PSYCHOLOGY AND EDUCATION (2024) 61(9): 880-893
ISSN : 1553-6939

The role of quantitative techniques in decision-making in the Algerian economic institution. Planning and scheduling projects using the PERT method

GUENOUR ADEL *[1], GUERAD YACINE [2], NADI DJAMEL [3]
[1] Faculty of Economics, Business and Management Sciences University of Akli Mohand Oulhadj - Bouira-, 1000. (a.guenour@univ-bouira.dz)
[2] Faculty of Economics, Business and Management Sciences University of Akli Mohand Oulhadj - Bouira-, 1000.(gueradyacine@univ-bouira.dz)
[3] Faculty of Economics, Business and Management Sciences University of Akli Mohand Oulhadj - Bouira-, 1000. .(d.nadi@univ-bouira.dz)

Received: 03/04/2024 **published: 07/09/2024**

ABSTRACT

This study aims to apply the project evaluation and review method, where the project of completing 36 commercial stores in the city of Bouira was chosen in cooperation with a study office. Given the importance of the project and the need to expedite its implementation, we will try to extract the most important benefits added by the PERT method, which aims to plan and schedule the project stages in a way that ensures reducing and controlling costs, in addition to delivering the project within the specified deadlines.
Keywords: Planning, Scheduling, Project Evaluation and Review, Project Acceleration.

المقدمة:

تتميز معظم المشاريع التي تقوم بها المؤسسات بكبر حجمها وتعقيدها. فعلى سبيل المثال، تتطلب مشاريع إنشاء المباني إنجاز المئات من الأنشطة التي تكلف الملايين من الدينارات، وكذلك شركات بناء السفن تحتاج إلى الآلاف من الأنشطة لإنشاء السفن العابرة للمحيطات. وبالتالي، تحتاج معظم الصناعات إلى معرفة كيفية إدارة مشاريع كبيرة الحجم والمعقدة بفعالية كبيرة.

إدارة المشاريع الكبيرة والمتوسطة تعتبر صعبة ومكلفة من حيث المخاطر. فقد ضاعت الملايين من الدينارات نتيجة التخطيط السيء للمشاريع، وتم تسجيل تأخيرات غير ضرورية بسبب سوء جدولة المشاريع.

تعد طريقة مراجعة وتقييم المشاريع (PERT) من الأساليب المفضلة للتحليل الشبكي، حيث تساعد المدراء في التخطيط والجدولة والمتابعة والرقابة على المشاريع. تم تطوير هذا الأسلوب لتحقيق التحكم في أنشطة المشاريع وضمان الاستغلال الأمثل للوقت والموارد.

تتناول الدراسة بعض الجوانب النظرية ودراسة حالة تخص تخطيط وجدولة المشاريع باستخدام أسلوب (PERT) في ثلاث مباحث أساسية، وهي:

- المبحث الأول: تقديم أسلوب ومراجعة المشاريع PERT.
- المبحث الثاني: بناء نموذج التحليل الشبكي وشبكة مشروع انجاز 36 محل تجاري.
- المبحث الثالث: تطبيق أسلوب (PERT) على مشروع انجاز 36 محل تجاري.

المبحث الأول: تقديم أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع (PERT)

أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع (PERT) هو أداة إدارية فعالة تستخدم لتخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات ومتابعة عمليات التنفيذ والرقابة عليها. يعتبر PERT أسلوبا مهما في إدارة المشاريع، حيث يساعد على تحديد الأنشطة الرئيسية وتقدير الوقت اللازم لإكمال كل نشاط، بالإضافة إلى تحديد التباين في الجدول الزمني للمشروع. يساعد PERT الإدارة في اتخاذ القرارات الصحيحة وتحقيق أهداف المشروع بنجاح.

الفرع الأول: تعريف أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع (PERT)

ونجد عدة تعاريف لهذا الأسلوب منها:

"أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع واحد من أساليب التحليل الشبكي، الذي تستطيع الإدارة استخدامه في مجال التخطيط، الرقابة والتنسيق، ذلك باعتبار أنه[1]:

- له وجه تنظيمي، حيث يساعد في تنظيم العمل وتوزيع المهام بين أفراد الفريق بشكل فعال، مما يسهل عملية التنفيذ ويزيد من كفاءة العمل.
- له وجه توجيهي، حيث يوجه الفريق نحو تحقيق الأهداف المحددة للمشروع ويساعدهم على تحديد الأولويات واتخاذ القرارات الصحيحة لضمان تحقيق النتائج المرجوة.
- له وجه تقييمي، حيث يساعد في تقييم أداء الفريق والمشروع بشكل دوري، وتحديد النقاط القوية والضعف لاتخاذ الإجراءات اللازمة لتحسين الأداء وضمان نجاح المشروع.كما يمكن تعريف أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع على أنه[2]:

تنظيم الجدول الزمني للمشاريع يتم عن طريق تقسيمها إلى أنشطة متسلسلة أو مترابطة، بهدف تحديد الجداول الزمنية والمسار الحرج. ويسمح هذا النهج بتبادل الوقت مقابل التكاليف من خلال توزيع الموارد بشكل فعال على الأنشطة المختلفة

الفرع الثاني: دور أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع في اتخاذ القرارات

عملية إدارة المشروعات باستخدام أسلوب تقييم ومراجعة المشروعات تفيد متخذ القرار ومنفذه في[3]:

أولا– قرارات التخطيط:

تشمل عملية تحديد جميع الأنشطة المشروع وتحديد الوقت المطلوب لتنفيذ كل نشاط على حدة، وتمثيل الأنشطة بأسهم مرتبة حسب أولوياتها لتمثيل المشروع ككل. يساعد هذا المسؤولين على دراسة كل الأنشطة بشكل مفصل واقتراح التعديلات أو التحسينات قبل بدء تنفيذ المشروع.

ثانيا– قرارات الجدولة:

يتم استخدام الجدول الزمني لتنفيذ الأنشطة المشروع بناءً على الوجه التخطيطي. يوضح الجدول الزمني الوقت الفائض لكل نشاط ويمكن استخدامه لتأخير تنفيذ الأنشطة عندما تكون الموارد محدودة.

ثالثا– قرارات الرقابة:

تشمل استخدام شبكة المشروع والجدولة الزمنية في كتابة التقارير لتقييم مدى التقدم في انجاز المشروع. يمكن تحوير الجداول الموضوعة والمتعلقة بالجزء المتبقي من المشروع بناءً على هذه التقارير.

الفرع الثالث: هدف أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع

يهدف أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع إلى تحديد المسار الحرج ومراقبة الأنشطة الحرجة لضمان تنفيذها في الوقت المحدد. يساعد هذا الأسلوب في اتخاذ الإجراءات اللازمة لتجنب التأخير المحتمل لإنجاز المشروع وتدبير الموارد اللازمة. لذلك[4].

المبحث الثاني: بناء نموذج التحليل الشبكي وشبكة مشروع انجاز 36 محل تجاري

سنحاول في هذا المبحث تقديم المشروع محل الدراسة من خلال سرد كافة المعلومات المتعلقة بالمشروع بالإضافة إلى بناء نموذج التحليل الشبكي للمشروع وكذا بناء الشبكة البيانية للمشروع.

المطلب الأول: بناء نموذج التحليل الشبكي لمشروع انجاز 36 محل تجاري

كما ذكرنا سابقا في الناحية النظرية، يجب تحليل المشروع أو تجزئته إلى مهام محددة وواضحة لتطبيق أسلوب تحليل الشبكات. يتطلب ذلك تعريف وتحديد كل جزء من المشروع والمهام الضرورية لتنفيذه بدقة ووضوح، لضمان التمييز بين الأنشطة أو المهام التي تؤدي إلى إنجاز كل جزء من العمل.

---

[1]- **منعم زمزير الموسوي**، بحوث العمليات، (الأردن: دار وائل للنشر، 2009)، ص196.

[2]- **حمدي فؤاد علي**، الاتجاهات الحديثة في الإدارة والبرمجة الخطية، (لبنان: دار النهضة العربية للطباعة والنشر، 1982)، ص310.

[3]- **كعبور محمد محمد**، أساسيات بحوث العمليات نماذج وتطبيقات، (الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع،2004)، ص310.

[4]- **منعم زمزير الموسوي**، مرجع سبق ذكره،ص297.

بعد تحليل المشروع إلى الأنشطة وتحديد المهام اللازمة لتنفيذه، وتحديد أحداث البدء والانتهاء لكل نشاط أو مهمة، يتم توثيق نتائج هذا التحليل في جدول "التتابع الفني لإنجاز عمليات المشروع".

الفرع الأول: تحديد مراحل المشروع

وقد اعتمدنا في تحليل المشروع وتحديد جزئياته ومراحله على جملة من المعايير هي:

- الفصل بين الأنشطة التي تحتاج إلى اختصاصات متمايزة حرفية أو فنية أو غيرها.
- الفصل بين الأنشطة التي تحتاج معدات متمايزة.
- الفصل بين الأنشطة التي تحتاج مواد مختلفة.
- الفصل بين الأجزاء الإنشائية المختلفة، كالجدران، الأسقف، التلبيس...الخ.

وقد تحصلنا بعد التحليل على الأنشطة التالية كما هو موضح في الجدول رقم (19)، وهي حسب الترتيب من أول نشاط في المشروع إلى آخر نشاط له [5]:

الجدول رقم (01):الأنشطة المكونة لمشروع انجاز 36 محل تجاري

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

ملاحظة: بالنسبة لهذا المشروع فإن كل نشاط من هذه الأنشطة يمكن تقسيمه إلى أنشطة فرعية له، ولكن بالنسبة لهذه الدراسة سوف نكتفي بهذا المستوى تفاديا للتعقيدات.

الفرع الثاني: إعداد جدول التتابع الفني لإنجاز عمليات المشروع

كما رأينا في الجانب النظري، فإن إعداد جدول التتابع الفني لعمليات المشروع ضروري لمعرفة تتابع الأنشطة، وكذا الأنشطة السابقة* لها، وأيضا لمعرفة حوادث البداية والنهاية للأنشطة والتي تساعد على رسم شبكة الأعمال، وهذا ما يعرضه الجدول رقم (20):

الجدول رقم (02):جدول التتابع الفني لعمليات إنجاز مشروع 36 محل تجاري

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة وخبرة مهندس البناء بالمكتب

كما هو مبين في الجدول رقم (20)، فإننا قمنا بتقسيم المشروع إلى مجموعة من الأنشطة، وتم ترتيبها من أول نشاط إلى آخر نشاط في المشروع، فأول نشاط يبدأ به المشروع هو عملية التحضير والاستعداد، حيث يتم خلالها التحضير لبدا المشروع وذلك من خلال رصد كافة الوسائل والإمكانيات والموارد اللازمة للأنشطة، وينتهي المشروع بعملية الفحص والتدقيق حيث يتم خلالها التأكد من مطابقة ما تم إنجازه للمعايير المطلوبة، وكذا التأكد من إنجاز كافة الأنشطة.

ونلاحظ أيضا من خلال الجدول أنه تم تحديد النشاط السابق لكل نشاط، فعلى سبيل المثال عملية كسوة جدران الطابق الأرضي والأول، تسبقها النشاطات التالية: تركيب أطر الأبواب والنوافذ، إقامة شبكة الكهرباء الداخلية. بمعنى أنه لا يمكن البدء في كسوة الجدران إلا بعد القيام بهذين النشاطين.

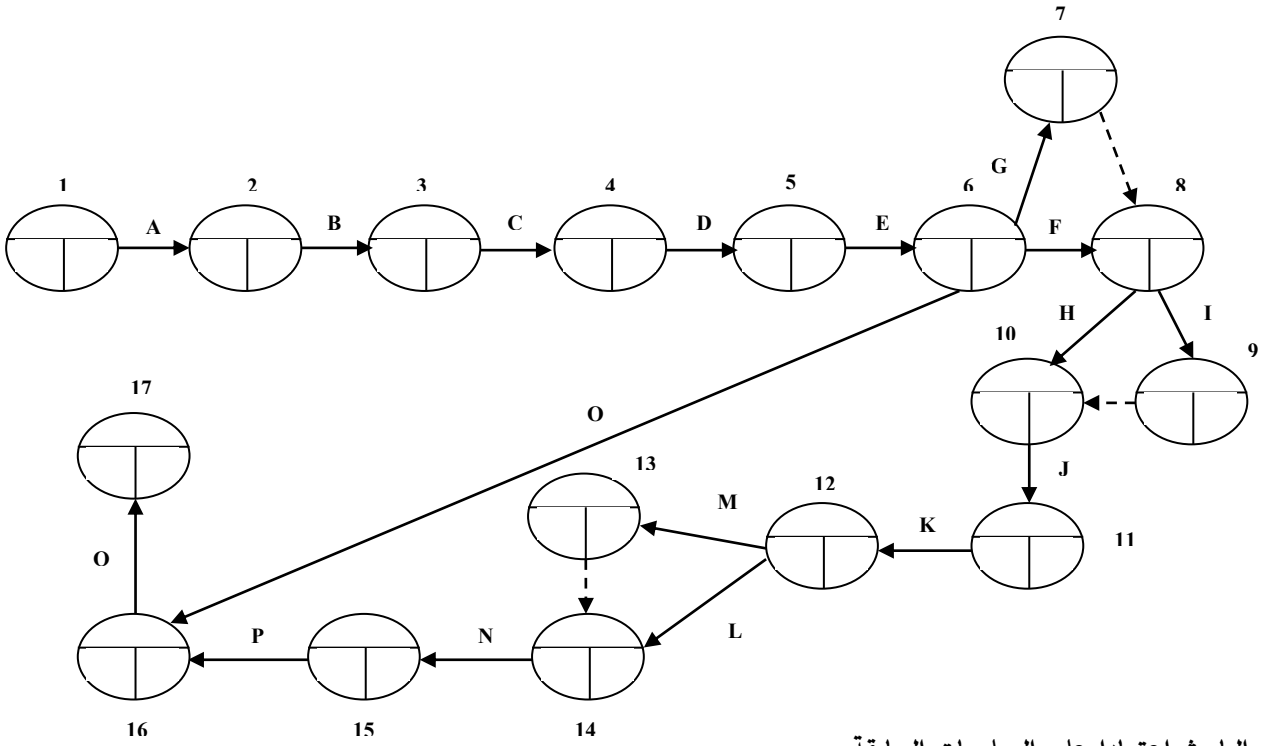
ويمكن هذا الجدول المؤسسة المكلفة بالإنجاز من مراقبة سير تتابع الأنشطة وفق ما خطط له، كما يؤدي إلى عدم إمكانية نسيان أي نشاط.

المطلب الثاني: بناء شبكة الأعمال لمشروع انجاز 36 محل تجاري

[5]- بالاعتماد على وثائق مكتب الدراسات –المهندسين– بالبويرة..

* - بالاعتماد على وثائق المؤسسة، وكذا خبرة أحد المهندسين بمكتب الدراسات –المهندسين– بالبويرة.

الرسم البياني لشبكة أعمال مشروع إنجاز 36 محل تجاري تكون على النحو الآتي:



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على المعلومات السابقة

يبين الشكل الظاهر أعلاه شبكة الأعمال لمشروع إنجاز 36 محل تجاري، وهو عبارة عن ترجمة للجدول السابق رقم (20)، حيث تمثل الدوائر حوادث البداية والنهاية لكل نشاط، بينما النشاط ممثل بسهم يربط بين الحدثين، وتتشكل هذه الشبكة من كل الأنشطة المكونة للمشروع، حيث أن بداية الشبكة تكون من الحدث رقم(01) إلى الحدث رقم (17)، وتمثل الأسهم المتقطعة الأنشطة الوهمية والتي زمن تنفيذها يساوي الصفر، وهي لا تستهلك أي موارد، وهي تستعمل لغرض توضيح العلاقة التتابعية بين الأنشطة السابقة واللاحقة، فعلى سبيل المثال النشاط الوهمي الرابط بين الحدثين 13 و14 يبين أنه لابد من إنهاء النشاطين **M,L** حتى يتم البدء بالنشاط **N**.

المبحث الثالث: تطبيق أسلوب (PERT) على مشروع انجاز 36 محل تجاري

بعد أن تمكنا من فصل الأنشطة وتحديد ترتيبها ورسمها في الشبكة البيانية سوف نتطرق إلى كيفية التوصل إلى الجدولة الزمنية للمشروع، كيفية تحديد المسار الحرج لهذا المشروع وفوائد تحديد هذا المسار لهذا المشروع، وقد اعتمدنا في ذلك على برنامج حاسوب معد لهذا الغرض اسمه **(Quantitative Systems for business*)** وذلك تفاديا للحسابات المعقدة نظرا لتعدد أنشطة المشروع.

المطلب الأول: الجدولة الزمنية لمشروع انجاز 36 محل تجاري

أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع يقوم على تقديرات احتمالية للوقت، ويعود السبب في ذلك أن متخذ القرار في إدارة المشروع يأخذ بعين الاعتبار العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على عملية تنفيذ أنشطة المشروع، بناءا على ذلك سوف نحاول تقديم هذه التقديرات الاحتمالية لكل نشاط من أنشطة المشروع، وذلك يظهر من خلال الجدول التالي:

الفرع الأول: حساب الأوقات المتوقعة للأنشطة

توصلنا إلى جدولة زمنية لمختلف الأنشطة المكونة للمشروع، حيث قمنا بعمل تقديرات زمنية لكل نشاط وذلك وفق ما يلي[6]:

*- يسمى اختصارا QSB، هو برنامج حاسوب يحتوي على العديد من أساليب بحوث العمليات، ومن بينها أسلوب PERT، هو مقدم من طرف شركة IBM، تم كتابة برمجته بواسطة كل من Yih Long changو Robert S. Sulivan عام 1985، أنظر الملحق رقم:(04).

- **بالنسبة للوقت المتفائل:** وهو أقصر مدة يمكن خلالها إنجاز النشاط عند توفر كل الظروف الملائمة لذلك، ونقصد بذلك الموارد المادية والبشرية اللازمة للنشاط.
- **بالنسبة للوقت الأكثر حدوثا:** وهنا اعتمدنا على معلومات تاريخية سابقة تمثل الأوقات التي تم فيها إنجاز أنشطة مماثلة.
- **بالنسبة للوقت المتشائم:** وهو أطول وقت ممكن أن ينجز خلاله النشاط، حيث تم الأخذ بعين الاعتبار مختلف المشاكل التي قد تؤدي إلى عرقلة سير النشاط.
- **بالنسبة للوقت المتوقع:** وهو الوقت المحسوب على أساس العلاقة $E(t) = \frac{O+4M+P}{6}$ ويمثل الوقت المتوقع لإنجاز النشاط.

والجدول التالي يبين الجدولة الزمنية لأنشطة مشروع 36 محل تجاري

الجدول رقم (03): الجدولة الزمنية لمشروع انجاز 36 محل تجاري

اسم النشاط	النشاط	طة السابقة	الوقت متفائل(O) باليوم	ت الأكثر حدوثا (M) باليوم	ت المتشائم(P) باليوم	قت المتوقع E(t) باليوم
التحضير والاستعداد	A	–	9	10	11	10
أعمال الحفر والتسوية	B	A	14	15	17	15,16
إرساء الأساسات الأرضية	C	B	29	30	32	30,16
أعمال خرسانة الطابق الأرضي	D	C	28	30	40	31,33
أعمال خرسانة الطابق الأول	E	D	28	30	40	31,33
إقامة جدران الطابق الأرضي	F	E	24	25	30	25,66
إقامة جدران الطابق الأول	G	E	26	28	35	28,83
إقامة شبكة الكهرباء الداخلية	H	F,G	14	15	16	15
تركيب أطر الأبواب والنوافذ	I	F,G	11	12	13	12
كسوة جدران الطابق الأرضي والطابق الأول	J	I,H	19	20	30	21,5
تركيب بلاط الطابق الأرضي والطابق الأول	K	J	28	30	32	30
تركيب الأبواب والنوافذ	L	K	9	10	11	10
ة المياه وقنوات الصرف للطابق الأرضي وللطابق الأول	M	K	14	15	17	15,16
أعمال طلاء الطابق الأرضي والطابق الأول	N	L,M	23	25	27	25
أعمال تغطية السطح	O	E	23	25	26	24,83
أعمال القنوات الصحية الخارجية	P	N	14	15	20	15,66
الفحص والتدقيق	Q	P,O	5	6	7	6

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على معلومات مقدمة من طرف مهندس البناء، وكذا برنامج QSB

[6] - **رشيق مرعي رفيق**، مقدمة في بحوث العمليات، (الأردن: دار وائل للنشر والتوزيع، 1996)، ص118.

ويمكن هذا الجدول من متابعة سير الأنشطة ومراقبة مدى إنجاز الأنشطة ضمن الأوقات المتوقعة، حيث أن ملاحظة أي تأخير في إنجاز نشاط ما ضمن ما خطط له، سوف يستوجب الوقوف على الأسباب المؤدية إلى هذا التأخير ومحاولة إيجاد حلول لها.

الفرع الثاني: تحديد درجة التأكد للوقت المتوقع لإنجاز النشاط

سنحاول تحديد درجة التأكد من تنفيذ الأنشطة خلال الأوقات المتوقعة المحسوبة سابقا، وذلك من خلال العلاقة التالية: $V(t) = \left(\frac{P-O}{6}\right)^2$، حيث انه كلما كان التباين للنشاط كبير كلما كانت درجة التأكد من انجاز النشاط في الوقت المتوقع له منخفضة والعكس، والجدول التالي يوضح ذلك

الجدول رقم (04): حساب التباين لأنشطة مشروع انجاز 36 محل تجاري

اسم النشاط	ز النشاط	الوقت متفائل(O) باليوم	الوقت متشائم(P) باليوم	التباين شاط((V(t))	جة التأكد
التحضير والاستعداد	A	9	11	0,11	كبيرة
أعمال الحفر والتسوية	B	14	17	0,25	كبيرة
إرساء الأساسات الأرضية	C	29	32	0,25	كبيرة
أعمال خرسانة الطابق الأرضي	D	28	40	4,00	نخفضة
أعمال خرسانة الطابق الأول	E	28	40	4,00	نخفضة
إقامة جدران الطابق الأرضي	F	24	30	1,00	نخفضة
إقامة جدران الطابق الأول	G	26	35	2,25	نخفضة
إقامة شبكة الكهرباء الداخلية	H	14	16	0,11	كبيرة
تركيب أطر الأبواب والنوافذ	I	11	13	0,11	كبيرة
كسوة جدران الطابق الأرضي والطابق الأول	J	19	30	3,36	نخفضة
تركيب بلاط الطابق الأرضي والطابق الأول	K	28	32	0,44	كبيرة
تركيب الأبواب والنوافذ	L	9	11	0,11	كبيرة
ة المياه وقنوات الصرف للطابق الأرضي وللطابق الأول	M	14	17	0,25	كبيرة
أعمال طلاء الطابق الأرضي والطابق الأول	N	23	27	0,44	كبيرة
أعمال تغطية السطح	O	23	26	0,25	كبيرة
أعمال القنوات الصحية الخارجية	P	14	20	1,00	نخفضة
الفحص والتدقيق	Q	5	7	0,11	كبيرة

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على المعلومات السابقة، وكذا مخرجات برنامج QSB

يظهر من الجدول أن درجة التأكد من انجاز الأنشطة **(Q,O,N,M,L,K,I,H,C,B,A)**، ضمن المدة المتوقعة لكل نشاط منها، هي درجة تأكد كبيرة، لأن التباين لكل نشاط هو قيمة صغيرة، فيمكن القول أن درجة المخاطرة عند انجاز هذه الأنشطة هي قليلة.

وأما بالنسبة للأنشطة **(P,J,G,F,E,D)**، نلاحظ أن قيمة التباين مرتفعة نسبيا، فيمكن القول أن درجة التأكد من إنجاز هذه الأنشطة ضمن المدة المحددة لها منخفضة، أي أن درجة المخاطرة عند إنجاز هذه الأنشطة هي كبيرة نوعا ما.

ويجب على المؤسسة أن تولي اهتماما بالأنشطة التالية:

(أعمال خرسانة الطابق الأرضي، أعمال خرسانة الطابق الأول، إقامة جدران الطابق الأول، إقامة جدران الطابق الأرضي كسوة جدران الطابق الأرضي والطابق الأول وأعمال القنوات الصحية الخارجية)، وذلك من خلال توفير الموارد اللازمة في الأوقات المناسبة وتوفير اليد العاملة وبالقدر الكافي، من أجل تقليل المخاطرة عند انجاز هذه الأنشطة.

المطلب الثاني: تحديد المسار الحرج لمشروع انجاز 36 محل تجاري

كنا قد تطرقنا سابقا إلى المسار الحرج، وقلنا أنه أطول الطرق بين الحادثة الابتدائية والحادثة النهائية، وأي تأخر في أحد الأنشطة المكونة للمسار الحرج سوف يؤدي إلى تأخر كامل المشروع بمقدار التأخر في هذا النشاط.

سنحاول من خلال هذا المطلب تحديد الأنشطة الحرجة للمشروع، رسمها على شبكة الأعمال وكذلك تقديم التفسيرات الاقتصادية للشبكة والمسار الحرج لمشروع انجاز 36 محل تجاري.

الفرع الأول: تحديد الأنشطة الحرجة للمشروع

بعد القيام بإدخال بيانات المشروع في برنامج **QSB** تحصلنا على المعلومات المدرجة في الجدول التالي:

اسم النشاط	النشاط	لأنشطة السابقة	ة تنفيذ اط باليوم	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		ت السماح الكلي	اط الحرج
				للبداية	للنهاية	للبداية	للنهاية		
التحضير والاستعداد	A	–	10	0	10	0	10	0	حرج
أعمال الحفر والتسوية	B	A	15,1	10	25,16	10	25,16	0	حرج
إرساء الأساسات الأرضية	C	B	30,1	25,16	55,33	25,16	55,33	0	حرج
أعمال خرسانة الطابق الأرضي	D	C	31,3	55,33	86,66	55,33	86,66	0	حرج
أعمال خرسانة الطابق الأول	E	D	31,3	86,66	118	86,66	118	0	حرج
إقامة جدران الطابق الأرضي	F	E	25,6	118	143,6	121,1	146,8	3,16	–
إقامة جدران الطابق الأول	G	E	28,8	118	146,8	118	146,8	0	حرج
إقامة شبكة الكهرباء الداخلية	H	F,G	15	146,8	161,8	146,8	161,8	0	حرج
تركيب أطر الأبواب والنوافذ	I	F,G	12	146,8	158,8	149,8	161,8	3	–
وة جدران الطابق الأرضي والطابق الأول	J	I,H	21,5	161,8	183,3	161,8	183,3	0	حرج
يب بلاط الطابق الأرضي والطابق الأول	K	J	30	183,3	213,3	183,3	213,3	0	حرج
تركيب الأبواب والنوافذ	L	K	10	213,3	223,3	218,5	228,5	5,16	–
بكة المياه وقنوات الصرف للطابق الأرضي والطابق الأول	M	K	15,1	213,3	228,5	213,3	228,5	0	حرج

حرج	0	253,5	228,5	253,5	228,5	25	L,M	N	ال طلاء الطابق الأرضي والطابق الأول
-	126,3	269,1	244,3	142,8	118	24,8	E	O	أعمال تغطية السطح
حرج	0	269,1	253,5	269,1	253,5	15,6	N	P	أعمال القنوات الصحية الخارجية
حرج	0	275,1	269,1	275,1	269,1	6	P,O	Q	الفحص والتدقيق

الجدول رقم (05): جدول المراقبة الزمنية لمشروع 36 انجاز محل تجاري

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على المعلومات السابقة وكذا مخرجات برنامج QSB

يتضح من الجدول السابق رقم (23)، أن أغلب أنشطة المشروع حرجة، وهي الأنشطة:

(Q,P,N,M,K,J,H,G,E,D,C,B,A)، وتعتبر هذه الأنشطة هي المكونة للمسار الحرج، حيث أن مجموع أزمنة هذه الأنشطة هو مدة المشروع ككل، وأي تأخير في إنجاز أي نشاط من هذه الأنشطة سوف يؤدي إلى تأخر المشروع ككل بنفس بمقدار ذلك التأخر.

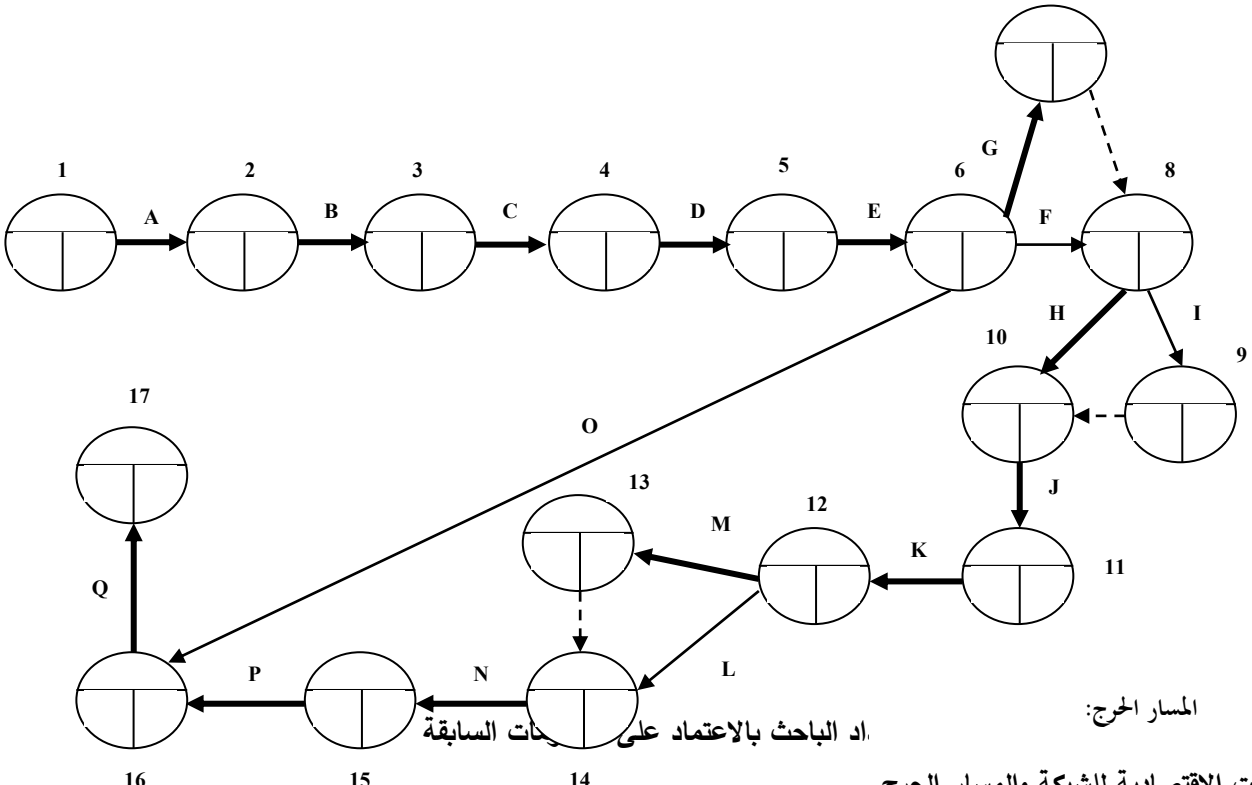
وبحساب مجموع أزمنة الأنشطة الحرجة نجد أن مدة إتمام المشروع ككل هي 275 يوم، وذلك بزيادة قدرها 5 أيام عن المدة المتعاقد عليها، وهذا يعتبر أمرا جد إيجابي بالنسبة للمؤسسة المكلفة بالإنجاز.

وأما بالنسبة للأنشطة **(O,L,I,F)**، فهي أنشطة غير حرجة، حيث يمكن للمؤسسة أن تقوم بتأخير انطلاق هذه الأنشطة في حدود وقت السماح.

الفرع الثاني: رسم المسار الحرج على شبكة الأعمال

يمكن رسم المسار الحرج على شبكة المشروع، وذلك ما يبينه الشكل التالي:

الشكل 7 (02): تمثيل المسار الحرج على شبكة مشروع انجاز 36 محل تجاري



المسار الحرج:

د الباحث بالاعتماد على ات السابقة

الفرع الثالث: التفسيرات الاقتصادية للشبكة والمسار الحرج

بعد رسم الشبكة انطلاقا من الجدول السابق رقم (23)، نلاحظ على الشبكة مسار حرج واحد هو المسار الممثل بخط غليظ أسود(أنظر الشكل رقم28)، والذي يشمل الأنشطة **(Q,P,N,M,K,J,H,G,E,D,C,B,A)** حيث أن هذا المسار الحرج يعتبر أطول مسار في الشبكة من حيث الوقت، والذي يمثل الزمن اللازم للإنجاز أو الوقت الكلي للانتهاء من جميع الأنشطة.

ونلاحظ أنه في النشاطات الحرجة وقت السماح الكلي معدوم، يعني أن الوقت الذي يمكن للنشاط استغراقه زيادة عن المدة المقدرة له ودون أن يؤدي ذلك إلى أي إطالة في مدة المشروع مساوي للصفر، وهذا ما يجعل مدير المشروع يركز ويأخذ الأنشطة الحرجة بعين الاعتبار عن غيرها من الأنشطة، وذلك عن طريق الرقابة عليها، وكذا الإمكانيات المتاحة الممكنة، حتى لا يكون هناك أي تأخير فيها وإلا تسبب ذلك في تأخير المشروع ككل.

أما عن الأنشطة الأخرى، والتي نعني بها الأنشطة غير الحرجة فإنه يمكن التأخير في تنفيذها أو البدء بها، وذلك في حدود وقت السماح لكل منها، لأن التأخير في هذه الأنشطة في حدود وقت السماح لها لا يؤدي إلى التأخير في مدة المشروع. فمثلا النشاط (O)، أي أعمال تغطية السطح، فالوقت المبكر لبدايته هو اليوم 118، بينما الوقت المتأخر لبدايته هو اليوم 244، وهذا ما يمنح هذا النشاط وقت سماح يقدر ب126 يوم، بمعنى أنه يمكن بدء هذا النشاط في أي يوم بدءا من اليوم 118 إلى غاية اليوم 244، وهذا الأخير هو آخر أجل للبدء في هذا النشاط، وهذا ينطبق على باقي الأنشطة غير الحرجة.

المطلب الثالث: فوائد تحديد المسار الحرج لمشروع إنجاز 36 محل تجاري

سنستعرض في هذا المطلب أهم الفوائد والمفاهيم الجديدة التي ترسخت لدى صاحب (مسير) مكتب الدراسات عند عرض نتائج المسار الحرج.

من خلال الجدول توصلنا إلى ما يلي:[7]

- الجدول يقدم

تقسيم مفصل لمراحل المشروع وبالترتيب المحدد عند انجازها مما يسمح لمكتب الدراسات من جهة بعملية المراقبة عند كل نشاط ينجز، كما أنه يفيد مؤسسة الإنجاز في تفدي نسيان أي مرحلة.

الترتيب الموضح في الجدول لا يسمح بتقديم أو تأخير في الأنشطة الحرجة مما يساهم في عملية تنظيم التموين بموارد الإنجاز وتحديد أوقات الطلبيات.

الجدول يقدم معلومات حول الأنشطة المكونة للمسار الحرج، وهي أنشطة يؤدي التأخر في أي منها إلى التأخر في كامل المشروع، إذن من مصلحة المؤسسة المكلفة بالإنجاز أن تراعي وتولي أهمية بالغة بهذه الأنشطة إن أرادت أن تقدم المشروع في آجاله المقدرة ب:09 أشهر.

المعلومات الواردة في الجدول تعتبر ذات أهمية كبيرة للمشروع سواء بالنسبة لمكتب الدراسات باعتباره مسؤول عن متابعة ومراقبة المشروع في كل مراحل انجازه، كما له أهمية أيضا بالنسبة للشركة المكلفة بالإنجاز.

- معرفة تفاصيل الأنشطة المختلفة للمشروع وبالتالي تقلل من احتمال نسيان أي نشاط.
- تقييم مدى تأثير أي تأخر أو تعديل يطرأ أثناء تنفيذ المشروع على مدة إنهائه.
- تحديد الأنشطة التي ينبغي تسريعها والأنشطة التي يمكن تأخيرها بدون التأثير في مدة إنجاز المشروع، فهي تسمح بتسليط الضوء على الأنشطة التي تؤثر مباشرة على ما هو مخطط له، وبالتالي تسمح بإعطائها العناية اللازمة لتنفيذها في الأوقات اللازمة.

تسمح بتقدير المدة الزمنية اللازمة لإنجاز المشروع أو أي جزء منه وذلك بمستوى دقة مقبول.

المبحث الرابع: تخفيض وقت انجاز المشروع

من بين المشاكل التي قد تواجه هذا المشروع عند إنجازه هي جملة من التأخيرات التي تساهم في زيادة مدة الإنجاز، بالإضافة إلى كيفية الاستفادة من الطاقات البشرية لصالح المشروع وتوزيعها بشكل ملائم على جميع أنشطة المشروع، وهي مشاكل قد تواجهه أي مشروع، ولمعالجة كل هذا سوف نتطرق في هذا المطلب إلى حساب احتمالية انجاز المشروع في مدة معينة، وكذا محاولة تخفيض زمن إنجاز المشروع.

[7]- تم التوصل إليها عن طريق مقابلات مع مسؤولين في مكتب الدراسات.

المطلب الأول: حساب احتمالية تنفيذ المشروع خلال مدة معينة

سنحاول من خلال هذا المطلب حساب احتمالية تنفيذ المشروع خلال مجموعة من الأزمنة، وقد أخذنا بنصائح وإرشادات أحد المهندسين بمكتب الدراسات بقياس احتمالية تنفيذ المشروع خلال الأزمنة التالية:

- احتمال تنفيذ المشروع خلال: 270 يوم (09 أشهر) وهي المدة المتعاقد عليها.
- احتمال تنفيذ المشروع خلال: 255 يوم (08 أشهر ونصف).
- احتمال تنفيذ المشروع خلال: 285 يوم (09 أشهر ونصف).

ويساعد أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع إدارة المشروع للوصول إلى الوقت المتوقع للإنجاز النهائي للمشروع وذلك عن طريق المسار الحرج.

ويمكن بعد ذلك مقارنة هذه المدة المتوقعة مع الزمن الذي نريد حساب احتمالية انجاز المشروع خلاله، وذلك بحساب قيمة **(Z)**. وفق المعادلة التالية:

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta}$$

حيث:

(Ds): المدة التي نريد حساب احتمال انجاز المشروع خلالها

(Dé): الوقت المتوقع للانتهاء

(δ): الانحراف المعياري لتوزيع وقت إتمام المشروع/ $\delta = \sqrt{V(t)_1 + V(t)_2 + \cdots + V(t)_n}$

والجدول الموالي يبين الأنشطة الحرجة وتباينها، وحساب الانحراف المعياري لتوزيع وقت إتمام المشروع:

الجدول رقم (06):الانحراف المعياري لتوزيع وقت إتمام مشروع انجاز 36 محل تجاري

النشاط	A	B	C	D	E	G	H	J	K	M	N	P	Q
التباين V(t)	0,11	0,25	0,25	4	4	2,25	0,11	3,36	0,44	0,25	0,44	1	0,11
$\sum V(t)$	16,58												
$\delta = \sqrt{\sum V(t)}$	4,07												

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على المعلومات السابقة وكذا مخرجات برنامج QSB

- **احتمال تنفيذ المشروع خلال: 270 يوم (09 أشهر) وهي المدة التعاقد عليها**

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta} = \frac{270 - 275}{4,07} = -1,26$$

ومن جدول التوزيع الطبيعي نجد أن الاحتمال المقابل للقيمة **Z= −1,26** هو **0,1038** أي **10%** وهو احتمال ضعيف.

إذا يمكن القول بأن احتمال انجاز مشروع 36 محل تجاري ضمن المدة المتعاقد عليها هو بنسبة **11%**، وهذا دائما في ظل التقديرات السابقة المقدمة من طرف مكتب الدراسات، ورغم أن المدة الفاصلة بين الوقت المتوقع والوقت المتعاقد عليه هو 5 أيام فقط، إلا أن المؤسسة المكلفة بالإنجاز ينبغي عليها محاولة خفض زمن أحد الأنشطة الحرجة وذلك من أجل تقليص هذه المدة الفاصلة عن الوقت المتعاقد عليه.

- **احتمال تنفيذ المشروع خلال: 255 يوم (08 أشهر ونصف)**

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta} = \frac{255 - 275}{4,07} = -4,91$$

ومن جدول التوزيع الطبيعي نجد أن الاحتمال المقابل للقيمة **Z= −4,91** هو $10^{-7} \times 3,57$ وهو احتمال ضعيف جدا وشبه معدوم.

إذا يمكن القول أن احتمال انجاز مشروع 36 محل تجاري في مدة 8 أشهر ونصف هو احتمال جد ضعيف في ظل التقديرات الحالية، وللوصول إلى هذه المدة على المؤسسة المكلفة بالإنجاز أن تقوم برصد موارد إضافية من أجل تخفيض زمن المشروع، وهذا يتطلب تكاليف إضافية كبيرة، قد تؤدي إلى خسارة المؤسسة.

- **احتمال تنفيذ المشروع خلال: 285 يوم (09 أشهر ونصف)**

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta} = \frac{285 - 275}{4{,}07} = 2{,}45$$

ومن جدول التوزيع الطبيعي نجد أن الاحتمال المقابل للقيمة **Z= 2,45** هو **0,9929** أي **99,29 %** أي أن احتمال أن ينفذ المشروع في مدة 09 أشهر ونصف هو احتمال كبير جدا، وهذا أمر طبيعي باعتبار أننا قد تجاوزنا المدة المتوقعة، هذا يفسر بأن المؤسسة المكلفة بالإنجاز قد ترغب في تحمل غرامات التأخير في مقابل أن تضمن إنجاز المشروع في مدة أكبر، وهذا قد يكون راجعا إلى أن مسيري المؤسسة يرغبون في تسيير موارد مؤسستهم بشكل يضمن استمرارية مشاريع أخرى يقومون بإنجازها، أو أن هذه الموارد أصلا غير كافية، فيقومون بزيادة الوقت اللازم للإنجاز لضمان كفاية هذه الموارد، فمثلا إذا كان في حوزة المؤسسة 3 بنائين مطالبون بإنجاز نشاط ما في وقته المتوقع، وعمليا يكون هذا مستحيل، وتكون المؤسسة غير قادرة على تحمل تكاليف توظيف عمال جدد، فتقوم بمنح النشاط مدة إضافية تكفي هؤلاء البنائين لاستكمال النشاط، وهذا ما يرفع مدة الإنجاز، ويمكن القول أن المؤسسة عليها بدراسة العائد من وراء هذه العمليات، فإذا كان العائد بعد دفع غرامات التأخير أكبر من العائد بعد توظيف عمال جدد، هذا أكيد سوف يدفعها إلى تأخير مدة المشروع.

المطلب الثاني:تخفيض وقت انجاز مشروع 36 محل تجاري

عملية تسريع الأنشطة تقتضي بالضرورة تحمل بعض التكاليف من أجل ربح الوقت، وبما أن المسار الحرج للمشروع يشمل أطول مدة زمنية (زمن المشروع)، فإنه لتخفيض مدة المشروع يجب تخفيض مدة أحد الأنشطة المكونة للمسار الحرج للمشروع، لذلك فإننا وفي إطار بحثنا مع مكتب الدراسات تحصلت على التقديرات التالية[8] الخاصة بالمدة والتكلفة العاديتين لتنفيذ كل نشاط، كما يظهر المدة والتكلفة المتسرعتين لكل نشاط.

وسنحاول فيما يلي خفض مدة المشروع من 275 يوم إلى270 يوم، وهذه الأخيرة هي المدة المتعاقد عليها، وذلك لتجنب التعقيد وكثرة الحسابات.

الجدول رقم (07): عمليات المقايضة بين الزمن والتكلفة لأنشطة مشروع 36 محل تجاري

اسم النشاط	النشاط	ة التنفيذ لعادية	كلفة العادية(دج)	ة المتسرعة	لفة المتسرعة(دج)
التحضير والإستعداد	A	10	–	10	–
أعمال الحفر والتسوية	B	15	–	15	–
إرساء الأساسات الأرضية	C	30	2703000,0(	24	3243600,0(
أعمال خرسانة الطابق الأرضي	D	31	–	31	–
أعمال خرسانة الطابق الأول	E	31	–	31	–
إقامة جدران الطابق الأول	G	29	395375,00	25	449907,00
إقامة شبكة الكهرباء الداخلية	H	15	586850,00	10	782465,00
كسوة جدران الطابق الأرضي والطابق الأول	J	22	966000,00	15	1273363,0(
تركيب بلاط الطابق الأرضي والطابق الأول	K	30	1366000,0(	25	1593665,0(

[8]- تستخرج وفق تقديرات ونماذج خاصة بمكتب الدراسات.

ة المياه وقنوات الصرف للطابق الأرضي والطابق الأول	M	15	295000,00	10	393330,00
أعمال طلاء الطابق الأرضي والطابق الأول	N	25	765200,00	20	918240,00
أعمال القنوات الصحية الخارجية	P	16	186600,00	11	244912,00
الفحص والتدقيق	Q	6	–	6	–

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على معلومات مكتب الدراسات

يظهر من الجدول رقم (25)، أن الأنشطة **(A,B,D,E,Q)**، لا يمكن خفض مدتها لأن مدة التنفيذ العادية أصبحت تساوي مدة التنفيذ المتسرعة لكل نشاط منها، وهذا راجع لأن عملية الإنجاز الفعلي لها لا يتحمل خفض مدة نشاطها وذلك لاعتبارات عملية خاصة بالأنشطة، فمثلا أعمال الخرسانة زمنها مرتبط بعامل جفاف الخرسانة، حيث أن المدة اللازمة لها هي 21 يوما بالإضافة إلى 10 أيام عمل، فلا يمكن عمليا تخفيض مدة هذا النشاط اقل من ذلك.

تسريع المشروع: علمنا سابقا أن:

- مدة تنفيذ المشروع هي **9 أشهر**، الأنشطة الحرجة هي: **(Q,P,N,M,K,J,H,G,E,D,C,B,A)**
- تكلفة إنجاز المشروع هي: 334,50 584 22 دج.

وبأخذ أنشطة المسار الحرج للمشروع، حيث نحدد ميل التكلفة* لكل نشاط منه كما هو محدد في الجدول الموالي:

الجدول رقم(08): جدول مقارنة ميل التكلفة للأنشطة الحرجة (1)

النشاط	ة التنفيذ لعادية	كلفة العادية(دج)	ة المتسرعة	لفة المتسرعة(دج)	ميل التكلفة	الملاحظة
C	30	2703000,0(	24	3243600,0(	-90100	يهمل
G	29	395375,00	25	449907,00	-13633	يهمل
H	15	586850,00	10	782465,00	-39123	يهمل
J	22	966000,00	15	1273363,0(	-43909	يهمل
K	30	1366000,0(	25	1593665,0(	-45533	يهمل
M	15	295000,00	10	393330,00	-19666	يهمل
N	25	765200,00	20	918240,00	-30608	يهمل
P	16	186600,00	11	244912,00	-11662,4	لميل الأقرب إلى الصفر/يخفض

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على معلومات مكتب الدراسات

من الجدول رقم(26)، نجد أن النشاط الذي له ميل أقرب إلى الصفر هو النشاط **(P)**، لذلك نخفضه بيوم واحد، بينما تزداد تكلفته بوحدة واحدة أي بمقدار **11662,4دج**.

والنتيجة أن مدة تنفيذ المشروع تصبح (274) يوم بدل (275) يوم وتنتقل التكلفة الكلية للمشروع من: **22584334,50دج** إلى **22595996,9دج**.

بعد هذا التخفيض نلاحظ أنه لا يوجد تغير في المسار الحرج، نعيد مقارنة ميل التكاليف للأنشطة الحرجة من خلال الجدول الجديد إلى غاية الوصول إلى:

*- تحسب بالعلاقة الموضحة في الجانب النظري.

الجدول رقم(09): جدول مقارنة ميل التكلفة للأنشطة الحرجة (6)

النشاط	ة التنفيذ لعادية	كلفة العادية(دج)	ة المتسرعة	لفة المتسرعة(دج)	ميل التكلفة	الملاحظة
C	30	2703000,00	24	3243600,00	-90100	يهمل
G	29	395375,00	25	449907,00	-13633	لميل الأقرب إلى الصفر /يخفض
H	15	586850,00	10	782465,00	-39123	يهمل
J	22	966000,00	15	1273363,00	-43909	يهمل
K	30	1366000,00	25	1593665,00	-45533	يهمل
M	15	295000,00	10	393330,00	-19666	يهمل
N	25	765200,00	20	918240,00	-30608	يهمل
P	11	244912,00	11	244912,00	-	ا يمكن تخفيضه

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على معلومات مكتب الدراسات

يظهر من الجدول رقم (31)، أنه لا يمكن خفض مدة النشاط **(P)** ، وذلك لأن مدة التنفيذ العادية أصبحت تساوي مدة التنفيذ المتسرعة، وإذا أردنا مواصلة تخفيض زمن المشروع، فإننا سوف نأخذ النشاط **(G)** لأنه ذو الميل الأقرب إلى الصفر، ونعيد نفس الخطوات مع الأخذ بعين الاعتبار في كل مرة إعادة النظر للمسار الحرج.

وقد توصلنا إلى خفض مدة المشروع من 275 يوم إلى غاية 270 يوم، وهي المدة المتعاقد عليها، ولكن مع إضافة تكاليف أخرى، فارتفعت التكلفة الكلية للمشروع من **22584334,50دج** إلى **22642646,6دج**. أي من أجل خفض 5 أيام من مدة المشروع على المسيرين إضافة **58312,1دج**، وهو ما يمثل **0,25%** من المبلغ المتعاقد عليه، وهو ما يخفض هامش ربح المؤسسة من **12%** إلى **11,75%** .

ويبقى لمسيري المؤسسة أن يتخذوا القرار المناسب من خلال المقارنة بين مبلغ غرامات التأخير في تسليم المشروع وبين التكلفة المضافة لتسريع المشروع، فإذا كان التكلفة المضافة لتسريع المشروع أكبر من غرامات التأخير، فمن الطبيعي أن تقوم المؤسسة بتحمل التكلفة الأقل وهي دفع غرامات التأخير، أما في حالة ما إذا كانت غرامات التأخير أكبر من تكلفة تسريع المشروع، فإن المؤسسة سوف تتحمل التكلفة الأقل وهي تكلفة تسريع المشروع.

خلاصة الدراسة:

من خلال الدراسة الميدانية التي أجريناها على مكتب الدراسات التقنية المتعددة، وكذا من خلال المقابلات مع المختصين في مجال التخطيط والرقابة والإشراف على المشاريع، ومن خلال تحليل أرائهم وإجاباتهم استطعنا أن نتوصل إلى النتائج التالية:

- تخطيط عملية إنجاز المشروع من خلال تحديد وتعريف وترتيب كل نشاط من أنشطته، مع توفير إمكانية التمييز بين الأنشطة من حيث المعدات والمواد اللازمة لإنجازها.
- إعداد جدول للتتابع الفني لعمليات المشروع، والذي يمكن من متابعة إنجاز الأنشطة حسب التتابع الذي خطط لها، وتحديد الأنشطة السابقة واللاحقة لكل نشاط.
- رسم شبكة الأعمال للمشروع، والتي تضمنت كافة أنشطة المشروع وبالتتابع المحدد لها، حيث تمكن من متابعة سير الأعمال من خلال رسم بياني بسيط بساعد في تفادي نسيان أي نشاط.
- القيام بجدولة زمنية للمشروع، من خلال حساب الأوقات المتوقعة لكل نشاط، مع محاولة تحديد درجة التأكد من هذه الأزمنة رياضيا.
- توصلنا إلى تحديد الأنشطة الحرجة للمشروع وتمثيلها بيانيا على شبكة الأعمال، والذي يمثل مجموع أزمنتها زمن المشروع ككل، ومن خلال حصر هذه الأنشطة يتوفر لدى المؤسسة المكلفة بالإنجاز معلومات حول الأنشطة التي يجب أن توليها الاهتمام خلال الإنجاز.
- تقييم مدى تأثير أي تأخر أو تعديل يطرأ على الأنشطة أثناء تنفيذها على مدة إنجاز المشروع.
- تقدير زمن إنجاز المشروع، والذي قدر بـ:275 يوم وذلك بفارق 5 أيام عن المدة المتعاقد عليها.
- توفير مجموعة من البدائل فيما يخص أزمنة إنجاز المشروع مع تقديم احتمالية إنجاز المشروع خلالها.
- توصلنا إلى تخفيض مدة إنجاز المشروع من 275 يوما إلى 270 يوما، مع تحديد التكلفة الواجب إضافتها لتحقيق ذلك والمقدرة ب 58312.1 دج.