إدارة
المشاريع الهندسية

المهندسة
منى عبد الرزاق الفاعوري

أعد هذا الكتاب
بالإعتماد على الخطط الجديدة لجامعة البلقاء التطبيقية

المجتمع العربي للنشر والتوزيع
الإعصار العلمي

إدارة المشاريع الهندسية

دار الإعصار العلمي للنشر والتوزيع

الأردن - عمان - مرج الحمام - شارع الكنيسة - مقابل كلية القدس
هاتف 0096265713906 فاكس 0096265713907
www.dar-aleasar.com

مكتبة المجتمع العربي

الأردن - عمان - وسط البلد - في السلط - مجمع خلوي 5651920 79 962+ ص.ب 244
الأردن - عمان - الجامعة الأردنية - ش. الملكة رانيا العبدالله - مقابل كلية الزراعة - مجمع زهدي حمدة التجاري
www.muj-arabi-pub.com
E-mail : info@muj-arabi-pub.com
moj_pub@yahoo.com

9789957833558

إدارة المشاريع الهندسية

إدارة المشاريع الهندسية

تأليف

المهندسة

منى عبد الرزاق الفاعوري

الطبعة الأولى

2014م – 1435هـ

دار الإعصار العلمي للنشر والتوزيع

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

المملكة الأردنية الهاشمية

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(2013/8/3008)

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

جميع حقوق الطبع محفوظة

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي مسبق من الناشر.

عمان – الأردن

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior permission in writing of the publisher.

الطبعة العربية الأولى

2014م – 1435هـ

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

عمان – وسط البلد – ش. السلط – مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس 4632739 ص.ب. 8244 عمان 11121 الأردن
عمان – ش. الملكة رانيا العبد الله – مقابل كلية الزراعة –
مجمع زهدي حسونة التجاري
www: muj-arabi-pub.com
Email: Info@ muj-arabi-pub.com
Email: Moj_pub@yahoo.com

دار الإعصار العلمي للنشر والتوزيع

الاردن - عمان - مرج الحمام - شارع الكنيسة - مقابل كلية القدس
هاتف 0096265713906 فاكس 0096265173907
www.dar-aleasar.com

ISBN 978-9957-83-355-8 (ردمك)

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	7
الفصل الأول	
مراحل تنفيذ المشروع	11
الفصل الثاني	
تقدير تكلفة المشروع	23
الفصل الثالث	
تخطيط المشروع	43
الفصل الرابع	
الجدولة الزمنية للمشروع ورسم الشبكات	53
الفصل الخامس	
تقصير زمن المشروع	109
الفصل السادس	
الرقابة على زمن المشروع	135
الفصل السادس	
الرقابة على تكلفة المشروع	135
الفصل السابع	
إدارة الموارد	147
الفصل الثامن	
الإدارة المالية للمشروع	153
الفصل التاسع	
تلخيص لبعض المصطلحات الهامة	169
المراجع	173

المقدمة

عرفت الإدارة كعلمٍ له قواعده وأسسه ومدارسه منذ أواخر القرن التاسع عشر، وخلال القرن العشرين، حيث شارك في إثراء هذا العلم عدد من العلماء الباحثين الذين كانت لدراستهم وتجاربهم أثراً واضحاً.

ولما له أهمية على المجتمع في الوقت الحالي، لقد تم إعداد هذا الكتاب والذي يتحدث عن المشروع وعناصره وطرقه وعن إدارة المشروع ومرحلة تأسيس المشروع والتخطيط له وتنفيذه بالوقت المحدد ومراقبته والتحكم به، وحتى مرحلة إنهاء المشروع، وتسليمه على أكمل وجه.

الفصل الأول

مراحل تنفيذ المشروع

الفصل الأول

مراحل تنفيذ المشروع

تعريف المشروع:

هناك عدة تعاريف للمشروع، وسندرس عدداً منها، علماً أنها جميعها تصب في نفس المضمون.

أولاً: هو عبارة عن رسم خطة من أجل بذل مجهود لتحقيق متطلبات محددة، ويتصف المشروع بأن له أهداف محددة وبداية محددة ونهاية محددة.

ثانياً: هو نشاط تجاري أو صناعي أو حربي أو خدمي. وله مجموعة من النشاطات والعمليات التي ينتهي المشروع عند الانتهاء من تنفيذها، ويحقق أغراض معينة، وله ميزانية "مقيدة" Budget، ويعتبر كل نشاط في المشروع له بداية ونهاية محددة، وتعتمد النشاطات على الموارد المادية مثل الآلات والمعدات وعلى الموارد البشرية.

ملاحظة: لا يمكن تنفيذ أي نشاطات بدون موارد.

والهدف من التخطيط لأي مشروع هو تحقيق أهداف المشروع التالية:

أ. تحقيق أقل كلفة ممكنة Cost.
ب. إنجاز المشروع ضمن الوقت المحدد Time.
ج. الاستخدام الجيد للموارد Resources.

ومن المعلوم أنه أثناء مرحلة التنفيذ للمشروع وفي الموقع نحتاج إلى وقت كبير وتكلفة ضخمة، وتتسم أعمال الموقع بقابليتها الشديدة للتأثر بأحداث كثيرة من الصعب التنبؤ بها، وفي ظل ظروف عدم التأكد هذه يصبح زمن وتكاليف

التنفيذ عرضة للازدياد وبدون إنذار مسبق، لذلك فإن الرقابة الدقيقة والمستمرة أثناء هذه المرحلة تمثل ضرورة حتمية إذا كان الهدف هو تنفيذ المشروع في فترة زمنية وبتكلفة محددتين.

وتبدأ إدارة المشروع بإعداد ميزانية تقديرية وإعداد برنامج عمل مفصل للأعمال واللذان يشكلان الأهداف المقبولة لتكلفة المشروع وزمن التنفيذ وهو ما يسمى بخطة المشروع.

ومع بداية تنفيذ المشروع يتم إنشاء نظام للمتابعة يقوم بقياس التكلفة الفعلية ومعدل الانجاز للأعمال بالمشروع على فترات منتظمة، ويقوم نظام المتابعة بمقارنة هذه البيانات بالخطة، وتكشف عملية المقارنة بسرعة عن استثناءات تدل فيها البيانات الفعلية عن حدوث انحراف عن الخطة.

وتولي إدارة المشروع الاهتمام إلى هذه الاستثناءات لتحديد الانحرافات وعلاجها بسرعة تجنباً لتدهور المشروع.

بالإضافة إلى ذلك تقوم إدارة المشروع على متابعة زمن تنفيذ المشروع وتكلفته فإن إدارة المشروع تعنى بإدارة الموارد وكذلك الإدارة المالية للمشروع.

وتهدف إدارة الموارد إلى التعيين المسبق لاحتياجات المشروع من العمالة والمعدات والمواد، وتحديد أوقات الاحتياج إليها، وترتيب الإجراءات اللازمة لضمان توفيرها في الموقع في الوقت المناسب.

وحيث تحتاج إدارة المشروع إلى تجميع وتشغيل وتلخيص وتفسير حجم كبير من البيانات الرقمية، وحيث يحتاج مدير المشروع إلى إن يتفاعل بسرعة من الظروف المتغيرة للمشروع عند أي وقت باتخاذ قرارات سريعة، لذلك فإن الحاسوب يقدم العون لإنجاز عمليات تشغيل البيانات ويقترح لمدير المشروع حلولاً المشاكل، ويوجد العديد من برامج الحاسوب التي تساعد في إدارة المشروع مثل البرامج

المحاسبية أو برامج الرواتب أو برامج المراسلات وكذلك برامج إدارة المشاريع "P3" Primavera Project Planner "إدارة المشاريع بالمسار الحرج" وهو من أهم البرامج المتخصصة في إدارة المشاريع، وقد صممته شركة Primavera وهي شركة رائده في عملية صناعة إدارة المشاريع تأسست عام 1983 ولها فروع عديدة، وعنوانها على الانترنت (www.primavera.com)، ويعتمد برنامج P3 على طريقة المسار الحرج (Critical Path Method CPM) في العمل والتي هي منهج تقني لإعداد خطط وبرامج تنفيذ المشاريع والتحكم بسير العمل بها من حيث عنصر الوقت مع تنظيم وتحديد احتياجات العمل والعمال والمعدات والمواد ورأس المال (الموارد Resources) هذه الطريقة إلى طورت في الأعوام 1956- 1959 في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل فريق من المستشارين بالتعاون مع شركة "دي بونت"، وكذلك فإن P3 يعتمد على طريقتين لعرض وإظهار المعلومات هما:

أ. مخطط الإدارة Bar chart.

ب. طريقة تمثيل المعلومات PERT.

ويمكن من خلال برنامج P3 ربط المستويات الإدارية للشركة من خلال إرسال أو استقبال البريد الإلكتروني الذي يحتوي المشروع أو أوامر الإدارة العليا أو من خلال تثبيت البرنامج على شبكة network بحيث يتم تحديد إمكانية الرؤية أو القراءة والتعديل على البرنامج لكل فرد من موظفي الشركة كلاً حسب اختصاصه.

كما يوفر برنامج P3 إمكانية الرقابة والسيطرة على مختلف نشاطات المشروع خلال مراحل سير العمل المختلفة ومقارنة ما تم تنفيذه بما خطط له ومعرفة التطابق والانحراف عن الخطط الموضوع ودراسة أسباب ذلك والعمل على تعديل الخطط بما يلائم الواقع وحسب تقرير الموقع الفعلية وهذا العمل يقع في مرحلة المتابعة والسيطرة للمشروع controlling stage ولا بد هنا من أخذ وتدوين الخبرات والملاحظات التي تنتج أو تظهر خلال مرحلة المتابعة والسيطرة على

المشروع لاستخدامها في التخطيط للمشاريع المستقبلية، حيث تعتمد دقة البرمجة في P3 على الخبرات والمعلومات التي يملكها أو يوفرها فريق التخطيط.

كما يمكن تلخيص مهام برنامج بريمافيرا بما يلي:

1) تنظيم الأعمال داخل المشروع.
2) تجهيز التقارير الخاصة بالمشروع.
3) ترتيب لمخرجات المشروع.
4) هيكلة الموارد الخاصة بالمشروع.

أسباب فشل التخطيط للمشاريع:

1. عدم وجود أهداف واضحة وعدم فهمها من قبل مستويات الإدارة المختلفة.
2. نقص البيانات والمعلومات وعدم دقتها.
3. وضع الخطط من قبل أشخاص من خارج المشروع.
4. عدم وجود تفاهم بين القائمين على التخطيط.

أسباب فشل المشروع:

1. الموقع غير المناسب.
2. عدم صلاحية وكفاءة الإدارة.
3. عدم توافر الخبرة في مجال العمل.
4. ضعف القدرة الإدارية.
5. سوء الإدارة المالية.
6. الإهمال.
7. نقص السيطرة على المخزون.
8. النمو غير المسيطر عليه.

ويمكن التقليل من معدلات الفشل للمشروعات الصغيرة من خلال زيادة مستوى تعليم الإدارة كخطوة أولى وذلك عن طريق إعداد برنامج خاص بذلك، تحسين المناخ الاقتصادي، تخفيض معدلات الفائدة.

وتقسم إدارة المشروع عادة إلى ثلاث مستويات:

1) الإدارة التنفيذية Executive Management:

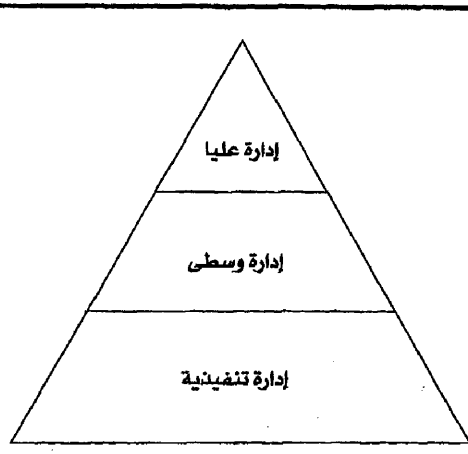
وهي الإدارة التي تعمل على تنفيذ ومتابعة سير العمليات وهي مسؤولة عن التأكد من تحقيق الأهداف وإتباع الخطط الموضوعة وتمتاز هذه الفئة بتغليب القدرات العملية والفنية على القدرات الإدارية وتقوم برفع وإرسال التقارير إلى مستويات الإدارة المتوسطة وهي بالتالي حلقة الوصل بين العمالة والإدارة.

2) الإدارة الوسطى Middle Management:

ومن أهم واجباتها التنسيق ورفع التقارير المقدمة من الإدارة التنفيذية إلى الإدارة العليا بعد مراجعتها واختصارها وإيصال قرارات وأوامر وتعديلات الإدارة العليا على الخطط إلى الإدارة التنفيذية .read and write access.

3) الإدارة العليا Upper Management:

وهم المديرون الذين يشغلون المراكز العليا، وتتميز هذه الفئة بمسؤوليتها وعلاقتها الواسعة مع الشركات الأخرى وهي بالتالي مسئولة عن معظم القرارات الرئيسية في الشركة مثل تحديد وتطبيق سياسة الشركة والاتصالات والسياسات الخارجية مع الشركات الأخرى وتوقيع العقود...الخ.



مستويات الإدارة

وعادة ما يكون فريق التخطيط جزاء من الإدارة العليا للشركة وهو المسئول عن عمل برامج P3 إدارة المشاريع التابعة للشركة.

ملاحظة: نجاح أي مشروع باختلاف طبيعته وحجمه يعتمد بدرجة كبيرة على كفاية إدارة هذا المشروع حيث أن الإدارة هي العنصر الأساسي الذي يبعث الحياة في المشروع بحيث يصبح المشروع مشروعاً ناجحاً.

أنواع المشاريع:

1. **المشاريع الصناعية:**

وهي مشاريع تقوم باستلام المواد وتصنيعها وتوزيعها بشكل جديد مثل المنتجات الزراعية.

2. المشاريع التجارية:

وهم الوسطاء الموجودين في القنوات التوزيعية والعاملين على بيع وإيصال السلع من المنتج إلى المستهلك النهائي أو الحلقات التوزيعية، مثل قيام التجار بشراء السلع من المنتج الأصلي بغرض بيعها إلى تجار التجزئة.

3. المشاريع الخدمية:

وهي المشاريع العاملة في مجال الخدمات، سواء كانت الخدمة إلى السلعة التي يمتلكها الزبون أو إلى الزبون نفسه، مثل شركات التأمين، شركات المأكولات السريعة، البنوك، الخدمات العامة...الخ.

مراحل التخطيط للمشروع:

أولاً: مرحلة التخطيط (Planning) والتنظيم والجدولة (Scheduling):

يمر التخطيط بمراحل مختلفة تؤدي إلى الحصول في النهاية على خطة متكاملة، وعند وضع خطة المشروع فإننا نمر بالمراحل التالية:

وخلال هذه المرحلة يقوم فريق التخطيط للمشروع بالأعمال التالية:

أ. تحديد نوع وطبيعة ومتطلبات المشروع (توضيح أبعاده والأهداف الرئيسية فيه).
ب. تقسيم المشروع إلى نشاطات ولدرجة مقنعة يختارها فريق التخطيط بحيث توضع العمل والموازنة والموارد للمشروع، ويفضل أن تتطابق هذه النشاطات ما أمكن مع جدول الكميات (B.O.Q) ويتم عمل ذلك بقائمة Activity List.

فعاليات المشروع:

نسبة الوقت	نسبة الانجاز	تاريخ الانتهاء	تاريخ البدء	المدة الزمنية	وصف	رقم الفعالية
time	%	EF.	E.S.	O.D	Des.	Id

مثال: تقسيم مشروع لعدد من الفعاليات "مشروع هندسي معماري".

ACTIVITY ID	ACTIVITY DESCRIPTION	O.D	E.S	E.F	%	IME SCALE
F1EC1	SLAB SUPPORT &DECKING	8	TASK			
F1EC2	STEEL REINF.	8	TASK			
F1EC3	SLAB CAST	1	TASK			
F1EC4	VERTICAL ELEMENTS	18	TASK			
F1EC5	SLAB SUPPORT RELEASE	0	S. MILESTONE			
F1EB0	BLOCK MASONRY	10	TASK			
F1EF0	FINISHING WORK	40	TASK			
F1WC1	SLAB SUPPORT &DECKING	6	TASK			
F1WC2	STEEL REINF.	6	TASK			
F1WC3	SLAB CAST	1	TASK			
F1WC4	VERTICAL ELEMENTS	14	TASK			
F1WC5	SLAB SUPPORT RELEASE	0	START MILESTONE			
F1WB0	BLOCK MASONRY	10	TASK			
F1WF0	FINISHING WORK	30	TASK			
F2WC1	SLAB SUPPORT &DECKING	6	TASK			
F2WC2	STEEL REINF.	6	TASK			
F2WC3	SLAB CAST	1	TASK			
F2WC4	VERTICAL ELEMENTS	14	TASK			

ACTIVITY ID	ACTIVITY DESCRIPTION	O.D	E.S	E.F	%	IME SCALE
F2WC5	SLAB SUPPORT RELEASE	0	START MILESTONE			
F2WB0	BLOCK MASONRY	10	TASK			
F2WF0	FINISHING WORK	30	TASK			
HO00	HANDING OVER	0	FINISH MILESTONE			

ج. تحديد أسلوب الإنشاء وتسلسل النشاطات.

د. تحديد الأجندة التي تعمل بموجبها النشاطات والموارد.

فعندما نفتح ملف لمشروع جديد نقوم بتحديد عدد أيام العمل الأسبوعي وفي الغالب يكون 6 أيام ولكن أحياناً يكون عندنا أيام عطل رسمية مثل رأس السنة الميلادية، السنة الهجرية، عيد العمال، ولذلك نقوم بتحديد هذه الأيام في الأجندة خاصة أسمها Global Calendar وتطغي هذه العطل على كل الفعاليات والأنشطة الموجودة في البرنامج، ثم نضيف الأجندة اخري يكون أسمها Calendar 1 ويكون محتواها فقط عبارة عن العطلة الأسبوعية، ثم نقوم بعمل الأجندة الأخرى بأي اسم ومحتويات تريدها حسب المشروع.

مثال: تنشئ الأجندة التالية:

GLOBAL CALENDAR:

A. 01.01 (R)
B. 01.10.(R)
C. 30.10.00
D. 6.11.00-9.11.00
E. 25.12.00-26.12.00
F. 5.01.01

CALENDAR 1: (7 DAYES EXAPTION FRIDAY)

CALENDAR 2: (7 DAYES)

CALENDAR 3: (SAT. / MON /WED)

ه. إعداد الموازنة التخطيطية للمشروع بحيث يتم تعريف وتحديد الموارد ومدى توفرها وأسعارها وتكلفة كل مورد.

و. حساب الزمن اللازم لكل نشاط من الأنشطة.

ز. إعادة تقييم وضع المشروع حتى الوصول إلى أفضل الحلول والتوافق والتوفيق بين الزمن والكلفة اللازمين للمشروع.

1) مرحلة الضبط والمراقبة Controlling Stage:

تبدأ هذه المرحلة بعد تاريخ المباشرة للمشروع ويكون واجب فريق التخطيط فيها ما يلي:

- جمع المعلومات وحسب الواقع، ويمكن استعمال التقارير اليومية أو الأسبوعية أو الشهرية لجمع المعلومات عن المشروع بحيث نبحث معلومات عن كل من الزمن واستعمال الموارد والتكلفة وتغذيتها للمشروع على فترات منتقاة ودورية/ شهرية مثلاً.
- مقارنة هذه المعلومات مع الموجود على المخطط الهدف Target من منظور الزمن والتكلفة والموارد.
- تحديد أية مشاكل أن وجدت وتوفير السبل لحلها.
- إعادة تصميم خطط المشروع بناء على المعلومات المتوفرة عن المشروع.

الفصل الثاني

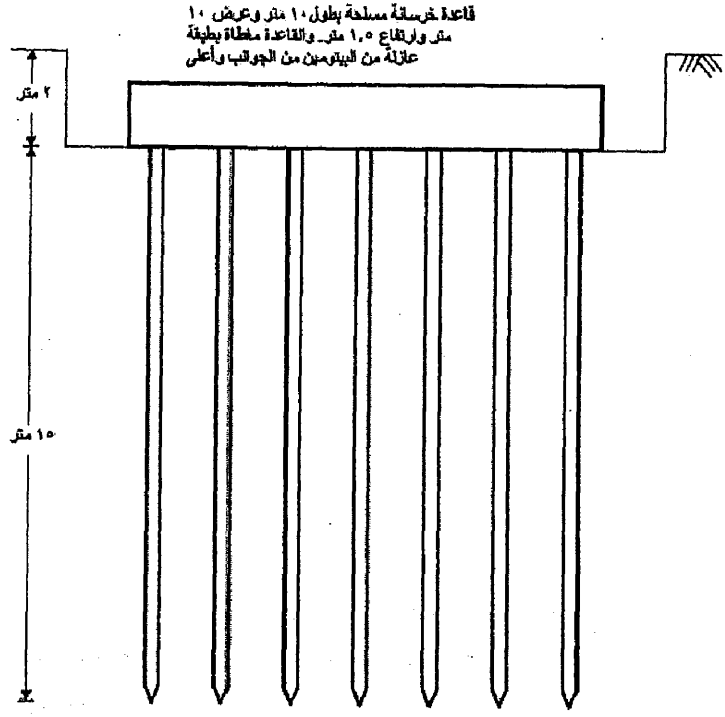
تقدير تكلفة المشروع

الفصل الثاني

تقدير تكلفة المشروع

مثال:

مشروع إنشاء قاعدة خرسانية مرتكزة على خوازيق خرسانة، وسيتم ترسيته كعطاء منافس، لذا فإن إدارة المشروع سوف تتم من جهة المقاول الرئيسي الذي سوف يتم اختياره للمشروع، والشكل التالي يوضح المخطط.



شكل (2 – 1) المشروع المثال

تقدير تكلفة المشروع:

وتبدأ مرحلة تقدير تكلفة المشروع فعليا أثناء مرحلة التصميم حيث يقوم المصمم بحساب التكاليف التقريبية للمشروع ومتابعتها باستمرار بهدف مساعدة المالك في اتخاذ قرار حول جدوى المشروع (في مرحلة الفكرة ودراسة الجدوى) وحتى يكون المالك على معرفة بما إذا كانت كلفة المشروع ضمن إمكانيته أو لا. وفي مرحلة دراسة العطاء أو الجدوى يقوم المقاول بعمل تقدير تكلفة مفصل ودقيق بهدف إعداد عروض أسعاره، ويتم اختزال تقدير التكلفة كموازنة تقديرية في حالة رسو العطاء علية لاستخدامها في الرقابة على التكلفة أثناء التنفيذ.

يجب أن نأخذ بالاعتبار تأثير الزمن على التكاليف، ويحاول المعنيون بمراقبة الموارد المالية للمشروع الاحتفاظ بالتكامل المالي للمشروع بالإبقاء على خاصيتي التكلفة التاليين تحت السيطرة والمراقبة:

أ) ما مقدار الأموال التي سنحتاجها عند اختيار الأوقات في أثناء التقدم بالمشروع؟

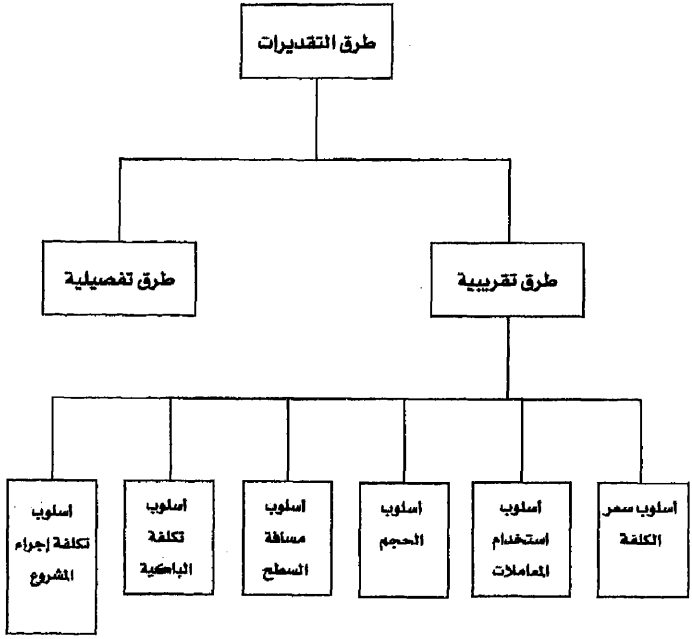
ب) هل سنحتاج إلى الأموال لدفع ثمن المواد، والعمالة، وللنفقات الأخرى عبر تقدم المشروع؟

فيما يلي عوامل تكلفة أساسية تساعد لتفي بالموازنة وتحتفظ بتدفقات نقدية سليمة:

- جدولة تكاليف المشروع لمعرفة متى تكون المدفوعات واجبة الأداء.
- مراقبة تكاليف المشروع بالتنبؤ بالتكلفة النهائية في فترات زمنية مبكرة من المشروع.

هذه الأمور تساعد على تحقيق الاستقرار المالي للمشروع.

تعتبر الميزانية جزءاً من التخطيط وايضاً تستخدم كآلية مراقبة تعطي الأساس الذي نستطيع منه مقارنة الأداء الفعلي وقياسه وتفسيره وتصحيحيه، ويجب أن تراجع الميزانية وأن تستخدم كبرنامج للنفقات المخططة وهي توفر الأداء الأكثر أهمية في إدارة المشروع.



الطريقة التقديرية لحساب التكلفة:

هي طرق تستخدم للتقدير المبدئي للتكلفة في مرحلتي التخطيط والتصميم وذلك عندما لا يكون المشروع معرفا تعريفاً دقيقاً بعد، وتعتمد هذه التقديرات علي معرفة التكلفة الفعلية لوحدات كبيرة من المشروع تم الحصول عليها من مشروعات سابقة، فعملية التقدير تمثل في الواقع بناء المشروع على الورق بكافة تفاصيله بما في ذلك برمجة التنفيذ واختيار المعدات والموارد والمواد وتقدير معدلات الإنتاجية وتشكيل أطقم العمل كمّاً وكيفاً ومن ثم تحديد كل وحدات

العمل. ويتم ضبط هذه القيم لتعكس الظروف الخاصة بالمشروع الجديد مثل وقته ومكانه.

وتقسم الطرق التقديرية لحساب التكلفة إلى ما يلي:

أولاً: أسلوب سعر الوحدة (Unit Method):

تعتمد هذه الطريقة على اختيار وحدة قياسية وظيفية من ثم ضرب عدد الوحدات بكلفة الوحدة التقريبية وذلك لتقدير الكلفة الإجمالية للمشروع.

مثال: المدارس – كلفة عقد الطالب – المستشفيات – كلفة السرير – مواقف السيارات – كلفة الحيز المخصص للسيارة.

ثانياً: أسلوب استخدام المعاملات:

يتم تقدير تكلفة المنشأ بتعديل تكلفة تنفيذ منشأ آخر مماثل ويتم ضرب تكلفة المنشأ القائم في معاملات بهدف ضبط التكلفة المقدرة للمنشأ الجديد لتعكس ظروف العمل المختلفة ومصاريف العمال... الخ.

ثالثاً: أسلوب الحجم (Cube Rules):

تعتمد هذه الطريقة على المساحة الفراغية كأساس لتقدير الكلفة، حيث تؤخذ ارتفاعات الطوابق في المباني بالحسبان عند تقدير الكلفة، ولقد استخدمت هذه الطريقة بشكل كبير في الماضي، غير أنها عانت من سلبيات كبيرة قلصت من استخدامها إلى حد كبير.

رابعاً: أسلوب مساحة السطح (Superficial Area Method):

تعتمد هذه الطريقة على سعر وحدة المساحة كأساس لتقدير الكلفة، حيث يتم ضرب مساحة الطوابق الإجمالية بتكلفة المتر المربع الواحد.

خامساً: تكلفة الباكية (المقطع):

يتم تقدير التكلفة بناء على تقدير تكلفة الباكية الواحدة ثم ضربها في عدد الباكيات بالمنشأ وتصلح في تقدير تكلفة الأسوار ذات الباكيات المتكررة أو قواطيع المباني المتكررة.

سادساً: أسلوب تكلفة أجزاء المشروع:

يتم تقدير تكلفة المشروع بناء علي التكلفة المجمعة لأجزاء المشروع مثل تكلفة أعمال الموقع، الأساسات، الأعمدة، الأسقف، الأساسات، الحوائط الخارجية، أعمال السباكة، أعمال النجارة.

الطرق التفصيلية لتقدير التكلفة:

نقوم بعمل التقدير التفصيلي للتكلفة فقط عندما تكتمل رسومات ومواصفات المشروع، ويتم تقدير التكلفة بناء على إجراء حصر كامل ودقيق للكميات المطلوبة لإنجاز المشروع، ويشمل تقدير التكلفة علي تعريف وتصنيف وتحليل بنود تكلفة كثيرة متضمنة في عملية التنفيذ، ويتطلب تقدير التكلفة دراسة مفصلة ودقيقة للمشروع وكذلك دراية عميقة بأسعار العمالة والمعدات والمواد.

وكما نعلم، إن تقدير تكلفة المشروع هي عملية محدودة الدقة نسبياً والسبب في ذلك يرجع إلى تفرد مشروع البناء "التعمير" "البناء" كمثال والذي يجعل من كل مشروع حالة خاصة، وبالرغم من هذا فإنه يمكن لشخص مدرب ذو

خبرة باستخدام معلومات من حسابات التكاليف لمشروعات سابقة القيام بتقدير تكلفة مشروع جديد بدقة مقبولة.

خطوات تقدير الكلفة:

✓ **حصر الكميات:**

تمثل الخطوة الأولى في تقدير تكلفة المشروع، ويشمل حصر الكميات علي تصنيف دقيق للأعمال حسب طبيعتها، ويتم حساب الكميات بدقة عالية بواسطة المقاول بالنسبة للأعمال التي ينوي القيام بتنفيذها ذاتياً، ولا يقوم بحصر كميات الأعمال التي يطرحها لمقاولي الباطن، ويقوم المقاول بإعادة حصر الكميات والتي عادة ما يقوم المصمم بإعدادها في عقود أسعار الوحدات وذلك للأسباب التالية:

- معظم المصممين يذكرون إن الكميات التي تم حسابها بواسطتهم هي كميات تقريبية فقط.
- عملية حصر الكميات تضيف دراية ومعرفة بمتطلبات المشروع وتفاصيله.
- معظم بنود الأعمال لا يمكن للمقاول تسعيرها بدون تجزئتها إلى أجزاء أصغر.

جدول حصر الكميات للمشروع:

البند	بنود الأعمال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	إجمالي السعر
1	الحفر في تربة غير مصنفة	$م^3$	380		
2	الخوازيق الخرسانية	م	835		
3	الخرسانة المسلحة للقاعدة	$م^3$	120		
4	عزل الخرسانة	$م^2$	140		
	إجمالي سعر العطاء				

✓ **المدخلات الإدارية:**

قبل البدء في تقدير التكلفة يجب اتخاذ بعض القرارات في بعض الأمور التي تتعلق بتنفيذ المشروع وتؤثر مباشرة على دقة التقدير، وتشمل هذه الأمور جهاز الإشراف على التنفيذ، طريقة تنفيذ المشروع، البرنامج الزمني المبدئي، ومعدات التنفيذ.

والوسيلة الفعالة في بحث هذه الأمور واتخاذ قرارات تتعلق بها هي عقد اجتماع يضم طاقم إدارة المشروع ومجموعة تمثل الهيكل الإداري للمقاول ممن لديهم الصلاحية لاتخاذ قرارات.

1) جهاز الإشراف علي التنفيذ:

من الممارسات الجيدة للإدارة هو اختيار جهاز الإشراف علي تنفيذ المشروع من مهندسين و مراقبين ليس فقط لحساب المتطلبات المالية لدفع رواتبهم ولكن أيضا لإجراء توافق بين قدرات جهاز الإشراف ومتطلبات كل مشروع، حيث إن كثير من المهندسين والمراقبين يؤدون عملهم بطريقة أفضل في نوعيات من المشروعات دون الأخرى.

2) طريقة تنفيذ المشروع:

غالبا ما يوجد أكثر من طريقة لإنجاز عمل معين، يتم اختبار الطريقة الأنسب بعد تقييم الوقت والتكلفة للبدائل المتاحة، وهذا لا يعني إن كل عمليات الموقع تستلزم هذا الاختيار، ولكن تحدد خبرة الشركة ومعداتها الاختيار في معظم الحالات، إلا إن بعض العمليات تستلزم دراسات مفصلة مقارنة لتحديد انسب الطرق.

3) البرنامج الزمني المبدئي:

يستلزم إجراء تقدير التكلفة عمل برنامج زمني تقريبي للمشروع وخاصة في المشروعات التي يستغرق تنفيذها وقتاً طويلاً، وحيث يؤجل المقاول عمل برنامج زمني مفصل ودقيق إلى حين فوزه بالعطاء، فإن ذلك يؤكد علي ضرورة عمل برنامج زمني تقريبي في مرحلة تقدير التكلفة، ويوضح البرنامج الأعمال الأساسية بالمشروع والعلاقة بينها، وكذلك الزمن الكلي لتنفيذ المشروع ككل وزمن بدء وإنهاء كل عمل بالمشروع.

ويشكل وضع تصور لعلاقة مكونات المشروع بالوقت أهمية خاصة لأسباب كثيرة منها إن معظم ملاك المشاريع يفرضون علي المقاول وقتاً محدداً لإتمام المشروع، وتعتمد معظم التكلفة الغير مباشرة للمشروع علي زمن تنفيذ المشروع، وكذلك فإن البرنامج الزمني يمد عملية تقدير التكلفة بمعلومات هامة تتعلق بإنتاجية المعدات والعمالة والتي تتوقف قيمها علي وقت تنفيذ الأعمال ودرجة تأثرها بالعوامل الجوية.

4) معدات التشييد:

تحتاج مشروعات التشييد الثقيل والطرق والمرافق عادة إلى استخدام المعدات علي نطاق واسع، وبالتالي تشكل تكلفة المعدات قدراً كبيراً من التكلفة الكلية لهذه المشروعات، وحيث تختلف تكلفة المعدات بشكل كبير وفقاً لانواعها وأحجامها لذلك فإن عملية تقدير التكلفة لا يمكن أن تتجزأ إلا بعد إتمام اختيار المعدات، وبذلك يكون القائم علي تقدير التكلفة واثقا من إن التكلفة الفعلية للمعدات لن تتغير كثيراً عن التكلفة المقدرة.

✓ **قوائم تقدير الكلفة:**

بعد الانتهاء من حصر الكميات والبت في المدخلات الإدارية يشرع في عملية التقدير وذلك بإعداد قوائم تقدير التكلفة، تفرد قائمة لكل بند من بنود أعمال المشروع والتي يقوم المقاول الرئيسي بتنفيذها ذاتياً، ويوضح شكل (3 – 2) القائمة الخاصة ببند الحفر، كما يوضح شكلي (3 – 3)، (3 – 4) القوائم الخاصة بالخوازيق الخراسانية وبخرسانة المسلحة، وتحتوي كل قائمة علي التكلفة المباشرة للأعمال التي يجب إنجازها حتى يكتمل بند العمل، وأما بالنسبة للبنود التي ينوي المقاول أن يطرحها لمقاول باطن متخصص لذلك فإنه لا يقوم بتقدير تكلفة هذه البنود.

قوائم تقدير التكلفة								
المشروع: القاعدة الخرسانية المرتكزة على خوازيق					بند العمل: الحفر في تربة غير مصنفة			
العمل	الكمية	الوحدة	الحسابات	تكلفة العمالة		تكلفة المعدات	تكلفة المواد	إجمالي التكلفة
				مباشرة	غير مباشرة			
الحفر في تربة غير مصنفة	392	م3	العمالة: 1 سائق حفار 30 دينار/اليوم= 30 د تكلفة طاقم الحفر/اليوم=3د معدل الحفر إلى يومين عمل =60 حفار 300 دينار=300×2= 600	60	30	600		
			إجمالي الحساب	60	30	600		690
				60	30			
إجمالي تكلفة الحفر في تربة غير مصنفة				90		600		

جدول (3 – 2) يوضح قائمة تقدير التكلفة الخاصة ببند الحفر

التكلفة المباشرة:

التكلفة المباشرة لبند عمل هي المصروفات التي تنفق مباشرة على تنفيذ البند وتنقسم التكلفة المباشرة إلى تكلفة المواد والعمالة والمعدات ومقاولي الباطن.

1. تكلفة المواد:

يقوم المقاول عادة بطلب عروض أسعار محددة لمعظم المواد بالمشروع، ويتلقى المقاول عروض أسعار من موردي المواد توضح كتابيا أسعار المواد بالإضافة إلى عناصر أخرى للتكلفة المرتبطة بالمواد مثل تكلفة الشحن، الضرائب، معدلات التوريد إلى الموقع، وكذلك الضمانات وطريقة الدفع واعتبارات أخرى، وتبعاً لذلك فإنه غذا كان حصر الكميات قد تم بدقة عالية فإنه يمكن تقدير تكلفة المواد بنفس الدقة أيضاً. وأحيانا يقوم المالك بإمداد مواد معينة للمقاول عندئذ يقوم المقاول باستبعاد تكلفة الشراء ولكن يمكن إن يضيف عناصر التكلفة المتعلقة بمناولة المواد.

2. تكلفة العمالة:

تمثل التكلفة المباشرة الأجر الصافي الذي يستلمه العامل عن كل يوم عمل، ووجود سجلات دقيقة ومفصلة تم الاحتفاظ بها من مشاريع تم إنجازها حديثا يمثل حجر الأساس للقيام بتقدير تكلفة العمالة في أي مشروع، وتوجد طريقتان أساسيتان يمكن استخدامهما لتقدير تكلفة العمالة المباشرة وهما:

1. طريقة معدل الإنتاج.
2. طريقة تكلفة الوحدة.

أولاً: طريقة معدل الإنتاج:

تعتمد على معرفة معدل الإنتاج اليومي للطاقم، ومعرفة حجم العمل الكلي المطلوب تنفيذه يمكن حساب عدد الأيام المطلوبة لإنجاز البند ككل، ثم يتم ضرب عدد الأيام في تكلفة الطاقم في اليوم لنحصل على التكلفة الإجمالية للعمالة.

ثانياً: طريقة تكلفة الوحدة:

تعتمد على معرفة تكلفة العمالة المباشرة للوحدة، ويمكن على أساسها حساب تكلفة العمالة الكلية بضرب تكلفة العمالة للوحدة في كمية العمل المطلوب تنفيذه.

ويوجد بالإضافة إلى التكلفة المباشرة للعمالة تكلفة غير مباشرة تتمثل في الضرائب على الرواتب، التأمينات على العمال، وكذلك الميزات الأخرى مثل التامين الصحي، برامج التدريب، المعاشات، الإجازات مدفوعة الأجر. وعادةً ما يتم حساب التكلفة الغير مباشرة كنسبة من التكلفة المباشرة للمشروع.

3. تكلفة المعدات:

يتم تقدير تكلفة المعدات في المشروع بطريقة مشابهة لتكلفة العمالة وذلك باستخدام طريقة معدل الإنتاج أو تكلفة الوحدة.

ففي طريقة معدل الإنتاج بمعرفة معدل الإنتاج في الساعة وكذلك حجم الإنتاج الكلي المطلوب تنفيذه يتم حساب عدد ساعات التشغيل المطلوبة، وبمعرفة تكلفة المعدة في الساعة يمكن حساب إجمالي تكلفة للبند.

اما في طريقة تكلفة الوحدة فيجب معرفة تكلفة وحدة الإنتاج، وبضربها في الحجم الكلي للعمل ينتج التكلفة الكلية، ويوجد بعض الاعتبارات الخاصة بالمعدات والتي نوجزها فيما يلي:

- يقصد بالمعدات هي تلك التي يستعملها المقاول في انجاز العمل ولا يقصد بها المعدات التي تصبح جزءاً من المنشأ بعد تنفيذه مثل المصاعد والسلالم المتحركة والغلايات والتي تدخل في نطاق المواد وليس المعدات.
- الأدوات والآلات الصغيرة مثل شواكيش تكسير الخرسانة وهزازات الخرسانة لا تعتبر كمعدات ولكن تؤخذ تكلفتها كإجمالي بالنسبة للمشروع يضاف إلى تكلفته الغير مباشرة.
- يتم حساب تكلفة معدة التشييد طبقاً لطريقة توفيرها في الموقع كما يلي:

1) في المشاريع طويلة الزمن يتم شراء معدة في بداية المشروع والتخلص منها في نهايته ويتم تحميل الفرق بين سعري الشراء والبيع المقدر كإجمالي على فترات المشروع.
2) عند تدبير المعدة عن طريق عقود إيجار طويلة او محددة الأجل يتم استخدام معدل الإيجار لحساب تكلفة المعدة.
3) في كل من الحالتين السابقتين يتم اضافة تكلفة تشغيل المعدة إلى التكلفة المحسوبة والتي تشمل الوقود والزيوت والشحوم والصيانة وقطع الغيار والإطارات وكذلك السائق.
4) عند تملك المعدة يقوم المقاول بتقدير قيمة تملك وتشغيل المعدة في الساعة ويستخدمها لحساب تكلفة المعدة.

ملاحظة: بعض المعدات يكون من الأنسب ان نعبر عن تكاليفها بطريقة أخرى غير التكلفة في الساعة مثل:

1. شدات الخرسانة سابقة التصنيع يفضل حساب تكلفتها على أساس عدد معين من مرات الاستخدام.
2. السقالات والأوناش البرجية تستخدم لفترات زمنية طويلة لخدمة المشروع ككل لذلك تحسب تكلفتها لوحدة الزمن مثل الشهر.
3. محطات خلط الخرسانة والإسفلت ووحدات إنتاج الركام تحسب تكلفتها على وحدة الإنتاج.

ملاحظة: حفظ سجلات دقيقة ومفصلة لكل معدة في الموقع يوفر مصدراً هاماً لتقدير تكلفتها ومعدل إنتاجها والرجوع إلى هذه المعلومات بأي وقت.

4. تكلفة مقاولي الباطن:

إذا كان المقاول الرئيسي ينوي طرح بعض الأعمال في مشروعة إلى مقاولي الباطن فإن عروض الأسعار المقدمة من مقاولي الباطن تعتبر هامة جداً لإتمام تقدير التكلفة للمشروع ككل ويختار المقاول أقل العروض المقدمة من مقاولي الباطن ويضطر المقاول أحياناً إلى تقديم بعض الخدمات للمقاول الباطن في الموقع تضاف تكلفتها إلى العرض المقدم من مقاولي الباطن.

التكلفة الغير مباشرة:

التكلفة الغير مباشرة هي التي تنفق على انجاز وتنفيذ المشروع والتي لا تندرج مباشرة تحت أي من بنود الأعمال بالمشروع وتنقسم التكلفة الغير مباشرة إلى تكلفة للموقع وتكلفة لإدارة الشركة.

وتشمل تكلفة الموقع أجور المهندسين والمشرفين والمراقبين وتجهيز وإخلاء الموقع وتأمين المشروع والإسعافات والأسوار والعلامات والاختبارات بالموقع والأعمال المساحية ويتم في العادة تحميل هذه التكلفة كنسبة من المصروفات المباشرة (5 – 15٪) ويمكن أيضاً حساب تكلفتها بالتفصيل.

وتشتمل تكلفة الإدارة المصروفات العامة للمقاول مثل إيجار المكتب والتأمين والمرافق والتجهيزات المكتبية والتبرعات والإعلانات ومصروفات السفر ورواتب الموظفين وتشكل هذه التكلفة حوالى من 2 – 8٪ من حجم عمل المقاول السنوي لذلك تحمل هذه المصروفات على أي مشروع جديد.

تجهيز عرض الأسعار:

بعد الانتهاء من تقدير التكلفة المباشرة و الغير المباشرة يشرع المقاول في تجهيز عرض الأسعار وذلك بإضافة عناصر تكلفة أخرى تشمل الضرائب وتكلفة خطاب الضمان ثم في النهاية إضافة هامش الربح.

أ. الضرائب:

يتم دفع الضرائب على المصروفات التي ينفقها المقاول على التنفيذ، لذلك فإنه من المعتاد أن تحسب كنسبة من إجمالي التكلفة المباشرة والغير مباشرة.

ب. خطاب الضمان:

خطاب الضمان (أو الكفالة) هي تعهد كتابي صادر من الشركة الضامنة، وهو عبارة عن حماية مالية بصورة محددة لضمان أداء المقاول في المشروع.

خطاب الضمان هو اتفاق ينص على أن الشركة الضامنة سوف تقوم بتنفيذ التزامات المقاول تجاه المالك عند فشل المقاول في القيام بها. بحيث تضمن للمالك أن أي عمل سوف يتم إنجازه طبقاً للعقد، وأن كافة تكلفة التنفيذ سوف يتم دفعها إذا لم يقم المقاول بالتزاماته في العقد.

ويقوم المقاول بشراء هذا الخطاب عند ترسيه عقد المشروع علية من الشركة الضامنة ويقوم بسداد تكلفة لحصول على هذا الخطاب لذلك يقوم المقاول بوضع هذه التكلفة في تقدير التكلفة للمشروع، وحيث أن هذه التكلفة تحسب على أساس القيمة الإجمالية للعقد لذلك فهي آخر ما يضاف إلى التكلفة.

ج. ربح المشروع:

يمثل الربح اقل عائد يتوقعه المقاول عن استثماراته في المشروع وتتراوح قيمته من 5 إلى 20٪ من التكلفة المقدرة للمشروع والنسبة التي يتم تحديدها تمثل الحد الفاصل بين رغبة المقاول في رفع قيمة الربح حتى يحقق أعلى عائد ورغبته في خفض قيمته ليزيد فرصة فوزه بالمشروع بين المنافسين، ويتوقف تحديد نسبة الربح على عوامل كثيرة منها:

1) حجم المشروع ودرجة تعقيده وموقعة.
2) طريقة صياغة مستندات العقد.
3) تقييم المقاول للمخاطر والمصاعب المتعلقة بالمشروع.
4) رغبة المقاول في الحصول على المشروع.
5) مالك المشروع والمصمم والاستشاري.

قائمة التسعير:

لحساب أسعار الوحدات للمشروع تستخدم قائمة تسمى قائمة التسعير والموضحة في شكل 3 – 5 للمشروع المثال، وفي هذه القائمة يتم إدخال عناصر تكلفة العمالة والمعدات والمواد مقاولي الباطن لحساب إجمالي التكلفة المباشرة لكل بند ثم المشروع ككل ويضاف ويضاف إلى التكلفة المباشرة للمشروع التكلفة الغير المباشرة والضرائب والربح وتكاليف خطاب الضمان لتعطي السعر الإجمالي للمشروع.

قائمة تسعير المشروع

المشروع: القاعدة الخرسانية المركزة على خوازيق

بنود الأعمال	الوحدة	الكمية	تكلفة العمالة	تكلفة المعدات	تكلفة المواد	تكلفة مقاولي الباطن	إجمالي التكلفة المباشرة	أسعار العطاء: إجمالي السعر	أسعار العطاء: سعر الوحدة
الحفر في تربة غير صخرية	متر مكعب	392	90	600	—	—	690	851.68	2.17
الخوازيق الخرسانية	متر طولي	735	1305	3650	73500	—	78455	96838.85	131.75
الخرسانة المسلحة للقاعدة	متر مكعب	150	4200	934	79515	—	84649	104484.24	696.56
عزل الخرسانة	متر مربع	160	—	—	—	1900	1900	2345.21	14.66
الإجمالي			5955	5184	153015	1900	165694	204520	

التكاليف الغير مباشرة للمشروع 10%	16569	المعامل =204520 ÷ 165694= 1.2343235
الضرائب على المشروع 1%	182263 1823	
الأرباح على المشروع 10%	184086 18409	
تكاليف خطاب الضمان 1%	202495 1997	
إجمالي سعر العطاء	204520	

جدول (3 – 5) قائمة التسعير للمشروع المثال

ويتم تحميل عناصر التكلفة الأربعة الأخيرة على التكلفة المباشرة بقسمة إجمالي سعر المشروع على إجمالي التكلفة المباشرة للحصول على معامل أكبر من الواحد ثم يضرب إجمالي التكلفة المباشرة لكل بند في هذا المعامل للحصول على

معامل أكبر من الواحد ثم يضرب إجمالى التكلفة المباشرة لكل بند في هذا المعامل للحصول علي السعر الإجمالى لكل بند، ويقسم السعر الإجمالى لكل بند علي كمية العمل بالبند لحساب سعر الوحدة.

ويوضح شكل (3 – 5) إن المقاول الرئيسي قام بإسناد أعمال عزل الخرسانة لمقاول باطن بمبلغ 1900، ويوضح الشكل أيضاً إن التكلفة الغير مباشرة للمشروع تبلغ 10٪ من التكلفة المباشرة، وتبلغ الضرائب 1٪ من إجمالى التكلفة المباشرة والغير مباشرة ونسبة الربح 10٪ وتكلفة خطاب الضمان 1٪.

ثم يتم إدخال أسعار الوحدات المحسوبة في قائمة أسعار الوحدات وذلك لتقديمها كعرض أسعار المقاول كما هو في الشكل (3 – 6) للمشروع المثال.

قائمة أسعار الوحدات

بند رقم	بنود الأعمال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	إجمالي السعر
1	الحفر في تربة غير صخرية	متر مكعب	392	2.17	851.68
2	الخوازيق الخرسانية	متر طولي	735	131.75	96838.85
3	الخرسانة المسلحة للقاعدة	متر مكعب	150	696.56	104484.24
4	عزل الخرسانة	متر مربع	160	14.66	2345.21
	إجمالي سعر العطاء				204520

جدول (3 – 6) قائمة أسعار الوحدات للمشروع المثال

الميزانية التقديرية للمشروع:

عند اختيار المقاول لتنفيذ المشروع فإنه يقوم بإعادة هيكلة عناصر التكلفة في صورة تمكنه من أداء الرقابة على التكلفة أثناء التنفيذ الفعلي للمشروع وهو ما يسمي بالميزانية التقديرية للمشروع والتي سوف تمكنه من الرقابة على المشروع أثناء التنفيذ حيث يتم مقارنة التكلفة الفعلية بالتكلفة المقدرة لكشف أي انحراف.

الموازنة التقديرية للمشروع

المشروع: القاعدة الخرسانية المركزة على خوازيق

بنود الأعمال	الوحدة	الكمية	تكلفة العمالة المباشرة	تكلفة العمالة المباشرة/الوحدة	تكلفة المعدات	تكلفة المعدات/الوحدة	تكلفة المواد
الحفر							
الحفر في تربة غير مسنفة	متر مكعب	392	60	0.15	600	1.5	—
إجمالي البند			60	0,15	600	1.5	—
الخوازيق الخرسانية							
تركيب وفك ماسة الدق	القطعية	—	130	130	500	500	—
دق الخوازيق	متر طولي	735	500	0.68	2750	3.74	73500
تكسير رؤوس الخوازيق	القطعية	—	240	240	400	400	—
إجمالي البند			870		3650		73500
الخرسانة العادية للقاعدة							
تسليح الشدات الخشبية	متر مربع	60	600	10	—	—	1140
تركيب الشدات	متر مربع	60	360	6	24	0.4	—
فك الشدات	متر مربع	60	120	2	—	—	—
حديد التسليح	طن	30	1500	50	150	5	39000
صب خرسانة	متر مكعب	150	220	1.47	760	5.1	399375
إجمالي البند			2800		934		79515

شكل (3 – 7) الميزانية التقديرية للمشروع المثال

الفصل الثالث

تخطيط المشروع

الفصل الثالث

تخطيط المشروع

مفتاح النجاح لأي مشروع يكمن بالتخطيط، إن وضع خطة المشروع هو أول شيء يجب فعله عند القيام بأي نوع من أنواع المشاريع.

غالباً ما يتم تجاهل مرحلة تخطيط المشروع وذلك من أجل البدء بالتنفيذ مباشرةً، ومع ذلك فإن كثير من الشركات لا تدرك قيمة التخطيط للمشروع ومالهُ من أهمية في توفير الوقت والمال والتقليل من المشاكل التي تواجههم أثناء تنفيذ المشروع.

تخطيط المشروع هو ضبط طريقة تنفيذ المشروع خلال فترة زمنية معينة وعادةً ما تتم ضمن مراحل محددة وموارد محددة.

مرحلة تخطيط المشروع:

يهتم تخطيط المشروع بوضع تصور قابل للتنفيذ للعمليات التي يتم بتنفيذها إنجاز المشروع، وتشتمل هذه المرحلة على تحديد العمليات التي يجب تنفيذها والترتيب الذي يجب أن تنفذ به، ويستلزم هذا دراية عميقة بأساليب البناء "التعمير" أو "التشييد" مع قدرة على صياغة المشروع في صورة أجزاء عمل منفصلة الإنشاء وتحديد العلاقة بينهم، فلهذا السبب يفضل إن يقوم بهذه المهمة أفراد لديهم خبرة كبيرة بالعمل في مواقع البناء.

وهناك أساليب كثيرة لتخطيط المشروع، ومن أهمها طريق المسار الحرج والذي يرتكز أساساً على عمل نموذج تخطيطي يسمي بالشبكة والتي تعرض الأنشطة التي يجب تنفيذها في المشروع والعلاقة بينهما، وتتمثل خطوات عمل التخطيط لمشروع ما في تقسيم المشروع إلى أنشطة وإنشاء العلاقات بين هذه

الأنشطة ،ثم تمثيل الأنشطة والعلاقات بينهما في صورة الشبكة، وفيما يلي كيفية إجراء هذه المرحل الثلاث.

تقسيم المشروع إلى أنشطة:

أنشطة المشروع (Activity): هو أي جزء من المشروع ويستهلك زمناً وموارد ولهُ بداية ونهاية محددتان، وقد يتطلب النشاط بذل مجهود عضلي أو القيام بأعمال كتابية أو إجراء مفاوضات أو تشغيل ماكينات وغير ذلك.

ويطلق على النشاط أسماء أخرى مثل عملية (Task) او وظيفة Job.

إن تقسيم أوجه النشاط إلى عمليات أو نشاطات محددة يختلف من مشروع إلى آخر، ومن أهم الاعتبارات الواجب أخذها بعين الاعتبار ما يلي:

1) المسؤولية عن التنفيذ، فيجب فصل الأنشطة التي يقوم بها المقاول الرئيسي عن تلك التي يقوم بها مقاولو الباطن.
2) الاحتياج إلى نوعية موارد معينة، فيجب فصل الأنشطة التي تحتاج لتنفيذها إلى معدات أو مواد أو حرف مختلفة.
3) المكونات الإنشائية للمنشأ، فيجب فصل الأنشطة حينما تختلف العناصر الإنشائية.
4) تقسيم المشروع حسب طريقة الدفع أو الأسعار فيجب فصل الأنشطة حينما تكون دراسة العطاء مختلفة أو أسلوب الدفع مختلف أو الأسعار المعروضة مختلفة.
5) التقسيم طبقاً للموقع بالمشروع، فيجب فصل الأنشطة حينما يختلف الزمن أو حجم العمالة الذي يحتاجه النشاط.

وبصفة عامة فأن المدى الذي يقسم المشروع فيه إلى أنشطة يختلف كثيراً فمثلاً يمكن تعريف نشاط في مشروع إنشاء مبنى على أنه الخرسانة المسلحة

للقواعد في حين أنة يمكن في مشروع أخر تعريف الخرسانة المسلحة للقواعد على أنها مجموعة من الأنشطة تشمل تجهيز حديد التسليح تصنيع جوانب القواعد ، تركيب الجوانب ، تركيب حديد التسليح ، تقوية الجوانب ، صب الخرسانة ، معالجة الخرسانة، فك الشدات، وعزل القواعد بالبتومين.

وتعتمد الطريقة التي تقسم بها الأنشطة إلى عوامل كثيرة أهمها طبيعة الأنشطة بالمشروع وكذلك على مستخدم التخطيط فالنشاط الخاص بتركيب المصاعد يمثل نشاطاً في التخطيط الخاص بالمقاول الرئيسي ولكنة لا يصلح كنشاط واحد لمقاول الباطن الذي يقوم بتركيبة ويتوقف التقسيم أيضا على مستوى إدارة المشروع فالإدارة في مستوى التنفيذ تحتاج إلى درجة عالية من التفاصيل ولكن المستويات العليا تحتاج إلى درجات تفاصيل أقل ولكن صورة أشمل.

مثال على تقسيم مشروع إلى الأنشطة التالية:

- الحفر.
- شراء وتوريد الخوازيق.
- شراء وتوريد حديد التسليح.
- تصنيع الشدة الخشبية.
- دق الخوازيق.
- تكسير رؤوس الخوازيق.
- تركيب حديد التسليح.
- صب الخرسانة.
- عزل الخرسانة.

تحديد العلاقة بين الأنشطة:

تتعلق هذه المرحلة بالترتيب الذي يتم به تنفيذ الأنشطة بالموقع فهناك علاقة بين كل نشاط بالمشروع وباقي الأنشطة، حيث يكون النشاط إما مرتبط بأنشطة سابقة له ويسمى (Predecessor) أو يرتبط بنشاط تالي ويسمى (Successor) أو لا يكون مرتبط بأي نشاط. مثلاً: لا يمكن البدء في صب الخرسانة في حائط حرساني بدون إنهاء تركيب حديد التسليح وتركيب الشدات وتقويتها.

وهناك بعض الأنشطة يمكن تنفيذها لوحدها لأنها لا تعتمد على بعضها البعض، فمثلاً تجهيز حديد التسليح للحائط الخراساني لا يعتمد على تركيب الجانب الأول من جوانب الشدة للحائط ويمكن تنفيذها أنياً ولكن بمجرد الانتهاء من تجهيز حديد التسليح فإن تركيبة يعتمد أساسا على الانتهاء من تركيب الجانب الأول من الشدة.

وهكذا فأن العلاقات بين الأنشطة تتحدد أساساً من تتابع تنفيذ الأنشطة والمتعارف علية كأحد ثوابت كل طريقة تنفيذ أو حرفة.

ولكي يمكن تحديد كافة العلاقات بين الأنشطة والتي سوف نوضحها فيما يلي:

✓ **القيود المادية:**

وهي القيود المتعلقة بمنطق تتابع العمل فتركيب الشدة الخشبية لأي عضو إنشائي يعتبر قيداً مادياً على صب الخرسانة.

✓ **القيود المتعلقة بالموارد:**

تحتاج بعض الأنشطة قبل تنفيذها إلى توفير نوعيات معينة من الموارد، فنشاط تركيب الحديد الإنشائي يرتبط بتنفيذ أنشطة أولية تشتمل على عمل

رسومات تنفيذية واعتماد الرسومات التنفيذية وتصنيع الحديد ثم توريد الحديد إلى الموقع.

✓ **القيود المتعلقة بالأمان:**

وهي القيود الواجب مراعاتها لتحقيق الأمان والسلامة عند التنفيذ فمثلاً في إنشاء المباني متعددة الأدوار يجب إن لا يتم إنشاء شدة خشبية فوق سقف تم صبة إلا بعد انقضاء فترة معينة حتى نطمئن إلى تصلده بصورة كافية تكفل الأمان.

جدول يمثل ارتباط الأعمدة واعتمادها على بعضها البعض:

رقم النشاط	اسم النشاط	يعتمد على
1	شراء وتوريد الخوازيق	- - -
2	الحفر	- - -
3	تصنيع الشدات الخشبية	- - -
4	شراء وتوريد حديد التسليح	- - -
5	دق الخوازيق	1 , 2
6	تكسير رؤوس الخوازيق	2 , 5
7	تركيب الشدات الخشبية	2 , 5 , 3
8	تركيب حديد التسليح	6,7,3,4
9	صب الخرسانة	8,7,6
10	فك الشدات الخشبية	9,8,7
11	عزل الخرسانة	10,9

تمثيل الأنشطة والعلاقات:

العلاقات هي الرابط الذي يربط بين الأنشطة ويحدد اعتمادية الأنشطة على بعضها البعض. فعلى سبيل المثال في الجدول السابق، إن نشاط صب الخرسانة (نشاط 9) يعتمد على كل من تكسير رؤوس الخوازيق نشاط (6) وتركيب الشدات الخشبية نشاط (7) وتركيب حديد التسليح نشاط (8)، وحيث أن تركيب حديد التسليح يعتمد على كل من تكسير رؤوس الخوازيق وتركيب شدات خشبية مباشرة فهذا يسمى بالعلاقة الزائدة.

فالعلاقة الزائدة هي علاقة اعتماد على نشاط يعتمد عليه نشاط ثاني يعتمد عليه النشاط الأصلي.

يوجد طريقين تم الاصطلاح عليهما في أسلوب المسار الحرج لإنشاء شبكة مشروع البناء "التشييد" وهما طريقة العقد وطريقة الأسهم .

الطريقة الأولى: يتم فيها تمثيل النشاط بواسطة مستطيل والعلاقات بين الأنشطة بواسطة خطوط تصل بين الأنشطة المعتمدة على بعضها، ويحتوي المستطيل على اسم النشاط ومعلومات أخرى تتعلق به، ويقرأ تتابع الأنشطة في طريق الأسبقية من إليسار إلى اليمين.

والطريقة الثانية: يتم فيها تمثيل النشاط بواسطة سهم متجه من اليسار إلى اليمين ويكتب اسم النشاط فوق السهم، وتمتاز طريقة الأسبقية بمميزات عديدة عن طريق الأسهم لذلك سوف يتم التركيز عليها.

طريقة العقد (الأسبقية):

عند إنشاء شبكة المشروع باستخدام طريقة العقد فإن الشيء الوحيد الواجب أخذة في الاعتبار هو تكوين صورة كاملة ودقيقة عن الأنشطة والعلاقات بينهما دون التفات إلى اعتبار أخر مثل زمن تنفيذ الأنشطة أو الاحتياجات من الموارد.

ويفترض في أسلوب المسار الحرج إن الاحتياجات سوف يتم تلبيتها طبقا لما سوف ينتج من التخطيط إلا إذا كان احد هذه الموارد معلوماً مسبقاً حجمه حيث يتم اعتبار ذلك وصياغته كقيد، هذا وسوف يتم اعتبار الزمن والموارد في مراحل أخرى من طريقة المسار الحرج.

ولتوضيح طريقة رسم الشبكة سيتم شرحها تفصيلاً في الوحدة التالية.

الفصل الرابع

الجدولة الزمنية للمشروع ورسم الشبكات

الفصل الرابع

الجدولة الزمنية للمشروع ورسم الشبكات

بعد الانتهاء من عمل شبكة للمشروع في مرحلة التخطيط تبدأ مرحلة الجدولة الزمنية له وفي هذه المرحلة يضاف عنصر الوقت إلى الشبكة حيث يتم حساب الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط وكذلك الوقت اللازم لإنجاز المشروع ككل.

يعرف الجدول الزمني أو البرنامج الزمني للمشروع على انه التقويم الزمني المستقبلي الذي يستخدم كدليل لتنفيذ أنشطة المشروع في الموقع .

البرنامج الزمني:

ولعمل برامج زمني للمشروع يوجد عدة خطوات يجب إتباعها ويمكن إيجادها فيما يلي:

- تقدير الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط في الشبكة
- عمل حسابات الشبكة لتحديد الفترة الزمنية لكل نشاط والتي يجب إن يبدأ وينتهي خلالها حتى يتحقق الزمن الكلي المقدر لتنفيذ المشروع وكذلك حساب الزمن اللازم لتنفيذ المشروع ككل .
- حساب فترات السماح وتعين الأنشطة التي تحتمل بدايتها أي تأخير حتى يتحقق الزمن الكلي المقدر لتنفيذ المشروع.
- إنشاء الجدول الزمني للمشروع.

تقدير زمن الأنشطة:

بداية يتم تحديد وحدة قياس للزمن، وهي غالباً في مشروعات البناء بيوم العمل ، على أساس هذه الوحدة يتم تقدير الزمن اللازم لتنفيذ جميع أنشطة المشروع وتعتبر الخبرة السابقة للمقاول في التنفيذ هي المصدر الأساسي الذي يعتمد علية في عمل تقدير معقول لزمن تنفيذ النشاط .

هذا وتتوقف القيمة الحقيقية للبرنامج الزمني على دقة زمن الأنشطة بالإضافة إلى مدى تمثيل الشبكة للمشروع الفعلي ويوجد عدد من الاعتبارات والإرشادات الواجب إتباعها في هذه المرحلة وتشمل:

- يجب اعتبار إن الموارد من عمالة ومواد ومعدات متوفرة بدون أي قيود.
- تقدير زمن النشاط يتم بفرض عدد الأطقم الذي يكفل تنفيذ النشاط بأعلى كفاءة وبالتالي اقل تكلفة.
- يقصد بيوم العمل هو اليوم الذي يتكون في الغالب من ثماني ساعات عمل وفي بعض المشروعات الضخمة يكون يوم العمل 24 ساعة متصلة.
- عند تقدير زمن الأنشطة لا يلتفت إلى أي اعتبارات أخرى مثل مقدار الزمن الكلي للمشروع.
- عند استخدام يوم العمل كوحدة للزمن يجب إن يكون زمن كل الأنشطة مقاساً بنفس الوحدة ويجب استبعاد العطلات الأسبوعية فمثلاً إذا كان زمن فترة معالجة الخرسانة تساوي سبعة أيام فإنها توضع في البرنامج الزمني خمسة أيام.

وعند تقدير زمن نشاط ما فإن من الضروري استشارة شخص ذو خبرة ودراية بهذا النشاط **وهناك طريقتان لتقدير زمن أي نشاط وهما:**

1) طريقة معدل الأداء:

في هذه الطريقة يتم تقدير زمن النشاط بقسمة كمية العمل الكلي للنشاط مقدار بعدد الوحدات المراد تنفيذها على معدل الإنتاج للطاقم مقدار بعدد الوحدات في وحدة الزمن فعلى سبيل المثال إذا كان حجم العمل في نشاط صب الخرسانة 150 متر مكعب ومعدل ناتج الصب 10 متر مكعب في الساعة فيكون الزمن اللازم لتنفيذ النشاط 15 ساعة أو ما يعادل تقريباً يومي عمل حيث يوم العمل يكافئ ثماني ساعات.

2) طريقة تكلفة الوحدة لطقم محدد:

يتم تقدير الزمن لنشاط يقوم بتنفيذه طاقم معين بمعرفة تكلفة الطاقم في اليوم وتكلفة الوحدة، فعلى سبيل المثال إذا كانت تكلفة ردم المتر المكعب تساوي 3 وحجم العمل يساوي 100 فإن إجمالي التكلفة تكون 300 فإذا كانت تكلفة الطاقم في اليوم 100 فإن الزمن اللازم يكون 100/300 أي ثلاث أيام عمل.

يلاحظ مما سبق إن تقدير زمن تنفيذ أي نشاط يتم على أساس معدل الإنجاز المعتاد للطاقم وكذلك ظروف عمل طبيعية وإذا كان النشاط ذو طبيعة تجعله عرضة بقدر كبير لحدوث زيادة في زمن تنفيذه الفعلي فإنه يفضل أن تضاف هذه الزيادة إلى زمنه كاحتياطي .

وعلى مستوى المشروع ككل فإن الاحتياطي لا يفضل إدراجه لكل أنشطة الشبكة ولكن يوضع كنشاط منفصل في البرنامج الزمني ليعبر عن أي زيادات في زمن المشروع ككل نتيجة حدوث حرائق، حوادث أعطال معدات، مناخ سيء، وصول متأخر للمواد.

سيتم التعرف على الشبكات المستخدمة لتخطيط المشروع وعلى حساب وقت الإنجاز الكلي للمشروع، وكذلك الحيز الزمني الذي يجب أن ينفذ لكل نشاط حتى يتحقق وقت الإنجاز الكلي. وهناك أسلوبان للشبكات الأولى، وهي طريقة المسار الحرج والثانية أسلوب "بيرث".

1) C.P.M: Critical path method.
2) PERT: Project or program Evaluation and Review Technique.

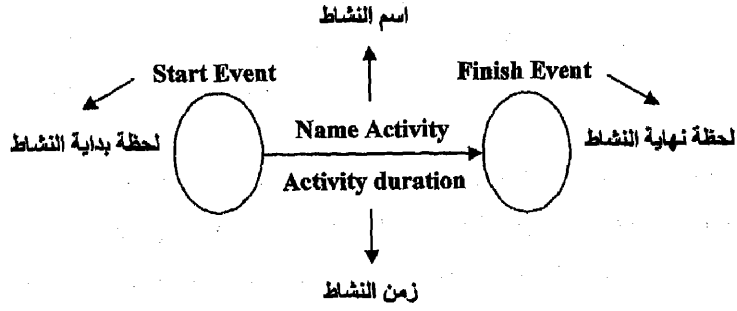
وفي البداية سيتم التطرق إلى النوع الأول "C.P.M" وطريقة رسمه.

طريقة رسم: C.P.M ← AOA / AON

طريقة رسم:

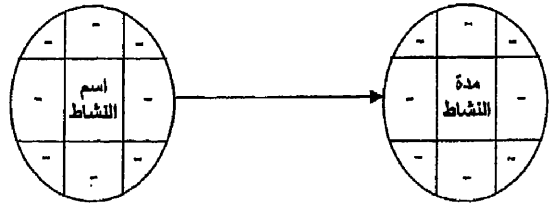
C.P.M drawing by
- AOA: Activity on Arrows طريقة الأسهم
- AON: Activity on Nodes طريقة العقد

طريقة الأسهم (AOA):



في طريقة الأسهم، الدوائر تعبر عن لحظة بداية النشاط ولحظة الانتهاء منه، أما بالنسبة للبيانات مثل اسم النشاط ومدته، فهي تكتب على السهم نفسه.

طريقة العقد (AON):



في طريقة العقد، السهم هو عبارة عن أداة ربط بين الأنشطة، وتكتب البيانات داخل الدائرة مثل اسم النشاط ومدة النشاط.

الشبكة بالمسار الحرج بطريقة الأسهم:

Critical Path method by Activity on Arrows:

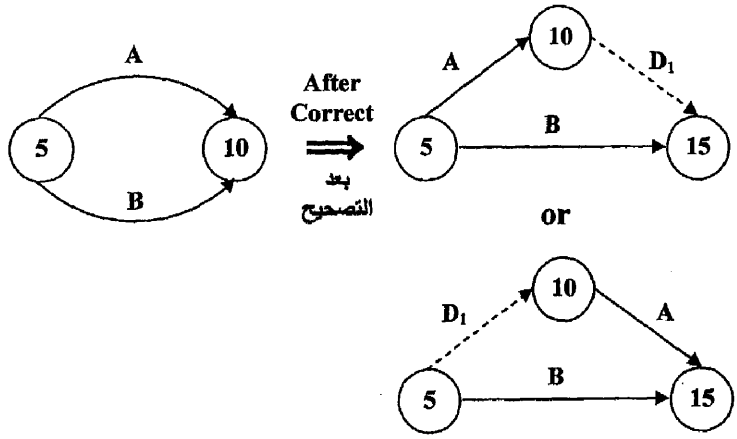
لرسم هذه الشبكات يجب معرفة أمور أساسية وهي:

1) يجب أن لا يحدث تقاطع للأسهم، وإن حدث نتخلص منه باستخدام النشاط الصفري "Dummy".
2) يجب أن لا يحدث دوران في النشاطات، أي نعود لنقطة سبق ومررنا بها لا يحدث "loop".
3) يجب أن نستخدم أقل Dymmy ممكن استخدامه.
4) نقوم بترقيم الأحداث "Events" ترقيم تصاعدي ويفضل الترقيم بمضاعفات مثل 5 ← 10 ← 15 ← 20... وذلك لغرض إن أتى أي نشاط بين نشاطين ممكن إضافته بسهولة وإعطائه ترقيم مناسب.
5) يجب أن يكون تسلسل النشاطات منطقي في الشبكة وتتابعي.
6) يجب أن تبدأ النشاطات جميعها من لحظة واحدة وتنتهي في لحظة واحدة جميع نشاطات المشروع (المشروع بأكمله).

Dummy (النشاط الوهمي):

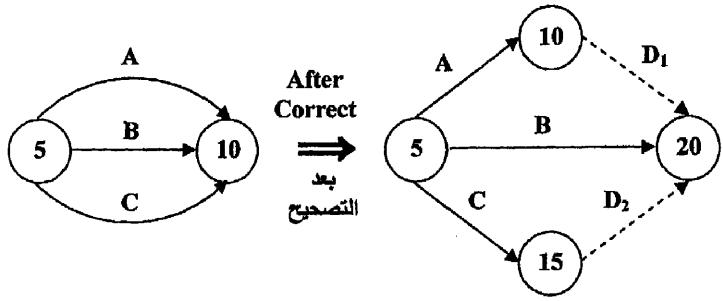
Dummy: هو النشاط الذي لا يحتاج إلى زمن أم موارد لإتمامه، ويستعمل فقط للدلالة على تتابع الأنشطة منطقياً. ويستخدم في الشبكة للربط بين عدة نشاطات ويستخدم للتمييز بين نشاط وأخر وللربط بلحظة بداية واحدة للمشروع أو لحظة نهاية واحدة للمشروع. ويمثل بسهم متقطع ◄---------- وفيما يلي أمثلة لاستخدامه بالشبكة:

المثال الأول:



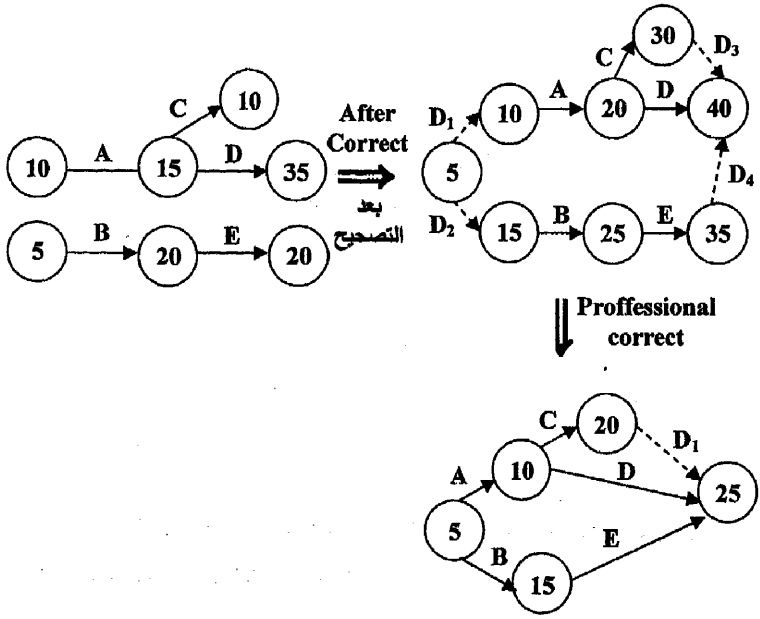
في هذا المثال نملك نشاطان لهما نفس لحظة البداية "5" ونفس لحظة النهاية "10" ولا يجوز عملهما بالطريقة قبل استخدام "الدمي" لأنه لو قلنا ما هو نشاط رقمه المتسلسل 10 – 5... الجواب؟ A وB وهذا خطأ وأتى "الدمي" حتى يصحح الشبكة ويميز بين النشاطان فأصبحا كلاهما يبدأ من "5" وينتهي عند "15" وإن انتهى A عند "10" ولكن زمن 15 – 10 صفر فيكون لهما نفس النهاية ولكن عندما نطلب النشاط 10 – 5 يكون A ونشاط 15 – 5 يكون B، فقمنا بتلافي الخطأ والمشكلة.

المثال الثاني:



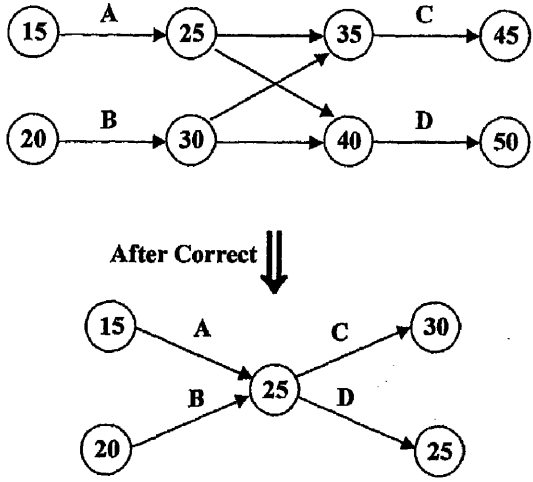
في هذا المثال نفس المبدأ الذي بالمثال الأول للتفريق بين النشاطات.

المثال الثالث:



في هذا المثال جاءت المشكلة ببداية ونهاية المشروع أنه لم تبدأ نشاطاته من لحظة واحدة ولم تنتهي عند لحظة واحدة، ولذلك تم التصحيح "بالدمي" لربط المشروع بأكمله ببداية ونهاية واحدة، ولكن تم تصحيحه مرة أخرى "تصحيح احترافي" ويلاحظ أن الشبكة أصبحت تحتاج "D_1" فقط، وقبل كانت بـ "أربعة Dummy" وهذه الخطوة هي المطلوبة أن ترسم الشبكة بأقل "Dummy" ممكن.

المثال الرابع:



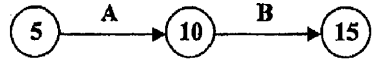
في هذا الجزء من شبكة معينة حدث تقاطع أسهم فيكون الحمل إما "Dummy" أو كما هو مبين في التصحيح ويعتمد ذلك على معطيات واي نشاط يعتمد على نشاط آخر.

وهنا نكتفي بهذه الأمثلة على "Dummy" وسيتم ذكره بتوسع عند حل الأمثلة ومعرفة طريقة استخدامه أكثر.

أساسيات قراءة الشبكة وتحليل نشاطاتها:

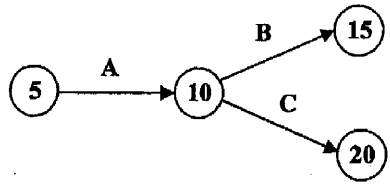
سنبدأ بوضع شبكات جزئية أو صغيرة جداً، لغرض توضيح كيف يمكن فهم النشاطات بالشبكة وترابط النشاطات ببعضها وتحليل نشاطاتها.

أولاً:

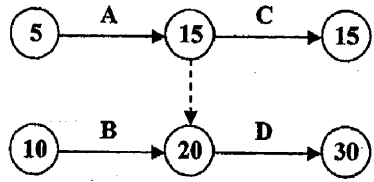


يعني النشاط "B" يعتمد على النشاط "A" فلا يمكن حدوث النشاط "B" إلا بعد انتهاء النشاط "A" (B يعتمد على A).

ثانياً:



يعني النشاطات "B" و"C" يعتمدان على النشاط "A" (B وC يعتمدان على A).

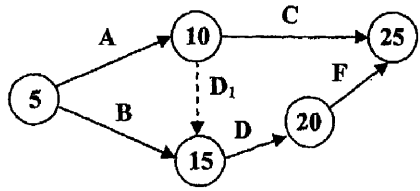


("D" depend on "A" and "B") و("C" depend on "A").

النشاط D يعتمد على A وB. أما النشاط C يعتمد على A فقط.

ملاحظة: هذا الأمر هام جداً لمعرفة رسم الشبكة بناءً على جداول يبين بها النشاطات والنشاطات السابقة المرتبطة ببعض نشاطات أخرى:

مثال: ارسم الشبكة بواسطة (AOA).



النشاط	النشاط الذي يعتمد عليه
A	–
B	–
C	A
D	A, B
F	D

طريقة ترقيم الأحداث للنشاطات "Events Numbering":

يقصد بترقيم الأحداث مثل (5) أو (10) وهكذا وشرح الترقيم كالتالي يتم:

نحن دوماً نرقم الـ source (البداية) وليس sint (النهاية) وعند ترقيم source نكمل على الذي يليه فيصبح كل مرة sint إلى source حتى ننهي الترقيم ويلاحظ دوماً أن $i < j$ وإن صار العكس يكون هناك خطأ في تتباع النشاطات لذلك بإيجاز أفضل خطوات للترقيم هي:

1. رسم كامل الشبكة دون ترقيم.
2. يتم ترقيم تدريجي من اليسار إلى اليمين وبنفس المبدأ السابق ذكره.
3. تتأكد لكل النشاطات أن "j > i".

الخطوات السليمة لرسم الشبكة بطريقة (C.P.M By AOA):

المسار الحرج ← طريقة الأسهم:

1) معرفة جميع النشاطات وربطها ببعضها البعض من خلال عمل جدول levels.
2) ربط العناصر والنشاطات ومعرفة أين يمكن أن يستخدم Dummy.
3) رسم الشبكة بحسب التتابع المنطقي للنشاطات.
4) القيام بعملية ترقيم الأحداث للنشاطات ثم التأكد من سلامة الترقيم j > i
5) التأكد ومراجعة صحة الشبكة بمقارنتها بالجدول الخاص بالشبكة.

ملاحظة: يجب رسم الشبكة بالرصاص، وذلك لكثرة التعديلات.

أمثلة على استخراج المسار الحرج:

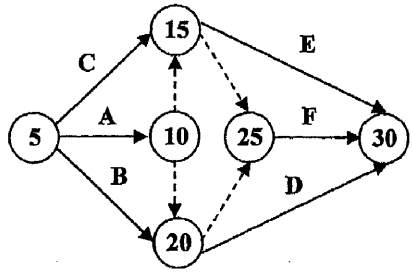
مثال (1):

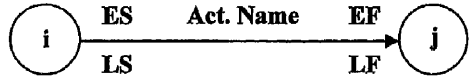
النشاط	Predecessor
A	–
B	–
C	–
D	A, B
E	A, C
F	A, B, C

0	1	2	3
(S) Start	A → B → C →	D → E → F →	(F) Finish

⟹ Levels Table
جدول المستويات

بهذا المثال تم استخدام جدول المستويات حتى يسهل علينا الحل، ولكن لا نستطيع إخراج المسار الحرج لأن عملية حسابه تعتمد على عدة حسابات مبنية على أزمنة النشاطات، لذلك يجب علينا معرفة ما يلي:





حسابات الشبكة:

1) البداية المبكرة للنشاط (ES):

هو أبكر بداية للنشاط بحيث يسمح بنهاية الأنشطة التي يعتمد عليها.

2) النهاية المبكرة للنشاط (EF):

هو أبكر نهاية للنشاط، ويتم حسابه بإضافة البداية المبكر إلى زمن تنفيذ النشاط.

3) النهاية المتأخرة للنشاط (LF):

هو آخر نهاية النشاط بحيث لا يؤدي إلى تأخير زمن إنهاء المشروع عن نهاية محددة.

4) البداية المتأخرة للنشاط (LS):

هي آخر بداية للنشاط بحيث يسمح بنهاية محددة للمشروع، وتحسب بطرح زمن النشاط من النهاية المتأخرة له.

ES: Early Start البداية المبكرة.

EF: Early Start النهاية المبكرة.

LS: Sate Start البداية المتأخرة.

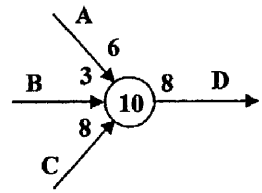
LF: Late Finish النهاية المتأخرة.

ويلاحظ أن الوقت المبكر (Ef وEs) على الشبكة يحسب بالاتجاه الطبيعي من اليسار إلى اليمين ويسمى "Forward"، أما الوقت المتاخر وهما "Ls وLfg" يحسب باتجاه معاكس من اليمين إلى اليسار ويسمى "Backward".

ملاحظات:

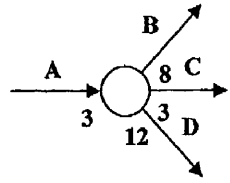
- في اتجاه "Forward" باجتماع أكثر من نشاط بنفس اللحظة نأخذ الأكبر.
- في اتجاه "Backward" باجتماع أكثر من نشاط بنفس اللحظة نأخذ الأصغر.

"ونحن ذاهبين: الأكبر، ونحن راجعين: الأصغر"



(Forward)

هنا اجتمع كل من C, B, A في لحظة بداية النشاط D فأخذنا الأكبر لأننا باتجاه "Foroard" الذي هو (8) يمثل البداية المبكرة لنشاط D.

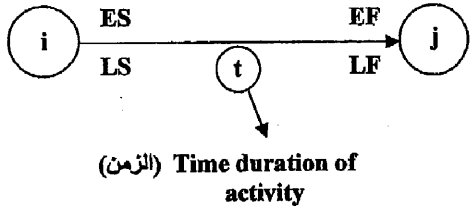


(Backward)

هنا نحن باتجاه "Backward" واجتمع بالعودة كل ن D, B, C في لحظة نهاية A فتأخذ النهاية المتأخرة لكل من البدايات المتأخرة لـ D, C, B ونطبق قاعدة "ونحن راجعين نأخذ الأصغر وهو (3).

اهم ملاحظة: عندما نتحدث عن حسابات "Backward" فلا نفكر سوى بالأزمنة المتأخرة التي تكتب أسفل الخط "Lf, Ls" وعندما نتحدث عن "Forward" وحساباتها فإننا لا نفكر سوى بالأزمنة المبكرة "Ef, Es".

قوانين حسابات (Es, Ef, Ls, Lf):



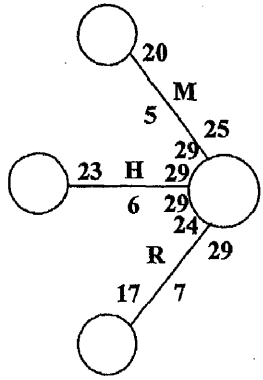
$EF = ES + t$

$LS = LF - t$

يلاحظ أن في "Forward" يكون معلوم "Es" ودوماً لأول نشاط في المشروع يكون Es إما واحد أو صفر أو تاريخ من السنة ونحن هنا دوماً نستخدمه صفر لغرض تسهيل الحسابات في الشبكة.

يلاحظ ان في "Backward" يكون "Lf" معلوم، ودوماً لآخر نشاط في المشروع نأخذ Lf بالنسبة له هو أعلى قيمة لـ "Ef" وسيتم توضيحها كالتالي:

تعتبر نشاط M هو آخر نشاط وكان معه كلاً من H وR يشتركان بنفس النهاية. نأخذ منهم صاحب أعلى قيمة "Ef".



هنا اخذنا 29 ووجدناه في العودة كـ "Lf" ونبدأ منه بالحسابات تجاه "Backward".

ملحوظة: ممكن أن يكون في المشروع Risk يتم إضافتها قبل تصميم رقم Lf على النشاطات بالعودة، وله طريقة يحسب بها:

نفرض أن Risk = 5، فبذلك: 34 = 29 + 5 هو الذي نعممه بدل 29 ويكون "Lf" وعليه نجري حسابات "Backward".

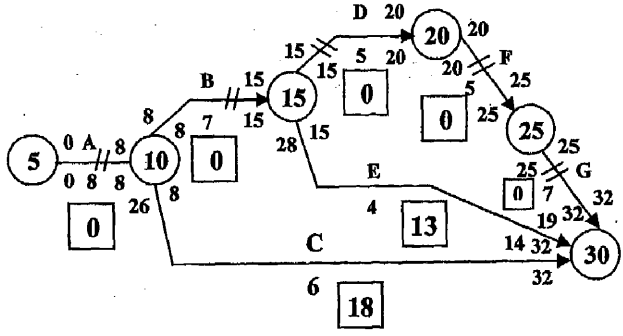
مثال مع جميع حساباته:

مثال محلول: ارسم الشبكة التالية بطريقة المسار الحرج طريقة الأسهم، واحسب جميع الحسابات.

Act.	Dep.	Dur.
A	–	8
B	A	7
C	A	6
D	B	5
E	B	4
F	D	5
G	F	7

Levels table:

0	1	2	3	4	5	6
(S)	A	B C	D E	F	G	(F)



لمعرفة المسار الحرج نحدد "T.F" لكل نشاط بالقانون التالي:

Total. Float = Ls – Es

or = Lf – Ef

ملاحظة: ويوضع في مربع قيمته على الشبكة لتميزه.

المسار الحرج هو الذي نشاطه يملك "T.F = 0" ونقوم بتمييزه بالشبكة إما بخطين على خط النشاط أو تشخين خط النشاطات للمسار الحرج ≠ أو ـــــ ويكتب بطريقتان بأسماء النشاطات أو بالرقم التسلسلي للأحداث كما هو موضح:

C.P = A, B, C, D, F, G

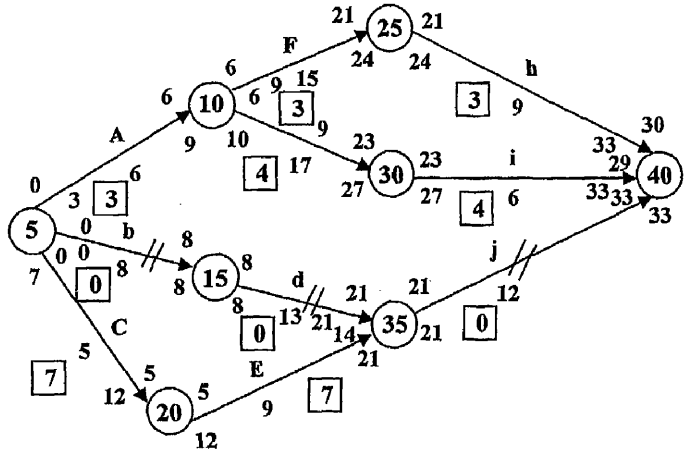
"بأسماء النشاطات"

or C.P = 5 – 10 , 10 – 15 , 15 – 20 , 20 – 25 , 25 – 30

"بالرقم التسلسلي للأحداث"

ملاحظة: المسار الحرج هو المسار الذي تقع عليه النشاطات الحرجة بالمشروع والتي تأخذ أحد منها يؤدي إلى تأخير كامل المشروع، فبذلك هو أقصر وقت ينتهي عنده المشروع.

مثال: احسب C.P في الشبكة التالية:



C.P. = b, d, j

or C.P. = 5 – 15 , 15 – 35 , 35 – 40

ملاحظة هامة:

ممكن أن يكون لنفس الشبكة أكثر من مسار حرج، مسارين أو أكثر، ولكن إذا لم يكن بالشبكة أي مسار حرج بذلك يكون هناك خطأ، لأنه لا بد من وجود مسار حرج بالشبكة واحد على الأقل.

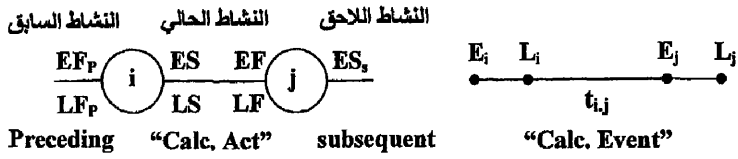
ما سبق كان طريقة حساب المسار الحرج على النشاطات في شبكة C.P.M by AoA.

الآن سوف ندخل لنظام مقارب له وهو Calculated Events حسابات من اللحظات، ولكن قبل ذلك نتعرف على الأوقات الاحتياطية وأنواعها ونطبقها على حسابات النشاطات مرة، ثم على حسابات اللحظات مرة:

نطبق حسابات السماحية على نوعين: .Calc. Act. , Calc. Event.

C.P.M by AOA calculated events and activity:

انواع الأوقات الاحتياطية (Types of Floats):



1) السماح أو التأخر الحر Free Float (FF):

هو الفترة الزمنية المتاحة للنشاط أن يتحرك فيها بالزيادة بدون التأثر على بداية النشاط التالي المرتبط به.

F.F = (Early Start Act.2) – (Early Finish Act.1)

F.F = البداية المبكرة للنشاط نفسه – النهاية المبكرة للنشاط نفسه

$$\text{Calc.Event} = \left[\text{F.F} = E_j - E_i - t_{ij} \right]$$

$$= \text{نهاية مبكرة} - \text{بداية مبكرة} - \text{زمن النشاط}$$

2) السماح أو التأخر الكلي Total Float (T.F):

هي الفترة الزمنية المتاحة للنشاط أن يتحرك فيها بالزيادة بدون التأثير على الزمن الكلي للمشروع.

$$\text{Calc. Act.} \Rightarrow T.F = \underset{\text{البداية المتأخرة}}{Ls} - \underset{\text{البداية المبكرة}}{Es} \quad \text{or (أو)} \quad \underset{\text{النهاية المتأخرة}}{Lf} - \underset{\text{النهاية المبكرة}}{Ef}$$

$$\text{Calc. Event} \Rightarrow T.F = L_j - E_i - t_{ij}$$

3) السماح أو التأخر المستقل Independent Float (IND.F):

هو الوقت المستقل المسموح للنشاط التأخر فيه دون التأخير في مدة المشروع، ولا يغير من وقت بداية النشاط اللاحق أو النشاط السابق.

$$\text{Calc. Act.} \Rightarrow IND.F = \underset{\text{البداية المبكرة للاحق}}{ES_s} - \underset{\text{النهاية المتأخرة للسابق}}{LE_P} - \underset{\text{زمن النشاط}}{dur.}$$

$$\text{Calc. Event.} \Rightarrow IND.F = E_j - L_i - t_{ij}$$

4) السماح أو التأخر المتداخل Inter – Fering Float (INT.F):

هو الوقت الذي يملكه النشاط بحيث يمكن أن يتغير تاريخ أو وقت بدء النشاطات اللاحقة له دون أن يؤثر على مدة المشروع ونهايته.

$$\text{Calc. Act.} \Rightarrow INT.F = \underset{\text{السماح الكلي}}{T.F} - \underset{\text{السماح الحر}}{F.F}$$

$$\text{Calc. Event} \Rightarrow INT.F = T.F_{ij} - F.F_{ij} = L_j - E_j$$

ملاحظات هامة على أنواع أوقات التأخير المسموحة:

1) إذا كان السماح أو التأخر المتداخل قيمة سالبة نأخذه لصفر:

(When INT.F < 0 ⇒ Take I + 0)

2) دوماً أعلى قيمة بين كل الأوقات المسموحة للتأخر هو السماح الكلي T.F.

3) دوماً T.F ≥ F.F.

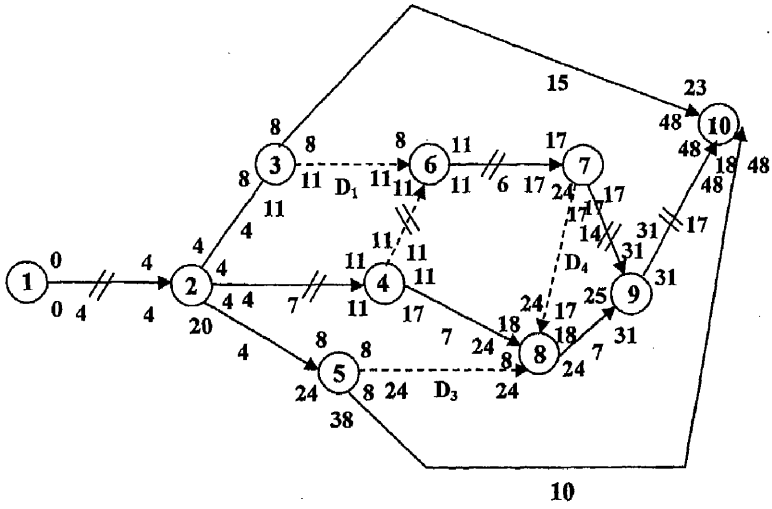
جدول ملخص كامل القوانين:

Type of Calc. / Type of Floats	Calculation Activity	Calculation Events
T.F	= Ls – Es = Lf – Ef	$= L_j - E_i - t_{ij}$
F.F	$= Es_s - Ef$	$= E_j - E_i - t_{ij}$
IND.F	$= Es_s - LF_P - Dur.t$	$= E_j - L_i - t_{ij}$
INT.F	= T.F – F.F	= T.F – F.F $= L_j - E_j$

مسائل على النظامين:

مثال (1):

أوجد T.F , F.F , InD.F , Int.F للشبكة التالية بطريقة (Calc.Activity).



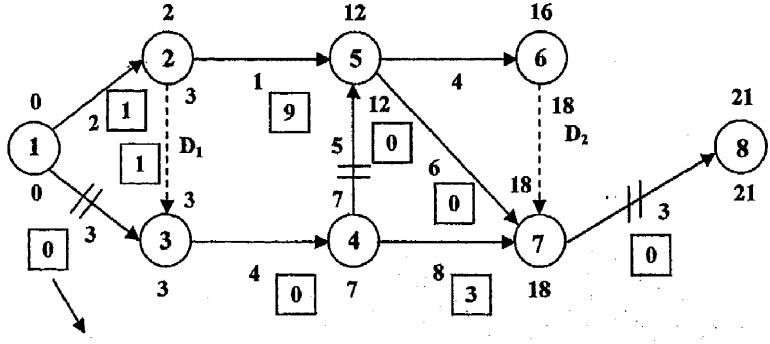
المثال: عبارة عن رسمة وعليها فقط أزمنة النشاطات ويطلب أن تحسب أوقات السماحية وتحدد المسار الحرج فأولاً نعرف نوعها وأي نظام حسابات ثم نطبق المعادلات، وهنا طلب طريقة حسابات Calc. Activity، والحل كالتالي:

C.P = 1 – 2 , 2 – 4 , 4 – 6 , 6 – 7 , 7 – 9 , 9 – 10

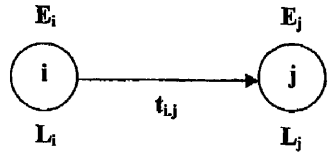
Act.	T.F	F.F	IND.F	INT.F	Act.	I.F F.F IND.F INT.F
2 – 3	3	8 – 8 = 0	8 – 4 – 4 = 0	3 – 0 = 3	1 – 2	جميعها
2 – 5	16	8 – 8 = 0	8 – 4 – 4 = 0	16 – 0 = 16	2 – 4	اصفار وجرب
3 – 10	25	48 – 23 = 25	48 – 11 – 15 = 22	25 – 25 = 0	4 – 6	بنفسك
3 – 6	3	11 – 8 = 3	11 – 11 – 0 = 0	3 – 3 = 0	6 – 7	حسب
5 – 8	16	18 – 8 = 10	18 – 24 – 0 = - 6	16 – 10 = 6	7 – 9	القوانين
5 – 10	30	48 – 18 = 30	48 – 24 – 10 = 14	30 – 30 = 0	9 – 10	بذلك تعلم
7 – 8	7	18 – 17 = 1	18 – 17 – 0 = 1	7 – 1 = 6		أن المسار
4 – 8	6	18 – 18 = 0	18 – 11 – 7 = 0	6 – 0 = 6		الحرج دوماً
8 – 9	6	6	31 – 24 – 7 = 0	6 – 6 = 0		ليس به وقت سماحية للتأخير

مثال (2):

أوجد T.F , F.F , IND.F , INT.F للشبكة التالية باستخدام طريقة Calc.Events.



الحل: بتتبع الرسمة التالية:



ملحوظة هامة: يلاحظ أن (11) و(6) لحظتان حرجتان، ولكن النشاط ليس حرج فـ slack لهما صفر، ولكن ليس نشاط حرج فيظهر لنا أوقات سماحية متساوية.

حسابات "Forward" تكون فوق الـ Event وهي E_j, E_j وتأخذ الأكبر عند التقاء أكثر من زمن لنفس اللحظة.

حسابات "Backward" تكون تحت الـ Event وهي L_j , L_i وناخذ الأصغر عند التقاء أكثر من زمن لنفس اللحظة.

C.P = 1 – 3 , 3 – 4 , 4 – 5 , 5 – 7 , 7 – 8

Act.	T.F	F.F	IND.F	INT.F	Act.	I.F F.F IND.F INT.F
1–2	3–0–2=1	2–0–2=0	2–0–2=0	1–0=1	1–3	
2–3	3–2–0=1	3–2–0=1	3–3–0=0	1–1=0	3–4	
2–5	12–2–1=9	12–2–1=9	12–3–1=8	9–9=0	4–5	
5–6	18–12–4=2	16–12–4=0	16–12–4=0	2–0=2	5–7	
4–7	18–7–8=3	18–7–8=3	18–7–8=3	3–3=0	7–8	
6–7	18–16–0=2	18–16–0=2	18–18–0=0	2–2=0		

أسلوب PERT:

لنفرض لدينا مشروعان الأول تشييد مبنى والثاني تطوير صاروخ نووي سيتم ملاحظة أن المشروع الأول ممكن أن نحدد أزمنة نشاطاته من خلال معرفة مشاريع مشابهة له، أو سؤال الخبراء أو عمل اختبار جزئي للوقت، لذلك فهو مشروع معلوم الأزمنة والنشاطات لذلك يستخدم به طريقة C.P.M السابق دراستها.

أما المشروع الثاني يلاحظ أن نشاطاته غير واضحة تماماً ولا نعلم أزمنة النشاطات، ولا يوجد له مشاريع سابقة يمكن الاستفادة منها، ولا تستطيع عمل اختبار جزئي لأنه مكلف جداً أو قد يؤدي لخطورة، لذلك نستخدم هنا نظام التخطيط والتحديث "Planning and updating" اننا نضع خطة ونقوم بالتعديل عليها بحسب ما يستجد من معلومات خلال العمل بالمشروع وهذه الطريقة بالمعنى الأدق هي طريقة PERT.

أساسيات PERT:

1) يطبق عليه في رسم الشبكة نفس رسم الشبكة في C.P.M بطريقة AOA أو AON.
2) تستخدم قانون لحساب الوقت المتوقع "te" time estimate كما يلي:

هناك ثلاث أوقات محتملة في أسلوب PERT وهي:

أ. الوقت المتفائل (Optimistic): وهو أقصر وقت ممكن أن ينجز خلاله النشاط ووزنه (1W).
ب. الوقت المعتدل (Most Likely): وهو الوقت الأكثر احتمالاً، وهو متوسط بين المتفائل والمتشائم ممكن أن ينجز خلاله النشاط ووزنه (4W).
ج. الوقت المتشائم (Pessimisitc): وهو أطول وقت ممكن أن ينجز خلاله النشاط ووزنه (1W).

3) نضع الوقت المحسوب على الشبكة بعد رسمها "ts" بأي نظام نريده سواءً AOA أو AON.
4) نقوم بعمليات الحساب المعروفة (حسابات Forward وحسابات Backward) لنعرف الزمن الكلي للمشروع.
5) نخرج مقدار التشتت للأوقات لكل نشاط في المشروع.
6) نأخذ مجموع التشتت لأوقات المسار الحرج.
7) نخرج الانحراف المعياري للمسار الحرج بعد إخراج مجموع تشتت الوقت به.
8) نفترض قيم لنهاية المشروع بأكمله "ts" ونوجد قيمة Z وبناءً عليه نوجد نسبة دقة نهاية المشروع والوقت الكلي.

خطوات الحل على أسلوب PERT:

1. رسم الشبكة بناءً على جدول النشاطات وفق المبادئ الصحيحة لرسم الشبكات.
2. حساب زمن أداء النشاط "te" لكل نشاط ووضعه على الشبكة ولإيجاد "te" نستخدم القانون:

$$\text{زمن أداء النشاط (te)} = \frac{\text{(الوقت المتفائل + 4 الزمن الأكثر احتمالاً + الزمن المتشائم)}}{6}$$

$$te = \frac{P+4M+O}{6} \quad \text{أو}$$

حيث:

P: Pessimistic متشائم

O: Optimisstic متفائل

M: Most Likely معتدل

3. نقوم بجميع حسابات الشبكة "Forward" و "Backward" المتعارف عليها ونخرج قيمة الوقت المبكر الكلي لنهاية المشروع الذي يكون عند آخر نشاط بالمشروع.
4. نحدد المسار الحرج والنشاطات التي يمر بها.
5. نوجد مقدار التشتت لكل نشاط حسب القانون التالي:

$$\text{Variance (الاختلاف)} = \left[\frac{(P)-(O)}{6}\right]^2$$

P: Pessimistic متشائم

O: Optimisstic متفائل

6. نخرج مجموع التشتت للمسار الحرج وبمعلومية قيمة الوقت المبكر الكلي لنهاية المشروع من بند (3) نوجد نسبة التأكد من انتهاء المشروع عند ذلك الوقت باستخدام القانون التالي وجدول من جداول الإحصاء يخرج النسبة التأكيدية أو المحتملة ونحتاج من البند (5) أن نخرج الانحراف المعياري للتشتت على المسار الحرج والقوانين كالتالي:

$$\sigma_{std} = \sqrt{\text{variance}}$$

$$Z = \frac{t_s - t_e}{\sigma_{std}}$$

حيث:

σ_{std} أو σ_{sd}: standard deviation الانحراف المعياري

variance: التشتت

t_s: time suppose الوقت المفترض

t_e: time estimate الوقت المحسوب

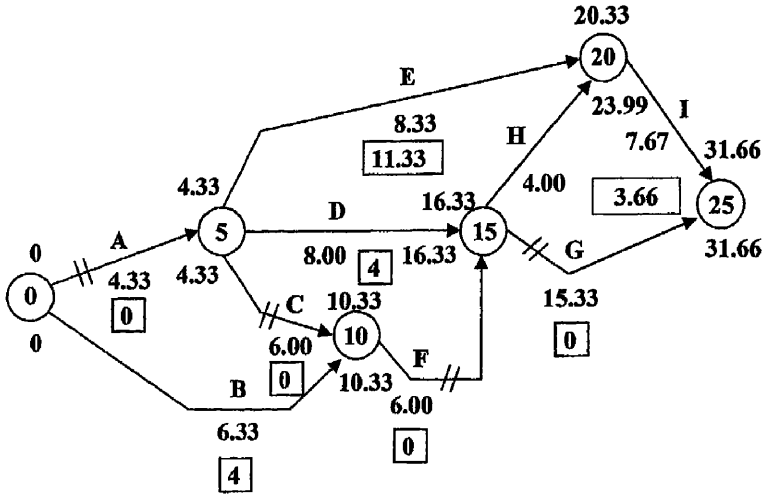
V – بمعلومية قيمة "Z" نذهب للجدول ونخرج احتمال انتهاء المشروع عند الوقت المتوقع الذي فرضناه في معادلة "Z" وكلما زادت النسبة كان أفضل.

مثال:

احسب زمن أداء النشاط التالي إذا علمت أن المشروع قد انتهى في الوقت المحسوب أو الوقت المفترض التالي 28 & 40 وأوجد الوقت المفترض إذا علمت أن Z = 85 استخدم طريقة (A – O – A) طريقة الأسهم.

Act.	Prect.	Duration time			Te	variance	C.P
		O	M	P			
A	–	2	4	8	4.33	1	
B	–	4	6	10	6.33	1	✓
C	a	6	6	6	6.00	0	
D	a	2	8	14	8.00	2	✓
E	A	6	8	12	8.33	1	
F	b, c	9	3	15	6.00	1	
G	d, f	8	16	20	15.33	2	✓
H	d, f	4	4	4	4.00	0	✓
I	E, H	4	8	10	7.67	1	

1) ارسم الشبكة بطريقة الأسهم.



2) احسب مقدار زمن اداء النشاط (te).

3) احسب Forward وBackward في الشبكة التالية واحسب مقدار وقت انتهاء المشروع (Early Finish time project).

ملاحظة: طريقة إخراج المسار الحرج نوجد "T.F" للحظات والتي يكون T.F = 0 تكون لحظة حرجة تتسلسل باللحظات الحرجة إلى أن نصل إلى نهاية المشروع يكون ذلك المسار الحرج. حيث ($T.F = L_j - E_i - t_{ij}$).

→ C.R: A, C, F, G

"Finish Eargly time – للمشروع = 31.66

4) اوجد (Variance) التشتت وضع جدول بواسطة القانون التالي:

$$Var = \frac{(P)-(O)^2}{6}$$

5) اوجد المجموع والتشتت لـ C.P.

$$C.P = 1 + 0 + 1 + 2 = 4$$

6) أوجد σstd.

$$\sigma_{std} = \sqrt{Var} = \sqrt{4} = 2$$

7) احسب النسبة باستخدام Z واستخدام جداول Z.

$$\text{at } t_s = t_e = 31.55 \Rightarrow Z = \frac{31.66-31.66}{2} = 0 \text{ from table} \Rightarrow 50\%$$

"percent of sure at 31.66"

$$\text{at } t_s = 40 \Rightarrow Z = \frac{40-31.66}{2} = 4.17 \Rightarrow 100\%$$

ملحوظة هامة: جداول قيم Z تتدرج من (3.4 ← 3.4-) كلما زادت قيمة Z يزيد النسبة، ويلاحظ ان قيمة Z ظهرت أكبر من 3.4 تكون النسبة 100% وإذا ظهرت قيمة Z أقل من 3.4 – تكون النسبة 0%.

$$\text{at } t_s = 28 \Rightarrow Z = \frac{28-31.66}{2} = -1.83 \Rightarrow 3.21\%$$

ولدقة أكثر نستخدم الإكمال الخطي كالتالي:

$$\left.\begin{array}{l} -1.8 \rightarrow 0.0359 \\ -1.83 \rightarrow (x)?? \\ -1.9 \rightarrow 0.0207 \end{array}\right\} = \frac{-1.8+1.83}{-1.8+1.9} = \frac{0.0359-x}{0.0359-0.0207}$$

$$x = 0.03134$$

$x \approx 3.134\%$ دقة عالية

أوجد مقدار (ts) إذا علمت أن قيمة Z = 85٪.

$$Z = \frac{t_s - t_e}{\sigma_{std}} \Rightarrow \sigma_{std} \cdot Z = t_s - t_e \Rightarrow t_s = (\sigma_{std} \cdot Z) + t_e$$

من الجداول نجد أن قيمة Z = (1.0 – 1.1)

نستخدم إكمال خطي:

$$\left.\begin{array}{l} 1.0 \rightarrow 0.8413 \\ x \rightarrow 0.85 \\ 1.1 \rightarrow 0.8643 \end{array}\right\} \quad \frac{1.0 - x}{1.0 - 1.1} = \frac{0.8413 - 0.85}{0.8413 - 0.8643} \Rightarrow x = 1.04$$

$\therefore Z = 1.04 \;\&\; t_e = 31.66 \;\&\; \sigma_{std} = 2$

$t_s = (\sigma_{std} \cdot Z) + t_e$

$= (2 * 1.04) + 31.66 = 33.74$

Activity on Node:

مقدمة:

A – O – N Network:

ولهما طريقتان دوائر أو مربعات، وسيتم معرفة الفرق بينهما وبين السابق فيما يأتي.

Or

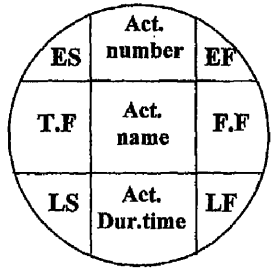
أساسيات A – O – N:

إذا كبرنا العقدة ترى بها التفاصيل التالية:

مربعات

ES	Act. Number	EF
T.F	Act. Name	F.F
LS	Time "Act. Duration"	LF

دوائر



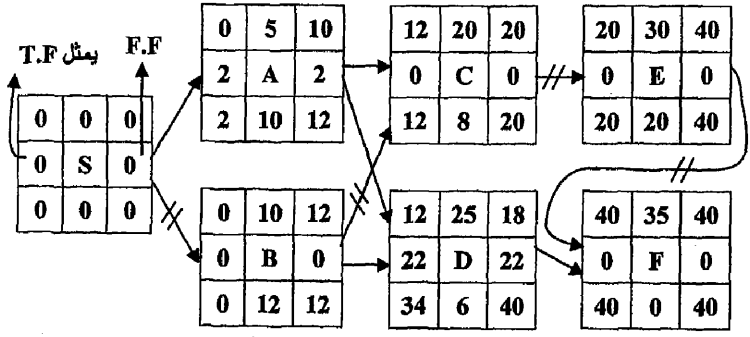
لا يوجد فرق بين الاثنين فقط الشكل والمضمون واحد ولسهولة رسم المربع سوف يستخدم في حل المسائل.

يلاحظ في نظام A – O – A كنا نستخدم الـ "Dummy" ولكن نظام A – O – N لا يستخدم الـ "Dummy" إلا في بداية ونهاية المشروع لربط النشاطات بنهاية وبداية واحدة، ويكون شكله ليس منقط رابط عادي.

تستخدم الأسهم في نظام A – O – N فقط كرابط "link" بين النشاطات وعادةً لا يكون لـ "link" زمن إلا في بعض حالات سيتم التطرق لها لاحقاً.

مثال (1): ارسم الشبكة التالية بواسطة (A – O – N) طريقة العقد؟

Act.	Pec.	Dur.
A	–	10
B	–	12
C	a, b	8
D	b, a	6
E	C	20

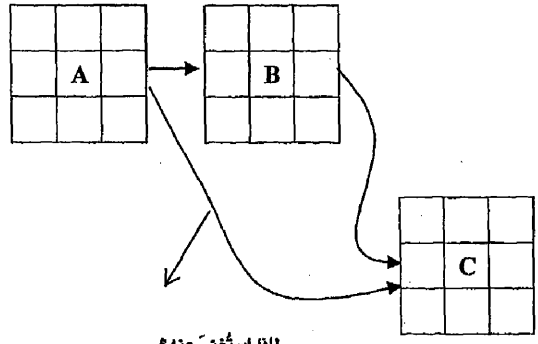


"الخطوة الأخيرة بالمسألة" F, E, C, B, S. P. C ←

ملاحظات: إذا لم يبدأ المشروع من نشاط واحد نستخدم نشاط "S" وجميع قيمه أصفار والغرض منه بداية المشروع من نفس اللحظة.

إذا لم ينتهي المشروع في نفس اللحظة نستخدم نشاط "F" وقيمه تخرج من حسابات الشبكة Backward & Forward المعروفة إلا إذا أعطي قيم خاصة به مثلما ستلاحظه لاحقاً.

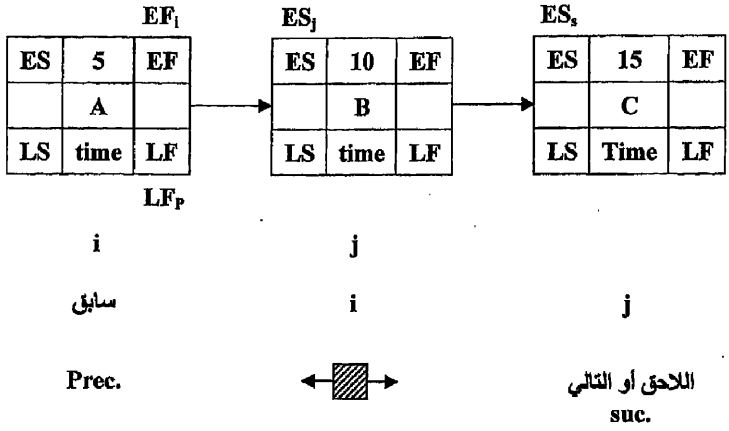
Act.	Prec.
A	–
B	A
C	A, B



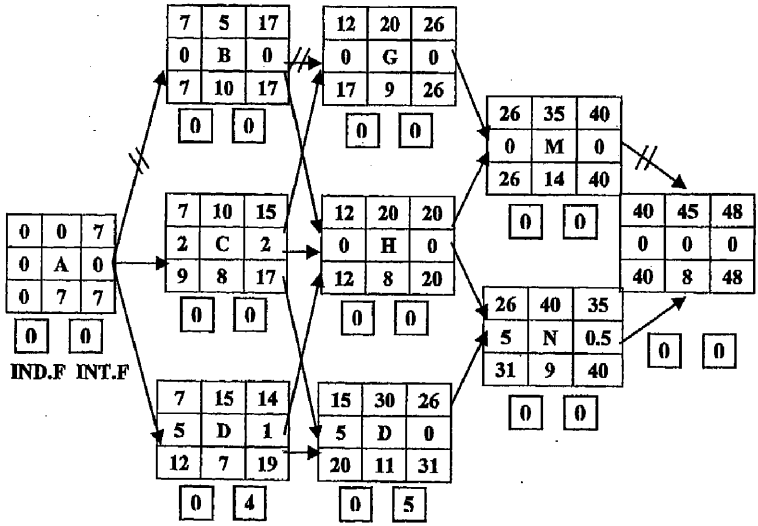
لماذا استُثنيَ عنه؟

لأنه بإكمال نشاط (B) انتهى نشاط A، و(C) يعتمد على (A, B) لكن A انتهى فعلياً فلذلك هو (C) فعلياً يعتمد على نشاط (B) فقط.

Type calc.	Equation
EF	= Es + dur. time for Act.
Ls	= Lf – dur. time for Act.
Es_j	= max. EF_i + link Dur.
LF_i	= min. Ls_j – link Dur.
T.F	= Ls – Es = LF – EF
F.F	= min Es_j – EF_i – link dur.
IND.F	= min Es_s – max.LF_P – dur. time for Act.
INt.F	= T.F = F.F



مثال (2): أوجد (T.F), (F.F), (IND.F), (INT.F) في شبكة A – O التالية ثم احسب C.P؟



C.P. ⇒ A, B, G, M, O

يلاحظ أنه أهم حسابات هي: F.F, T.F.

النشاطات المتداخلة Overlapped Network:

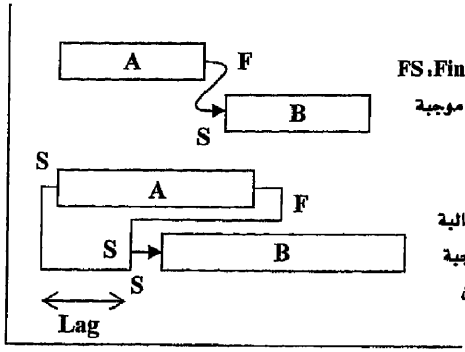
مقدمة:

عندما يكون التتابع بين النشاطات وخصوصاً في "A – O – N" غير عن المألوف أي ليس له نهاية يسمى هذا بالنشاطات المتداخلة. مثلاً حدوث النشاط A كاملاً ليبدأ النشاط "B"، وإنما ممكن أن يبدأ النشاط "B" بعد بدء النشاط "A" بفترة من الزمن وهذه العلاقة تسمى Start to Start بداية لبداية وهناك علاقات أخرى سيتم ذكرها في أنواع العلاقات بين الأنشطة، ويلاحظ من ذلك أنه هنا يكون لـ "link" بين نشاطات في نظام "A – O – N" نوع وقيمة معينة وليس صفراً كما هو بالمثال السابق.

بماذا تستفيد من هذه العلاقات؟

مثلاً لدينا مشروع مد أنابيب مياه لمسافة 300 كم هنا نقسم المشروع لنشاط حفر ثم تركيب الأنابيب ثم ردم لكل 200م مثلاً، فإذا أردنا إنجاز أول 200 م ثم ثاني 200 م وهكذا.. سوف نستغرق كثير فيمكننا حفر أول 200 م ثم تركيب الأنابيب وبنفس الوقت نبدأ بحفر ثاني 200 م وهكذا.. نقلل الوقت المستغرق للمشروع وهذه فائدة النشاطات المتداخلة.

توضح العلاقات على خرائط جانت:



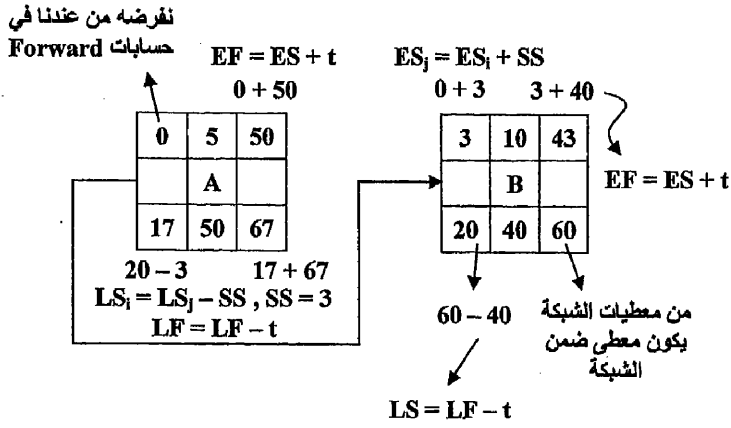
أنواع العلاقات بين النشاطات هي:

1. بداية لبداية Start to Start (SS).
2. نهاية لنهاية Finish to Finish (FF).
3. بداية لنهاية Start to Finish (SF).
4. نهاية لبداية Finish to Start (FS).
5. علاقة مركبة Combination of Relation.

شرح أنواع العلاقات:

سيتم ذكر كل نوع مع مثال مبسط لطريقة الحل:

1) بداية لبداية Start to Start (SS):

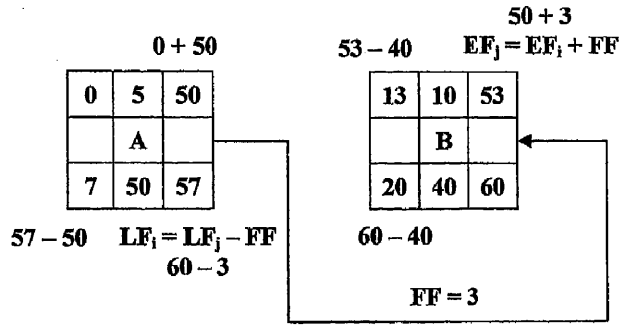


"دوماً Forward نجمع قيمة الرابط ونأخذ الأكبر"

"دوماً Backward نطرح ونأخذ الأصغر"

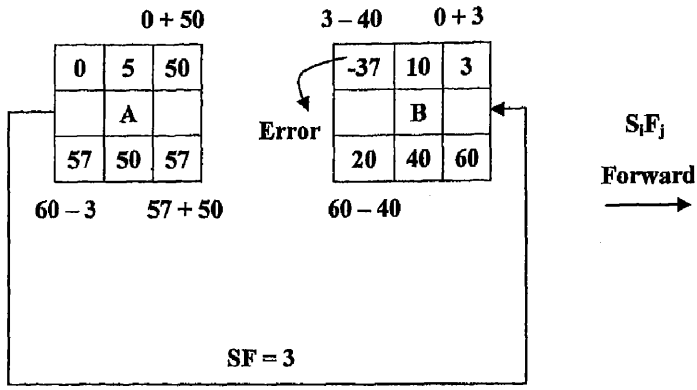
هنا يعني نحصل على قيم Ls, Es كما من العلاقة السابقة "SS".

2) نهاية لنهاية Finish to Finish (FF):



نوجد حسابات EF_i, LF_i من EF_j, LF_j

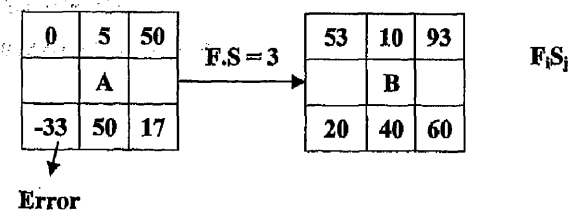
3) بداية لنهاية Start to Finish (SF):



نحصل على قيم F_j من S_i يعني نحصل على EF، للنشاط "B" من جمع ES مع SF لنشاط "A" والعكس صحيح في Backward بالنسبة للقيم Ls من Lf طرح.

هناك قيمة (37 -) وهي غير منطقية لأنه بذلك يعتبر النشاط "B" بدأ قبل بداية المشروع، ويلزم ذلك تعديل. سيتم التطرق إلى الـ Error في قسم منفصل لفهمه أكثر.

4) نهاية لبداية Finish to Start (FS):



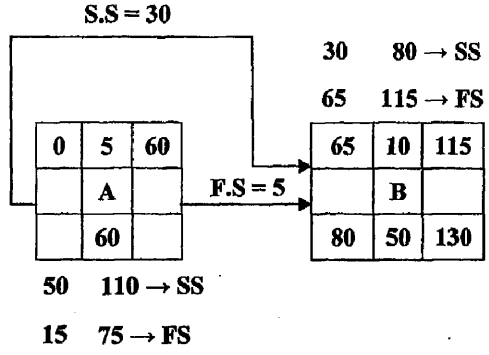
تحصل في "Forward" على قيم Es لنشاط "B" من EF لنشاط A أما في "Backward" نحصل على LF لـ (A) من Ls لـ (B) عن طريق الطرح.

الأخطاء تحدث فقط في قيم EF وES أما غيرهم يتم التصفير فقط في LF وLs وسيتم التطرق إلى كيف التصحيح وما يعنيه ذلك الخطأ فيما بعد.

هذا مشابه تماماً لنوع F.S الذي درسنا سابقاً.

5) علاقة مركبة (Combination of Relation):

علاقتان بنفس الوقت بين النشاطين:



طريقة الحل:

يكون بحساب كلاً من العلاقتين في "Forward" وأخذ الأكبر بينهما، أما في "Backward" تسحب كلاً من العلاقتين ولكن نأخذ الأصغر بينهما.

الأخطاء (Error):

الأخطاء التي يمكن حدوثها بالشبكة وما هي آلية التصحيح:

1) الخطأ الأول:

الخطأ الأول أن يكون هناك نشاط له بداية مبكرة تسبق البداية المبكرة للمشروع بأكمله، وطريقة حل هذا الخطأ أن نعتبر بدايته المبكرة "النشاط" تساوي البداية المبكرة للمشروع " أي $ES = 0$ للنشاط" ويلزم ذلك تصحيح آخر وهو ربط النشاط الذي تم تصحيحه مع النشاط الأول بالمشروع، ببداية واحدة، أي نستخدم:

0	0	0
0	S	0
0	0	0

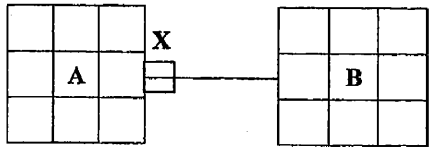
2) الخطأ الثاني:

الخطأ الثاني مشابه للخطأ الأول، ولكن هنا تكون النهاية للنشاط تتجاوز نهاية المشروع بأكمله... والتصحيح بإعطاء النشاط الذي ينتهي قبل نهاية المشروع نفس قيمة نهاية المشروع أي للمشروع $EF \rightarrow EF$ للنشاط، ويلزم ذلك تصحيح وربط النشاطان بنهاية واحدة:

X		X
	F	
X	0	X

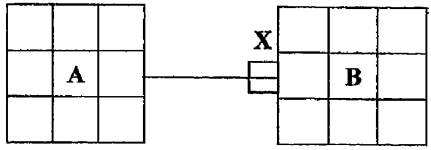
كيف يتم تمثيل العلاقات السابقة في رسم الشبكة A – O – N؟؟

وما هي قوانين حساب الـ Lag؟؟



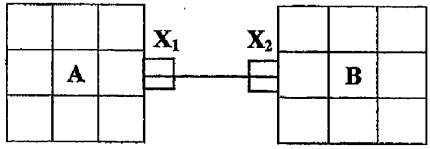
هنا العلاقة "SS" وقيمته x = SS

$Lag\ S_iS_j = ES_j - ES_i - SS$



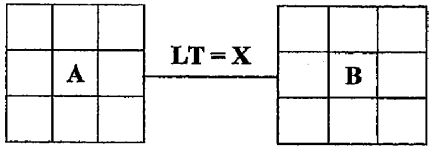
هنا العلاقة "FF" وقيمته x = FF

$Lag\ F_iF_j = EF_j - EF_i - FF$



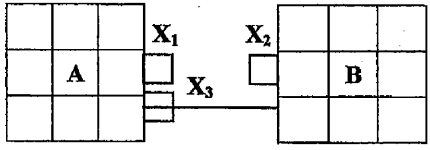
هنا العلاقة "SF" وقيمته $SF = x_1 + x_2$

$Lag\ S_iF_j = EF_j - ES_i - SS$



هنا العلاقة "FS" وقيمته x = FS

$Lag\ F_iS_j = ES_j - EF_i - FS$



هنا علاقتان compination:

الأولى: "SF" وقيمته: $SF = x_1 + x_2$

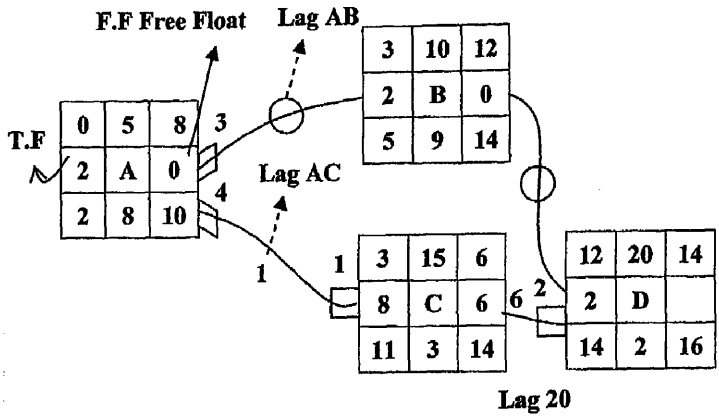
الثانية: "SS" وقيمته: $SS = x_3$

في هذه العلاقات يختلف حساب FF ← قانون FF.

Free float = min lag

شرح الـ "Lag":

المثال المجاور عبارة عن جزء من شبكة نبين عليه الحسابات جميعها.



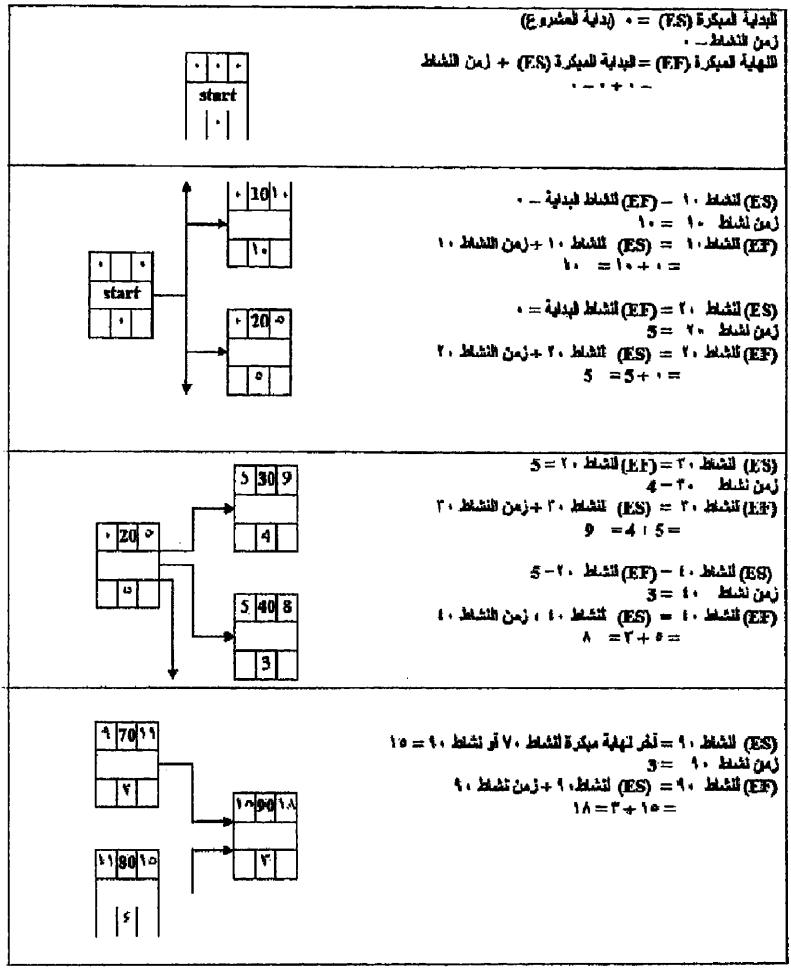
T.F = LF – EF = LS – ES
F.F = min Lag

حسابات Lag:

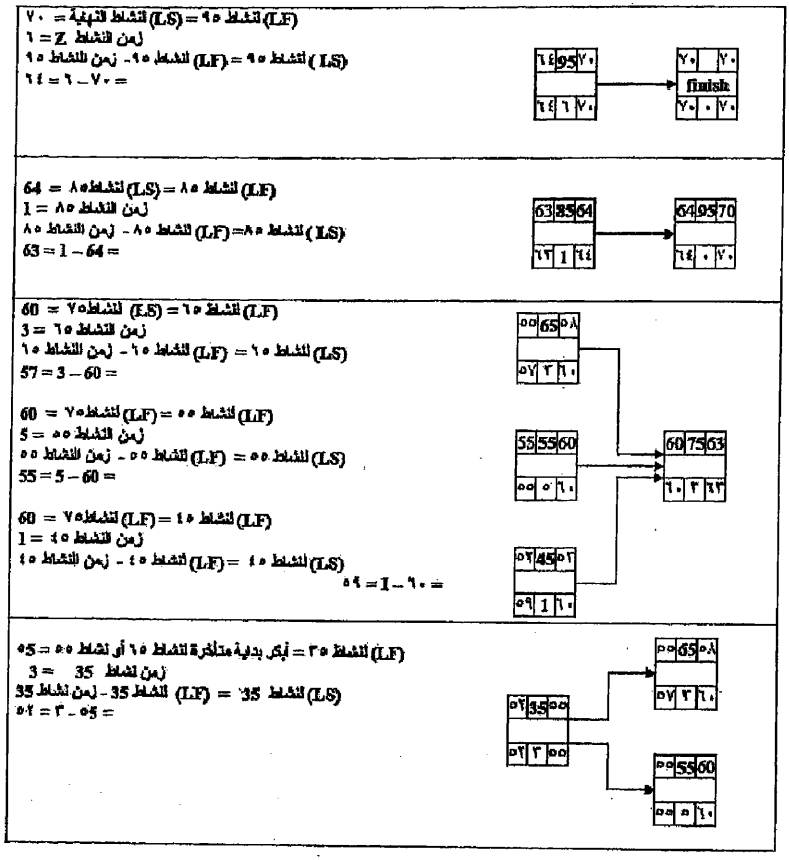
يكتب على link "AB":

$$\text{Lag AB} \rightarrow \text{Lag } S_iS_j = ES_j - ES_i - SS = 3 - 0 - 3 = 0$$

$$\text{Lag AC} \rightarrow \text{Lag } S_iF_j = EF_j - ES_i - SF = 6 - 0 - 5 = 1$$



شكل (5 – 1) أمثلة على حسابات الشبكة في مسار الذهاب



شكل (5 – 2) أمثلة على حسابات الشبكة في مسار العودة

حساب فترات السماح:

بفحص أنشطة أي شبكة بعد إجراء حسابات الشبكة يتضح وجود أنشطة لها نفس قيم البدايات المبكرة والمتأخرة وكذلك نفس قيم النهايات المبكرة والمتأخرة، وأنشطة أخرى ليس لها نفس الخاصية،هذا يدل علي وجود بعض السماح في جدولة بعض الأنشطة، ويمثل هذا السماح مقياساً للوقت المتاح لبعض الأنشطة إضافة إلى الزمن المقدر لتنفيذ النشاط، وتنقسم فترات السماح للنشاط إلى سماح كلي وسماح جزئي.

ويمكن حساب فترات السماح الكلي بطرح قيمة البداية المبكرة من البداية المتأخرة للنشاط وهي نفسها يمكن الحصول عليها بطرح النهاية المبكرة من النهاية المتأخرة ، والأنشطة التي ليس لها فترة سماح كلي لها أي وقت إضافي، ولذلك فإن عدم تنفيذها في وقتها يؤدي إلى تأخير في وقت تنفيذ المشروع لذلك تسمي بالأنشطة الحرجة .

تشكل الأنشطة الحرجة في الشبكة ما يسمي بالمسار الحرج والذي يميز في الشبكة عن باقي المسارات بخط ثقيل كما هو موضح بشكل 5- 3 ويوجد بالشبكة عدة مسارات تربط بداية الشبكة بنهايتها ، وعند جمع أزمنة الأنشطة التي تشكل كل مسار فإنه أطول هذه المسارات هو المسار الحرج وطوله يمثل أقل فترة زمنية يمكن أكمال المشروع فيها ، وأي شبكة لابد إن تحتوي على مسار واحد حرج على الأقل .

تعرف فترة السماح الجزئي لنشاط علي إنها فترة التأخير المسموح بها في نهاية النشاط المبكر بحيث لا تؤثر علي البداية المبكرة للأنشطة التي تعتمد علي هذا النشاط ، ويمكن حسابها بطرح قيمة النهاية المبكرة للنشاط من أصغر قيمة للبدايات المبكرة للأنشطة التي تعتمد علي هذا النشاط .

الجدول الزمني للمشروع:

يتم في هذه المرحلة تحويل بدايات ونهايات الأنشطة من صورة الأيام المنقضية والتي تمت بها الحسابات إلى أيام التقويم وذلك لملائمة هذا التقويم لأغراض التخطيط والمراقبة ومتابعة المشروع.

ويمكن التحويل إلى أيام التقويم وذلك باستخدام التقويم كما هو موضح بشكل 5- 5 والتي يتم فيها ترقيم أيام العمل للمشروع على التولي بداية المشروع مع ترك أيام العطل والأجازات .

ويلاحظ عند العمل في الجدول الزمني للمشروع إن معني أيام العمل المنقضية في الشبكة إن النشاط الذي يبدأ يوم 20 مثلاً يبدأ بعد انقضاء 20 يوم عمل أي في بداية اليوم الواحد والعشرين في حين إن النشاط الذي ينتهي يوم 20 في الشبكة ينتهي فعليا بعد انقضاء 20 يوم عمل في نهاية اليوم 20 من أيام العمل.

شهر يونيو

الخميس	الأربعاء	الثلاثاء	الاثنين	الأحد	السبت	الجمعة

شهر يوليو

الخميس	الأربعاء	الثلاثاء	الاثنين	الأحد	السبت	الجمعة

شكل (5 – 5) التقويم لشهري يونيو ويوليو

علاقات التقاعس:

العلاقات بين الأنشطة فيما سبق بنيت علي أساس فرضيتين هامتين وهما انه لا يمكن بداية أي نشاط حتى تنتهي جميع الأنشطة التي يعتمد عليها ، والأخرى انه بمجرد انتهاء الأنشطة التي يعتمد عليها نشاط ما فإن هذا النشاط يبدأ مباشرة بعدها.

ومع إن هاتين الفرضيتين حقيقيتين في معظم الحالات إلا انه في بعض الحالات لا يتحققا ولذلك يمكن استخدام علاقات التقاعس للتعبير عن علاقات أكثر تعقيداً ، ويوضح شكل 5- 7 بعض هذه العلاقات بينما بتم شرحها فيما يلي:

شكل (1) يوضح إن نشاط 10 لا يمكن إن يبدأ قبل نهاية النشاط 20 ولا يوجد أي تقاعس بين نهاية نشاط 10 وبداية نشاط 20.

شكل (2) يوضح إن نشاط 30 لا يمكن إن يبدأ إلا بعد انتهاء النشاط 20 بثلاثة أيام ، ويعبر عن هذه العلاقات بعمل بداية نشاط 30 بحيث تساوي نهاية النشاط 20 مضافا إليها ثلاثة أيام .

شكل (3) تشير العلاقة الموضحة إن بداية النشاط 35 لا يمكن إن تكون قبل بداية النشاط 40.

شكل (4) تشير العلاقات الموضحة إن بداية النشاط 45 تكون بعد بداية النشاط 50 بيوم واحد .

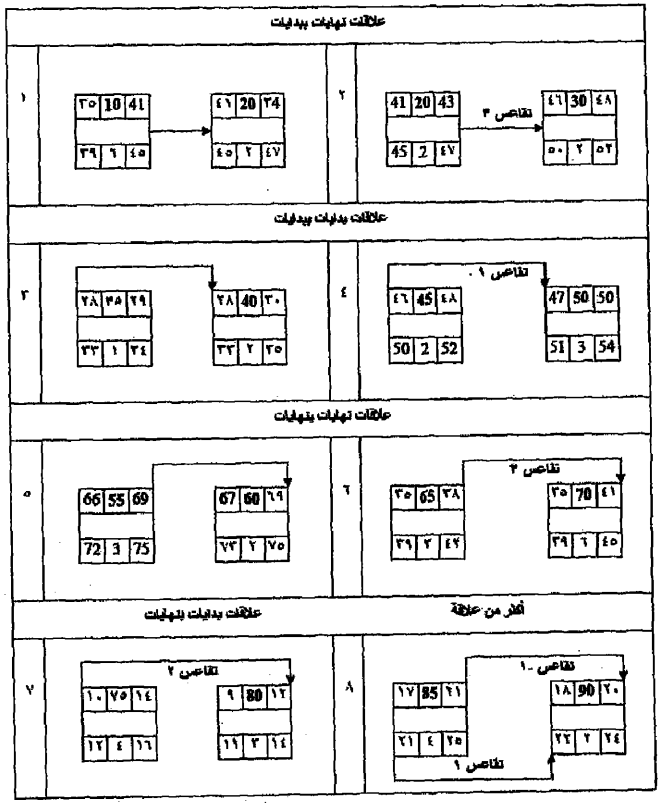
شكل (5) تشير العلاقات الموضحة إن نهاية النشاط 60 تقع علي التو بعد نهاية نشاط 55 ولكن بعدها مباشرة .

شكل (6) تشير العلاقات الموضحة إن نهاية النشاط 70 تقع بعد نهاية النشاط 65 بثلاثة أيام .

شكل (7) علاقة بداية إلى نهاية الموضحة في الشكل تشير إلى إن نهاية نشاط 80 تقع بعد بداية نشاط 75 بيومين لذلك فإن اليوم ين يضافا إلى بداية النشاط 75 وهي 10 لتصبح نهاية النشاط 80 تساوي 12 ثم تحسب بداية النشاط 80 بطرح زمن النشاط وهو 3 أيام من نهاية النشاط ليعطي بداية النشاط وهو 9.

شكل (8) علاقة البداية بالبداية تعني أن النشاط 90 بدايته بعد بداية النشاط 85 بيوم واحد وكذلك فأن علاقة نهاية بنهاية يعني نهاية نشاط 90 تسبق نشاط نهاية 85 بيوم واحد .

طريقة الجداول البيانية :

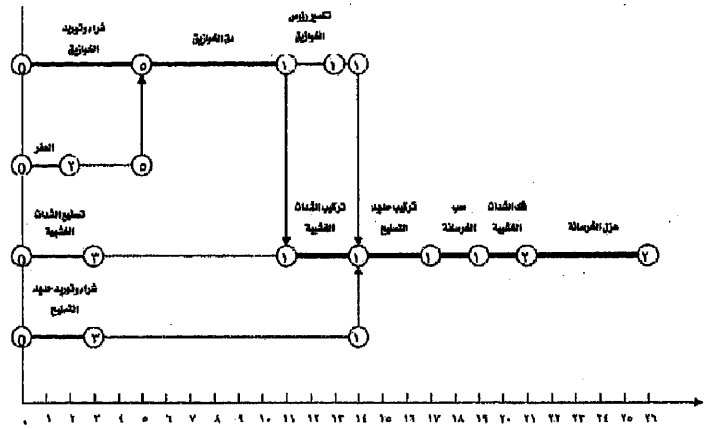


شكل (5 – 7) أمثلة لعلاقات التقاعس

الشبكات الموقعة بمقياس رسم:

تم رسم الشبكات في المراحل السابقة لتحقيق العلاقات بين الأنشطة فقط، والآن يمكن توقيعها على مقياس رسم أفقي يمثل الزمن ، وللشبكات الموقعة بمقياس الرسم فوائد كبيرة وذلك في كثير من التطبيقات لأنها توضح بطريقة أفضل العلاقات الزمنية بين الأنشطة.

وتوضح هذه الشبكات أيضا الأنشطة التي يتم تنفيذها في أي فترة من الزمن وتساعد هذه الشبكات في حساب الاحتياجات اليومية من الموارد المختلفة للمشروع وكذلك في الإدارة المالية للمشروع وفي متابعة تقدم العمل في المشروع.



شكل (5 – 8) شبكة المشروع المثال مقاسة إلى الزمن

(شبكة موقعة بمقياس رسم):

الشبكات الموقعة بمقياس رسم هي طريقة بديلة عن طريقة المسار الحرج، وهي عبارة عن توقيع البرنامج الزمني للمشروع على مقياس رسم أفقي.

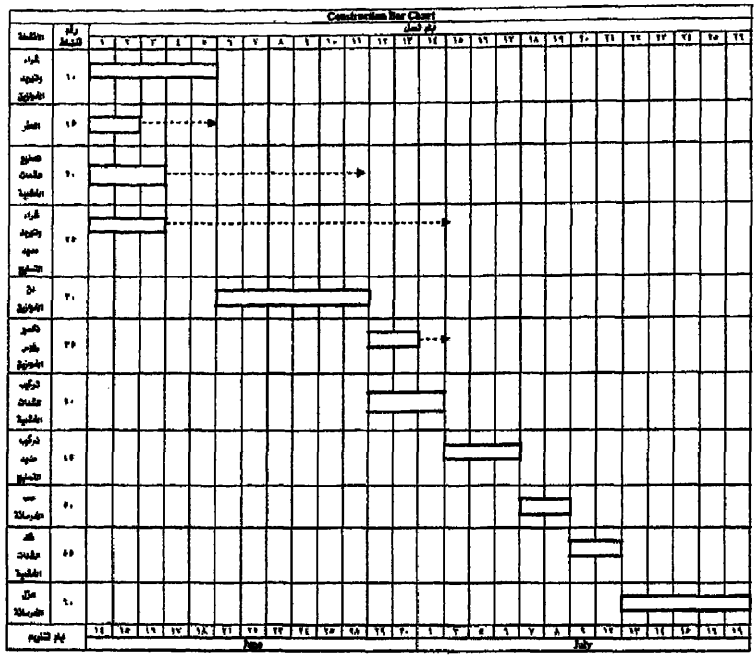
المميزات:

1. تعتبر وسيلة سهلة ومناسبة لمتابعة سير الأعمال بالمشروع وجدولة العمالة والمعدات.
2. يعتبر كبديل ممتاز للأفراد اللذين ليس لهم دارية كافية بطريقة المسار الحرج .
3. يقدم وسيلة واضحة ومرئية لعرض البرنامج الزمني للمشروع .

عيوب هذه الطريقة :

1. لا تظهر العلاقات بين الأنشطة .
2. لا يظهر الفرق بين الأنشطة الحرجة والأنشطة التي لها قدر من السماح في فترة تنفيذها .
3. لا يعتبر أسلوب كافي للتخطيط والجدولة حيث لا ينتج تصور كامل ومفصل ومتكامل لحظة العمل في المشروع.
4. غير فعال كوسيلة لضغط زمن المشروع أو إدارة الموارد.

ويوضح شكل 5- 9 الجدول البياني للمشروع المثال طبقا لأيام العمل، كما شكل 5- 10 نفس الطريقة ولكن بإدخال أيام العطلات.



شكل (5 – 9) الجدول البياني للمشروع المثال طبقاً لأيام العمل

الفصل الخامس

تقصير زمن المشروع

الفصل الخامس

تقصير زمن المشروع

بعد انتهاء مرحلة جدولة المشروع ومعرفة الزمن الكلي لإنجاز المشروع أحيانا تكون هناك حاجة ماسة إلى تقصير زمن المشروع وذلك للأسباب التالية:

1) يفرض المالك أحيانا بالعقد على المقاول إنجاز المشروع في فترة أقل من الفترة المحسوبة في مرحلة الجدولة وإلا سوف يتعرض المقاول إلى دفع غرامات تأخير.
2) أحياناً يطلب المالك من المقاول أثناء تنفيذ المشروع إنجاز باقي المشروع بحيث يكون زمن إنهاء المشروع أقل من الزمن الذي نص علية العقد من قبل، ويطلب من المقاول إن يعرض أسعار جديدة لتقصير زمن المشروع.
3) أحياناً يضطر المقاول إلى إنهاء المشروع في فترة أقل تجنبا لظروف مناخية سيئة مقبلة.
4) أحياناً يضطر المقاول إلى إنهاء المشروع في فترة أقل وذلك ليتفرغ لتنفيذ مشروع آخر أو قبل انقضاء السنة المالية وذلك لتحصيل مستحقاته المالية بسرعة.
5) أحياناً يلجأ المقاول إلى تقليل فترة إنجاز المشروع وذلك لتحصيل حوافز من المالك.
6) يضطر المقاول إلى ضغط زمن المشروع في حال حدوث تأخيرات عديدة على مدار المشروع وتكون الحاجة ماسة إلى استرجاع زمن هذه التأخيرات قبل نهاية المشروع.
7) يضطر المقاول إلى ضغط زمن المشروع وذلك بهدف تسليم أجزاء من المشروع في توقيتات محددة.

أسلوب ضغط زمن المشروع:

عند ضغط زمن المشروع رغبة في تقديم زمن إنهاء المشروع فإنه يجب التركيز على تقصير طول المسار الحرج للمشروع، وعند الرغبة في إنهاء نشاط محدد في توقيت زمني أبكر فأنة يجب التركيز على تقصير أطول مسار في الشبكة يؤدي إلى هذا النشاط من بداية المشروع.

ويلاحظ إن الضغط لزمن المشروع يؤدي إلى تناقص فترات السماح الكلي للأنشطة ثم إلى انعدامها وذلك يؤدي إلى ظهور مسارات حرجة أخرى في الشبكة، وعند ظهور مسار حرج إضافي بجانب المسار الحرج الأساسي فإنه يؤخذ في الاعتبار في المراحل التالية لضغط زمن المشروع.

ويوجد طريقتان لتقصير المسار الحرج:

الطريقة الأولى: تعديل العلاقات بين الأنشطة في بعض مواضع من الشبكة وذلك بحيث إمكانية تتابع الأنشطة بطريقة أخرى توفر بعض الوقت وبالتالي تقصرمن طول المسار الحرج.

والطريقة الثانية: وهي خفض طول المسار الحرج عن طريق تقليل في زمن نشاط أو بعض الأنشطة الواقعة على المسار الحرج للشبكة، فبعض الأنشطة يمكن تقليل زمن تنفيذها عن طريق العمل ساعات إضافية أو طرح جزء من العمل لمقاولي الباطن.

العلاقة بين تكلفة المشروع وزمنه:

الكلفة الكلية (Total Cost) لأي مشروع تتكون عادةً من مجموع الكلف المباشرة (Direct Cost) والكلف غير المباشرة (Indirect – Cost) النشاطات المختلفة.

وتعرف الكلفة المباشرة لمشروع ما هي مجموع الكلف المباشرة المتعلقة بتنفيذ نشاط مباشر مثل المواد والمعدات أو مصاريف العمال.

والوقت الطبيعي للمشروع هو الوقت الناتج من حسابات المخطط الشبكي لنشاطات المشروع.

أما الكلف غير المباشرة للمشروع فهي مجموع الكلف التي لها علاقة بإدارة المشروع وليست مرتبطة مباشرةً بتنفيذ النشاطات مثل النفقة الإدارية، بدل الأجور والرواتب.

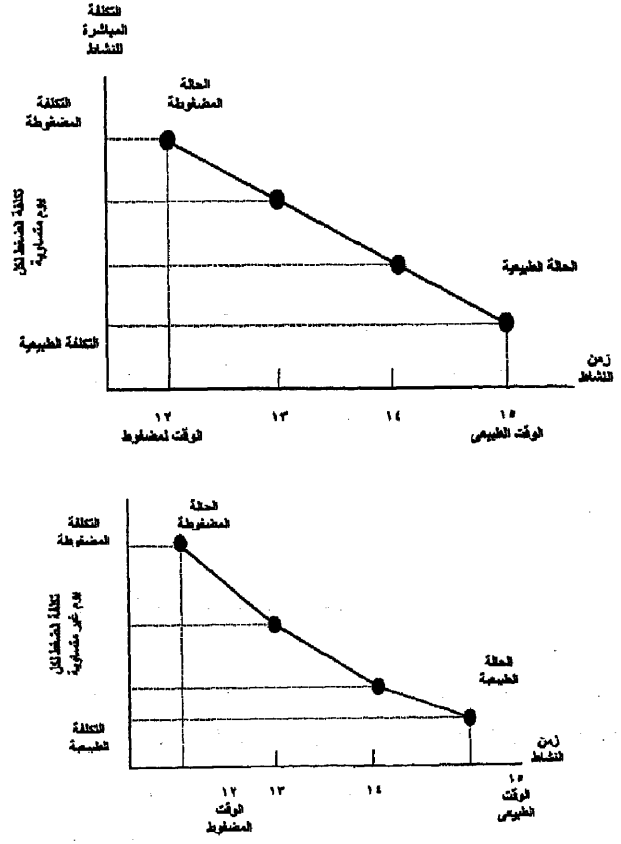
يتضمن تقصير زمن المشروع دراسة لكيفية تغير تكلفته وذلك بسبب كون تكلفة البناء تتغير بتغيير زمن التنفيذ، وذلك حيث إن الهدف دائماً هو تقليل زمن المشروع بأقل زيادة في التكلفة، ولتوضيح كيفية تغير التكلفة طبقاً لتغيير زمن المشروع فإن ذلك يتوجب الفصل بين التكلفة المباشرة للمشروع للأنشطة والتكلفة الغير مباشرة للمشروع كله.

العلاقة بين التكلفة المباشرة للنشاط وزمنه:

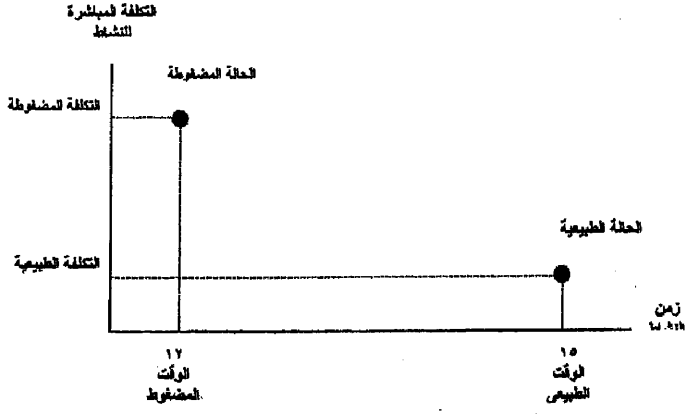
تقصير زمن النشاط يؤدي بالتبعية إلى زيادة في تكلفته المباشرة، فالعمل في ورديات متعددة أو ساعات إضافية يستلزم تكلفة حالية أكثر حيث يؤدي ازدحام الموقع بالعمالة أو المعدات إلى صعوبة في الإشراف وبالتالي نقص في كفاءة التشغيل وزيادة في تكلفة الإنتاج.

والعلاقة بين التكلفة المباشرة للنشاط وزمنه تكون في صورة خط مستقيم أو خط متكسر أو نقاط منفصلة كما في الشكل (6 – 1).

علاقة الخط المستقيم يكون فيها الزيادة في التكلفة لخفض يوم من زمن النشاط ثابتة تقريباً، وذلك كنتيجة لساعات العمل الزائدة أو الورديات المتعددة، والشكل يوضح مثال لهذا النشاط حيث يمكن تقليل زمن النشاط من 15 إلى 12 يوم بتكلفة تبلغ 100 في اليوم، ويوضح الشكل نقطتين أساسيتين النقطة الأولى تمثل التكلفة والوقت العادي، والنقطة الثانية تمثل الوقت المضغوط وتكلفته.



شكل (6 – 1) العلاقة بين التكلفة المباشرة للنشاط وزمنه (الخط المستقيم والخط المتكسر)



شكل (6 – 1) العلاقة بين التكلفة المباشرة للنشاط وزمنه (النقاط المنفصلة)

وفي علاقة الخط المتكسر تزداد فيها تكلفة تقصير يوم من زمن النشاط من يوم إلى آخر، ويحدث هذا في حالة القيام بزيادة مضطردة في أطقم العمالة كلما زادت الأيام المضغوطة.

ويوضح الشكل علاقة النقاط المنفصلة حيث تؤدي عملية تقصير زمن النشاط من قيمة إلى قيمة أقل دون المرور بأي قيم بينية.

التكلفة غير المباشرة للمشروع:

تعتمد التكلفة الغير مباشرة للمشروع بشكل كبير على زمن المشروع، فكلما زاد زمن المشروع زادت تكلفته الغير المباشرة، حيث أنها عبارة عن المصاريف الجارية بالمشروع أو الموقع.

وبتقصير زمن الأنشطة تزداد التكلفة المباشرة وإذا كان النقص في زمن الأنشطة يؤدي ذلك إلى فترة إنجاز أقل للمشروع وبالتالي فإن التكلفة الغير مباشرة تقل.

وحتى نقوم بضغط زمن المشروع فإنه أولاً يجب أن نقوم نقطة البداية بمراجعة الخطة الحالية بهدف دراسة إمكانية تحقق تقصير في الزمن بدون زيادة في تكلفة المشروع، ومع إن الذين قاموا بعمل الخطة كانوا ذوي خبرة وحريصين على عمل خطة جيدة إلا إن إعادة دراسة الخطة يوجد فرص أكبر لزيادة كفاءة الوقت.

في حالة إعادة الدراسة بدون حدوث أي تقصير في زمن المشروع فإن المقاول ليس لدية أي خيار بدلاً من التفكير في تقليل الوقت بتكلفة إضافية، ومن الثابت إن أي عملية تشييد يمكن تنفيذها في وقت اقل عند الاستعداد لدفع تكلفة إضافية وعندئذ يمكن ضغط زمن المشروع بتقييم البدائل الممكنة واختيار الطريقة التي تحقق الضغط المطلوب بأقل تكلفة.

وسوف نستعرض كيف سنقصر الزمن الكلي للمشروع بتكلفة قليلة أو بدون تكلفة إضافية ومع إن هذه الإجراءات يمكن إن تؤدي إلى تقصير ولكن هناك إمكانية لذلك.

تقصير المشروع بدون تكلفة:

- **مراجعة أزمنة الأنشطة الحرجة:**

في هذه المرحلة أول ما يجب عمله هو مراجعة تقديرات زمن الأنشطة الحرجة والتي تم عملها. والغرض من المراجعة هو كشف أي أخطاء حدثت أو اختبار مدى معقولية التقديرات السابقة.

ففي المرة الأولى لعمل تقديرات زمن الأنشطة الحرجة كانت غير معروفة وأحيانا يحدث إن يكون تقدير الزمن للأنشطة مبنى على أساس عدم وجود الموارد في المستقبل، ونتيجة ذلك يتم فرض زمن المشروع بناء على مستوى العمالة أو معدات أقل من الأمثل مما ينتج عنة زيادة في الزمن المقدر.

وألان وحيث تم تحديد هوية الأنشطة الحرجة يمكن عمل ترتيبات إضافية تضمن توفر الموارد بشكل أضافي ليعطي وقت أقل للأنشطة الحرجة.

- **إعادة دراسة خطة المشروع:**

الهدف من هذه المرحلة هو بحث إعادة ترتيب للأنشطة في مناطق موضعية من الشبكة ويأتي في هذه المرحلة دور التفكير الابتكاري وذلك لتطوير طرق للتنفيذ جديدة.

أحيانا وفي حال قيام المقاول بالتصميم والتنفيذ معاً يقوم بتعديل التصميم بعد موافقة المالك وذلك بهدف تقليل زمن التنفيذ للنشاط. ونوضح فيما يلي طرق تعديل الخطة:

1. **وضع بعض الأنشطة الحرجة على التوازي:**

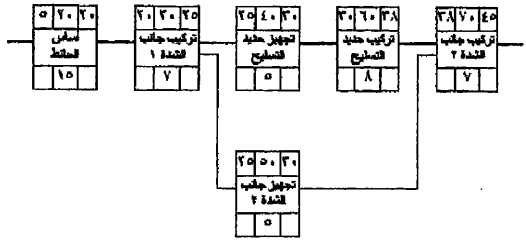
يمكن إنجاز أنشطة حرجة معينة على التوازي مع بعضها البعض بدلا من انجازها على التوالى ويوضح شكل 6 – 2 مثال ذلك حيث إن تنفيذ نشاط تجهيز حديد التسليح للحائط الساند يمكن تنفيذه في نفس وقت تنفيذ نشاط تركيب للجانب الأول الشدة الخشبية بدلا من بعدها فإن هذا الإجراء يؤدي إلى خفض زمن المسار الحرج بخمسة أيام.

2. **تقسيم بعض الأنشطة الحرجة:**

أحياناً يمكن تقسيم بعض الأنشطة الحرجة بحيث يكون جزء من النشاط الحرج يمكن تنفيذه على التوازي مع نشاط حرج آخر وبذلك يتم تقصير المسار الحرج بنفس قيمة زمن هذا الجزء. والشكل (6 – 3) يوضح ذلك، حيث يظهر إن نشاط البياض الداخلي والبياض الخارجي واللذين يمكن تنفيذهما على التوازي وبذلك يقل طول المسار الحرج بمقدار 20 يوم.

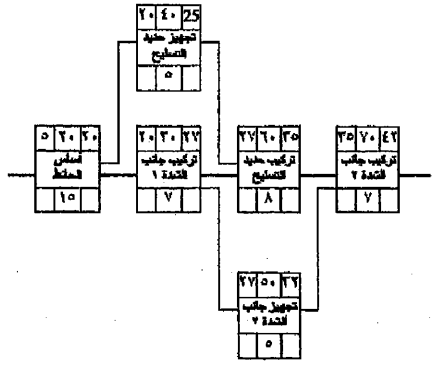
بعض الأنشطة الحرجة لمقاولي الباطون:

يمكن تقصير المسار الحرج لمشروع وذلك بطرح بعض الأعمال لمقاولي الباطون، فهناك بعض الأنشطة في خطة المشروع يتم تنفذها على التوالي لا لشيء إلا لكونها تحتاج لنوع واحد من الموارد المحدودة في كميتها، ولذلك فإن طرح بعض هذه الأعمال أو كلها لمقاول باطن متخصص والذي في الغالب ما يكون لدية معدات وعمالة كافية يمكن إن يؤدي إلى إنجاز بعض الأنشطة في نفس الوقت بدلاً من تنفيذها على التتابع وبذلك يتم توفير بعض الوقت من المسار الحرج.



المسار الحرج

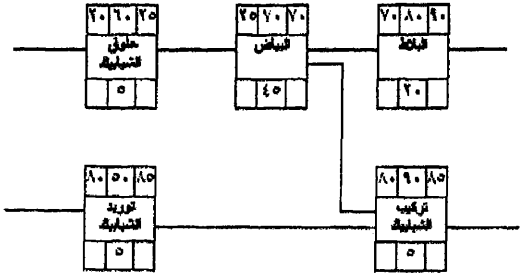
يشمل الانشطة ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ و ٦٠ و ٧٠ وإجمالى طول المسار = ١٥+ ٧ + ٥ + ٨ + ٧ = ٤٢ .



المسار الحرج

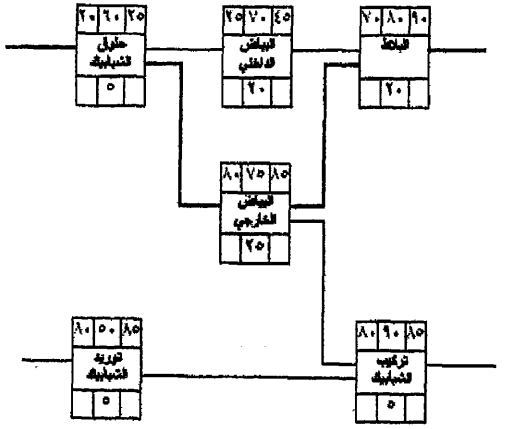
المسار الثانى يشمل الانشطة ٢٠ و ٣٠ و ٦٠ و ٧٠ وإجمالى طول المسار = ١٥+٧+٨+٧ = ٣٧ .

شكل (6 – 2) ترتيب الأنشطة الحرجة على التوازي بدلاً من التوالي



المسار الحرج

المسار الأول يشمل الانشطة ٦٠ و ٧٠ و ٨٠ وإجمالي طول المسار = ٥ + ٤٥ + ٢٠ = ٧٠ .



المسار الحرج

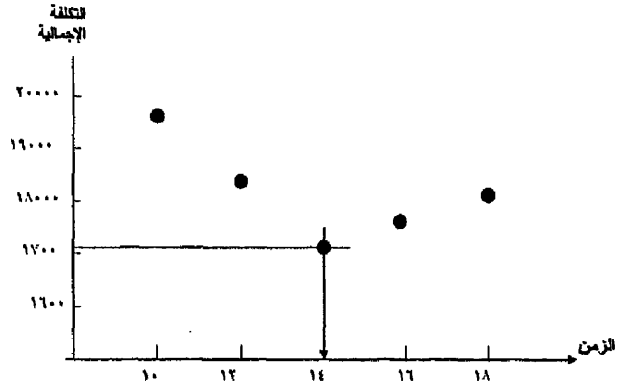
الانشطة ٦٠،و ٧٥ و ٨٠ = ٥ + ٢٥ + ٢٠ = ٥٠

شكل (6 – 3) تقسيم الأنشطة الحرجة

ملاحظة:

يجب معرفة ما إذا كان هذا الإجراء يكلف المقاول تكلفة إضافية أم لا، وذلك بناءً على ما إذا كان هذا العمل الذي سيتم طرحه لمقاولي الباطن يكون بنفس التكلفة التي يحددها المقاول الأساسي لنفسه أم أكبر.

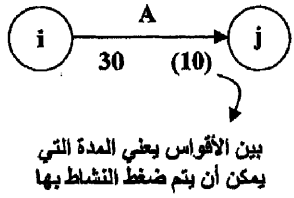
وبتوقيع العلاقة بين التكلفة الإجمالية والزمن الناظر كما هو موضح بشكل ٦ -٤ و يتضح إن الزمن المقابل لاقل تكلفة إجمالية للمشروع هو ١٤ .



شكل ٦ -٤و

كيف تتم عملية ضغط النشاطات بالمشروع؟

لدينا النشاط التالي:



ملاحظة (1): يسمى الوقت الذي نريد أن نصل إليه أو الوقت المطلوب ضغطه (Target duration "T.D") or (Targgir duration "T.D").

ملاحظة (2): ممكن أن نقوم بضغط كلي وكامل ويسمى بهذه الحالة Fully crashed وممكن أن يضغط إلى حد معين وبهذه الحالة يسمى partly crashed ويكون محدد الوقت المطلوب ضغطه أو الوصول إليه ويسمى: Taggir duration "T.D".

هناك بعض المصطلحات يجب معرفتها قبل تعلم خطوات المشروع وهي:

- تكلفة النشاط العادية دون ضغط (Normal Cost (N.C.
- تكلفة النشاط بعد الضغط (Crashed Cost (C.C.
- مدة النشاط دون ضغط (Normal duration (N.d.
- مدة النشاط بعد ضغطه (Crashed duration (C.d.

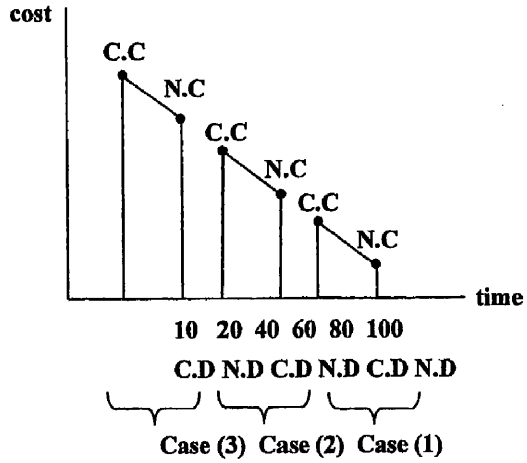
الخطوات في عملية ضغط الوقت بالمشروع:

- نقوم بوضع جميع المسارات الموجودة على الشبكة ونقوم بحسابات Forward لنوجد زمن كل مسار.
- نركز ما هو مطلوب بعملية الضغط "ضغط كلي أو جزئي T.D"
- نختار أطول مسار من حيث الوقت ونضغطه ويمثل .C.P متى يصبح مسار آخر أطول منه نضغط الآخر.. وهكذا..
- آلية الضغط في المسار أولاً نضغط الأرخص ثم الذي يليه.
- نجمع تكاليف الضغط التي عُملت للنشاطات وتكون هي min. cost التي تمثل crashed cost عند زمن crashed Duration.

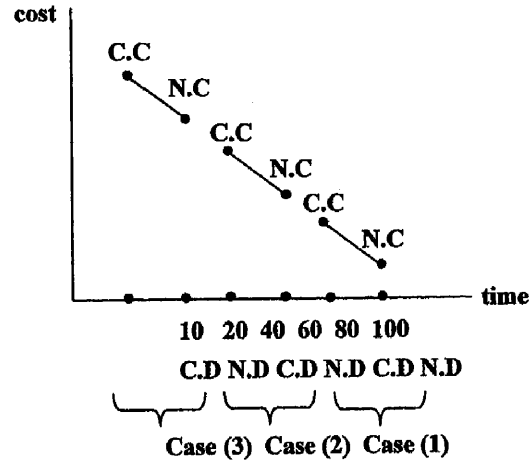
هناك قانون عام لحساب تكلفة ضغط النشاط لكل وحدة زمنية:

$$\text{Slope} = \frac{\text{C.C} - \text{N.C}}{\text{N.D} - \text{C.D}}$$

مثال:



أو ترسم هكذا:



في الرسم المجاور يلاحظ ما يلي:

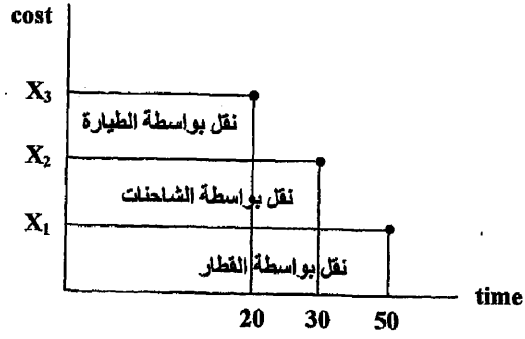
Case1: استخدمنا مصدر معين للاختصار كزيادة الأيدي العاملة فقل الوقت إلى 80.

Case 2: استخدمنا مصدر آخر مثلاً آليات ومعدات كبيرة ساهمت باختصار الوقت إلى 40.

Case3: استخدمنا مصدر مطور مثل تكنولوجيا سريعة ساهمت باختصار الوقت إلى 10.

الخلاصة: أنه على حسب المصدر المستخدم في عملية ضغط الوقت وإنجاز النشاط يكون مدة الاختصار في زمن النشاط.

الوسائل أو الطرق لإنجاز النشاط:



هناك عدة طرق لعمل النشاط وكل طريقة لها وقت يختلف عن الأخرى. مثلاً: شاحنة نريد نقلها "بضاعة" من عمان إلى العقبة، فإذا استخدمت القطار سوف يستغرق 50 ساعة إما بالشاحنات 30 ساعة وبالطائرة 20 ساعة، وهنا لا نميز عدد الشاحنات. مثلاً لو كان شاحنتان سوف يستغرق وصولهما 30 ساعة مثلما لو

كان شاحنة أو عشر شاحنات. هنا الطريقة بالنقل مع إهمال كمية البضاعة واعتبار البضاعة ستتم بنقلة واحدة بغض النظر عن عدد الشاحنات المستخدمة.

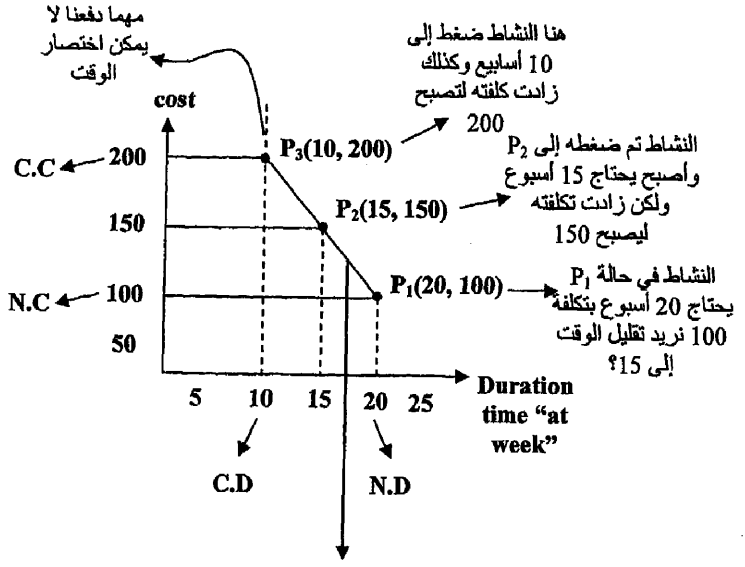
لاحظ أننا لا نستطيع تقليل الوقت أكثر من 10 أسابيع عند x_3 وذلك السبب يعود إلى الأسباب الفيزيائية وهي مثلاً: لا نستطيع أن نفك الطوبار عن العامود إلى بعد اسبوعين، فيجب أن ننتظر هذه المدة حتى يتصلد العامود جيداً ولا يفسد بسبب الفك السريع... وهناك أمثلة عدة على الحالة الفيزيائية.

في المثال تم ضغط النشاط من 20 إلى 10 أسابيع بتكلفة زائدة عن NOC بـ 100 وتم دفع هذه التكلفة مقابل كسب واختصار زمن مقداره 10 أسابيع ولكن على أرض الواقع كيف يتم ذلك؟؟

تتم مبادلة الوقت بالتكلفة عن طريق:

1) زيادة ساعات العمل للعمال.
2) إسناد بعض الأعمال إلى مقاولي الباطن.
3) زيادة العمال ليصبح أكثر من شفت 8 ساعات بـ 8 ساعات بـ 8ساعات بـ 8 ساعات فيكون العمل على مدار 24 ساعة.
4) ندخل تكنولوجيا تسرع من الإنتاج والإنجاز.

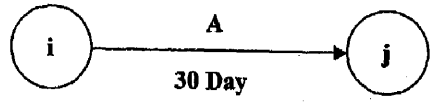
كيفية تمثيل علاقة الكلفة بالزمن (Cost – Time) بيانياً:



$$This\ slope = cost\ per\ unit\ time = \frac{C.C-N.C}{N.D-C.D} = \frac{200-100}{20-10}$$

= 10 Cost every unit time

مثال: ليكن النشاط:



- ما هي التكاليف التي وضع للنشاط A؟
- ما هو الوقت 30 ولماذا وعلى أي أسس وضع هذا الوقت؟
- توضع التكاليف للنشاط على الوضع العادي Normal cost الذي يمثل لنا أقل كلفة وتكون بحسب الأجور المدفوعة للأيدي العاملة والمعدات المستخدمة في النشاط.

- الأيدي العاملة والمعدات يدفع لها على حسب الوقت الذي تشتغل فيه وهنا يلاحظ مدى الترابط بين التكلفة والوقت. والوقت المقصود هنا هو الوقت العادي لإنجاز النشاط اي Normal duration وله شروط خاصة:

1) أن يكون العامل يشتغل 5 أيام بالأسبوع.
2) أن يكون بمعدل شغل 8 ساعات باليوم.

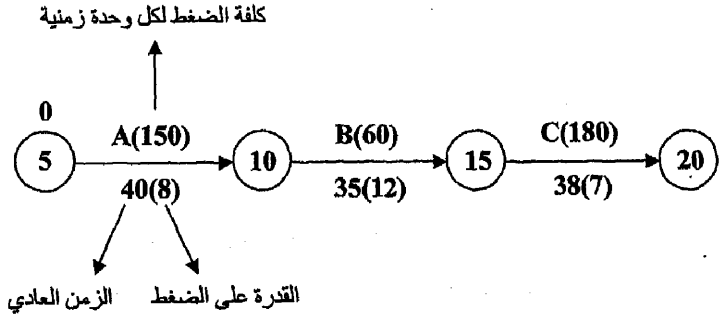
ما هي أنواع التكاليف الداخلة بالمشروع؟

1) تكاليف مباشرة Direct Cost: وهي التي لها علاقة بإنتاج المنتج مثل تكلفة المواد الأولية (إسمنت – رمل... الخ) وتكلفة الأيدي العاملة (بناء – نجار...الخ).

2) تكاليف غير مباشرة indirect cost: وهي بشكل عام تكاليف إدارية.

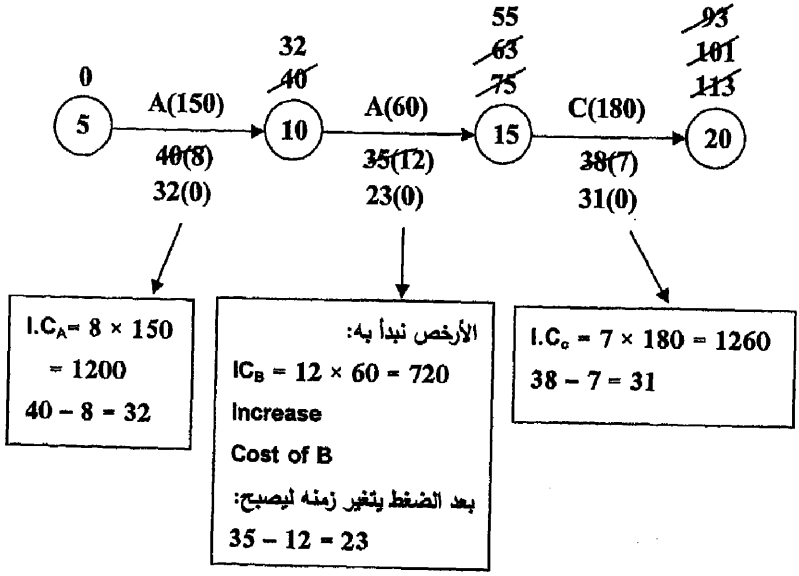
مثال (2):

في الشبكة المجاورة أوجد



الحل:

المسار واحد فآلية الضغط تبدأ من الأرخص سيكون B الذي تكلفة كل وحدة زمنية يتم ضغطها 60 ثم A ثم C وبما أن الضغط كامل فسيتم بتصغير كل الزمن الممكن ضغطه لكل نشاط.

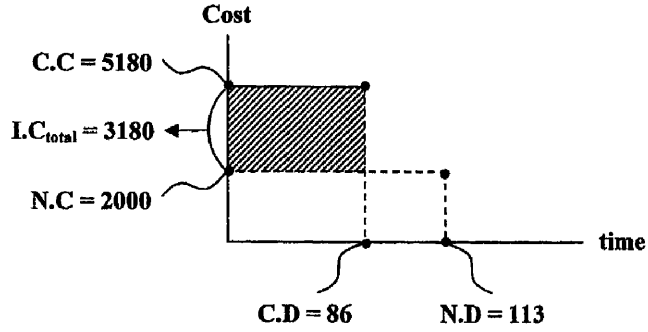


C.D = 86 unit time

$I.C = I.C_B + I.C_A + I.C_C = 720 + 1200 + 1260 = 3180$

$C.C = N.C + I.C_{total} = 2000 + 3180 = 5180$

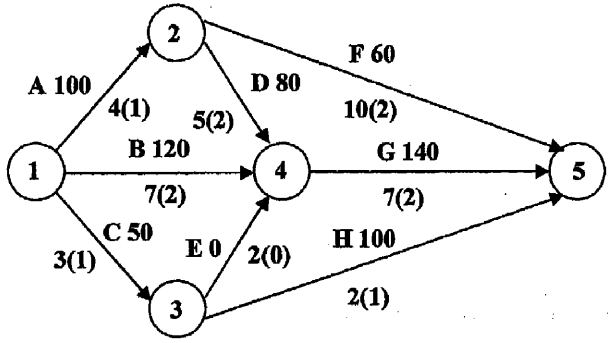
تمثيلها بيانياً:



مثال (2): اوجد مقدار (C.C), (N.D), (C.D) إذا علمت أن N.C = 3000 للشبكة التالية:

A) الضغط الكلي.

B) الضغط حتى 12.



نكتب كل مسار لوحده ونقوم بخطوات الضغط السابق ذكرها.

أولاً: نحسب Forward لكل المسارات.

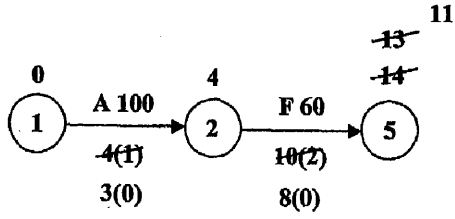
ثانياً: نذهب لأطول مسار ونضغط أرخص نشاطاته بالتدريج حتى يصبح نشاط آخر هو الأطول ونذهب إليه لنضغطه وهكذا ولكن fully crashed نصل إلى زمن لا نستطيع أن نضغط الوقت عنده مهما حصل "قد ما ندفع ما نقدر نختصر الوقت".

ملاحظة هامة: عند ضغط نشاط على مسار وموجود نفسه على مسار آخر لا بد من تعديل المسار الآخر وذلك كما حدث بـ (A).

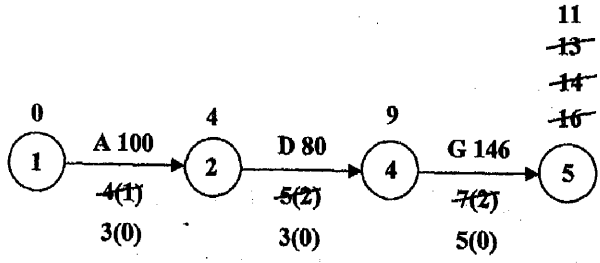
إذاً هناك تكاليف ليس لها داعي كما في (B).

A) ضغط كلي:

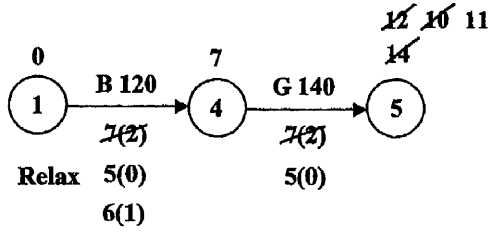
(1)



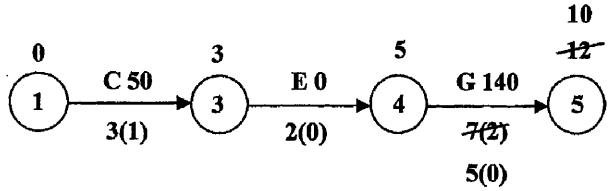
(2)



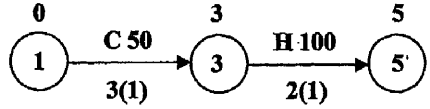
(3)



(4)



(5)



$I.C_D = 2 \times 80 = 160 \rightarrow C.D_D = 3$

$I.C_A = 1 \times 100 = 100 \rightarrow C.D_A = 3$

$I.C_B = 2 \times 120 = 240 \rightarrow C.D_B = 5x$

$- I.C_B = - 1 \times 120 = - 120 \rightarrow C.B = 6$

$I.C_G = 2 \times 140 = 280 \rightarrow C.D_G = 5$

$I.C_F = 2 \times 60 = 120 \rightarrow C.D_F = 8$

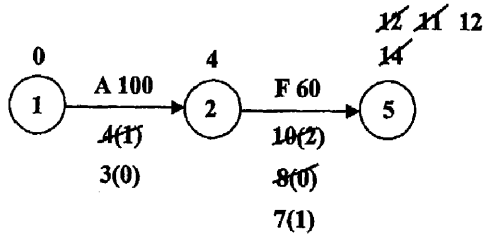
$I.C_{total} = 780$

$\Rightarrow C.C. = I_{total}.C + N.C = 780 + 3000 = 3780$

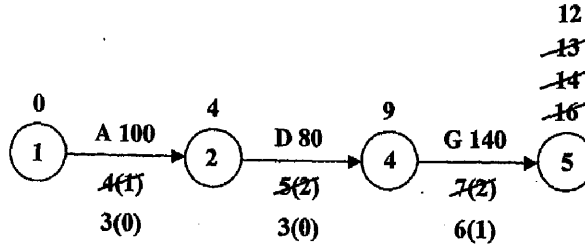
من الوهلة الأولى يلاحظ أن المساران (4) و(5) لن نلعب بهم لأنهم محققين T.D.

B) الضغط حتى 12 (T.D = 12):

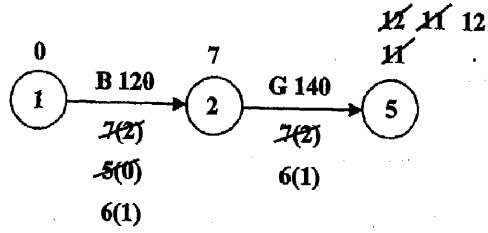
(1)



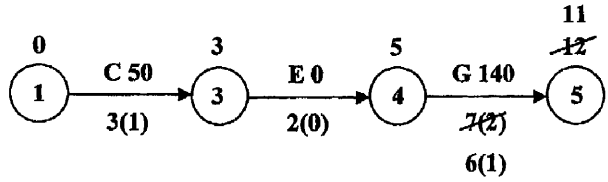
(2)



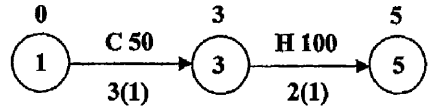
(3)



(4)



(5)



$I.C_D = 2 \times 80 = 160$

$I.C_F = 2 \times 60 = 120$

$I.C_A = 1 \times 100 = 100$

$I.C_B = 2 \times 120 = 240$

$I.C_G = 140 \times 1 = 140$

$- I.C_B = - 1 \times 120 = - 120$

$- I.C_F = - 1 \times 60 = - 60$

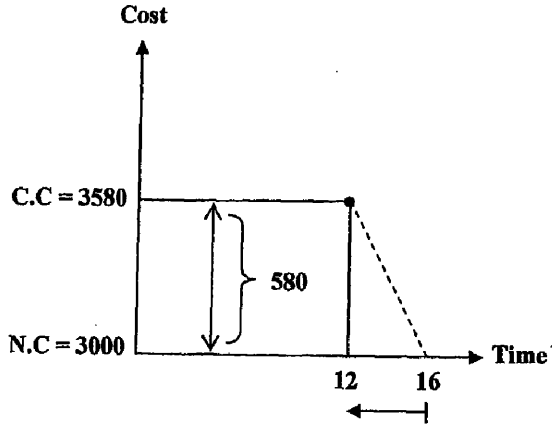
$I.C_{total} = 160 + 120 + 100 + 240 + 140 - 120 - 60$

$= 580$

C.D. = 12

$C.C. = I.C_{total} + N.C = 580 + 3000 = 3580$

تمثيله بيانياً:



الفصل السادس

الرقابة على زمن المشروع

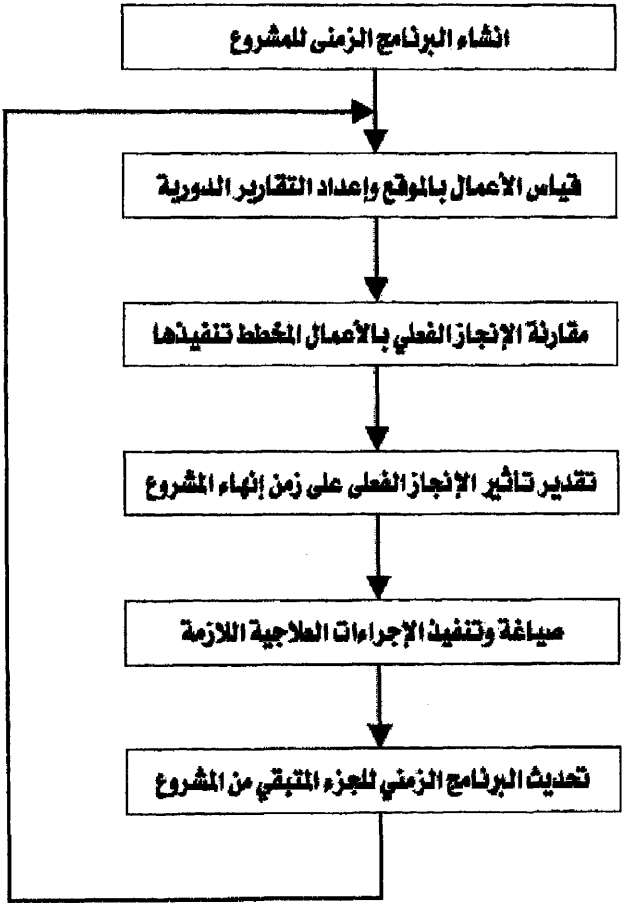
الفصل السادس

الرقابة على زمن المشروع

وهي تعني تنفيذ المشروع طبقاً للخطة الزمنية والمراقبة على تنفيذ المشروع في المدة الزمنية المحددة واسترجاع المعلومات من الموقع.

والهدف من الرقابة على زمن المشروع وهي وضع خطة متكاملة بغرض التأكد من إنجاز المشروع ضمن المدة والكلفة والمواصفات المطلوبة، وهذه الخطة عادةً ما تقوم على متابعة وقياس العمل ومقارنته بخطة المشروع، ومن ثم اتخاذ الخطوات اللازمة لتعديل أي انحراف إن وجد، وإعادة المشروع إلى مساره الأصلي بأقل وقت وأقل كلفة ممكنين.

ويبين شكل (8 – 1) المراحل المختلفة للرقابة على وقت لمشروع والتي تطبق بصورة دورية وتشمل إنشاء البرنامج الزمني للمشروع الذي يعتبر كمدخل في عملية الرقابة على زمن المشروع ويتم متابعة الأداء اليومي بالمشروع بناءاً على هذا البرنامج لإيجاد ومعرفة وقت ومكان الخلل في التنفيذ الفعلي.



شكل (8–1) مراحل الرقابة على زمن المشروع

وتجرى عملية متابعة العمل، كما يوضح الشكل عن طريق قياس تقدم العمل الفعلي ثم مقارنته بالأهداف المحددة مسبقاً، ويشمل ذلك قياس كميات العمل التي تم إنجازها وإعدادها في صورة تقارير بشكل يجعلها صالحة للمقارنة بالكميات بالبرنامج الزمني.

ويتم كتابة تقارير عن سير العمل بالمشروع على فترات منتظمة ويجب تحديد الأنشطة التي تم الانتهاء منها وتحديد درجة اكتمال الأنشطة التي مازالت تحت التنفيذ، ويتم تقيم هذه المعلومات بحيث تكشف عن ما إذا كان المشروع متقدم أم متأخر، وتأثير التأخيرات على النهاية المتوقعة للمشروع، ويتم تحليل البيانات المجمعة واتخاذ كافة الإجراءات العلاجية لإزالة أسباب التأخير.

وتحديث البرنامج الزمني الحالي يعكس ما تم في المشروع حتى تاريخ عمل الرقابة وتأثير ذلك على الجزء المتبقي من المشروع، وتمثل الخطة المحدثة الأساس الحالي لعمل رقابة على زمن المشروع في الفترة التالية.

مقدار التقدم في العمل:

للتعبير عن التقدم في العمل لنشاط ما هناك طرق عديدة منها:

1. حساب الأيام المتبقية لإنهاء النشاط.
2. النسبة المئوية للإنجاز في النشاط بدلالة الوقت.
3. عدد وحدات الإنتاج التي تم انجازها في النشاط.

تعتمد الطريقة المستعملة حسب نوع وطبيعة العمل وما إذا كانت البيانات المجمعة سوف تستخدم لمتابعة تكلفة المشروع، حيث أنه تعتبر حساب الأيام المتبقية طريقة أساسية في الرقابة على الزمن، ويمكن تحويل البيانات في الطريقتين الثانية والثالثة بدلالة الطريقة الأولى وذلك باستخدام المعادلتين التاليتين على التتابع:

- الأيام المتبقية لإنهاء النشاط = ق (1 – س/100).
- الأيام المتبقية لإنهاء النشاط = ق (1 – ح/ك).

علماً أنه:

ق: الوقت الكلي المقدر لإنجاز النشاط.

س: نسبة الإنجاز للنشاط.

ح: عدد وحدات الإنتاج التي تم تنفيذها.

ك: عدد وحدات الإنتاج الإجمالية للنشاط

ويجب أن تكون العلاقة بينهم خطية، وهي تعني أن كمية العمل المنفذة لكل يوم من أيام العمل متساوية. ومن المفترض أن نكون دقيقين في تجميع البيانات حيث تتوقف كفاءة الرقابة على دقة البيانات المجمعة.

ملاحظة:

يجب على مدير المشروع الاهتمام بقياس التقدم وإعداد التقارير.

وفيما يتعلق بإعداد تقارير عن سير العمل بالمشروع وتكراريتها فإنه بصفة عامة كلما زادت التكرارية زاد احتمال الوصول للأهداف المرجوة من المشروع فيما يتعلق بالزمن الكلي لإنجاز المشروع، ولكن يجب عمل توازن بين التكلفة والجهد المبذولين مع الفائدة المتحققة، فالمشروع السريع والذي يستخدم أطقم تعمل ورديات كثيرة في اليوم الواحد يحتاج تقارير يومية، وعلى الجانب الآخر فأن المشاريع الضخمة مثل السدود الترابية والذي يتضمن عدد محدود من بنود الأعمال يمكن أن تكون عملية الرقابة على الوقت أقل تكراراً، وبصفة عامة فإن فترة الأسبوع هي الأكثر شيوعاً في الاستخدام.

التقارير الأسبوعية التي تشير إلى سير العمل:

وهي تقارير أسبوعية تصف تقدم العمل في الموقع من بداية يوم محدد في الأسبوع إلى نهاية اليوم الذي يسبقه في الأسبوع التالي، ويتكون هذا التقرير من قائمة بالأنشطة التي بدأت أو انتهت أو مازال العمل جاري بها خلال الأسبوع المنقضي مع تحديد نسبة الإنجاز في كل نشاط، وكذلك تواريخ بدايات ونهايات الأنشطة. يحتوى على معلومات عن وصول المواد إلى الموقع، وكذلك قياسات فعلية عن حجم العمل المنجز، ويحتوي أيضاً على وصف عام لوضع المشروع من ناحية الزمن ومناقشة الأنشطة الحرجة التي تواجه صعوبات أدت إلى تأخيرها، ووصف مواضع المشاكل بالمشروع. ويبين شكل (8 – 2) نموذج لتقرير تقدم سير الأعمال للمشروع.

ملاحظة: التقرير الأسبوعي لا يحتوي على الأنشطة التي تم إنجازها قبل فترة التقرير ولا على الأنشطة المقرر بدايتها بعد فترة التقرير.

تقرير أسبوعي عن سير الأعمال

المشروع: إقامة شبكة خرسانية مرتكزة على خوازيق

الأسبوع المنتهي بتاريخ: الأربعاء ٢ يوليو (نهاية يوم العمل ٥)

اسم النشاط	رقم النشاط	التكلفة الفعلية للعملة حتى تاريخه	البداية الفعلية	النهاية الفعلية	نسبة الإنجاز الفعلية للنشاط	الأيام المتبقية لإنهاء النشاط
شراء وتوريد الخوازيق	١٠	—	١٥ يونيو	٢٢ يونيو	١٠٠	٠
الحفر	١٥	٦٠	١٤ يونيو	١٥ يونيو	١٠٠	٠
تصنيع الشدات الخشبية	٢٠	٦٠٠	١٧ يونيو	٢٢ يونيو	١٠٠	٠
شراء وتوريد حديد التسليح	٢٥	—	١٧ يونيو	٢٢ يونيو	١٠٠	٠
دق الخوازيق	٣٠	٦٣٠	٢٤ يونيو	١ يوليو	١٠٠	٠
تكسير رؤوس الخوازيق	٣٥	١٢٠	٢ يوليو	لم ينتهي بعد	٣٥	٢
تركيب الشدات الخشبية	٤٠	٧٢	٣ يوليو	لم ينتهي بعد	٢٠	٤
تركيب حديد التسليح	٤٥	٠	لم يبدأ بعد	—	٠	٣
صب الخرسانة	٥٠	٠	لم يبدأ بعد	—	٠	٢
فك الشدات الخشبية	٥٥	٠	لم يبدأ بعد	—	٠	٢
عزل الخرسانة	٦٠	٠	لم يبدأ بعد	—	٠	٥

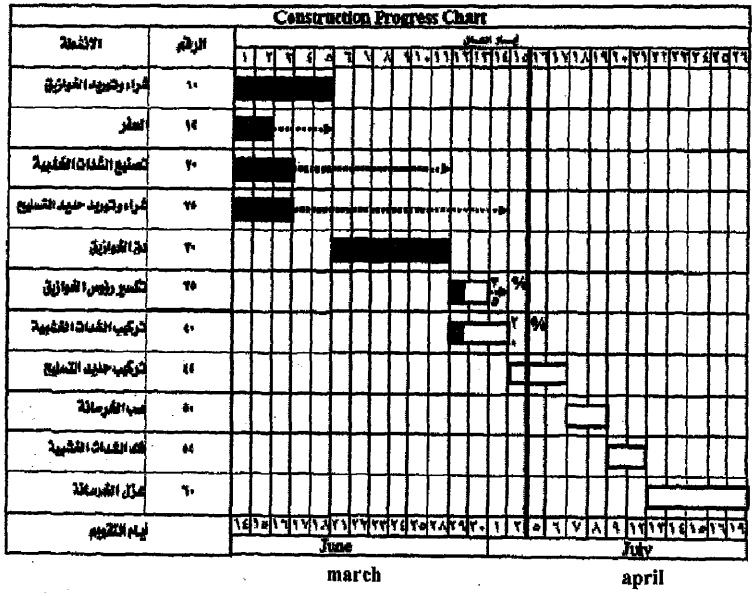
شكل (8 – 2) نموذج لتقدم سير الأعمال في المشروع

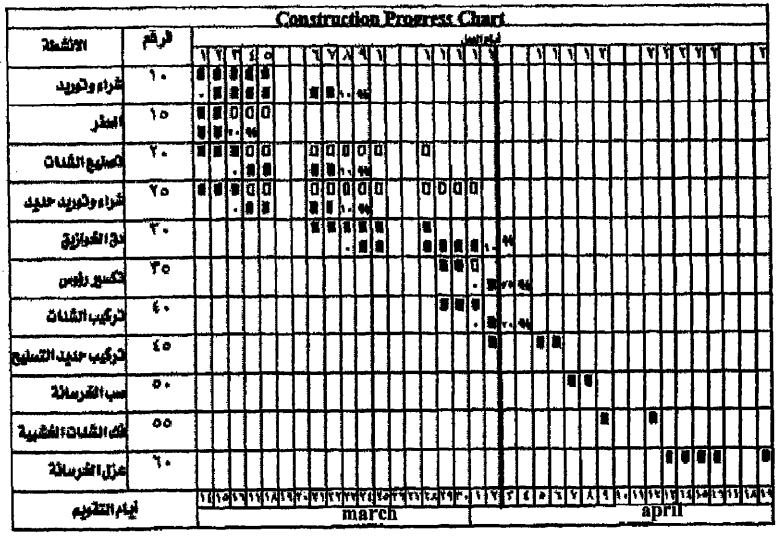
عند استلام القياسات التي تمت في الموقع يتم مقارنة المعلومات بآخر برنامج زمني تم عمله للمشروع وتعتبر طريقة الجداول البيانية وسيلة جيده لتسجيل البيانات الفعلية ورسم صورة عن الوضع الحالي للمشروع وأنشطته.

استخدام الجداول البيانية في المتابعة الزمنية:

يتم رسم الجدول البياني باستخدام الأزمنة المبكرة كما تم شرحه سابقاً، وفي هذه الطريقة يفترض إن كمية العمل المنجز في كل يوم ثابتة على طول زمن النشاط.

ويوضح الشكلين التاليين، استخدام الجداول البيانية في المتابعة الزمنية للمشروع.





يتم توقيع كمية العمل المنجزة في كل نشاط وذلك بتظليل جزء تلو الآخر من المستطيل يتناسب هذا الجزء مع كمية العمل.

وتكون عملية متابعة حالة الأنشطة عن طريق رسم خط رأسي عند التاريخ الذي تجري فيه المتابعة، ويعتبر أي نشاط على يسار الخط الرأسي يحتوى على جزء غير مظلل متأخرا، وأي نشاط يحتوي على جزء مظلل على يمين الخط الرأسي متقدماً.

ملاحظة في الشكل (8 – 4):

الأشكال البيضاوية المظللة في الشكل تمتد من البداية المبكرة إلى النهاية المبكرة والأشكال البيضاوية البيضاء تمثل فترة السماح للأنشطة الغير حرجة، ويظهر أسفل كل نشاط أشكال بيضاوية سوداء حيث يظهر بداية كل صف البداية الفعلية للنشاط ويمتد الصف أما إلى اليوم الحالي أو إلى نهاية النشاط، ويتم إدخال نسبة الإنجاز إلى اليمين ومن المزايا الرئيسية.

مرحلة التحليل الزمني للمشروع:

تنقسم مرحلة التحليل الزمني إلى طريقتين:

الأولى: دراسة تأثير المعلومات التي تم تجميعها على زمن تنفيذ المشروع ككل، حيث أنه عند وصول التقرير من الموقع يتم مراجعة حالة الأنشطة الحرجة في البرنامج الزمني، فأي نشاط تم اكتماله بعد زمن النهاية المتأخرة سوف يسبب تأخير متساوي في القيمة في نهاية المشروع.

الثانية: تتمثل في اختبار وجود مسارات حرجة جديدة في البرنامج الزمني ويكون ذلك بمراجعة النهاية المتأخرة الأنشطة الغير حرجة فإذا كانت النهاية الفعلية أكبر من النهاية المتأخرة للنشاط وهذا يدل على وجود مسار حرج جديد.

التعديلات اللازمة للمشروع:

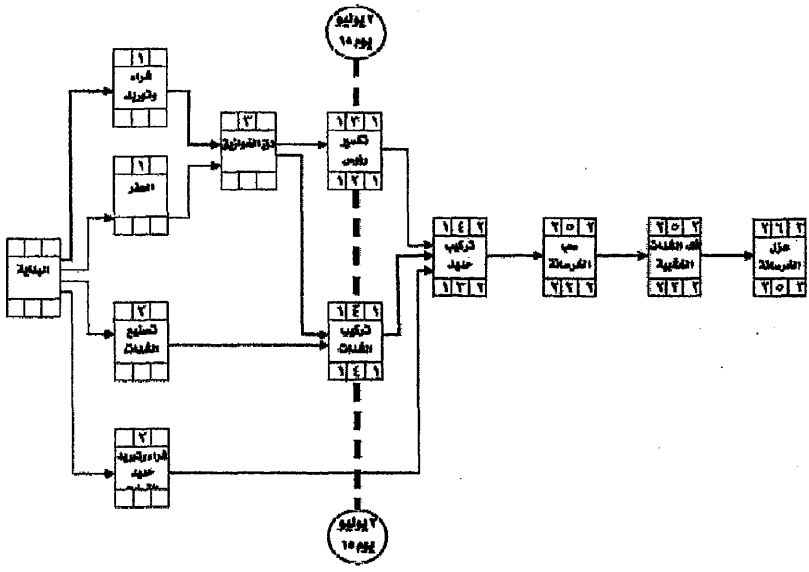
بعد إجراء التحليل فإنه من المفترض اتخاذ بعض القرارات التي تتعلق بتحديد الإجراءات التعديلية اللازمة للمشروع.

الحالات الواجب فيها اتخاذ قرارات تعديلية وهي:

1) تأخر البدايات أو النهايات.
2) عند اكتشاف أن بعض الأنشطة المستقبلية تم حساب زمنها بضآلة شديدة.
3) عندما يحتاج المشروع إلى تغيير في العلاقات بين الأنشطة.
4) حدوث تأخيرات جوهرية بالمواد.

تحديث البرنامج الزمني:

نتيجة التغيرات في أزمنة الأنشطة وتتابع تنفيذها والتأخيرات في التنفيذ، وكذلك ترتيبات تسوية الموارد وتقصير زمن التنفيذ، فإن حالة العمل الفعلية تبتعد شيئاً فشيئاً عن تلك التي يصفها البرنامج الزمني الأصلي، فأنه يستلزم من وقت لآخر إدراج هذه التغييرات في البرنامج الزمني حتى يستمر في إعطاء صورة واقعية عن المشروع وهذا ما يسمى بتحديث البرنامج الزمني.



شكل (8 – 5) الشبكة المحدثة للمشروع المثال

الفصل السابع

الرقابة على تكلفة المشروع

الفصل السابع

الرقابة على تكلفة المشروع

إن كلفة المشروع تتضمن المصاريف والثمن اللازم لإنجاز أي نشاط أو مجموعة من الأنشطة وقد تتضمن أموالاً وممتلكات أو جهوداً أو أوقات.

فلا بد من القيام بعملية ضبط ومراقبة كلفة المشروع، ومن هنا يجب الاطلاع على أمور أساسية وهي:

1) المصاريف الفعلية حتى وقت معين.
2) النشاطات التي تم إنجازها من المشروع.
3) مدى مطابقة الكلفة الفعلية مع الكلفة المجدولة.
4) الكلفة الفعلية المتوقعة بناءً على إنفاقه سواءً في حالة زيادة الإنفاق عن الكلفة (Overrun) أو نقص عن الكلفة (Underrun).
5) دراسة النشاطات التي أدت إلى زيادة الكلفة.

هناك نظام يسمى نظام تكويد التكاليف، وهو نظام ينص على تخصيص رمز لكل مركز تكلفة مالي للمقاول كوسيلة لتصنيفه والتعرف عليه، وتوجد نظم تكويد عالمية ومشهورة لأعمال البناء يمكن استخدامها، ويمكن للمقاول تصميم نظام خاص به.

ملاحظة (1): حسابات التكاليف للمشروع لا تكون فقط بدلالة العملات النقدية، ولكن أيضاً بدلالة الساعات العمالية أو المعدات أو كميات العمل المنجزة.

ملاحظة (2): في أي مشروع يجب الاعتدال والتوازن في جمع المعلومات، حيث أنه درجة كبيرة من التفاصيل تسبب الإرباك، ودرجة قليلة لا تساعد الإدارة على الوصول إلى السبب المباشر في حدوث انحرافات.

إعداد التقارير:

وهي تعني إعداد تقارير عن تكاليف العمالة والمعدات بمعدل كافٍ بحيث يمكن الاستشعار بالزيادات في التكلفة في حين أنه ما زال الوقت متاحاً لاتخاذ إجراءات لكبح هذه الزيادات بحيث تكون الفائدة المتحققة في خفض الزيادة في تكلفة المشروع أكبر من تكلفة إعداد هذه التقارير.

وهي تنقسم إلى:

أ. إعداد التقارير عن استخدام العمالة:

المصدر الرئيسي لتكلفة العمالة وتوزيع ساعات عمل العمالة على مراكز التكلفة المختلفة هي كروت تشغيل العمال، وفي هذه الكروت يتم إدخال ساعات التشغيل موزعة على مراكز التكلفة التي يتم تنفيذها في الموقع، وكروت تشغيل العمالة إما يومية أو أسبوعية حسب طبيعة العمل.

ب. إجراء القياسات للأعمال التي تم تنفيذها في الموقع.

لحساب معدلات الإنتاج وتكلفة وحدة الإنتاج فإنه من الضروري قياس كميات العمل المنفذة فعلياً بالإضافة إلى حساب ساعات تشغيل وتكلفة العمالة، ويتم عادة قياس الكميات المنفذة فعلياً في الموقع أسبوعياً. القياسات هي أحد مهام المشرف على التنفيذ.

ملاحظة:

تكون مهمة إجراء القياسات هي أحد مهام المشرف على التنفيذ.

تقارير أسبوعية للعمالة:

إنتاجية العمالة يمكن متابعتها إما بدلالة ساعات العمالة لوحدة الإنتاج أو تكلفة وحدة الإنتاج، وعادة يفضل العمل بساعات العمالة لوحدة الإنتاج، وذلك حيث إن أجور العمال تتغير باستمرار وبناء على ذلك فإن تكلفة وحدة الإنتاج تتأثر بهذا التغير وبالذات في المشروعات ذات فترة التنفيذ الطويلة.

تقارير تكلفة العمالة الأسبوعية:

وهي تقارير تشمل تكلفة العمالة المباشرة فقط و لا تشتمل تكلفة العمالة الغير مباشرة، والهدف من هذه التقارير هو إمداد إدارة المشروع بمعلومات مفصلة تتعلق بالحالة الحالية لتكلفة العمالة ومقارنتها بالتكلفة المقدرة.

طريقة الحساب:

يتم حساب التوفير أو الخسارة في كل بند عمل عن طريق ضرب كمية العمل المنجزة حتى تاريخه في كمية الوفر أو الخسارة للوحدة، ويتم تقديم التوفير أو الخسارة المقدرة عند نهاية المشروع بطرق عدة أهمها وهي أن نضرب قيمة التوفير أو الخسارة للوحدة حتى تاريخه في إجمالي الكمية المقدرة للمشروع.

حسابات تكاليف المعدات:

يتم التعامل مع معدات البناء بصورة مماثلة للعمالة ولكن مع مراعاة التالي:

1. استخدام كروت لتشغيل المعدة مماثلة لتلك التي تم استخدامها للعمالة يتم فيها توزيع ساعات عمل المعدة في كل يوم على البنود التي تم استخدامها فيها.
2. يلجأ بعض المقاولين إلى تجميع تكاليف جميع المعدات في المشروع في مركز تكلفة واحد ولا يحاول توزيع هذه التكلفة على بنود الأعمال التي تم استخدام كل معدة فيها مباشرة.

3. يتم محاسبة المشروع على تكاليف المعدة على أساس معدل التأجير الداخلي، ويجب حساب كافة ساعات تواجد المعدة في الموقع مع خصم ساعات توقف المعدة.
4. تحميل تكلفة المعدة إذا كانت ملك للمقاول باستخدام أسلوب الإيجار الداخلي.
5. بخصوص تكلفة المعدات مثل النقل إلى الموقع والفك والتركيب والنقل خارج الموقع، فيجب فصل هذه التكاليف عن تكاليف التشغيل وإضافتها إلى التكاليف الغير مباشرة للمشروع.
6. عند تشغيل معدات لها أوقات ضائعة كبيرة فإنه يتم عمل مركز تكلفة خاص يضاف إلى التكاليف الغير مباشرة للمشروع توضع في هذا المركز تكلفة الأوقات الضائعة.

التقارير الشهرية المجمعة:

يتم إعداد تقارير شهرية مماثلة لتلك التي تم إعدادها أسبوعيا ولكن هذه التقارير تشمل على جميع عناصر التكلفة من معدات ومواد وعمالة ومواد ومقاولي باطن لكل بند من بنود المشروع، وتحتوي أيضاً على التباين بين التكلفة الفعلية والمقدرة لبنود الأعمال وأيضاً على توقعات التكلفة النهائية عند اكتمال المشروع.

خفض تكلفة الإنتاج:

بعد معرفة بنود الأعمال التي تعاني من ارتفاع في تكلفة الإنتاج فإن إدارة المشروع يجب عليها إن تحدد ما هي الإجراءات العلاجية الواجب اتخاذها حيال هذا الانحراف، وحيث أنه لا يمكن خفض أجور العمالة والمعدات فإن الفرصة الحقيقية في الرقابة على التكاليف تكمن في تحسين معدلات الإنتاج للعمالة والمعدات، وهذا يعتمد بقدر كبير على الإشراف الجيد في الموقع والإدارة الجيدة.

الفصل الثامن

إدارة المواد

الفصل الثامن

إدارة الموارد

إدارة المشروع:

هي عملية تخطيطية شاملة لتنسيق الموارد البشرية والمادية ومواد التشييد والوقت اللازم لتنفيذ الأعمال وذلك بين المالك والمهندس والمنفذ أو المقاول. ويكون ذلك بتقديم دراسة تشمل الاحتياجات المطلوبة من قبل مالك المشروع ومواصفات وتكاليف المواد والوقت المحدد للتنفيذ.

موارد المشاريع:

هي عبارة عن العمالة والمعدات والموارد اللازمة لتنفيذ أي مشروع، علماً أنها لا تكون متوفرة في الموقع عند الطلب، وذلك يسبب إضرابات العمل وأعطال المعدات والتأخيرات في التوريد... الخ.

الهدف الأساسي من إدارة الموارد هو إمداد ودعم عمليات الموقع بالموارد اللازمة بحيث يسلم المشروع ضمن الوقت المحدد للتسليم، وكذلك الوصول إلى تكلفة واقعية في حدود الموازنة المقدرة.

وتستلزم إدارة الموارد من مدير المشروع القيام بالمهام التالية:

1) عمل الترتيبات اللازمة لوصول الموارد في الوقت المحدد مع متابعة تنفيذ هذه الترتيبات.
2) في حال حدوث نقص أو تصارع على الموارد فإنه يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة للتغلب على هذه المشاكل بما في ذلك تعديل البرنامج الزمني للمشروع.
3) تحديد الاحتياجات من الموارد حيث يحدد نوع المورد والتوقيت الواجب توافره في الموقع والكمية المطلوبة.

مظاهر إدارة الموارد في المشروع:

إدارة العمالة:

تتضمن إدارة العمالة المتوفرة بالمشروع حصر تفصيلي لاحتياجات المشروع، فإذا تبين إن العمالة المتوفرة كافية للاحتياجات المستقبلية عندئذ يمكن الفرض إن العمل يمكن تنفيذه بالعمالة المتوفرة لتحقيق البرنامج الزمني ولا يوجد داعي لإجراء تعديلات على البرنامج الزمني فيما عدا ذلك يجب إجراء بعض التعديلات على متطلبات العمالة لضمان كفاءة التنفيذ.

وفي حالة ظهور أن الطلب أكثر من المتاح في أي وقت، فإن ذلك يتطلب تنفيذ بعض الترتيبات مثل العمل ساعات أو ورديات إضافية أو طرح بعض الأعمال لمقاولي الباطن وذلك لتلافي حدوث تأخير في زمن المشروع، وفي حال استمرار عدم إمكانية ذلك فإن الخيار هو توظيف العمالة المتاحة للأنشطة المختلفة بطريقة تؤدي إلى فض التصارع بين الأنشطة على الموارد مع أقل زيادة في زمن المشروع.

تفصيل إدارة العمالة إلى ما يلي:

- **تبويب الاحتياج من العمالة:**

وهذا ينص على تحديد الاحتياج من كل حرفة للأنشطة في المشروع والتي يقوم المقاول بتنفيذها ذاتياً والمصدر الرئيسي لهذه البيانات هو تقدير التكلفة والذي قام به المقاول في مرحلة دراسة العطاء حيث تم تقدير التكلفة عن طريق فرض عدد معين من الأطقم كأساس لتقدير تكلفة كل نشاط ويتم التبويب بصورة جدول يظهر لكل نشاط عدد الأطقم التي يحتاجها في اليوم من كل مورد.

- **التوزيع التكراري للموارد:**

وهذه العملية تتم بمعرفة البيانات التي تم إعدادها في الخطوة السابقة وكذلك باستخدام الشبكة المرسومة بمقياس رسم طبقاً لأوقات التنفيذ المبكرة يمكن بسهولة حساب الاحتياجات اليومية من نوع من الموارد طوال زمن المشروع، ويتم هذا بالتجميع الرأسي لعدد الأطقم من نوع محدد لكل يوم ليظهر الاحتياج من كل مورد بصورة توزيع تكراري.

- **مقارنة الاحتياج بالإمداد من العمالة:**

وتقسم هذه العملية إلى قسمين أو حالتين:

الحالة الأولى:

وهي تمثل الوضع الذي يكون فيه إمداد العمالة كافياً أو على الأقل يمكن تحريك المتطلبات القصوى بحيث يكون الطلب في حدود المتوفر.

وفي هذه الحالة يتم التركيز على طلب العمالة بالقرب من نقاط مختلفة من وقت المشروع يمكن القطع فيه بأنه غير مرغوب وغير عملي، حيث يؤدي إحضار العمال ثم الاستغناء عنهم بطريقة متكررة على مدار المشروع إلى حدوث متاعب، ويعتبر غير كفء ومكلف ولا يغرى العمال الماهرين بالبقاء في المشروع، ولذلك يتم عمل ما يسمى تسوية المتطلبات من العمالة، وسوف نشرحها بعد قليل.

الحالة الثانية:

وهي التي تكون فيها الإمداد من العمالة لا يكفي الاحتياجات وينتج عن هذا وجود تصارع بين الأنشطة في مجال فترات السماح لها لذلك يتم عمل ما يسمى بتوظيف الموارد، وسيتم شرحه بعد قليل.

سوف يتم توضيح طريقة تسوية متطلبات العمالة وتوظيف أطقم العمالة المتاحة.

1) تسوية متطلبات العمالة:

يقصد بتسوية المتطلبات من العمالة هو محاولة الحصول على توزيع تكراري للاحتياجات في مستوى واحد تقريباً وذلك بملء الفراغات البينية وتحريك القمم إلى الأماكن الأقل ويتحقق ذلك عن طريق تحريك الأنشطة الغير حرجة في مجال فترات السماح الكلي لها.

وتتم عملية التسوية باستخدام طرق تجريبية وتأتي صعوبة إجراء هذه المهمة في إن المشروع يحتاج إلى موارد كثيرة لذلك فإن تحريك أحد الأنشطة يحسن وضع وشكل مورد وربما في نفس الوقت لا يحسن شكل موارد آخر، لذلك فأنة يتم حل هذه المشاكل بطريقة المحاولة والخطأ حتى نحصل على حل مقبول.

2) طريقة توظيف أطقم العمالة المتاحة:

تعتمد طريقة توظيف أطقم العمالة المتاحة على وضع قواعد أولية لتنفيذ الأنشطة حيث إعطاء أولوية لتنفيذ الأنشطة حسب البداية المتأخرة فكلما قلت البداية المتأخرة زادت الأولوية وإذا تساوت البداية المتأخرة لنشاطين كانت الأولوية للنشاط الذي له فترة سماح كلي أقل، وهكذا يتم إعادة جدولة أنشطة المشروع يوماً بعد يوم حتى ينتهي العمل من جدولة جميع أنشطة المشروع.

إدارة المعدات:

تتم إدارة المعدات في مواقع البناء بطريقة مشابهة لما سبق شرحه في العمالة من ناحية حصر الاحتياجات ثم مقارنة الاحتياجات بالمعدات المتاحة ثم التفكير في تسوية الاحتياجات أو توظيف المعدات المتاحة على الأنشطة بأقل زيادة في زمن المشروع.

وفي المشروعات التي تحتاج إلى معدات كثيرة فإن الالتزام بالبرنامج الزمني للمشروع والتحكم في التكلفة يتوقف على جودة إدارة المعدات في الموقع، ويوجد كثير من الاعتبارات الهامة التي تراعي عند اختيار واستخدام وصيانة المعدات وهي ما يلي:

1. يجب اختيار المعدات التي تقوم بأداء العمل بأفضل طريقة ممكنة.
2. يجب أن يكون حجم المعدات متوافقاً مع خطة الإنتاج وشراء المعدات كلها من نوع واحد يساعد كثيراً في صيانتها.
3. يجب تخطيط العمل للوصول إلى الاستغلال الأمثل لكل معدة حيث يكلف الوقت الضائع للمعدة المال الكثير.
4. الصيانة للمعدات بالموقع يجب أن يكون جزءا من التخطيط لاستخدام المعدات واعتبار أنظمة الصيانة الوقائية جزءاً أساسياً من برنامج إدارة المعدات.
5. يجب توفير مخزون في الموقع من قطع الغيار الأساسية ضروري لتجنب فترات الأعطال.
6. خدمات الإصلاحات للمعدات يمكن إجراؤها في الورش المركزية للمقاول أو بواسطة وكلاء المعدات الموجدين بالقرب من الموقع ويمكن ترتيب إجرائها أثناء الليل أو نهايات الأسبوع لتجنب تعطيل العمل.
7. تتوقف إنتاجية المعدة على سائق المعدة والمشرف عليها فالسائق الغير كفء يعيق الإنتاج والسائق الذي يرغب في الحصول على أقصى إنتاجية يسيء استخدام المعدة مما يسبب أعطال كثيرة.
8. تحمل المعدات وخاصة وحدات نقل الأتربة بأكثر من حمولتها يؤدي إلى أعطال تكون مصاريفها أكثر من الزيادة في الإنتاج التي تتحقق من الحمولة الزائدة.

9. يجب متابعة معدلات وتكلفة الإنتاج للمعدات في الموقع وتحليلها، فتكلفة إصلاحات مرتفعة تشير إلى تهالك المعدة أو صيانة غير كافية، والتكلفة المرتفعة تشير إلى عدم الاختيار الجيد للمعدة أو إلى ضعف في الإشراف.

إدارة المواد:

وهي تعني ضمان توريد المواد إلى الموقع في الوقت المطلوب وبالكمية والجودة المطلوبين، وعادة ما يحتوي أمر شراء المواد علي الكمية والمواصفات والسعر وتاريخ التوريد وطريقة التوريد، ثم يتم في الموقع التأكد بالتفتيش أو الإحصاء أو الاختبار.

ملاحظة:

البرنامج الزمني لن يكون له فائدة بدون دعم عن طريق توريد المواد إلى الموقع بطريقة مقبولة.

للتحكم في توريد المواد يجب مراعاة ما يلي:

1) بعد توقيع العقد مباشرة يجب تحديد الأوقات التي يتم فيها إصدار أوامر الشراء للمواد المطلوبة للمشروع إلى موردي المواد.
2) يجب تحديد آخر وقت ممكن لوضع طلبيه شراء المواد وذلك بمعرفة الوقت الذي يحتاج المشروع إلى تلك المواد من البرنامج الزمني مع السماح بفترة لتوريد تشمل الوقت اللازم لأعداد الرسومات التنفيذية واعتمادها وتصنيع المواد ونقلها إلى الموقع.
3) يعتبر تحديد الفترة التي يجب قبلها وضع أمر الشراء من الأمور الهامة الخاصة بإدارة المواد في الموقع مع ضرورة إضافة عامل أمان يسمح بالتأخيرات الغير منظورة.

4) ليس من الممارسات الجيدة والمرغوب فيها إن يتم توريد المواد مبكرا إلى الموقع، حيث إن تخزين المواد التي ليس لها حاجة سريعة في الموقع يؤدي إلى مشاكل كبير تتعلق بالسرقة والتخريب وسوء الأحوال الجوية وإعاقة عمليات الموقع، وكذلك فأنة يقتضي أن ينفق المقاول جزاءا كبيرا من تمويل المشروع علي شراء المواد فقط.

5) في حالة إقامة مشروعات في أماكن مزدحمة وسط المدينة تحتاج إلى إعداد برنامج زمني لتوريد المواد وفي هذه الأحوال يتم تدبير أمكان تخزين خارج الموقع وغالبا ما يتضمن هذا تكلفة إضافية ويتم نقل المواد إلى الموقع بعد ذلك بمعدلات تسمح باستمرار العمل بالموقع مع مراعاة القيود المفروضة مثل ساعات النقل المتاحة في اليوم ومعدات النقل المتوفرة.

إدارة مقاولي الباطن:

عملية الرقابة على مقاولي الباطن تتمحور حول ضمان تواجدهم في موقع المشروع في الوقت المحدد لتنفيذ إعمالهم ثم سير أعمالهم بمعدل يتوافق مع المعدل المطلوب بواسطة البرنامج الزمني للمشروع.

بعض الاعتبارات التي يجب الاهتمام بها في الموقع:

1. يجب علي مدير المشروع استشارة مقاولي الباطن أثناء فترة إعداد البرنامج الزمني للمشروع كل فيما يخصه، وذلك لان استشارة مقاولي الباطن تضمن التنفيذ بمعدل يتوافق مع الزمني للمشروع.
2. يجب مراعاة شكل ومحتوى عقد مقاول الباطن بحيث يحتوي موافقات ومواعيد محددة للتسليم لان ذلك كله يقوي جانب مدير المشروع ويضمن التزام مقاول الباطن.

3. قيام المقاول الرئيسي بإخبار مقاول الباطن قبل الموعد الذي يريده إن يبدأ عملة في الموقع بفترة كافية حتى يستطيع إن ينقل مهامه ومعداته ثم يتبع ذلك بإخباره على الهاتف للتأكيد عليه.
4. مراجعة أمر الشراء لمقاولي الباطن من المواد وكذلك عقود تأجير المعدات وذلك للتأكد من التزام مقاولي الباطن في البدء في التنفيذ الفعلي في الوقت المحدد.

الفصل التاسع

الإدارة المالية للمشروع

الفصل التاسع

الإدارة المالية للمشروع

تعريف الإدارة المالية:

يمكن تعريف الإدارة المالية بأنها إعداد واستخدام البيانات المالية التي تبين وضع المشروع المالي لتحديد مواطن قوة وضعف المشروع وتتضمن الإدارة المالية حفظ القيود المالية وإعداد البيانات والخطط المالية لتحسين أداء المشروع.

وتشتمل الإدارة المالية على تنفيذ الإجراءات المالية التي ينص عليها البناء (التشييد) وإرساء إجراءات نقدية مناسبة تتفق مع الممارسات القياسية المعروفة في مجال البناء، وحفظ سجل يومي مفصل ودقيق يحتوى على توثيق لكل شيء كان يجب أن يحدث ولكن حدث تأخير وذلك حتى يستخدم في تسوية المتطلبات والنزاعات التي يمكن أن تحدث في العمل.

القيود المالية:

إن الخطوة الأولى في الإدارة المالية هي إعداد القيود المالية، حيث أن هذه القيود ستساعدنا على حل العديد من الأسئلة:

هل يحقق مشروعي الربح أم أنه يخسر؟

كم يحقق من الربح وما هي قيمة الخسارة؟

أهمية القيود المالية:

- مراقبة أداء المشروع.
- الحصول على المعلومات اللازمة لاتخاذ القرارات.
- الحصول على التمويل.

الدفعات الجارية في المشروع:

الدفعات الجارية:

وهي عبارة عن المبالغ المالية التي تعطى من قبل المالك إلى المقاول، وهي دفعات غالباً تكون شهرية.

من واجبات المالك التي تنص عليها العقود وهي أن المالك عليه إن يقوم بدفع دفعات للمقاول من قيمة العقد، بتقدم سير العمل في المشروع وتكون غالباً هذه الدفعات شهرية، ويتم حساب قيمة كل دفعة وذلك بحساب القيمة الكلية للأعمال التي تم تنفيذها في الموقع حتى تاريخه ثم طرح إجمالي قيمة الدفعات التي تم صرفها للمقاول من قبل، ويتم حساب قيمة العمل الذي تم إنجازه فعلياً بطرق كثيرة تتوقف على نوع العقد.

ففي عقود أسعار الوحدات يتم حساب الكميات المنفذة فعلياً في الموقع طبقاً لبنود الأعمال بالعقد ثم يتم ضرب كمية العمل بكل بند في سعر البند بالعقد لحساب إجمالي قيمة الأعمال.

أما في عقود المقطوعية فيتم تقدير نسبة الإنجاز لكل بند عمل، وان لم يوجد بنوداً أعمال يتم تقسيم المشروع حسب المواصفات، ويتم ضرب كل نسبة في القيمة الكلية لهذا البند، ثم يضاف ما يخص كل بند وذلك لحساب إجمالي قيمة الأعمال المنجزة.

وفي كل من النوعين السابقين للعقود يتم إضافة قيمة المواد المخزنة في الموقع أو ربما تركيبات معدنية قام المقاول بعملها في مكان آخر خارج الموقع، ويستقطع من كل دفعة جارية للمقاول نسبة عادة ما تكون في حدود 10٪ يحتجزها المالك إلى إن يتم قبول العمل كاملاً بواسطة الاستشاري المشرف على التنفيذ، ثم يتم صرف الدفعة النهائية للمقاول ومعها إجمالي قيمة المستقطعات.

ملاحظة:

يقوم المقاول بتقديم الإيصالات والفواتير التي قام بها بالدفع على أساسها للمرتبات والمواد الأخرى التي قام بشرائها، على تلك المصروفات ويقوم المالك بمراجعتها وغالباً ما يتم صرفها جملة دون استقطاع أي جزء منها بالإضافة إلى نسبة الربح المقررة له، و تنص بعض العقود على صرف جميع المستحقات إلى إن يبلغ إجمالي ما تم صرفه حوالي 80٪ من إجمالي قيمة المشروع، ثم بعد ذلك يترك الباقي كاحتياطي يحتفظ به المالك حتى نهاية المشروع واكتماله بالدرجة المرضية.

الدفعة الختامية:

وهي مبلغ من المال يدفع من المالك إلى المقاول بعد أن يقوم المالك بإصدار كتاب قبول عن المشروع. وتختلف طبيعة إلى قبول المالك للمشروع وعمل الدفعة الختامية حسب نوع العقد وطبيعة العمل، فإن المقاول عندما يصل بالمشروع إلى درجة من الانهاء تسمح له بأداء لوظيفة التي صمم من اجلها فإنه يطلب فحص أولي للمشروع، وبناءاً على طلب المقاول يقوم المالك أو من يمثله برفقة المقاول العام ومقاولي الباطن بفحص العمل وعمل قائمة بكل أوجه القصور، ويتم عمل فحص آخر نهائي بعد إكمال جميع أوجه القصور، بعد ذلك يقوم المالك بإصدار قبول كتابي للمشروع ، وبناء عليه يقوم المقاول بتقديم طلب دفعة ختامية.

حيث أن قيمة الدفعة الختامية في عقود المقطوعية عبارة عن إجمالي قيمة لمشروع مخصوماً منها إجمالي الدفعات الجارية، وفي عقود ثمن الوحدات فإنه يتم قياس إجمالي الكميات في جميع البنود ويتم حساب إجمالي سعر العقد، وتكون قيمة الدفعة الختامية هي إجمالي سعر العقد، مخصوماً منه إجمالي قيمة الدفعات الجارية.

ملاحظة:

المستقطعات التي تم حجزها من الدفعات الجارية يتم ردها للمقاول مع الدفعة الختامية، مدة يطلب المالك من المقاول أن يقوم بطرح بعض المستندات مع طلب الدفعة الختامية. ويطلب أيضاً إقرار من المقاول بعدم وجود أي مديونية له تتعلق بالمشروع وبعض الإرشادات التي تخص تشغيل وصيانة المشروع.

التدفقات النقدية:

هناك العديد من النفقات المادية أو النقدية التي تستلزم على أية مشروع، وهي تنقسم إلى عدة أجزاء وهي:

1. مصاريف ملكية الموقع:

في حال شراء الأرض المراد تنفيذ المشروع عليها تضاف قيمة التكاليف، أما في حالة ملكيتها للمنتفعين فلا توجد تكاليف.

2. مصاريف التشييد:

أ) أعمال خارج الموقع: (طرق، خط كهرباء، مياه).
ب) أعمال داخل الموقع: (مواقف سيارات، تنسيق الحدايق).
ج) تكاليف المبنى: (الأعمال المتعلقة بإنشاء المبنى).

3. الأتعاب المهنية:

تشمل أتعاب فريق العمل من مهندسي مساحة ومعماري، مصمم داخلي، منسق حدائق، الإنشائي.

4. تكاريف متنوعة:

وهي تشمل تكاليف مختلفة، مثل رسم التصديق للمبنى.

5. تكاليف الإشراف والاختبارات:

أتعاب المشرف الدائم على الموقع وتكاليف الاختبارات.

6. تكاليف طارئة:

هي عبارة عن تكاليف غير متوقعة مثل تكاليف ارتفاع الأسعار.

ملاحظة:

المنحنى الذي يمثل العلاقة بين الزمن ومصاريف المشروع يسمى بمنحنى (اس).

كل هذه المصاريف يتكفل بها المقاول.

وفي المقابل يستلم المقاول الدفعات الجارية من المالك بصورة شهرية والتي غالباً ما يتم صرفها فعلياً بعد نهاية الشهر بفترة، ويتم خفض قيمتها بتطبيق نسبة استقطاع.

وتبعاً لهذه الظروف فإن مصروفات المقاول تكون في العادة أكبر من الدفعات الجارية الشهرية لجزء كبير من زمن المشروع، ويتطلب ذلك من المقاول تدبير هذا العجز في السيولة، والتدفقات النقدية هي عبارة عن المصروفات والدخل للمقاول ويكون صافي التدفقات النقدية هو الفرق بين المصروف والدخل في أي وقت من المشروع، وعندما تكون المصروفات أكبر من الدخل فإن ذلك يشير إلى قيمة سالبة للتدفقات النقدية، والحسابات للقيم المستقبلية للمصروفات والدخل بالإضافة إلى تأثيرهما على التدفقات يطلق عليها اسم التنبؤ بالتدفقات النقدية.

هناك العديد من الطرق التي تستخدم للتقليل من التدفقات النقدية السالبة، وهي:

1. طرح بعض الأعمال لمقاولي الباطن حيث يضيف المقاول الرئيسي قيمة الأعمال مع الدفعات الجارية ويؤجل الدفع لمقاولي الباطن إلى أن يستلم قيمة المستخلص الجاري.
2. الحصول على أقصى إنتاج في الموقع حيث يؤدي ذلك إلى تقليل المصروفات وذلك مع ثبات أسعار الوحدات مما يقلل من الفرق بين المصروفات والدخل.
3. سرعة إعداد وتقديم المستخلصات الجارية مع متابعتها مع المالك لتعجيل صرفها.
4. تأجيل دفع بعض مستحقات موردي المواد لحين صرف قيمة المستخلص.

تلخيص لبعض المصطلحات المهمة

- **المشروع Project:**

هو العمل المتكامل الذي يتكون من مجموعة من الأنشطة المتتابعة والتي غالباً ما تكون مترابطة.

- **إدارة المشاريع:**

هي عملية تخطيطية شاملة لتنسيق الموارد البشرية والمادية ومواد التشييد والوقت اللازم لتنفيذ الأعمال، وذلك بين المالك والمهندس والمنفذ والمقاول.

- **المالك:**

هو صاحب المشروع ويمكن أن يكون فرداً أو مجموعة سواءً كان قطاع خاص أو عام، وهو يبدأ بفكرة قيام المشروع.

- **الاستشاري:**

هو المهندس أو المكتب الهندسي الذي يقوم بدراسة المشروع (احتياجات وطبيعة وحجم المشروع).

- **المقاول:**

هي الجهة التي تقوم بتنفيذ المشروع ويؤدي دورة تحت إشراف جهة الإشراف المختارة من قبل المالك.

- **النشاط Activity:**

يمثل أحد الأعمال المطلوبة لإتمام المشروع، ويكون له بداية ونهاية، ويمكن أن يكون عمل يشمل مجموعة من الأعمال الفرعية مثل (أعمال خرسانة مسلحة).

- **زمن النشاط Duration:**

هي الفترة التي تلزم لإكمال نشاط معين، ويتم تحديده طبقاً لحجم العمل ونسبة الإنجاز منه، والتي تحددها الخبرات السابقة.

- **الموارد Resources:**

هي المتطلبات المادية المطلوبة لإكمال الأنشطة وتشمل العمالة والمعدات والخامات.

- **البداية المبكرة للنشاط Early Start:**

أول تاريخ يمكن للنشاط أن يبدأ فيه، بحيث يكون ثم الانتهاء من الأنشطة المترتب عليها بداية هذا النشاط.

- **النهاية المبكرة للنشاط Early Finish:**

أول تاريخ يمكن للنشاط الإنهاء فيه بدون أي تأخير عن موعده المحدد.

- **البداية المتأخرة للنشاط Late Start:**

آخر موعد يمكن للنشاط أن يبدأ فيه بحيث لا يؤثر على الزمن الكلي للمشروع.

- **النهاية المتأخرة للنشاط Late Finish:**

آخر تاريخ يمكن للنشاط الإنهاء فيه بدون أي تأخير في الزمن الكلي للمشروع.

- **Free Float (FF):**

هي الفترة الزمنية المتاحة للنشاط أن يتحرك فيها بالزيادة بدون التأثير على بداية النشاط التالي المرتبط به.

FF = Early Start (Act.2) – Early Finish (Act.1)

- **Total Float (TF):**

هي الفترة الزمنية المتاحة للنشاط أن يتحرك فيها بالزيادة دون التأثير على الزمن الكلي المشروع.

TF = Late Start (Act.1) – Early Start (Act.1)

TF = Late Finsih (Act.1) – Early Finish (Act.1)

المراجع

1) أساسيات إدارة المشاريع المتكاملة – الدكتور غالب يوسف عباسي – كلية الهندسية والتكنولوجيا – الجامعة الأردنية.

2) تقدير الكلفة الأولية في مشاريع التشييد – المهندسة دانية علي – جامعة دمشق – كلية الهندسة المدنية – قسم الإدارة الهندسية.

3) إدارة المشروعات الصناعية الصغيرة – 1987 – سمير علام – مركز التعليم المفتوح – جامعة القاهرة.

4) عبد الطلب محمد عبد الطلب – دور المشروعات الصغيرة في التنمية الاقتصادية – جامعة أسيوط المجلة العلمية.

5) إدارة المشاريع – م. باسم علي طلفاح – دار النشر غير معروف.

6) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني.