| A13260 | أعمال سواد الصحية ط١ | 20-May-23 08:00 AM | 24-May-23 04:00 PM | 480,000 SF | 10,000,000 SF | 0 SP | 10,480,000 SF |
| A13270 | أعمال سواد الكهرباء ط١ | 20-May-23 08:00 AM | 28-May-23 04:00 PM | 1,152,000 SF | 12,000,000 SF | 0 SP | 13,152,000 SF |
| A13280 | أعمال ماتين حجرية ط١ | 20-May-23 08:00 AM | 21-May-23 04:00 PM | 0 SF | 3,000,000 SF | 0 SP | 3,000,000 SF |
| A13290 | أعمال البلاطة ط١ | 29-May-23 08:00 AM | 14-Jun-23 04:00 PM | 2,880,000 SF | 500,500 SF | 0 SP | 3,380,500 SF |
| A13300 | أعمال البلاطة ط١ | 15-Jun-23 08:00 AM | 20-Jun-23 04:00 PM | 768,000 SF | 2,873,000 SF | 0 SP | 3,641,000 SF |
| A13310 | أعمال الفيوم ط١ | 21-Jun-23 08:00 AM | 25-Jun-23 04:00 PM | 0 SF | 3,000,000 SF | 0 SP | 3,000,000 SF |
| A13320 | أعمال الدهان ط١ | 27-Jun-23 08:00 AM | 16-Jul-23 04:00 PM | 4,080,000 SF | 2,712,000 SF | 0 SP | 6,792,000 SF |
| A13330 | أعمال بياض الصحية ط١ | 24-Jun-23 08:00 AM | 27-Jun-23 04:00 PM | 768,000 SF | 10,000,000 SF | 0 SP | 10,768,000 SF |
| A13340 | أعمال بياض الكهرباء ط١ | 21-Jun-23 08:00 AM | 26-Jun-23 04:00 PM | 960,000 SF | 12,000,000 SF | 0 SP | 12,960,000 SF |
| A13350 | أعمال الحجر الخشبي الباقي ط١ | 21-Jun-23 08:00 AM | 24-Jun-23 04:00 PM | 0 SF | 8,000,000 SF | 0 SP | 8,000,000 SF |
| A13360 | أعمال سيراميك ط١ | 15-Jun-23 08:00 AM | 22-Jun-23 04:00 PM | 1,152,000 SF | 2,974,400 SF | 0 SP | 4,126,400 SF |
| A13370 | أعمال نظافة ط١ | 21-Jun-23 08:00 AM | 22-Jun-23 04:00 PM | 288,000 SF | 2,814,300 SF | 0 SP | 3,102,300 SF |
| A13380 | أعمال الدهان الباقية ط١ | 19-Jul-23 08:00 AM | 25-Jul-23 04:00 PM | 1,440,000 SF | 1,356,000 SF | 0 SP | 2,796,000 SF |

مقتطفات من تقرير التدفق النقدي:

**cash flow**

| Activity Name | Project Total Cost 01-Jan-23 - 30-Sep-23 | Jan 2023 | Feb 2023 | Mar 2023 | Apr 2023 | May 2023 | Jun 2023 | Jul 2023 | Aug 2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أعمال حفر | BL | 3,592,000 SP | | | | | | | |
| | Cum BL | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP | 3,592,000 SP |
| أعمال صب بيتون نظافة | BL | 1,251,200 SP | | | | | | | |
| | Cum BL | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP | 1,251,200 SP |
| أعمال صب بيتون أساسات | BL | 6,236,400 SP | | | | | | | |
| | Cum BL | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP | 6,236,400 SP |
| أعمال عزل الأساسات | BL | | 612,000 SP | | | | | | |
| | Cum BL | | 612,000 SP | 612,000 SP | 612,000 SP | 612,000 SP | 612,000 SP | 612,000 SP | 612,000 SP |
| أعمال عزل الرقاب | BL | | 366,000 SP | | | | | | |
| | Cum BL | | 366,000 SP | 366,000 SP | 366,000 SP | 366,000 SP | 366,000 SP | 366,000 SP | 366,000 SP |
| أعمال البلوك ط1 | BL | | | | 3,530,500 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 3,530,500 SP | 3,530,500 SP | 3,530,500 SP | 3,530,500 SP | 3,530,500 SP |
| أعمال سود الصحية ط1 | BL | | | | 8,384,000 SP | 2,096,000 SP | | | |
| | Cum BL | | | | 8,384,000 SP | 10,480,000 SP | 10,480,000 SP | 10,480,000 SP | 10,480,000 SP |
| أعمال سود الكهرباء ط1 | BL | | | | 6,576,000 SP | 6,576,000 SP | | | |
| | Cum BL | | | | 6,576,000 SP | 13,152,000 SP | 13,152,000 SP | 13,152,000 SP | 13,152,000 SP |
| أعمال ماتين حديد ط1 | BL | | | | 3,000,000 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP |
| أعمال البياض ط1 | BL | | | | | 3,380,500 SP | | | |
| | Cum BL | | | | | 3,380,500 SP | 3,380,500 SP | 3,380,500 SP | 3,380,500 SP |
| أعمال الدهانات ط1 | BL | | | | | 3,641,000 SP | | | |
| | Cum BL | | | | | 3,641,000 SP | 3,641,000 SP | 3,641,000 SP | 3,641,000 SP |
| أعمال السيراميك ط1 | BL | | | | | 2,250,000 SP | 750,000 SP | | |
| | Cum BL | | | | | 2,250,000 SP | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP |

**cash flow**

| Activity Name | Project Total Cost 01-Jan-23 - 30-Sep-23 | Jan 2023 | Feb 2023 | Mar 2023 | Apr 2023 | May 2023 | Jun 2023 | Jul 2023 | Aug 2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cum BL | | | | | | 288,000 SP | 288,000 SP | 288,000 SP |
| تركيب حديد السليح عناصر افقية ط٣ | BL | | | | | 576,000 SP | | | |
| | Cum BL | | | | | 576,000 SP | 576,000 SP | 576,000 SP | 576,000 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر افقية ط٣ | BL | | | | | 6,987,600 SP | | | |
| | Cum BL | | | | | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر شاقولية ط٣ | BL | | | | 2,293,200 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 2,293,200 SP | 2,293,200 SP | 2,293,200 SP | 2,293,200 SP | 2,293,200 SP |
| تفصيل حديد السليح عناصر افقية ط٣ | BL | | | | 13,134,000 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 13,134,000 SP | 13,134,000 SP | 13,134,000 SP | 13,134,000 SP | 13,134,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب عناصر افقية ط٣ | BL | | | | 530,750 SP | 1,592,250 SP | | | |
| | Cum BL | | | | 530,750 SP | 2,123,000 SP | 2,123,000 SP | 2,123,000 SP | 2,123,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب عناصر شاقولية ط٣ | BL | | | | 953,000 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 953,000 SP | 953,000 SP | 953,000 SP | 953,000 SP | 953,000 SP |
| أعمال فك القالب عناصر شاقولية ط٣ | BL | | | | 96,000 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 96,000 SP | 96,000 SP | 96,000 SP | 96,000 SP | 96,000 SP |
| توزيع بلوك هوردي عناصر افقية ط٣ | BL | | | | | 720,000 SP | | | |
| | Cum BL | | | | | 720,000 SP | 720,000 SP | 720,000 SP | 720,000 SP |
| أعمال فك القالب عناصر افقية ط١ | BL | | | | | 288,000 SP | | | |
| | Cum BL | | | | | 288,000 SP | 288,000 SP | 288,000 SP | 288,000 SP |
| تركيب حديد السليح عناصر افقية ط١ | BL | | | | 576,000 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 576,000 SP | 576,000 SP | 576,000 SP | 576,000 SP | 576,000 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر افقية ط١ | BL | | | | 6,987,600 SP | | | | |
| | Cum BL | | | | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP | 6,987,600 SP |
| أعمال صب البيتون عناصر شاقولية ط١ | BL | | | 2,293,200 SP | | | | | |

## cash flow

| Activity Name | Project Total Cost 01-Jan-23 - 30-Sep-23 | Jan 2023 | Feb 2023 | Mar 2023 | Apr 2023 | May 2023 | Jun 2023 | Jul 2023 | Aug 2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cum BL | | | | | | 4,126,400 SP | 4,126,400 SP | 4,126,400 SP |
| أعمال دهانات | BL | | | | | | 3,102,300 SP | | |
| | Cum BL | | | | | | 3,102,300 SP | 3,102,300 SP | 3,102,300 SP |
| أعمال الدهان البيطانية | BL | | | | | | | 2,796,000 SP | |
| | Cum BL | | | | | | | 2,796,000 SP | 2,796,000 SP |
| أعمال كهرباء | BL | | | | | | | 6,048,000 SP | |
| | Cum BL | | | | | | | 6,048,000 SP | 6,048,000 SP |
| أعمال البلاك | BL | | | | | | 3,530,500 SP | | |
| | Cum BL | | | | | | 3,530,500 SP | 3,530,500 SP | 3,530,500 SP |
| أعمال سور الصحية | BL | | | | | | 10,480,000 SP | | |
| | Cum BL | | | | | | 10,480,000 SP | 10,480,000 SP | 10,480,000 SP |
| أعمال سور الكهرباء | BL | | | | | | 13,152,000 SP | | |
| | Cum BL | | | | | | 13,152,000 SP | 13,152,000 SP | 13,152,000 SP |
| أعمال مباني خشبية | BL | | | | | | 3,000,000 SP | | |
| | Cum BL | | | | | | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP |
| أعمال البياسة | BL | | | | | | 563,417 SP | 2,817,083 SP | |
| | Cum BL | | | | | | 563,417 SP | 3,380,500 SP | 3,380,500 SP |
| أعمال البلاطة | BL | | | | | | | 3,641,000 SP | |
| | Cum BL | | | | | | | 3,641,000 SP | 3,641,000 SP |
| أعمال السيوم | BL | | | | | | | 3,000,000 SP | |
| | Cum BL | | | | | | | 3,000,000 SP | 3,000,000 SP |
| أعمال الدهان | BL | | | | | | | 1,797,882 SP | 4,994,118 SP |
| | Cum BL | | | | | | | 1,797,882 SP | 6,792,000 SP |
| أعمال بياض الصحية | BL | | | | | | | 10,768,000 SP | |
| | Cum BL | | | | | | | 10,768,000 SP | 10,768,000 SP |

| Project Total COST | Jan-23 | Feb-23 | Mar-23 | Apr-23 | May-23 | Jun-23 | Jul-23 | Aug-23 | Sep-23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02-Jan-23-5-Sep-23 | | | | | | | | | |
| Total Cost | 50,225,330 | 44,728,213 | 56,213,730 | 97,969,647 | 160,514,102 | 237,228,483 | 266,375,565 | 107,229,898 | 3,121,156 |
| Cumulative | 50,225,330 | 94,953,543 | 151,167,273 | 249,136,920 | 409,651,022 | 646,879,505 | 913,255,070 | 1,020,484,968 | 1,023,606,124 |

# القسم الرابع

# تتبع الخطة الزمنية باستخدام مؤشرات القيمة المكتسبة

## مفهوم ادارة القيمة المكتسبة:

تعتبر ادارة القيمة المكتسبة أحد أهم المنهجيات المستخدمة في مراقبة المشروع والتحكم فيه، اذ تعطي تصوراً واضحاً عن حالة المشروع الزمنية والمالية طوال دورة حياته وبالتالي استنتاج الانحرافات الايجابية أو السلبية لأهداف المشروع مقارنة بالخطة الأساسية الموضوعة مسبقا قبل التنفيذ من أجل تنبيه المدراء بالمخاطر المحتملة على مشاريعهم ليتخذوا الاجراءات التصحيحية اللازمة في أبكر وقت ممكن.

بعرف معهد ادارة المشاريع (PMI) ادارة القيمة المكتسبة بأنها المنهجية التي تربط بين نطاق المشروع وجدوله الزمني وتكاليفه لتقييم أداء المشر وع وتقدمه.

## الفوائد العشرة لاستخدام نظام ادارة القيمة المكتسبة:

1. الدمج ما بين الأعمال المعتمدة والموارد المخصصة باستخدام هيكل تجزئة العمل، وهذا الأمر يسمح للشركات على تنظيم وتنسيق مساهمات كل مجال والتأكد من تكامل العمل، الجدول الزمني والتكلفة بالشكل الصحيح.
2. .يقدم نظام ال (EVM) مصدر بيانات مركزي موثوق به، يساعد على اعداد التقارير الدورية بالسرعة المطلوبة ويوفر مزيدا من الوقت للقيام بالتحليلات اللازمة.
3. تساعد الادارة بالاستثناء في التركيز على أكثر المشكلات الحرجة التي تحتاج للرقابة، وتحد من حجم المعلومات التي تحتوي عليها تقارير الادارة واحصائياتها الى بيانات قليلة وتقلل من خطر اهمال أي من القضايا المتعلقة بالمعايير المحددة.
4. اتخاذ أفضل القرارات عن طريق اجراء التحليل في بيانات المشروع التاريخية وينطبق هذا على المؤسسات التي تحافظ على تقاريرها المتسقة على مدى عدة سنوات وخلال عدة مشاريع وبتحليل كل من القرارات الناجحة والفاشلة في المشاريع السابقة تصبح المؤسسات قادرة على اكتساب المعرفة بالنسبة للمشاريع المستقبلية.

5. اكتشاف التباينات الكبيرة في التكلفة والجدول الزمني عندما يصل العمل المخطط الى نسبة الانجاز 10% في أي جزء من المشروع ومن ثم تحديد المشاكل المتعلقة بالأداء والإنتاجية في وقت مبكر من عمر المشروع.
6. الاستدلال من خلال مؤشر أداء التكلفة (CPI) والذي هو ناتج القيمة المكتسبة مقسومة على التكلفة الفعلية على أن المشروع يحقق أداء جيدا بالنسبة للميزانية اذا كانت قيمة المؤشر أعلى من الواحد، كما تفيد القيمة التراكمية للمؤشر في تحديد الحد الأدنى المقبول به لقيمة ال EAC .
7. الاستدلال من خلال مؤشر أداء الج دول الزمني (SPI) والذي هو ناتج القيمة المكتسبة مقسومة على القيمة المخططة على المشاكل المتعلقة بالجدول الزمني والتي تكون ذات أهمية عندما تقع على المسار الحرج. وغالبا ما يتم حل هذه المشاكل عن طريق الانفاق الاضافي، أي أن القيمة السيئة لمؤشر ال (SPI) تكون دليلا على المشاكل اللاحقة المتعلقة بالتكلفة .
8. الدمج ما بين مؤشري ال (SPI) و (CPI) لتقدير الحد الأعلى لقيمة ال EAC . في حين تقدر الحد الأدنى لها من خلال القيمة التراكمية لمؤشر ال CPI ، والنتيجة هي مجال قيمة الEAC لذا عندما يكون تقدير ال EAC التابع للمشروع خارج هذا المجال سوف تكون هناك مشكلة في نظام التقدير لدى المقاول.
9. اظهار اتجاهات أداء التكلفة على المستويات التفصيلية ل WBS من خلال تقارير ال CPI الأسبوعية أو الشهرية.
10. تقييم ال EAC أو الأهداف المالية الأخرى بواسطة مؤشر الأداء الكامل TCPI والذي هو ناتج العمل المتبقي مقسوما على الأموال المتبقية ويشير الى مستوى الأداء الذي يجب تحقيقه للوصول الى الهدف المالي.

## صعوبات تطبيق القيمة المكتسبة في المشاريع:

إن الصعوبات الأساسية التي تصاحب تطبيق هذه المنهجية في المشاريع تعود لعدة أسباب، أهمها الآتي:

1. غياب توثيق/تحديد أو تكامل متطلبات المالك بالدقة التي تعكس احتياجات تلبية أهداف المشروع.

2. عدم الاهتمام الفعلي بالتخطيط الجيد للمشروع، بالتصميم الواضح التفاصيل والادارة الواعية لتجنب الخلافات والمطالبات.
3. ضعف متابعة المشروع أثناء التنفيذ وانتاج التقارير التي تعبّر عن سير المشروع من ناحية الوقت والكلفة.
4. غياب الاستخدام الأمثل للموارد البشرية، المادية والمعدات بالصورة التي تعظم ربحية المقاول من جهة وتنجز الأعمال في أقل وقت من جهة أخرى.
5. عدم الانتباه الى التغييرات التي تصاحب المشروع أثناء تنفيذه أو التأخر في مراجعتها وآلية اعتمادها في الوقت المناسب وتضمينها في الخطة الأساسية المعّدلة للمشروع مما يخلق انحرافاً كبيراً في التكاليف.
6. عدم الانتباه الى التغيرات في تكلفة المواد التي تميل عادة الى الانخفاض في ظل الانكماش، وللارتفاع في حالة التضخم حيث ينتج عنها تغّيرات في قيمة النقود مما يجعل قيم المؤشرات المحسوبة غير صحيحة.
7. تأخر الفواتير عند تسليم العمل، اذ تعتمد بعض المؤسسات على قيم الفواتير لتحديد التكاليف الفعلية المستخدمة في عملية التحليل. وهذه التكاليف تكون غير دقيقة بسبب الفترات الزمنية بين تاريخ انشاء الفاتورة وتاريخ الموافقة عليها.
8. الخبرة المحدودة في مجال ادارة المشاريع الانشائية والضعيفة جدا في أساليب الرقابة الحديثة.

**الخطوات والمراحل العملية:**

تتطلب طريقة لقيمة المكتسبة لحساب مؤشرات أداء المشروع أربع مراحل:

1. وضع الخطة الزمنية والكلفة
2. قياس أداء وتقدم العمل
3. المقارنة بين الفعلي والمخطط
4. اتخاذ الإجراءات الصحيحة

الهدف الأساسي هو استنتاج أي انحراف عن الخطة وذلك في أبكر وقت والقيام بالتصحيح.

**توجد ثلاث قيم أساسية في أصل تحليل القيمة المكتسبة:**

**أولاً:** تكاليف الموازنة للمهام الفردية كما تمت جدولتها في خطة المشروع، استناداً إلى تكلفة الموارد التي تم تعيينها لتلك المهام**(BCWS)**

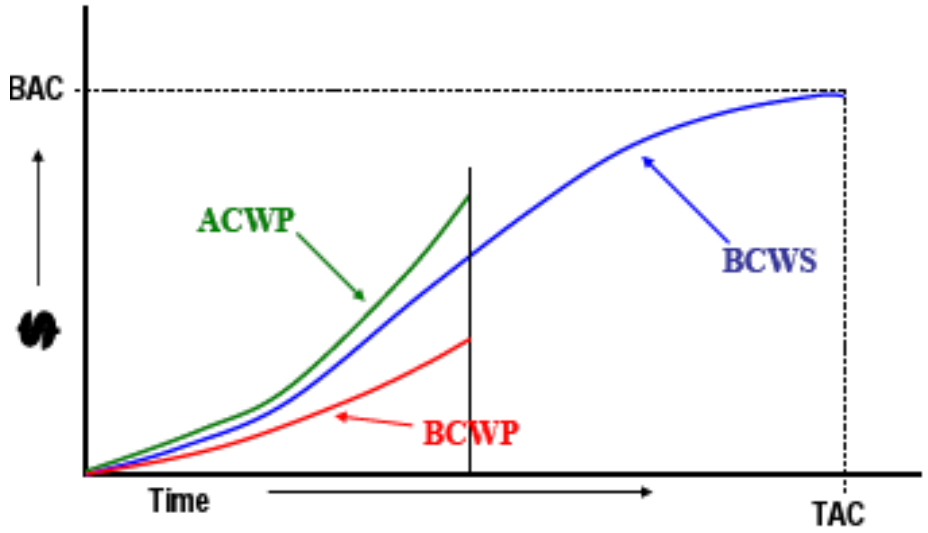
يتم حساب تكلفة الموازنة للعمل المجدول كتكاليف أساس تراكمية موزعة على الوقت حتى تاريخ الحالة أو تاريخ اليوم

**ثانياً:** التكلفة الفعلية للعمل المنجز **(ACWP)** تعرض التكاليف الفعلية التي يتم حسابها للعمل الذي تم إنجازه بالفعل حتى تاريخ حالة المشروع أو تاريخ اليوم

**ثالثاً:** تكلفة الموازنة للعمل المنجز الجزء من المي ا زنية الذي كان يجب إنفاقه على نسبة **(BCWP)** معينة من العمل المنجز في مهمة ما وهو حقل القيمة المكتسبة.

**رابعاً:** التكلفة التقديرية عند نهاية المشروع أو التكلفة الكلية للمشروع **(BAC)**.

**خامساً:** الزمن المقدر لتنفيذ المشروع **(TAC)**.




**حساب الانحرافات ومؤشرات الأداء:**

انطلاقاً من هذه المتحولات الثلاث يمكن حساب نوعين من الانحرافات:

- الانحراف الزمني (SV) Schedule Variance:

يعبر عن مدى تقيد الاعمال ضمن المشروع بالخطة الزمنية الموضوعة ويحسب من: SV =

BCWP – BCWS

يعبر عن الانحراف الزمني بوحدة مالية وليس زمنية / ما تم استهلاكه من الموازنة

- انحراف الكلفة(CV) Cost Variance :

يعبر عن مدى مطابقة ما تم صرفه على تنفيذ المنجز مع ما كان من المفترض أن يتم صرفه:

CV = BCWP – ACWP

- مؤشر الأداء الزمني schedule performance index ( SPI ) :

تعبر عن النسبة المئوية للاختلاف بين التكلفة المخططة والقيمة المستحقة:

SPI = BCWP / BCWS

- مؤشر أداء الكلفة cost performance index ( CPI) :

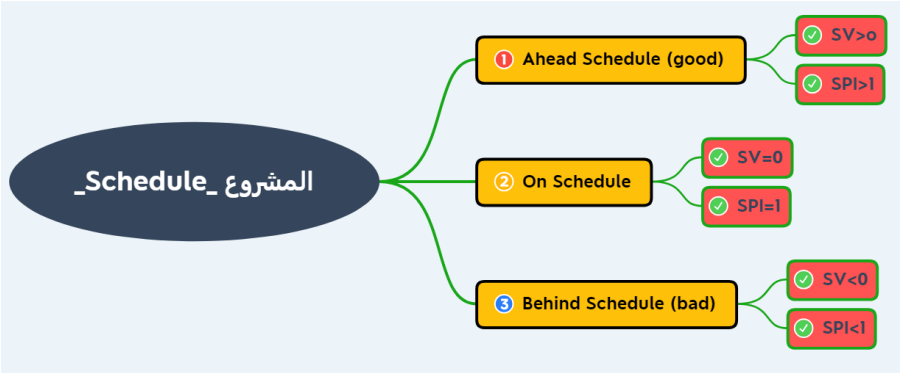
تعبر عن النسبة المئوية للاختلاف بين التكلفة الفعلية والقيمة المستحقة:

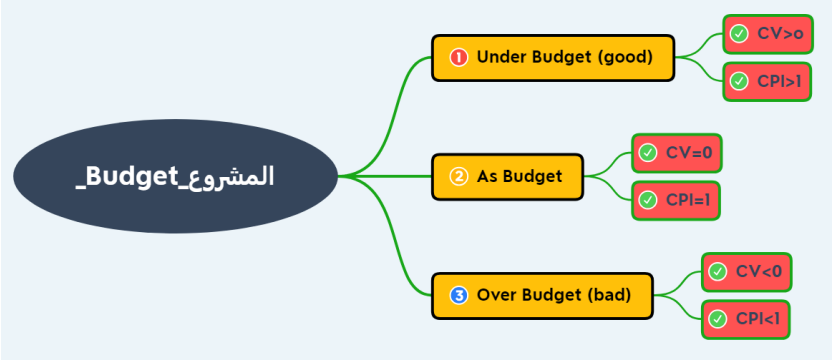
CPI = BCWP / ACWP

- EACوهي التكلفة الكلية المقدرة عند نهاية المشروع نتيجة الانحراف الحادث عند تاريخ المتابعة EAC= BAC / CPI
- ETC هي عبارة عن التكلفة المتبقية والمتوقع ان ينتهي بها المشروع لإكمال المهام :

ETC = EAC – ACWP

- VAC تعبر عن الفارق بين التكلفة الكلية المخططة والتكلفة الكلية المقدرة عند نهاية المشروع: VAC=BAC–EAC



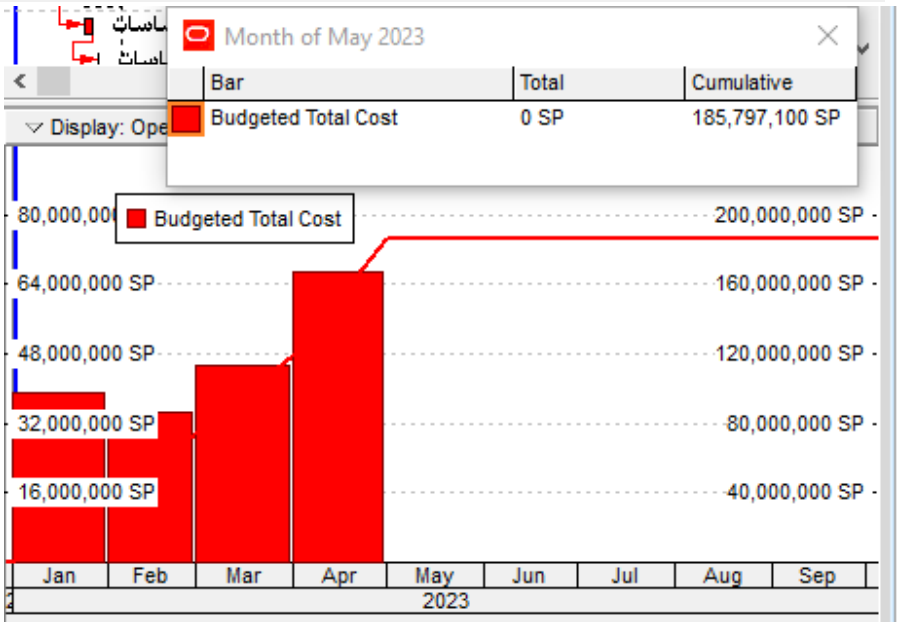



## تتبع الأداء للمشروع باستخدام القيمة المكتسبة:

- تم قياس أداء المشروع بعد 4 أشهر من البداية الفعلية له، وكانت مفترض تنفيذ الأعمال حتى توزيع بلوك الهوردي في الطابق الثاني وفقاً للخطة الموضوعة وذلك بكلفة **BCWS=185,797,100 SP** كما هو موضح :

Layout: wbs | Filter Any: (Untitled Filter)_6

| Activity Name | Start | Finish | Original Duration | Budgeted Total Cost |
|---|---|---|---|---|
| أعمال صب البيتون.عناصر أ فقية ط١ | 15-Apr-23 08:00 AM | 15-Apr-23 04:00 PM | 1d | 6,987,600 SP |
| تركيب حديد التسليح.عناصر شاقولية ط٢ | 15-Apr-23 08:00 AM | 16-Apr-23 04:00 PM | 2d | 192,000 SP |
| تفصيل حديد التسليح.عناصر شاقولية ط٢ | 15-Apr-23 08:00 AM | 16-Apr-23 04:00 PM | 2d | 3,734,000 SP |
| تفصيل حديد التسليح.عناصر شاقولية ط٣ | 17-Apr-23 08:00 AM | 18-Apr-23 04:00 PM | 2d | 3,734,000 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب.عناصر شاقولية ط٣ | 17-Apr-23 08:00 AM | 19-Apr-23 04:00 PM | 3d | 953,000 SP |
| أعمال صب البيتون.عناصر شاقولية ط٢ | 20-Apr-23 08:00 AM | 20-Apr-23 12:00 PM | 0d 4h | 2,293,200 SP |
| تركيب حديد التسليح.عناصر شاقولية ط٣ | 20-Apr-23 12:00 PM | 23-Apr-23 12:00 PM | 2d | 192,000 SP |
| أعمال فك القالب.عناصر شاقولية ط٢ | 22-Apr-23 12:00 PM | 23-Apr-23 12:00 PM | 1d | 96,000 SP |
| تفصيل حديد التسليح.عناصر أ فقية ط٢ | 17-Apr-23 08:00 AM | 23-Apr-23 04:00 PM | 6d | 13,134,000 SP |
| تفصيل حديد التسليح.عناصر شاقولية ط٤ | 23-Apr-23 12:00 PM | 25-Apr-23 12:00 PM | 2d | 3,734,000 SP |
| أعمال البلوك.ط٠ | 12-Apr-23 08:00 AM | 25-Apr-23 04:00 PM | 12d | 3,530,500 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب.عناصر شاقولية ط٣ | 23-Apr-23 12:00 PM | 26-Apr-23 12:00 PM | 3d | 953,000 SP |
| أعمال صب البيتون.عناصر شاقولية ط٣ | 26-Apr-23 12:00 PM | 26-Apr-23 04:00 PM | 0d 4h | 2,293,200 SP |
| أعمال تركيب القالب الخشب.عناصر أ فقية ط٢ | 23-Apr-23 12:00 PM | 27-Apr-23 12:00 PM | 4d | 2,123,000 SP |
| أعمال ملابن خشبية.ط٠ | 26-Apr-23 08:00 AM | 27-Apr-23 04:00 PM | 2d | 3,000,000 SP |
| أعمال فك القالب.عناصر شاقولية ط٣ | 29-Apr-23 08:00 AM | 29-Apr-23 04:00 PM | 1d | 96,000 SP |
| تركيب حديد التسليح.عناصر شاقولية ط٤ | 27-Apr-23 08:00 AM | 29-Apr-23 04:00 PM | 2d | 192,000 SP |
| [illegible] | 23-Apr-23 12:00 PM | 30-Apr-23 12:00 PM | 6d | 13,134,000 SP |
| توزيع بلوك هوردي.عناصر أ فقية ط٢ | 27-Apr-23 12:00 PM | 30-Apr-23 12:00 PM | 2d | 720,000 SP |



- وتبين أنه تم تنفيذ الأعمال حتى توزيع بلوك الهوردي في الطابق الأول وذلك بكلفة **ACWP = 143,803,600 SP.**
- ولتكون قيمة الأعمال المنفذة وفق الميزانية المخططة (القيمة المكتسبة)

**BCWP = 123,841,600 SP**

- وليسجل انحراف في الكلفة CV:

**CV=123,841,600−143,803,600= −19962000 SP**

- ويكون الانحراف في الزمن SV :

**SV=123,841,600−185,797,100= −61955500 SP**

- ويكون مؤشر أداء الكلفة CPI :

**CPI=123,841,600 / 143,803,600 = 0.86 < 1 (OVER BUDGET)**

- ويكون مؤشر أداء الزمن SPI :

**SPI=123,841,600 / 185,797,100 = 0.66<1 (BEHIND SCHEDULE)**

**وبعد الحصول على مؤشرات القيمة المكتسبة أصبح بالإمكان توقع الكلفة النهائية للمشروع والكلفة المتبقية للتنفيذ كما هو موضح فيما يلي:**

- وتكون التكلفة الكلية المقدرة عند نهاية المشروع EAC :

**EAC=1,023,606,125/0.86=1,190,239,680 SP.**

- التكلفة المتبقية والمتوقع ان ينتهي بها المشروع ETC :

**ETC=1,190,239,680−143,803,600 =1,046,436,080 SP.**

- ويكون الفارق بين التكلفة الكلية المخططة والتكلفة الكلية المقدرة عند نهاية المشروع VAC:

**VAC=1,023,606,125−1,190,239,680= −166,633,555 SP.**

**1. مهمة تجهيز الموقع:**

- المدة وفق الخطة = 10 أيام
- BCWS=10,000,000

- المدة الفعلية = 12 يوم
- الكلفة الفعلية= 15,000,000 SP
- ACWP = 12,500,000 SP
- BCWP = 8,333,300 SP
- CPI=8,333,300 / 12,500,000 = 0.66 < 1 (OVER BUDGET)
- SPI=8,333,300/ 10,000,000 = 0.83<1 (BEHIND SCHEDULE)
- السبب المحتمل: تقدير الكلفة بشكل غير دقيق مثل زيادة تكاليف شراء وتركيب السور، ضعف كفاءة فريق العمل أو استخدام آليات عمل غير مناسبة أو ضعف التنسيق مع الجهات العامة مما يسبب إلحاق ضرر بتمديدات المياه والكهرباء.

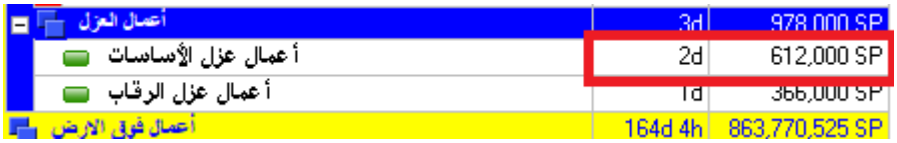
**2. مهمة الردم:**

- المدة وفق الخطة = 4 أيام
- BCWS=3,264,000

- المدة الفعلية = 6 أيام
- الكلفة الفعلية= 4,896,000 SP
- ACWP = 3,264,000 SP
- BCWP = 2,176,000 SP
- CPI=2,176,000 / 3,264,000 = 0.67 < 1 (OVER BUDGET)
- SPI=2,176,000/ 3,264,000 = 0.67<1 (BEHIND SCHEDULE)
- السبب: خطأ في حساب الكميات

**3. مهمة عزل الأساسات :**

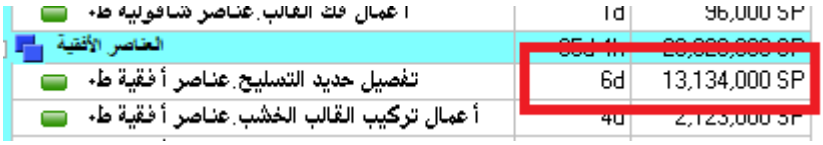
- **المدة وفق الخطة = 2 أيام**
- **BCWS=612,000**




- **المدة الفعلية =4 يوم**
- الكلفة الفعلية= 1,368,000 SP
- ACWP = 684,000 SP
- BCWP = 306,000 SP
- CPI=306,000/ 684,000 = 0.45 < 1 (OVER BUDGET)
- SPI=306,000/ 612,000= 0.5<1 (BEHIND SCHEDULE)
- السبب: خطأ في حساب الكميات، وتدني أداء الفريق العامل.

**4. مهمة تفصيل حديد تسليح للعناصر الأفقية في الطابق الأرضي:**

- المدة وفق الخطة = 6 أيام
- BCWS=13,134,000 SP




- المدة الفعلية = 12 يوم
- الكلفة الفعلية= 16,104,000 SP
- ACWP = 8,052,000 SP
- BCWP = 6,567,000 SP
- CPI= 6,567,000 / 8,052,000 = 0.81 < 1 (OVER BUDGET)
- SPI=6,567,000/ 13,134,000 = 0.5<1 (BEHIND SCHEDULE)
- الكلفة الكلية لتفصيل الحديد في مهام المشروع = 131,906,000 SP
- وتكون التكلفة الكلية المقدرة لأعمال تفصيل الحديد عند نهاية المشروع

EAC=131,906,000/0.81=162,847,000 SP.

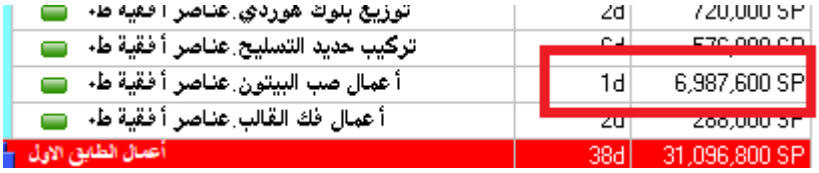
- ويكون الفارق بين التكلفة الكلية المخططة والتكلفة الكلية المقدرة عند نهاية المشروع لمهام تفصيل الحديد

.VAC=131,906,000−162,847,000= −30,941,000 SP

- السبب: ارتفاع التكاليف نتيجة تقطيع الحديد بطريقة أدت إلى زيادة الهدر رفض الاستشاري لاستلام حديد التسليح لبلاطة الطابق الأرضي نتيجة عدم مطابقة المخططات الإنشائية وإعادة العمل بالإضافة لإصابة أحد العمال.
- لتجاوز هذه المشكلة : اشراف أكثر صرامة لعملية تفصيل وتركيب حديد التسليح وضرورة اتخاذ كافة إجراءات الأمن والسلامة في المهام القادمة لتفصيل الحديد.

**5. مهمة صب بيتون للعناصر الأفقية في الطابق الأرضي:**

- المدة وفق الخطة = 1 يوم
- BCWS=6,987,600 SP




- المدة الفعلية = 1 يوم
- الكلفة الفعلية= 8,637,600 SP
- ACWP = 8,637,600 SP
- BCWP = 6,987,600 SP
- CPI= 6,987,600 / 8,637,600 = 0.81 < 1 (OVER BUDGET)
- SPI=6,987,600/ 6,987,600 = 1 (ON SCHEDULE)
- الكلفة الكلية لتفصيل الحديد في مهام المشروع = 75,720,800 SP
- وتكون التكلفة الكلية المقدرة لأعمال صب البيتون عند نهاية المشروع

EAC=75,720,800/0.81=93,482,000 SP.

- ويكون الفارق بين التكلفة الكلية المخططة والتكلفة الكلية المقدرة عند نهاية المشروع لمهام صب البيتون

.VAC=75,720,800−93,482,000= −17,761,200 SP

- السبب: الهدر وارتفاع أجور المضخة والخلاط.

- لتجاوز هذه المشكلة: ضرورة تقدير تكاليف الآليات بشكل أكثر دقة

# الفصل السادس

# الاستنتاجات والتوصيات

**الاستنتاجات:**

من النتائج التي تم التوصل لها خلال هذ البحث أن النمذخة باستخدام أدوات BIM تساعد بشكل كبير على زيادة القدرة على التصور وإعطاء البصيرة من أجل تنفيذ المشروع بطريقة صحيحة وذلك من خلال زيادة الشفافية والقدرة على اكتشاف العيوب والقدرة على حصر وحساب الكميات بصورة دقيقة. بالإضافة إلى زيادة المرونة أثناء إجراء التعديلات على التصاميم التي تنعكس بشكل مباشر على كافة المقاطع والمساقط والواجهات. كل ما سبق يخص النمذجة باستخدام برمجيات نمذجة معلومات البناء أنا بما يتعلق بالقيمة المكتسبة فلاحظنا القدرة الكبيرة التي يمكن توفرها القيمة المكتسبة بما يتعلق بالتخطيط الواقعي للمشاريع وكذلك تتبع وقياس الأداء في المشاريع ومعرفة مواقع الخلل ضمن الأداء حيث لاحظنا ضمن حالة الدراسة أن انحراف للكلفة والزمن تم في مجموعة من المهام هي **(مهمة صب بيتون للعناصر الأفقية في الطابق الأرضي، مهمة تفصيل حديد تسليح للعناصر الأفقية في الطابق الأرضي، مهمة تجهيز الموقع) أهم** أسباب انحراف الكلفة والزمن كانت:

1- خطأ في حساب الكميات، وتدني أداء الفريق العامل

2- تقدير الكلفة بشكل غير دقيق مثل زيادة تكاليف شراء وتركيب السور، ضعف كفاءة فريق العمل أو استخدام آليات عمل غير مناسبة أو ضعف التنسيق مع الجهات العامة مما يسبب إلحاق ضرر بتمديدات المياه والكهرباء.

3- ارتفاع التكاليف نتيجة تقطيع الحديد بطريقة أدت إلى زيادة الهدر رفض الاستشاري لاستلام حديد التسليح لبلاطة الطابق الأرضي نتيجة عدم مطابقة المخططات الإنشائية وإعادة العمل بالإضافة لإصابة أحد العمال.

4- الهدر وارتفاع أجور المضخة والخلاط.

ومن الحلول التي اقترحناها بناء على المقابلات التي تم إجراءها مع المهندسين في الموقع:

1- إشراف أكثر صرامة لعملية تفصيل وتركيب حديد التسليح وضرورة اتخاذ كافة إجراءات الأمن والسلامة في المهام القادمة لتفصيل الحديد.

2- ضرورة تقدير تكاليف الآليات بشكل أكثر دقة.

3- الاعتماد على طرق أكثر دقة في حساب الكميات مثل استخدام برمجيات بيم.

## التوصيات:

1. اصدار القوانين والتشريعات التي تلزم الشركات العاملة في قطاع التشييد على تطبيق منهجية BIM في مشاريعها نظراً للدقة الكبيرة التي يمكن أن توفرها بالإضافة للتخيل والتصور، وإعطاء الإدارة العليا البصيرة اللازمة من أجل انجاز المشاريع ضمن الزمن والكلفة والجودة المطلوبة.
2. ضرورة تتبع الأداء ضمن المشاريع باستخدام مؤشر القيمة المكتسبة التي تساعد على تتبع الأداء حتى تاريخ محدد وتوقع الأداء المستقبلي ومعرفة مواقع الخلل ضمن المهام وتصحيحها.
3. ضرورة اعتماد برمجيات BIM حساب الكميات بسبب دقتها الكبيرة وبسبب التعديل الآلي على الكميات بعد إجراء تغييرات على التصاميم الهندسية.
4. ضرورة التتبع الدوري لأداء المشاريع وتطبيق أدوات التتبع مثل القيمة المكتسبة.
5. ضرورة الأستفادة من الأخطاء التي تسبب انحرافات في الكلفة والزمن لتجاوزها في المهام المستقبلية .
6. ضرورة التنسيق مع المؤسسات الحكومية أثناء الأعمال التحضيرية لعدم الحاق الضرر بالبنية التحتية من شبكات مياه وصرف صحي وكهرباء وهاتف.

7. لا يحظى اختصاص إدارة المشاريع بالأهتمام الكافي من قبل العاملين في القطاع الهندسي في سوريا ،مما يؤدي الى تقديرات خاطئة في الزمن والكلفة لذلك نوصي باعتماد برمجيات إدارة المشاريع مثل وتكاملها مع برمجيات BIM للحصول على تقديرات اعلى دقة.

## الأبحاث المستقبلية:

ضرورة التوسع في مجال دراسة القيمة المكتسبة، ومن الاتجاهات التي يمكن أن يتم الاهتمام بها مستقبلا هو موضوع التنقيب عن البيانات في مشاريع التشييد بالاعتماد على موضوع القيمة المكتسبة وتحديد اتجاهات وأنماط انحراف الكلف والزمن وذلك بالاعتماد على مجموعة بارامترات على سبيل المثال (نوع المشروع، المساحة الطابقية، التكنولوجيا المستخدمة، كفاءة فرق العمل....).

# المراجع :

## مراجع الفصل االثاني :


1- Gearteng,K.,2014. **An evaluation of the impact of Building Information Modeling (BIM) on project performance in the UK construction industry.** Master thesis in Construction Project and Cost Management**,** Coventry University, UK.

2-Cárdenas, C., Zapata, P., Lozano, N., 2018. **Building Information Modeling 5D and Earned Value Management methodologies integration through a computational tool.** Revista Ingeniería de Construcción (RIC), Vol 33 Nº3, Colombia, PP: 263-278.

3-Jrade, A., Lessard, J., 2015. **An Integrated BIM System to Track the Time and Cost of Construction Projects: A Case Study**. Journal of Construction Engineering, Volume 2015, Article ID 579486**,** Canada, PP: 1-10. Available at: http://dx.doi.org/10.1155/2015/579486.

4-Sun, Ch., Man, Q., Wang, Y., 2015**. Study on BIM-based construction project cost and schedule risk early warning**. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, China, PP: 469-477.

5- Elghaish ,F., et all, 2019**. Integrated project delivery with BIM: An automated EVM-based approach**. Journal of Automation in Construction, UK, Australia, Canada, PP:1-16.
Available at: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102907.

## مراجع الفصل الثالث :

1-Abdullah Alsehaimi, A., Koskela, L.,2011. **Improving project Management practice in the Arabian Gulf Countries by means of Lean Construction Techniques**. 3ed Saudi Project Management Conference, SES, Riyadh, KSA.

2- شعبان، محمد، 2012.**الإدارة الحديثة للمشاريع باستخدام القيم المكتسبة-المفهوم والتطبيق** . منشورات مركز البحوث، معهد الإدارة العامة، الرياض، السعودية، ص:222، 60 - 70.

3- بوسنينة، محمد علي،2011. **دراسة التأخيرات في المشاريع الإنشائية بسبب المالك**. أطروحة أعدت لنيل شهادة الدكتوراه في إدارة الأعمال(قسم إدارة المشاريع)، الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي،
ليبيا، ص96.

4- الحمصي، لؤي. 2021. **تحسين أداء مشاريع إعادة التأهيل في مدينة حمص باستخدام نظام القيمة المكتسبة**. أطروحة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية، قسم الإدارة الهندسية والإنشاء، جامعة البعث، سوريا، ص: 27 – 18، 333 – 123.

5- Abdul Rahman, H., 1993**. The management and cost of quality for civil engineering projects**. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy Engineering, University of Manchester, Institute of Science & Technology, UK.

6- Morris, P., and Hough ,G., 1979 . **The Anatomy of Major Projects, A study of the Reality of Project management**. John Wiley & Sons, UK.

7- El- Sayegh, S., 2008. **Risk assessment and allocation in the UAE construction industry**. International Journal of Project Management 26, PP: 431-438.

8- Enshassi, A., and Abu Mosa, J. 2008. **Risk Management in Building Projects: Owners' Perspective.** The Islamic University Journal, Series of Natural Studies and Engineering, Vol.16, No. 1, ISSN 1726-6807, PP: 95-123. Available at: http://www.iugaza.edu.ps/ara/research/

9- Kartam, N., and Kartam, S., 2001.**Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective**. International Journal of
Project Management 19, PP: 325-335.

10- حمادة، منى، 2012. **إدارة مخاطر مرحلة التشييد لمشاريع التشييد في سوريا**. مجل جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد (28)، العدد (1)، ص:150-129.

11- بابكر، عز الدين، 1990. **إدارة مشاريع التشييد، الطبعة الثانية**. ترجمة معهد الإدارة العامة للبحوث، المملكة العربية السعودية.

12- Zou,P., et all, 2007. **Understanding the key risks in construction projects in China**. International Journal of Project Management 25, PP: 601-614.

13- رومية، دلال،1997. **العوامل المؤثرة على زيادة مدة وكلفة المشروعات الهندسية في سوريا**. جامعة البعث، كلية الهندسة المدنية- قسم هندسة وإدارة الإنشاء، ص6-9،25-34.

14- إبراهيم، سامر، جنود، علي، وعلي، حمزة ،2005. **دراسة تأثير العوامل العشوائية على تخطيط أعمال البناء**. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية- سلسلة العلوم الهندسية، المجلد (27)، العدد(3)، ص141.

15- رئاسة مجلس الوزراء، الهيئة العليا للبحث العلمي،2010. **الصيغة الأولية (Initial Draft) للسياسة الوطنية للبحث العلمي والتطوير التقاني في قطاع البناء والتشييد في الجمهورية العربية السورية**. سوريا، ص5-9.

16- صالح، قصي، خيرالله، نصرالدين، والجلالي، محمد،2006. **إدارة الجودة في مشاريع التشييد في سوريا**. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد (22)، العدد(1)، ص9،36.

## مراجع الفصل الرابع :

1شعبان، محمد،2017. **متطلبات تطبيق نظام نمذجة معلومات البناء في صناعة الإنشاء السورية.** مجلة بيم ارابيا، العدد:(25)، ص: 3-8.

2- خربوطلي، لولوة،2014. **استخدام أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع التشييد.** أطروحة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية، جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية، قسم الإدارة الهندسية والإنشاء، ص15-57 .

3- Eastman, C., et al,2011**. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** Hoboken, New Jersey, USA.

4- BSI,2013. ***PAS* 1192-2 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling.**

5- AGC, 2006. **The Contractors' Guide to BIM. 1st ed**. Associated General Contractors of America ,PP: 41.

6-Wong, K., and Fan, Q., (2013). **Building information modeling (BIM) for sustainable building design**. Facilities [online], Vol.31, No.(3/4), PP: 138-157.
Available at : https://meyar.co/wp-content/uploads/2017/02/BIM-for-sustainable-building.pdf.

7- Michael, R., David ,J., and David,R.,2012. **BIM Guidelines.** [ebook] New York: New York City Department for Design and Construction.
Available at:
http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf .

8- Eastman, C., et al,2008. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** Hoboken, New Jersey, USA. PP:.17-21.

9-Kiani,I., Sadeghifam, A.N., Ghomi, S.K. and Marsono, A.K.B., 2015. **Barriers to implementation of Building Information Modeling in scheduling and planning phase in Iran**. *Australian* Journal of Basic and Applied Sciences, 9(5), PP: 91-97.

10- Linderoth,H.,2010.**Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks**. Automation in construction, 19(1), PP: 66-72.

11- Kotter, J. & Schlesinger, L., 1989. **Choosing strategies for change**. In Readings in Strategic Management, UK: Macmillan Education, PP: 294-306.

12- Arayici, Y. et al., 2011. **BIM adoption and implementation for architectural practices**. Structural survey, Vol.1, No.29, PP: 7-25.

13- Sebastian, R., 2011. **Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM.** Engineering, Construction and Architectural Management, 18(2), pp.176-187.

14- Liu, R., Issa, R., and Olbina, S., 2010. **Factors influencing the adoption of building information modeling in the AEC Industry**. In Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Nottingham, Nottingham University Press, pp.139-145.

15- Thompson ,D., and Miner ,R.,2007. **Building Information Modeling-BIM: Contractual Risks are changing with Technology**. Available at: http://www.aepronet.org/wpcontent/ uploads/2014/03/GE-2006_09-Building-In.

16- Azhar,S.,2011.**Building Information Modeling (BIM):Trends, Benefits ,Risks, and Challenges for the AEC Industry**. Leadership and management in engineering, Vol.3, No.11, PP: 241-252.

17- Omar, H.S., 2015. **Solutions for the UAE architecture, engineering, and construction (AEC) industry to mandate building information modeling (BIM).** Doctoral dissertation, The British University in Dubai (BUiD).

18- Elhendawi,A.L.,2018**. Methodology for BIM Implementation in KSA in AEC Industry.** School of Engineering and the Built Environment, Edinburgh Napier University, UK.

19- Chan, C., 2014. **Barriers of implementing BIM in construction industry from the designers perspective: a Hong Kong experience.** Journal of System and Management Sciences, 2(4), PP: 24-40.

20- Gu ,N., and London ,K., 2010. **Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry.** *Automation in construction*, 8(19), PP: 988-999.

21- AGC, 2010. **AGC's Building Information Modeling Education Program.** (Unit 4, BIM Process, Adoption, and Integration- Participant's Manual). First ed. Arlington, s.n.

22- محمود، أيهم، 2017. نمذجة معلومات البناء- ضرورات التوطين ومعوقات التطبيق- الجزء الثاني. مجلة بيم ارابيا، العدد الرابع والعشرون، ص: 7-8.

23- شعبان، محمد،1998. **دور الأخطاء التصميمية في زيادة كلفة إنشاء واستثمار المشروعات الهندسية المنفذة في سوريا.** منشورات أسبوع العلم الـ 83، ومؤتمر انتربيلد 99.

24-Kymmell, W., 2010. **Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations**. McGraw-Hill Companies, INC., Berkshier, UK.

25- Autodesk, Inc., 2007. **BIM's return on Investment.**

Available at: http://www.images.autodesk.com/.../files/gb-revit-bim-roi-jan07-pdf.

26- أحمد، سونيا، 2017. **إمكانية تطبيق نمذجة معلومات البناء في سوريا- تحليل عملي.** مجلة بيم ارابيا، العدد الرابع والعشرون، ص: 29-31.

27- Hamma-adama, M., Kouider, T. & Salman, H., 2020. Analysis of barriers and drivers for BIM adoption. International journal of BIMa and engineering science, 3(1), pp. 18-41.

28- Evans, M., Farrell, P., Elbeltagi, E., Mashali, A. and Elhendawi, A., 2020. Influence of partnering agreements associated with BIM adoption on stakeholder's behaviour in construction mega-projects. International Journal of BIM and Engineering Science, 3(1), pp.1-20.

## مراجع الفصل الخامس :

1- Sebestyen, Z., Babos, G., 2012. **Forecasting in project monitoring system based on the concept of earned schedule.** Proceedings of the 13th Management International Conference, Budapest, Hungary, PP: 863-866. PP: 159-162.

2- Project Management Institute (PMI), 2005. **Practice standard for earned value management** . Pennsylvania, USA, PP: 1-22.

3- Candido, L.F., Henieck, L.F., Neto, J.B., 2014. **Critical Analysis on Earned Value Management (EVM) Technique in building construction**. Proceedings IGLC-22, Oslo, Norway.

4- شعبان، محمد، 2012.الإدارة الحديثة للمشاريع باستخدام القيم المكتسبة (المفهوم والتطبيق)، معهد الإدارة العامة، الرياض، المملكة العربية السعودية.

5- Project Management Institute (PMI), 2011. **Practice standard for earned value management- second edition** . Pennsylvania, USA, PP: 1-66, 96-103.

6- Project Management Institute, 2013. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK ® Guide- Fifth Edition).** Pennsylvania, USA, PP: 141-200.

6- Suresh, S., Ramasamy, G., 2015. **Analysis of project performance using earned value analysis.** International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 4, Issue 4, PP: 1080-1082.

7- Lipke, W., 2016. **Examination of the threshold for the To-Complete Index**. PM World Journal, Vol. V, Issue III, PP:1-5.

8- Dimitrova, M., 2005. **Earned Value Project Management " A model for project performance valuation in Ericsson AB**. Master thesis in Industrial and Financial Economics, Goteborg University, School of Business, Economic and Law, Sweden, PP: 1-3, 63-65.

9- El- Sayegh, S., 2008. **Risk assessment and allocation in the UAE construction industry.** International Journal of Project Management 26, PP: 431-438.

10 - Henderson, K., 2007. **Earned schedule: A break through extension to earned value management**. PMI Asia Pacific Global Congress Proceedings, Hong Kong, PP: 3-7.

11- Lipke, W., 2014. **Introduction to earned schedule- second edition.** PM World Journal, Vol. III, Issue XI, PP:1-8.

12- Stimpson, CH., 2007. **A review of the validity of current project performance reports and the identification of areas needing improvement** . EarnedSchedule.com. PP: 48-50.

13- CCIC, 2006. **Measuring the performance of the Canadian Construction industry metrics**. Canadian Construction Innovation Council, Toronto, Canada.

Available at: www.ccicccic.ca/reports.html