



جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي  
دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست

Human resource scheduling for construction projects using network analysis A case study  
a residential complex project in the wilaya of tamanrassetimes

تلي سيف الدين 1 \*، معطا الله محمد 2، رابح كارش 3

1 جامعة تامنغست، مخبرة رهانات الاستثمار والتنمية المستدامة في المناطق الحدودية (تامنغست)، telli.seif@cu-  
tamanrasset.dz

2 جامعة تامنغست، مخبرة رهانات الاستثمار والتنمية المستدامة في المناطق الحدودية (تامنغست)، maatallah@cu-  
tamanrasset.d

3 جامعة تامنغست، مخبرة رهانات الاستثمار والتنمية المستدامة في المناطق الحدودية (تامنغست)، rabahkareche@cu-  
tamanrasset.d

تاريخ الاستلام : 2021/04/05 ؛ تاريخ المراجعة : 2022/01/24 ؛ تاريخ القبول : 2022/03/27

الملخص

تهدف هذه الدراسة لإبراز كيفية استخدام التحليل الشبكي في جدولة الموارد البشرية للمشروع والتركيز على تقنية Gantt chart وتقنية المسار الحرج CPM، وفق الخطوات التالية:  
- إعداد جدولة زمنية لتنفيذ المشروع حيث تم التوصل إلى أن الوقت اللازم لتنفيذ المشروع يقدر بـ 149 أسبوع أي أكبر من المدة التي تم الاتفاق عليها من طرف المقاول والمصلحة المتعاقدة والمقدرة بـ 80 أسبوع؛  
- جدولة الموارد البشرية المحدودة والغير محدودة وفق البداية المبكرة والبداية المتأخرة حيث تم التوصل إلى أن الطاقة المستغلة في جدولة الموارد البشرية الغير محدودة وفق البداية المبكرة قد وصلت إلى أقصى مستوى بـ 66 عامل في حين أن الطاقة المستغلة وفق البداية المتأخرة وصلت إلى أقصى مستوى تشغيل بـ 48 عامل، وهي أفضل جدولة لتنفيذ المشروع؛  
الكلمات المفتاحية : المشاريع الإنشائية، جدولة، التحليل الشبكي، الموارد البشرية، المسار الحرج .

تصنيف JEL : C40,O15

Abstract :

This study aims to highlight how to use network analysis in project human resource scheduling and focus on Gantt chart technology and CPM critical path technology, according to the following steps: - The scheduling of limited and unlimited human resources according to the early start and the late start where it was concluded that the energy utilized in the scheduling of unlimited human resources according to the early start has reached the highest level of 66 workers while the energy utilized according to the late start has reached the highest level of operation with 48 workers, which is the best project execution schedule;

key words . Structural projects, scheduling, network analysis, human resources, critical path.

JEL classification : C40,O15

\* تلي سيف الدين، telli.seif@yahoo.com

إن من أهم المشاكل التي تواجهها المشاريع الإنسانية هي الإعداد الجيد لجدولة المشاريع، وذلك من أجل تحديد الموارد الضرورية لتنفيذ أنشطة المشاريع وتحكم فيها وكذلك الرقابة عليها، ويعد هذا الأمر من أهم الأسباب المؤثرة 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.

يعد التحليل الشبكي للمشاريع أحد الأدوات المهمة التي تؤدي دوراً فعالاً في عملية إدارة المشاريع الإنسانية 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 المشروع باستخدام أقل قدر ممكن من الوحدات الزمنية والتكلفة.

يعتبر إنجاز المشروع في الوقت المحدد من الأهداف الرئيسية والمهمة في إدارة المشاريع فتأخر المشروع له انعكاسات سلبية على قيمة العقد لكون أعمال العقد مرتبطة بعناصر مكلفة كالعمالة والمعدات والتمويل المالي، فأي تأخير بالمشروع سيعود بلا شك بالضرر على كل من صاحب المشروع والمسؤول على تنفيذ المشروع. تعد الجدولة خطوة مهمة في إدارة المشاريع الإنسانية لأنها تعمل على تنظيم إنجاز الأعمال خلال الزمن مع مراعاة القيود الزمنية والقيود الخاصة باستعمال ووفرة الموارد البشرية والمالية؛ ومن هنا فإن الباحثين يحاولون من خلال هذا البحث استخدام أسلوب المسار الحرج (CPM) كأسلوب كمي في جدولة المشاريع الإنسانية بتامنغست، وبمن صياغة مشكلة البحث في السؤال التالي:

- ما مدى جدوى استخدام أسلوب المسار الحرج في جدولة الموارد البشرية لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست؟  
ويندرج تحت هذه الإشكالية الرئيسية سؤالان فرعيان هما كالتالي:

- هل يؤدي استعمال أسلوب المسار الحرج إلى الاستغلال الأمثل للموارد البشرية في مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست؟

- هل يراعي أسلوب المسار الحرج الجوانب الإنسانية لدى العمال في تنفيذ مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست؟  
فرضيات البحث: لغرض الإحاطة بمشكلة البحث الموضحة سابقاً، فقد تم اعتماد فرضيتين هما كالتالي:

- يؤدي استعمال أسلوب المسار الحرج إلى الاستغلال الأمثل للموارد البشرية سواء من حيث العدد والتكاليف والمدة الزمنية في مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست.

- بالنظر لطريقة عمل أسلوب المسار الحرج فإنه لا يراعي الجوانب الإنسانية لدى العمال في تنفيذ مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست

**أهمية الدراسة :** تكمن أهمية هذا الموضوع في أنه يقدم للقائمين على مشروع إنجاز وحدة سكنية بولاية تامنغست معلومات وإفية عن ظروف سير العمل أثناء تنفيذ المشروع والبدائل التي يمكن إتباعها لتجنب المشكلات والمعوقات أثناء مراحل البناء والتشييد مما يسهم في وضوح الصورة عن التفاصيل التي يتكون منها المشروع ؛

**أهداف الدراسة :** استخدام أسلوب المسار الحرج (التحليل الشبكي) بالشكل الدقيق والصحيح في عملية جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنسانية بولاية تامنغست يساعد في معالجة مسألة الاستغلال الأمثل للموارد البشرية المتاحة باتجاه تحقيق الأهداف بأقل التكاليف فضلاً عن مساعدة الشركة المنفذة للمشروع وغيرها في وضع الأسس العلمية في حسابها عند شروعا بتنفيذ أي مشروع في المستقبل.

**منهج الدراسة :** إن الطابع الكمي المميز للمشروع قيد الدراسة جعلنا نعتمد على منهج التحليل الكمي من خلال عرض أسلوب التحليل الكمي المتخصص في جدولة الموارد المالية والموارد البشرية للمشروع وذلك من أجل دعم عملية اتخاذ القرار بناء على الطرق العلمية في تقدير التكاليف والمدة الزمنية للمشروع كما اعتمدنا على المنهج الوصفي التحليلي في تحديد مراحل إنجاز تنفيذ المشاريع الإنسانية.

## 1- الإطار النظري للدراسة:

### 1-1 ماهية الأساليب الكمية:

تعتبر الأساليب الكمية "Quantitative Methods" وسيلة مناسبة في ترشيد القرارات الإدارية من حيث الاقتصاد في الجهد والوقت والموارد وتحقيق الحل الأمثل والأفضل للمشكلات التي تواجه عالم الأعمال اليوم وهناك الكثير من المشروعات الحديثة انتهجت الأسس العلمية والمعايير المختلفة في إدارة مواردها المالية والبشرية، من خلال استخدام الأساليب الكمية وهو الأسلوب الذي يفضي إلى حماية المنظمات من احتمالات الخسارة المالية وخصوصاً ما يتعلق بارتباطاتها الضريبية فضلاً عن تحسين وضعها التنافسي وضمان الاستمرار في سوق العمل من خلال اعتماد الدراسات المالية وتقدير التكلفة، مع الأخذ بعين الاعتبار مفهومي الفائدة والقيمة الحالية لإنجاز المشروع أو إجراء عملية الاستبدال، مما يتيح للمنظمة اتخاذ القرارات من جملة الخبرات المتاحة لإنجاز المشاريع وتحقيق الأرباح والابتعاد عن العشوائية في اتخاذ القرار. (نجم ع، 2012، صفحة 12)

يمكن تعريف الأساليب الكمية بأنها "مجموعة من الأدوات أو الطرق التي تستخدم من قبل متخذ القرار بهدف معالجة مشكلة ما، ولتحقيق ذلك لابد من توفير القدر الكافي من البيانات المتعلقة بالمشكلة المدروسة، وكذلك تحديد وصياغة الفرضيات المطلوبة، وتحديد العوامل المؤثرة على المشكلة بشكل مباشر أو غير مباشر." (محمد الفاتح، 2016، صفحة 13)

تستخدم الأساليب الكمية في العديد من المجالات وذلك حسب الحاجة إليها وحسب نوع المشكلة المطلوب تحليلها، ومن بين المجالات التي تطبق فيها الأساليب الكمية ما يلي (سهيلة، 2012، صفحة 15):

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنسانية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

- المجال العسكري: حيث تؤدي دورًا مهمًا في مجال التخطيط العسكري، اتخاذ القرارات والتوزيع الأمثل للإمكانات العسكرية المتاحة؛
- المجال المالي: تستخدم في النواحي المالية كالمصارف، ميزانية الدول وتحقيق توزيع مثالي للميزانية على الأغراض المختلفة؛
- مجال الصناعة: حيث تؤدي إلى تعظيم الربح، وتخفيض التكلفة في التصنيع والإنتاج والنقل وغيرها؛ وتستخدم أيضًا في الصناعات الثقيلة وكيفية صيانتها؛
- مجال الإنشاء والتشييد: كما تستخدم الأساليب الكمية أيضًا في مجال البناء والتشييد كبناء الجسور والمشاريع الضخمة لتوفير الوقت المستخدم للمشروع؛

## 2-1 أنواع الأساليب الكمية:

ضمن المنهج الكمي لإدارة الأعمال يمكن أن نميز بين الكثير من أنواع الأساليب الكمية التي تستخدم من قبل متخذ القرار في مجال ترشيح القرار الإداري أو لغرض حل مشكلة معينة في أحد مجالات إدارة المنشأة من أجل الحصول على الحلول المطلوبة، وتستخدم أيضًا من قبل متخذ القرار في مجال تقييم المشروعات بهدف تحقيق الاستغلال الأمثل لموارد المشروع ويتم تطبيق هذا المنهج في العديد من المجالات الاقتصادية. إن هذه الأساليب تقع تحت مسميات مختلفة في أدبيات المنهج الكمي، غير أن الشائع منها يرد ضمن عنوان الأساليب الكمية أو بحوث العمليات والبعض الآخر يقع تحت عنوان الأساليب الإحصائية والبعض الآخر تحت عنوان الأساليب الرياضية. (Ch.A.Gallagher, H., 1991, p. 77)

- مجموعة الأساليب الرياضية الصرفة: وتنقسم هذه إلى عدد من المجاميع الرئيسية والفرعية وذلك كما يلي (حسن ياسين، 2008، صفحة 18):

- الرياضيات الصرفة: وتشمل هذه المجموعة كل من اللوغاريتمات؛ الأسس والجذور؛ الاحتمالات؛ المصفوفات؛
- الرياضيات التطبيقية: وتشمل هذه المجموعة كل من الرياضيات المالية (الفوائد والاستثمار)؛ رياضيات التحليل المالي والمحاسبي؛
- مجموعة الأساليب الإحصائية: وتنقسم هذه المجموعة إلى عدد من الحزم والأساليب الإحصائية، نختار منها الأهم وهي:
  - الإحصاء الوصفي: ويشمل كل من أساليب عرض البيانات؛ أساليب سحب العينات؛
  - الإحصاء الاستدلالي: ويشمل مقاييس النزعة المركزية؛ مقاييس التشتت؛ نماذج التوقع والأرقام القياسية؛
- بحوث العمليات: هو فرع من فروع الرياضيات التطبيقية، وبحوث العمليات تطبيقات في الهندسة والعلوم الاقتصادية والإدارية والتسويقية، وتستخدم في بحوث العمليات طرق النمذجة الرياضية والتحليل الإحصائي للوصول للحل الأمثل واتخاذ القرارات، وتشمل بحوث العمليات على عددًا كبيرًا من الأساليب وأهمها ما يلي (Mohks j., 2008, p. 98):
 

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| البرمجة الخطية     | Linear Programming   |
| التحليل الشبكي     | Network Analysis     |
| البرمجة الدينامية  | Dynamic Programmig   |
| - سلاسل ماركوف     | Markov chians        |
| - نظرية الاحتمالات | Probabilities Theory |
| - نظرية القرار     | Decision Theory      |

## 3-1 التحليل الشبكي:

التحليل الشبكي "Network analysis" هو تقنية أساسية في التخطيط والجدولة للمشاريع الإنسانية، حيث يوفر طريقة مهيكلية لحل مشكلة إدارة الموارد البشرية للمشاريع الإنسانية وصولاً إلى إنجاز ناجح. يمكن القول أيضًا بأنه أسلوب يمكن من التحليل العلمي لتخطيط وجدولة ومراقبة المشاريع، ويتم تمثيله على شكل شبكة موجهة توضح طريقة التداخل والترابط والتسلسل بين الأنشطة المكونة للمشروع كما يساعد في تحديد الأنشطة التي تؤثر على مدة تنفيذ المشروع. (الفضل، 2013، صفحة 200)

إن طريقة التحليل البياني والبرمجة الشبكية من الأدوات الحديثة التي تستخدم في المشروعات الهندسية، ففي عام 1917م تمكن العالم هنري جانث (Henry Gantt) من ابتكار طريقة مخطط المستقيمات التي تسمى أحيانًا بجدول الخطوط الشريطية (Bart Chart)، والتي مازالت تستعمل لتخطيط المشاريع الهندسية حتى يومنا هذا. حيث تم تصميمها أولاً من أجل رقابة عنصر الزمن في المشروع عن طريق وضع الأنشطة الأساسية الممثلة للمشروع المقترح في قائمة تحوي أوقات مجدولة للبدء والانتهاء، وقد تم استخدامها فيما بعد بهدف تقليص الزمن اللازم لبناء سفن الحمولات. وقد طور (Henry Gantt) مخطوطه عام 1955م واشتق منه مخططات أخرى كمخططات العمالة والموارد الأخرى. (سالم، 2009، صفحة 338)

بعد قصور هذا المخطط والتمثل في عدم قدرته على تفصيل أنشطة المشروع، وتوضيح العلاقات المنطقية بين تلك الأنشطة من جهة، وظهور المشروعات الإنتاجية الضخمة والمعقدة من جهة أخرى، ومن أهم العوامل التي دفعت الباحثين إلى ضرورة البحث عن أسلوب جديد يلئم الوضع القائم آنذاك والتمثل في ضخامة المشروعات ودرجة تعقيدها.

حيث تمكن هؤلاء الباحثون من ابتكار طرائق لإدارة المشروعات، تمثل فيها عمليات المشروع على شكل شبكة تعكس التسلسل الزمني والمنطقي لهذه العمليات. وتسمى هذه الطريقة بطريقة المسار الحرج (Critical Path Method) وطريقة تقويم ومراجعة البرامج (Program Evaluation And Review Technique) طورت هاتان الطريقتان في كل من بريطانيا وأمريكا في الوقت نفسه تقريبًا، ففي العام 1956 واجهت شركة (Dupont) الأمريكية لتنفيذ المشروعات الكيماوية مشكلة الاختناقات الزمنية بين خطط المشروعات والتنفيذ الفعلي لها، وكانت نتيجة حل هذه المشكلة في عام 1958 فقد تم وضع الأسس العلمية والنظرية لطريقة المسار الحرج (CPM) من قبل فريق لبحوث العمليات موجه من هذه الشركة بقيادة (M.R.Walker) وبالتعاون مع (J.Ekelly) التابع لشركة (Remington Corpration Rand). (Pierre, 2014, p. 23)

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

طبقت طريقة (CPM) أول مرة في عام 1958 في مشروع محطة ذرية تابعة لمجلس الكهرباء المركزي في لندن، واستخدمت عام 1965 من قبل هيئة مواصلات لندن في إنشاء خط فكتوريا للسكك الحديدية تحت الأرض، حيث تم توفير 65 مليون جنيه إسترليني، وكان المشروع يتضمن أكثر من 9000 نشاط.

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. (Gilles, 2011, p. 195) كما تم التمكن عام 1962 من تصميم نظام تكلفة بيرت (PERT/Cost) نتيجة لتضامن الهيئة الوطنية لإدارة أبحاث الملاحه الجوية والفضاء (NASA) ودائرة الدفاع؛

في عام 1966 تم إدخال أولى تسلسلات (CANS) المسمات بتقنية التقييم والمتابعة (GERT) والتي تعتمد على أفكار مقدمة من قبل (Elmaghraby)، وتم تصميم هذا المفهوم على يد (Eisner) الذي قام بإدخال نوع عقدي جديد إلى شبكة عمل المشروع هو العقد الاحتمالية التي تنفرع عنها مسارات بديلة باحتمالات معينة، حيث تنظر هذه الطريقة إلى عمليات المشروع على أنها أحداث احتمالية أكيدة وغير أكيدة. (Rory, 2011, p. 18)

#### 1- 4 أسلوب المسار الحرج (CPM) :

تعتبر تقنية (The Critical Path Method) من الطرق الهامة في استخدامها للأدوات الكمية، إذ تساعد هذه التقنية مدراء المشاريع على اتخاذ القرارات سواء في تحليلهم أو تخطيطهم أو جدولتهم للمشاريع الموكلة إليهم. يعتمد هذا الأسلوب على أوقات تنفيذ أنشطة المشروع محددة (غير احتمالية)، ويستخدم بصفة عامة في حالة المشروعات التي تتعرض لدرجة محدودة من التغير مثل مشروعات الإنشاء والتشييد (Joseph J. Moder, 2007, p. 5)

تري تقنية المسار الحرج (CPM) أن زمن إنجاز النشاط (Dij) له صفة كمية واحدة، يتم تقديره بناء على خبرة ومعرفة القائمين على عملية تنفيذ المشروع أو بالاعتماد على بيانات فعلية لمشروعات سابقة تشابه المشروع الحالي، ولكن غالباً ما تجمع البيانات بصورة غير دقيقة وغير منظمة عن الأنشطة أثناء تنفيذ المشروعات ليستفاد منها في عملية التقدير لأزمنة أنشطة مشروع مشابه لها، حيث يتم إيجاد تقدير واحد فقط ومؤكد لـ (Dij) وكذلك بالنسبة لتكلفة (Cij) من خلال استخدام مقاييس التشتت والنزعة المركزية؛ (Morly, 2011, p. 69)

ويتم حساب المسار الحرج في شبكات (CPM) من خلال ثلاثة مراحل وهي:

- **المرحلة الأولى:** حسابات مرحلة الانتقال نحو الأمام وتهدف هذه المرحلة إلى حساب زمن البداية المبكرة لجميع الأنشطة والذي يرمز له بـ (ESi) حيث أن (ES1=0) أما النشاط (i,j) فيرمز لها (Dij). وبالتالي يتم الحصول على حسابات الانتقال نحو الأمام، بتطبيق العلاقة التالية:  $ES = \text{Max}[ES_i + D_{ij}]$  ومن خلال هذه العلاقة يتبين أنه لحساب زمن البداية المبكر للحدث (j) يجب أولاً حساب زمن البداية المبكر للحوادث الخلفية لجميع الأنشطة (i,j) والتي تنتهي في الحادث (j).

- **المرحلة الثانية:** حساب مرحلة الانتقال نحو الوراء، في هذه المرحلة يتم الانتقال من حدث نهاية الشبكة إلى الوراء حتى حدث بداية الشبكة وتهدف هذه المرحلة إلى حساب زمن الانجاز المتأخر لجميع الأنشطة، والذي يرمز لها (LCi)، إذا كان (i=n) فإن (LCn=ESn)، وبالتالي يمكن الحصول على حسابات الانتقال نحو الوراء بتطبيق العلاقة التالية:  $LC_i = \text{Min}[LC_j + D_{ij}]$

**المرحلة الثالثة:** مرحلة تحديد الأنشطة الحرجة تحدد الأنشطة الحرجة باستخدام نتائج الانتقالين نحو الأمام ونحو الوراء حسب القاعدة التالية:

$$ES_i = LC_i$$

$$ES_j = LC_j$$

$$ES_j - ES_i = LC_j - LC_i = D_{ij}$$

إذا كان المشروع مقسماً إلى (N) نشاط، فإن تكلفته المباشرة تساوي مجموع التكاليف المباشرة لأنشطته أي أن:

$$DC = \sum_{k=1}^n DCk_{(i,j)} \quad (1)$$

$$I=1,2,3,\dots,n-1, \quad j=i+1,i+2,\dots,n, \quad k=1,2,\dots,n$$

DCk(i,j): التكلفة المباشرة للنشاط (i,j) ذي الترتيب k. وتساوي حاصل مجموع قيم عناصر التكلفة المباشرة (M) الخاصة بالنشاط (i,j) الذي ترتيبه (k) كما يلي:  $DCk(i,j) = DCk1(i,j) + DCk2(i,j) + \dots + DCkn(i,j)$

$$DCK_{(ij)} = \sum_{i=1}^M DCK_{(ij)} \quad (2)$$

حيث  $i=1,2,\dots,M$  تشير إلى عنصر التكاليف المباشرة.  
M: عدد عناصر التكاليف المباشرة الخاصة بالنشاط. وتصبح المعادلة كما يلي

$$DC = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^M DCKI_{(ij)} \quad (3)$$

تمكننا هذه المعادلة (3) من حساب التكلفة المباشرة للمشروع من خلال حساب التكلفة المباشرة لكل نشاط من أنشطته بالاعتماد على (2)

وبما أن التكلفة غير المباشرة تمثل النفقات التي لا ترتبط مباشرة بأنشطة محددة وإنما بمجموع هذه الأنشطة أي بالمشروع كله، فإن التكلفة غير المباشرة للمشروع هي حاصل جمع قيم عناصر التكلفة غير المباشرة الخاصة بالمشروع كله أي أن:

$$IC = IC_1 + IC_2 + \dots + IC_w$$

$$IC = \sum_{f=1}^w IC_f \quad (4)$$

حيث (W): عدد عناصر التكلفة غير المباشرة للمشروع،  $f=1,2,\dots,W$   
 $IC_f$ : قيمة التكلفة غير المباشرة للعنصر f  
IC: قيمة إجمالي التكلفة غير المباشرة للمشروع.

عندما تصبح قيمة كل من التكاليف المباشرة وغير المباشرة الخاصة بالمشروع معلومات يمكننا أن نحصل من خلال جمعها على التكاليف الإجمالية (TC) الخاصة بالمشروع أي أن:

$$TC = DC + IC \dots \dots \dots (5)$$

يتم الاعتماد على هذه المعادلات في تحديد التكلفة العادية وتكلفة التسريع لكل نشاط في المشروع.

#### 5-1 قواعد بناء نماذج التحليل الشبكي (AON):

في هذا النظام تستخدم العقد بدلا من الأسهم لتمثيل النشاطات والترابط المنطقي بين النشاطات يتم تمثيله من خلال ربط العقد بأسهم وطول السهم لا يمثل طول المدة الزمنية للإنجاز. (منعم، 2014، صفحة 311).

- عناصر الشبكة في هذا النظام: لكل شبكة عناصر ودلالات محددة لهذه العناصر، وتتكون عناصر الشبكة في نظام (AON) من دوائر أو مستطيلات تمثل الأنشطة: حيث تمثل كل مستطيل نشاطاً واحداً يبدأ هذا النشاط من جهة اليسار للدائرة (المستطيل)، وينتهي عند جهة اليمين، كما هو موضح في الشكل

الشكل 1: تمثيل النشاط حسب نظام (AON)

ES: Early start time

EF: Early finish time

LS: Late start time

LF: Late finish time

AD: Activity duration

TF: Total float time .

|    |    |    |
|----|----|----|
| ES | AD | EF |
| K  |    |    |
| LS | TF | LF |

المصدر: غالب العباسي، محمد نور برهان، (2009) إدارة المشاريع، الشركة العربية المتحدة للتسويق، جامعة القدس المفتوحة، القاهرة، ص 155.  
أسهم موجهة تعكس العلاقات المنطقية بين أنشطة المشروع، وتفترض أن الزمن يتدفق باتجاهها، حيث توضح هذه الأسهم العلاقات المنطقية التالية (Moder, 1983, p. 40):

- علاقة نهاية- بداية (Finish to Start (FS): أي يجب أن يبدأ النشاط اللاحق (B) بعد إنتهاء النشاط السابق (A)، ولا يمكن البدء بالنشاط (B) قبل إنتهاء العمل من النشاط (A) تماماً، لأن بداية النشاط (B) متعلقة بنهاية النشاط (A)،
- علاقة بداية- بداية (Start to Start (SS): أي أن النشاط اللاحق (B) يبدأ بعد بداية النشاط السابق (A) وليس بالضرورة أن ينتهي مجمل النشاط (A)، بمعنى آخر أن توقف النشاط (A) لسبب أو لآخر لا يؤثر على بداية النشاط (B)، كما هو موضح في الجدول الآتي؛

الجدول 1: العلاقات المنطقية بين أنشطة المشروع وفقا لنظام (AON)

|  |                          |
|--|--------------------------|
|  | علاقة غاية - بداية (FS)  |
|  | علاقة بداية - بداية (SS) |
|  | علاقة غاية - غاية (FF)   |
|  | علاقة بداية - غاية (SF)  |

Source: Gillet Vallet (2013), technique de planification des projets, Paris, p15

- علاقة نهاية- نهاية (FF): يجب أن ينتهي النشاط اللاحق (B) بعد انتهاء النشاط السابق (A)، وهنا يشترط أن ينتهي النشاط (A) أولا، ومن ثم وبعد أي فترة زمنية، وقد تكون هذه الفترة معدومة، ويمكن إنهاء النشاط (B) أما بداية هذه الأنشطة فلا ترتبط بأي علاقة شرطية؛
- علاقة بداية- نهاية (SF): أي يجب أن ينتهي النشاط اللاحق (B) بعد بداية النشاط السابق (A)، وهذا يعني ضرورة إنهاء النشاط (B) بعد فترة زمنية من بداية النشاط (A)، دون اللجوء إلى إنهاء النشاط (A) أو عدم إنجائه؛
- العلاقات المركبة بداية- بداية ونهاية- نهاية (SS-FF): Finish to Finish and Start to Start: ينبغي أن يبدأ النشاط اللاحق (B) بعد بداية النشاط السابق (A)، ويجب أن ينتهي النشاط (B) بعد نهاية النشاط (A)، وذلك كما هو موضح في الجدول؛

## 2- الإطار التطبيقي لدراسة:

### 1.2 وصف المشروع محل الدراسة:

حظيت ولاية تامنغست ببرامج سكنية من مختلف الصيغ، والحصة التي سيتم التركيز عليها هي إنجاز 60 وحدة سكنية وقد أبرمت صفقة هذا المشروع بين الديوان الوطني للتسيير العقاري والمقاول المكلف بالإنجاز، ومن أبرز البيانات الخاصة بالمشروع كما يلي:

- اسم المشروع : بناء وحدة سكنية ب ولاية تامنغست.
- صاحب المشروع: ديوان الترقية والتسيير العقاري لولاية تامنغست.
- الهيئة المراقبة: هيئة المراقبة التقنية لولاية تامنغست.
- تاريخ بداية المشروع: 2013/05/22 ؛ تاريخ نهاية المشروع: 2015/01/18
- مدة إنجاز المشروع: 20 شهر
- التكلفة الإجمالية للمشروع: 128.736.592,04 دج
- الإنجاز والمتابعة: يقوم بمتابعة إنجاز المشروع عدد من المهندسين وهيئة المراقبة "CTC"
- يتكون المشروع من 23 نشاط رئيسي بما فيها نشاطي البداية والنهاية ويقسم كل نشاط رئيسي بدوره إلى مجموعة من الأنشطة الفرعية ليصل العدد الكلي للأنشطة الفرعية إلى 156 نشاط فرعي، سوف تركز الدراسة على الأنشطة الرئيسية فقط في مختلف مراحل الدراسة. والجدول رقم 2 يوضح الأنشطة الأساسية للمشروع والمدة اللازمة لكل نشاط، ويوضح أيضا تسلسل كل النشاطات طبقا للتقنيات الحديثة المستعملة في البناء مع احترام مراحل وتقنيات تشييد البناء.

### 2.2 تحديد وقت تنفيذ كل نشاط:

إن تقسيم أوجه النشاط إلى عمليات أو نشاطات محددة يختلف من مشروع إلى آخر، ففي المشاريع الصغيرة حيث تكون العمليات بسيطة نجد أن تقسيم المشروع إلى نشاطات عملية سهلة، وكلما كبر المشروع زادت النشاطات والموارد المطلوبة من أجل تنفيذ هذه النشاطات، وزادت مراحل التنفيذ وزمن التنفيذ. يتكون المشروع من 23 نشاط رئيسي و 156 نشاط فرعي؛ 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 (pessimistic estimate)، و (to): الوقت المتفائل (optimistic estimate) و (tm): يمثل الوقت الأكثر احتمال (most likely estimate) والعلاقة توضح كيفية حساب الوقت المتوقع لكل نشاط.

$$te = \frac{(to + 4tm + tp)}{6}$$

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

إن تحديد الزمن اللازم لإنجاز بنود المشروع يستلزم أولاً 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)

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

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

ولاستخراج نسبة احتمال إنهاء المشروع وحجم المخاطر المترتبة على التأخر نستخدم المعادلة الآتية:

$$Z_i = \frac{ST_i - E(\mu_i)}{\sqrt{var(\mu_i)}}$$

إن الغرض من حساب هذين المقياسين هو لكي يلجأ متخذ القرار إلى استخدام التوزيع الاحتمالي الطبيعي لإيجاد الاحتمال الزمني لإنجاز فعاليات المشروع لأية أزمدة (STi) يتم تحديدها من قبل إدارة المشروع.

إن تحديد الزمن (STi) يعتمد على تحليل طبيعة أزمدة إنجاز أنشطة المشروع وذلك بتحويل (STi) إلى المتغير الطبيعي

$$Z_i = \frac{ST_i - E(\mu_i)}{\sqrt{var(\mu_i)}}$$

القياسي (Zi) بموجب الصيغة التالية:

هذا يعني أن (μi) يتوزع طبيعياً بواسطة حسابي E(μi) وبتباين var(μi) وبما أن (μi) يمثل الوقت المبكر لإنجاز

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

$$P(\mu_i \leq ST_i) = p \left\{ \frac{\mu_i - E(\mu_i)}{\sqrt{Var(\mu_i)}} \leq \frac{ST_i - E(\mu_i)}{\sqrt{Var(\mu_i)}} = P(Z \leq K_i) \right.$$

حيث (Z) تمثل الدرجة المعيارية بواسطة حساب صفر وتباين مساوي إلى واحد فإن:

$$K_i = \frac{ST_i - E(\mu_i)}{\sqrt{var(\mu_i)}}$$

- Ki: تمثل المسار الحرج؛
- (STi): الزمن الذي يتم تحديده من قبل إدارة المشروع للحدث (i) لحساب الاحتمال الزمني له.
- E(μi): المعدل الزمني التجميعي لإنجاز أنشطة المشروع حسب تسلسل الفعاليات إلى آخر حدث (i).

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 أزمدة تنفيذ أنشطة المشروع وإعادة الجدولة الأنشطة.

### 3.2 تحديد الأنشطة والأنشطة اللاحقة للمشروع:

من خلال الدراسة الميدانية للمشروع لم نجد مخطط أشغال يوضح تسلسل أنشطة مشروع 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 طبقاً للتقنيات الحديثة المستعملة في البناء مع احترام مراحل وتقنيات تشييد البناء. والجدول الموالي يوضح كل أنشطة مشروع الدراسة والأنشطة السابقة لها والزمن المتوقع لتنفيذ كل نشاط.

الجدول 2: الأنشطة والأنشطة اللاحقة وزمن تنفيذ كل نشاط

| الأنشطة الرئيسية               | رمز النشاط | النشاط السابق | الوقت المتوقع |
|--------------------------------|------------|---------------|---------------|
| — تجهيز المواد والمعدات        | A          | —             | 3             |
| — تنصيب ورشة الأشغال           | B          | A             | 3             |
| — التتريب وحفر الأساسات        | C          | B             | 16            |
| — الأساسات والأعمدة            | D          | B             | 16            |
| — السند والأعمدة               | E          | C;D           | 14            |
| — بناء الجدران الداخلية        | F          | E             | 2             |
| — بناء الجدران الخارجية        | G          | E;F           | 16            |
| — تلبيس السقف والجدران         | H          | E             | 5             |
| — صب الأسقف والسلالم           | I          | G;E           | 5             |
| — تغطية الأرضيات               | J          | G;H;I         | 18            |
| — تركيب بلاط الأرضية           | K          | G;H           | 8             |
| — التوصيلات الأساسية لترصيص    | L          | J;I           | 10            |
| — تجهيز المطبخ والتركيب الصحي  | M          | L             | 8             |
| — تجهيز الحمام والتركيب الصحي  | N          | L;J           | 14            |
| — أعمال الحدادة                | O          | M             | 2             |
| — الأعمال الخشبية              | P          | K             | 6             |
| — التوصيلات الأساسية للكهرباء  | Q          | L             | 14            |
| — التشطيبات النهائي من الداخل  | R          | Q;N           | 16            |
| — دهان خارجي                   | S          | R;Q;N;O       | 20            |
| — دهان داخلي                   | T          | S             | 8             |
| — تهئية الأسقف بالطلاء الأسود  | U          | F             | 5             |
| — تركيب الزجاج                 | V          | F             | 4             |
| — التشطيبات النهائية من الخارج | W          | V;P;T         | 6             |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على دفتر الشروط ومكتب الدراسات

يوضح الجدول السابق الأنشطة المكونة للمشروع ومدة كل نشاط حيث تم تحديد فترة تنفيذ كل نشاط بالأسابيع بالإضافة إلى علاقة التبعية بين الأنشطة أي علاقة النشاط بالنشاط الذي يليه. تتميز مشروعات البناء والتشييد بالتوسع والتكامل ولذلك أصبحت هذه المشروعات تحتوى على أعمال محددة يلزم التنسيق بينها من حيث توقيت البدء والتنفيذ حتى لا يكون هناك اختناقات تؤدي إلى تعطيل التنفيذ وعدم الإتمام في الوقت المحدد ويتم ذلك عن طريق تقسيم المشروعات إلى عدة أنشطة تتم في تتابع معين إلى أن يتم تنفيذ المشروع بالكامل ومن ثم يتم رسم شبكة أعمال توضح الأنشطة وعلاقتها وهو أسلوب يمكن الإدارة من تقييم ومراجعة برامج المشروعات واكتشاف أفضل الطرق لتحقيق أهداف المشروع.

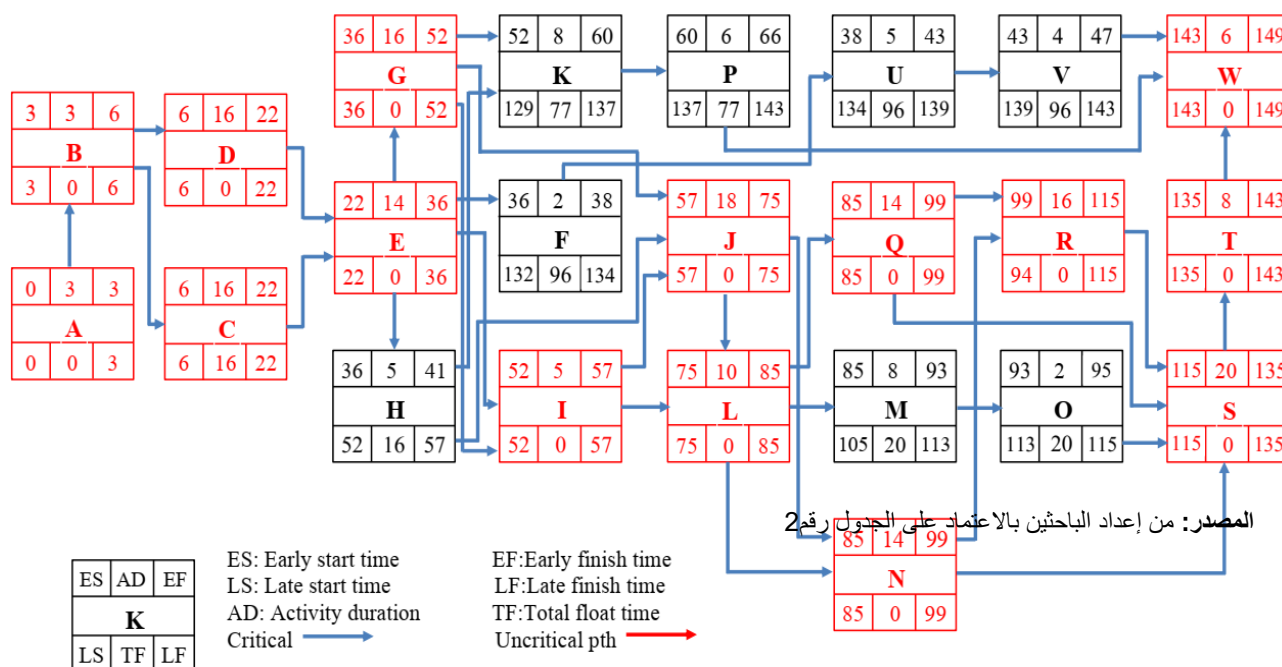
#### 4.2 رسم الشبكة وتحديد المسار الحرج:

يتم تمثيل جميع الأنشطة الخاصة بالمشروع طبقا للعلاقات الموجودة بينها علي المخطط الشبكي، حيث الأنشطة تمثلها العقد (مستطيل) بينما تمثل الأسهم البداية أو النهاية الخاصة بكل نشاط، وباستخدام المخطط الشبكي فإن الخطوة التالية هي تحديد المسار الحرج، والمسار الحرج هو مسار على امتداد الشبكة والذي يستغرق الوقت الكلي الأطول، وبالتالي فإنه يحدد الوقت المبكر المحتمل لإكمال المشروع.

وعلى الرغم من أهمية معرفة الأنشطة الواقعة على المسار الحرج، فإنها ليست أكثر أهمية من بقية الأنشطة، غير أنها لا تمتلك المرونة الزمنية. وتتطلب مهام أو أنشطة المسار الحرج مراقبة أكثر عناية لأنها إذا لم يتم إكمالها في الوقت المحدد، فإن المشروع سيتأخر، إلا إذا اكتملت الأنشطة التالية في وقت أقل من الوقت المحدد. من خلال الجدول السابق رقم (2) يمكننا رسم شبكة الأعمال الخاصة بمشروع بناء 60 وحدة سكنية والموضحة في الشكل الموالي.



الشكل 2: شبكة الأعمال لمشروع إنجاز وحدة سكنية بولاية تامنغست



نلاحظ من خلال شبكة الأعمال 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 ومعرفة شكل جيد نقوم بوضع جدول يوضح لنا عدد المسارات والأنشطة الواقعة عليه والجدول الآتي يوضح ذلك.

الجدول 3: المسارات الحرجة في شبكة مشروع إنجاز وحدة سكنية بولاية تامنغست

| 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       |

الجدول السابق يوضح 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 بتحديدنا، فيكون المسار الحرج هو المسار الذي يحتاج إلى أطول وقت لإنجازه.

إن التأخير في تنفيذ أي نشاط من النشاطات الحرجة سيؤدي إلى تأخير تسليم المشروع. ومن المهم ملاحظة أن الوقت الفائض لجميع النشاطات التي تقع على المسار الحرج تساوي صفراً ويمكن أن يكون للمشروع أكثر من مسار حرج. والجدول الموالي يوضح تاريخ تنفيذ كل نشاط بناء على تاريخ بداية الأشغال.

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص:62-79)

الجدول 4: يوضح تاريخ بداية ونهاية كل نشاط من أنشطة المشروع

| Slack<br>LS-ES | Earliest<br>Start | Earliest<br>Finish | Latest<br>Start | Latest<br>Finish | On Critical<br>Path | Name<br>Activity |
|----------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| 0              | 2013/05/22        | 2013/06/12         | 2013/05/22      | 2013/06/12       | Yes                 | A                |
| 0              | 2013/06/12        | 2013/07/03         | 2013/06/12      | 2013/07/03       | Yes                 | B                |
| 0              | 2013/07/03        | 2013/10/23         | 2013/07/03      | 2013/10/23       | Yes                 | C                |
| 0              | 2013/07/03        | 2013/10/23         | 2013/07/03      | 2013/10/23       | Yes                 | D                |
| 0              | 2013/10/23        | 2014/01/29         | 2013/10/23      | 2014/01/29       | Yes                 | E                |
| 96             | 2014/01/29        | 2014/02/12         | 2015/12/02      | 2015/12/16       | No                  | F                |
| 0              | 2014/01/29        | 2014/05/21         | 2014/01/29      | 2014/05/21       | Yes                 | G                |
| 16             | 2014/01/29        | 2014/03/05         | 2014/09/24      | 2014/10/29       | No                  | H                |
| 0              | 2014/05/21        | 2014/06/25         | 2014/05/21      | 2014/06/25       | Yes                 | I                |
| 0              | 2014/06/25        | 2014/10/29         | 2014/06/25      | 2014/10/29       | Yes                 | J                |
| 77             | 2014/05/21        | 2014/07/16         | 2015/11/11      | 2016/01/06       | No                  | K                |
| 0              | 2014/10/29        | 2015/01/07         | 2014/10/29      | 2015/01/07       | Yes                 | L                |
| 20             | 2015/01/07        | 2015/03/04         | 2015/05/27      | 2015/07/22       | No                  | M                |
| 0              | 2015/01/07        | 2015/04/15         | 2015/01/07      | 2015/04/15       | Yes                 | N                |
| 20             | 2015/03/04        | 2015/03/18         | 2015/07/22      | 2015/08/05       | No                  | O                |
| 77             | 2014/07/16        | 2014/08/27         | 2016/01/06      | 2016/02/17       | No                  | P                |
| 0              | 2015/01/07        | 2015/04/15         | 2015/01/07      | 2015/04/15       | Yes                 | Q                |
| 0              | 2015/04/15        | 2015/08/05         | 2015/04/15      | 2015/08/05       | Yes                 | R                |
| 0              | 2015/08/05        | 2015/12/23         | 2015/08/05      | 2015/12/23       | Yes                 | S                |
| 0              | 2015/12/23        | 2016/02/17         | 2015/12/23      | 2016/02/17       | Yes                 | T                |
| 96             | 2014/02/12        | 2014/03/19         | 2015/12/16      | 2016/01/20       | No                  | U                |
| 96             | 2014/03/19        | 2014/04/16         | 2016/01/20      | 2016/02/17       | No                  | V                |
| 0              | 2016/02/17        | 2016/03/30         | 2016/02/17      | 2016/03/30       | Yes                 | W                |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على الجدول رقم 2 والشكل رقم 2

يأخذ الفائض الإجمالي قيمتين، قيمة موجبة فهي تدل على أن النشاط مرّن أي يمكن أن يتأخر بمقدار الفائض الإجمالي دون أن يؤثر ذلك على تاريخ تسليم المشروع، أما القيمة المعدومة للفائض الإجمالي تدل على أنه لا يمكن تأخير تنفيذ النشاط ذلك أن أي تأخير يؤثر في تاريخ تسليم المشروع.

### 3 جدول الموارد البشرية الغير محدودة لبناء مشروع وحدة سكنية:

#### 1.3 جدول الموارد البشرية غير المحدودة وفق البداية المبكرة:

إن كمية الموارد البشرية لا تتوفر بشكل مطلق بل هي محدودة وتترتب عليها كلفة لإدارة المشروعات ومن هنا تظهر الحاجة إلى الموازنة بين زمن إنجاز النشاط وكمية هذه الموارد ومن أجل توضيح أهمية الموارد البشرية المحدودة وكيفية التصرف بها في إنجاز مشروع 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست سوف يتم تقديم الجدول الآتي الذي يوضح مجموع الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ كل نشاط وتكلفة العمالة اللازمة لإنجاز كل عملية من عمليات المشروع.

يوضح الجدول رقم 3 أنشطة المشروع الرئيسية والمدة الزمنية لتنفيذ كل نشاط مع تحديد تاريخ بداية ونهاية كل مرحلة من المشروع أما في ما يخص العمود الأخير في الجدول فهو يحدد مجموع العمال أو مجموع الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ كل نشاط، فأغلب الأنشطة تتطلب عمال من اختصاصات مختلفة ونظرا لتعدد الاختصاصات تم تحديد مجموع عدد العمال اللزمين لكل نشاط أي لا نراعي هنا الاختصاصات

الجدول 5: جدول الموارد البشرية لمشروع 60 وحدة سكنية - بتامنغست -

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنسانية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، ص: 62-79)

| الأنشطة الرئيسية                 | الزمن بالأسابيع | زمن بداية المبكرة لنشاط | زمن نهاية المبكرة لنشاط | عدد العمال | تكلفة تنفيذ النشاط بـ دج |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------|--------------------------|
| - تجهيز المواد والمعدات          | 3               | 22/05/2013              | 12/06/2013              | 07         | 168000                   |
| - تنصيب ورشة الأشغال             | 3               | 12/06/2013              | 03/07/2013              | 07         | 163800                   |
| - التتريب وحفر الأساسات          | 16              | 03/07/2013              | 23/10/2013              | 15         | 1904000                  |
| - الأساسات والأعمدة              | 16              | 03/07/2013              | 23/10/2013              | 27         | 3382400                  |
| - السند والأعمدة                 | 14              | 23/10/2013              | 29/01/2014              | 25         | 3096800                  |
| - تغطية الأرضية                  | 2               | 29/01/2014              | 12/02/2014              | 19         | 282800                   |
| - صب الاسقف والسلالم             | 16              | 29/01/2014              | 21/05/2014              | 31         | 3897600                  |
| - التوصيلات الأساسية لترصيص      | 5               | 29/01/2014              | 05/03/2014              | 16         | 581000                   |
| - تهيئة الأسقف بالطلاء الأسود    | 5               | 21/05/2014              | 25/06/2014              | 20         | 749000                   |
| - بناء الجدران الداخلية          | 18              | 25/06/2014              | 29/10/2014              | 19         | 2595600                  |
| - تجهيز الحمامة والتركييب الصحي  | 8               | 21/05/2014              | 16/07/2014              | 12         | 739200                   |
| - بناء الجدران الخارجية          | 10              | 29/10/2014              | 07/01/2015              | 13         | 994000                   |
| - تجهيزات المطبخ والتركييب الصحي | 8               | 07/01/2015              | 04/03/2015              | 12         | 739200                   |
| - الأعمال الخشبية                | 14              | 07/01/2015              | 15/04/2015              | 12         | 1234800                  |
| - أعمال الحدادة                  | 2               | 04/03/2015              | 18/03/2015              | 06         | 92400                    |
| - التوصيلات الأساسية للكهرباء    | 6               | 16/07/2014              | 27/08/2014              | 12         | 520800                   |
| - تلبيس السقف والجدران           | 14              | 07/01/2015              | 15/04/2015              | 21         | 2391200                  |
| - تركيب بلاط الأرضية             | 16              | 15/04/2015              | 05/08/2015              | 21         | 2620800                  |
| - دهان داخلي                     | 20              | 05/08/2015              | 23/12/2015              | 22         | 3206000                  |
| - التشطيبات النهائية من الداخل   | 8               | 23/12/2015              | 17/02/2016              | 15         | 907200                   |
| - دهان خارجي                     | 5               | 12/02/2014              | 19/03/2014              | 21         | 770000                   |
| - تركيب الزجاج                   | 4               | 19/03/2014              | 16/04/2014              | 12         | 358400                   |
| - التشطيبات النهائية من الخارج   | 6               | 17/02/2016              | 30/03/2016              | 15         | 680400                   |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على دفتر الشروط و شكل رقم 2  
بناء على الجدول الذي يوضح أنشطة المشروع وحجم العمالة اللازمة لتنفيذ كل نشاط وبين البداية المبكرة والنهاية المبكرة لكل نشاط نقوم بجدولة الموارد البشرية وفق الوقت الفائض والشكل التالي يوضح ذلك:

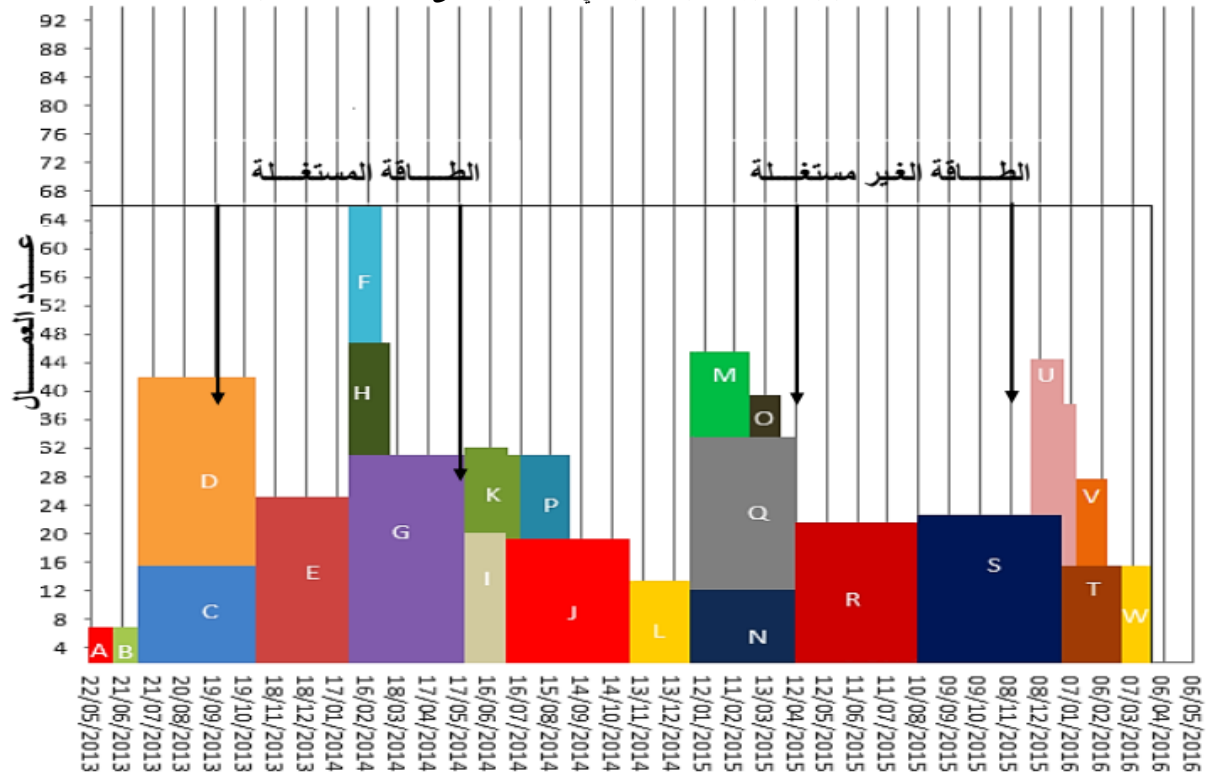


المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (2) والجدول رقم (4)  
يوضح مخطط غانت أنشطة مشروع 60 وحدة سكنية في شكل خط مرسوم لكل نشاط يعبر عن الفترة الزمنية اللازمة للأداء وتمثل الفترات الزمنية بالأسبوع. كذلك فإن أساس تحديد جدول الأنشطة هو أن تبدأ جميعها في أول وقت بدء ممكن وليس على أساس آخر وقت بدء مسموح به.

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

كما قد ميزنا في الشكل بين الأنشطة الحرجة وغير الحرجة حتى يمكن أن نلاحظ معنى فكرة الوقت الزائد كما هو موضح باللون الأزرق في الشكل رقم (4). إن عرض أنشطة المشروع وفق البداية المبكرة يمكن أن يستثمر لأغراض اتخاذ القرارات المتعلقة بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة (اليد العاملة أو الأموال)، ويتم تعزيز هذه الأشكال بالدرجات التكرارية التي توضح التراكمات للموارد كما هو موضح في الشكل الآتي.

الشكل 4: الموارد البشرية الغير محدودة في حالة جدولة على أساس البداية المبكرة



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (5)

من خلال الشكل أعلاه يظهر تاريخ انطلاق مشروع 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست 2013/05/22 والموافق ليوم السبت، حيث يبدأ المشروع بـ:

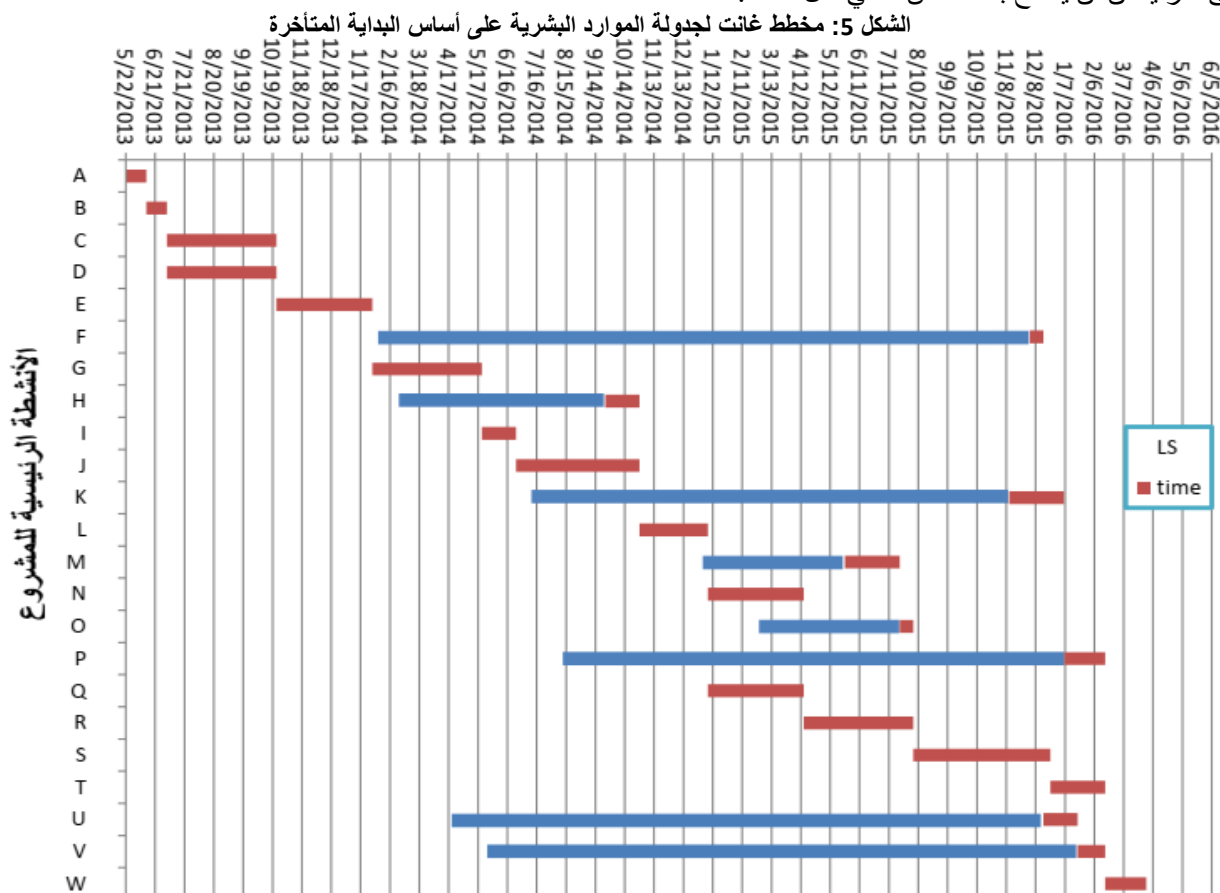
- النشاط (A) المتمثل في عملية تجهيز المواد والمعدات والذي يتطلب 7 عمال (رئيس الورشة وعاملان مساعدان وسائقان الجرافة وسائقان شاحنة)، ويستمر هذا النشاط إلى غاية يوم 2013/06/12.
- بعد الانتهاء تماما من النشاط (A) يبدأ النشاط (B) بداية مبكرة ويستغرق مدة 3 أسابيع أي حتى تاريخ 2013/07/03. حتى يتم الانتهاء تماما من النشاط (B).
- في نفس اليوم الذي ينطلق فيه النشاط (C) ينطلق أيضا النشاط (D) أي أن عملية التتريب وحفر الأساسات تنطلق بشكل متزامن مع صب الأساسات والأعمدة التحتية وذلك طبعاً بعد الانتهاء من النشاط (B)، وتتطلب عملية تنفيذ النشاط (C) و (D) 42 عامل بحيث يقوم عمال القولية بوضع القياسات اللازمة للمشروع، ويقوم عمال التسليح بأخذ القياسات اللازمة لتكريب تسليح الأساسات التحتية إلى غاية يوم 2013/10/23.
- وللانطلاق في النشاط (E) لابد من الانتهاء أولاً من النشاط (C) و (D)، أي للانطلاق في عملية صب الخرسانة في الأساسات والأعمدة الفوقية لابد من الانتهاء أولاً من أعمال التتريب والحفر وصب الأساسات والأعمدة التحتية (C) و (D) نشاطان حرجان متتابعان) وبالتالي تنطلق عملية صب الخرسانة في يوم 2013/10/23 وتستمر إلى غاية 2014/01/29 وتتطلب 14 عامل.
- يلاحظ من الشكل السابق أنه بتاريخ 2014/01/29 تنطلق ثلاثة أنشطة بطريقة متزامنة وهي النشاط (G) والنشاط (H) والنشاط (F). وتصل الطاقة المستغلة في المشروع إلى أقصى مستوى لها بتاريخ 2014/02/12 والتي تقدر بـ 66 عامل.
- من خلال الشكل أعلاه نلاحظ الهبوط الشديد في مستوى عدد العمال إلى أن يصل إلى أدنى مستوي بتاريخ 2014/10/29 ويستمر إلى غاية الإنتهاء من النشاط (L) بعد ذلك يرتفع مستوى العمالة في المشروع عند تنفيذ الأنشطة (N, Q, M) لي يصل عدد العمال إلى 45 عامل يوم 2015/01/07 بعد تاريخ 2015/03/04 يبدأ عدد العمال في تراجع تدريجي إلى أن يصل إلى 22 عامل.
- بتاريخ 2015/12/16 ينطلق النشاط (U) مما يؤدي إلى ارتفاع عدد العمال مجدداً إلى 43 عامل ومع 2015/12/23 ومع اقتراب تاريخ تسليم المشروع يعرف حجم العمالة انخفاض تدريجي بسبب الانتهاء من المراحل الأساسية والمعقدة للمشروع.
- تنتهي عملية جدولة الموارد البشرية لمشروع 60 وحدة سكنية بـ 15 عامل مع تاريخ انتهاء تنفيذ المشروع والذي تم التوصل إليها بناءً على الأساليب العلمية والتقديرية العملية التي تم تحديدها بناءً على خبرة مكتب الدراسات والمقاول المسؤول عن تنفيذ المشروع والمحدد بـ 2016/03/30.

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، ص: 62-79)

### 2.3 جدول الموارد البشرية غير المحدودة وفق البداية المتأخرة:

وللتغلب على مشكلة تذبذب حجم العمالة أثناء تنفيذ المشروع نقوم مرة أخرى بتأمل الجزء الأعلى من الشكل رقم (4) ونقصد بذلك الأنشطة غير الحرجة. حيث يوضح الشكل الفائض المتاح لهذه الأنشطة ومن البديهي أن نحول الآن الحالة المتطرفة الأخرى وهي كل الأنشطة الحرجة تبدأ في آخر وقت مسموح به ويعني ذلك تحريك كل الأنشطة غير الحرجة إلى اليمين بأقصى قدر يمكن أن يسمح به الفائض الخاص بكل نشاط. والشكل رقم (6) يوضح ذلك.

طول الخط باللون الأحمر المرسوم لكل نشاط يعبر عن الفترة اللازمة لأداء النشاط علماً أن الفترات الزمنية بالأسابيع، كذلك فإن أساس تحديد جدول الأنشطة هو أن تبدأ جميعها في آخر وقت بدء ممكن، ويعني ذلك رسم كل الأزمنة غير الحرجة إلى اليمين بأقصى قدر يمكن أن يسمح به الفائض الكلي لكل نشاط.

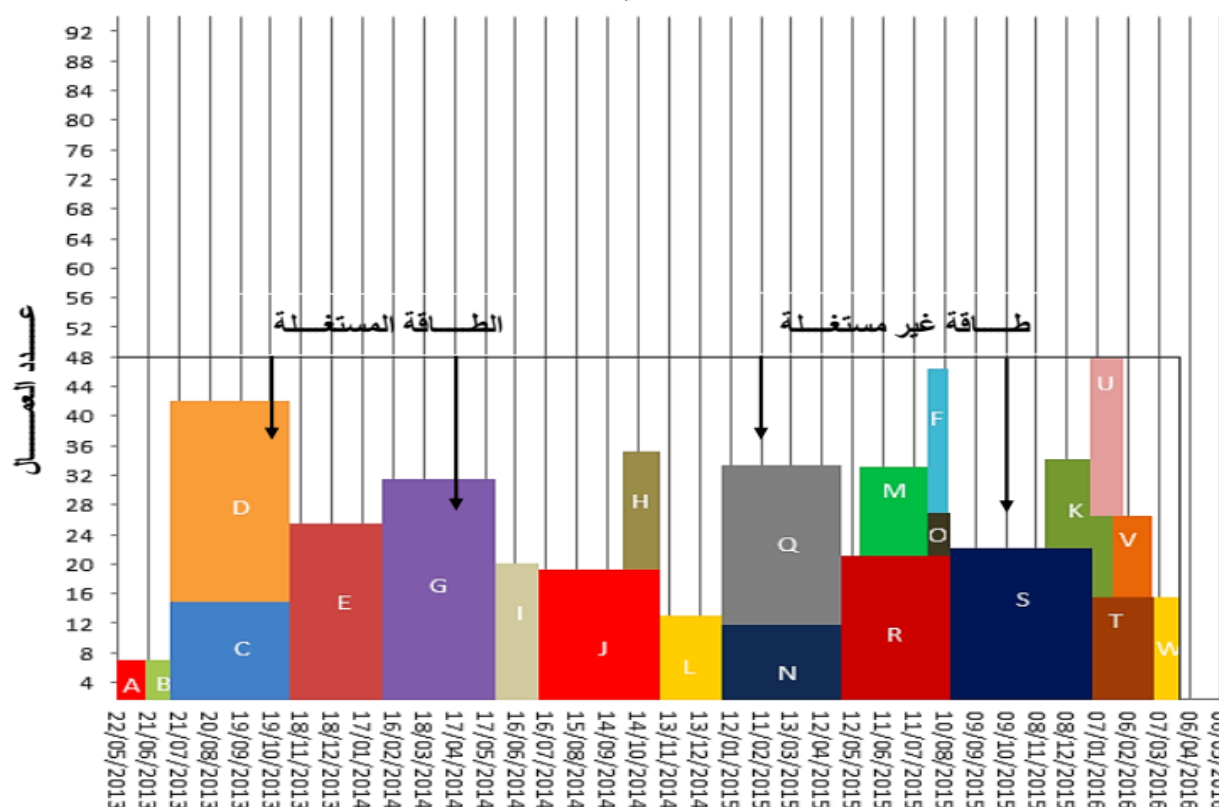


المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (2) والجدول رقم (4)

قد تم التمييز في الشكل بين الأنشطة الحرجة و غير الحرجة حتى يمكن أن نلاحظ معنى فكرة الوقت الزائد، بناء على أساس البداية المتأخرة ولتوضيح أكثر عن عملية جدولة الموارد البشرية على أساس البداية المتأخرة وكيفية توزيعها على دورة حياة المشروع نعرض المدرج التكراري بنوع من التفصيل.

من خلال الشكل يظهر أن تاريخ انطلاق تنفيذ المشروع من خلال جدولة الموارد البشرية وفق البداية المبكرة هو نفس التاريخ الذي يتم فيه انطلاق المشروع على أساس البداية المتأخرة 2013/05/22 والموافق ليوم السبت، حيث يبدأ المشروع بـ:

الشكل 6: الموارد البشرية الغير محدودة في حالة جدولة على أساس البداية المتأخرة



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (5)

- النشاط (A) المتمثل في عملية تجهيز المواد والمعدات والذي يتطلب 7 عمال ينطلق من 2013/05/22 ويستمر هذا النشاط إلى غاية يوم 2013/06/12. بعد الانتهاء تماما من النشاط (A) يبدأ النشاط (B) بداية مبكرة ويستغرق مدة 3 أسابيع أي حتى تاريخ 2013/07/03.
  - في نفس اليوم الذي ينطلق فيه النشاط (C) ينطلق أيضا النشاط (D) أي أن عملية التتريب وحفر الأساسات تنطلق بشكل متزامن مع صب الأساسات والأعمدة التحتية وذلك طبعا بعد الانتهاء من النشاط (B)، ويتطلب تنفيذ هذه العملية 42 عامل إلى غاية يوم 2013/10/23.
  - وللانطلاق في النشاط (E) لابد من الانتهاء أولا من النشاط (C) و (D)، أي للانطلاق في عملية صب الخرسانة في الأساسات والأعمدة الفوقية لابد من الانتهاء أولا من أعمال التتريب والحفر وصب الأساسات والأعمدة التحتية وبالتالي تنطلق عملية صب الخرسانة في يوم 2013/10/23 وتستمر إلى غاية 2014/01/29 وتتطلب 14 عمال.
  - يلاحظ من الشكل السابق أنه بتاريخ 2015/07/22 ينطلق نشاطين بطريقة متزامنة وبهذا يكون عدد الأنشطة التي يتم تنفيذها في هذه الفترة هي ثلاثة أنشطة وهي النشاط (O) والنشاط (F) والنشاط (R). وتصل الطاقة المستغلة في المشروع إلى 46 عاملاً إلى غاية 2015/08/05 لكي تنخفض الطاقة المستغلة بعد ذلك إلى 22 عاملاً مع بداية النشاط (S). النشاط (F) نظراً للضرورة الهندسية المتعلقة بتنفيذ هذا النشاط فقد تم تحديد تاريخ 2015/07/22 كنقطة بداية لهذا النشاط.
  - في ما يخص النشاط (K) فقد تم تجزئة وقت تنفيذ النشاط على مرحلتين أساسيتين. جزء من النشاط يتم تنفيذه أثناء تنفيذ النشاط (S) والجزء المتبقي يتم تنفيذه مع إنطلاق النشاط (U) بتاريخ 2015/12/23.
  - من خلال الشكل أعلاه نلاحظ ارتفاع تدرجياً في مستوى عدد العمال إلى أن يصل إلى أقصى مستوى 48 عاملاً بتاريخ 2016/12/23 ويستمر إلى غاية الانتهاء من النشاط (U) بعد ذلك ينخفض عدد العمال تدرجياً إلى أن تصل الطاقة المستغلة في المشروع إلى 15 عاملاً حتى يتم الانتهاء من النشاط (W) ويتم تسليم المشروع بتاريخ 2016/03/30.
- ومنه يمكن القول بأن جدولة الموارد البشرية لمشروع 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست على أساس آخر وقت بدء مسموح به هي أفضل من جدولة على أساس أول وقت بدء ممكن، وبهنا هنا أن نشير إلى أن هذه النتيجة السابقة تعد صحيحة فقط بالنسبة لهذا المشروع ففي حالات أخرى قد يحقق مبدأ أول وقت بدء ممكن نتائج أفضل من حيث درجة التوازن كذلك فمن الواضح أيضاً من هذا المشروع أن هناك عدد لانهائي من البدائل التي يمكن أن نجرها عند إعادة جدولة تاريخ بدء الأنشطة غير الحرجة بهدف تحسين درجة التوازن.

#### 4 جدولة الموارد البشرية المحدودة لبناء مشروع 60 وحدة سكنية:

##### 1.4 جدولة الموارد البشرية المحدودة على أساس البداية المبكرة:



جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

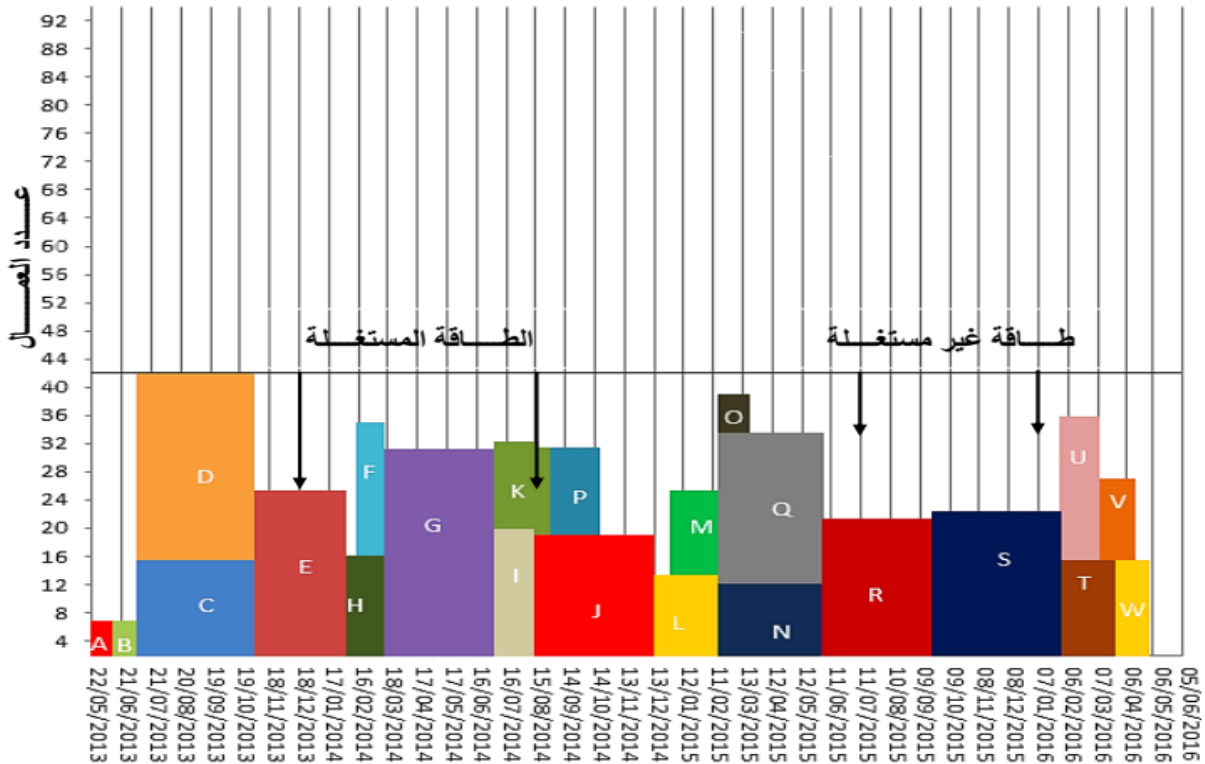
وتقوم الفكرة الأساسية لهذه الحالة على اعتبار وجود قيداً على حجم العمالة المتاحة قد يترتب عليه زيادة في أقل وقت يلزم لإتمام المشروع حسب تقديرات الوقت العادي في هذه الحالة يمكن أن نوضح كيف يتم زيادة الوقت اللازم لإتمام المشروع بأقل قدر ممكن مع مراعاة قيد العمالة.

فقد قدم Weist طريقة تقوم على استخدام ثلاثة قواعد اجتهدية على النحو التالي:

- توزيع الموارد بالتتابع في الوقت. ويعني ذلك، البدء في اليوم الأول في جدولة كل الأنشطة، ثم تكرر العملية مع اليوم التالي وهكذا حتى آخر يوم في المشروع.
- في حالة تنافس أكثر من نشاط في الحصول على الموارد البشرية فإنه يتم منح أولوية للأنشطة ذات الوقت الزائد الأقل، أي النشاط الأكثر حرجية أولاً.
- جدولة الأنشطة الغير حرجية كلما أمكن ذلك، بغرض أن يتم توفير الموارد لتكون متاحة للأنشطة الحرجية.

مع افتراض أن عدد العمالة المحددة اللازمة لتنفيذ المشروع مقدرة بـ 42 عاملاً تتحصل على الشكل التالي:

الشكل 7: جدولة الموارد البشرية المحدودة على أساس البداية المبكرة



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (5)

من خلال الشكل رقم (8) فإن تاريخ انطلاق المشروع هو 2013/05/22:

- يبدأ المشروع بالنشاط (A) المتمثل في عملية تجهيز المواد والمعدات والذي يتطلب 7 عمال ، ويستمر هذا النشاط إلى غاية يوم 2013/06/12.
- بعد الانتهاء تماما من النشاط (A) ينطلق فريق العمل في تنفيذ النشاط (B) ويستغرق مدة 3 أسابيع أي حتي تاريخ 2013/07/03.
- في نفس اليوم الذي ينطلق فيه النشاط (C) ينطلق أيضا النشاط (D) أي أن عملية الترتيب وحفر الأساسات تنطلق بشكل متزامن مع صب الأساسات والأعمدة التحتية وذلك طبعاً بعد الانتهاء من النشاط (B)، وتتطلب عملية تنفيذ النشاط (C) و (D) 42 عاملاً إلى غاية يوم 2013/10/23. وهي أقصى طاقة يمكن استغلالها في ظل العمالة المحدودة.
- وللانطلاق في النشاط (E) لابد من الانتهاء أولاً من النشاط (C) و (D)، أي تنطلق عملية صب الخرسانة للأساسات والأعمدة الفوقية في يوم 2013/10/23 وتستمر إلى غاية 2014/01/29 وتتطلب 25 عاملاً.
- يلاحظ من الشكل السابق أنه بتاريخ 2014/01/29 ينطلق نشاطين بطريقة غير متزامنة وهي النشاط (H) و النشاط (F). وتصل الطاقة المستغلة في المشروع عند الانتهاء من النشاطين إلى 35 عاملاً في يوم 2014/03/05. وتجدر الإشارة هنا إلى أن مدة إنجاز المشروع تمددت بـ 5 أسابيع وذلك بسبب النشاط (H).
- من خلال الشكل أعلاه نلاحظ استقرار حجم العمالة المستغلة أثناء تنفيذ الأنشطة (G,K,I,P) ومع نهاية النشاط (J) نلاحظ انخفاض في عدد العمال إلى 19 عاملاً ويتراجع بعد ذلك إلى أن يصل إلى أدنى مستوى بـ 10 عمال أثناء تنفيذ النشاط (L) وذلك لمدة 2 أسبوعين فقط لكي يعرف بعدها ارتفاع عدد العمال إلى 25 عاملاً بسبب تنفيذ النشاط (M) والذي يتزامن مع الفترة الزمنية المتبقية لتنفيذ النشاط (L).

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

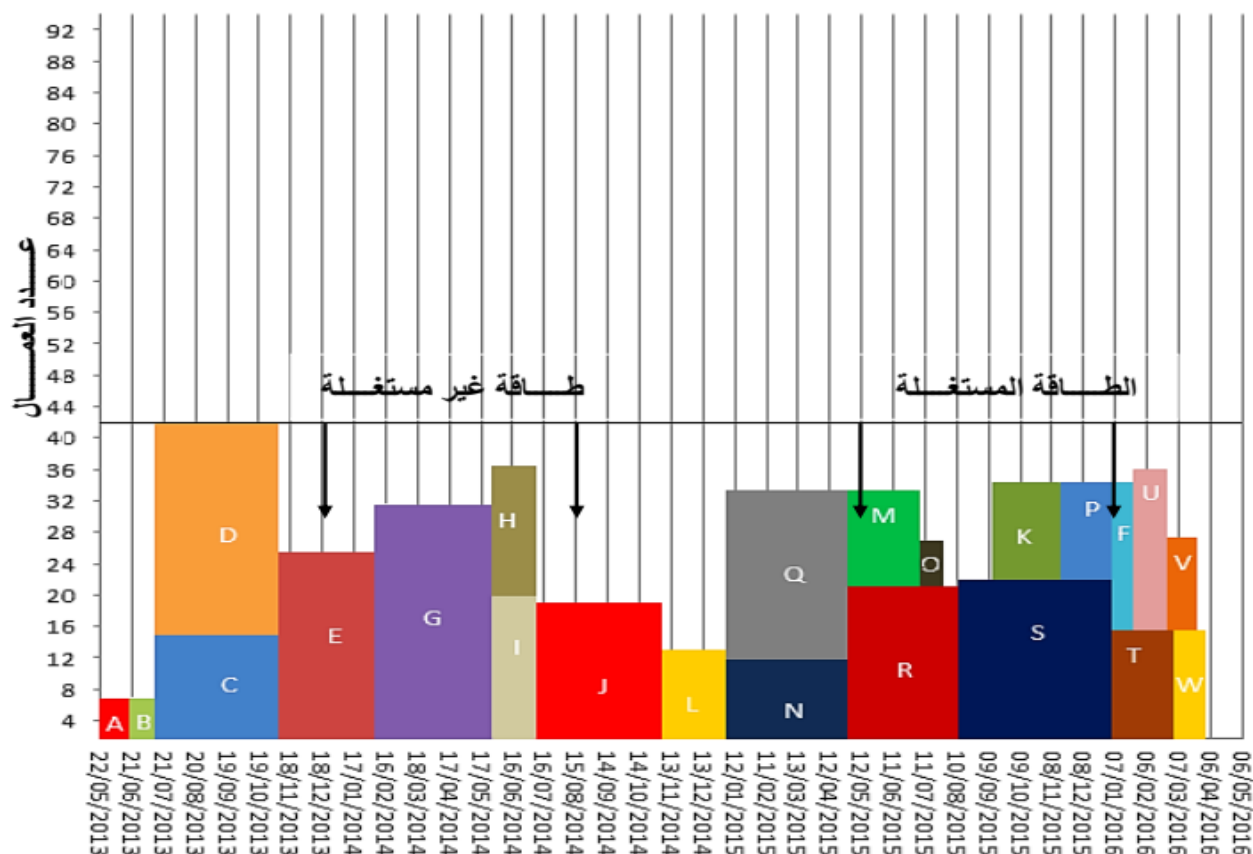
- بعد الانتهاء من النشاطين (L,M) تنطلق عملية تنفيذ الأنشطة (O,N,Q) بطريقة متزامنة بحيث تتطلب عملية تنفيذ هذه الأنشطة 39 عاملا ومع الانتهاء من تنفيذ النشاط (N) والنشاط (Q) ينخفض حجم الطاقة المستغلة بحيث تصل إلى 21 عاملا أثناء تنفيذ النشاط (R).

- نلاحظ ارتفاع مجدد في حجم الطاقة المستغلة أثناء تنفيذ النشاط (U) والنشاط (T) ليصل حجم العاملة إلى 36 عاملا ومع الاقتراب من تاريخ تسليم المشروع نلاحظ انخفاض تدريجي لحجم العمالة حيث يصل حجم العمالة مع نهاية المشروع إلى 15 عاملا. - نلاحظ من خلال الشكل السابق أنه في حالة تحديد سقف محدد للعمالة والمقدر بـ 42 كحد أقصى يتم فيه استغلال الطاقة البشرية للمشروع يؤدي إلى زادت مدة تنفيذ المشروع عما هو مخطط له بـ مقدار 5 أسابيع في حالة الجدولة وفق البداية المبكرة ويكون تاريخ تسليم المشروع هو 2016/04/04 بدلا من 2016/03/30.

#### 2.4 جدولة الموارد البشرية المحدودة على أساس البداية المبكرة:

نفس شيء نفترض أن عدد العمالة المتوفرة يوميا لا يمكن أن يتجاوز 42 عاملا فإنه يتحصل على الشكل التالي:

الشكل 8: جدولة الموارد البشرية المحدودة على أساس البداية المبكرة



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج MS Excel والجدول رقم (5)

بعد تحديد الطاقة القصوى التي يمكن استغلالها عند تنفيذ المشروع والمقدرة بـ 42 عاملا، فإنه سوف يتم تأخير تنفيذ جميع الأنشطة الغير حرجية والتي تتمتع بالمرونة عند التنفيذ من أجل استغلال حجم العمالة المحدودة.

- من خلال الشكل السابق نلاحظ أن تاريخ انطلاق تنفيذ المشروع هو نفس التاريخ المتعاقد عليه من طرف المصلحة المتعاقدة والمقاول المسؤول على تنفيذ المشروع وهو 2013/05/22.

- ينطلق النشاط (A) في يوم 2013/05/22 ويستمر هذا النشاط إلى غاية يوم 2013/06/12. بعد الانتهاء تماما من النشاط (A) يبدأ النشاط (B) بداية متأخرة ويستغرق حتى تاريخ 2013/07/03.

- في نفس اليوم الذي ينطلق فيه النشاط (C) ينطلق أيضا النشاط (D) أي أن عملية تنفيذ الأنشطة المتزامنة تتطلب تنفيذ 42 عاملا إلى غاية يوم 2013/10/23. ويعتبر حجم العمالة أقصى طاقة يمكن استغلالها في هذه المرحلة.

- وللانطلاق في النشاط (E) لابد من الانتهاء أولا من النشاط (C) و (D)، أي للانطلاق في عملية صب الخرسانة في الأساسات والأعمدة الفوقية لابد من الانتهاء أولا من أعمال الترتيب والحفر وصب الأساسات والأعمدة التحتية وبالتالي تنطلق عملية صب الخرسانة في يوم 2013/10/23 وتستمر إلى غاية 2014/01/29 وتتطلب 25 عمال.

- بتاريخ 2014/05/21 ينطلق نشاطين بطريقة متزامنة وهي النشاط (I) والنشاط (H) وتصل الطاقة المستغلة في هذه المرحلة من المشروع إلى 36 عاملاً إلى غاية 2014/06/25 لكي تنخفض الطاقة المستغلة بعد ذلك إلى 19 عاملاً مع بداية النشاط (J).



## جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنسانية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست، (ص: 62-79)

- يصل حجم العمالة إلى 10 عمال أثناء تنفيذ النشاط (L) والذي يستغرق 10 أسابيع ويستمر إلى غاية يوم 2016/01/07 بعدها يرتفع حجم العمالة إلى 33 عامل أثناء تنفيذ النشاطين (Q,N) والذين يتم تنفيذهم بطريقة مترامنة وتستغرق هذه العملية 14 أسبوع وتنتهي في يوم 2016/04/15.
- نلاحظ انخفاض حجم العمالة إلى 22 عامل في يوم 2015/08/05 في الأسابيع الأولى من تنفيذ النشاط (S) ليرتفع مجددا حجم العملة إلى 32 عامل بسبب تزامن النشاط (K) والنشاط (P) بطريقة متسلسلة في التنفيذ.
- وفي يوم 2015/12/23 يتزامن تنفيذ النشاط (F) مع النشاط (T) بحيث يستمر حجم العمالة المستغلة في 32 عاملا ومع نهاية النشاط (F) ينطلق النشاط (U) بطريقة مترامنة أيضا مع النشاط (T) مما يؤدي إلى تسجيل ارتفاع في حجم العمالة بـ 36 عاملاً.
- وتجدر الإشارة هنا إلى أن مدة تنفيذ المشروع لم تتغير في ظل ضغط حجم العمالة المستغلة، ومنه يمكن القول بأن جدولة الموارد البشرية لمشروع 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست على أساس آخر وقت بدء مسموح به هي أفضل جدولة على أساس أول وقت بدئ ممكن في حالة استخدام موارد بشرية محدودة.

### خلاصة:

- من خلال الدراسة الميدانية للمشروع تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية:
- يمتاز أسلوب المسار الحرج بتوضيحه التام لعلاقة التتابع المنطقي بين الأنشطة المكونة للمشروع، حيث يعطي تصور بياني واضح لإدارة المشروع لما يجب إنجازه والبدء به من الأنشطة بشكل دقيق؛
- يوفر أسلوب المسار الحرج معلومات واضحة عن مدى تأخير البدء أو الانتهاء لأي نشاط على موعد إنجاز النشاط الذي يتبعه أو موعد إنجاز المشروع ككل كما يساهم في جدولة الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ كل نشاط؛
- تقدير احتياجات مشروع بناء وحدة سكنية بولاية تامنغست من العمال والفنيين والمتخصصين لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع وفي كل مرحلة من مراحل تنفيذ المشروع، فأقصى عدد من العمال سوف يتم تشغيله هو 31 عامل وهذا لتنفيذ النشاط (G) للمشروع؛
- جدولة الموارد البشرية المحدودة وفق البداية المبكرة والبداية المتأخرة حيث تم التوصل إلى أن الطاقة المستغلة في جدولة الموارد البشرية الغير محدودة وفق البداية المبكرة قد وصلت إلى أقص مستوى بـ 66 عامل في حين أن الطاقة المستغلة وفق البداية المتأخر وصلت إلى أقصى مستوى تشغيل بـ 48 عامل، وهي أفضل جدولة
- في حالة تحديد سقف محدد للعمالة والمقدر بـ 42 عامل كحدي أقصى يتم فيه استغلال الطاقة البشرية للمشروع زادت مدة تنفيذ المشروع عما هو مخطط له بـ مقدار 5 أسابيع في حالة الجدولة وفق البداية المبكرة ويكون تاريخ تسليم المشروع هو 2016/04/04 بدلاً من 2016/03/30.
- إن مدة تنفيذ المشروع لم تتغير في ظل ضغط حجم العمالة المستغلة إلى 42 عامل، ومنه يمكن القول بأن جدولة الموارد البشرية لمشروع 60 وحدة سكنية على أساس آخر وقت بدء مسموح به (LS) هي أفضل جدولة على أساس أول وقت بدئ ممكن (ES) في حالة استخدام موارد بشرية محدودة.
- اختبار الفرضيات:
- بناء على ما تقدم من نتائج للدراسة الميدانية فإن:
- الفرضية الأولى : والتي تنص على أنه : (يؤدي استعمال أسلوب المسار الحرج إلى الاستغلال الأمثل للموارد البشرية سواء من حيث العدد والتكاليف والمدة الزمنية في مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست.) هي محققة بالنظر لما أثبتته الدراسة التطبيقية، فقد تم التوصل إلى أن جدولة الموارد البشرية الغير محدودة وفق البداية المتأخرة أفضل جدولة لتنفيذ المشروع قيد الدراسة.
- الفرضية الثانية: والتي تنص على أنه: (بالنظر لطريقة عمل أسلوب المسار الحرج فإنه لا يراعي الجوانب الإنسانية لدى العمال في تنفيذ مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية تامنغست) فإنه عند جدولة الموارد البشرية المحدودة وفق البداية المبكرة المقدر بـ 66 عامل أو وفق البداية المتأخرة المقدر بـ 48 عامل فإنه لا يتم مراعاة الجوانب الإنسانية للعمال من أجل إتمام المشروع في الأجل المحددة. وبالتالي فإن الفرضية الثانية محققة.

### قائمة المراجع

- Burk, R. (2001). Project Management Planning and Control Techniques. New York: John Wiley& Sons LTD.,
- Ch.A.Gallagher, H. (1999). Quantitative Methods for Business Decision. New York: Mcgraw-Hill Book Co.P77
- Gilles, V. (2013). Techniques de suivi de projet. Paris.
- Joseph J. Moder, C. R. (2007). Project management with CPM, PERT, and precedence diagramming. New York: Van Nostrand Reinhold, illustrée.
- Moder, J. (1983). Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming,. New York: Van Nostrand Rrinhold Company.
- Mohks, j. (2008). Operations Management, Theory and Problem. New York: McGraw Hill Book Co.
- Morly, C. (2011). gestion d'un projet système d'information. paris: Dunod.
- pierre, P. (2014). Pratique de la méthode PERT. Paris: Les éditions d organisation.
- Rory, B. (2011). Project Management Planning and Control Techniques. New York: John Wiley& Sons LTD.
- Vallet, G. (2011). Techniques de suivi de projet. Paris: Dunord.
- الصفدي سالم. (2009). بحوث العمليات تطبيق وخوارزمية. الأردن: دار وائل للنشر والتوزيع.

جدولة الموارد البشرية للمشاريع الإنشائية باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع مجمع سكني بولاية تامنغست،)  
ص:62-79

- حسين ياسين طعمة، (2014). نماذج وأساليب كمية في الإدارة والتخطيط، الأردن: دار الصفاء للنشر والتوزيع.
- غالب العباسي، محمد برهان، (2009). إدارة المشاريع، القاهرة: الشركة العربية المتحدة للتسويق جامعة القدس المفتوحة.
- زمير الموسوي منعم، (2014). بحوث العمليات مدخل علمي لاتخاذ القرارات. الأردن: دار وائل للنشر والتوزيع.
- سهيلة عبد الله سعيد، (2017). الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات. الأردن: دار حامد للنشر والتوزيع.
- فريج سامي محمد، (2014). البرنامج المالي والزماني للمشروع- الإعداد والتحكم. الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- محمد الفاتح محمود المغربي، (2016). الأساليب الكمية في إدارة الأعمال عمان، الأردن، الأردن: دار الجنان للنشر والتوزيع.
- مؤيد الفضل، (2013). تقييم وإدارة المشروعات المتوسطة والكبيرة. الأردن: دار الورق للنشر والتوزيع.
- نجم عبدو نجم، (2015). مدخل إلى الأساليب الكمية مع التطبيقات باستخدام (Microsoft Excel). الأردن: دار الورق للنشر والتوزيع.