استخدام التحليل الشبكي في جدولة الموارد المالية
دراسة حالة: مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست

The use of network analysis to schedule financial resources Case study: a residential complex project in the wilaya of tamanrassetimes

تلي سيف الدين، جامعة تامنغست، telli.seif@yahoo.com
رابح كارش، جامعة تامنغست، rabahkareche2017@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2021/03/26 تاريخ القبول: 2021/07/15 تاريخ النشر: 2021/12/31

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى إبراز أهمية التحليل الشبكي كوسيلة فعالة في جدولة تكاليف المشروعات على اختلاف أنوعاه سواء كانت مشروعات قائمة أو جديدة ومن أهم الطرق والتقنيات المتبعة في جدولة تكاليف المشاريع تقنية (PERT/Cost) و (GANTT Chart).

من خلال الدراسة الميدانية تم تقدير الموارد المالية اللازم توفيرها من أجل إنجاز جميع الأنشطة في المدة الزمنة المتوقع لكل نشاط بـ 32.075.400 دينار جزائري والتي تقدر بـ نسبة (24،91%) من التكلفة الإجمالية للمشروع. كما تم جدولة الموارد المالية لمشروع60 وحدة سكنية بولاية تامنغست وتم التوصل إلى أن الجدولة المالية حسب البداية المتأخرة أفضل من جدولة الموارد المالية وفق البداية المتأخرة.

الكلمات المفتاحية : تحليل الشبكي ؛ الجدولة؛ الموارد المالية ؛ المشروع

تصنيف JEL : XN1، XN2

***Abstract*:** In the stages of completion, projects are exposed to several problems, including delays in implementation and delivery, high costs, and these problems are due to poor scheduling in project implementation. This study aims to highlight the importance of network analysis as an effective method in scheduling project costs of all kinds, whether they are existing or new projects. Among the most important techniques used in project cost scheduling are the PERT / Cost and GANTT Chart techniques. Through the field study, the financial resources required to be provided in order to complete all activities within the expected duration of each activity were estimated at 32,075,400 Algerian dinars, which is estimated at (24.91%) of the total project cost.The financial resources for a project of 60 housing units in the wilayat of tamanrasset were also scheduled, and it was concluded that financial scheduling according to a late start is better than scheduling financial resources according to a late start.

Keywords: retinal analysis; Scheduling; finance resource ; The project
JEL classification code : XN1, XN2

المؤلف المرسل: سيف الدين تلي، الإيميل: *telli.seif@yahoo.com*

1. مقدمة:

معظم المشاريع الإنشائية في الجزائر تعاني من تأخير في الإنجاز وفوضي في التنفيذ، وذلك بسبب قلة الخبرة والارتجالية في اتخاذ القرارات، دون اللجوء إلى الأساليب العلمية في إدارة وتقدير الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع بطريقة عملية، ويعد هذا الأمر من أهم الأسباب المؤثرة سلبا على نجاح تنفيذ المشروع، ومن أجل تحقيق أهداف المشروع والحد من الارتجالية والفوضى في التنفيذ تم استخدام التحليل الشبكي كأسلوب علمي يخضع للمنهج الكمي في إدارة المشاريع الإنشائية.

حيث يؤدي التحليلي الشبكي دورا فعالا في عملية جدولة موارد المشاريع بشكل واضح وعملي، كما يساعد في عملية متابعة تنفيذ المشاريع من خلال تحديد الانحرافات والإجراءات التصحيحية التي يتعين اتخاذها بما يؤدي في النهاية إلى تنفيذ العمل المطلوب باستخدام أقل قدر ممكن من الوحدات الزمنية والتكلفة والموارد.

1.1 **الإشكالية:** تكمن مشكلة الدراسة في أن معظم المشاريع الإنشائية والخدمية تعاني من تأخر في الإنجاز وفوضى في تنفيذ مما يؤثر في القيمة المضافة والعائد المتحقق من المشروع؛

- كيف يساهم استخدام التحليل الشبكي في جدولة الموارد المالية اللازمة لتنفيذ المشروع؟

2.1 **التساؤلات:** خلاله توضيح كيفية استخدام الأساليب الكمية في إدارة الموارد المالية والبشرية للمشاريع نقوم بطرح الأسئلة الفرعية التالية:

- كيف يساهم استخدام التحليل الشبكي في إعداد جدولة زمنية لتنفيذ أنشطة المشروع؟
- كيف يساهم التحليل الشبكي في جدولة الموارد المالية المحدودة والغير محدودة للمشروع؟

3.1 **الفرضيات:** تدفع بنا هذه التساؤلات إلى تقديم فرضيات تكون بمثابة أجوبة محتملة يتطلب التأكد من صحتها أو نفيها، وتأتي على النحو التالي:

- تساهم الجدولة الزمنية للمشروع باستخدام التحليل الشبكي من تجنب تأخر تنفيذ أنشطة المشروع وبالتالي لا يتحمل المشروع تكلفة إضافية.
- استخدام التحليل الشبكي يساهم في جدولة الموارد المالية والبشرية المحدودة والغير محدودة للمشروع كما يساعد في جدولة هذه الموارد وفق البداية المبكرة والبداية المتأخرة.

4.1 أهداف البحث: من خلال هذه الدراسة نسعى إلى تحقيق جملة من الأهداف أهمها:

- بيان وتوضيح كيفية استخدام أساليب التحليل الشبكي بشكل علمي في عملية إدارة موارد المشروع بشكل عام ومشاريع البناء والتشييد بشكل خاص.
- التصدي لمشكلة التأخير في تنفيذ مشاريع التشييد والتي يترتب عليه تكلفة إضافية من خلال الاعتماد على الأساليب العلمية في تقدير الزمن اللازم لتنفيذه وتجنب الارتجالية في القرارات.
- تقديم عرض بصري يشتمل على مجموعة من الأنشطة والتي يجب أن يتم إكمالها بطريقة محددة ومنتظمة وذلك وفق ترتيب منطقي،مع توضيح المسارات المحتملة لإنهاء المشروع.

5.1 **منهج الدراسة:** إن الطابع الكمي المميز لإشكالية البحث جعلنا نعتمد على منهج التحليل الكمي من خلال عرض أهم أساليب التحليل الكمي المتخصصة في إدارة موارد المشاريع المالية والبشرية وذلك من أجل دعم عملية اتخاذ القرار بناء على الطرق العلمية في تقدير التكاليف والمدة الزمنية لتنفيذ المشروع.

كما تم استخدم مجموع من الوسائل والأدوات الإحصائية من التوزيع الاحتمالي، تحليل التباين، التحليل الشبكي، وبرامج متخصص في مجال إدارة المشاريع مثل برنامج "Win QSB".

5.1 الدراسات السابقة:

- دراسة سمير سليمان بعنوان" Implementation of Critical Path Method (CPM) For Avoiding Construction Projects Delay Problem" هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نظام إدارة المشروع من خلال تطبيق طريقة المسار الحرج (CPM) وتقنية القيمة المكتسبة(EVT) لإدارة موارد المشروع وتجنب التأخير في تنفيذ المشاريع الإنشائية وتوصل الباحث من خلال دراسته إلى أهم أسباب التأخيرات في المشاريع الإنشائية وأهمية تطبيق تقنية المسار الحرج للتعرف على أسباب التأخيرات في هذه المشاريع، كما أظهرت نتائج الدراسة أن أهم عوامل التأخير هي التخطيط السيئ للمشروع، نقص المعدات والعمالة والمواد الإنشائية في السوق، القوة العاملة غير مؤهلة، تخطيط وجدولة زمنية غير فعالة للمشروع، بالإضافة إلى سوء تقدير تكلفة تنفيذ المشروع، وضعف إدارة الموقع والإشراف؛

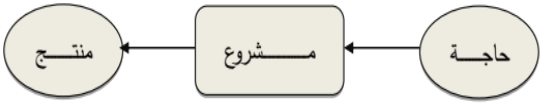
– دراسة عدنان كرجي ضباب على بعنوان "استخدام شبكة (PERT) في تقويم مشروع صناعي في شركة ديالي للصناعة الكهربائية" مجلة ديالي للعلوم الهندسية، المجلد (9)، العدد(4)، العراق، 2016. تهدف هذا الدراسة إلى التعامل مع أزمنة العمليات الإنتاجية من خلال استخدام شبكة بيرت (PERT) لتحديد الأزمنة التفاؤلية والتشاؤمية والأكثر احتمالا ومن ثم تحديد الزمن القياسي، ثم احتساب المسار الحرج وتحديد الأزمنة الفائضة لكل مرحلة من مراحل العمليات الإنتاجية بطريقتين (Forward Pass–Back WardPass). وقد أظهرت النتائج أن هناك فائض في الوقت لم يتم استغلاله وقدره (24.5) دقيقة وأن هذا الوقت يزيد من كمية الإنتاج إلى الضعف لو تم استغلاله في العمليات الإنتاجية ؛

– دراسة عبد الأمير عبد الحسين شياع بعنوان" استخدام التحليل الشبكي في تقييم مشروع بناية كلية اللغات بجامعة بغداد" ، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد(16)، العدد(3)، العراق، 2014. تناولت هذه الدراسة أسلوب التحليل الشبكي " Network analysis" وتطبيقاته في المشاريع الإنشائية والذي يتيح لإدارة المشروع أداء مهام التخطيط والتنظيم والرقابة على مراحل تنفيذ المشروع بما في ذلك تحديد زمن التنفيذ وتوزيع الموارد المتاحة. حيث تم التوصل إلى أن التخطيط الكفء للسيطرة على الزمن والتكلفة يقتضيان استخدام التقنيات الحاسوبية الحديثة مثل برنامج Win QSB لرسم الشبكة وتحديد المسار الحرج؛

2. الإطار النظري للدراسة:

1.2ماهية المشروع: المشروع هو نظام إداري مؤقت يسمح بهيكلة الأسس التي يقوم عليها تصميم أو تطوير وتصنيع أو تسويق منتج جديد، وهو بذلك يتطلب مشاركة أفراد قادمين من مهن مختلفة منظمين في إطار هدف يعملون على تحقيقه. والشكل الموالي يعطينا صورة مبسطة للمشروع. (نجم ع.، 2012، صفحة 12)

الشكل1: رؤية مبسطة للمشروع



Source: Hugues Marchat, KIT de conduit de projet, Editionsd' organisation, Paris,2001,p23.

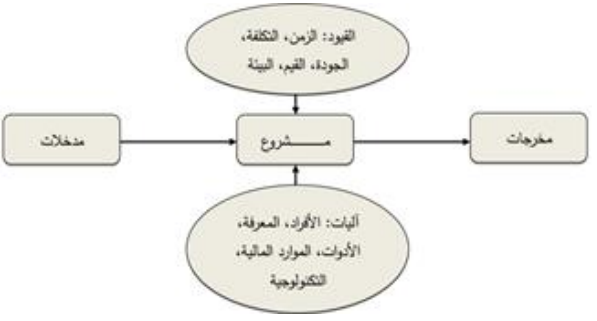
إذا المشروع هو عملية تتكون من مجموعة متكاملة من الأنشطة تنفذ خلال فترة زمنية محددة وحسب تصاميم وطاقات إنتاجية موجهة لخدمة أهداف مرغوبة ومحددة ومتفق عليها.

-عرفت الموسوعة البريطانية(Association of Project Management) المشروع على أنه: " أي جهد يستغرق إنجازه يومين أوأكثر نحو تحقيق هدف معين ويحتاج إلى مجموعة من الفعاليات الإدارية والهندسية والإقتصادية"، أما الموسوعة الأمريكية للهندسة الصناعية فلم تختلف مع هذا التعريف سوى بتحديد المدة التي يستغرقها إنجاز المشروع حيث حددتها بخمسة أيام. (محمد الفاتح، 2016، صفحة 13)

-أما معهد إدارة المشروع(Project Management Institute) فقد عرف المشروع على أنه:"الجهود المؤقتة الموجهة نحو توليد المنتج المنفرد أو الخدمة المنفردة والمقصود بالمؤقت بأن كل مشروع محدد بنهاية، أما المقصود بالمنفرد فإن المنتج أو الخدمة تختلف بشكل أو بآخر عن جميع المنتجات والخدمات التقليدية". (سهيلة، 2012، صفحة 15)

من خلال التعاريف السابقة للمشروع يمكن النظر إلى المشروع كنظام مفتوح يتطلب مداخلات، يتم استغلالها للحصول على مخرجات معينة، إذا المشروع بموجب هذا النظام يتكون من عناصر كما يوضحها الشكل الموالي:

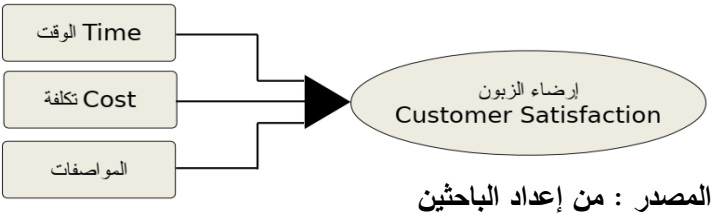
الشكل2: المشروع كنظام مفتوح



المصدر: من إعداد الباحثين

بسبب الخصائص التي تميز المشروع عن المنظمة الوظيفية فإن المشاريع مهما اختلفت طبيعتها أو حجمها أو عمرها أو رأس مالها فإنها تشترك في تحقيق ثلاثة أهداف هي الوقت؛ الكلفة؛ المواصفات؛ وذلك بهدف إرضاء الزبون كما يظهر في الشكل التالي:

شكل3: أهداف المشروع



المصدر : من إعداد الباحثين

فأي مشروع لابد وأن يكون له عمر زمني محدد وإنهاؤه في الوقت المطلوب دون تأخير ويعتبر أحد الأهداف الرئيسية لإدارة المشروع. كما أن الكلفة هي أحد الأهداف الحرجة للمشروع، لأن ارتفاع الكلفة عن ما خطط له يجعل المشروع خاسرًا، إضافة لأهمية المواصفات لأن انحراف المشروع عن الخصائص المطلوبة يؤدي إلى رفض الزبون للمشروع.

ونلاحظ أن أي مقترح مشروع يقدم للحصول على عطاء معين يجب أن يتضمن هذه الأهداف الثلاثة: الوقت اللازم لإنجاز المشروع، وأي تأخير يؤدي لدفع غرامات تأخير. وأن يقدم بسعر منافس يمكّن الشركة التي دخلت العطاء من الفوز بالمشروع والحصول عليه وهذا يعني الاهتمام بكلفة المشروع. إضافة لقدرة الشركة على تقديم المشروع بالخصائص والمواصفات المطلوبة في عرضها حتى يكون مطابقًا للمواصفات ويقبله الزبون.

2.2 التحليل الشبكي:

يعرف التحليل الشبكي على أنه:"تمثيل بياني (Graphical Presentation) لأنشطة المشروع بطريقة تبين التسلسل والتتابع المنطقي (Sequence) لأنشطة المشروع والأوقات اللازمة لتنفيذ هذه الأنشطة من لحظة بداية المشروع حتى نهايته، مع توضيح المسارات المحتملة لإنهاء المشروع والمسار الحرج (Path Critial) الذي يمثل أطول هذه المسارات لإتمام المشروع"؛ (Ch.A.Gallagher ,. H., 1991, p. 77)

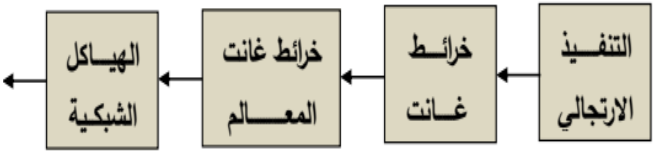
إن طريقـة التحليـل البيـاني والبرمجـة الشـبكية مـن الأدوات الحديثـة التـي تسـتخدم فـي المشـروعات الهندسـية، ففـي 1917م تمكـن العـالم هنـري جانـت (Ganatt) مـن ابتكـار طريقـة مخطط المستقيمات التي تسمى أحيانًا بجدول الخطوط الشريطية (Bart Chart)، والتي مازالت تستعمل لتخطيط المشاريع الهندسية حتى يومنا هذا.

ومـع ظهـور المشـروعات الإنتاجيـة الضـخمة والمعقـدة تـم ابتكـار طريقـة المسـار الحـرج (CPM) وطريقة تقويم ومراجعة البرامج (PERT) حيث تم تطبق طريقة (CPM) أول مرة في عام 1958 في مشروع محطة قوة ذرية تابعة لمجلس الكهرباء المركزي في لندن، واستخدمت عام 1965 من قبل هيئة مواصلات لندن في إنشاء خط فكتوريا للسكك الحديدية تحت الأرض، حيث تـم تـوفير 65 مليـون جنيـه إسـترلينيّ، وكـان المشـروع يتضـمن أكثـر مـن 9000 نشـاط. (حسـن ياسين، 2008، صفحة 18)

كما اهتمت القوات البحرية الأمريكية في الفترة نفسها التي تم فيها ابتكار طريقة (CPM) بدراسة إمكانية التخطيط والرقابة على مشروع إنتاج صواريخ (Polaris)، وذلك من قبل (Booz Allen And. Hamilton) & فصدر التقرير الأول عن تقنية (PERT) في تموز عام 1958 والتقرير الثاني في آب عام 1958، وتضمن الأخير الأسس الرياضية والطرائق العلمية لتطبيق هذا الأسلوب، ونتيجة لاستخدام هذه الطريقة تم إنجاز مشروع (Polaris) قبل عامين من الزمن المتوقع لإنجازه. كما تم التمكن عام 1962 من تصميم نظام تكلفة بيرت (PERT/Cost) نتيجة لتضـامن الهيئـة الوطنيـة لإدارة أبحـاث الملاحـة الجويـة والفضـاء(NASA) ودائرة الدفاع، حدد نظام (PERT/Cost) خطوات الرقابة على التكلفة للأساليب من النوع (PERT). (Mohks j. , 2008, p. 98)

فـي عـام 1966 تـم إدخـال أولـى تسلسـلات (CANS) المسـمات بتقنيـة التقـويم والمتابعـة (GERT) والتي تعتمد على أفكار مقدمة من قبل (Elmaghraby)، الذي قام بإدخال نوع عقدي جديد إلـى شبكة عمـل المشـروع هو العقد الاحتماليـة التـي تتفرع عنهـا مسـارات بديلـة باحتمـالات معينة؛ والشكل الموالي يوضح مراحل تطور التحليل الشبكي. (الفضل، 2013، صفحة 200)

الشكل4: مراحل تطور التحليل الشبكي



المصدر: إبراهيم العبد جلال، استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية، الدار الجامعية لنشر والتوزيع، الإسكندرية، مصر، 2004، ص261.

إن تطور المشروعات ساهم في تعقيد العديد من المشكلات الإدارية مما أوجد الحاجة لاستخدام أساليب التحليل الشبكي ضمن الأساليب الكمية التي ازدادت أهميتها وسهولة استخدمها مع تطور الحاسوب الرقمي وتطور أنظمة وبرامج الحواسيب التي سهلت استخدامها مع إمكانية الاستغناء عن الخبير المختص بهذه الأساليب.

3.2 جدولة المشاريع:

تعد الجدولة مسألة في غاية الأهمية في مختلف الميادين والمجالات والتي ظهرت انطلاقا من أعمال (Henry Gantt) إلى أبحاث (Johnson) وغيرها من الأبحاث التي لا تزال قائمة إلى يومنا هذا.

وحسب كل من (Patrick Esquirol) و(Pierre Lopez) فإن الجدولة تعتبر خطوة مهمة في إدارة المشاريع لأنها تعمل على تنظيم إنجاز الأعمال خلال الزمن مع مراعاة القيود الزمنية والقيود الخاصة باستعمال ووفرة الموارد المستحقة. وتعمل أيضا على تحديد أنشطة المشروع التي لها تواريخ مرنة وقابلة للتغيير دون أن تؤثر في الفترة الزمنية للمشروع. (سالم، 2009، صفحة 338)

ويجري تمثيل الجدولة بعدة طرق منها الجداول الزمنية أو مخططات جانت كما توفر الجدولة قناة الاتصال الضرورية بين إدارة المشروع وفرق العمل التي تعمل في مراحله المختلفة إضافة إلى كونها حلقة الاتصال والتنسيق مابين إدارة المشروع وفرق العمل من جهة وبين أصحاب المصالح والمقاولون الذين ينفذون الأعمال بالمشروع(pierre, 2014, p. 23) .

في ظل أسلوب التحليل الشبكي يتم إجراء تقديرات للتكاليف اللازمة لكل نشاط، وذلك إضافة إلى تقديرات الوقت التي يتم القيام بها بشكل أساسي في شبكات الأعمال، وتكون هذه التكاليف التقديرية أساسا للمتابعة خلال مراحل التنفيذ المختلفة، حيث يبنى الأسلوب على تجميع معلومات مستمرة عن كل من التكاليف الفعلية ووقت الأداء الفعلي ونسبة الإنجاز، ثم تحديد درجة التباين في تقارير الإنجاز وتحليل أسبابها واتخاذ الإجراءات التصحيحية، بحيث إذا زادت التكاليف الفعلية عن التكاليف المقدرة، فيجب اتخاذ إجراءات معينة لتصحيح الوضع حتى تصبح التكاليف المنفقة في حدود الميزانية المحددة(gilles, 2011, p. 195)

قد تظهر الحاجة الملحة في كثير من الأحيان إلى تقليص فترة إنجاز المشروع لأهداف إستراتيجية بهدف تسريع وتيرة الإنتاج، عندها نلجأ إلى أساليب المقايضة بين التكلفة والزمن، حيث يتم تقليص مراحل المشروع بإضافة رأس مال جديد أو عمالة جديدة لتسريع هذه العملية

بما أن وقت إنجاز المشروع يتمثل في الوقت المطلوب لإنجاز أنشطة المسار الحرج الذي يمثل أطول مسار على شبكة أعمال المشروع، أي أن أنشطة المسار الحرج هي الأنشطة التي ينبغي تسريع وقت إنجازها والذي لا يتحقق إلا من خلال إضافة موارد جديدة، حيث أن الموارد الإضافية المرتبطة بتسريع وقت إنجاز أنشطة المشروع يترتب عليها زيادة تكلفة إنجاز المشروع، فلا بد من اختيار تلك الأنشطة التي يترتب عليها تخفيض وقت إنجازها بأقل تكلفة إضافية ممكنة على المشروع (Joseph J. Moder, 2007, p. 5) ؛

ولتحديد هذه الأنشطة يتطلب الحصول على المعلومات المتعلقة بالوقت الذي يمكن تخفيضه لكل نشاط من أنشطة المشروع والتكلفة المترتبة على عملية التخفيض أو التعجيل، وتتمثل هذه المعلومات في ما يلي؛ (Morly, 2011, p. 69):

- الوقت الإعتيادي للنشاط (Tij_n): هو الزمن اللازم لإنجاز النشاط في ظل الظروف الإعتيادية؛
- التكلفة الإعتيادية للنشاط (Kij_n):هي تكلفة النشاط عند إنجازه خلال الوقت الإعتيادي له؛
- الوقت المعجل للنشاط (Tij_c): هو أقل زمن يمكن تنفيذ النشاط خلاله بحيث لا يمكن تنفيذ النشاط في زمن أقل مهما زادت مستويات الموارد المستخدمة في التنفيذ؛

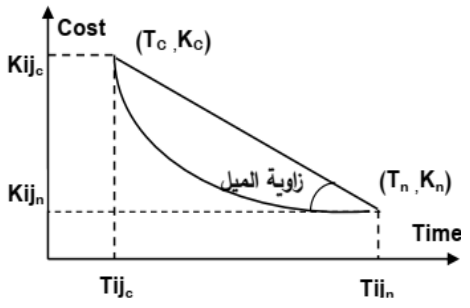
- التكلفة المضغوطة أو المعجلة للنشاط(Kij_c): وهي التكلفة المترتبة على تنفيذ النشاط أو المشروع في أقل وقت ممكن.

-ويحسب ميل منحي دالة التكاليف بالعلاقة التالية (محمد، 2014، صفحة 22):

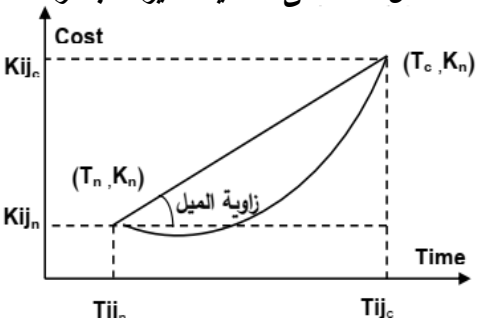
$$\text{ميل منحنى التكاليف}(Sij) = \frac{\text{تغير الكلفة Cost}}{\text{تغير زمن Time}} = \frac{\Delta Kij}{\Delta Tij} = \frac{\text{التكاليف المعجلة} - \text{التكاليف الاعتيادية}}{\text{الزمن الاعتيادي} - \text{الزمن المعجلة}}$$

وعلى أساس ما تقدم يتم تنظيم المنحنيات البيانية التي تعبر عن العلاقة بين التكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة وعلاقتها بالزمن كما يلي:

الشكل5: منحنى التكاليف المباشرة



الشكل6: منحنى التكاليف غير المباشرة



Source: Perreault Y. Vong, **Recherches opérationnelles techniques décisionnelles**, GaëtanMorin& associé, 4éme éd, Paris, 1980, P263.

يوضح الشكل السابق هذين الشكلين للدالة المذكورة. مع أننا نصادف بعض الحالات تكون فيها دالة التكلفة دالة خطية في الزمن إلا أننا سنقتصر باهتمامنا هنا على الحالة التي تكون فيها التكاليف دالة خطية في الزمن.

ونستطيع كذلك أن نجد أنَّ الزيادة الحاصلة في تكلفة تنفيذ نشاط مقابل انخفاض زمن تنفيذه بمقدار وحدة زمنية تساوي $(Sij)=(Kij_c-kij_n)/(Tij_c-Tij_n)$. وهذا المقدار في الواقع ليس إلاَّ معدَّل زيادة تكلفة تنفيذ نشاط مقابل نقصان زمن تنفيذه بمقدار وحدة زمنية. ويشار لمثل هذا المقدار أيضا باسم ميل النشاط ويرمز له برمز (Sij).

وبناءً على المعلومات السابقة عن قيم (Kij_n, Kij_c) و (Tij_n, Tij_c) لجميع الأنشطة يمكننا تحديد تكلفة تنفيذ المشروع مقابل مدة تنفيذ معينة ابتداء بالتكلفة الطبيعة والانتهاء بالتكلفة الكلية التي تسمح لنا بتنفيذ نشاط ما بمدة زمنية (Tij_n) مقابل التكلفة (Cij_c).(Moder, 1983, p. 40)

3. وصف المشروع:

1.3 البطاقة التقنية للمشروع:

يأتي هذا مجمع سكني حضري بولاية تامنغست محل الدراسة في إطار البرنامج الخامس شطر ثاني (2011-2014) في مجال السكن، هذا البرنامج الضخم والطموح الذي يتضمن إنجاز أكثر من مليونين (02) وحدة سكنية على مستوى القطر الوطني، حظيت فيه ولاية تامنغست ببرامج سكنية ضخمة من مختلف الصيغ، والحصة التي سيتم التركيز عليها في هذا المشروع الإنشائي هي إنجاز 60 وحدة سكنية بـ تامنغست، ومن أبرز البيانات الخاصة بالمشروع سيتم ذكرها كما يلي:

- اسم المشروع : بناء مجمع سكني حضري بولاية تامنغست 60مسكن.
- صاحب المشروع: ديوان الترقية والتسيير العقاري لولاية تامنغست.
- الوصي على المتابعة والدراسة: مكتب الدراسات سويسي زهير.
- الهيئة المراقبة: هيئة المراقبة التقنية لولاية تامنغست "Control Technique de Construction".
- تاريخ بداية المشروع:2013/05/22
- تاريخ نهاية المشروع:2015/01/18
- مدة إنجاز المشروع:20 شهر
- التكلفة الإجمالية للمشروع:128.736.592,04دج
- موقع إنجاز المشروع: ولاية تامنغست
- المساحة المخصصة للمشروع: 2985 م^2
- المسؤول عن تنفيذ المشروع: مقاولة قويسم مبروك

- الإنجاز والمتابعة: يقوم بمتابعة إنجاز المشروع عدد من المهندسين وهيئة المراقبة "CTC"

يتكون المشروع من 23 نشاط رئيسي و156 نشاط فرعي حيث ركزت الدراسة على الأنشطة الرئيسية للمشروع، هناك من يرى أن هذا العدد من الأنشطة كبير مقارنة بالمشروع وهناك من يرى أن العدد قليل، والاختلاف بين وجهات النظر السابقة ناتج عن أن البعض يفصل في النشاطات بشكل دقيق والبعض الأخر يجمعها؛

2.3 تقدير المدة زمنية وتحديد العلاقة بين الأنشطة:

ويتم تحديد أوقات الأنشطة على أساس خبرة منفذ النشاط،حيث يمكن وضع تقدير مؤكد للفترة التي يستغرقها تنفيذ النشاط وهذا ما يستخدم في طريقة المسار الحرج(CPM)، وفي حالة المشروعات التي تتسم بقدر من المخاطرة يتم تقدير ثلاثة أوقات للنشاط الواحد ليغطي التوزيع الاحتمالي لأوقات التنفيذ وهذا ما يستخدم في طريقة (PERT).

إذ أن: الوقت المتوقع(te) يحسب بواسطة ثلاثة تقديرات حيث(tp): يمثل الوقت المتشائم و (to): الوقت المتفائل و(tm): يمثل الوقت الأكثر احتمال. والعلاقة توضح كيفية حساب الوقت المتوقع لكل نشاط. $te = \frac{(to+4tm+tp)}{6}$

إن تحديد الزمن اللازم لإنجاز بنود المشروع يستلزم أولا اختيار وحدة قياس الزمن المناسب للمشروع هل هي يوم عمل أم أسبوع عمل أم شهر، وذلك بعد حذف أيام العطلات المعتادة حسب البلد الذي ينفذ فيه المشروع. ولأجل توضيح درجة التأكد المرتبطة بهذه العملية نستخرج التباين الذي هو مربع الفرق بين الوقت المتشائم والوقت المتفائل مقسوم على (6)

- التباين $V = \left(\frac{tp-to}{6}\right)^2$

- والانحراف المعياري $\sigma = \left(\frac{tp-to}{6}\right)$

ولاستخراج نسبة احتمال إنهاء المشروع وحجم المخاطر المترتبة على التأخر نستخدم

المعادلة الآتية:

$$Zi = \frac{STi - E(\mu i)}{\sqrt{var(\mu i)}}$$

هذا يعني أن(μi) يتوزع طبيعيا بواسطة حسابي $E(\mu i)$ وبتابين $var(\mu i)$ وبما أن (μi)

يمثل الوقت المبكر لإنجاز الحدث(i) فإن الزمن المتوقع (STi) يمثل "Scheduled time" فإن الاحتمال يكون كما يلي:

$$P(\mu i \leq STi) = p\left\{\frac{\mu i - E(\mu i)}{\sqrt{Var(\mu i)}} \leq \frac{STi - E(\mu i)}{\sqrt{Var(\mu i)}} = P(Z \leq Ki)\right.$$

- Ki: تمثل المسار الحرج؛
- (STi): الزمن الذي يحدد من قبل إدارة المشروع للحدث (i) لحساب الاحتمال الزمني له.
- $E(\mu i)$: المعدل الزمني التجميعي لإنجاز أنشطة المشروع حسب تسلسل الفعاليات

بعد إيجاد قيمة (Zi) لجميع أحداث الشبكة (i) نستخرج الاحتمال المقابل لهذه القيمة P(Zi) من جدول المساحات تحت المنحنى الطبيعي القياسي (Z*) وهذا الاحتمال الزمني لإنجاز وتنفيذ نشاطات المشروع يوفر لإدارة المشروع وسيلة لتقييم ومراجعة أزمنة تنفيذ أنشطة المشروع؛

من خلال الدراسة الميدانية للمشروع لم نجد مخطط أشغال يوضح تسلسل أنشطة مشروع انجاز 60 وحدة سكنية، ولكن بعد الدراسة مع مكتب الدراسات المكلف بمتابعة المشروع تم العمل على وضع مخطط عمل يوضح تسلسل كل النشاطات التي يشتمل عليها المشروع.

الجدول 1: يوضح البيانات الخاصة بأنشطة مشروع 60 وحدة سكنية

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/nme, separated by ;.)	Normal Timet	Normal Cost
1	A	-	3	168000
2	B	A	3	163800
3	C	B	16	1904000
4	D	B	16	3382400
5	E	C;D	14	3096800
6	F	E	2	282800
7	G	E;F	16	3897600
8	H	E	5	581000
9	I	G;E	5	749000
10	J	G;H;I	18	2595600
11	K	G;H	8	739200
12	L	J;I	10	994000
13	M	L	8	739200
14	N	L;J	14	1234800
15	O	M	2	92400
16	P	K	6	520800
17	Q	L	14	2391200
18	R	Q;N	16	2620800
19	S	R;Q;N;O	20	3206000
20	T	S	8	907200
21	U	F	5	770000
22	V	F	4	358400
23	W	V;P;T	6	680400

المصدر:من إعداد الباحثين بالاعتماد على دفتر الشروط والمقاول المسؤول على تنفيذ المشروع

يوضح الجدول سابق الأنشطة المكونة للمشروع ومدة كل نشاط حيث تم تحديد فترة تنفيذ كل نشاط بالأسابيع بالإضافة إلى تكلفة الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع، هذا بالإضافة إلى علاقة التبعية بين الأنشطة أي علاقة النشاط بالنشاط الذي يليه.

3.3 تحديد المسار الحرج من خلال تحليل الجدول الزمني:

بعد الانتهاء من الجدول السابق نختار من شريط الأدوات (Solve and Analyse) ونختار منها (Solve criticl path) فيظهر لنا الجدول التالي:

الجدول2: تحليل زمن أنشطة مشروع أنجاز 60 وحدة سكنية

12-10-2016 10:07:12	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	3	0	3	0	3	0
2	B	Yes	3	3	6	3	6	0
3	C	Yes	16	6	22	6	22	0
4	D	Yes	16	6	22	6	22	0
5	E	Yes	14	22	36	22	36	0
6	F	No	2	36	38	132	134	96
7	G	Yes	16	36	52	36	52	0
8	H	No	5	36	41	52	57	16
9	I	Yes	5	52	57	52	57	0
10	J	Yes	18	57	75	57	75	0
11	K	No	8	52	60	129	137	77
12	L	Yes	10	75	85	75	85	0
13	M	No	8	85	93	105	113	20
14	N	Yes	14	85	99	85	99	0
15	O	No	2	93	95	113	115	20
16	P	No	6	60	66	137	143	77
17	Q	Yes	14	85	99	85	99	0
18	R	Yes	16	99	115	99	115	0
19	S	Yes	20	115	135	115	135	0
20	T	Yes	8	135	143	135	143	0
21	U	No	5	38	43	134	139	96
22	V	No	4	43	47	139	143	96
23	W	Yes	6	143	149	143	149	0
	Project Competion Time			149 Weeks				
	Total Cost of Project			32.075.400				
	Number of Critical Path(s)							

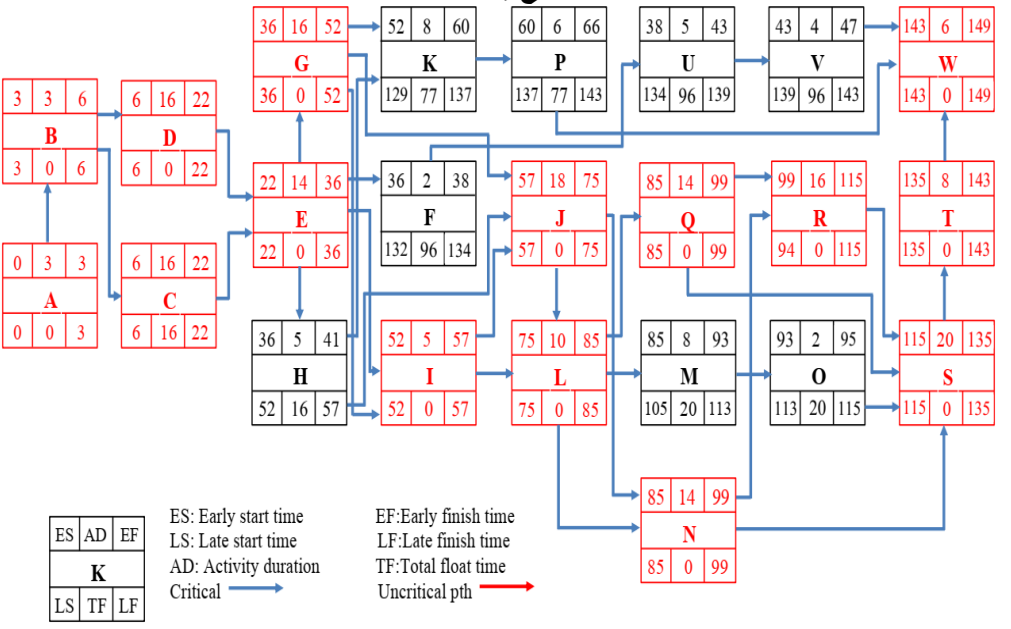
المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على الجدول رقم (1) و برنامج Win QSB

4.3 رسم الشبكة باستخدام برنامج (Win QSB):

يتم تمثيل كل الأنشطة في المشروع طبقا للعلاقات الموجودة بينها علي المخطط الشبكي، الأنشطة تمثلها العقد (مستطيل) بينما تمثل الأسهم البداية أو النهاية الخاصة بكل نشاط؛

من خلال الجدول السابق رقم (1) يمكننا رسم شبكة الأعمال لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية والشكل التالي يوضح هذه الشبكة.

الشكل7: شبكة الأعمال لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بـ ولاية تامنغست



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد برنامج **(Win QSB)**على الجدول رقم1

نلاحظ من خلال شبكة أن تنفيذ مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية يتكون من 23 نشاط، يتم تنفيذها خلال 149 أسبوع وعبر (3) مستويات أفقية و(8) مستويات عمودية. كما تم من خلال شبكة الأعمال حساب الزمن المبكر لكل نشاط من الشبكة بطريقة الذهاب، وحساب الزمن المتأخر لكل نشاط من الشبكة بطريق الإياب، بالإضافة إلى حساب الهامش الحر لكل نشاط.

وتحتوي شبكة الأعمال الخاصة بتنفيذ المشروع على (4) مسارات حرجة ولإظهار هذه المسارات ومعرفتها بشكل جيد نختار من قائمة شريط الأدوات (RUSULTS) ونختار منه(Show Critical Path). فنتحصل على جدول يوضح لنا عدد المسارات والأنشطة الواقعة عليه والجدول الآتي يوضح ذلك.

الجدول 3: المسارات الحرجة في شبكة مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية

12/10/2016 Activity	Critical Path 1	Critical Path 2	Critical Path 3	Critical Path 4
1	A	A	A	A
2	B	B	B	B
3	C	D	D	C
4	E	E	E	E
5	G	G	G	G
6	I	I	I	I
7	J	J	J	J
8	L	L	L	L
9	N	N	Q	Q
10	R	R	R	R
11	S	S	S	S
12	T	T	T	T
13	W	W	W	W
Completion Time	149 Weeks	149 Weeks	149 Weeks	149 Weeks

المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام(Win QSB) وبالاعتماد على الجدول (3)

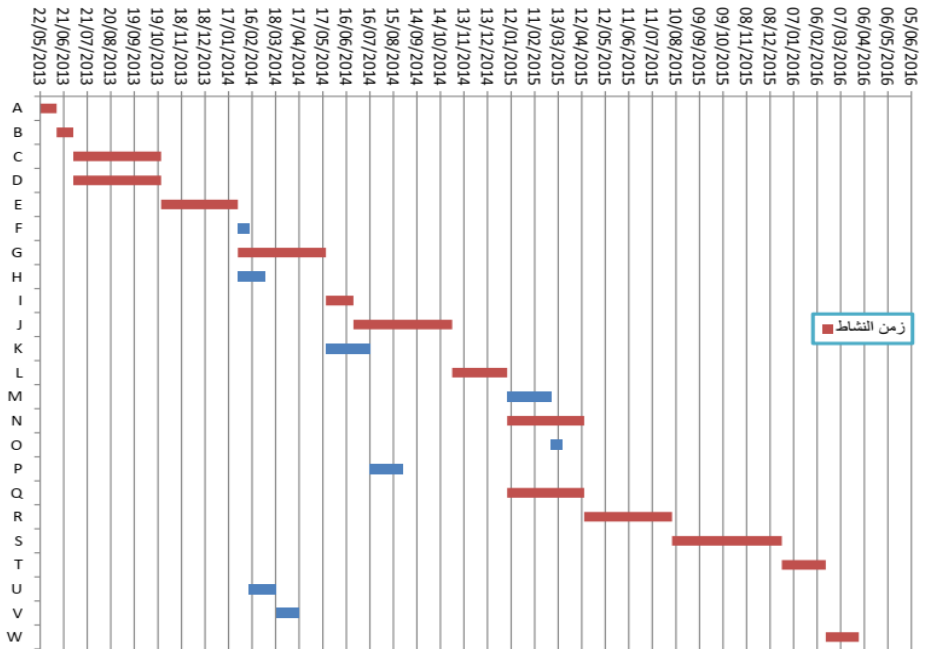
يوضح الجدول جميع المسارات التي تم تحديدها على شبكة المشروع، والتي يمكن من خلالها الوصول من بداية المشروع إلى نهايته، بعد ذلك تم حساب الزمن اللازم لإنجاز كل من المسارات التي قمنا بتحديدها، فيكون المسار الحرج هو المسار الذي يحتاج إلى أطول وقت؛

5.3 رسم مخطط غانت

يمكننا رسم مخطط غانت بالاعتماد على الأوقات المتاحة. حيث أن الأشرطة الملونة باللون الأحمر هي الأنشطة الحرجة في المشروع، والأشرطة الملونة باللون الأزرق هي الأنشطة العادية.

خريطة غانت هي أحد المخرجات القيمة لإعداد الجدول الزمني حيث أنها تسمح للمقاول بتصور الخط الزمني للمشروع من البداية إلى النهاية، ويمثل كل خط على خريطة غانت أحد المهام ويوضح تواريخ بداية ونهاية المهمة بناء على المهمة السابقة لها ومدتها الزمنية.

الشكل 8: مخطط غانت لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (1)

ومن الخطوات المهمة في إنشاء خريطة غانت الهامة هو اختيار وحدة زمنية مناسبة، هل ستستغرق المهمة ساعات أم أيام أم شهور؟ وهذا القرار سوف يعتمد على نطاق المشروع والمدة التقديرية الكلية له، فكلما طالت مدة المشروع كانت الوحدة الزمنية التي يجب علينا اختيارها أكبر.

من خلال مخطط غانت أصبح لدينا تصور بسيط وواضح لسير الأعمال في مشروع ، حيث يمكن التعرف في كل وحدة زمنية على الأنشطة المراد انجازها وتواريخ بداية ونهاية كل نشاط.

6.3 جدولة الموارد المالية لإنجاز مشروع 60 وحدة سكنية

تمثل التكلفة المباشرة الأجر الصافي الذي يستلمه العامل عن كل يوم عمل وتمثل السجلات المحتفظ بها لمشاريع تم إنجازها سابقا حجر الأساس للقيام بتقدير تكلفة العمالة في أي مشروع. فبعد الانتهاء من جدولة الموارد البشرية يمكن القيام بعملية جدولة الموارد المالية الخاصة بحجم العمالة وفق البداية المبكرة أو البداية المتأخرة، والهدف من هذه العملية هو إبراز ما يعرف بمنطقة

الوافرات المالية والتي من خلالها يمكن للمقاول المسؤول عن تنفيذ المشروع أن يناور بهدف الحصول على سيولة جاهزة تمكنه من مواصلة نشاطه دون اللجوء إلى الاقتراض.

ونتيجة لأن شبكة الأعمال (PERT) تستلزم إيضاح الأنشطة التفصيلية للمشروع، فهي تحوي تفاصيل كبيرة جدا إلى الحد الذي يعقد من عملية الرقابة على التكاليف وبالتالي فضلنا أن يتم ضم بعض الأنشطة معًا لأغراض الرقابة على التكاليف والجدول الموالي يوضح ذلك

الجدول4: جدولة التكاليف حسب البداية المبكرة ET والوقت المتأخر LT.

الوفرة المالية Plenty Cost(ES)_Cost(LS)	تكلفة المتراكمة للبداية المتأخرة Cost LS	زمن البداية المتأخرة Time LS	تكلفة المتراكمة للبداية المبكرة ES Cost	زمن البداية المبكرة Time ES
-	800	22/05/2013	800	22/05/2013
-	168000	12/06/2013	168000	12/06/2013
-	1314600	03/07/2013	1314600	03/07/2013
-	6601000	23/10/2013	6601000	23/10/2013
-	9697800	29/01/2014	9697800	29/01/2014
1992200	13595400	21/05/2014	15587600	21/05/2014
2454200	14344400	25/06/2014	16798600	25/06/2014
2671200	17521000	29/10/2014	20192200	29/10/2014
2671200	18515000	07/01/2015	21186200	07/01/2015
3502800	22141000	15/04/2015	25643800	15/04/2015
2671200	25593400	05/08/2015	28264600	05/08/2015
1526000	29944600	23/12/2015	31470600	23/12/2015
184800	31705800	17/02/2016	31890600	17/02/2016
-	32075400	30/03/2016	32075400	30/03/2016

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخطط Gantt والجدول رقم (1)

يتم إجراء تحليل للتكاليف لبيان مقدار الوفرات المالية المتحققة، حيث تتم المقارنة بين التكاليف التراكمية في كل جدول كما هو موضح في الجدول السابق. إن بدء الأنشطة في أول

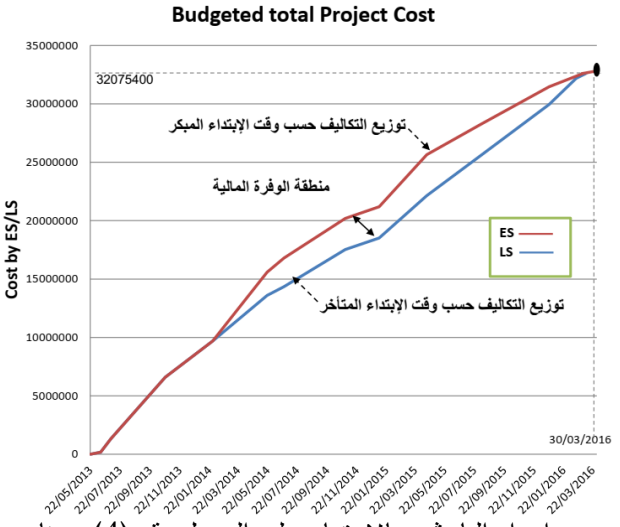
وقت بدء ممكن لها أثر على الميزانية اللازمة لتنفيذ المشروع وقد تم التوصل إلى هذه القيم الواردة في الجدول السابق في العمود الثاني باستخدام التكاليف المقدرة لكل مرحلة من مراحل المشروع وتجدر الإشارة هنا إلى أن التكاليف التراكمية وفق الجدولة على أساس البداية المبكرة (ES) وجدولة التكاليف على أساس البداية المتأخرة(LS) معدومة وذلك انطلاقا من تاريخ بداية الأشغال 2013/05/22 إلى غاية 2014/01/29.

إنطلاق من يوم2014/05/21 إلى غاية 2016/02/17 نلاحظ من أن هناك وفرة مالية يمكن استغلالها وهي موضحة في العمود الخامس تم الحصول عليها من خلال طرح جدولة التكاليف على أساس البداية المبكرة(ES) وجدولة التكاليف على أساس البداية المتأخرة (LS).

نلاحظ من خلال الجدول أنه في يوم 2016/03/30 تنعدم الوفرة المالية وذلك أن الجدولة المالية على أساس البداية المبكرة تساوي الجدولة على أساس البداية المتأخرة (ES=LS)

وحتى يمكن التعبير عن البيانات الواردة في الجدول السابق بيانيا لبيان مساحة الوفرة المالية وذلك كما هو موضح في الشكل رقم(9)

الشكل 9: جدولة التكاليف التقديرية في حالتي أول وقت بدء ممكن وآخر وقت بدء



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على الجدول رقم (4) وبرنامج Excel

يتضح من الشكل السابق أن بدء كل الأنشطة في آخر وقت بدء مسموح(LS) به يترتب عليه أن يستمر تنفيذ المشروع حسب الجدول الموضوع، كما في الجدولة على أساس البدء المبكر(ES)، ولكنه يمتاز أيضا بأنه يقلل في متوسط الإنفاق المتراكم على المشروع.

وبتأمل الشكل أيضا يمكننا أن نحدد في كل أسبوع أو كل شهر مقدار الأموال التي يتم توفيرها لاستخدامات أخرى. وهذا الفورة هي عبارة عن الفرق بين الإنفاق المتراكم في الحالتين في كل أسبوع. والفائدة من هذا التحليل هو توفير الخيار في تحديد الوقت الذي يبدأ به كل نشاط.

نحن نعلم أن كل البديلين (ES/LS) سوف يضمن إتمام المشروع في الوقت المقدر له بتاريخ 2016/03/30 أي أنه ليس هناك فرق من حيث الأثر على وقت إتمام المشروع ولكن الفرق الوحيد هو الحاجة إلى الأموال اللازمة لمتابعة تنفيذ المشروع.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه في الحياة العملية يكون هناك نوعيا من المرونة في تحديد توريخ البدء بالنسبة للأنشطة، فطالما أن هناك بعض الأنشطة الغير حرجة فهذا يعني أنه يمكن المباشرة في تنفيذ هذه الأنشطة في أي وقت دون أن يؤثر ذلك على وقت إتمام المشروع، طالما أن ذلك في حدود الوقت الفائض الذي تم تحديده. وبناء على هذه الحقيقة فإن المقاول قد يلجأ لأسباب مختلفة من أجل التأخير في وقت البدء بقدر معين دون الإخلال بموعد إتمام المشروع.

من خلال جدولة الموارد المالية تكون لدى المقاول المسؤول على تنفيذ مشروع 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست رؤية مستقبلية حول تقديرات الموارد المالية الخاصة بالموارد البشرية بالنسبة لكل نشاط من الأنشطة المكونة للمشروع، وبناءا على هذه التقديرات يمكن للمقاول معرفة حجم الأموال التي سيحتاجها خلال كل أسبوع من أسابيع دورة حياة المشروع وخلال مدة المشروع ككل، وبذلك يضع المسير خططه التمويلية فيما يخص احتياجاته للأموال التي ستدفع للعمال، وبهذا يتجنب أي مشكل مع العمال من خلال الضبط المسبق للتكاليف الخاصة بهم.

4. الخاتمة:

من خلال الدراسة الميدانية لمشروع 60 وحدة سكنية بتامنغست تم التوصل إلى أن المشروع يتكون من 23 نشاط رئيسي و156 نشاط فرعي، وبتقدير المدة الزمنية اللازمة لكل نشاط ومعرفة

العلاقة التتابعية للأنشطة تمكنا من رسم شبكة أعمال باستخدام WinQSB والتي توضح تاريخ بداية ونهاية ومدة كل نشاط كما توضح تسلسل نشاطات المشروع من حدث البداية إلى حدث النهاية بالإضافة إلى تحديد المسار الحرج. كما تم رسم مخطط غانت وذلك بمساعدة برنامج MS Project

من خلال تاريخ انطلاق الأشغال المحدد بأمر العمل الصادر بتاريخ 22 ماي 2013 يمكن أن يعتبر هذا التاريخ بداية المشروع، أما تاريخ تسليم أو نهاية المشروع فهو يختلف عن المدة المتفق عليها في العقد وذلك في ظل الخطة المقترحة.

كما تم تحديد التكلفة اليومية للموارد البشرية لكل نشاط في المشروع ليس هذا فحسب بل تم تحديد تكلفة النشاطات الحرجة و تخصيص الموارد البشرية والمالية اللازمة لتنفيذ هذه النشاطات من أجل تنفيذ المشروع في المدة المتفق عليها سابقاً.

وبهذا يكون لدى مسير مشروع بناء 60 وحدة سكنية رؤية مستقبلية حول كل الأنشطة المكونة للمشروع بما فيها الأنشطة الحرجة التي تتطلب منه اهتماما خاصا، بل يمكنه معرفة كل نشاط من أنشطة المشروع ومتطلباته من مختلف الموارد الزمنية أو البشرية.

- تم إعداد جدولة زمنية للأنشطة مشروع 60 وحدة سكنية بداية من تاريخ انطلاق الأشغال والموافق لـ 2013/05/22 حيث أن مدة تنفيذ المشروع تجاوزت المدة المتفق عليها 2015/01/18 والمقدرة بـ 20 شهر.
- تم تقدير المدة الزمنية لازمة لتنفيذ المشروع باستخدام أسلوب التحليل الشبكي(PERT/CPM) بالاعتماد على برنامج Win QSB ، حيث تقدر مدة تنفيذ المشروع بـ 37.25 شهر أي مايعادل 149أسبوع والتي تحاكي الواقع الفعلي لتنفيذ المشروع.
- تم رسم شبكة الأعمال(PERT) لمشروع 60 وحدة سكنية بحيث يتكون المشروع من 4 مسارات حرجة وجميع المسارات لها نفس الطول بحيث يتكون كل مسار حرج من 13 نشاط ولها نفس المدة الزمنية 149 أسبوع.

- يؤدي أي تأخير في أنشطة المسار الحرجة إلى تأخير في تسليم المشروع لأنه لا يوجد أي هامش زمني للمناورة في تنفيذ أي مهمة حرجة، بسبب عدم وجود فائض زمني في أي نشاط على هذ المسار.
- تم تقدير تكلفة الغير مباشرة للمشروع والخاصة بالموارد البشرة اللازم توفيرها من أجل إنجاز جميع الأنشطة في المدة الزمنة المتوقع لكل نشاط بـ 32.075.400 دينار جزائري والتي تقدر بـ نسبة (24،91%) من التكلفة الإجمالية للمشروع.
- كما تم جدولة الموارد المالية لمشروع 60 وحدة سكنية بولاية بتامنغست وتم التوصل إلى أن الجدولة المالية حسب البداية المتأخرة أفضل من جدولة الموارد المالية وفق البداية المتأخرة.

على ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج فإننا نعرض فيما يلي مجموعة من التوصيات والمقترحات، ونأمل أن تحقق فائدة للمهتمين والمتخصصين في إدارة المشاريع:

- ضرورة وضع خطة مالية لكل مشروع قبل البدء بتنفيذه، قادرة على التنبؤ بكل الظروف الغير طبيعة التي تحدث خلال إنجاز المشروع؛
- من المستحسن القيام بإجراء التصحيحات على خطة المشروع خلال الفترات الأولية لبداية المشروع بقدر الامكان بدلا من إنتظار واكتشاف التأخير الذي لا يمكن حينئذ التغلب عليه؛
- ضرورة ابتعاد المقاول عن الدخول في منافسة شديدة وغير محسوبة أو مدروسة بينه وبين المقاولين الأخرين المقدمين للمناقصة مما له عواقب مالية غير مرغوب فيها؛
- ضرورة دراسة العرض دراسة دقيقة من جميع الجوانب الفنية والمالية،ومراجعة وثائق العقد بشكل عملي ودقيق قبل توقيع العقد؛
- الاعتماد على تقارير تقدم الإنجاز لكل نشاط والوقوف على أسباب التأخر ومعالجة الانحرافات بوقت مبكر مما يجنب المقاول احتمالات الخسارة.

5. قائمة المراجع:

Ch.A.Gallagher, H.. Quantitative Methods for Business Decision. New York: Mcgraw-Hill Book Co.(1999).P77

Gilles, V. Techniques de suivi de projet. Paris: Dunord. (2011).P15

Joseph J. Moder, C. R.. Project management with CPM, PERT, and precedence diagramming. New York: Van Nostrand Reinhold, illustrée. (2007).P5

Moder, J. Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming,. New York: Van Nostrand Rrinhold Company. (1983).P40

Mohks, j. Operations Management, Theory and Problem. New York: McGraw Hill Book Co. (2008).P98

Morly, C. gestion d'un projet système d'information. paris: Dunod. (2011).P69

الصفدي سالم. بحوث العميلات تطبيق وخوارزمية. الآردن: دار وائل للنشر والتوزيع،(2009). ص338.

حسين ياسين طعمة، نماذج وأساليب كمية في الإدارة والتخطيط، الأردن: دار الصفاء للنشر والتوزيع،(2014). ص18.

سهيلة عبد الله سعيد. الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات. الآردن: دار حامد للنشر والتوزيع،(2017). ص15.

فريج سامي محمد. البرنامج المالي والزمني للمشروع– الإعداد والتحكم. الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع،(2014). ص22.

محمد الفاتح محمود المغربي. الأساليب الكمية في إدارة الأعمال عمان، الأردن،. الاردن: دار الجنان للنشر والتوزيع،(2016). ص13.

مؤيد الفضل. تقييم وإدارة المشروعات المتوسطة والكبيرة. الآردن: دار الورق للنشر والتوزيع،(2013). ص200.

نجم عبدو نجم. مدخل إلى الأساليب الكمية مع التطبيقات بإستخدام (Microsoft Excel). الأردن: دار الورق للنشر والتوزيع،(2015). ص12.