



أهمية أسلوب المسار الحرج في إدارة المشاريع



إعداد الطالب/ يحيى موسى الهبيل

الرقم الجامعي/ 241000911

إشراف/ د. أسماء أبو عنزة

العام الدراسي: 2024 - 2025

الفهرس

0	جدول الرسوم
1	قائمة الجداول
3	مقدمة
5	ضبط وجدولة المشاريع:
6	المصطلحات المستخدمة في جدولة المشاريع
7	شبكة الأعمال:
7	
7	طريقة تحديد أقرب موعد لبداية النشاط وأقرب موعد لنهايته:
7	حساب فترات السماح المسموحة والأنشطة الحرجة:
8	تحديد فترة المشروع ومتابعته:
9	الفصل الأول: مخطط PERT والمسار الحرج
10	كيف يعمل مخطط بيرت؟
10	فوائد مخطط بيرت
10	متى تستخدم مخطط بيرت؟
12	مثال جيد على مخطط بيرت
12	ما هو المسار الحرج في مخطط بيرت البياني؟
12	كيفية رسم مخطط بيرت
13	الوصول إلى صانع الرسم البياني PERT
14	حدد تخطيطاً
14	إنشاء وتحرير مخطط بيرت
15	احفظ الرسم البياني
16	تساؤلات الدراسة وتفاصيل عامة عن إدارة المشروع
16	إدارة وقت المشروع:
18	ضبط وجدولة المشاريع:
19	المصطلحات المستخدمة في جدولة المشاريع
20	كيفية يمكن أن نحدد أقرب موعد لبداية ونهاية النشاط:
20	إدارة الجودة للمشروع MANAGEMENT QUALITY PROJECT
21	أهمية إدارة الجودة:
21	إطار للتميز في الجودة
21	العمليات الرئيسية في إدارة جودة PMP
23	1. المخططات النقاط المتبعثرة Scatter diagrams
25	المقارنة BENCHMARKING
25	تصميم الخبراء DESIGN OF EXPERIMENTS - DOE
25	العينات الإحصائية STATISTICAL SAMPLING
26	ASSURANCE QUALITY PERFORM
26	تقنيات وأدوات العملية
27	QUALITY CONTROL
27	مرحلة المراقبة والتحكم
28	إدارة الموارد البشرية في المشروع
28	القواعد الأساسية "Ground Rules"
28	المشاركة في المكان "Colocation":
28	الحوافز والمكافآت "Recognition and Rewards":
29	الفصل الثاني: الدراسات السابقة، دراسة حالة مشروع تركيبات الأنظمة الكهربائية والميكانيكية
30	مقدمة
30	تقديم مشروع تركيبات الأنظمة الكهربائية والميكانيكية

30	التعريف بالمشروع محل الدراسة
30	1. وصف المشروع
31	2. الانطلاق في المشروع
31	مراحل مشاريع التهيئة
31	أ. مرحلة القرار
32	ب. تنفيذ المشروع
33	د. مرحلة التشغيل بعد الاستلام
33	تطبيق تقنية المسار الحرج على المشروع محل الدراسة
33	تعريف وترميز أنشطة المشروع
34	أ. جدولة المشروع
34	ب. رسم الشبكة
35	حساب أزمنة المشروع
35	1. تحديد المسارات الموجودة في الشبكة
36	2. حساب الأوقات المبكرة لبدائية ونهاية كل نشاط
37	جدول المراقبة الزمنية وتحديد المسار الحرج
37	أولاً: إعداد جدول المراقبة الزمنية
38	ثانياً: تحديد المسار الحرج
39	ثالثاً: مخطط غانت
41	شرح ومثال عن كيفية رسم شبكة العمل
43	الفصل الثالث: منهجية الدراسة
44	مقدمة
45	الفصل الرابع: تحليل البيانات ونتائج الدراسة والتوصيات
46	خاتمة
46	نتائج الدراسة
47	الفرضية الأولى:
47	الفرضية الثانية:
48	الفرضية الثالثة:
48	الاقتراحات (التوصيات): استناداً لما سبق نقترح ما يلي:
49	أفاق الدراسة:
50	قائمة المراجع:
52	الملاحق
52	الملحق 1: استمارة استبيان

جدول الرسوم

13	MINDONMAP	1	FIGURE
14	 حدد تخطيطاً	2	FIGURE
14	 إنشاء وتحرير مخطط بيرت	3	FIGURE
15	 PERT شبكة	4	FIGURE
23	 SCATTER DIAGRAMS المخططات النقاط المتبعثرة	5	FIGURE
34	 رسم الشبكة	6	FIGURE
39	 مخطط غانت	7	FIGURE

قائمة الجداول

34		جدول 1 أزمنة المشروع	TABLE 1
36		جدول 2 حساب الازمان المبكرة	TABLE 2
37		مختلف النتائج	TABLE 3
38		أوقات التحكم في وقت انجاز المشروع	TABLE 4

قائمة المصطلحات

المسار الحرج (CPM) : Critical Path Method

اسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT) : Program Evaluation and Review Techniques

وقت الابتداء المبكر (ES) : Earliest Start time

وقت الإنجاز المتأخر (LC) : Latest completion time

الزمن التفاؤلي : Optimistic Time

مقدمة

طريقة المسار الحرج (CPM) هي طريقة لإدارة المشروع تتضمن تحديد كل مهمة رئيسية ضرورية لإكمال المشروع. من خلال تحديد هذه المهام وتبعياتها، تساعد طريقة المسار الحرج في تحديد أطول امتداد للأنشطة التابعة. يحدد هذا التسلسل، المعروف باسم "المسار الحرج"، أقصر وقت ممكن لإكمال المشروع. يُشار إلى المهام المحددة التي تشكل هذا التسلسل باسم "أنشطة المسار الحرج"، وأي تأخير في هذه المهام سيؤثر بشكل مباشر على الجدول الزمني للمشروع. وبالتالي، يعد فهم المسار الحرج أمراً حيوياً لجدولة المشروع وتخصيص الموارد بشكل فعال. كما تساعد طريقة CPM أيضاً في تحديد المهام التي لها "تعويم" أو "فترة راحة" - أي الوقت الإضافي الذي لن يؤخر إنجاز المشروع. وهذا يجعل هذه الطريقة أداة لا تقدر بثمن للمديرين لمراقبة التقدم المحرز وتعديل الخطط في الوقت الفعلي، مما يضمن إنجاز المشاريع في الوقت المحدد وضمن النطاق المحدد.

تم تطوير طريقة المسار الحرج (CPM) في أواخر الخمسينيات من القرن الماضي على يد مورغان ووكر من شركة دوبونت وجيمس إي كيلي جونيور من شركة ريمنجتون راند. تم تصميم طريقة المسار الحرج في البداية لمعالجة المشاريع المعقدة في الصناعات الكيماوية والإنشائية، وسرعان ما أثبتت قيمتها في تبسيط الجداول الزمنية للمشروع وتحسين إدارة الموارد. وقد وفرت هذه الطريقة نهجاً لتحديد الأنشطة الأكثر أهمية وتبعياتها. واستخدمت التطبيقات المبكرة مخطط المسار الحرج لتمثيل ترتيب الأنشطة بصرياً وإبراز المسار الحرج. ولعبت أنظمة الكمبيوتر المبكرة دوراً مهماً في اعتماده، حيث سمحت بمعالجة مجموعات البيانات الكبيرة بكفاءة. وبمرور الوقت، تطوّر مخطط المسار الحرج مع التقدم في البرمجيات وممارسات إدارة المشاريع، وأصبح أداة أساسية في مختلف الصناعات. واليوم، تُستخدم هذه الأداة على نطاق واسع ليس فقط في البناء والهندسة ولكن أيضاً في قطاعات مثل تكنولوجيا المعلومات والرعاية الصحية وتخطيط الأحداث، مما يعزز مكانتها كحجر الزاوية في إدارة المشاريع الفعالة.

تواجه الشركات الكبيرة تحديات كبيرة عند تنفيذ المشاريع الضخمة والمعقدة، والتي تتطلب سلسلة من العمليات المتتابعة أو المتوازية للنجاح. فعند إطلاق منتج جديد، على سبيل المثال، يجب اتخاذ خطوات متعددة كالأبحاث السابقة، والتطوير، واختبار المنتج، والأبحاث التسويقية، وتصميم العبوة، وغيرها الكثير.

هذا التعقيد يجعل من الصعب التحكم في تخطيط وتنفيذ هذه المشاريع باستخدام الأساليب التقليدية. لذلك، يركز مديرو المشاريع على تقدير الوقت اللازم لإكمال المشروع. وبسبب تعقيدات العمل والعوامل الخارجية المؤثرة، أصبح من الضروري وجود "مديري مشاريع" مدربين لاتخاذ القرارات المناسبة.

ومما تقدم ذكره سابقاً كان امراً ضرورياً ان يتم الاخذ بأساليب التخطيط الحديثة المرافقة للتطورات العلمية والتعقيد في الاعمال الحديثة وكانت نتيجة لذلك التوصل الى اساليب منها:

- أسلوب المسار الحرج. (CPM): تعتمد طريقة المسار الحرج على اعطاء وقت محدد واحد لا نهاء تنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع ويوضع الوقت فوق السهم الذي يمثل النشاط ويتم تحديد الوقت من خلال خبرة الادارة او من البيانات المتوفرة. وتسمى طريقة المسار الحرج بالطريقة المحددة لان كل نشاط من أنشطة المشروع له وقت محدد ثابت. والمسار الحرج هو سلسلة من الأنشطة الحرجة يربط بين حدثي البداية والنهاية في المخطط الشبكي، وبعبارة اخرى فان المسار الحرج يشخص جميع الأنشطة الحرجة في الشبكة وهو يمثل أطول المسارات من بداية المخطط الى نهايته. ويسمى النشاط activity بالنشاط الحرج critical activity إذا كان التأخر في انجاز هذا النشاط يؤدي الى تأخير موعد إنجاز المشروع ككل.

- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج. (PERT)

وبشكل عام فان هذان الأسلوبان من اهم الاساليب المستخدمة في تخطيط المشاريع الزمنية لتحقيق وقت الانجاز الامثل ضمن الموارد التي تم تطبيقها في هذا البحث المقدم الذي يتناول في محتواه الدراسي على شركة ناشئة صغيرة تسمى Dynamic في مجال المقاولات والانشاءات الهندسية.

مشكلة الدراسة:

عن طريق المتابعة الميدانية والملاحظة تبين ان شركة Dynamic تقتصر إلى أي أسلوب علمي لتخطيط المشاريع وجدولتها اذ ان الشركة أنجزت مشروع سابق لترتيب أنظمة التكييف المركزي وبدون استخدام اساليب علميه في تنسيقات الأنشطة المختلفة من توريد الأجهزة الخاصة بالتكييف وتركيبها بالأماكن المناسبة والتنسيق مع الانظمة الأخرى كنظام ال BMS ونظام ال Fire Alarm ليكونا متصلان مع أنظمة التكييف المركزي للتحكم والتشغيل والايقاف.

حيث بلغ وقت انجاز التركيبات 300 يوما بدون استخدام الأساليب العلمية المطروحة في البحث المقدم هذا من هنا كانت محاولة استخدام اسلوب (PERT and CPM) في تقديم صيغه انتاجية متكاملة تستفيد منه الشركة للمشاريع المستقبلية.

هدف الدراسة:

يهدف البحث الى استخدام تقنيات بحوث العمليات وخاصة اسلوب (PERT and CPM) في تخطيط ومتابعة اعمال التركيبات الهندسية للأنظمة الكهربائية والميكانيكية في المشروع وذلك بغرض تحقيق الوقت الامثل لا كمال المشروع في ظل الموارد والامكانيات المتاحة وبأقل التكاليف.

ضبط وجدولة المشاريع:

تمر المشاريع في ثلاث مراحل تنفيذية هي:

1. إنشاء شبكة الأعمال للمشروع: وتشمل

- تحليل المشاريع إلى أنشطة وأحداث.
- تتابع الأنشطة والأحداث.
- رسم تخطيطي للمشروع.
- تقدير الأزمنة لكل نشاط.

2. تخطيط المشروع:

بعد تعريف أنشطة المشروع حسب التسلسل الزمني، يتم تحديد ما يلي:

- الأنشطة والأحداث الحرجة.
- المسار الحرج.
- حساب الفائض من كل نشاط.

3. ضبط المشروع

يكن الفرق بين طريقتي PERT و CPM في تقدير زمن الأنشطة، إذ تعتمد الأولى على ثلاثة أزمنة الحساب | زمن النشاط، في حين تعتمد الطريقة الثانية تقدير زمني واحد لكل نشاط، وهي شائعة الاستخدام في المشاريع المكررة. تعني هذه المرحلة تقدير ومراقبة الأنشطة ومتابعتها، وتشمل ما يلي:

- مراقبة الأزمنة ومقارنتها مع خطة المشروع النظرية.
- محاولة إتباع الخطة قدر المستطاع.
- نقل الإمكانات من نشاط ذي فائض إلى نشاط حرج إن أمكن.

وتظهر أهمية كل من طريقتي PERT و CPM الإدارة المشاريع فيما يلي:

- مساعدة مدير المشروع على التعرف على الأنشطة الحرجة.
- حساب مرونة الأنشطة غير الحرجة لإتاحة الفرص لتنقل الموارد إلى الأنشطة الحرجة.
- التعرف على الأزمنة المبكرة والمتأخرة لانتهاء المشروع.
- حساب التكلفة النهائية للمشروع.

المصطلحات المستخدمة في جدولة المشاريع

التوضيح طريقتي PERT و CPM في جدولة المشاريع، لا بد من التعرف على بعض المصطلحات وأهمها ما يلي:

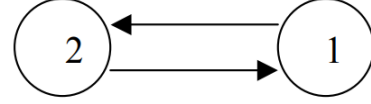
- الحدث Event: وهو الوصول إلى نقطة معينة من الزمن ولا يحتاج إلى بداية ونهاية زمنية.
- النشاط Activity: هو مجهود يحتاج إلى نقطة بداية ونهاية وموارد لتنفيذه.
- النشاط الوهمي Dummy Activity: هو النشاط الذي لا يحتاج إلى زمن أو موارد لإتمامه ويستعمل فقط للدلالة على تابع الأنشطة منطقياً ويرسم بسهم منقطع.
- النشاط الحرج Critical Activity: هو النشاط الذي إذا تم تأخير انتهائه فإنه يتسبب في تأخير المشروع.
- المسار الحرج Critical Path: هو مجموعة من الأنشطة الحرجة، تمتد من بداية المشروع إلى نهايته.
- المشروع Project: عبارة عن مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة حسب تسلسل منطقي.
- شبكة الأعمال Network: مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة بطريقة منطقية التسلسل الأنشطة.
- زمن البداية المبكر للنشاط Earliest Start: هو الزمن الذي يبدأ فيه النشاط إذا أنجزت جميع الأنشطة السابقة في أوقاتها.
- زمن النهاية المبكر Earliest Finish: هو الزمن الذي يمكن أن ينجز فيه النشاط إذا بدأ في وقته المبكر.
- نهاية مبكرة = بداية مبكرة + وقت النشاط.
- زمن نهاية متأخر Latest Finish هو آخر زمن يمكن إتمام النشاط فيه بدون أن يتسبب بتأخير أية أنشطة لاحقة
- زمن بداية متأخر Latest Start: هو آخر وقت يمكن أن يبدأ فيه النشاط بشرط عدم تأخير الأنشطة اللاحقة.
- بداية متأخرة = نهاية متأخرة - وقت النشاط
- القاعة Slack Time
- الفائض في النشاط = زمن بداية متأخر - زمن بداية مبكر
- يتم ضبط وجدولة المشاريع عبر ثلاث مراحل هي:
- إنشاء شبكة الأعمال للمشروع.
- تخطيط المشروع.
- ضبط المشروع.

شبكة الأعمال:

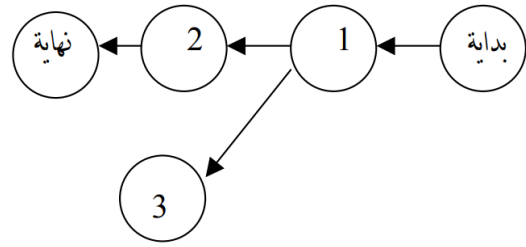
تمثل قواعد رسم شبكة الأعمال فيما يلي:

يبدأ المشروع عند نقطة بداية وينتهي عند نقطة نهاية (تسمى النقطة الوهمية Milestone).

لا يجوز العودة إلى النشاط السابق.



لا يجوز ترك نشاط بدون تسلسل.



طريقة تحديد أقرب موعد لبداية النشاط وأقرب موعد لنهايته:

1. نقوم بالبداية من نقطة انطلاق المشروع وننتقل أمام الشبكة.
2. نحدد أقرب تاريخ لبداية المشروع ونعتبره مساويا للصفر.
3. نقوم بحساب أقرب تاريخ ليكون نهاية كل نشاط عن طريق إضافة المدة التي تستغرقها إلى أقرب موعد لبدايته.
4. أما لكل نشاط متسلسل لا يوجد قبله إلا نشاط واحد، نقوم بتحديد أقرب تاريخ لبدايته بحيث يكون متساوي لأقرب موعد لنهاية النشاط الذي يسبقه.
5. نقوم بكتابة وتسجيل أقرب موعد لنهاية النشاط السابق.
6. نقوم بتكرير وإعادة الخطوات من (3) إلى (5) حتى نصل إلى نهاية المشروع.

حساب فترات السماح المسموحة والأنشطة الحرجة:

1. بالنسبة لكل نشاط يكون أقرب موعد لبدايته متطابق مع آخر موعد لبدايته، ويكون فيه أيضا الوقت المتوقع لنهايته قريبا يتطابق مع آخر موعد متوقع لنهايته، فإن على إثرها تكون فترة سماحية تساوي صفر. وأما خلاف ذلك، تكون السماح هي الفرق الزمني الذي يكون بين أقرب موعد لبداية كل نشاط مع آخر موعد لبداية كل نشاط أي:

$$LS = ES - ST$$

$$LS = LF - EF$$

2. نقوم بمراجعة الحسابات الخاصة لكل نشاط عن طريق إضافة المدة التي يستغرقها، وإضافة فترة السماح الخاصة به إلى تاريخ أقرب موعد لبدأته. حيث يجب أن يساوي المجموع تاريخ آخر موعد لنهاية النشاط.

3. يمكن اعتبار أي نشاط من الأنشطة تكون فترة سماحه صفراء أنه نشاط حرج

4. تكون النتيجة النهائية أن تسلسل الأنشطة الحرجة من بداية المشروع إلى نهايته هو المسار الحرج لذلك المشروع.

تحديد فترة المشروع ومتابعته:

1. أن يتم دراسة سلسلة الأنشطة، وتحديد ضرورتها وأفضل إمكانية لتغيير أسلوب المشروع.
2. أن نقوم بدراسة جميع أنشطة المسار الحرج، وتحديد إمكانية تقصير فترات لها لأقصر فترة ممكنة.
3. أن نقوم بالبحث عن إمكانية استخدام أي موارد إضافية، فإن ذلك سيفيد في تقصير فترة الأنشطة الحرجة.
4. أن نقوم بالبحث عن إمكانية تغيير الأداء المحدد لبعض الأنشطة وتقصير المدة المقررة له.
5. أن نقوم باعتبار مدة المشروع هي أقرب موعد لنهاية النشاط الأخير، أو نهاية المشروع.

الفصل الأول: مخطط PERT والمسار الحرج

مخطط بيرت هو طريقة لعرض الجدول الزمني للمشروع بشكل شبكي وواضح ويمكن من خلاله عرض تاريخ بداية كل مهمة ونهايتها، ويمكن من خلاله تحديد المسار الحرج (Critical Path)

كيف يعمل مخطط بيرت؟

الاداتين الرئيسيتين التي يتكون منها مخطط بيرت هما العقد والأسهم. العقد هي مربعات أو دوائر تبين وتشرح المهام والأحداث الرئيسية للمشروع. أما الأسهم هي خطوط يتم من خلالها توضيح اتجاه المهمة وإلى أين تنتهي المهمة أو الحدث.

ويمكن تقدير الأزمنة للمهام كما يلي:

- التفاؤل بالوقت: هو تقدير الوقت بوضع مدة زمنية قليلة وتعتبر هي الحد الأدنى من الوقت المتوقع لإنجاز المهمة في أفضل الاحوال.
- التشاؤم في الوقت: هو تقدير الوقت بوضع مدة زمنية طويلة من الوقت المتوقع لإنجاز المهمة.
- الواقعية في الوقت: يعتمد على الخبرة العملية والتجارب السابقة ويمكن من خلاله تقدير أفضل وقت للقيام بإنهاء المهمة.

فوائد مخطط بيرت

أهم الفوائد لمخطط بيرت التي تفيد مدراء المشاريع هي:

- تساعد مدراء المشاريع في معرفة ما يلزمهم من وقت لإنهاء المشروع.
- تساعد مدراء المشاريع في معرفة ما يلزمهم من مواد لإنهاء المشروع.
- التصميم الممتاز لمخطط بيرت يعطي جدول مميز وتصور كامل لمدة كامل المشروع.
- يجعل مدراء المشاريع على دراية بالمواد والأصول التي من المفروض طلبها ويمكنهم طلبها في أي وقت من أوقات المشروع.
- يخفف من الغموض والشكوك من جميع الأطراف بخصوص موعد تسليم المشروع.
- مخططات بيرت مرنة ومن الممكن تغيير الخطط والاقوات بسهولة لتتناسب مع أي تغيرات قد تطرأ على خطة المشروع.
- يجعل من السهل على لمدراء المشاريع تعيين وتحديد كل مهمة أو حدث لموظف معين ومتابعة أعماله بسهولة.

متى تستخدم مخطط بيرت؟

يكون استخدام مخطط بيرت وقت مبكر من عملية تخطيط المشروع.

1. البدء بتحديد المسار الحرج بسرعة

2. البدء بتقييم الموارد المهمة واللازمة، ويمكن تحديد ذلك قبل بداية المشروع

3. البدء بتقدير الجدول الزمني

يجب البدء بتقدير الجدول الزمني وتقديمه للعميل وذلك لان كل عميل يريد أن يكون على دراية بالموعد الذي سيتم فيه إنهاء مشروعه

كيفية استخدام قالب مخطط بيرت

يجب اتباع الخطوات الآتية:

1: تحديد مهام المشروع. يجب وضع قائمة بكل المهام الخاصة بالمشروع.

2: يجب وضع قائمة بالمهام الصغيرة التابعة للمهمة الأساسية.

3: يجب تحديد أحداث المشروع ومراحله الأساسية.

4: يجب استخدام الأسهم أو الخطوط لتوصيل الاشكال المختلفة (المستطيلات أو الدوائر).

تمثل الأسهم المهام. بينما تمثل الأسهم المنطلقة والمتجهة من مهمة إلى أخرى مهمة تابعة.

5: يتم استعمال الأسهم المتباعدة للمهام المتزامنة في نفس الوقت. ويمكنك كذلك استخدام خطوط منقطة لإظهار التبعيات التي لا تحتاج إلى موارد.

6: يتم تحديد مساراً حرجاً

7: شارك المخطط الخاص بك. يمكن مشاركة مخطط بيرت مع فرق العمل الخاص بك وأصحاب المصلحة الرئيسيين.

مثال جيد على مخطط بيرت

بالنسبة لهذا المشروع، هناك مهمات أساسية كما يلي:

1. تاريخ بداية المشروع
2. الأجهزة الخاصة بالمشروع وتصميماتها
3. المواصفات الفنية
4. كتابة الدروس المستفادة ولتي تم تعلمها
5. إصدار نموذج أولي
6. الأجهزة واختباراتها
7. الأجهزة وإصدارها
8. تاريخ نهاية المشروع

ما هو المسار الحرج في مخطط بيرت البياني؟

يمكن للمسار الحرج ان يقوم بإظهار أطول مسار للمهام الأساسية التي لا يمكن انهاء المشروع إلا باكملها. كما يلي المثال التالي، لا يمكن الانتقال إلى التشطيب الداخلي للمبنى إذا لم تنته من بناء العظم الأساسي والخرسانات للمبنى. تأخر أي من هذه المهام، يؤثر على المشروع بأكمله.

كيفية رسم مخطط بيرت

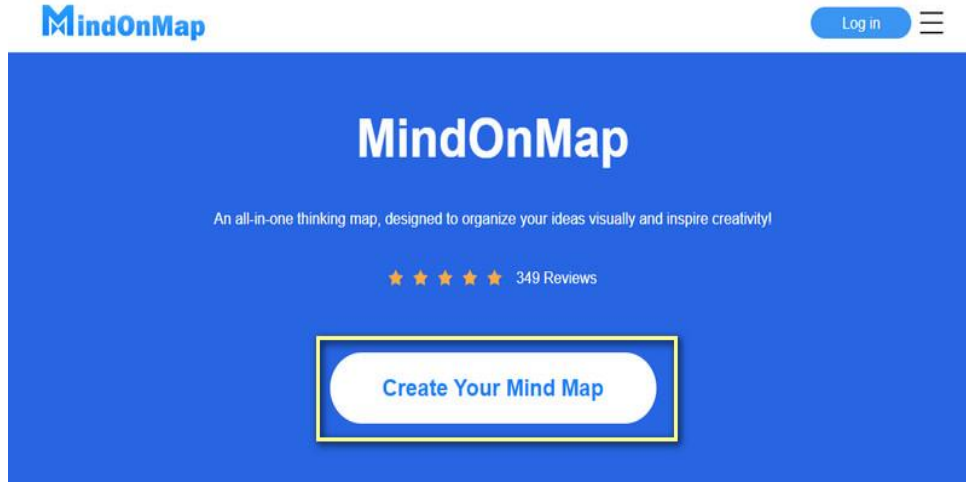
رسم هذا الرسم البياني باليد طريقة تقليدية. يمكن أن تكون مهمة مزعجة، خاصة عند التعامل مع مشروع واسع النطاق. يمكنك استخدام برنامج يجعل العملية سريعة وسهلة.

واحدة من الموصي بها صانع الرسم البياني بيرت الأدوات المجانية عبر الإنترنت التي يجب أن تفكر في استخدامها هي MindOnMap. البرنامج مليء بأدوات تصميم مختلفة لتغيير أشكال العقدة إلى أشكال. يمكنك أيضًا تخصيص التنسيق وتحسين لون العقدة والحدود ونمط الخط وغير ذلك الكثير. كما أنه يوفر زوجين من الخلفيات.

يمكنك الاختيار من بين الألوان العادية وخيارات نسيج الشبكة. أفضل ما في الأمر هو أنه يمكنك بسرعة تعديل العقد التي تحتوي على معلومات المشروع باستخدام ميزة المخطط التفصيلي للأداة.

الوصول إلى صانع الرسم البياني PERT

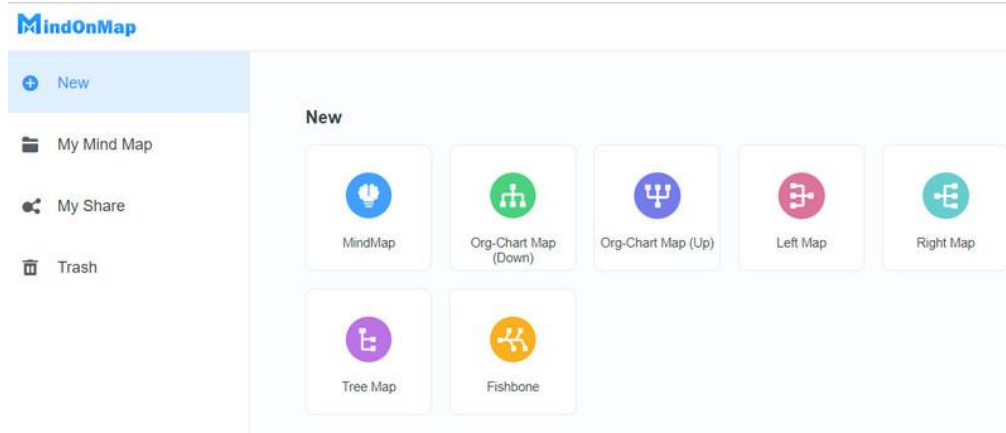
أولاً وقبل كل شيء ، قم بتشغيل MindOnMap باستخدام متصفح على جهاز الكمبيوتر الخاص بك. ضرب أنشئ خريطة ذهنك زر لفتح واجهة الأداة. قد تحتاج إلى إجراء التسجيل السريع إذا كنت مستخدماً لأول مرة. بعد ذلك ، يمكنك البدء في رسم مخطط PERT الخاص بك.



MindOnMap 1 Figure

حدد تخطيطاً

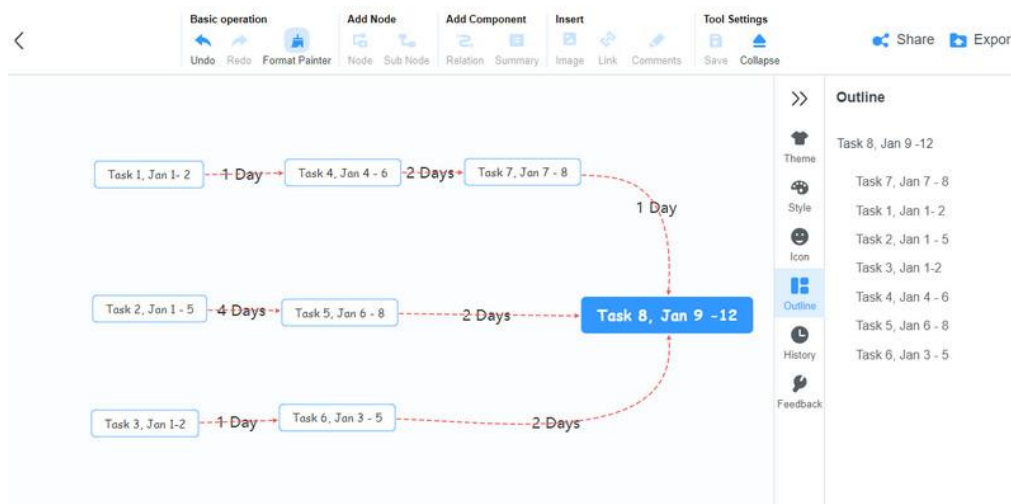
قبل الوصول إلى لوحة التحرير الخاصة بالأداة، ستحتاج إلى تحديد تخطيط أو الاختيار من السمات المميزة في اللوحة التالية حيث ستصل.



حدد تخطيطاً 2 Figure

إنشاء وتحرير مخطط بيرت

حدد الأشكال والعناصر التي تحتاجها لمخطط PERT الخاص بك عندما تصل إلى لوحة التحرير. يمكنك العثور على الأشكال على الجانب الأيمن من لوحة التحرير. يمكنك تغيير أشكال العقد في علامة تبويب النمط لتصوير مخطط بيرت. بعد ذلك ، افتح ملف الخطوط العريضة وقم بتحرير معلومات العقدة مثل اسم المهمة والتاريخ المتوقع وعدد الأيام وما إلى ذلك. ثم قم بتوصيل العقد باستخدام خط العلاقة.



إنشاء وتحرير مخطط بيرت 3 Figure

احفظ الرسم البياني

بمجرد الانتهاء من تحرير مخطط PERT الخاص بك ، احفظ الإصدار الأخير من الرسم التخطيطي. انقر فوق تصدير واحفظ مخطط PERT في ملف PDF و Word و SVG وصورة. اختياريًا ، يمكنك مشاركتها مع أصدقائك وزملائك للمعينة أو التحقق.

و الآن دعنا نرسم شبكة PERT لمشروع المدرسة السابق. الأنشطة والأنشطة السابقة هي كما في الجدول التالي:

النشاط	الوصف	الأنشطة السابقة
A	عمل مخطط معماري	لا يوجد
B	حفر القواعد	A
C	صب الأعمدة	B
D	بناء العظم أو الهيكل	C
E	صب الأدوار	D
F	أعمال الكهرباء	D
G	أعمال السباكة	D
H	الأعمال الداخلية والأعمال الأخرى من نوافذ و أبواب ودهان	G, E, F

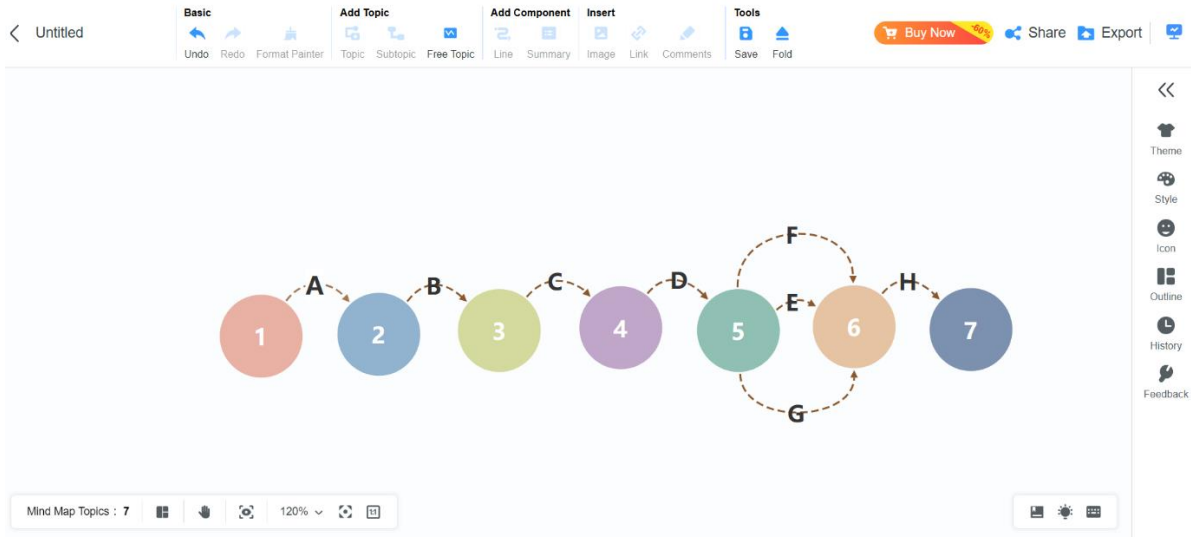


Figure 4 شبكة PERT

تساؤلات الدراسة وتفاصيل عامة عن إدارة المشروع

إدارة وقت المشروع:

هناك 3 أدوات تستخدم غالباً في إدارة المشاريع ستساعدك على إدارة وقتك بأفضل صورة ممكن وهي:

- خطة العمل المفصلة والتي تعرف بهيكل مفصل للعمل WBS،
- الجدول الزمني والمعروف بي مخطط جانتي،
- طريقة المسار الحرج او الحاسم CPM

تواجه الشركات الكبيرة تحديات كبيرة عند تنفيذ المشاريع الضخمة والمعقدة، والتي تتطلب سلسلة من العمليات المتتابعة أو المتوازية للنجاح. فعند إطلاق منتج جديد، على سبيل المثال، يجب اتخاذ خطوات متعددة كالأبحاث السابقة، والتطوير، واختبار المنتج، والأبحاث التسويقية، وتصميم العبوة، وغيرها الكثير. هذا التعقيد يجعل من الصعب التحكم في تخطيط وتنفيذ هذه المشاريع باستخدام الأساليب التقليدية. لذلك، يركز مديرو المشاريع على تقدير الوقت اللازم لإكمال المشروع. وبسبب تعقيدات العمل والعوامل الخارجية المؤثرة، أصبح من الضروري وجود "مديري مشاريع" مدربين لاتخاذ القرارات المناسبة.

متى نتوقع أن ينتهي المشروع؟ ما هو التأثير الكلي على المشروع إذا حدث تأخر في أي من العمليات أو الخطوات؟ ما هو الاحتمال أن يتم المشروع في وقته الذي خطط له؟

ما هي التكاليف الإضافية إذا أردنا التعجيل بالمشروع وإنهاؤه في وقت مبكر؟

للإجابة عن جميع الأسئلة السابقة يجب القيام باستخدام طريقتي المسار الحرج (CPM) و (PERT).

ولنجاح تلك الوسيلتين في التخطيط والتحكم عملت في كثير من المشاريع العملاقة والحكومية والتجارية، فقد بدأت بتطبيق أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع (PERT) وطريقة المسار الحرج (CPM) منذ أواخر الخمسينيات في تخطيط المشاريع الكبيرة ومتابعة تنفيذها.

يعتمد تقييم ومراجعة البرامج على تقسيم المشروع إلى مجموعة من الأنشطة التي تسبق بعضها البعض، وأخرى تتبع زمنياً، بالإضافة إلى أنشطة يمكن تنفيذها في نفس الوقت. يركز هذا الأسلوب على تقدير الوقت المتوقع لاستكمال المشروع، مع إدراج عنصر الاحتمالية في تقدير أوقات تنفيذ الأنشطة. يُهتم أسلوب المسار الحرج (CPM) أيضاً بتحديد العلاقة بين الوقت والتكلفة، حيث يمكن تقليل زمن تنفيذ المشروع عبر زيادة تكلفة بعض الأنشطة، ويمكن وضع خطط بديلة لتقليل الزمن المطلوب.

تم تطوير أسلوب متكامل لتقييم وإدارة المشاريع يجمع بين طرق تقييم البرامج وتحليل المسار الحرج (CPM) ضمن إطار تحليل الشبكات. يهدف هذا الأسلوب المطور إلى تنفيذ المشاريع بأقل تكلفة ممكنة (Network Analysis)

أنشطة المشروع ينظر إلى أي مشروع على أنه مجموعة من العمليات المتعاقبة والمتوازية، كل عملية من العمليات تسمى نشاطاً. كل نشاط من الأنشطة يتطلب إنفاق شيء من الوقت والموارد المالية. ومن هنا كان تعريف النشاط (Activity) على أنه عملية أو مهمة تتطلب أنفاق بعض الوقت والموارد ليتم إنجازها .

مثا لبناء مدرسة من المدارس فإن الأنشطة اللازمة عملها هي التالي A :

(a) عمل مخطط معماري

(b) حفر القواعد

(c) صب الأعمدة

(d) بناء العظم أو الهيكل

(e) صب الأدوار

(f) أعمال الكهرباء

(g) أعمال السباكة

الأعمال الداخلية والأعمال الأخرى من نوافذ وأبواب ودهان كل من هذه الأنشطة يتطلب وقتاً من الزمن ويتطلب موارد من عمال ومواد أولية وأموال. رمزنا لكل نشاط بحرف من الحروف للتسهيل، فنقول نشاط A و نشاط B. فمثلاً عمل مخطط معماري هو النشاط A ، وحفر القواعد هو النشاط B وهكذا... بعض الأنشطة ممكن أن تبدأ في وقت واحد ، والبعض قد تبدأ بعد انتهاء أنشطة سابقة. فمثلاً لا نستطيع بناء العظم قبل الانتهاء من صب الأعمدة. لذلك فإنه لكل نشاط أو مهمة يجب أن يحدد بالضبط الأنشطة السابقة (activities Predecessor) و هي الأنشطة التي يجب إتمامها أولاً ليبدأ نشاط معين.

لذلك فإن النشاط السابق للنشاط D بناء العظم والهيكل هو النشاط C ونحن هنا لا ننظر إلى جميع الأنشطة التي يجب أن تسبق ، إنما ننظر إلى النشاط أو الأنشطة السابقة مباشرة. فمثلاً اكتمال النشاط C معناه أن الأنشطة السابقة A و B جميعها قد اكتملت. لذلك لا نقول أن الأنشطة السابقة للنشاط D هي الأنشطة A و B و C . كذلك النشاط H يتطلب إنهاء كلا من G و F لان G لا يعتمد على F وهكذا.

وإذا أردنا معرفة وقت اكتمال المشروع فإنه يجب معرفة المدة " المتوقعة " لإنجاز كل نشاط .تعريف: الوقت المتوقع هو عبارة عن المدة الزمنية اللازمة لإنجاز أي نشاط من الأنشطة. وتقاس عادة بالساعات ، الأيام ، الشهور ، السنوات ، أو بأي وسيلة أخرى مناسبة. ولكن يجب توحيد الوحدة المستخدمة للقياس في جميع الأنشطة. وبمعرفة الأنشطة ، الأنشطة السابقة ، والمدة المتوقعة لكل نشاط فإنه يمكن معرفة الوقت المتوقع الإجمالي لإنهاء المشروع باستخدام PERT .

و بما أن كل نشاط لا يمكن أن يبدأ حتى ينتهي النشاط أو الأنشطة السابقة له فإنه يمكن تعريف الحدث " event " على أنه : هو نقطة أو لحظة من الوقت التي يتم فيها اكتمال مجموعة معينة من الأنشطة .في

المثال السابق ، النشاط H لا يمكن أن يبدأ إلا بعد انتهاء النشاط E ، F ، و G . عندما يقع هذا الحدث فإنه يبدأ النشاط H . (أي أن جميع الأحداث قد انتهت).

ضبط وجدولة المشاريع:

تمر المشاريع في ثلاث مراحل تنفيذية هي:

1. إنشاء شبكة الأعمال للمشروع: وتشمل

- تحليل المشاريع إلى أنشطة وأحداث.
- تتابع الأنشطة والأحداث.
- رسم تخطيطي للمشروع.
- تقدير الأزمنة لكل نشاط.

2. تخطيط المشروع:

بعد تعريف أنشطة المشروع حسب التسلسل الزمني، يتم تحديد ما يلي:

- الأنشطة والأحداث الحرجة.
- المسار الحرج.
- حساب الفائض من كل نشاط.

3. ضبط المشروع

يكمن الفرق بين طريقتي PERT و CPM في تقدير زمن الأنشطة، إذ تعتمد الأولى على ثلاثة أزمنة الحساب | زمن النشاط، في حين تعتمد الطريقة الثانية تقدير زمني واحد لكل نشاط، وهي شائعة الاستخدام في المشاريع المكررة. تعنى هذه المرحلة تقدير ومراقبة الأنشطة ومتابعتها، وتشمل ما يلي:

- مراقبة الأزمنة ومقارنتها مع خطة المشروع النظرية.
- محاولة إتباع الخطة قدر المستطاع.
- نقل الإمكانات من نشاط ذي فائض إلى نشاط حرج إن أمكن.

وتظهر أهمية كل من طريقي PERT و CPM الإدارة المشاريع في ما يلي:

- مساعدة مدير المشروع على التعرف على الأنشطة الحرجة.
- حساب مرونة الأنشطة غير الحرجة لإتاحة الفرص لتتنقل الموارد إلى الأنشطة الحرجة.
- التعرف على الأزمنة المبكرة والمتأخرة لانتهاء المشروع.
- حساب التكلفة النهائية للمشروع.

المصطلحات المستخدمة في جدولة المشاريع

لتوضيح طريقتي PERT و CPM في جدولة المشاريع، يجب أن نتعرف على بعض المصطلحات وأهمها ما يلي:

- الحدث Event: وهو الوصول إلى نقطة معينة من الزمن ولا يحتاج إلى بداية ونهاية زمنية.
- النشاط Activity: هو النشاط الذي يجب تنفيذه خلال مدة المشروع ودائماً ما يجب وجود نقطة بداية ونهاية وموارد لتنفيذ هذا النشاط.
- النشاط الوهمي Dummy Activity: هو النشاط الذي لا يحتاج إلى زمن أو موارد لإتمامه ويستعمل فقط للدلالة على تابع الأنشطة منطقياً ويرسم بسهم منقطع.
- النشاط الحرج Critical Activity: هو الأنشطة والمهام التي يمكن أن تسبب في تأخير المشروع إذا تم تأخيرها، ولهذا فهذه الأعمال الأولوية لإنجازها بأكبر قدر ممكن.
- المسار الحرج Critical Path: هو المسار الذي تكون فيه أطول مدة زمنية من الأنشطة الحرجة التي من الممكن أن تقوم بتأخير المشروع.
- زمن البداية المبكر للنشاط Earliest Start: إذا تم تنفيذ الأعمال والأنشطة السابقة فإن زمن البداية المبكرة يكون الزمن الذي يبدأ فيه النشاط.
- زمن النهاية المبكر Earliest Finish: هو الزمن الذي يمكن أن ينجز فيه النشاط إذا بدأ في وقته المبكر.
- زمن نهاية متأخر Latest Finish هو آخر زمن يمكن إتمام النشاط فيه بدون أن يتسبب بتأخير أية أنشطة لاحقة

بداية متأخرة = نهاية متأخرة - وقت النشاط

- القاعة Slack Time

الفائض في النشاط = زمن بداية متأخر - زمن بداية مبكر

كيفية يمكن أن نحدد أقرب موعد لبداية ونهاية النشاط:

1. ابدأ من بداية المشروع وتقدم أمام الشبكة.
2. حدد أقرب موعد لبدء المشروع، ويجب أن يكون = صفر.
3. نقوم بحساب أقرب موعد لنهاية كل نشاط عن طريق إضافة المدة التي يستغرقها إلى أقرب موعد لبدايته.
4. بالنسبة لكل نشاط متسلسل لا يسبقه مباشرة إلا نشاط واحد، حدد أقرب موعد لبدايته بحيث يكون مساوياً لأقرب موعد نهاية للنشاط السابق.
5. بالنسبة لكل نشاط متسلسل سبقه أكثر من نشاط واحد، حدد أقرب موعد لبدايته بحيث يكون مساوياً لأقرب موعد نهاية للأنشطة السابقة.
6. دون أقرب موعد بداية، وأقرب موعد نهاية.
7. كرر الخطوات من الثالثة إلى السادسة حتى تصل إلى نهاية المشروع. ولا يمكن تحديد أقرب موعد لبداية نشاط ما إلا بعد تحديد أقرب موعد النهاية لجميع الأنشطة السابقة له مباشرة.

إدارة الجودة للمشروع MANAGEMENT QUALITY PROJECT

يتعاطى بعض المعنيين بالمشاريع مع مفهوم الجودة على اعتبار أنه مُحدد خاص يتم اختياره وتعريفه من قبل القائمين على المشروع فقط فلا يكون للعميل أو المستفيد دور حقيقي في اعتماد هذا المحدد بينما الوضع السليم وفق تعريفات الجودة هو أنها تمثل نتيجة معينة يصل إليها المشروع من خلال مطابقتها لاحتياجات العميل ودرجة رضاه.

إذن فالجودة متعلقة بمنظور العميل وتوقعاته وإدارة الجودة للمشروع تشمل جميع العمليات والأنشطة التي يقوم بها فريق المشروع أو المنشأة المحددة لسياسات الجودة وأهدافها والمسؤوليات المتعلقة بها والتي تحقق المتطلبات والاحتياجات التي تم التعهد بتحقيقها. والفشل في تحقيق متطلبات الجودة تكون نتائجه سلبية على المعنيين بالمشروع.

وعند الحديث عن الجودة يفترض بمدير المشروع أن يميز بين مفهوم الجودة Quality ومفهوم الدرجة أو الرتبة Grade، ف((الدرجة)) هي عبارة عن التوافق مع فئة محددة مسبقاً بمميزات وخصائص فنية محددة. وتدني الجودة هي مشكلة حقيقية بينما تدني "الدرجة" ليست بالضرورة كذلك.

كما يوجد مفهوم آخر ذو علاقة بالجودة وهو ((الدقة Precision)) والذي يقيس درجة التطابق. وطرق الإدارة الحديثة للجودة تعتمد على تقليل التباين أو الاختلاف بين نتائج الأعمال والمتطلبات التي سبق تحديدها له.

أهمية إدارة الجودة:

يعتبر تنفيذ مشاريع عالية الجودة أمراً ضرورياً للشركات للحفاظ على سمعتها، وتحقيق ميزة تنافسية، وتحقيق أهدافها التجارية. يمكن أن تؤدي الجودة الرديئة إلى إعادة العمل مرة أخرى، وعدم رضا العملاء، وتأخيرات المشروع، مما يعرض النجاح العام للخطر. يساعد نهج إدارة الجودة القوي الشركات على:

- **تلبية توقعات العملاء:** من خلال التركيز على الجودة، تُسلم المشاريع ما يحتاجه العملاء ويتوقعونه، مما يعزز العلاقات القوية ويعزز الأعمال المتكررة.
- **خفض التكاليف:** تقلل إدارة الجودة الاستباقية من الأخطاء والعيوب، مما يؤدي إلى تقليل دورات إعادة العمل المكلفة وتجاوزات الميزانية.
- **تحسين الكفاءة:** تسهل عمليات الجودة المحددة سير العمل، مما يعزز الكفاءة وإنجاز تسليمات المشروع في الوقت المناسب.
- **تعزيز رضا أصحاب المصلحة:** يؤدي توصيل مشاريع عالية الجودة إلى زيادة رضا أصحاب المصلحة، مما يؤدي إلى ثقة أقوى وتعاون أفضل.

إطار للتميز في الجودة

تؤكد شهادة PMP على نهج منظم ومنهجي لإدارة الجودة، مع التركيز على:

- التخطيط: تحديد معايير الجودة والعمليات والمسؤوليات في وقت مبكر من دورة حياة المشروع.
- التنفيذ: تنفيذ ضوابط الجودة والعمليات طوال المشروع لضمان الالتزام بالمعايير.
- المراقبة والتحكم: تتبع تقدم المشروع بشكل مستمر مقابل مقاييس الجودة واتخاذ الإجراءات التصحيحية عند الضرورة.
- الإغلاق: تقييم أداء جودة المشروع وتوثيق الدروس المستفادة للمشاريع المستقبلية.

يمكن هذا الإطار مديري المشاريع من إدارة الجودة بشكل استباقي، بدلاً من الرد على المشكلات بعد ظهورها. من خلال وضع توقعات واضحة للجودة من البداية والحفاظ على ممارسات الجودة المتسقة طوال دورة حياة المشروع، يعزز نهج PMP ثقافة التميز في الجودة.

العمليات الرئيسية في إدارة جودة PMP

يحدد نهج PMP العديد من العمليات الرئيسية داخل إدارة الجودة:

- تخطيط الجودة: يتضمن ذلك تحديد متطلبات الجودة، وتحديد معايير الجودة، وإنشاء خطة إدارة جودة.
- ضمان الجودة: يركز هذا على ضمان وجود عمليات وإجراءات المشروع لتلبية معايير الجودة.

- مراقبة الجودة: يتضمن هذا مراقبة أداء جودة المشروع، وتحديد الانحرافات، واتخاذ الإجراءات التصحيحية.
 - مراجعة الجودة: يتضمن هذا تقييمات رسمية لنظام إدارة جودة المشروع لضمان فعاليته.
- وفيما يلي نعرض أبرز علماء الجودة مع عرض لنظرياتهم التي يتبناها منهج إدارة المشاريع:

« جوزيف جوران:

الذي يعرف الجودة أنها: ملاءمة الاستعمال أو الهدف، ويرى جوران الجودة من خلال زاويتين: الأولى محاولة تقليل النقص والعجز في المنتج أو الخدمة، وبالتالي تخفيض معدل الأخطاء، والثانية هي محاولة تحسين المنتج من أجل تحقيق إشباع لاحتياجات ومتطلبات العملاء ويعد جوران من رواد الجودة. وتعد نظرية السببية ٢٠-٨٠ التي قدمها جوران من أهم نظريات الجودة والتي على أساسها بنيت إدارة باريتو التي تقترض أن ٨٠٪ من المشكلات هي بسبب ٢٠٪ من الأسباب.

« فيليب كروسبي:

وتعتمد نظريته على عدم وجود معيب، وأكد أنه لا يعني ذلك أن المنشأة لا تتوقع أخطاءً من العاملين، وأشار إلى أننا إن لم نكن نؤمن بإمكانية تحقيق مستوى صفر من العيوب، فإننا لن نستطيع تحقيق الهدف على الإطلاق، هذه النظرية هي التي قادت إلى تقديم أدوات ٦ سيجما.

« إدوارد ديمينج:

كانت فكرته تعتمد على تطبيقات خرائط المراقبة الإحصائية Statistical Control Chart، حيث ركز فيها على ضرورة قيام المنشأة بتقليل الانحرافات التي تحدث أثناء الإنتاج. ووضع خطته المعروفة: Plan-Do-Check-Act. إنه من المؤسف أن يتعامل المسلم مع مفهوم الجودة من منطلق نظرية "جوران" أو شروط "كروسبي"، ويمعن في حفظ تعاريفها وترديدتها وكأن هذا المفهوم مُبتدع لم نعرفه أو نؤمر بتبنيه وأتباعه ضمن أحكام شريعتنا. ألم نقرأ في محكم الكتاب الحكيم قوله تعالى: ﴿إِنَّ الَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ إِنَّا لَا نَضِيعُ أَجْرَ مَنْ أَحْسَنَ عَمَلًا﴾ (١)

أو نسمع قوله صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ:

((إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه)) (٢).

لا أشك أبداً أننا مقصرون في تسويق مبادئنا التي لطالما أعدنا استيرادها من الآخر بعد أن قام بتكييفها بما يتناسب مع معتقداته أو أهوائه ثم صدرها لنا مغلفة بشهادات دولية يتسابق أبناء المجتمع المسلم للحصول عليها؛ لتعزيز فرصه في سوق العمل. إن تأصيل منهجنا في الجودة واجب على أبناء المجتمع

المسلم، ولا أرى ان هناك ما يمنع أن نحذو حذوهم في تغليف ذلك من خلال شهادات مهنية أو دورات علمية يكون لها موثوقية في سوق العمل.

(١) سورة الكهف - الآية ٣٠.

(٢) صحيح الجامع - الصفحة أو الرقم: ١٨٨٠.

1. المخططات النقاط المتبعثرة Scatter diagrams

يتم وضع نقاط ذات بُعد ثنائي (y, x) على هذه المخططات بهدف فهم العلاقة بين تلك المتغيرات X و Y . يعتبر مخطط التبعثر أو (مخطط الانتشار) من أدوات تحسين الجودة المتوفرة لدى فرق تحسين العمليات؛ فهو يستعمل لتحليل بيانات العمليات بطريقة بيانية يمكن عن طريقها البحث عن علاقة محتملة أو متوقعة بين متغيرين.

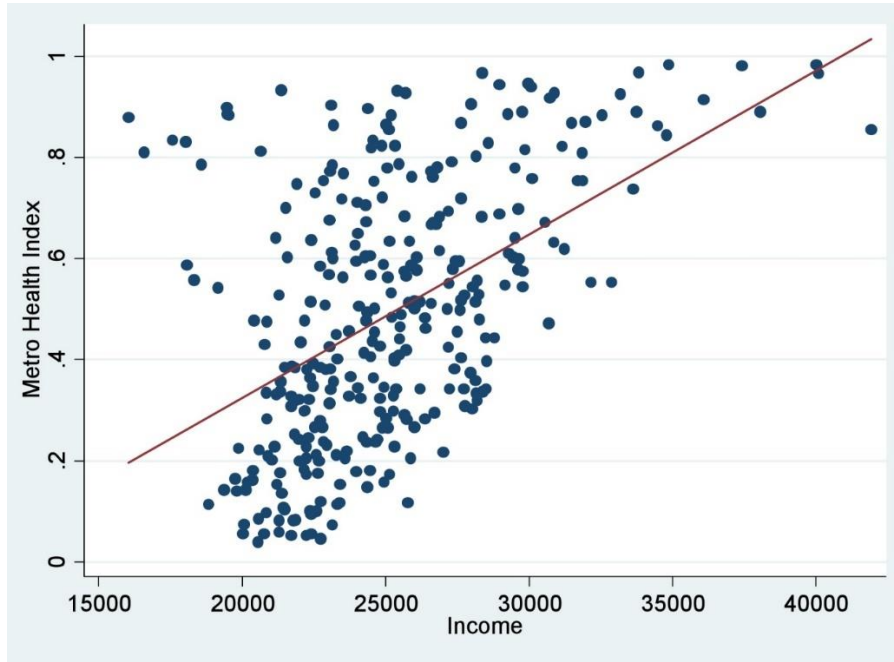


Figure 5 المخططات النقاط المتبعثرة Scatter diagrams

فوائد استخدام أدوات الجودة السبعة

استخدام أدوات الجودة السبعة يوفر العديد من الفوائد التي تساهم في تحسين العمليات وزيادة الكفاءة والإنتاجية. فيما يلي بعض الفوائد الرئيسية لاستخدام هذه الأدوات:

1. تحليل الأسباب الجذرية للمشكلات:

تساعد أدوات مثل مخطط السبب والنتيجة (عظمة السمكة أو إيشيكاوا) في تحديد الأسباب الجذرية للمشكلات بشكل منهجي، مما يمكن الفرق من معالجة الأسباب الأساسية بدلاً من معالجة الأعراض فقط.

2. تحسين اتخاذ القرارات:

توفر أدوات الجودة السبعة بيانات ومعلومات دقيقة تساعد على اتخاذ قرارات مبنية على حقائق وأدلة، مما يقلل من الاعتماد على الحدس أو الافتراضات.

3. زيادة الكفاءة:

باستخدام أدوات مثل ورقة التحقق ومخطط التدفق، يمكن تحسين تدفق العمليات وتقليل الفاقد، مما يزيد من كفاءة العمل ويساهم في توفير الوقت والموارد.

4. تحقيق التحسين المستمر:

تشجع أدوات مثل مخطط التحكم ومخطط التشتت على متابعة الأداء بشكل دوري واكتشاف التحسينات الممكنة باستمرار، مما يعزز ثقافة التحسين المستمر في المؤسسة.

5. تعزيز التعاون والتواصل:

تسهل أدوات الجودة مثل مخطط باريتو والمخطط التكراري فهم المشكلات والأولويات بين أفراد الفريق، مما يعزز التعاون والتواصل ويساعد على تحقيق الأهداف المشتركة بفعالية أكبر.

6. زيادة رضا العملاء:

يساهم تحسين جودة المنتجات والخدمات في زيادة رضا العملاء، وذلك من خلال تلبية احتياجاتهم وتوقعاتهم بشكل أفضل وتحقيق مستويات أعلى من الجودة والموثوقية.

7. تقليل التكاليف:

يساهم تحسين العمليات وتقليل الفاقد في تخفيض التكاليف التشغيلية. باستخدام أدوات مثل ورقة التحقق ومخطط التدفق، يمكن تحديد مجالات الهدر وإزالتها، مما يؤدي إلى توفير الموارد المالية وتحسين الربحية.

8. الامتثال للمعايير:

تساعد أدوات الجودة في ضمان الامتثال للمعايير والمواصفات المطلوبة، سواء كانت معايير داخلية أو متطلبات تنظيمية، مما يقلل من مخاطر عدم الامتثال والعقوبات المحتملة.

9. تحسين الأداء العام للمؤسسة:

يساهم استخدام أدوات الجودة في تحسين الأداء العام للمؤسسة من خلال تعزيز الكفاءة، وزيادة الإنتاجية، وتقليل الأخطاء، مما يعزز من قدرة المؤسسة على المنافسة والنمو في السوق.

من خلال تحليل البيانات وفهم العمليات بشكل أفضل، تساهم أدوات الجودة في دعم الابتكار وتطوير حلول جديدة للمشكلات، مما يمكن المؤسسة من التكيف مع التغيرات في السوق وتحقيق ميزة تنافسية.

المقارنة Benchmarking

تتضمن مقارنة التطبيق الفعلي أو المخطط له مع ما يُعمل به في المنشآت الأخرى؛ وذلك لتحديد أفضل الممارسات العملية، ولتوليد الأفكار التطويرية وعمل أساس مقارنة للأداء. ويمكن للمنشآت ممارسة هذه التقنية داخلياً على مستوى إدارتها أو خارجياً على مستوى منشآت أخرى.

تصميم الخبراء Design of Experiments – DOE

هي طريقة إحصائية لتحديد العوامل المؤثرة في متغيرات معينة تكون تحت بيئة التطوير أو البيئة الإنتاجية. يُعرّف مصطلح تصميم التجارب على أنه الإجراء المنهجي الذي يُنفَّذ في ظل ظروف خاضعة للرقابة من أجل اكتشاف تأثير غير معروف أو اختبار أو إنشاء فرضية أو توضيح تأثير معروف، ويكون ذلك بواسطة تخطيط الاختبارات الخاضعة للرقابة وإجرائها وتحليلها وتفسيرها لتقييم العوامل التي تتحكم في قيمة المحدد أو مجموعة المحددات، من خلال دراسة العلاقة بين كل من متغيرات المدخلات المتعددة (العوامل) ومتغيرات النتائج (الاستجابات).

يمكن باستخدام تقنيات تصميم التجارب تحديد التأثيرات الفردية والتفاعلية للعوامل المختلفة على نتائج عملية التشغيل، بجانب استخدامها لاكتساب المعرفة والحصول على تقدير أفضل لظروف تشغيل النظام أو تطوير العملية أو المنتج الجديد، وذلك عن طريق تحديد المجموعة المثلى لمعاملات التشغيل التي تقود شروط التصميم خطوة بخطوة.

العينات الإحصائية Statistical Sampling

تتضمن اختيار أجزاء معينة وفق حسابات محددة مثال (اختيار خمسة رسومات عشوائية من كل مهندس بعد مرور ١٠ أيام من بداية كل شهر). العينة الإحصائية أو عينة البحث هي مجموعة جزئية من المجتمع الكلي للدراسة تحمل نفس خصائص وصفات المجتمع الأصلي وتمثل المجتمع، وتُجمع البيانات والمعلومات من أفراد العينة فيما يتعلق بمشكلة البحث، ثم تُعمم نتائج الدراسة بعد ذلك على جميع أفراد المجتمع الدراسة الأصلي.

فالهدف من العينة الإحصائية إذاً هو تمثيل المجتمع الأصلي بكافة أفرادهِ؛ ويخضع اختيار العينة الإحصائية

لعدة ضوابط منها: تجانس وتوافق العينة مع المجتمع الأصلي؛ من حيث الصفات والخصائص والموضوعية وعدم التحيز باختيار أفراد العينة والتناسب بين حجم العينة وحجم المجتمع وأن تُعبر العينة المُختارة عن جميع فئات المجتمع.

كما يوجد عدد من الأدوات الفاعلة الإضافية في تخطيط للجودة:

- العصف الذهني Brainstorming.
- تقنية المجموعة المصغرة Nominal group technique.
- إدارة الجودة وأدوات التحكم بها Quality management and control tools.

على مدير المشروع التمييز بين متطلبات الجودة وبين الإضافات غير الضرورية للمميزات على المخرجات أو ما يعرف Gold Plating. حيث إن مفهوم Gold Plating عبارة عن عملية إضافة خدمات أو مميزات غير ضرورية لمخرجات المشروع.

من أهم مخرجات عملية تخطيط إدارة الجودة هي (خطة تطوير العمليات Process Improvement Plan وهي عبارة عن خطة لتحليل العمليات المستخدمة في المشروع بغرض تطويرها والبحث عن طرق تنفيذ تساعد في تقليل المعطوب من المخرجات، وتقلل الوقت والمال المستنفذ لذلك وزيادة رضى العميل. أيضًا من المخرجات الأساسية من عملية تخطيط إدارة الجودة "مقاييس الجودة Quality Metrics" وهي تمثل قياسات للجودة تستخدم خلال عملية تنفيذ ضمان الجودة التي سنتطرق إليها بعد هذه العملية مباشرة.

Assurance Quality Perform

مرحلة التنفيذ: عملية تنفيذ ضمان الجودة:

هي عملية تدقيق متطلبات الجودة والنتائج المأخوذة من قياسات التحكم بالجودة لضمان مناسبة المعايير والعمليات المعرفة مسبقا. ويمكن ان نعرف هذه العملية بأنها ممارسة الجودة. والهدف الرئيسي من هذه العملية هو تسهيل وتبسيط عمليات تطوير الجودة. وعملية تنفيذ ضمان الجودة تطبق مجموعة من المنهجيات المخطط لها في عملية تخطيط الجودة والتي تمثل مظلة التطوير المستمر للعمليات.

تقنيات وأدوات العملية

"تدقيق الجودة Quality Audits":

هو عملية مستقلة لتحديد التي مدى توافق أنشطة المشروع مع سياسات المنشأة وإجراءاتها. ومن أهداف اجراء عمليات تدقيق الجودة ما يلي:

- تحديد أفضل التجارب العملية والجيد منها التي تم تطبيقها.

- تحديد مواقع عدم التوافق والاختلاف بين المطبق مع ما تم التخطيط له وتحديد أوجه القصور.
- مشاركة تلك التجارب الجيدة وتقديمها لمشاريع مشابهة.
- تقديم مساعدة استباقية لتحسين وتطوير العمليات وزيادة إنتاجية فريق المشروع.

تحليل العمليات Process Analysis: هي تحليل عمليات الجودة في الخطة لتحديد التحسينات المطلوبة.

Quality Control

مرحلة المراقبة والتحكم:

عملية التحكم بالجودة هي العملية التي يتم فيها مراقبة وتسجيل نتائج تطبيق أنشطة الجودة لأجل تقييم الأداء ووضع التوصيات الضرورية. والفائدة الرئيسية من هذه العملية تتلخص بـ:

- (١) تحديد أسباب ضعف عمليات الجودة للمنتج ووضع التوصيات التي تقلل من حدوث تلك الأسباب.
 - (٢) التحقق من أن مخرجات المشروع تتطابق مع المتطلبات التي حددها المعنيون الرئيسون بالمشروع.
- وفي إدارة الجودة للمشروع من الضروري لمدير المشروع وفريقه أن يستوعب المفاهيم التالية:

- « المنع Prevention: هو إبعاد العينات المعطوبة عن العمليات.
- « الفحص Inspection: هو إبعاد العينات المعطوبة عن يد العميل.
- « أخذ عينات Attribute: نتيجة فحص هذه العينات تكون: متوافق أو غير متوافق.
- « أخذ عينات Variable: للحصول على درجة التوافق.
- « الاستعداد Tolerances: وهو النطاق المقبول للنتائج، ويستنتج منه حدود التحكم Limits Control التي تعرّف بأنها حدود التباين التي توضح إذا ما كان الأداء مستقرًا

لتسهيل فهم عملية التحكم بالجودة وعملية تنفيذ ضمان الجودة يمكننا أن نشبه عملية التحكم بالجودة بالقاضي الذي يصدر الأحكام بناءً على قوانين موجودة لديه. بينما عملية تنفيذ ضمان الجودة هي العسكري أو رجل الأمن الذي يبحث عن مخالف الأنظمة والمعايير الموضوعة مسبقًا.

إدارة الموارد البشرية في المشروع

القواعد الأساسية "Ground Rules"

وضع قواعد رئيسة متعلقة بتصرفات أعضاء الفريق هو إحدى الوسائل المستخدمة لتطوير أداء الفريق. فالتوجيهات والمبادئ السلوكية مهمة للغاية خاصة إذا كان أعضاء الفريق من خلفيات ثقافية متنوعة. والاعتماد المبكر للقواعد الأساسية في السلوك يقلل من حدوث أي سوء تفاهم يمكن أن يحدث بين أعضاء الفريق. ويجب على كافة الأعضاء في الفريق المساهمة في فرض تلك القواعد الأساسية بالسلوك في حال تم اعتمادها.

المشاركة في المكان "Colocation":

وتسمى أيضًا ((tight matrix)) ويمكن أن يتم اعتماد هذه الاستراتيجية بشكل مؤقت من خلال جمع أعضاء الفريق في غرفة اجتماعات war room واحدة.

الحوافز والمكافآت "Recognition and Rewards":

من أهم الأدوات التي تكون سببًا في نجاح الفريق. فشعور الموظف بقيمته بالنسبة للمنشأة محفز كبير له. يجب أن يُوجد مدير المشروع آلية واضحة في منح المكافآت والحوافز لأعضاء فريقه خصوصًا إذا لم تكن تلك الآلية موجودة ضمن سياسات وإجراءات المؤسسة، ويجب أن تبنى على درجة عالية من العدالة والمساواة. وليس من الضروري أن تكون هذه المحفزات والمكافآت مادية فيمكن أن تأخذ أشكالًا أخرى ذات مدلول كإعطاء الموظف موقف مركبة خاص أو مكتب أكبر من مكتبه أو اشتراكًا مجانيًا في أحد الأندية الرياضية.

الفصل الثاني: الدراسات السابقة، دراسة حالة مشروع تركيبات الأنظمة
الكهربائية والميكانيكية

مقدمة

ما نشهده اليوم من تطورات في المشاريع اعتمادا على النظريات السابقة التي ظهرت في القرن التاسع عشر ، فقد انتقلت عملية مراقبة وإدارة هذه المشاريع من المرحلة الكلاسيكية باستخدام مخططات جانتي إلى المرحلة النيو كلاسيكية والمتمثلة في استخدام الأساليب الكمية التحليل الشبكي، يذهب البعض من المتخصصين بالمخططات الشبكية وإدارة المشاريع إلى تحديد علاقة وثيقة بين شبكات العمل بما في ذلك أسلوب CPM والمخططات الزمنية ، فالدافع الأساسي لاستخدام هذه الأساليب يوضح كيفية التحكم في زمن المشروع، كيفية توزيع الموارد والكميات المتاحة لها حيث تترتب عليها كلفة إدارة المشروع، وهنا تظهر الحاجة إلى الموازنة بين زمن إنجاز النشاط وكلفة هذه الموارد.

ومن بين هذه المشاريع نجد مشروع تركيب الأنظمة الكهربائية والميكانيكية، حيث تكتسي هذه المشاريع أهمية بالغة في المملكة العربية السعودية، ومع رؤية المملكة 2030 فإن التطور الانشائي الكبير يحتاج تركيبات أكثر وأكبر للأنظمة الكهربائية والميكانيكية على مستوى عالي ومتقدم.

تقديم مشروع تركيبات الأنظمة الكهربائية والميكانيكية

سيتم من خلال هذا البحث التعريف بالمشروع المراد دراسته وتبيين الجهات القائمة على إنجازه، مع توضيح عدد الأنشطة الرئيسية والفرعية وتكاليفها ومدتها الزمنية ومعرفة التواريخ الزمنية اللازمة لتنفيذ جميع الأنشطة.

التعريف بالمشروع محل الدراسة

المشروع هو تركيب الأنظمة الكهربائية والميكانيكية لبرج يتكون من 20 طابق ويحتوي على مكاتب. وشركة Dynamics هي المكلفة لتنفيذ المشروع.

1. وصف المشروع

المشروع هو توريد وتركيب أنظمة التكييف المركزي ومضخات الحريق ومضخات تزويد المبنى بالمياه الغير صالحة للشرب، مع توريد وتركيب اللوحات الكهربائية الرئيسية والفرعية ولوحات التحكم للمعدات الميكانيكية.

المدة الزمنية اللازمة لإنجاز هذا المشروع فقد حددت ب سنة، وبتكلفة إجمالية تقدر ب 200,000,000 ريال سعودي.

2. الانطلاق في المشروع

تم تقدير مدة المشروع بسنة واحدة أي المدة الممنوحة لإنجاز المشروع، وقد تمت الموافقة من المالك، وقد تم تحديد تاريخ انطلاق المشروع 01/07/2024 في حين حدد تاريخ إنهاء المشروع بعد سنة من تاريخ البدء .

مراحل مشاريع التهيئة

تمر مشاريع التهيئة عادة بمجموعة من المراحل هي:

أ. مرحلة القرار

عموما في هذه المرحلة يقوم صاحب العمل بدراسة حاجته للحصول على المشروع المصلحة المكلفة بدراسة المشروع، ويحدد متطلباته المتعلقة بالمشروع ويختار مستشارين لمساعدته في إنجاز تقييم أولي للمشروع ودراسة الجدوى الاقتصادية للمشروع ومدى تأثير وجوده في النواحي الاقتصادية والاجتماعية والاستعانة بمكتب دراسة معتمد ومتخصص)، وينبغي على صاحب المشروع في هذه المرحلة القيام بعدة ترتيبات أهمها تحديد مدير للمشروع مفوض من قبله مع فريق عمل خاص بالمشروع، وأيضا إنجاز وصف للمشروع من حيث الوظيفة والارتباط بالمحيط.

وبالنسبة للمشروع محل الدراسة فإنه لتركيب أنظمة كهربائية وميكانيكية لها اعتمادات خاصة بأنظمة السلامة على الحياة من الحريق.

أما بالنسبة لمناقصة المشروع للتقديم على المشروع من متنافسين مختلفين فإن الصيغة للعارض الذي يقدم أفضل عرض، وتتلخص مراحل الصيغة العمومية بشكلها العام كما يلي:

- الإعلان إعلام المعنيين بالموضوع مما يفسخ المجال للمنافسة بينهم ويحرر باللغة الوطنية وبلغة أجنبية واحدة على الأقل وينشر في الجريدة الرسمية لصفقات المتعامل العمومي.
- التقدم العروض بعد الإعلان عن الصيغة يتقدم المتعهدون بعروضهم إلى الجهة المختصة وتتخذ أجالها تبعا لعناصر معينة، كما لا أستوجب المشرع أن تشمل التعهدات المقدمة للمصلحة المتعاقدة على رسالة التعهد والتصريح بالاكتساب محررا طبقا لدفتر الشروط، على أن ترفق بوثائق تتعلق بوضعية المتعهد بمختلف النواحي الإدارية والمالية والقضائية.

- مرحلة فحص العروض : في هذه المرحلة تفرز العروض وترتب من قبل لجان مختصة مستحدثة في إطار الرقابة الداخلية، وهي لجنة فتح الأطراف وتقويم العروض، تتمثل مهمة لجنة فتح الأطراف في إثبات تسجيل العروض في سجل خاص واعداد قائمة حسب ترتيب وصولها، مع توضيح المبالغ المقترحة ثم إعداد وصف مختصر للوثائق التي تتكون منها التعهد وأخيرا تحرير محضر الجلسة موقع عليه من جميع الأعضاء، وعند انتهاء اللجنة فتح الأطراف من مهامها تحال العروض إلى لجنة تقويم العروض التي يعين أعضاءها مسئول المصلحة المتعاقدة وتتكون من أعضاء مؤهلين يختارون لكفاءتهم وتتلخص مهامها في إقصاء العروض الغير المطابقة لموضوع الصفقة، وتحليل البقية على أساس المعايير المحددة في دفتر الشروط.
 - إرساء المناقصة بعد عملية التقويم ترسى الصفقة على المتقدم بأفضل عرض حسب المعايير التي يتم الاستناد إليها عند اختيار المتعاقد.
 - اعتماد الصفقة حتى يكون قرار إرساء المناقصة منتجا ومولدا لآثارها القانونية فلا بد من اعتماده والمصادقة عليه من الجهات المسؤولة أو الجهات الوصية بالنسبة للجماعات المحلية.
- وتتمثل الوثائق المكتوبة في:

- دفاتر المواصفات التقنية.
- كشفا كميا وتقديريا شامل وحسب كل حصة مع جدول عام ملخص
- مخططا تنفيذيا لأشغال كل قسم من أقسام المشروع.
- مخطط إقامة المشروع مع البيان المحدد لمختلف المستويات

ب. تنفيذ المشروع

- وهي مرحلة انجاز المشروع والتي يستلم فيها المقاول الموقع لإنجاز أعمال المشروع المخطط لها في المراحل السابقة، ويتضمن هذا المجال من العمل ثلاثة عناصر رئيسية وهي:
- إعداد معلومات ومستندات الرقابة ليتم الاعتماد عليها في أثناء التنفيذ.
 - المواد التي تستخدم في إنجاز أعمال المشروع ومطابقتها للمواصفات.
 - جودة الصنع أي جودة أعمال المشروع البرنامج الزمني والذي يؤمن تنسيق نشاطات المشروع وأعماله ويساعد في مراقبة إنجاز هذه الأعمال بالوقت المناسب لكي يتم إنهاء المشروع بالوقت المحدد.
- ج. التكلفة والوقت يجب أن تتم مراقبة التكلفة والوقت وفقا لمتطلبات للصفقة وبالمقارنة مع خطة التكلفة والوقت وذلك لكي تبقى التكلفة الإجمالية للمشروع مضبوطة وفي حالة عدم احترام كلفة المشروع تطبيق غرامات وفقا لقانون الدولة والجهات ذات الاختصاص.

والمرحلة التي يكمل فيها المقاول أعمال المشروع بشكل يكفي للسماح لصاحب المشروع باستلامه إذ يقوم صاحب المشروع بإجراء معاينة الأعمال المشروع وإصدار قائمة بالعيوب الموجودة والتي يجب على المقاول إصلاحها لكي يحصل على شهادة الإتمام العملي الاستلام الموقت، والتي تحدد بدء فترة المسؤولية عن الضمان والتي تبلغ سنة واحدة ويحدد مبلغ كفالة الضمان بنسبة تتراوح بين 5 و 10% من مبلغ الصفقة بالنسبة للمشاريع التي تخضع لاختصاص اللجنة الوطنية للصفقات، أما باقي الصفقات فتكون بنسبة تتراوح بين 10% و 5% من مبلغ الصفقة، ويكون المقاول خلالها مسؤولاً عن إصلاح جميع العيوب التي تظهر وبعدها يحصل على شهادة إصلاح هذه العيوب وتنتهي مسؤوليته عن المشروع استلام نهائي للمشروع)

د. مرحلة التشغيل بعد الاستلام

هي آخر مرحلة حيث يقوم المقاول بتسليم المشروع نهائياً وتبرأة ذمته المالية من تأمين أو ضمان لعيوب المشروع وتنتهي بتصحيح الأخطاء والمشاكل وإغلاق المشروع بعد تصحيح الانحرافات.

تطبيق تقنية المسار الحرج على المشروع محل الدراسة

تعريف وترميز أنشطة المشروع

بعد ترتيب التسلسلي الزمني لأنشطة وأحداث المشروع وتقدير الأزمنة الموافقة لكل نشاط سنقوم بترميز وتحديد العلاقة بين الأنشطة مما يساعدنا في رسم شبكة المشروع بترتيب منطقي.

أ. جدولة المشروع

يمكن توضيح جدولة المشروع في الجدول التالي:

Table 1 جدول أزمان المشروع

PROJECT TIMELINE

Project Start					7/1/24			
CATEGORY	TASK	Task Symbol	Last Task Symbol	START	END	Start	Duration	
Mechanical	1 Material Submittals Review	A	-	1-Jul-24	25-Jul-24	7/1/24	25	
	2 Material Delivered	B	A	26-Jul-24	1-Aug-24	7/26/24	7	
	3 Start Installation	C	B	2-Aug-24	11-Feb-25	8/2/24	194	
	4 Testing & Commissioning	D	C	12-Feb-25	29-Apr-25	2/12/25	77	
	5 Integration with BMS & Fire Alarm	E	D	30-Apr-25	1-Jun-25	4/30/25	33	
	6 Handover & Training	F	E	2-Jun-25	1-Jul-25	6/2/25	30	
Electrical	7 Material Submittals Review	G	F	1-Jul-24	25-Jul-24	7/1/24	25	
	8 Material Delivered	H	G	26-Jul-24	1-Aug-24	7/26/24	7	
	9 Start Installation	I	H	2-Aug-24	11-Feb-25	8/2/24	194	
	10 Testing & Commissioning	J	I	12-Feb-25	29-Apr-25	2/12/25	77	
	11 Integration with BMS & Fire Alarm	K	J	30-Apr-25	1-Jun-25	4/30/25	33	
	12 Handover & Training	L	K	2-Jun-25	1-Jul-25	6/2/25	30	
Plumbing	13 Material Submittals Review	M	L	1-Jul-24	25-Jul-24	7/1/24	25	
	14 Material Delivered	N	M	26-Jul-24	1-Aug-24	7/26/24	7	
	15 Start Installation	O	N	2-Aug-24	11-Feb-25	8/2/24	194	
	16 Testing & Commissioning	P	O	12-Feb-25	29-Apr-25	2/12/25	77	
	17 Integration with BMS & Fire Alarm	Q	P	30-Apr-25	1-Jun-25	4/30/25	33	
	18 Handover & Training	R	Q	2-Jun-25	1-Jul-25	6/2/25	30	

ب. رسم الشبكة

سنقوم برسم الشبكة يدويا وبلاستعانة بالجدول المذكور أعلاه بقاعدة عامة ان المشروع يبدأ من حدث واحد 1 وينتهي في الحدث الأخير الحدث رقم 18، كما هو موضح في الشكل التالي

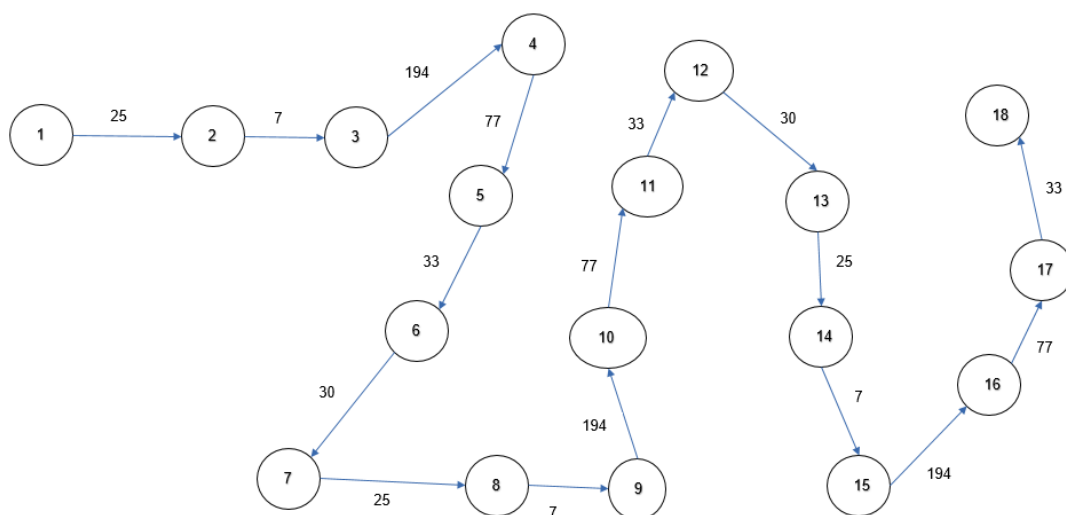


Figure 6 رسم الشبكة

حساب أزمدة المشروع

1. تحديد المسارات الموجودة في الشبكة

وتتمثل في 5 احتمالات ممكنة وهي كالتالي:

$$\text{المسار الأول } A . B = 25+7=32$$

$$\text{المسار الثاني } D.E.F= 77+33+30=140$$

$$\text{المسار الثالث } J.H.I= 25+7+194= 226 \text{ يمكن القول أن هذا المسار هو المسار}$$

الحرج الذي يمثل أكبر مدة زمنية ممكنة للمشروع.

$$\text{المسار الرابع } J.K.L. =77+33+30=140$$

2. حساب الأوقات المبكرة لبداية ونهاية كل نشاط

أ. تحسب الأوقات المبكرة للبداية وتحسب على الشبكة

ملاحظة: الجدول التالي مرفق لمثال خارجي على طريقة حساب الوقت المبكر:

الوقت المبكر للبداية للنشاط الأول $Es=0$ معناه 0

زمن البداية المبكرة للنشاط - زمن البداية المبكرة للنشاط السابق له + زمن إنجاز النشاط

$$Es_j = \text{Max} (Es_i + t_{ij})$$

والنتائج موضحة في الجدول التالي:

رمز النشاط	النشاط السابق	مدة الزمنية t_{ij} (أيام)	الزمن البداية المبكر
A	-----	14	0
B	A	12	$14 = 0 + 14$
C	A	10	$14 = 0 + 14$
D	C	11	$24 = 10 + 14$
E	C	8	$24 = 10 + 14$
F	C	6	$= 10 + 14$ 24
G	D	13	$= 11 + 24$ 35
H	D,B	7	$35 = 0 + 35$
I	F,E	9	$32 = 8 + 24$

Table 2 جدول حساب الازمان المبكرة

ب. حساب الأوقات المبكرة للنهاية

زمن النهاية المبكر = زمن البداية المبكر + زمن إنجاز النشاط

$$EF_j = ES_j + T_{ij}$$

ملاحظة: الجدول التالي مرفق لمثال يوضح مختلف النتائج:

Table 3 مختلف النتائج

النشاط	النشاط السابق	المدة الزمنية	زمن النهاية المبكرة	زمن البداية المبكرة
A	-----	14	14	0
B	A	12	24	14
C	A	10	24	14
D	C	11	35	24
E	C	8	32	24
F	C	6	30	24
G	D	13	48	35
H	D,B	7	42	35
I	F,E	9	41	32

جدول المراقبة الزمنية وتحديد المسار الحرج

أولاً: إعداد جدول المراقبة الزمنية

الذي يتضمن مختلف الأوقات بإضافة الوقت الحر بقانون الحساب التالي:

- وقت السماح الكلي (الوقت الحر) T_{fi} = زمن البداية المبكرة - زمن البداية المتأخر

$$T_{fi} = L_{si} - E_{si}$$

- أو زمن النهاية المتأخرة - زمن النهاية المبكرة

$$T_{fi} = L_{Fj} - E_{fj}$$

ملاحظة: الجدول التالي مرفق لمثال يوضح مختلف الأوقات التي تمكننا من التحكم في وقت إنجاز المشروع:

Table 4 أوقات التحكم في وقت إنجاز المشروع

النشاط	النشاط السابق	المدة الزمنية Tij	وقت النهاية المبكرة	وقت البداية المبكرة	وقت البداية المتأخر	وقت النهاية المتأخرة	الوقت الحر	الانشطة الحرجة
A	---	14	14	0	0	14	0	حرج
B	A	12	24	14	29	41	27	
C	A	10	24	14	14	24	0	حرج
D	C	11	35	24	24	35	0	حرج
E	C	8	32	24	31	39	7	
F	C	6	30	24	33	39	9	
G	D	13	48	35	35	48	0	حرج
H	B,D	7	42	35	41	48	6	
I	F,E	9	41	32	39	48	7	

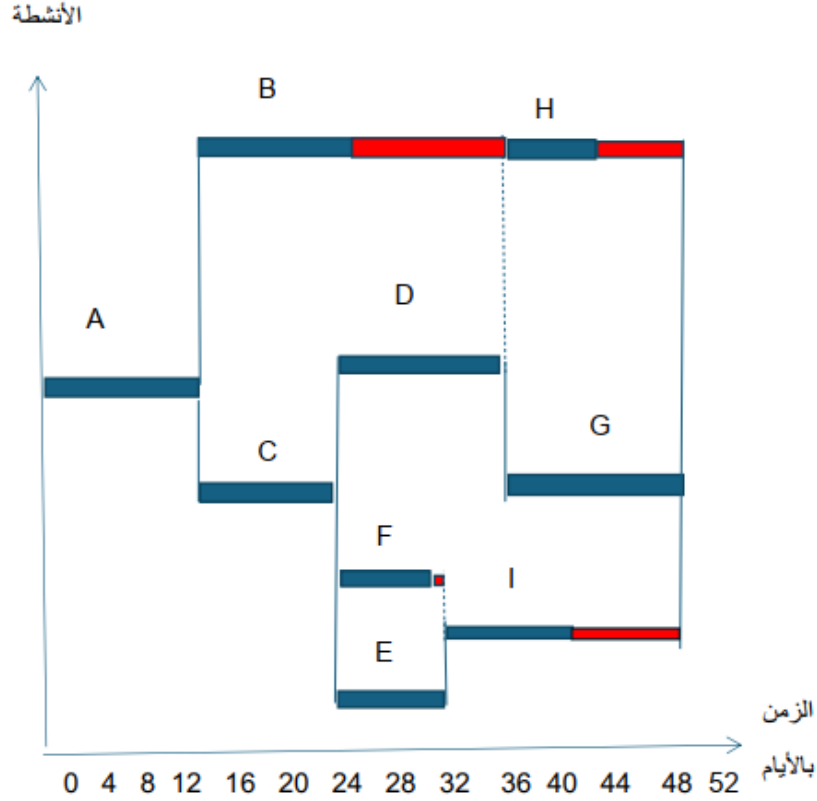
ثانيا: تحديد المسار الحرج

نلاحظ أن الجدول يحتوي على جميع الأوقات التي تسمح بمراقبة تنفيذ المشروع كما يظهر في النشاطات الحرجة وهي A.C.D.G التي تشكل المسار الحرج التي يكون الوقت الحر فيها يساوي 0 وهي الأنشطة التي تتطلب عناية خاصة وصرامة في وقت التنفيذ، إذ أن أي تأخير في تنفيذهم سوف يؤدي إلى إطالة مدة تنفيذ المشروع بقدر ذلك التاريخ، وتشكل في نفس الوقت مدة تنفيذ المشروع 48 يوم، وهو تاريخ بعيد نوعا ما عن تاريخ المحدد من طرف الإدارة وهذا من أجل استغلال المشروع من طرف مصالح البلدية.

وهذا ما يتيح وقت احتياطي للمشروع عن المدة المتوقعة ب 3 أشهر بمقدار يوم، حيث أن أكبر نشاط يستهلك الوقت هو النشاط A بمقدار 14 يوم، والنشاط الأقل وقتا هو F ب 6 أيام، كما نلاحظ أن الأنشطة G.H.I يتم إنجازها في نفس الوقت والأنشطة E.F يتم إنجازهم في نفس الوقت، ويوجد أنشطة غير حرجة H.I.F.E.B لها زمن احتياطي يمكن استغلاله أثناء عملية الإنجاز .

ثالثاً: مخطط غانت

لقد قمنا بالاستعانة بمخطط غانت لتوضيح كل من شبكة الاعمال والجدول أعلاه:



المصدر: من إعداد الطلبة

حيث يمثل الوقت الحر أو الزم الاحتياطي لكل نشاط .

كذلك يمثل زمن النشاط الأصلي .

Figure 7 مخطط غانت

تحليل مخطط غانت

يستخدم مخطط جاننت في مرحلة التخطيط قبل عملية تنفيذ المشروع، من أجل جدولة المهام وتقدير الوقت الزمني لها. يتكون المخطط من مجموعة من المهام والنشاطات، يتم تمثيل كل نشاط بخط أفقي يتناسب طوله مع الزمن اللازم للتنفيذ بتحديد تاريخ البدء والانتها.

حيث أن المشروع يمر بعدة مراحل يمكن تقسيمها على عدة مراحل نذكر منها:

- المرحلة 1 التي تستهلك 14 يوم ولا يمكن التخفيض في المدة وهي نفسها مدة إنجاز النشاط A.
 - المرحلة 2 التي تبدأ من اليوم 14 إلى 24 التي تحتوي على نشاطين يستهلك النشاط الأول B زمن قدره 12 يوم والنشاط الثاني C زمن مقداره 10 أيام حيث تنتهي حيث انتهاء النشاط B
 - المرحلة 3 تبدأ من يوم 24 إلى 30 حيث ينتهي في هذه المرحلة النشاط B في اليوم 26 وتبدأ النشاطات F و E و D مع بداية هذه المرحلة وتنتهي هذه المرحلة مع انتهاء النشاط F.
 - المرحلة 4 يبدأ من اليوم 30 إلى غاية اليوم 35 حيث ينتهي النشاط E في 32 يوم وبدأ النشاط A مع نهاية النشاط D في الزمن 35 باستهلاكه 11 يوم.
 - المرحلة 5: تبدأ من الزمن 35 إلى غاية 48 يوم حيث ينتهي النشاط 1 في الزمن 41 يوم والنشاط H في زمن 42 والنشاط G في اليوم 48 وهو زمن انتهاء المشروع.
- نلاحظ ان المرحلة 3 والمرحلة 4 والمرحلة 5 هم المراحل الأكثر أهمية بسبب وجود أكثر عدد من الأنشطة مما يتوجب الاهتمام أكثر بالرقابة من اجل السير الحسن للمشروع وتجنب مشاكل قد تأخر المشروع.

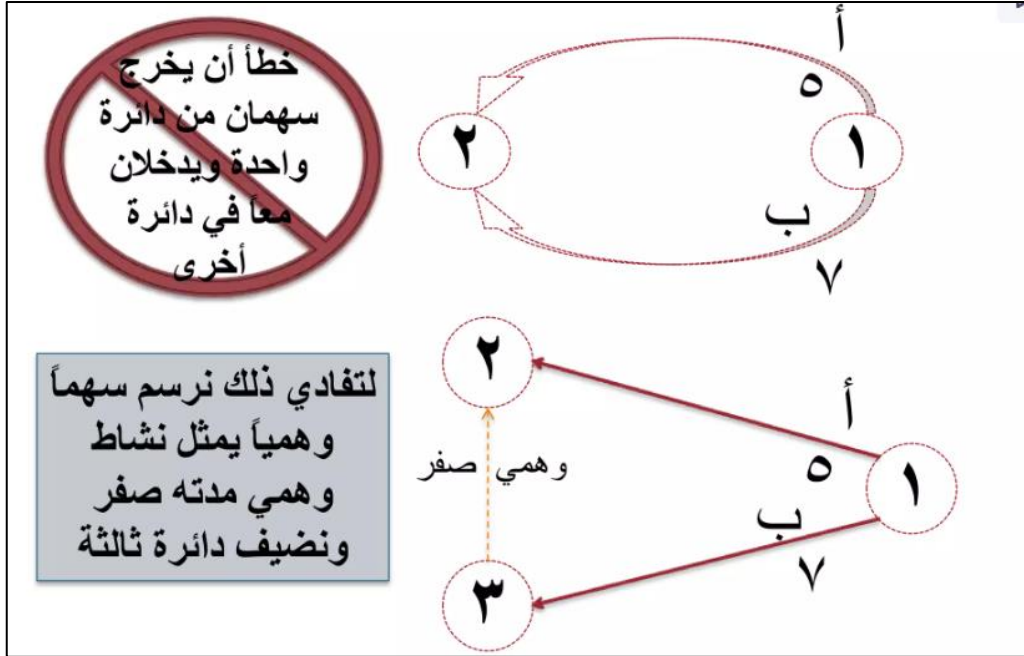
كما يجب على المقاول القائم بإنجاز هذا الطريق التركيز على الأنشطة الحرجة وإعطائها الأهمية اللازمة لكي يتم إنجازها في الوقت المحدد حتى لا يتم تأخر انجاز هذا الطريق ويتم تسليمه للبلدية في الوقت المحدد.

تبين من خلال الدراسة التطبيقية أهمية استخدام تقنيات التحليل الشبكي في مراقبة وتخطيط أزمدة المشروع، فمن خلال تطبيق اسلوب المسار الحرج CPM على مشروع تهيئة طريق بلدية بن داود، تبين كيف يمكن جدولة وقت المشروع من خلال تحديد المسار الحرج الذي يضم مختلف الأنشطة التي يترتب عن تأخيرها إحداث تأخر في تنفيذ المشروع، وبالموازاة مع ذلك يكون بإمكاننا الوصول الى القرارات المناسبة واستغلال الامثل لزمن المشروع، كما تبين من خلال الدراسة أهمية تطبيق اسلوب المسار الحرج CPM الذي سيمكننا من تقدير الأزمنة المحتملة لإنجاز المشروع في أوقات محددة، وبالتالي اتخاذ عديد القرارات المرتبطة بذلك.

شرح ومثال عن كيفية رسم شبكة العمل:

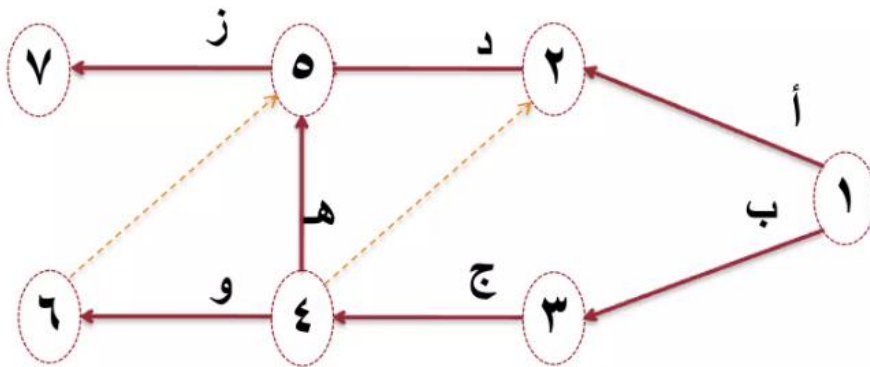


- السهم يمثل النشاط (أ)
- مدة النشاط خمسة أيام
- الحدث رقم ١ بداية النشاط
- الحدث رقم ٢ نهاية النشاط



رسم شبكة العمل

النشاط	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
النشاط السابق	-	-	ب	أ، ج	ج	ج	د، هـ، و



الفصل الثالث: منهجية الدراسة

مقدمة

تم اختيار التصميم الوصفي التحليلي لهذا البحث باعتباره الأنسب لدراسة استخدام أداة المسار الحرج CPM و PERT على أداء المشاريع وتسليمها بالمواعيد المحددة وتقليل التكاليف وتجنب التأخر في تسليم المشروع. يتضمن هذا الفصل تصميم البحث، الأدوات المستخدمة لجمع البيانات، العينة المستهدفة، والإجراءات التحليلية التي تم اتباعها لتحقيق أهداف الدراسة.

تم زيارة مجموعة كبيرة من شركات المقاولات واختيار العينة بطريقة عشوائية من مسميات وظيفية مختلفة لضمان تمثيل كافة الفئات المشاركة في المشروع.

الاستبيان

تم تصميم استبيان مكون من عدة أقسام لجمع البيانات من العينة. يتضمن الاستبيان الأسئلة المتعلقة بالآتي:

الجزء الأول: البيانات الشخصية والمعلومات الأساسية، الفئة العمرية، الجنس، المسمى الوظيفي وعدد سنوات الخبرة.

الجزء الثاني: أسلوب إدارة المشاريع، والسؤال عن الأسلوب الرئيسي المستخدم في إدارة المشاريع، وما إذا كانت تستخدم الشركة أدوات لإدارة المشاريع.

الجزء الثالث: يتكلم عن أدوات المسار الحرج (CPM) و PERT وهل الشركة تستخدمه في إدارة المشاريع. الجزء الرابع: يتكلم عن التحديات والتحسينات المطلوبة.

الجزء الخامس: عن الملاحظات النهائية التي يمكن إضافتها.

منهجية وأسلوب اسلوب البحث:

تم الاعتماد في أسلوب البحث على الزيارات الميدانية والاطلاع على واقع الشركة وإجراء الاجتماعات الشخصية مع المهندسين كما تم الاطلاع على المشاريع المنجزة والكيفية التي تم بها انجاز

المشروع الاول، كما تتم استخدام اسلوبي PERT & CPM

حدود البحث:

تمثلت حدود الدراسة على شركة Dynamic ومجموعة شركات مقاولات في محافظة الرياض ولفترة زمنية ثلاثة أشهر في العام 2024

الفصل الرابع: تحليل البيانات ونتائج الدراسة والتوصيات

خاتمة

تقوم المؤسسات في بيئة اقتصادية متغيرة وبالتالي فهي تتأثر بالمحيط الداخلي والخارجي لها، كما أن المشاريع التي تسعى المؤسسات إلى إنجازها يعتبر تعهدا صريحا منها في ظل الظروف الداخلية والخارجية التي تتسم بالتغير المستمر وعدم الثبات فيما يتعلق بالموارد البشرية وطرق تحصيل الأموال والتي تمثل فرصا وأخطارا، ومن أجل مسايرة هذه الظروف بما يتيح لها إنجاز هذه المشاريع في أحسن الظروف كان لابد من وجود إدارة فعالة تقوم بوضع الخطط وتركز على أهداف المشروع وتتابع أطوار المشروع ومن ثمة معالجة الانحرافات التي قد يتعرض لها هذا الأخير، وذلك من خلال إدارة المشروع .

إن ظهور إدارة المشاريع كان نتيجة للتطور الحاصل في ميدان المشاريع الضخمة التي تتميز بالتعقيد وكثرة الأنشطة وارتفاع التكاليف، وقد ظهر هذا جليا في الولايات المتحدة الأمريكية في الستينات من القرن الماضي بعدها ظهرت أساليب التحليل الشبكي أدت للتخطيط والجدولة والرقابة على هذه المشاريع.

ويعتبر أسلوب المسار الحرج (CPM) أول هذه المخططات الشبكية وتعتبر هذه الطريقة لحد الآن من بين أحسن الطرق في عملية لتخطيط والرقابة وجدولة للمشاريع، وهذا ما لمسناه في الدراسة التطبيقية الخاصة بتركيب الأنظمة الكهربائية والميكانيكية.

نتائج الدراسة

من خلال الدراسة النظرية والتطبيقية توصلنا إلى مجموعة من النتائج:

1 - نتائج الدراسة النظرية

-المشروع عبارة عن مجموعة من المهام تهدف إلى تركيب منتج أو خدمة ويتميز بخصائص كما يمكن أن يتعرض لمخاطر تعرقل سيره الحسن.

-لكل مشروع مدة زمنية محددة تعرف بدورة حياة المشروع.

- تتمثل إدارة المشروع بمجموعة من الوظائف الإدارية هي: التخطيط والتنظيم الجدولة، التوجيه والرقابة.

- أسلوب المسار الحرج CPM ومخطط غانت من بين أحدث الأساليب المستخدمة في عملية إدارة وقت المشروع.

2 - نتائج الدراسة التطبيقية

- غياب البرامج الحسبية في الشركة لتحليل بيانات المشروع وقصورها على إدخال البيانات فقط.
- الاعتماد على الخبرة الشخصية والاجتهادات الفردية للموظفين دون تحديد افضل الاساليب العلمية الصحيحة في انجاز الشركة.
- الاعتماد على تكرار تنفيذ المشروع كما تم تنفيذ المشاريع السابقة، وهو خطأ للاختلاف الجوهرى بين المشاريع.
- للمشروع أربع مسارات ومسار واحد حرج C.D.E.F
- مدة إنجاز المشروع باستخدام تقنية المسار الحرج هي 226 يوم، وتم التقادي وتقليصها لتصبح المدرة 160 يوم فقط.
- لطريقة المسار الحرج CPM دور في تنظيم ورقابة وقت المشروع والتقليل من زمن المشروع الفعلي.
- مخطط جاننت يسهل عملية الرقابة على زمن المشروع، حيث تم تقسيم مشروع دراسة الحالة إلى 05 مراحل، 03 مراحل منها هي مراحل أساسية نظرا لتركز الأنشطة فيها؛ اختبار صحة الفرضيات

الفرضية الأولى:

تعتمد إدارة المشاريع على التخطيط لضمان السير الحسن لجدولة المشروع بهدف إنجازه في الوقت المحدد وبالتكلفة المحددة. ثبتت صحتها، وذلك من خلال دور وظيفة التخطيط في جدولة أنشطة المشروع، وبالتالي سهولة تتبع زمن انجاز المشروع والرقابة عليه.

الفرضية الثانية:

يتم استخدام تقنية المسار الحرج CPM في إدارة المشاريع والرقابة على عنصر الزمن من خلال إيجاد المسار الحرج عن طريق تحديد أزمنة البداية المبكرة والنهاية المتأخرة. ثبتت صحتها: فالمسار الحرج لإدارة أي مشروع هو المسار الذي يربط بين الأنشطة التي ليس لديها وقت فائض أو أن الوقت الفائض لها قيمته تساوي الصفر. لذلك فإن أي تأخير في إتمام أو إنجاز هذه الأنشطة الحرجة يؤدي إلى تأخير تنفيذ المشروع الكلي.

الفرضية الثالثة:

تعمل تقنية المسار الحرج على تقليص زمن إنجاز مشروع تركيب الأنظمة الكهربائية والميكانيكية. وثبت صحتها من خلال دراسة المشروع بحيث بعد تطبيق تقنية المسار الحرج تقلص الزمن من 226 يوم الى 160 يوم.

الاقتراحات (التوصيات): استنادا لما سبق نقترح ما يلي:

- إتباع أسلوب التخطيط الشبكي في تقدير زمن أنشطة المشاريع والأخذ بالحسبان كافة العوامل النوعية المؤثرة على المجاز الأنشطة، وإتباع تسلسل الأنشطة كما هو معروض في البحث وهذا من أجل القضاء على الفوضى أثناء عملية الانجاز. وتعميمها على المشاريع في البلدية.
- القيام ببحوث علمية وتطبيقية وحلقات عمل في مجالات انجاز المشاريع وإعطاء نظرة قريبة عن كيفية. استخدام الأساليب العلمية الحديثة في إنجاز المشاريع.
- ضرورة إجراء دورات وبرامج تكوينية في مجال تطبيق إدارة المشاريع أو الاستعانة بمكاتب دراسة متخصصة.
- ضرورة العمل على تخطيط وتنظيم وجدولة ورقابة المشاريع للوصول للأهداف المطلوبة.
- ضرورة استخدام أساليب التحليل الشبكي في تخطيط وجدولة ورقابة المشروعات، لما يحققه استخدام هذه الأساليب من نتائج فعالة.
- العمل على إعداد تقارير تقدم الإنجاز للوقوف على أسباب التأخير ومعالجة الانحرافات بوقت مبكر مما يجنب احتمالات الخسارة.
- لابد من إعطاء أهمية كبيرة للتخطيط والرقابة على الموارد ومن بينها وقت المشروع، وذلك قبل إنجاز المشاريع للتمكن من تفادي بعض العقبات.
- ضرورة استخدام اساليب متطورة مثل اسلوب المسار الحرج وبيرت في تخطيط ومتابعة انجاز المشاريع التي تقوم بها الشركة، لما يحققه استخدام هذه الاساليب من نتائج ايجابية للوقت والكلفة.
- يجب التعامل مع كل مشروع بطريقة مختلفة عن الأخرى، خاصة اذا كان الاختلاف جوهري بين طلبات العميل.
- تأخر إنجاز أي مشروع يرجع إلى تأخر أحد الأنشطة الحرجة الواقعة على المسار الحرج، فمعرفة هذه الأنشطة يعتبر جد ضروري من أجل الحرص على إنجازها في أوقاتها المحددة لتفادي الزيادة في المدة اللازمة لإنجاز المشروع بما أن الأنشطة الحرجة تعتبر السبب المباشر لتأخر انتهاء المشروع فهي حتما ستكون السبب المباشر كذلك لانتهائه قبل موعده، لهذا من أجل تخفيض مدة المشروع يجب النظر إلى إمكانية تخفيض الزمن الخاص بأحد الأنشطة الحرجة على الأقل.

على الشركات المقاولاتية عموما والجماعات المحلية تبني الاساليب الكمية في تنفيذ المشاريع والرقابة عليها وتقليل التكاليف فالوقت يساوي التكلفة كما هو في هذا المشروع.

أفاق الدراسة:

- دور التحليل الشبكي

- أهمية استخدام البرامج الحاسوبية المستحدثة

- إستخدام أساليب التحليل الشبكي الحديثة في عملية التسريع والتي تعرف بأساليب التحليل الشبكي الضبابية

- واقع تطبيق الأساليب العلمية في المؤسسات الصناعية.

- استخدام نماذج شبكات الأعمال في التخطيط لتكلفة المشروع ومراقبتها.

قائمة المراجع:

- أوليمر دنكان، دليل إدارة المشروعات ترجمة عبد الحكيم أحمد الخزامي الطبعة الأولى دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2002.
- تريفير يونغ، كيف تنمي قدرتك على إدارة المشاريع ترجمة سامي تيسير سلمان انترناشونال ايديز هوم أنكوربوريتد. السعودية الرياض 1997.
- مؤيد الفضل، تقييم وإدارة المشروعات المتوسطة والكبيرة، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، 2005.)
- عبد الكريم يعقوب، دراسات جدوى المشروع، دارام أسامة النشر والتوزيع، عمان - الأردن، 2009.)
- عبد الحميد مصطفى أبو غالم، إدارة المشروعات الصغيرة، الطبعة الأولى دار القير للنشر والتوزيع، القاهرة، 2002.
- عبد الستار محمد العلي، إدارة المشروعات العامة، دار المسيرة للطباعة والنشر، الأردن عمان، 2009.
- جيم فيولر، إدارة مشروعات تحسين الأداء الإعداد التخطيط التطبيق، ترجمة عبد الحكم أحمد الخزامي، دار الفجر
- وليم دنكان، دليل إدارة المشروعات (المدخلات، الادوات والاساليب، المخرجات)، ترجمة عبد الحكم الخزامي، دار الفجر، القاهرة 2002.
- تريفور ل. يونغ، المرجع في إدارة المشروعات، ترجمة بهاء شاهين، الطبعة الأولى، مجموعة النيل العربية 2005.
- نعيم نصير، إدارة وتقييم المشروعات، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، عمان-الأردن، 2005.
- عبد الرحيم محمد، إدارة المشروعات الخصائص والمخاطر، مجلة المنتدى، دار أمنية للطبع والنشر،

2014 نعيم نصير، إدارة وتقييم المشروعات، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، عمان-الأردن
،2005.

- نوري حيدر هوشاكر، إستخدام نموذج التحليل الشبكي للأعمال التقليل أوقات الإنجاز في المشاريع
الإنشائية، مجلة كلية المأمون، 2018.

- برادعي موسى - هوارى ليلى، غرامة التأخير في الصفقة العمومية دراسة مقارنة، مجلة الأستاذ
الباحث للدراسات القانونية والسياسية، المركز الجامعي احمد زبانة غليزان، مخبر التشريعات الدولية
،2022.

- عبد القادر محمود سلامه، (1987) تخطيط ومتابعة المشروعات باستخدام طريقة المسار
الخرج وبيرت". مطابع دار القبس، الكويت.

الملاحق

الملحق 1: استمارة استبيان

يهدف هذا الاستبيان إلى جمع معلومات حول أسلوب إدارة المشاريع المستخدم في الشركة وما إذا كانت تستخدم أداة المسار الحرج CPM و PERT

الجزء الأول: البيانات الشخصية والمعلومات الأساسية

يرجى الإجابة على الأسئلة التالية:

الاسم:

الجنس:

☐

ذكر

☐

أنثى

الفئة العمرية:

☐

أقل من ٣٠ عام

☐

من ٣١ إلى ٤٠

☐

من ٤١ إلى ٥٠

☐

المستوى التعليمي:

☐

دبلوم

☐

بكالوريوس

☐

ماجستير

☐

دكتوراه

المسمى الوظيفي:

☐

مدير مشروع

☐

مهندس

☐

فني

☐

موظف آخر

عدد سنوات الخبرة:

☐

أقل من سنة

☐

من ١ إلى ٣ سنوات

☐

من ٣ إلى ٥ سنوات

☐

أكثر من ٥ سنوات

الجزء الثاني: أسلوب إدارة المشاريع

ما هو الأسلوب الرئيسي المستخدم في إدارة المشاريع في شركتكم؟

☐ تقليدي (Waterfall)

☐ مرن (Agile)

☐ مختلط بين التقليدي والمرن

☐ أسلوب آخر (يرجى التحديد)

☐

هل تستخدم شركتكم أدوات لإدارة المشاريع؟

☐ نعم

☐ لا

إذا كانت الإجابة "نعم"، يرجى تحديد الأدوات المستخدمة:

☐ Microsoft Project

☐ Primavera

☐ أدوات إدارة أخرى (يرجى التحديد)

الجزء الثالث: أدوات المسار الحرج (CPM) و PERT

هل تستخدم شركتكم أداة المسار الحرج (Critical Path Method - CPM) في إدارة المشاريع؟

☐

نعم

☐

لا

☐

لا أعلم

هل تستخدم شركتكم أداة PERT (Program Evaluation and Review Technique) في إدارة

المشاريع؟

☐

نعم

☐

لا

☐

لا أعلم

إذا كانت الإجابة "نعم" على أي من السؤالين السابقين، يرجى توضيح كيف يتم تطبيق هذه الأدوات في إدارة المشروع:

الجزء الرابع: التحديات والتحسينات

ما هي أبرز التحديات التي تواجهكم في استخدام أساليب إدارة المشاريع الحالية؟

هل تعتقد أن استخدام أدوات مثل CPM و PERT يمكن أن يساعد في تحسين إدارة المشاريع؟

☐

نعم

☐

لا

☐

غير متأكد

أي اقتراحات أو توصيات لتحسين أساليب إدارة المشاريع في شركتكم؟

الجزء الخامس: الملاحظات النهائية

هل ترغب في إضافة أي ملاحظات أخرى حول إدارة المشاريع في شركتكم؟