مجلة آفاق علمية ISSN: 1112-9336
مجلد: 12 عدد: 04 السنة 2020 ص 672 - 691

تاريخ الإرسال: 2020/01/11 تاريخ القبول: 2020/05/13
تاريخ النشر: 2020/09/20

استخدام التحليل الشبكي في جدولة المشاريع الإنشائية

دراسة حالة إنجاز 60 وحدة سكنية

The use of network analysis in scheduling Construction's project Study the status of completion to 60 housing units .

معطاالله محمد
المركز الجامعي تمنراست– maatallah_mohammed@yahoo.fr

الملخص:

يهدف هذا المقال إلى تطبيق أسلوب التحليل الشبكي في المشاريع الإنشائية، إذ يعد هذا الأسلوب من أهم الأساليب العلمية التي تساهم في تخطيط ومتابعة تنفيذ المشاريع من خلال تحديد زمن ومراحل تنفيذ أنشطة المشروع بشكل فعال باستخدام تقنية المسار الحرج CPM.

وبالاعتماد على برنامج Win QSB تم التوصل إلى إعداد خطة تفصيلية محكمة لتنفيذ مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية، حيث قدرت مدة تنفيذ هذا المشروع بـ 37.25 شهر أي ما يعادل 149أسبوع، والتي تحاكي الواقع الفعلي لتنفيذ المشروع.

الكلمات المفتاحية: التحليل الشبكي، المشاريع الإنشائية، المسار الحرج، الجدولة.

Summary :

This article aims to apply the analysis method Network in construction projects, which is one of the most important Scientific methods that contribute to planning and follow-up

Implementation of projects through time and phases of implementation Effective project activities using path technology Based on the .CPM program The time required of implement to the project has been reached 60 housing unitsThe completion duration of the project was estimated by 149 weeks, equivalent to 37.25 months Which mimics the actual implementation of the project

Key words: network analysis, projects Construction, CPM scheduling

المؤلف المرسل: معطاالله محمد، MAATALLAH_MOHAMMED@YAHOO.FR

1. مقدمة:

يعد أسلوب التحليل الشبكي بطريقة المسار الحرج من بين الأساليب العلمية التي تساعد في التخطيط والمتابعة للمشاريع الإنشائية، إذ أنه يوفر للقائمين على مثل هذه المشاريع المعلومات الدقيقة عن ظروف سير العمل والبدائل التي يمكن اتباعها أثناء مراحل التنفيذ، وباعتبار أن وقت تنفيذ المشروع مصدر مهم من مصادره، فإن استغلاله والاقتصاد فيه يعد مطلبا أساسيا للوصول إلى تكملة الانجاز في الوقت المناسب، ومنه تأتي طريقة المسار الحرج لتحدد أحسن جدولة للمشروع حتى يتم إنجازه في أقصر وقت.

وعلى ضوء ما تقدم فإن البحث يهدف إلى تسليط الضوء على أهمية التحليل الشبكي في إدارة المشاريع الإنشائية كأسلوب علمي، لذا جاءت إشكالية هذه الدراسة على النحو التالي:

ما مدى فعالية التحليل الشبكي في جدولة المشاريع الإنشائية ؟

وللإجابة على إشكالية الدراسة سنحاول تطبيق هذا الأسلوب على مشروع إنجاز 60 مسكن بولاية بسكرة، وهذا بعد أخذ المعطيات والمعلومات المتعلقة بهذا المشروع أي جميع الأنشطة من البداية حتى النهاية.

أهداف البحث: نصبو من خلال هذه الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

- تحديد كيفية تطبيق أسلوب المسار الحرج على المشاريع الإنشائية
- تحديد الترتيب المنطقي الذي يتم من خلاله تنفيذ كافة أنشطة المشروع،
- التعرف على العلاقات المتبادلة بين الأنشطة بمعنى تحديد الأنشطة التي يلزم الانتهاء منها كشرط لبدء نشاط جديد ، وكذلك الأنشطة التي يمكن أن يسير العمل فيها بالتزامن.
- الخروج بخطة تفصيلية يمكن من خلالها للأطراف المعنية تبنيها لإنجاز المشروع في أحسن الظروف.

ولتحقيق هذه الأهداف اعتمدنا في دراستنا على المنهج الكمي الذي نستطيع من خلاله تحليل مختلف النتائج المتوصل إليها من الدراسة التطبيقية، وهذا بعد شرح طريقة أسلوب المسار الحرج بشكل نظري وما يتعلق بها من مصطلحات رئيسية.

2. طريقة المسار الحرج

تعتبر طريقة المسار الحرج امتدادا للتطورات والتوسعات التي أجريت على الأساليب الكمية، مثل مخططات غانت Gantt Chart، وقد ظهر أسلوب المسار الحرج في عام 1957 على يد كل من J.E Kelly في شركة Remington–Rand و M.R Walker في شركة DuPont بغرض المساعدة في جدولة عمليات التعطل بسبب الصيانة في مصانع المواد الكيماوية. [1]

وذاع صيت هذا الأسلوب الذي أطلق عليه اسم أسلوب المسار الحرج بسبب المزايا التي تحققت من استخدامه، فقد أدى استخدام هذا الأسلوب في أحد مصانع شركة DuPont في مدينة Louisville بالولايات المتحدة الأمريكية إلى تخفيض وقت الصيانة من 125 إلى 78 ساعة. (2)

إن نموذج المسار الحرج يساعد في تقليص تكاليف إنجاز المشروع، غير أن هذا التقليص قد يرافقه ارتفاع في التكاليف، إلا أن تكلفة المشروع لا تعتمد فقط على التكاليف المباشرة للمهام، بل يوجد أيضا تكاليف غير مباشرة، كما يوجد بالموازاة مع هذا في عقد المشروع بعض الشروط توجب عقوبات بغرامات مالية لكل يوم تأخير، ومنح على التسليم قبل المهلة.

1.2 مبدأ أسلوب المسار الحرج: يستخدم هذا الأسلوب لأغراض التخطيط والرقابة على تنفيذ مشروع ما وذلك عن طريق: (3)

أ – تحديد النشاطات المختلفة المكونة للمشروع: وهذا للوصول إلى نشاطات محددة ومميزة مع بيان العلاقة بينها عن طريق تحديد خطوات تنفيذ النشاطات، حتى يتم تنفيذ المشروع ككل.

ب – تحديد التتابع الفني: وذلك عن طريق إعداد شبكة الأعمال "Network"التي توضح نشاطات تنفيذ المشروع والعلاقات بينها في صورة متتابعة منطقية، هذه الشبكة لها بداية ونهاية، وتعبر عن تسلسل نشاطات المشروع، وفي مثل هذه الشبكات نجد الحدث يمثل بدائرة تعبر عن إنجاز معين يحدث في نقطة زمنية معينة، لا يحتاج لوقت أو موارد بحد ذاته، كما نجد أيضا النشاط الذي يتمثل في عمل معين يتطلب توافر موارد مالية وبشرية ووقتا لإنجازه ويمثل بسهم. (4)

جـ – تحديد المسار الحرج: وهو أحسن خطة لتنفيذ المشروع يتم فيها استغلال المدة الزمنية بطريقة اقتصادية وبشكل منتظم.

2.2 طريقة تحديد المسار الحرج: هنالك تقنيتان مختلفتان لإيجاد المسار الحرج وهما: [5]

أ- الطريقة الأولى: وتكون عن طريق تحديد المسارات، وبجمع قيم الأوقات اللازمة لكل الأنشطة الموجودة على نفس المسار، ونختار المسار الأطول في الشبكة والذي يتحكم في مدة إنجاز المشروع، بالتالي فهو يشكل المسار الحرج.

ب- الطريقة الثانية: ويكون ذلك عن طريق تحديد أوقات البدء والانتهاء المبكرة والمتأخرة: [6] وبما أننا سنعتمد على هذه الطريقة الثانية، وجب علينا شرحها على وجه مفصل بتعريف مختلف المصطلحات الرئيسية لها وهي كالآتي:

- أزمنة البداية والنهاية المبكرة: إذا أخذنا الصفر كزمن بداية المشروع، عندئذ سيكون لكل نشاط بداية مبكرة «ES»متناسبة مع زمن بداية المشروع وهو أقل زمن يمكن أن يبدأ فيه النشاط وذلك بافتراض أن جميع الأنشطة السابقة قد بدأت في زمنها المبكر «ES» وبناءا عليه فإن النهاية المبكرة «EF» هي ببساطة حاصل جمع البداية المبكرة «ES»وزمن النشاط.

- أزمنة البداية والنهاية المتأخرة: ويعني الزمن الذي يستطيع أن يتأخر إليه النشاط دون أن يتأخر الحدث الذي يليه، ويكون زمن البداية المتأخر «LS» هو الزمن النهائي الذي يمكن البدء فيه بنشاط ما إذا أردنا الإحتفاظ بالهدف أو بالجدول،لهذا فإن زمن البداية المتأخر «LS» لنشاط ما يساوي زمن النهاية المتأخرة مطروحا منه زمن النشاط، ولما كان النشاط المنتهي يتطلب زمن قدره صفر فإن زمن البداية المتأخرة يساوي زمن النهاية المتأخرة. «LS=LF»

- الفائض الحر (الزمن الراكد): إن مجموع الوقت الراكد لنشاط ما هو ببساطة الفرق بين زمن البداية المتأخرة وزمن البداية المبكرة « LSi-ESi » أو الفرق بين زمن النهاية المتأخرة وزمن النهاية المبكرة « LFi-EFi » وتتبع أهمية مجموع الوقت

الراكد « TS » في أنها تحدد أقصى زمن يمكن أن يتأخره نشاط ما بين تأخير زمن إتمام المشروع.

– المسار الحرج: هو المسار الذي تتساوى فيه البدايات المبكرة للأنشطة مع البدايات المتأخرة ونهاياتها المبكرة مع نهاياتها المتأخرة

بعد إيجادنا للمسار الحرج يتبقى حساب الفائض الحر والذي يحسب كما يلي: (7)

الفائض الحر للنشاط« LSi–ESi »=« LFi–EFi »

حيث يستخرج من خلال جدول يستنتج فيه البداية المبكرة، والنهاية المتأخرة من الشبكة أما البداية المتأخرة والنهاية والنهاية المبكرة، فنستنتج بالقانون التالي«LS–N=LF» «ES+N= EF»

يفيد تحديد الفائض الإجمالي والفائض الحر في تقدير درجة المرونة المتاحة أمام مدير المشروع في جدولة النشاط، فعندما يكون لنشاط وقت فائض إجمالي قدره صفر فإن ذلك يعني أن جدول هذا النشاط لا يمكن تأخيره، فأي تأخير في وقت البدء المحسوب سوف يترتب عليه تأخير المشروع ككل، أما الأنشطة التي لها فائض إجمالي فإنها تتيح للقائمين على جدولة الأنشطة نوعا من المرونة في تحديد تاريخ البدء لهذا النشاط وذلك يفيد في إمكانية تسوية مستويات الطاقة التي يتم استخدامها(8)

3. التحليل الشبكي لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية

تساعد شبكات الأعمال في تحقيق الاستغلال الأمثل لجميع موارد المشروع سواء كان وقت تنفيذ أنشطة المشروع أو الموارد المادية البشرية والمالية التي تدخل في عملية إنجاز هذه الأنشطة، إن رسم شبكة الأعمال الخاصة بمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية يساعد مؤسسة الإنجاز على اتخاذ الكثير من القرارات الخاصة بجدولة الموارد البشرية والموارد المالية وفق البداية المبكرة أو البداية المتأخرة، ولقد تم استخدام

البرنامج التطبيقي WinQSB لرسم شبكة مشروع إنشاء 60 وحدة سكنية حيث تم استخدام نظام AON ونشير هنا إلى أن العقد في الشبكة تعبر عن الأنشطة في حين الأسهم تعبر عن الحدث كما تم التطرق له سابقا.

1.3 تحديد الأنشطة الرئيسية للمشروع وإدخال البيانات للبرنامج (Win QSB)

إن تقسيم أوجه النشاط إلى عمليات أو نشاطات محددة يختلف من مشروع إلى آخر، ففي المشاريع الصغيرة تكون العمليات بسيطة نجد أن المشروع يقسم إلى نشاطات عملية سهلة، وكلما كبر المشروع زادت النشاطات والموارد المطلوبة من أجل تنفيذ هذه النشاطات، وزادت مراحل التنفيذ وزمن التنفيذ.

يتكون المشروع المدروس من 23 نشاط رئيسي و156 نشاط فرعي والجدول الآتي يوضح الأنشطة الأساسية الخاصة بمشروع 60 وحدة سكنية بولاية بسكرة.

الجدول رقم(01): الأنشطة الرئيسية لمشروع 60 وحدة سكنية بولاية بسكرة

الأنشطة الرئيسية	رمز النشاط
– تجهيز المواد والمعدات	A
– تنصيب ورشة الأشغال	B
– التتريب وحفر الأساسات	C
– الأساسات والأعمدة	D
– السند والأعمدة	E
– بناء الجدران الداخلية	F
– بناء الجدران الخارجية	G
– تلبيس السقف والجدران	H
– صب الأسقف والسلالم	I
– تغطية الأرضيات	J
– تركيب بلاط الأرضية	K

– التوصيلات الأساسية لترصيص	L
– تجهيز المطبخ والتركيب الصحي	M
– تجهيز الحمام والتكريب الصحي	N
– أعمال الحدادة	O
– الأعمال الخشبية	P
– التوصيلات الأساسية للكهرباء	Q
– التشطيبات النهائي من الداخل	R
– دهان خارجي	S
– دهان داخلي	T
– تهيئة الأسقف بالطلاء الأسود	U
– تركيب الزجاج	V
– التشطيبات النهائية من الخارج	W

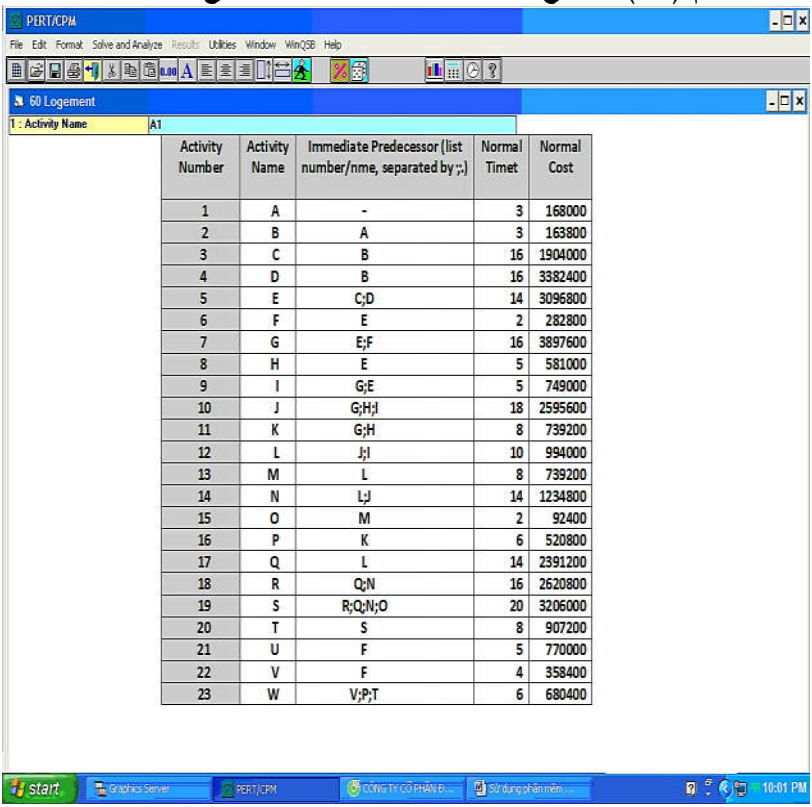
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مكتب الدارسات ودفتر الشروط

نظرا لكثرة الأنشطة وتعددها لا يمكننا أن نرسم الشبكة يدويا وذلك لأنها تأخذ وقتا طويلا، وعليه سنضطر لاستعمال برنامج (Win QSB) لرسم شبكة، واستخلاص المسار الحرج، حيث نقوم بملأ الجدول من خلال معرفة الأنشطة اللاحقة وتحديد الزمن وتكلفة كل نشاط وذلك بالاعتماد على وثائق المشروع.

يتكون مشروع بناء 60 وحدة سكنية من 23 نشاط، أما فيما يخص مدة الأنشطة والعلاقة التي تربط بينها والمستندة إلى قواعد الهندسة المعمارية، فإن الجدول الموالي يوضح هذه الأزمنة للنشاطات والعلاقات المترابطة بينها، وتعتبر هذه الخطوة هي أول وأهم خطوات تخطيط للمشروع حيث يترتب عليها الكثير من الخطوات التالية. وبصفة عامة هناك بعض الأسس التي يعتمد عليها المخطط في تحديد الأنشطة التي يتكون منها المشروع، فقد يعتمد المخطط على طبيعة البنود في تحديد وتقسيم المشروع

إلى عدة أنشطة ؛ كما يختلف أسلوب التخطيط من مشروع لآخر وهذا حسب حجم وطبيعة المشروع ودرجة تعقيده والمدة الزمنية اللازمة لإكمال العمل بالإضافة إلى متطلبات صاحب العمل، وقد يلجأ البعض إلى استخدام عدة أساليب في آن واحد كما هو الحال في البرنامج (WINQSB) حيث يستخدم مخطط المستقيمات (Bart Chart) مع المخطط الشبكي (PERT).

الجدول رقم (02): 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 الباحث بالاعتماد الجدول رقم (01) و برنامج Win QSB

يوضح الجدول أعلاه الأنشطة المكونة للمشروع ومدة كل نشاط حيث تم تحديد فترة تنفيذ كل نشاط بالأسابيع بالإضافة إلى تكلفة الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ كل

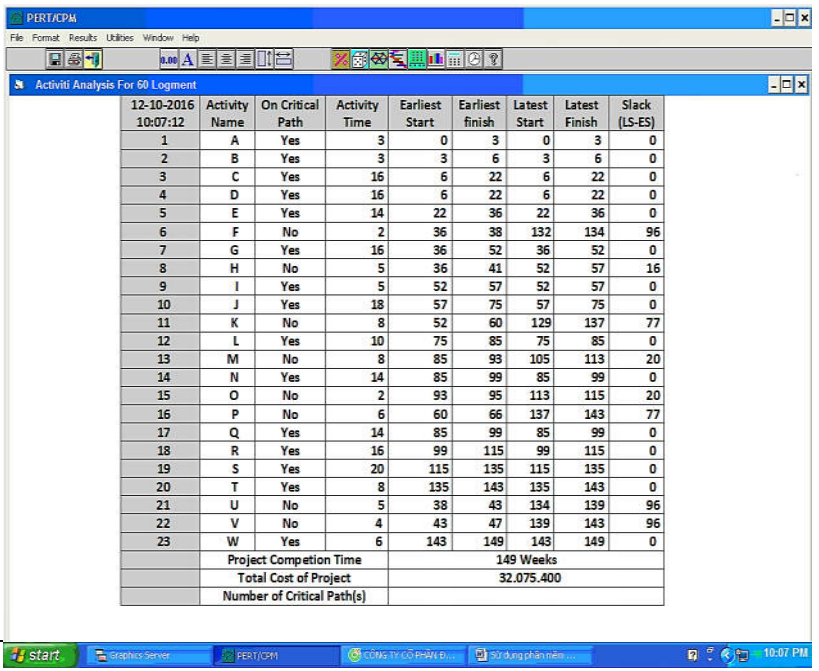
نشاط من أنشطة المشروع، هذا بالإضافة إلى علاقة التبعية بين الأنشطة أي علاقة النشاط بالنشاط الذي يليه.

تتميز مشروعات البناء والتشييد بالتوسع والتكامل ولذلك أصبحت هذه المشروعات تحتوى على أعمال محددة يلزم التنسيق بينها من حيث توقيت البدء والتنفيذ، حتي 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.

2.3 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:

الجدول رقم(03): تحليل زمن أنشطة المشروع



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 الباحث بالاعتماد الجدول رقم (02) على برنامجWin QSB

يوضح الجدول السابق مجموعة من النقاط الهامة والتي يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عند تنفيذ أنشطة المشروع محل الدراسة (60 وحدة سكنية) ويلخص لنا الجدول:

- طبيعة النشاط: حرج أو غير حرج ؛
- المدة زمنية اللازمة لتنفيذ كل نشاط ؛
- الأزمنة المبكرة والمتأخرة وحساب زمن الفائض لكل نشاط ؛
- تحديد المدة الزمنية والتكلفة الكلية لإنهاء المشروع ؛
- عدد المسارات الحرجة لإنجاز نشاطات المشروع.

إذا كان(ES)=(LS) بالنسبة للعقدة التي تمثل نهاية المشروع فإن الأنشطة الحرجة في هذا المشروع هي الأنشطة التي يكون من أجلها (LS−ES)=0. أما الأنشطة التي يكون من أجلها (LS−ES>0) فإنها غير حرجة

بشكل عام، يستخدم برنامج (Win.QSB) من أجل حسابات المسار الحرج، فعندما يدخل صاحب المشروع المدد الزمنية للأنشطة والأنشطة السابقة، يقوم البرنامج بتحديد المسار الحرج، والبداية المبكرة، والنهاية المبكرة، والبداية المتأخرة، والنهاية المتأخرة، والوقت العائم، ومن شأن هذا أن يعمل على اختصار الوقت كثيرًا فيما يتعلق بتوليد الجدول الزمني الأصلي وإعادة الجدولة الزمنية التالية.

3.3 تحديد المسار الحرج باستخدام برنامج (Win QSB)

يتم تمثيل كل الأنشطة في المشروع طبقا للعلاقات الموجودة بينها على المخطط الشبكي، 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 المسار على امتداد الشبكة الذي 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، ولكنها لا تمتلك المرونة الزمنية، وتتطلب مهام 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.

نختار من قائمة شريط الأدوات (Rusults) بعد ذلك نقوم باختيار الأمر(Graphic Activity Analysis) فنتحصل على المخطط الشبكي لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية.

نلاحظ من خلال الجدول رقم(03) أن تنفيذ مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية يتكون من 23 نشاط، يتم تنفيذها خلال 149 أسبوع. كما نلاحظ الزمن المبكر لكل نشاط من جدول تحليل زمن أنشطة المشروع رقم بالإضافة إلى حساب الهامش الحر لكل نشاط.

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

الجدول رقم(04): المسارات الحرجة في شبكة مشروع إنجاز 60 وحدة

الأنشطة	المسار 1	المسار 2	المسار3	المسار 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
الوقت اللازم	149 أسبوع	149أسبوع	149أسبوع	149أسبوع

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام (WinQSB) و الجدول رقم (03)

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

إن التأخير في تنفيذ أي نشاط من الأنشطة الحرجة سيؤدي إلى تأخير تسليم المشروع. ومن المهم ملاحظة أن الوقت الفائض أي قيم المرونة الأربعة لجميع النشاطات التي تقع على المسار الحرج تساوي صفراً ويمكن أن يكون للمشروع أكثر

من مسار حرج واحد. والجدول الموالي يوضح تاريخ تنفيذ كل نشاط بناء على تاريخ بداية الأشغال.

الجدول رقم (05): يوضح تاريخ بداية ونهاية كل نشاط من أنشطة المشروع

الأنشطة	الأنشطة الحرجة	Latest Finish	Latest Start	Earliest Finish	Earliest Start	Slack LS-ES
A	**Yes**	**2013/06/12**	**2013/05/22**	**2013/06/12**	**2013/05/22**	**0**
B	**Yes**	**2013/07/03**	**2013/06/12**	**2013/07/03**	**2013/06/12**	**0**
C	**Yes**	**2013/10/23**	**2013/07/03**	**2013/10/23**	**2013/07/03**	**0**
D	**Yes**	**2013/10/23**	**2013/07/03**	**2013/10/23**	**2013/07/03**	**0**
E	**Yes**	**2014/01/29**	**2013/10/23**	**2014/01/29**	**2013/10/23**	**0**
F	No	2015/12/16	2015/12/02	2014/02/12	2014/01/29	96
G	**Yes**	**2014/05/21**	**2014/01/29**	**2014/05/21**	**2014/01/29**	**0**
H	No	29/10/2014	24/09/2014	05/03/2014	29/01/2014	16
I	**Yes**	**25/06/2014**	**21/05/2014**	**25/06/2014**	**21/05/2014**	**0**
J	**Yes**	**29/10/2014**	**25/06/2014**	**29/10/2014**	**25/06/2014**	**0**
K	No	06/01/2016	11/11/2015	16/07/2014	21/05/2014	77
L	**Yes**	**07/01/2015**	**29/10/2014**	**07/01/2015**	**29/10/2014**	**0**
M	No	22/07/2015	27/05/2015	04/03/2015	07/01/2015	20
N	**Yes**	**15/04/2015**	**07/01/2015**	**15/04/2015**	**07/01/2015**	**0**
O	No	05/08/2015	22/07/2015	18/03/2015	04/03/2015	20
P	No	17/02/2016	06/01/2016	27/08/2014	16/07/2014	77

Q	**Yes**	**15/04/2015**	**07/01/2015**	**15/04/2015**	**07/01/2015**	**0**
R	**Yes**	**05/08/2015**	**15/04/2015**	**05/08/2015**	**15/04/2015**	**0**
S	**Yes**	**23/12/2015**	**05/08/2015**	**23/12/2015**	**05/08/2015**	**0**
T	**Yes**	**17/02/2016**	**23/12/2015**	**17/02/2016**	**23/12/2015**	**0**
U	No	20/01/2016	16/12/2015	19/03/2014	12/02/2014	96
V	No	17/02/2016	20/01/2016	16/04/2014	19/03/2014	96
W	**Yes**	**2016/03/30**	**17/02/2016**	**30/03/2016**	**17/02/2016**	**0**

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (03) وباستخدام وبرنامج (WinQSB).

بالنسبة للنشاط (A): نظرا لأنه أول الأنشطة ولا يستلزم القيام به إتمام أي نوع آخر من النشاط قبله، فإن أول وقت بدء ممكن بالنسبة له يكون هو لحظة بدء المشروع، وهذا التاريخ يرجع إلى بداية الأشغال. ومنه فإن البدء اللحظي للنشاط (A) سوف يبدأ في الوقت صفر. وهذا الصفر معناه2013/05/22.

وبناء على ذلك فإن أول وقت إتمام ممكن للنشاط (A) حسب المعادلة هو (0+3)=3 ويعني ذلك أن النشاط (A) يمكن إتمامه بعد ثلاثة فترات زمنية من بدء المشروع ككل وهذا معناه أن نهاية المبكرة لنشاط (A) هي2013/06/12. وذلك بفرض أن هناك بدء فوري وإتمام للنشاط في الوقت المحدد له.

بالنسبة لنشاط (B): نظرا لأنه لا يمكن البدء في هذا النشاط إلا بعد إتمام النشاط (A) والانتهاء منه، فإن أول وقت بدء ممكن هو مجرد الانتهاء من النشاط (A) والموافق لـ 2013/06/12. ويكون ذلك بعد ثلاثة أسابيع من بدء المشروع ككل. وحيث أن الوقت اللازم هو 3 أسابيع فإن أول وقت انتهاء ممكن بفرض عدم

تأخر البدء أو إنجاز النشاط هو (3+3)=6 هذا معناه أن النشاط (B) يمكن إتمامه بعد 6 أسابيع أي بتاريخ 2013/07/03.

بالنسبة لنشاط (C): باستخدام نفس المنطق المتبع في النشاط (B) نجد أن أول وقت بدء ممكن هو 2013/07/03 وأن وقت إتمام النشاط (C) هو 16 أسبوع أي بعد 22 أسبوع من بدء المشروع الكلي.

أما في ما يخص حساب الفائض الإجمالي من خلال استخدام الجدول السابق والذي يوضح أزمنة البداية المبكرة والمتأخرة يمكن تحديد ما يسمى بالوقت الفائض الإجمالي لكل الأنشطة كما هو موضح في العمود الأخير في الجدول رقم(05).

الفائض الإجمالي: يتم استخراجه من خلال طرح قيم الإنتهاء المبكر من زمن الإنتهاء المتأخر أو بطرح قيم الإبتداء المبكر من قيم الإبتداء المتأخر.

فعلى سبيل المثال بالنسبة للنشاط (A)

الفائض الإجمالي= (2013/05/22) −(2013/05/22)=0

= (2013/06/12) −(2013/06/12)=0

أم بالنسبة للنشاط (F):

الفائض الإجمالي= (2015/12/16) −(2014/02/12)=96

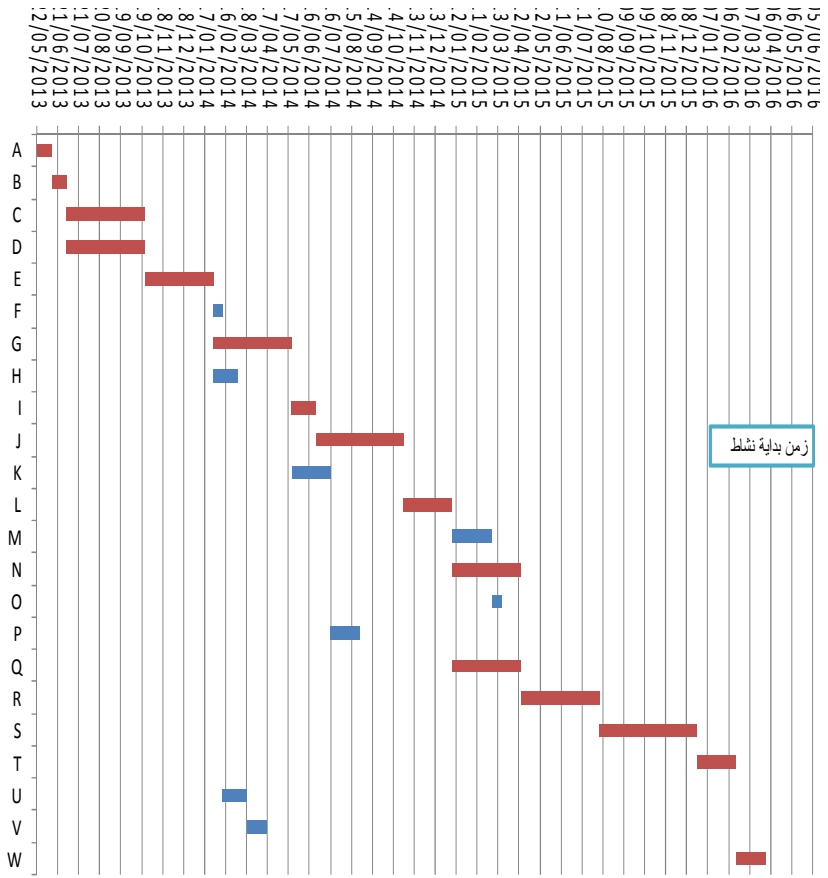
= (2015/12/02)−(2014/01/29)=96.

يمكن أن يأخذ الفائض الإجمالي قيمتين موجبة أو معدومة، أما القيم الموجبة فهي تدل على أن النشاط مرن أي يمكن أن يتأخر بمقدار الفائض الإجمالي دون أن يؤثر ذلك على تاريخ تسليم المشروع، مثلا نشاط "تركيب لإمدادات الكهرباء المؤقت" يمكن أن يتم تأخير هذا النشاط بمدة يوم واحد 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.

4.3 رسم مخطط غانت

يمكننا رسم مخطط جانت وذلك بالاعتماد على الأوقات المتاحة، حيث أن الأشرطة الملونة بلون أحمر هي الأنشطة الحرجة في المشروع، والأشرطة الملونة بلون أزرق هي الأنشطة العادية.

الشكل رقم (01): مخطط غانت لمشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية بسكرة



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج MS Excel

خريطة جانت هي أحد المخرجات القيمة لإعداد الجدول الزمني حيث أنها تسمح للمقاول بتصور الخط الزمني للمشروع من البداية إلى النهاية، ويمثل كل خط على خريطة جانت أحد المهام ويوضح تواريخ بداية ونهاية المهمة بناء على المهمة السابقة لها ومدتها الزمنية، ومن خلال مخطط خانت أصبح لدينا تصور بسيط وواضح لسير الأعمال في مشروع إنجاز جناح مكاتب الأساتذة، حيث يمكن التعرف في كل وحدة زمنية على الأنشطة المراد انجازها وتواريخ بداية ونهاية كل نشاط. **4. خاتمة:**

يقتضي التخطيط الجيد للسيطرة على الزمن في إنجاز المشاريع استخدام التقنيات الحديثة مثل التحليل الشبكي (PERT/CPM)،فهي تمكن من إعداد خطة محكمة للمشروع وذلك برسم شبكة تحدد المسار الحرج الذي يجب على صاحب المشروع اتباعه للوصول إلى أحسن النتائج، ومن خلال الدراسة التطبيقية التي أجريناها على مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية ببسكرة خلصنا إلى النتائج التالية:

- تقسم مشروع إنجاز 60 وحدة سكنية بولاية بسكرة إلى مراحل وأعمال رئيسية وفرعية، حيث تم تقسم المشروع إلى أنشطة رئيسة في حدود 23 نشاط وأنشطة فرعية في حدود 156 نشاط ويطلق على هذه الخطوة تحليل أنشطة المشروع.
- تم إعداد جدولة زمنية لأنشطة 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 ما يعادل 149أسبوع والتي تحاكي الواقع الفعلي لتنفيذ المشروع، وتم رسم شبكة الأعمال(PERT) لمشروع 60 وحدة سكنية بحيث تكون 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 في تنفيذ أي مهمة حرجة، بسبب عدم وجود فائض زمني في أي نشاط على هذ المسار.

وعلى ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج فإننا نعرض فيما يلي مجموعة من التوصيات أهمها:

- ضرورة التركيز على مرحلة التخطيط والتصميم من مواصفات ورسومات وكميات وإعطائها الوقت المناسب والكافي من الدراسة، وعمل الاختبارات الكافية قبل البدء في بناء المشروع، وذلك لتجنب التعديلات والأعمال الإضافية ؛
- التعرف على الأساليب الكمية الحديثة والمتطورة المستخدمة في مجال إدارة المشاريع والتي تطبق في الدول المتقدمة في إنجاز المشاريع، وذلك بعد توفير مقوماتها ؛
- القيام بدورات تدريبية وتكوينية لمخططي المشروعات على كيفية تطبيق أساليب التحليل الشبكي والتي تشهد تطورات سريعة ومستمرة وتكريسها في إنتاج قرارات أكثر فعالية.

5.المراجع:

(1) محمد توفيق ماضي، الأساليب الكمية في مجال الإدارة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1998، ص237

(2)Joseph G.monks, Gestion de la production et des opérations, édition Mc Graw – Hill, Paris, 1993, P:323.

(3)Denis Dumoulin, Mathématique gestion– Cours et Applications–, Economica, Paris, 1993, P188 :

(4) محمد راتول، بحوث العمليات، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر العاصمة، الطبعة الثالثة، 2008، ص: 292.

(5) محمود العبيدي، مؤيد الفضل، إدارة المشاريع منهج كمي، مؤسسة الوراق للنشر، عمان،2010، ص: 180.

(6) لوواس.بفا، راكشيكي. سارن، إدارة الإنتاج والعمليات –مدخل حديث–، تعريب محمد محمود لوسواربي، مراجعة سرور على إبراهيم سرور، تقديم بن عبد الله العبيد، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2000، ص ص: 345– 434.

(7) Jean pierre Védrine et al, Techniques quantitatives de gestion. Vuibert, Paris, 1985, P:192.193.

(8) Bruce P. Phillips,." Successful Fast Track Construction Project Management", University of Washington West 1988.P.166.