PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

أساسيات إدارة المشاريع

المتكاملة

الدكتور غالب يوسف عباسي
كلية الهندسة والتكنولوجيا
الجامعة الأردنية

١٩٩٥

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الإهـــداء

إلى ي نبوع فضيلة الطموح المزروعة في ذاتي .

إلى و ريد روح المثابرة المغروسة في نفسي .

إلى س ر الأبوة الذي يكرس قلب الوالد على ولده .

إلى ف ردوس الأمن والطمأنينة والحب والحنان .

إلى روح والدي وسيري أهدي هذا الجهد .

غـالب

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

قائمة المحتويات

		صفحة
المؤلف		ز
المقدمة		ص

الباب الأول
تخطيط وتنظيم المشاريع

الفصل الأول : تمهيد عام

١ – ١	خلفية تاريخية	٣
١ – ٢	الحاجة إلى إدارة المشاريع	٥
١ – ٣	المستويات الإدارية	٦
١ – ٤	أهم الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع	٨
١ – ٥	المخططات الشبكية	١٠
١ – ٦	المخططات الإجمالية والجزئية	١٣
١ – ٧	مراحل تحليل النظام الشبكي	١٤
١ – ٨	فوائد التحليل الشبكي	١٨
١ – ٩	مجالات واستخدامات التحليل الشبكي	١٩
١ – ١٠	اتخاذ القرارات في إدارة المشاريع	٢٠
	تمارين	٢٤

الفصل الثاني : أهمية التخطيط

٢ – ١	مقدمة	٢٥
٢ – ٢	عناصر التخطيط	٢٧
٢ – ٣	مراحل التخطيط	٣١
٢ – ٤	أنواع التخطيط	٣٣
٢ – ٥	هرمية التخطيط	٣٣
٢ – ٦	أهداف التخطيط	٣٤
٢ – ٧	أهم أسباب فشل التخطيط	٣٥
	تمارين	٣٧

الفصل الثالث : تحديد وتنظيم المشروع

٣ – ١	تعريف المشروع	٣٨
٣ – ٢	تنظيم المشروع	٣٩
٣ – ٣	تنظيم الهيكل الإداري	٤١

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

صفحة

٣ – ٤	مدير المشروع	٤٤
٣ – ٥	ماهية النشاط	٤٥
٣ – ٦	أنواع النشاطات	٤٦
٣ – ٧	تقسيم المشروع	٤٧
٣ – ٨	إعداد قائمة النشاطات	٤٨
٣ – ٩	هيكل تقسيم العمل	٥٢
٣ – ١٠	بيئة إدارة المشاريع	٥٦
٣ – ١١	إعادة تنظيم المشروع	٥٧
٣ – ١٢	دورة حياة المشروع	٥٧
٣ – ١٣	العناصر التقليدية الواجب تواجدها في خطة المشروع	٦٠
	تمارين	٦١

الباب الثاني
جدولة المشاريع

الفصل الرابع : مخطط جانت

٤ – ١	مقدمة	٦٥
٤ – ٢	بناء مخطط جانت	٦٧
٤ – ٣	مميزات وقصور مخطط جانت	٧١
٤ – ٤	المخططات الإنسيابية	٧١
	تمارين	٧٨

الفصل الخامس : طريقة المخطط السهمي

٥ – ١	مقدمة	٧٩
٥ – ٢	العلاقات المنطقية	٨٠
٥ – ٣	نظام الترقيم	٨٦
٥ – ٤	بناء المخطط السهمي	٨٦
٥ – ٥	المخطط السهمي ذو المقياس الزمني	٩٤
٥ – ٦	النشاطات السُلَّمية المتكررة	٩٦
٥ – ٧	الجدولة باستخدام أوقات النشاط	١٠٠
٥ – ٨	المرور الأمامي	١٠٢
٥ – ٩	المرور الخلفي	١٠٧
٥ – ١٠	الجدولة باستخدام أوقات الحدث	١١٢
٥ – ١١	المرونة	١١٥

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

صفحة

٥ – ١٢ تحديد المسار الحرج ١٢٥
تمارين ١٣١

الفصل السادس : طريقة المخطط التصدُّري

٦ – ١ مقدمة ١٣٦
٦ – ٢ العلاقات المنطقية ١٣٧
٦ – ٣ بناء المخطط التصدري ١٤٠
٦ – ٤ نظام الترقيم ١٤٧
٦ – ٥ الجدولة ١٤٨
٦ – ٦ العلاقات الإعتمادية ١٥٣
٦ – ٧ تلكؤ الإتصال ١٥٤
٦ – ٨ المرونة ١٥٥
٦ – ٩ المسار الحرج ١٥٩
تمارين ١٦٤

الفصل السابع : الشبكات المتداخلة

٧ – ١ مقدمة ١٦٥
٧ – ٢ أهمية وفوائد استخدام الشبكات المتداخلة ١٦٦
٧ – ٣ العلاقات الإعتمادية ١٦٧
٧ – ٤ الجدولة ١٦٩
تمارين ١٧٥

الفصل الثامن : طريقة تقييم ومراجعة البرنامج

٨ – ١ مقدمة ١٧٦
٨ – ٢ مفاهيم إحصائية ١٧٧
٨ – ٣ مفاهيم إحتمالية ١٨٤
٨ – ٤ تعريفات وفرضيات ١٨٥
٨ – ٥ إيجاد الوقت المتوقع للنشاط ١٨٧
٨ – ٦ إيجاد الوقت المتوقع للمشروع ١٩١
٨ – ٧ الجدولة ١٩١
٨ – ٨ إحتمال إنهاء المشروع في وقت محدد ١٩٣
٨ – ٩ المسار الحرج ١٩٤
تمارين ٢٠١

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

صفحة

الفصل التاسع : تحليل الوقت والكلفة

٩ – ١	مقدمة	٢٠٣
٩ – ٢	لماذا تحليل الوقت والكلفة ؟	٢٠٤
٩ – ٣	تعريفات	٢٠٤
٩ – ٤	العلاقة بين الوقت والكلفة للنشاط	٢٠٥
٩ – ٥	العلاقة بين الوقت والكلفة للمشروع	٢١١
٩ – ٦	تأثير تغيير وقت النشاط على المشروع	٢١٢
٩ – ٧	منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع	٢٢٢
	تمارين	٢٢٧

الفصل العاشر : توزيع وتسوية الموارد

١٠ – ١	مقدمة	٢٢٩
١٠ – ٢	محدودية الموارد	٢٣١
١٠ – ٣	الأسباب الموجبة لجدولة الموارد	٢٣٢
١٠ – ٤	جدولة الموارد	٢٣٤
١٠ – ٥	تقليل تفاوت الموارد	٢٣٨
١٠ – ٦	الأساليب التنقيبية – موارد غير محدودة	٢٤١
١٠ – ٧	الأساليب التنقيبية – موارد محدودة	٢٥٧
	تمارين	٢٦٤

الباب الثالث
تنفيذ ومراقبة المشاريع

الفصل الحادي عشر : المراقبة

١١ – ١	مقدمة	٢٦٨
١١ – ٢	الحاجة إلى مراقبة المشروع	٢٦٩
١١ – ٣	وسائل الإتصال في المشروع	٢٦٩
١١ – ٤	مستويات المراقبة	٢٧٠
١١ – ٥	نظام المراقبة لمشروع	٢٧١
	تمارين	٢٧٩

الفصل الثاني عشر : مراقبة الموازنة

١٢ – ١	مقدمة	٢٨١
١٢ – ٢	إعداد موازنة المشروع	٢٨٣

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

صفحة

١٢ – ٣ أنواع الموازنات ٢٨٥
تمارين ٢٩٠

الفصل الثالث عشر : المراقبة وإدارة المشاريع

١٣ – ١ مقدمة ٢٩١
١٣ – ٢ طريقة المسار الحرج في الرقابة على الكلفة ٢٩٣
١٣ – ٣ كلفة \ أسس نظام مراقبة الجدول (ك \ أ ن م ج) ٢٩٨
١٣ – ٤ التقارير الدورية للمحاسبة والكلفة ٣٠٩
١٣ – ٥ ضبط الإنفاق ٣١١
١٣ – ٦ فعالية المراقبة ٣١٢
تمارين ٣١٣

الفصل الرابع عشر : أهمية الحاسوب في إدارة المشاريع

١٤ – ١ مقدمة ٣١٤
١٤ – ٢ الإتجاهات في برمجيات الحاسوب ٣١٥
١٤ – ٣ فوائد استخدام الحاسوب ٣١٦
١٤ – ٤ استخدام الحاسوب ٣١٧
١٤ – ٥ اختيار البرمجية الجاهزة المناسبة ٣١٨
تمارين ٣٢٢

قائمة المراجع ٣٢٣

الملاحق

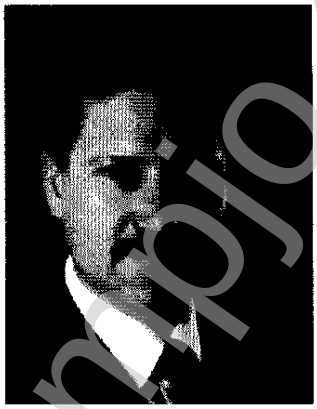
ملحق (١) جداول التوزيع الطبيعي ٣٢٦
ملحق (٢) برمجية لطريقة المخطط التصدري (مؤكدة) ٣٢٨
ملحق (٣) برمجية لطريقة مخطط جانت ٣٣٠
ملحق (٤) برمجية لطريقة تقييم ومراجعة البرنامج (إحتمالية) ٣٣١

فهرس المصطلحات ٣٣٤

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com



المؤلف

غالب يوسف عباسي أستاذ مساعد في قسم الهندسة الصناعية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في الجامعة الأردنية . عمان . حيث يُدّرس مواد إدارة المشاريع والاقتصاد الهندسي والإحصاء لمستويي البكالوريوس والماجستير منذ عام ١٩٨٨ . يحمل شهادة البكالوريوس (B.Sc.) في الهندسة المدنية من جامعة القاهرة عام ١٩٨٠ . وشهادتي الماجستير في الإدارة الهندسية (M.E.A) عام ١٩٨٤ والدكتوراه في العلوم (D.Sc.) عام ١٩٨٨ من جامعة جورج واشنطن في الولايات المتحدة الأمريكية في مجال الإدارة الهندسية مع التركيز على إدارة المشاريع الكبيرة وتطويرها واقتصادياتها .

قبل دخول الحياة الأكاديمية عمل في القطاعين الخاص والعام في مجالات تنفيذ المشاريع والإشراف عليها وإعداد الدراسات . بالإضافة إلى التدريس في الجامعة الأردنية قام بالتدريب في مجال إدارة المشاريع واستخدام الحاسوب في إدارة المشاريع من خلال ندوات ومحاضرات مختلفة في العديد من المعاهد العامة والخاصة المتخصصة داخل الأردن وخارجه .

Ghaleb.Abbasi@ompjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

المقدمة

اختلفت النظرة إلى إدارة المشاريع في العالم العربي في الآونة الأخيرة حيث أصبحت هذه النظرة تفرّق بين المشروع والذي هو عبارة عن مجموعة من النشاطات تؤدي إلى هدف محدد ومعرَّف، وبين إدارة المشروع التي تعني العملية الإدارية التي تستغل جميع الإمكانات المتاحة لإنجاز المشروع بكفاءة وفعالية وبكلفة محددة ضمن الوقت المخصص لذلك .

وقد جاءت فكرة إعداد هذا الكتاب تلبية للحاجة إلى إيجاد مادة علمية باللغة العربية يفهمها العربي كما فهمها الأجنبي بلغته . كما جاء هذ الكتاب أيضاً موحداً للمصطلحات الضرورية التي تفيد الباحث والدارس العربي في الجامعات والكليات والمؤسسات التدريبية وعونا لمدرس المادة وتسهيلاً للباحث الراغب في الإستزادة من المواضيع المقدمة فقد تم تعريب المصطلحات وبيان ما يقابلها باللغة الإنجليزية .

وقد روعي عند إعداد هذا الكتاب تقسيم المادة العلمية وعرضها بوضوح وسلاسة مع الابتعاد عن السطحية بالقدر المستطاع حيث جاءت في ثلاثة أبواب وكل باب يحتوي على مجموعة من الفصول المبوبة والغاية من وراء ذلك تحقيق الأهداف التالية:-

أولاً : تلبية للحاجة لكتب باللغة العربية متخصصة في إدارة المشاريع وهذا يعتبر من ناحية أخرى تدعيماً وتقوية لاتجاه التعريب في عالمنا العربي .

ثانياً : تشجيع تطبيق الأسس الحديثة في إدارة المشاريع في بيئتنا العربية وذلك من خلال مساعدة الإداريين في تخطيط وإدارة ومراقبة مستوى الأداء .

ثالثاً : الحد من معاناة الطلاب العرب الناجمة عن ضعف القراءة والإستيعاب باللغات الأجنبية وتمكينهم من القراءة واستيعاب المادة بلغتهم الأم .

Ghaleb Abbas@msn.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

جاء هذا العمل نتيجة للخبرة التعليمية والتدريبية في الجامعة الأردنية لطلبة قسم الهندسة الصناعية وكذلك في عدد من المعاهد المتخصصة . ويمكن إعتماد كل هذا الكتاب أو بعضه كمنهاج تعليمي بناءً على الهدف والمستوى المطلوب . توخياً لاستكمال الفائدة وتسهيلاً لمدرس المادة وللطلاب فقد تم وضع تمارين في نهاية كل فصل .

الشكر لزوجتي التي تحملت معي في خلال السنوات الأربع الماضية لإخراج هذا الكتاب إلى حيز الوجود . ولأبنائي الأحباء فارس وأميرة ونوال ويوسف ولسيدتي الوالدة .

أشكر الزملاء الذين راجعوا النصوص المختلفة لهذا الكتاب والذين زودوني بملاحظاتهم القيمة ونتائج خبرتهم بهذا الموضوع وأخص بالشكر المهندسين أكرم عباسي وإيهاب حدادين وعيسى وادي والاستاذ عادل عباسي على مراجعتهم النصوص المختلفة. كما وأشكر المهندس أحمد جرادات على مشاركته في إعداد الأشكال التوضيحية. والمهندسة خلود عباسي على إعداد الرسومات الكاريكاتيرية. وكذلك الشكر للعاملين في المطابع المركزية على ما بذلوه من جهد مميز في سبيل إخراج هذا العمل. كما وسأكون ممتناً للقارىء إذا ما زودني بملاحظاته لدراستها والأخذ بها في الطبعات القادمة . أرجو أن أكون بهذا العمل المتواضع قد قدمت خدمة في مجال إدارة المشاريع لكافة الزملاء والمهتمين .

والله ولي التوفيق ،

الدكتور غالب يوسف عباسي

كانون أول ١٩٩٤ .

Ghaleb Abbasi@mpo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الباب الأول

تخطيط وتنظيم المشاريع

Ghaleb.ABRAQ@hotmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الأول
تمهيد عام

١ - ١ خلفية تاريخية

الإدارة بوصفها نشاطاً إنسانياً ، قديمة قدم الإنسان نفسه ، فمنذ أن وجد الإنسان وجدت الحاجة إلى الإدارة من أجل مساعدته على القيام بمهام حياته . وتطورت الإدارة مع ازدياد حجم تلك المهام كماً ونوعاً ، بحيث أخذت تزداد تعقيداً، مما أدى إلى تطور علم الإدارة كما نعرفه في أيامنا هذه .

عرفت الإدارة كعلم له قواعده وأسسه ومدارسه منذ أواخر القرن التاسع عشر وخلال القرن العشرين ، وشارك في إثراء هذا العلم علماء وباحثون كان لدراستهم وتجاربهم أثر واضح في تطور هذا العلم، ويعتبر شارلز بابيج (Charles Babbage) أحد رواد علم الإدارة، حيث عرض أفكاره في الإدارة في كتاب نشر عام ١٨٣٢ بعنوان "اقتصاديات الآلات وأصحاب المصانع " (The Econonmy of Machinery and Manufacture's) . وعرض هنري تاون (H. Towne) أفكاره في الإدارة في مقال نشر عام ١٨٨٦ تحت عنوان (The Engineer as an Economist) ، ويعتبر هنري تاون رائد حركة الإدارة العلمية، تبعه هنري جانت (H. Gannt) الذي وضع المخطط الشهير المعروف باسمه – مخطط جانت (Gantt Chart) عام ١٩١٠، والذي سنتحدث عنه بالتفصيل في الفصل الرابع. وقد وضع فريدريك تايلر (F. Taylor) العديد من المؤلفات في علم

Ghaleb Abbasi@pmpjo.com

الإدارة، ولعل أهم هذه المؤلفات (The Principles of Scientific Management) الذي نشره عام ١٩١١، ثم جاء العالم الفرنسي هنري فايول (H. Fayol) ووضع كتابه بعنوان (L'administration Industrielle et G'enerale) عام ١٩١٦، والذي ترجم إلى اللغة الإنجليزية عام ١٩٤٩ تحت عنوان (General and Industrial Administration) . وهناك الكثير من العلماء والباحثين الذين شاركوا في تطور علم الإدارة ، ولا يتسع المجال لذكرهم هنا .

ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية الحاجة لطرق علمية وعملية لحل مشاكل الإدارة في المشاريع الكبيرة ، فنشط الباحثون في إيجاد طرق ذات كفاءة عالية تقوم على أسس كمية، ومن هؤلاء الباحثين فريقان من المستشارين عملا في الولايات المتحدة الأمريكية، وفريق ثالث عمل في المملكة المتحدة [٣٣] .

ففي الولايات المتحدة عمل فريق من المستشارين بالتعاون مع شركة دي بونت (Du Pont) للصناعات الكيماوية وشركة رمنجتون راند (Univac Division Of Remington Ran) للأدمغة الإلكترونية على تطوير أسلوب للتخطيط وإدارة عمليات الصيانة في شركة دي بونت للصناعات الكيماوية، وذلك في الفترة من كانون الأول من عام ١٩٥٦ حتى شباط من عام ١٩٥٩. وقد طور هذا الفريق أسلوباً سمي التخطيط والجدولة بالمسار الحرج (Critical Path Planning and Scheduling - CPPS) ، التي عرفت فيما بعد بطريقة المسار الحرج (CPM - Critical Path Method) ، وباستخدام هذه الطريقة خفض الوقت اللازم للصيانة في شركة دي بونت إلى الحد الأدنى . وسنتحدث عن هذه الطريقة بالتفصيل في الفصل الخامس .

أما الفريق الآخر فقد عمل في الفترة من عام ١٩٥٤ حتى عام ١٩٥٨ بالتعاون مع سلاح البحرية الأمريكية مع شركة لوكهيد (Lockhead) في مشروع تصميم وتطوير صواريخ بولاريس (Polaris) ، حيث طوروا أسلوباً سمي طريقة تقييم ومراجعة البرنامج [١٦] (Program Evaluation and Review Technique - PERT)، وسنفرد الفصل الثامن للحديث عن هذه الطريقة .

Ghaleb Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

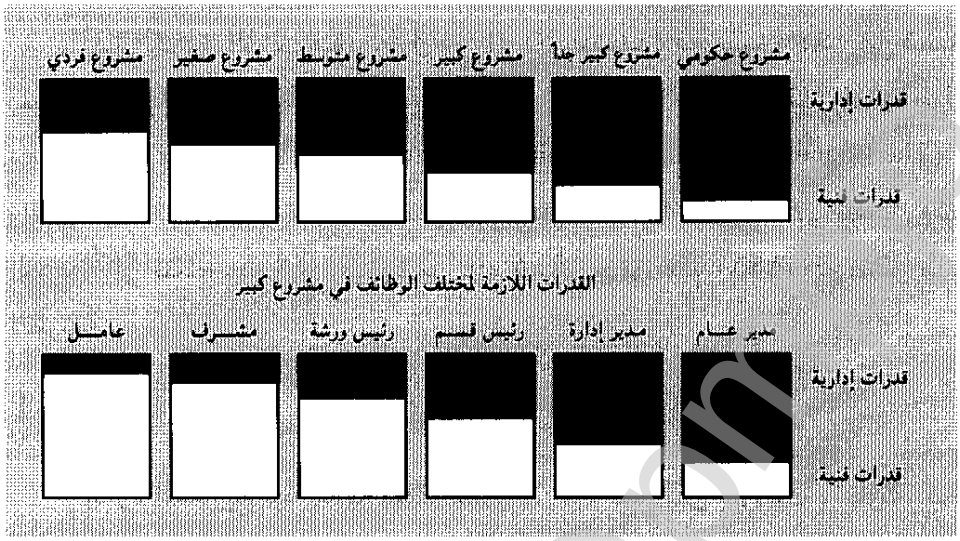
أما الفريق الثالث فقد عمل في المملكة المتحدة في عام ١٩٥٧ في قسم بحوث العمليات في سلطة الكهرباء المركزية، وقد طوروا طريقة عرفت باسم أطول مسار غير قابل للاختصار (The Longest Irreducible Sequence of Events) ، والذي عرف فيما بعد التتابع الرئيسي (Major Sequence) ، وقد أدى تطبيق هذه الطريقة إلى نتائج جيدة في الفترة من عام ١٩٥٨ حتى عام ١٩٦٠، ولم تنشر هذه الطريقة .

١ - ٢ الحاجة إلى إدارة المشاريع

إدارة المشاريع لها علاقة بكافة فعاليات المؤسسة لكن بدرجات متفاوتة، كما أن جذورها موجودة في مبادئ الإدارة العامة، فالإدارة صفة فطرية لدى كل إنسان، بغض النظر عن تفاوت قدراته الثقافية والإدارية، ودرجة استغلال هذه القدرات تتفاوت من شخص إلى آخر، فالإنسان على المستوى الفردي بحاجة إلى ممارسة العملية الإدارية من أجل تنظيم حياته اليومية: فالطالب مثلاً بحاجة إلى استغلال قدراته الإدارية من أجل تخطيط وتنظيم وتوجيه ومراقبة نشاطاته المختلفة للتنسيق بين ذهابه إلى المدرسة، ومراجعة ومذاكرة دروسه، وعمل واجباته المدرسية، وأداء واجباته الحياتية الأخرى.

تزيد الحاجة إلى استغلال المهارات الإدارية إذا ارتقينا في الرتبة أو المركز الإداري، سواء على المستوى العائلي أو العملي، فرب الأسرة بحاجة إلى قدرات إدارية أكثر من أي فرد فيها، فمسؤوليته تتجاوز إدارة شؤونه إلى إدارة شؤون جميع أفراد الأسرة وتوجيههم وممارسة الرقابة عليهم إذا دعت الحاجة. كذلك الأمر بالنسبة للإداريين في أي مشروع سواء كان مشروعاً حكومياً أم خاصاً ، صناعياً أم تجارياً أم زراعياً. فالإداري تقع عليه مسؤولية تخطيط وتنظيم وتوجيه عمل جميع الموظفين الذين يعملون تحت إمرته والرقابة عليهم، وهو مسؤول عنهم أمام الإدارة العليا، التي قد تتمثل في المدير العام أو مجلس الإدارة، حسب طبيعة المشروع.

Khaled.Abbas@pmpro.com



شكل (١ – ١) : حاجة الوظائف المختلفة من القدرات الإدارية والفنية .

تختلف حاجة الإداريين إلى القدرات والمعارف الإدارية كل حسب موقعه في الهيكل الإداري إلى جانب القدرات الفنية أو التخصصية، يحتاج أي فرد في المشروع إلى قدرات إدارية . الشكل (١ – ١) يوضح نسب القدرات الإدارية والقدرات الفنية التي يحتاجها الأفراد ضمن مشاريع متفاوتة الأحجام ضمن مراكز إدارية متفاوتة في هذه المشاريع [٧] .

١ – ٣ المستويات الإدارية

تنقسم المستويات الإدارية إلى ثلاثة مستويات أو أكثر، حسب الحاجة وطبيعة العمل، وسنقوم بتقسيم المستويات الإدارية إلى ثلاثة مستويات رئيسية، وهي: الإدارة التنفيذية، والوسطى، والعليا.

أولا – الإدارة التنفيذية

الإدارة التنفيذية (Executive Management) هي الإدارة التي تعمل على تنفيذ ومراقبة سير العمليات، وهي مسؤولة عن التأكد من تحقيق الأهداف واتباع

Ghaleb.Abbas@amail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الخطط الموضوعة، وتمتاز هذه الفئة بتغليب القدرات العملية والفنية على القدرات الإدارية، فهي تفضل التعامل مع النواحي الفنية أكثر من النواحي الإدارية، وتقوم برفع التقارير إلى مستويات الإدارة الوسطى، وهي حلقة وصل بين العمالة والإدارة.

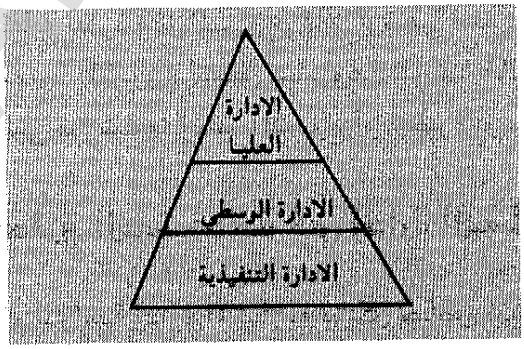
ثانيا – الإدارة الوسطى

وتتمثل الإدارة الوسطى (Middle Management) بالطبقات الإدارية الواقعة بين الإدارة العليا والإدارة التنفيذية، فهي صلة الوصل بين هذين المستويين، ومن أهم واجباتها التنسيق ورفع التقارير المقدمة من الإدارة التنفيذية إلى الإدارة العليا بعد مراجعتها، وتوصيل القرارات التي تتخذها الإدارة العليا أو التعديلات، أو أي أمور أخرى تجدّ بالنسبة للمشروع إلى الإدارة التنفيذية.

ثالثا – الإدارة العليا

هي مجموعة المديرين الذين يشغلون المراكز العليا في الإدارة (Upper Management). وتتميز هذه الفئة بمسؤولياتها الكبيرة وعلاقاتها الواسعة مع الشركات الأخرى؛ فهي بالتالي مسؤولة عن معظم القرارات الرئيسية والحساسة مثل: الاتصالات الخارجية، وتحديد وتطبيق سياسة الشركة، وتوقيع العقود... الخ .

يمثل الشكل (١ – ٢) رسماً هرمياً يوضح علاقة مستويات الإدارة الثلاثة، والحجم النسبي للأفراد الممثلين لكل مستوى .



شكل (١ – ٢): مستويات الإدارة .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الإدارة ضرورة لكل جهد جماعي، فوجود الموارد (المواد الخام، والآلات، والعمالة) لا يكفي بحد ذاته لتكوين مشروع ناجح، فلا بد من وجود إدارة تضع الأهداف التي يسعى المشروع إلى تحقيقها، ثم صياغة السياسات والإجراءات اللازمة لتحقيق هذه الأهداف، من خلال البرامج الزمنية بغية الوصول إلى الأهداف المرجوة، بعد ذلك تقسيم الواجبات وتنظيم المسؤوليات وإعطاء السلطات مع تحديدها وتعريفها لكل فرد في المشروع. ومن مهام الإدارة أيضاً وضع الحوافز المادية والمعنوية للعاملين في المشروع من أجل دفعهم لبذل كل جهد ممكن لإتمام مهامهم على أكمل وجه ممكن .

يجب ألا نهمل دور الرقابة على مختلف النشاطات والأعمال التي تم إنجازها من خلال المشروع لمقارنة ما تم تنفيذه مع المخطط، لمعرفة مدى التطابق وكشف أي انحراف، لدراسته ومعرفة أسبابه والعمل على تعديل الوضع باتخاذ الإجراءات اللازمة وتلافي مثل هذه الانحرافات في المستقبل .

الإدارة ضرورية لتحقيق التقدم، إن التقدم الإقتصادي لا يقاس فقط بحجم الموارد، وإنما يرجع بالمرتبة الأولى إلى القدرة على إدارة هذه الموارد بطريقة فعالة من قبل إداريين أكْفَاء. لعل واقعنا العربي الذي نعيشه حالياً أكبر دليل على ذلك، فعلى الرغم من وفرة الموارد، إلا أن عالمنا العربي يعاني من غيبة التكامل الإقتصادي، وعلى العكس من ذلك نجد اليابان التي تفتقر للموارد من أكثر أمم الأرض تقدماً اقتصادياً .

مما سبق يتضح أن نجاح أي مشروع بغض النظر عن طبيعته وحجمه يعتمد بدرجة كبيرة على كفاية إدارة هذا المشروع، فالإدارة هي العنصر الديناميكي الذي يبعث الحياة في موارد المشروع لتخلق مشروعاً ناجحاً قادراً على التكيف مع المتغيرات الطارئة التي من شأنها إعاقة المشروع أو تأخيره أو خسارته المادية.

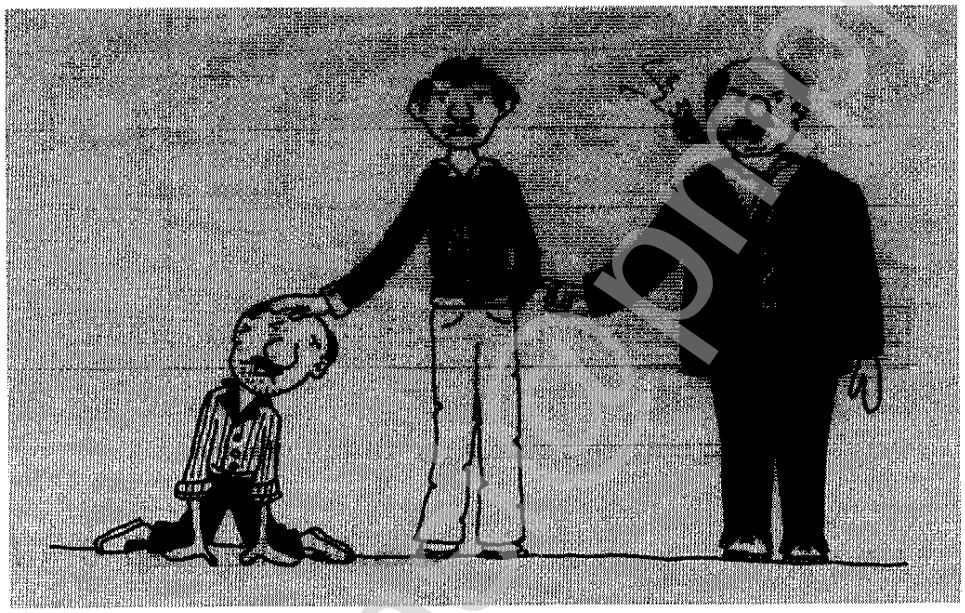
١ - ٤ أهم الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع

جاء الاهتمام بدراسة إدارة المشاريع بشكل خاص نتيجة كبر حجم تلك المشاريع وازدياد تعقيدها، وبالتالي كبر حجم المشاكل التي تواجه الإدارة وزيادة

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تعقيدها، حيث أدت إلى فشل أساليب الإدارة التقليدية في حل هذه المشاكل، وظهرت الحاجة إلى إدارة علمية قادرة على حل هذه المشاكل بجميع متغيراتها وتعقيداتها.

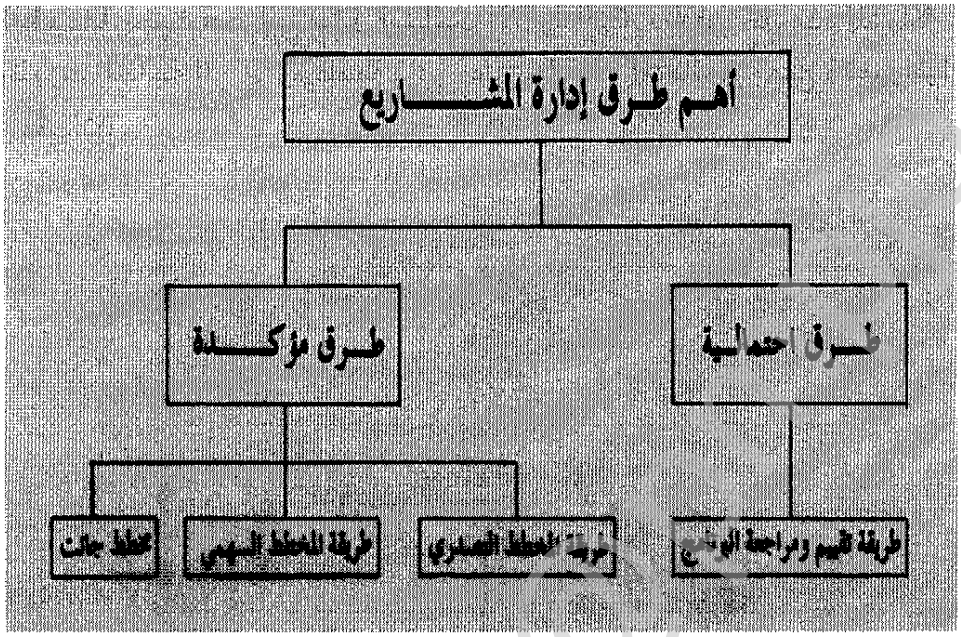


شكل (١ – ٣) : مستويات إدارية .... !

يمكن تقسيم الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع حسب طبيعة المشاريع نفسها وطبيعة المعلومات المتوفرة عنها، ففي حالة المشاريع المتكررة أو التي سبق إقامة مشاريع مشابهة لها نستطيع الحصول على معلومات على درجة عالية من الدقة، وبالتالي نستطيع استعمال إحدى الطرق المؤكدة (Deterministic Methods) أما في حالة كون المشروع جديداً أو لا توجد معلومات كافية عنه أو عن مشاريع مشابهة له، فإن الفرضيات أو البيانات الإحصائية هي المصدر الرئيسي للمعلومات، وبالتالي تستخدم إحدى الطرق الاحتمالية (Probabilistic Methods) .

الشكل (١ – ٤) يبين أهم الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع التي سنتناولها بالتفصيل في فصول لاحقة .

GhalebAnbaa@gmail.com



شكل (١ – ٤): أهم الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع .

١ - ٥ المخططات الشبكية

المخطط الشبكي (Network Diagram) مصطلح يطلق على المخطط أو الرسم الذي يمثل تسلسل وتتابع علاقة النشاطات المختلفة للمشروع، وقد استعملت المخططات الشبكية تلبية للحاجة لطرق علمية وعملية لحل مشاكل الإدارة في المشاريع التي ظهرت في العقد الخامس من القرن الحالي في الولايات المتحدة الأمريكية . وسنتناول الأنواع التالية من المخططات الشبكية المستعملة في إدارة المشاريع وجميعها تستخدم طريقة المسار الحرج .

١-٥ - ١ طريقة النشاط على السهم

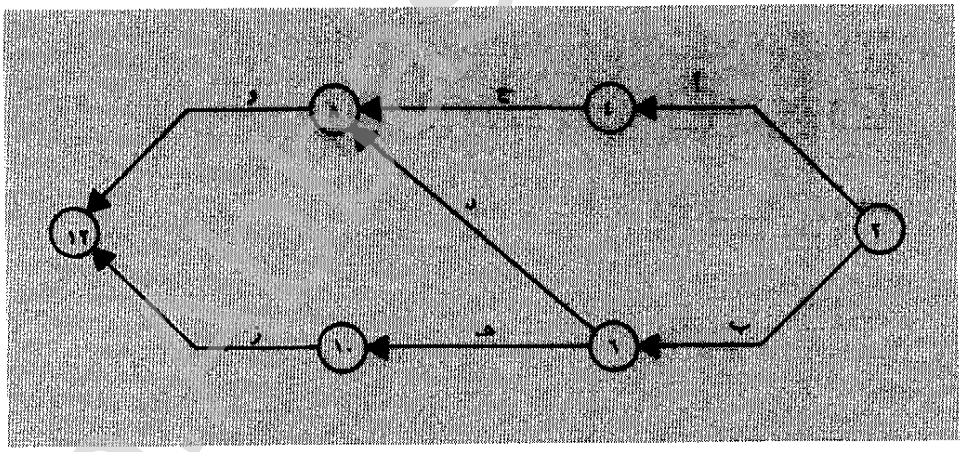
في طريقة النشاط على السهم (Activity on Arrow - AOA) تتكون الشبكة من عنصرين رئيسيين هما: السهم (Arrow) والحدث (Event) حيث يمثل كل سهم عملية أو نشاطاً معيناً في المشروع، ويمثل الحدث بداية أو نهاية عملية أو نشاط،

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

بحيث يبتدئ النشاط الحالي من حدث البداية للنشاط، ويكون هذا الحدث هو حدث النهاية للنشاط أو النشاطات التي تسبقها . لا يمكن البدء بالنشاط حتى الإنتهاء من جميع النشاطات السابقة، ويكون في العادة للمخطط نقطة بداية واحدة تمثل بداية المشروع ونقطة نهاية واحدة تمثل نهاية المشروع. الشكل (١ – ٥) يوضح مخططاً سهمياً لمشروع مكون من سبعة نشاطات. تستعمل طريقة النشاط على السهم في النوعين التاليين:

أ – في حالة الطرق المؤكدة (Deterministic Methods) باستخدام طريقة المخطط السهمي (Arrow Diagramming Method - ADM) ، وطريقة المخطط التصدُّري (Precedence Diagramming Method - PDM) ، وهذا ما سنتناوله في الفصلين الخامس والسادس .

ب – في حالة الطرق الاحتمالية (Probabilistic Methods) باستخدام طريقة تقييم ومراجعة البرنامج (Program Evaluation & Review Technique) ، وهذا ما سنتناوله في الفصل الثامن .



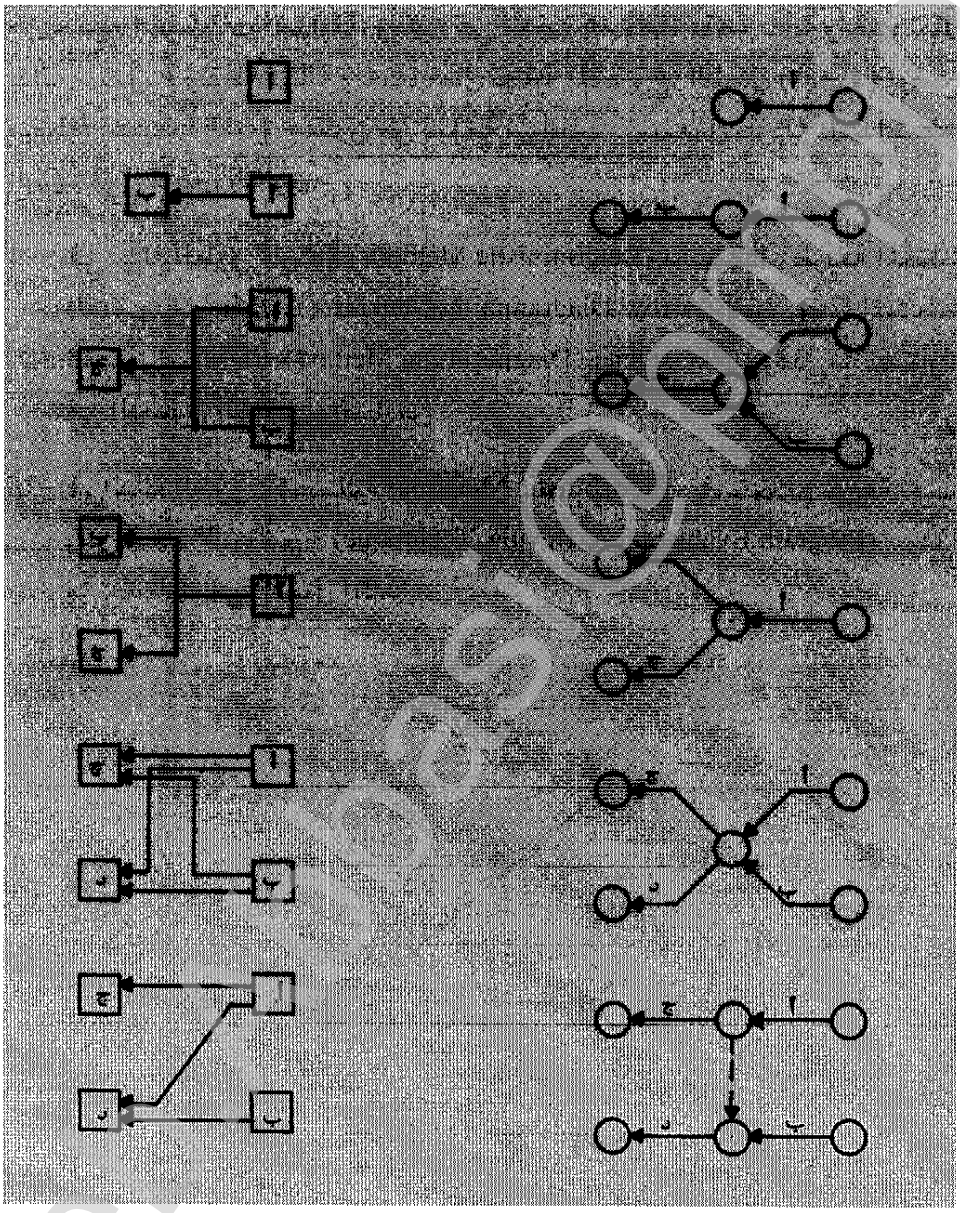
شكل (١ – ٥): مخطط سهمي .

الشكل (١ – ٦) يبين الفرق في تمثيل النشاطات لكل من طريقة النشاط على السهم وطريقة النشاط داخل الخانة.

Ghaleb.Fasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

طريقة النشاط على السهم　　طريقة النشاط داخل الخانة



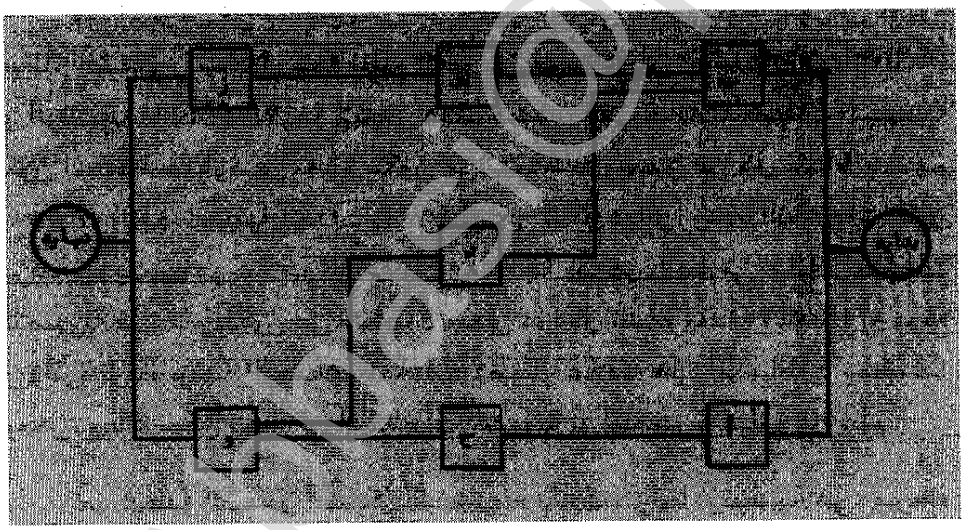
الشكل (١ – ٦): مقارنة بين تمثيل النشاطات بطريقة النشاط على السهم وطريقة النشاط داخل الخانة .

Ghaleb-Hasoon.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١-٥-٢ طريقة النشاط داخل الخانة

طريقة النشاط داخل الخانة (Activity on Node - AON) تدعى أيضاً طريقة المخطط التصدُّري (Precedence Diagramming Method - PDM) ، وقد وضع جون فوندال (John Fondahl) قواعد هذه الطريقة عام ١٩٦١، وهي تتميز بعنصرين رئيسيين هما: الخانة (Node) ، وتمثل النشاط، والخط الواصل بين هذه النشاطات (Link) ويمثل علاقة النشاطات بعضها ببعض. وسوف نتناول هذه الطريقة في الفصل السادس. الشكل (١ – ٧) يوضح مخططاً تصدرياً لنفس المشروع السابق تمثيله في شكل (١ – ٥) بطريقة النشاط على السهم.



شكل (١ – ٧): مخطط تصدري .

١ – ٦ المخططات الإجمالية والجزئية

يمكن تمثيل المشروع الواحد بأكثر من مخطط شبكي حسب حجم المشروع ودرجة التفصيل المرغوبة، فبينما قد لا تهتم الإدارة العليا للمشروع بالتفاصيل الدقيقة للمشروع، وبالتالي تتعامل مع مخطط إجمالي شامل للمشروع

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

(Master Network) نجد أن الإدارة الوسطى عادة ما تتعامل مع مختلف أجزاء المشروع، وبدرجة عالية من التفصيل، مما يتطلب مخططات دقيقة وتفصيلية لكل جزء من أجزاء المشروع، وبالتالي يحتاج الأمر إلى عدة مخططات جزئية تفصيلية (Sub-Networks) تمثل مختلف أجزاء المشروع. الشكل (١ – ٨) يوضح ثلاثة مستويات من المخططات: المستوى الأول يمثل المخطط الإجمالي الشامل، يليه المستوى الثاني من المخططات بحيث تم تفصيل جزء في المخطط الإجمالي الشامل إلى أجزاء أدق، ويأتي المستوى الثالث ليبين ويوضح بالتفصيل الدقيق كل جزء من أجزاء مستوى المخطط الثاني.

١ – ٧ مراحل تحليل النظام الشبكي

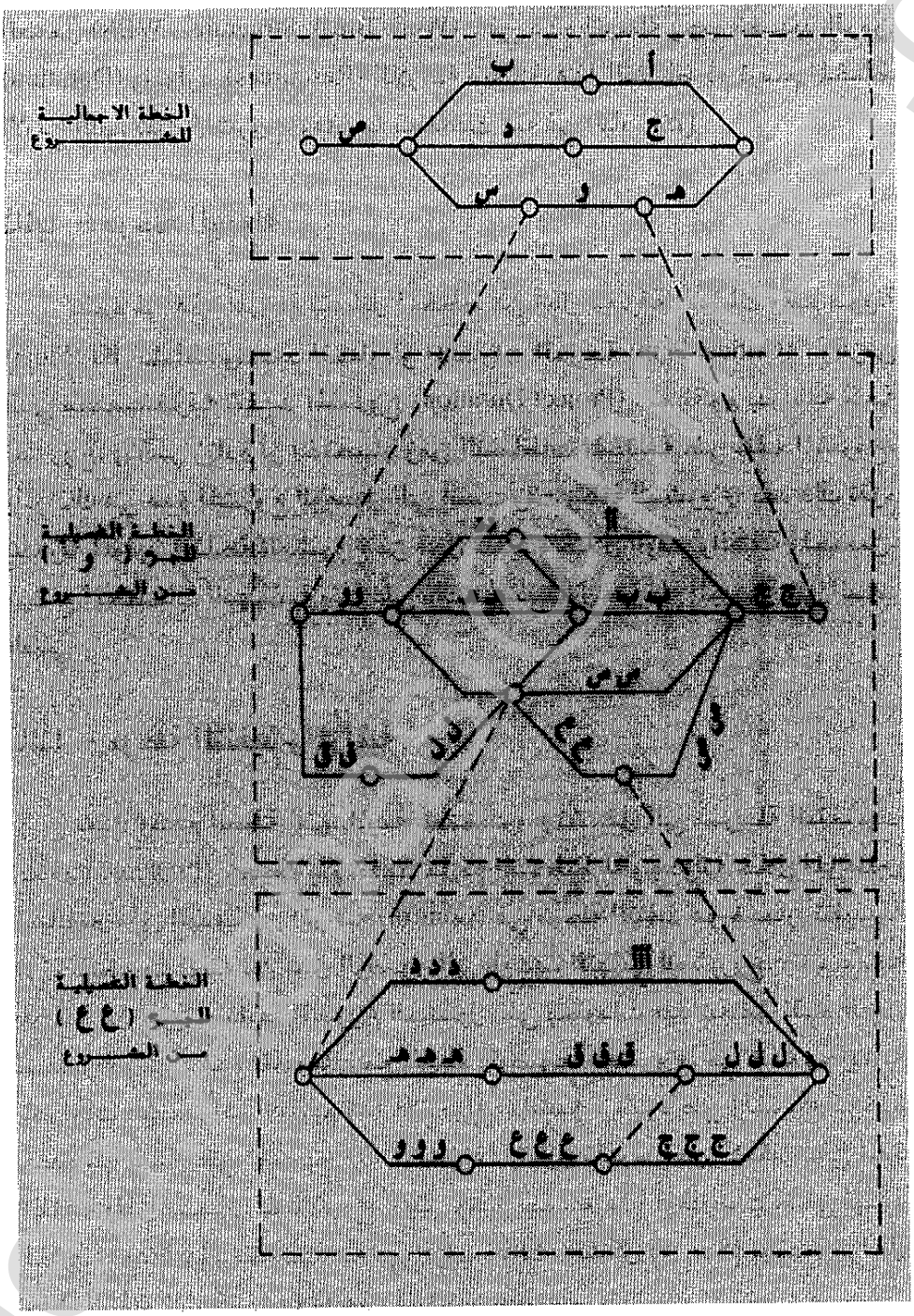
قبل الخوض في تفاصيل مراحل تحليل النظام الشبكي دعنا نتعرض لمفهوم النظام الشبكي، تستعمل كلمة نظام لتعبر عن مجموعة من النشاطات (Activities) أو الوظائف (Tasks) اللازمة لإنجاز هدف محدد، ففي حالة المخططات السهمية يكون المخطط عبارة عن نظام يتكون من نشاطات ويعبر عن كل نشاط بسهم (Arrow) ، تفصل بينها أحداث (Events) على شكل دوائر، وهذه النشاطات تكون مرتبة بحيث تظهر علاقة النشاطات بعضها ببعض. أما في حالة المخططات التصدرية فالنظام يتكون من نشاطات ويعبر عن كل نشاط بخانة (Node) أو مربع أو دائرة تربط بينها الوصلات (Links) لإظهار علاقة هذه النشاطات بعضها ببعض. وعليه يمكن القول إن المخططات السهمية أو التصدرية عبارة عن نظم.

تمر عملية التحليل الشبكي للمشروع بثلاث مراحل رئيسية هي: مرحلة التخطيط والتنظيم، ومرحلة الجدولة، ومرحلة التنفيذ والمراقبة، وسنتناول هذه المراحل بالتفصيل في سياق هذا الكتاب، ولكن دعنا الآن نصف بإيجاز كلاً من هذه المراحل :

أولا – مرحلة التخطيط والتنظيم

يتم خلال هذه المرحلة دراسة المشروع ووضع الخطط الكفيلة بتنفيذه من خلال المعطيات المتوفرة، ثم تحديد قائمة النشاطات (Activity List) وهيكل تقسيم

Khaled.Abbas@gmail.com



شكل (١ – ٨) : المستويات الإجمالية والجزئية في المخططات السهمية .

العمل (Work Break Structure - WBS) . في هذه المرحلة يجب تحديد الزمن (Duration) والموارد (Resources) اللازمة لتنفيذ هذا النشاط ثم نرسم المخطط الأولي الذي يمثل المشروع، وهذا ما سنتحدث عنه في الباب الأول .

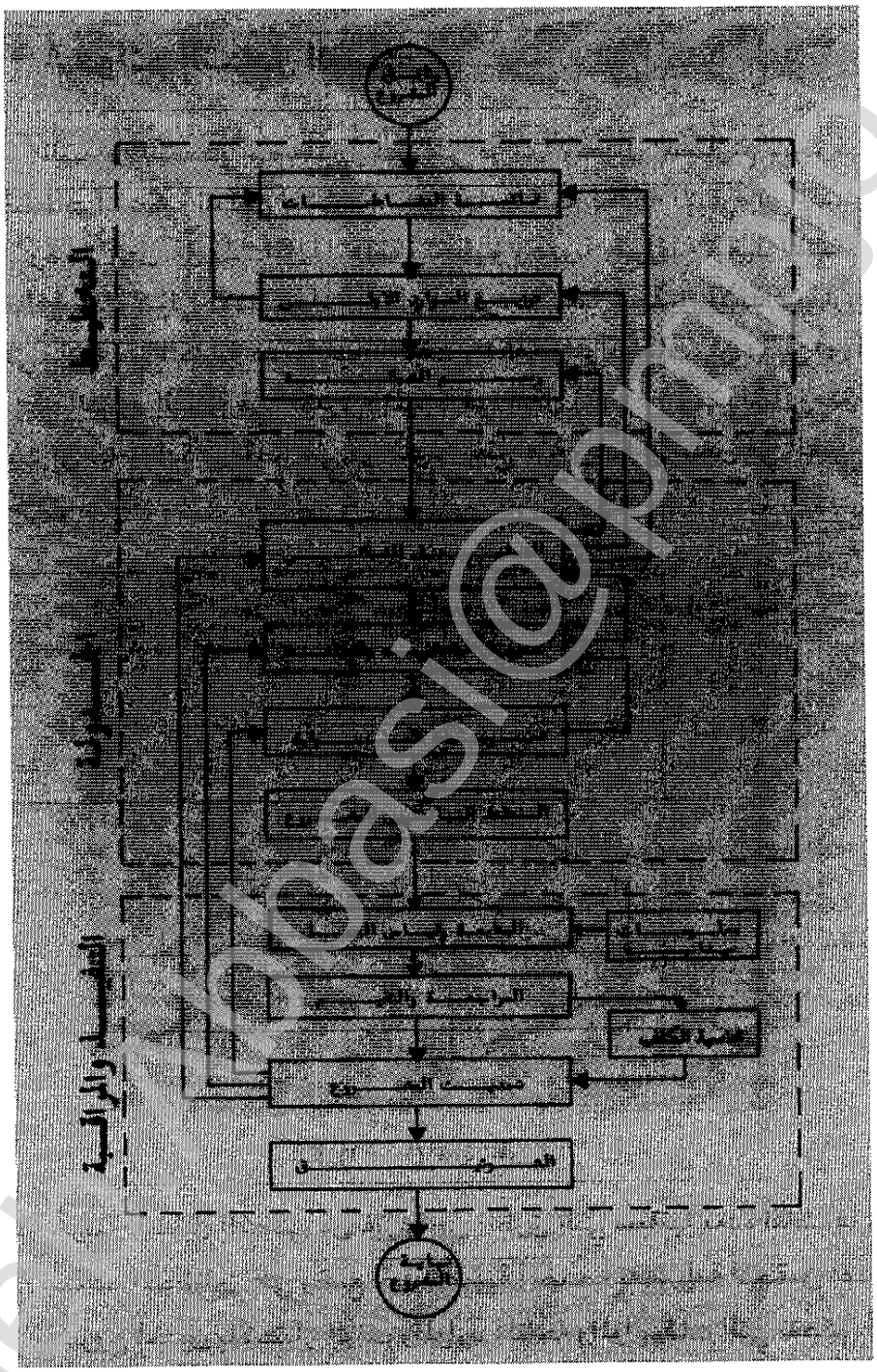
ثانيا – مرحلة الجدولة

نقوم في هذه المرحلة بتحليل المخطط من أجل معرفة الأوقات وقيم مرونة (Float) لكل نشاط، وتحديد المسار أو المسارات الحرجة (Critical Path) ، والزمن الذي سيستغرقه تنفيذ المشروع (Project Duration) . ثم نقوم بدراسة كلفة المشروع، وتأثير زيادة أو اختصار زمن النشاطات المختلفة على كلفة المشروع، وأثر ذلك في مدة المشروع للوصول إلى أنسب وقت وكلفة للمشروع، بعد ذلك نقوم بجدولة الموارد المتاحة للمشروع من أجل تنفيذه خلال الوقت والكلفة المحددين، ووضع المخططات النهائية بناءً على ذلك ، وسنتناول مرحلة الجدولة في الباب الثاني .

ثالثا – مرحلة التنفيذ والمراقبة

بعد وضع الخطة النهائية للمشروع ننتقل إلى مرحلة التنفيذ (Implementation) ، حيث يتم تنفيذ ما تم التخطيط له وجدولته خلال المرحلتين السابقتين. إن الهدف من المراقبة (Control) في مرحلة التنفيذ هو ضمان تنفيذ ما تم تخطيطه وجدولته من أجل الوصول إلى الهدف النهائي للمشروع، وتتم عملية المراقبة عن طريق متابعة المشروع للحصول على معلومات ميدانية عن تقدم العمل ثم مقارنة وتقييم هذه المعلومات مع الخطة الموضوعة للمشروع. في حالة وجود أية انحرافات يجب دراسة وتقييم هذا الانحراف والتنبؤ بتأثيره على المشروع كوحدة واحدة ثم العمل على تصحيح هذا الانحراف وتقليل تأثيره بقدر الإمكان على المدة والكلفة والمواصفات للمشروع، ويتم توثيق جميع هذه المعلومات حتى نهاية المشروع، وهذا ما سنتحدث عنه في الباب الثالث. الشكل (١ – ٩) يوضح مراحل تحليل النظام الشبكي، وعلاقة هذه المراحل ببعضها.

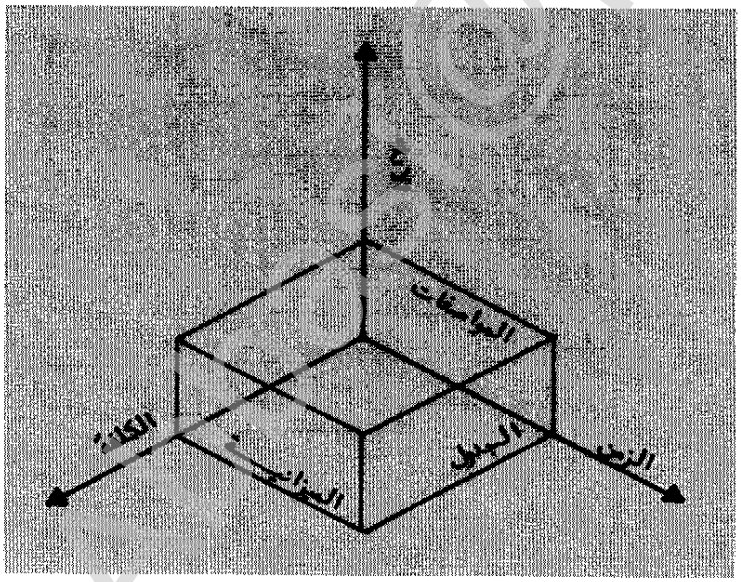
Ghaleb Abbasi@ompjo.com



شكل (١ – ٩) : مراحل تحليل النظام الشبكي.

١ - ٨ فوائد التحليل الشبكي

التحليل الشبكي مصطلح يطلق على دراسة وتحليل المشاريع باستخدام المخططات الشبكية لتمثيل المشاريع، حيث جاءت تلبية لحاجة الإدارة في المشاريع الكبيرة من أجل حل المشاكل المتعلقة بتخطيط وجدولة ومراقبة تنفيذ النشاطات المختلفة وصولا إلى الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق الأهداف المرجوة بأعلى درجة من الكفاية ضمن قيود الوقت والكلفة والمواصفات. إن تأثير أي قيد من هذه القيود الثلاثة في المشروع المبينة في شكل (١ - ١٠) متداخل ومترابط حيث إن أية زيادة أو نقص في أي منها ينتج عنه زيادة أو نقص في القيدين الآخرين .



شكل (١ - ١٠): قيود المشروع .

تتميز طريقة التحليل الشبكي عن غيرها من الطرق التي سبقتها بعدة نقاط أهمها:

١ - تساعد المخططين على وضع خطط عملية واضحة تفصيلية لتحقيق أهداف المشروع آخذين بالاعتبار الوقت والموارد المتاحة والمواصفات التي تتحكم عادة بالمشروع.

Ghaleb.Alopnip.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٢ – تعتبر وسيلة فعالة وسهلة للاتصال بين مختلف مستويات الإدارة في المشروع لما تحتويه من أساليب لنقل المعلومات مثل: الجداول والمخططات والرسومات البيانية .

٣ – تساعد على تحديد وتوزيع المسؤولية على العاملين في المشروع وبالتالي رفع مستوى التعاون بين العاملين في المشروع كفريق واحد كل يعرف واجباته ومسؤولياته في تنفيذ الخطة، فيعمل على تنفيذها بأعلى همة وجهد ممكنين.

٤ – تساعد الإدارة التنفيذية في عملية الرقابة حسب الخطة الموضوعة مع التركيز على العمليات الهامة التي قد تؤدي إلى تأخير إنهاء المشروع في حالة تأخرها عن المواعيد المقررة لها، فالتحليل الشبكي يساعد في عملية تحديث جدولة المشروع.

٥ – تساعد في تدريب وتهيئة المدراء الجدد الذين سيتولون إدارة مشاريع في المستقبل كوسيلة فعالة للإدارة .

١ - ٩ مجالات واستخدامات التحليل الشبكي

بعد أن تحدثنا عن فوائد التحليل الشبكي في إدارة المشاريع، نجد أنه من المهم معرفة المجالات أو المشاريع التي يمكن تطبيق أو استخدام أسلوب التحليل الشبكي في إدارته والتي من أهمها:

- الإنشاء والتشييد.
- تقديم منتجات جديدة.
- الصيانة والتجديد في المصانع.
- برامج البحث والتطوير.
- التوسع في الشركات والمصانع.
- تصنيع المنتجات الضخمة كالسفن والطائرات والمركبات الفضائية.

Ghaleb.Abbasi@mnjo.com

ويلاحظ أن كلاً من هذه المشاريع يتميز بعدد من الصفات أو الخصائص التي تجعل تطبيق أسلوب التحليل الشبكي ممكناً ومن أهمها:

- كل نشاط له بداية ونهاية محددتان.
- يتكون المشروع من مجموعة (عدد محدد) من النشاطات أو العمليات التي ينتهي المشروع عند الانتهاء منها جميعاً .
- العلاقات بين هذه النشاطات معروفة ومحددة.
- يعتمد كل نشاط أو عملية ضمن المشروع على غيره من النشاطات أو العمليات ضمن تسلسل محدد.
- يحتاج كل نشاط أو عملية إلى موارد لتنفيذه.

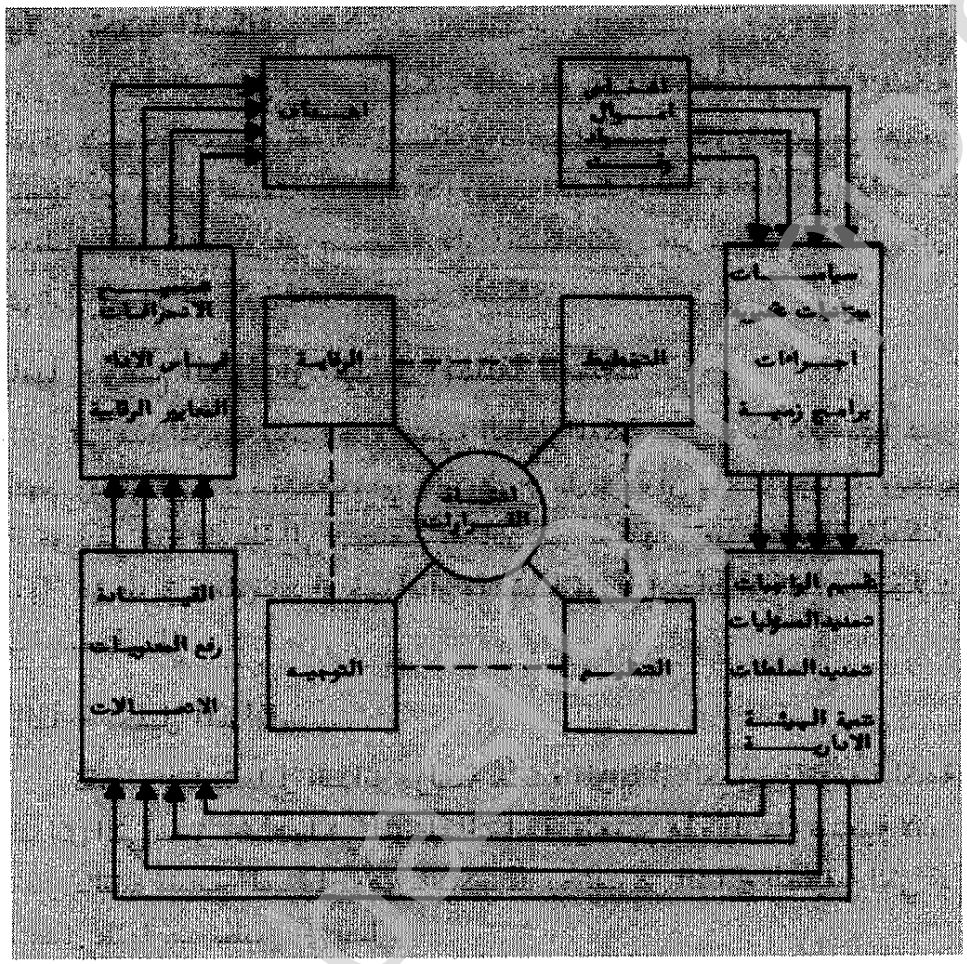
من الجدير بالذكر أنه من الممكن استخدام أسلوب التحليل الشبكي في أي مشروع قد يكون له مثل هذه الصفات أو الخصائص، بغض النظر عن طبيعته أو حجمه.

١ - ١٠ اتخاذ القرارات في إدارة المشاريع

مشكلة الاختيار أو الوصول إلى قرار موجودة في أي مشروع على مختلف مستويات الإدارة في شتى المجالات ضمن المشروع الواحد، ويفرض وجود عدة بدائل على مدير المشروع اختيار أحد هذه البدائل أو الخيارات بهدف الوصول إلى القرار المناسب.

العملية الإدارية في حد ذاتها عبارة عن سلسلة قرارات متصلة بعضها ببعض، وبشكل خاص فإن الغاية من اتباع الطريقة العلمية في إدارة المشروع هي تحقيق أهداف المشروع بأقل كلفة ممكنة ضمن الوقت المحدد وبالمواصفات المطلوبة. إن عملية تحديد الأهداف بحد ذاتها قرار تتبعه سلسلة كبيرة من القرارات في مختلف مراحل دورة الإدارة: التخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة، كما هو موضح في الشكل (١ - ١١).

Ghaleb Abbasi@mnjo.com



شكل (١ – ١١): دورة الإدارة واتخاذ القرارات .

وكما أسلفنا فإن أي مشروع يبدأ بقرار يوضح ويظهر أهداف المشروع تتبعه قرارات تحدد السياسات المتبعة من أجل الوصول إلى الأهداف، تتبعها قرارات تحدد الميزانيات التقديرية للمشروع، وأخرى توضح الإجراءات الواجب اتباعها من أجل الوصول إلى الأهداف، وأخرى تحدد الجداول الزمنية لتلك الإجراءات.

من أجل الوصول إلى قرار حكيم في أية مرحلة كانت لا بد من المرور بأربع مراحل هامة [٢٣] وهي :

أولا – تحديد المشكلة

من أجل الوصول إلى قرار حكيم قادر على حل المشكلة التي تواجه صانع القرار لا بد من تحديد وتعريف المشكلة ووضعها ضمن إطار واضح، مع أهمية التمييز بين عَرض المشكلة (Symptom) وسبب المشكلة (Root Cause) . فإذا كانت المعطيات غير كافية أو غير صحيحة، فإن المشكلة تكون غير محددة، وبالتالي فإن أي قرار يصدر لن يكون قادراً على حل المشكلة.

ثانيا – وضع الحلول أو البدائل المختلفة للمشكلة

في هذه المرحلة يجب وضع جميع الحلول الممكنة حتى لو بدا بعضها غير مهم، ويجب أن لا نستخف بأي رأي يطرح، بل يجب أن يؤخذ بجدية، ويجب الرجوع في هذه المرحلة إلى مختلف المصادر التي يمكنها تزويدنا بالحلول الممكنة، سواءً عن طريق معلومات أو خبراء أو مستشارين أو أبحاث أو كتب أو مجلات متخصصة...الخ .

ثالثا – تحليل البدائل

نقصد هنا بتحليل البدائل دراسة جميع المزايا أو العيوب المتوقعة لكافة البدائل التي سبق وضعها في المرحلة السابقة، وتعتبر هذه المرحلة صعبة لأنها تتعلق بالتنبؤ بنتائج المستقبل، وهو بالتأكيد قد يختلف عن النتائج الحقيقية التي قد نحصل عليها عند تطبيق أي بديل.

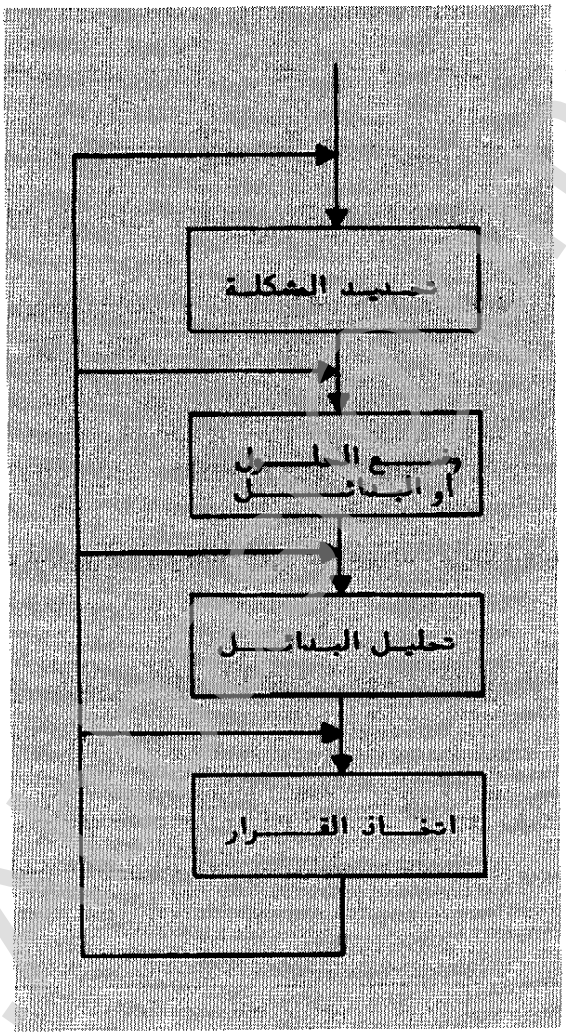
رابعا – اختيار البديل الأفضل (اتخاذ القرار)

تعتبر هذه المرحلة الأصعب في عملية اتخاذ القرار، حيث أن كل ما سبقها عبارة عن دراسة وتحليل ووضع المزايا أو العيوب بمعنى أنها لا تحمل أية مخاطرة. وفي هذه المرحلة فإننا سنصدر حكماً تترتب عليه أمور كثيرة لها علاقة بمصير المشروع، ففي حالة وجود معطيات غير كافية أو خاطئة، فإن القرار الصادر في أغلب الأحيان قد يكون حلاً لمشكلة غير المشكلة التي تواجه صانع القرار. ومن الجدير ذكره أن الهروب من اتخاذ قرار لا يحل المشكلة، بل على العكس يعمل على تفاقمها واستفحال خطرها مع الزمن.

Ghaleb Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الشكل (١ – ١٢) يوضح المراحل الأربع لعملية اتخاذ القرار، وعلاقة هذه المراحل ببعضها حيث يظهر أنها عملية ديناميكية مستمرة تحتاج إلى تحديث المعطيات والنتائج في كل خطوة للوصول إلى أفضل قرار.



شكل (١ – ١٢) : مراحل اتخاذ القرار .

Ghaleb Alnajjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تمارين

١ – ١ تحدثنا عن الإدارة العلمية (Scientific Management) ، فهل هناك إدارة علمية وأخرى غير علمية ؟ إذا وجد، فما هو الفرق بينهما ؟

١ – ٢ يقال بأن الإدارة ضرورة لكل جهد جماعي، أعط مثالاً يوضح ذلك.

١ – ٣ ما هي الظروف (الحالات) التي تتخذ الإدارة القرارات في ظلها ؟

١ – ٤ هناك من يقول بأن الإدارة فن، وهناك من يقول بأن الإدارة علم، فما رأيك في ذلك ؟ ناقش.

١ – ٥ هل هناك مبادئ أو قوانين ثابتة في الإدارة كمبادئ علوم الرياضيات والفيزياء والكيمياء.... الخ ؟ وضح إجابتك.

١ – ٦ هل هناك مشروع لا يحتاج إلى إدارة ؟ إذا كانت إجابتك نعم أعط مثالاً على ذلك.

١ – ٧ ما الفرق بين طريقة النشاط على السهم (AOA) وطريقة النشاط داخل الخانة (AON) ؟

١ – ٨ هناك من ينادي بأن الموارد أهم عناصر التنمية، وهناك من ينادي بأن الإدارة أهم عناصر التنمية، فما رأيك ؟ ولماذا ؟

أهم المراجع :

الأرقام ٧، ١٦، ٢٣، ٢٥، ٣٣ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbas@mpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الثاني
أهميـــة التخطيط

٢ - ١ مقدمة

التـخطيط ظاهرة قـديمة وجـدت في مـختلف المجـتمـعـات وعلى مـختلف المستويات عبر التاريخ ولا غنى عنها من أجل تلبية احتياجات الإنسان ضمن الموارد المتاحة له في أي وقت من الأوقات، وقد دخل التخطيط كافة مجالات الحياة وأصبحت كلمة تخطيط تستعمل للتعبير عن معان كثيرة، فنسمع بتخطيط المدن والتخطيط الثقافي والتخطيط الإداري.... الخ. ويعتبر التخطيط من أهم عناصر الإدارة وهو يسبق جميع العناصر الأخرى حيث لا يمكن الوصول إلى نتائج مرضية في تنفيذ أي عمل دون التخطيط الجيد لهذا العمل.

يقول فايول (Fayol) : "إن التخطيط في الواقع يشمل التنبؤ بما سيكون عليه المستقبل مع الاستعداد لهذا المستقبل"، فالتخطيط إذاً عملية ذهنية تتضمن وضع التوقعات أو الفرضيات المبنية على تفكير عميق في الحاضر من أجل الاستعداد لمواجهة المستقبل. وجاء في تعريف التخطيط أنه جهدٌ واع يرمي إلى توجيه الفعاليات البشرية نحو تحقيق أهداف محددة بصورة عقلانية ، ويقودنا هذا التعريف إلى عدد من خصائص التخطيط منها:

- التخطيط وسيلة وليس غاية.
- التخطيط أسلوب علمي له أسسه ومبادؤه.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

- التخطيط جهد عقلاني يتطلب المعرفة والخبرة.
- التخطيط أداة أو وسيلة عامة يمكن استعمالها لتحقيق أي هدف.
- التخطيط عبارة عن عملية خلق وابتكار تربط الحاضر بالمستقبل.

إذاً، فالتخطيط عبارة عن سلسلة قرارات تبدأ بتحديد الهدف أو الأهداف المراد تحقيقها، يتبعها تحديد سياسات المشروع والعناصر أو الموارد اللازمة لتنفيذ هذا المشروع كماً ونوعاً، والإجراءات التي تؤدي إلى الوصول للأهداف المرجوة ثم تحديد علاقة النشاطات أو العمليات المختلفة في المشروع ببعضها ووضع البرنامج الزمني لتنفيذ هذه العمليات.

لا يمكن الحكم نهائياً على أية خطة بأنها جيدة أو غير جيدة إلا بعد معرفة النتائج التي ترتبت عن هذه الخطة، وهذا أمر لا يمكن معرفته إلا بعد تنفيذ الخطة، وعندها يكون قد فات الأوان على أي تعديل أو تغيير. هناك بعض المعايير أو الخصائص التي تميز الخطة الناجحة[٥، ٧] والتي أمكن الوصول إليها من خلال دراسة عدد كبير من الخطط التي نفذت، ومن أهم هذه الخصائص:

١ – **الهدف**: يجب أن يكون للخطة هدف نهائي واضح ومحدد.

٢ – البساطة والوضوح: يجب الابتعاد قدر الإمكان عن التعقيد وخلق مشاكل لا أساس أو داعٍ لها.

٣ – **الواقعية**: يجب أن تكون الخطة واقعية بعيدة عن التشاؤم المفرط أو التفاؤل الزائد.

٤ – **الدقة**: يجب على المخطط أن يعتمد على البيانات والمعلومات الدقيقة.

٥ – تحديد المسؤولية: يجب على المخطط تحديد مسؤوليات الأفراد المتعلقة بتنفيذ كل جزء من أجزاء الخطة.

٦ – **المرونة**: يجب أن تكون الخطة مرنة بحيث تستطيع التكيف مع الانحرافات المحتملة.

٧ – يجب أن يأخذ المخطط في الاعتبار **ردود الأفعال** المختلفة من جانب المنفذين أو الإداريين الآخرين.

٨ – يجدر بالمخطط أن **يشرك** معه الأشخاص الذين سيشرفون على تنفيذ الخطة.

٩ – يجب على المخطط أن يراعي **العامل الإنساني** أثناء وضعه للخطة.

Ghaleb.Abbasi@hotmail.com

٢-٢ عناصر التخطيط

تتألف أي خطة من خمسة عناصر رئيسة هي: الأهداف والسياسات والتنبؤ والإجراءات والبرامج الزمنية [٥، ٧، ١٧] . فيما يلي نقوم بتفصيل كل من هذه العناصر:

أولا – الأهداف

هي الغايات المشروعة المراد تحقيقها أو الوصول إليها، ولا يمكن تصور وجود أي مشروع دون وجود هدف يسعى هذا المشروع إلى تحقيقه. ولتحديد الأهداف في المشروع فوائد عديدة من أهمها:

- تحديد الاتجاه العام للمشروع.
- تسهيل التنسيق بين الأفراد في المشروع.
- المشاركة في وضع خطة متكاملة ومتناسقة.
- دفع الأفراد للقيام بالواجبات الموكلة إليهم عن طريق ربط أهدافهم الشخصية بأهداف المشروع.
- قياس الأداء في تنفيذ المشروع.

ولتحقيق الأهداف يجب توفر عدد من الشروط من أهمها أن تكون هذه الأهداف:

- قابلة للقياس.
- واضحة وصريحة ومفهومة.
- عملية يمكن الوصول إليها وتحقيقها.
- مرتبطة قدر الإمكان بالأهداف الشخصية للأفراد في المشروع.

والمقصود هنا بالأهداف الشخصية هو تلك الغايات التي يسعى إليها الأفراد العاملون بالمشروع على مختلف مستوياتهم بإنجاز عمل يرفع من سمعتهم المهنية أو يؤدي إلى ترقيتهم الوظيفية أو الحصول على حوافز مالية أو تقدير معنوي من المؤسسة أو الدولة، ولا يقصد مطلقاً الأهداف الشخصية غير المشروعة.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

ثانياً – السياسات

عبارة عن مجموعة من القواعد توضع من قبل الإدارة العليا لتوجيه وضبط الأعمال التي يقوم بها الجهاز الإداري، وتختلف السياسة عن الهدف، فالهدف هو ما نريد تحقيقه، أما السياسة فهي طريقة تحقيق هذا الهدف، ومن فوائد تحديد السياسات في المشروع ما يلي:

- تخلص المدراء من ضرورة اتخاذ قرارات جديدة في المشاكل المماثلة.
- تجيب على أسئلة المرؤوسين بسرعة، وتترك للمدراء فرصة التفرغ للمشاكل الجديدة الأخرى.
- تقلل الشك والتردد في تصرفات الإداريين والموظفين.
- تحقق التنسيق بين مختلف الأفراد في المشروع.
- تعتبر وسيلة من وسائل الرقابة على المشروع.

أما أهم الشروط الواجب توفرها في السياسات فهي أن تكون :

- واقعية.
- مرنة.
- مترابطة ببعضها.
- واضحة لا تحتمل التأويل.
- معلنة ومفهومة من قبل جميع الأفراد في المشروع.
- مستمدة من الأهداف وتؤدي إلى تحقيقها.
- لا تتنافى مع السياسة العامة أو القوانين للدولة أو القيم الاجتماعية والخلقية السائدة.

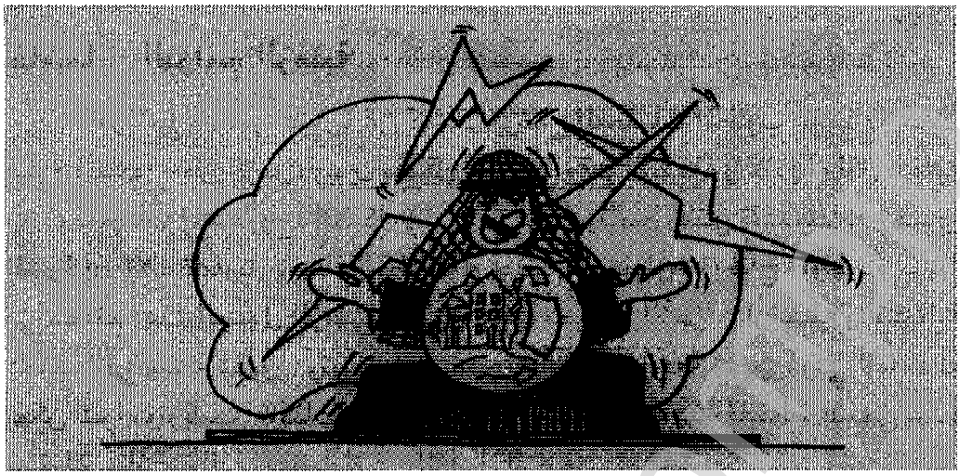
ثالثاً – التنبؤ

هو محاولة النظر إلى المستقبل من خلال دراسة أحداث الماضي والحاضر ووضع الافتراضات عما سيكون عليه هذا المستقبل، ولا يمكن وضع خطة دون وضع افتراضات عن المستقبل حيث إن التخطيط في الواقع ليس إلا التنبؤ بالمستقبل والاستعداد لذلك المستقبل.

كما أن التنبؤ ضروري حيث إنه يلزم الإداريين بالتفكير في المستقبل والمشاكل المتوقع حدوثها في المستقبل، بقصد حلها قبل وقوعها أو الاستعداد لها على الأقل.

Ghaleb.Abbasi@hotmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com



شكل (٢ – ١) : التنبؤ....!

رابعاً – الإجراءات

عبارة عن تحديد خطوات تنفيذ العمليات من حيث كيفيتها وتسلسلها الزمني، ومن فوائدها:

- تجنب الفوضى في العمليات عن طريق تحديد الخطوات التفصيلية لتنفيذ كل عملية.
- تؤدي إلى التقليل من المجهود الذهني والعصبي للموظفين.
- تعمل على إحداث تماثل بين تصرفات الموظفين كما أنها وسيلة لضمان التنسيق بين مختلف الأشخاص والعمليات في المشروع.
- تعتبر وسيلة من وسائل الرقابة في تنفيذ مختلف العمليات، فهي ضمان بأن جميع العمليات تتم بالطريقة المقررة لها.

على الرغم من فوائد الإجراءات إلا أن لها عيوباً أهمها أنه في حالة تعقيد الإجراءات تصبح عبئاً على المشروع، ويطلق على هذه الإجراءات المعقدة لقب الإجراءات الروتينية. أما الشروط الواجب توفرها في الإجراءات فأهمها أن:

- تكون واضحة وصريحة ومفهومة من جميع الأفراد في المشروع.
- تكون مبسطة إلى أقصى درجة ممكنة.
- لا تتعارض مع سياسات المشروع وأهدافه.
- لا تتعارض مع بعضها.
- تكون قابلة للتطبيق.

Ghaleb Abbasi@p...com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

خامساً – البرامج الزمنية

البرنامج الزمني عبارة عن كشف يوضح العمليات المطلوب تنفيذها خلال فترة محدودة من الزمن، ويبين بشكل أساسي وقت الابتداء والانتهاء لكل عملية من عمليات المشروع. الشكل (٢ – ٢) يبين برنامج زمني تقدمت به إحدى الشركات الاستشارية لإضافة خط إنتاج جديد إلى خطوط الإنتاج الموجودة حالياً في مصنع. هذا الجدول الزمني يبين أن عملية تصميم الأجزاء الرئيسية والتكميلية بحاجة إلى سبعة شهور، وتوثيق التصميم بحاجة إلى أربعة شهور، وفي أثناء ذلك يمكن شراء وتركيب الماكنات ثم البدء بالإنتاج التجريبي. هذا المخطط يسمى عادة بمخطط جانت، والذي سنتناوله في الفصل الرابع.

الزمن أحد أهم الموارد في أي مشروع، لذلك فمن المهم جداً تخطيط استخدام الوقت استخداماً أمثل، والعمل على تجنب أي هدر؛ لأن ذلك قد يعني ضياعاً للمال والجهد والفرص، ويتم وضع البرامج الزمنية حسب الخطوات الرئيسية التالية:

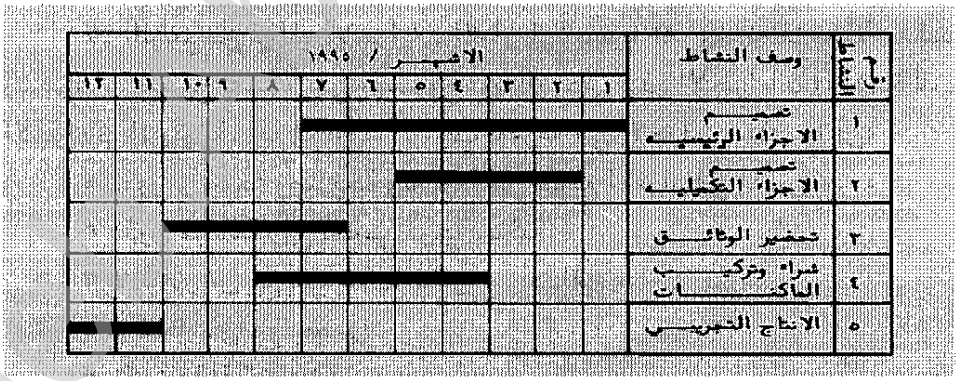
١ – تقسيم المشروع المطلوب تنفيذه إلى عمليات أو نشاطات فرعية، وتقسيم النشاطات الفرعية إلى نشاطات أصغر .... الخ.

٢ – ملاحظة التسلسل الزمني لهذه النشاطات وعلاقتها ببعضها.

٣ – اتخاذ قرارات عن كيفية تنفيذ النشاطات، وتحديد العناصر المادية والبشرية اللازمة لتنفيذ المشروع.

٤ – تقدير الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط.

٥ – تحديد وقت الابتداء ووقت الانتهاء لكل نشاط.



شكل (٢ – ٢): برنامج زمني يوضح خطة إنشاء خط إنتاج جديد لأحد المصانع .

Ghalbi Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٢ - ٣ مراحل التخطيط

يمر التخطيط بمراحل مختلفة تؤدي إلى الحصول في النهاية على خطة متكاملة، الشكل (٢ – ٣) يوضح هذه المراحل وعلاقتها بعضها ببعض. عند وضع خطة المشروع [٢، ٥، ٦] فإننا نمر بالمراحل التالية :

١ – توضيح أبعاد المشروع وتقرير الأهداف الرئيسية التي يسعى المشروع إلى تحقيقها، كذلك تقرير الأهداف الفرعية التي لا بد من تحقيقها من أجل تحقيق الأهداف الرئيسية.

٢– تجميع البيانات والمعلومات المتوفرة، ووضع الفرضيات المستقبلية بناءً على دراسة المعلومات المتوفرة حول ما سيكون عليه مستقبل المشروع والمشاكل التي يمكن أن تواجه المشروع وسبل معالجتها.

٣ – تعيين الخطوات العملية التي يجب القيام بها من أجل تحقيق الأهداف.

٤ – البحث عن النشاطات أو العمليات البديلة لتنفيذ كل خطوة من الخطوات.

٥ – دراسة وتحليل كل من النشاطات أو العمليات البديلة من أجل معرفة المزايا والعيوب.

٦ – اختيار البديل الأفضل بناءً على مقارنة البدائل المختلفة.

٧ – تقسيم المشروع إلى برامج فرعية.

٨ – تقسيم البرامج الفرعية إلى نشاطات.

٩ – دراسة النشاطات وتشمل : طرق التنفيذ ومستلزمات التنفيذ ووقت التنفيذ والكلف ومسؤولية التنفيذ.... الخ.

١٠ – تجميع النشاطات في خطة عامة للمشروع.

١٢ – إعداد الموازنة التخطيطية للمشروع.

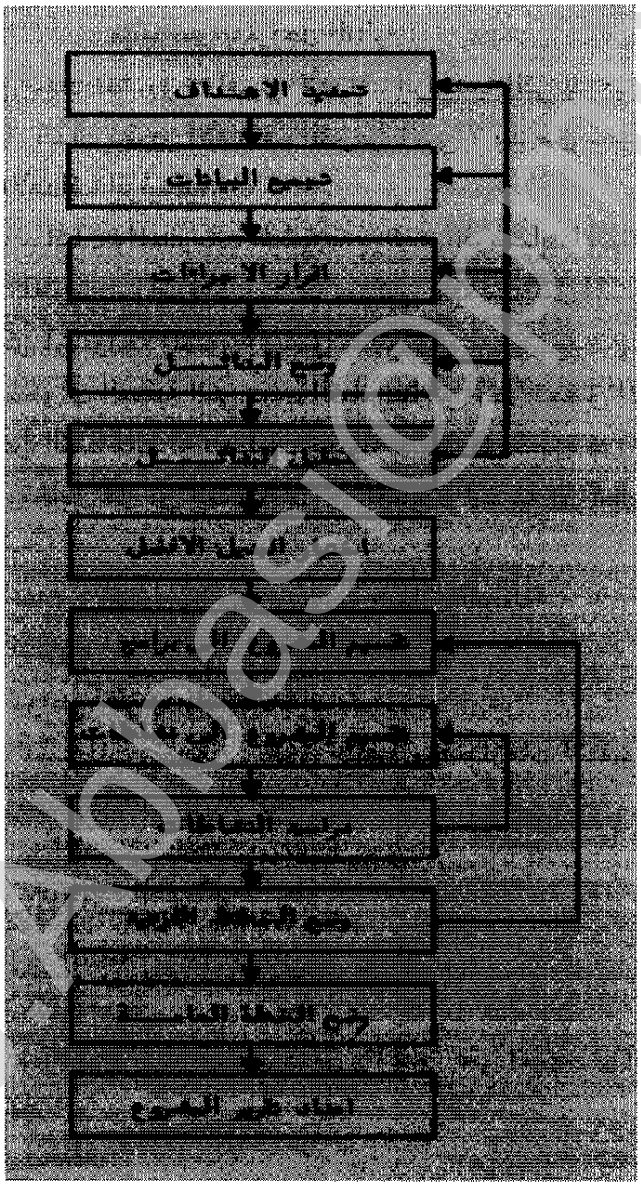
١٣ – إعداد تقرير الخطة ويشمل ما يلي:

- عنوان الخطة.
- بياناً بأسماء الأشخاص الذين وافقوا على الخطة أو اشتركوا في وضعها.
- غرض الخطة.
- عرضاً للموقف أو المشكلة التي سوف تعالجها الخطة.

Ghaleb.Abbasi@mpip.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

- البرامج والإجراءات المقترحة.
- بياناً بالمواد المطلوبة لتنفيذ الخطة.
- تاريخ تقديم التقرير وتاريخ إقرار الخطة.
- التوقيت الزمني للخطة.
- النتائج المتوقعة للخطة.
- الموازنة التخطيطية.



شكل (٢ – ٣) : مراحل التخطيط .

Ghaleb Abbas@hotmail.com

٢ -٤ أنواع التخطيط

يقسم التخطيط إلى ثلاثة أنواع رئيسية حسب مدته وطبيعة الأهداف التي يغطيها وهي طويل ومتوسط وقصير المدى. فالتخطيط طويل المدى أو ما يسمى التخطيط الاستراتيجي يهدف إلى تحقيق أهداف بعيدة المدى – الهدف الرئيسي للمشروع – ويغطي فترة طويلة كخمس سنوات أو أكثر، وتقوم الإدارة العليا بوضع الخطط بعيدة المدى.

أما التخطيط متوسط المدى فيهدف إلى تحقيق الأهداف الفرعية للمشروع كتخطيط الإنتاج السنوي أو نصف السنوي مثلاً، ويغطي هذا النوع من التخطيط مدة تتراوح بين شهر وسنة، وتقوم الإدارة الوسطى بالتعاون مع الإدارة العليا بوضع الخطط متوسطة المدى.

أما التخطيط قصير المدى فيهدف إلى تحقيق الغايات العاجلة في المشروع مثل تخطيط الإنتاج الأسبوعي أو توزيع الأعمال خلال الأسبوع أو الشهر القادم، وتغطي الخطة قصيرة المدى عادة فترة تتراوح بين يوم وشهر، وتقوم الإدارة الوسطى بالتعاون مع الإدارة التنفيذية بوضع الخطط قصيرة المدى .

٢ -٥ هرمية التخطيط

التخطيط عمل جماعي يقوم به كافة المدراء على اختلاف مستوياتهم، كلٌّ في حدود اختصاصه، ولا يستطيع مدير المشروع أن يقوم بعملية التخطيط منفرداً، فمهما أوتي من قدرة وكفاية فهو بحاجة إلى المشاركة الفعالة للجهاز الإداري في أهم وأول عملية من عمليات الإدارة، ويتم التخطيط ضمن منهجين رئيسيين (٧).

في المنهج الأول يقوم المدير بوضع الخطة الرئيسية، ويطلب من المرؤوسين وضع خططهم في حدود الخطة الرئيسية وإجراء التعديلات اللازمة. ومن مزايا هذه الطريقة أنها تقلل من مجهود الإدارة العليا وتوفر عليها الخوض في التفاصيل الجزئية، كما أنها تعطي الفرصة للإدارة الوسطى للمشاركة الفعالة في وضع الخطط الجزئية، وتعطيها الصلاحية لإجراء التعديلات اللازمة وما يتوافق مع

Ghaleb.Abbas@pmpro.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

قناعاتها الخاصة، مما يحفزها لبذل الجهد وتحري الدقة والإخلاص في العمل، كما يدفعها إلى التعاون من أجل تنسيق الخطط الفرعية. وإلى الاستعانة بخبرة المختصين فيها كلٌّ في مجال اختصاصه. ومن عيوب هذه الطريقة، أنها تترك اتخاذ القرارات النهائية المتعلقة بالخطة للإدارة الوسطى .

أما في الثاني فتقوم الإدارة الوسطى بجمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالمشروع، ثم يقوم مدراء الدوائر المختلفة بوضع خططهم الفرعية ثم يرفعونها إلى الإدارة العليا لاعتمادها. ومن مزايا هذه الطريقة أنها تترك للإدارة العليا السلطة المطلقة لوضع كامل تفاصيل الخطة. أما عن عيوبها فهي تتطلب وقتاً وجهداً كبيرين من كلا الإدارتين العليا والوسطى، فالإدارة الوسطى تقوم بجمع البيانات وتحليلها للخروج بالخطط الفرعية ثم ترفعها إلى الإدارة العليا التي تقوم بدورها بمراجعة كافة الخطط الفرعية للتنسيق فيما بينها ثم لاعتمادها والخروج بالخطة الشاملة ووضع الخطة الرئيسية.

أما الطريقة المثلى للتخطيط، فتقوم على الجمع بين الطريقتين السابقتين حيث يقوم المدير بوضع الخطة الرئيسية. ويطلب من المرؤوسين وضع خططهم في حدود الخطة الرئيسية، واقتراح التعديلات اللازمة، ويقوم المرؤوسون بوضع الخطط الفرعية ثم ترفع إلى المدير لمراجعتها ودراسة أية تعديلات مقترحة، ثم إقرار الخطة النهائية.

٢ - ٦ أهداف التخطيط

يمكن تلخيص الهدف من التخطيط بأنه الأساس الذي يقوم عليه العمل الإداري ككل، باعتباره الطريقة الوحيدة التي يعتمد عليها الإداريون في مواجهة المستقبل المجهول، وفيما يلي أهم النقاط التي تبرز أهداف التخطيط (٥،٧) :

١ - **مواجهة الشك في أحداث المستقبل**، والتغيرات التي يحتمل أن تحدث فيه، فالمستقبل مجهول، وتوقعاته قد تحدث وقد لا تحدث. إن مواجهة المستقبل بكافة أحداثه أمر حتمي لا مفر منه، والسبيل الوحيد من أجل الاستعداد له هو التخطيط.

Ghaleb Abbas@msn.com

٢ – **إبراز الأهداف المراد تحقيقها**؛ فالهدف هو نقطة البداية في أي خطة كما أنه الغاية التي تنتهي إليها، والتخطيط يجعل الأهداف على مرأى من المدراء والمنفذين، مما يؤدي إلى سلوكهم الطريق الذي قد يقودهم إلى تحقيقها بفعالية.

٣ – **تحقيق التناسق في الأعمال**؛ حيث يعمل التخطيط على تحقيق التناسق بين الأهداف الجزئية للمشروع التي تقود إلى الهدف النهائي كي لا تتعارض تلك الأهداف فيما بينها.

٤ – **ضبط النفقات**؛ فالتخطيط الجيد يؤدي إلى زيادة الإيرادات وتقليل النفقات إلى أقصى حد ممكن، وتفادي الإسراف الناتج عن الارتجال وما يرافقه من التعرض للتجربة والخطأ.

٥ – **ربط التنفيذ بالزمن** كون الزمن أحد الموارد الهامة.

٦ – لفت الانتباه مقدماً إلى **المشكلات المحتملة** لاتخاذ الإجراءات الممكنة لمواجهة هذه المشكلات.

٧ – **تيسير الرقابة**؛ حيث لا يمكن بأي حال أن تقوم رقابة بدون معايير توضع مقدماً كي يقاس عليها ما ينجز من أعمال. فالتخطيط يقرر ما يجب إنجازه من أعمال والطرق التي لا بد أن تنجز على أساسها والوقت الذي لا ينبغي تجاوزه، مما يسهل على الإدارة متابعة كافة العمليات ورقابتها.

٢-٧ أهم أسباب فشل التخطيط

على الرغم من الجهد المضني الذي نبذله في التخطيط فإننا لا نستطيع الوصول إلى خطة كاملة وناجحة تماماً، مما قد يؤدي في بعض الأحيان إلى فشل التخطيط، ومن أهم الأسباب التي قد تؤدي إلى فشل التخطيط:

١ – عدم وضوح الأهداف أو عدم فهمها من قبل مستويات الإدارة المختلفة.

٢ – الاستعانة بخبراء من خارج المشروع لوضع الخطة الكاملة للمشروع.

٣ – عدم وجود تفاهم بين القائمين على التخطيط.

٤ – الفشل في توقع ردود أفعال الأفراد في المشروع.

٥ – نقص البيانات والمعلومات أو عدم دقتها.

٦ – استخدام الإحصائيات والأرقام دون معرفة مدلولاتها الحقيقية.

Ghaleb Abbas@omnio.com

٧ – عدم الاعتماد على المقاييس الصحيحة، أو على البيانات التاريخية عند وضع الفرضيات فيما يتعلق بأحداث المستقبل.

٨ – النظر إلى التخطيط من زاوية ضيقة، فالتخطيط عملية واسعة متشابكة ومترابطة، ويجب النظر إليها على هذا الأساس.

٩ – توقع الحصول على نتائج سريعة من التخطيط، فالتخطيط يتطلب وقتاً وجهداً كبيرين وليست هناك طريقة مختصرة لوضع الخطط.

١٠ – كثرة الاجتماعات واللجان التي تقوم بالتخطيط دون مبرر لذلك.

١١ – الفشل في تحديد موعد نهائي للانتهاء من وضع الخطط الأساسية والفرعية.

١٢ – عدم انسجام الخطط مع بعضها، فغالباً ما يؤدي فشل خطة إلى فشل خطط أخرى مترتبة عليها.

١٣ – انعزال المخططين عن المنفذين وبالتالي وضع خطط غير واقعية.

١٤ – عدم تحديد المسؤوليات عند تنفيذ كل جزء من أجزاء الخطة.

١٥ – الاعتقاد بأن كل شخص يملك القدرة على التخطيط، فالتخطيط يتطلب قدرات ومهارات خاصة يجب توافرها في الأشخاص الذين يقومون بهذه العملية.

شكل (٢ – ٤): كوني عضواً في لجنة التخطيط !

Ghaleb.Abdulsalam@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تمارين

٢ – ١ ما هي العلاقة بين التخطيط والمستقبل ؟ ناقش.

٢ – ٢ ما هي العلاقة بين التخطيط والأهداف ؟

٢ – ٣ ما هي الأهداف الفرعية ؟ وما علاقتها بالأهداف الرئيسية ؟

٢ – ٤ من العوامل التي تؤدي إلى تحقيق أهداف المشروع أن تكون أهداف المشروع مرتبطة بالأهداف الشخصية للأفراد في المشروع. اشرح ذلك مع إعطاء أمثلة.

٢ – ٥ ما هو الفرق بين الأهداف والسياسات ؟

٢ – ٦ التنبؤ أحد عناصر التخطيط، فما هي فوائده ؟

٢ – ٧ تهدف الإجراءات إلى تسهيل العمليات المختلفة إلا أنها قد تؤدي إلى نتيجة عكسية. اشرح ذلك مع إعطاء أمثلة.

٢ – ٨ تحدث عن أنواع التخطيط مع إعطاء أمثلة.

٢ – ٩ اذكر أسباباً قد تؤدي إلى فشل التخطيط غير تلك التي ذكرناها.

أهم المراجع :

الأرقام ٢، ٥، ٦، ٧، ١٦ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbasi@mpp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الثالث
تحديد وتنظيم المشروع

٣ - ١ تعريف المشروع

المشروع عبارة عن مجموعة من العمليات أو النشاطات تربطها علاقات محددة ومعروفة تنفذ بزمن محدد بغرض تحقيق مجموعة من الأهداف. يتصف المشروع بالصفات التالية:

- فريد من نوعه إلى حدٍ ما.
- له دورة حياة ببداية ونهاية محددتين.
- له إطار عمل مقسم إلى نشاطات معرَّفة.
- يهدف إلى تحقيق أغراض محددة.
- له ميزانية مقيدة.
- يستخدم موارد متعددة.

وتتميز نشاطات المشروع بمجموعة من الخصائص نذكر منها ما يلي:

- لها أهداف معروفة تسعى إلى تحقيقها.
- لها أوقات بداية ونهاية محددتين.
- تستهلك موارد (أيدي عاملة ومعدات ووقت....).

Ghaleb Abbasi@pmpio.com

من المفيد عند دراسة موضوع إدارة المشاريع التفريق ما بين مفهوم المشروع (Project) ومفهوم البرنامج (Program) حيث إن مصطلح البرنامج يستعمل غالباً ليشير إلى مجموعة المشاريع طويلة المدى أو التي تتصف بالضخامة من حيث المحتوى، وكذلك يطلق المصطلح على مجموعة من المشاريع المتشابهة. أي أن المشروع يمكن أن يكون جزءً من برنامج أشمل وأكبر أو أن يكون مستقلاً ويحمل مواصفات ومميزات جديدة غير رتيبة أو متكررة، وتكون الخطوة التالية بعد تفصيل المشاريع المختلفة ضمن البرنامج الرئيسي، هي تقسيم المشروع إلى أعمال (Tasks) والتي تقسم إلى حزم عمل (Work Packages) ؛ بشكل عام فالمشروع هو مجموعة أعمال محددة الهدف والتي بانتهائها يتحقق الهدف النهائي للمشروع الواحد، أو ما يسمى الجزء الأصغر والمنفصل من البرنامج .

٣ - ٢ تنظيم المشروع

التنظيم عنصر أساسي من عناصر الإدارة، ويعرف التنظيم بأنه وضع كل شيء وكل شخص في مكانه ثم ربط الأشياء ببعضها والأشخاص ببعضهم من أجل تكوين وحدة متكاملة، وتحديد المسؤوليات والسلطات والعلاقة بين الأفراد في المشروع ، من أجل العمل على تحقيق أهدافه. وعليه فإن التنظيم يقوم على ركيزتين رئيسيتين هما المسؤولية والسلطة.

يهدف التنظيم إلى توحيد وصهر الجهود الجماعية، وتنسيقها من أجل تقليل الاحتكاك أو التعارض الذي يمكن أن يحدث في المشروع، أو إلغائه إن أمكن حتى يتم تحقيق الأهداف على أحسن وجه. ففي التنظيم تتحدد المسؤوليات والسلطات، ويعرف كل شخص على وجه التحديد واجباته المفروض عليه القيام بها، ويعرف كذلك واجبات الآخرين، ويعرف سلطاته التي لا يجوز له تجاوزها ويعرف سلطات الآخرين .

تقوم الإدارة العليا عادة بعملية التنظيم، وكل مدير مسؤول عن إتمام أي عمل بواسطة جهود آخرين يلجأ عادة إلى تنظيم هذه الجهود، ويشارك في عملية تنظيم المشروع، يوجد في أي مشروع نوعان من التنظيم (٧، ١٦).

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

أولا – التنظيم الرسمي

تقوم الإدارة بوضع التنظيم الرسمي (Formal Organization) من أجل تحديد العلاقة بين مختلف أقسام المشروع، والعلاقة بين الأفراد في كل قسم، وبيان قنوات الاتصال الرسمية في المشروع.

ثانياً – التنظيم غير الرسمي

إن وجود الأفراد في المشروع بما لهم من عواطف وعلاقات شخصية وانطباعات خاصة سيؤدي إلى خلق تنظيم آخر موازٍ للتنظيم الرسمي يدعى بالتنظيم غير الرسمي (Informal Organization) .

قد يتفق التنظيمان الرسمي وغير الرسمي وقد يتعارضان، وهنا تأتي مهمة الإدارة بالعمل على التوفيق بينهما. تتم عملية التنظيم وفق الخطوات التالية:

- دراسة أهداف المشروع لأن الهدف هو الذي يحدد طبيعة التنظيم، وما يشمله من أجهزة من أجل تحقيق هذه الأهداف.
- تحديد النشاطات التي لا بد من القيام بها للوصول إلى هدف المشروع ضمن الخطة المرسومة سابقاً وما تتضمنه من سياسات وإجراءات وبرامج.
- حصر الأعمال التفصيلية ضمن النشاطات.
- وصف كل عمل تفصيلي وتحليله إلى أجزائه.
- تحديد كل عمل من الأعمال البشرية والآلية التي ينبغي القيام بها.
- تكوين مجموعات متجانسة من الأعمال بحيث تكون تحت إشراف شخص واحد وتسمى بالوظيفة.
- تحديد سلطات ومسؤوليات كل وظيفة.
- الربط بين الوظائف من أجل تحقيق التعاون والانسجام.
- تجميع الوظائف على هيئة تشكيلات إدارية.
- ترتيب التشكيلات الإدارية تطبيقاً لمبدأ التخصص، وتسهيلاً لعملية المراقبة.
- تصميم شبكة للاتصال توضح العلاقات بين الوظائف والوحدات أو التشكيلات الإدارية.
- وضع نظام للرقابة.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

- تحليل قدرات الأشخاص المرشحين لشغل الوظائف.
- وضع كل شخص في المنصب الملائم له.
- وضع نظام للشورى في المستويات الملائمة عن طريق اللجان تحقيقاً لمبدأ القيادة الجماعية.

بشكل عام يمكن القول إن هناك بعض الخصائص الواجب توفرها في التنظيم الجيد نذكر منها ما يلي:

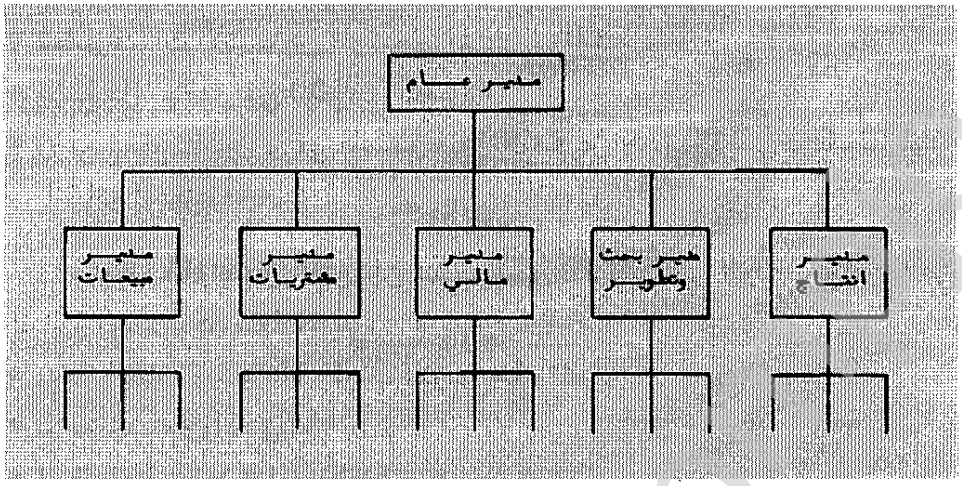
- وحدة القيادة وتسلسلها وتجنب الازدواجية.
- تكافؤ السلطة والمسؤولية.
- الوضوح في تحديد المسؤوليات.
- مراعاة الطاقة البشرية في توزيع الواجبات.
- تفويض السلطة من قبل الإدارة العليا.
- وجود شبكة اتصال فعالة.
- الاستقرار في العملية الإدارية.

٣ - ٣ تنظيم الهيكل الإداري

الهيكل الإداري عبارة عن مخطط يمثل علاقة الوظائف المختلفة في أي تنظيم ببعضها البعض، وهذا التنظيم قد يكون لمشروع أو لمؤسسة أو لدائرة ، وهناك عدة أسس أو اعتبارات يمكن تنظيم الهيكل الإداري اعتماداً عليها، من أهمها التنظيم الوظيفي والتنظيم حسب المنتج أو مزيج منهما .

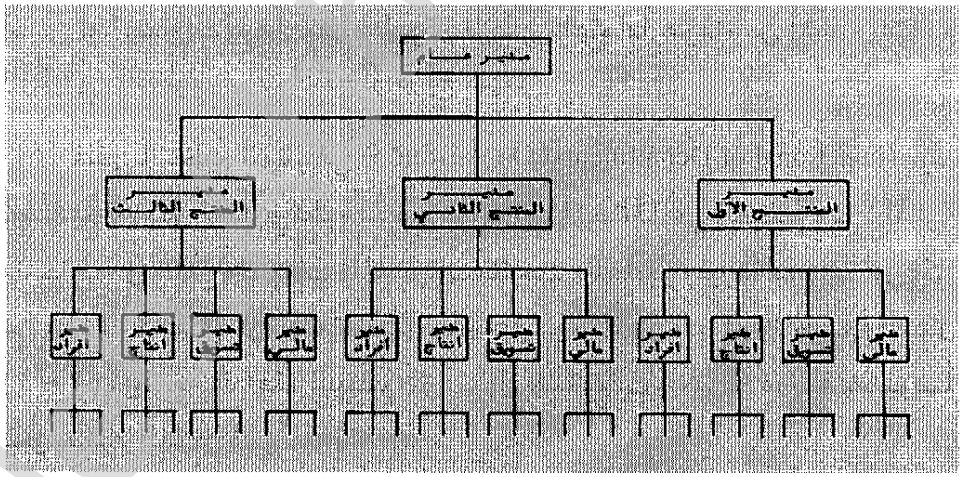
ففي التنظيم الوظيفي (Functional or Departmental Organization) يتم تصميم الهيكل الإداري على أساس الوظائف المختلفة في التنظيم مثل: المالية والمحاسبة والإنتاج والمبيعات والمشتريات والبحث والتطوير وغيرها بحيث يكون لكل من هذه الوظائف إدارة مستقلة مرتبطة مباشرة بالمدير العام للتنظيم والشكل (٣ - ١) يوضح ذلك. هذا التنظيم هو أسهل التنظيمات وأكثرها فعالية خصوصاً للمؤسسات الصغيرة.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com



شكل (٣ – ١): هيكل إداري وظيفي .

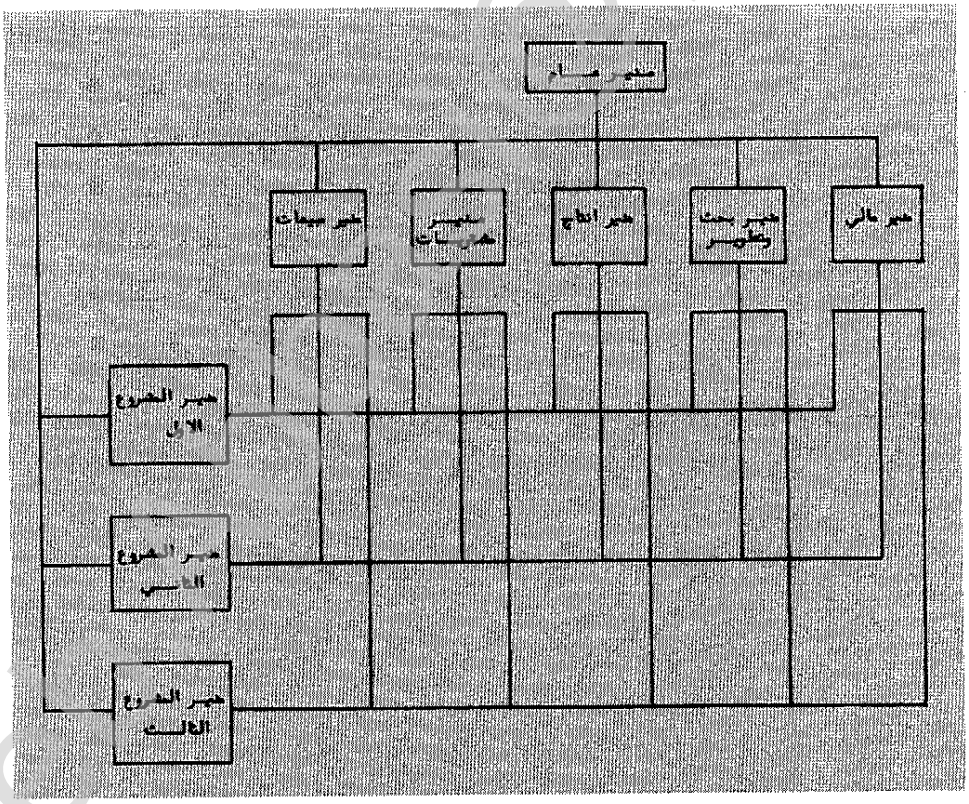
أما التنظيم حسب المنتج (Product Organization) فيستخدم عادة في حالة المؤسسات المتخصصة بإنتاج أنواع مختلفة من المنتوجات المختلفة على نطاق واسع، حيث من الممكن تصميم الهيكل الإداري حسب طبيعة المنتجات التي تنتجها الشركة، وفي هذا التنظيم يتم الاستفادة من الخبرات المتخصصة في كل منتج، الشكل (٣ – ٢) يوضح هيكلاً إدارياً لمصنع ينتج ثلاثة منتجات مختلفة. من الممكن استخدام مثل هذا التنظيم في حالة إدارة مشاريع متخصصة جداً وذات طبيعة مختلفة.



شكل (٣ – ٢): هيكل إداري حسب منتجات المصنع .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

وفي حالة كون التنظيم أو الشركة مسؤولة عن تنفيذ عدة مشاريع في نفس الوقت، تستطيع الشركة الاستفادة من الأسلوبين السابقين في التنظيم بحيث يصبح الهيكل الإداري للشركة كما هو موضح في الشكل (٣ – ٣) حيث يسمى هذا النوع من التنظيم بالتنظيم المصفوفي (Matrix Organization) نسبة إلى شبه ترتيبها بالمصفوفات الرياضية . في هذا النوع من التنظيم يرتبط مدراء المشاريع كغيرهم من المدراء مع المدير العام، كما يستطيع مدير المشروع توظيف مختلف الخبرات المتوفرة في المؤسسة لتحقيق أهداف المشروع بعد التنسيق مع مدراء الدوائر الأخرى. ومن فوائد هذا التنظيم الليونة والقدرة على توظيف خبرات ووقت الموظفين في المؤسسة بصورة أفضل، ولكن يجب عدم إغفال الصعوبات التي قد يواجهها الموظفون من جراء ارتباطهم بأكثر من مدير في نفس الوقت.



شكل (٣ – ٣) : هيكل إداري لمؤسسة تملك عدة مشاريع – تنظيم مصفوفي .

Ghaleb Oppinio.com

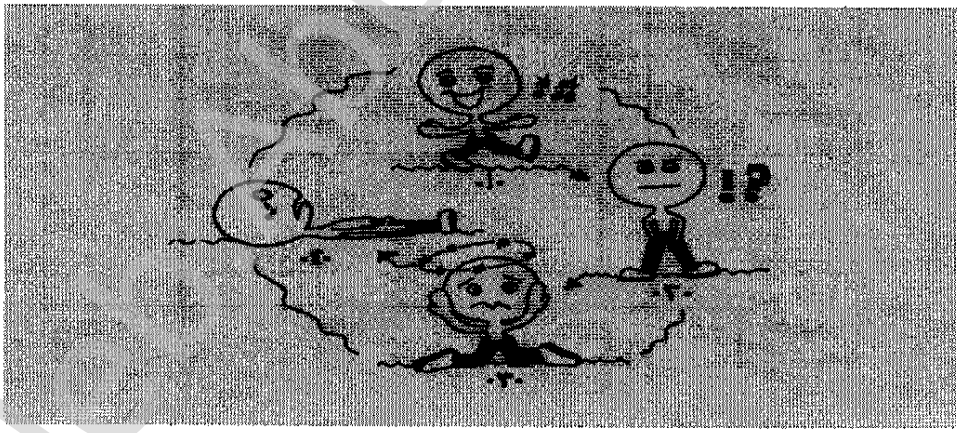
٣ - ٤ مدير المشروع

إن مدير المشروع هو الشخص الذي يعمل على تنفيذ ومتابعة خطة المشروع، ويكون مسؤولاً عن كل كبيرة وصغيرة في المشروع. يمكن تلخيص دور مدير المشروع ومسؤولياته بما يلي:

- تحديد المشروع والحصول على الموافقة على كشف العمل.
- توجيه ومراقبة جميع النشاطات اللازمة لإنهاء المشروع .
- القيام بالمبادرات اللازمة لإنجاز المشروع ضمن الوقت والكلفة والمواصفات المحددة.
- المفاوضة بخصوص مستوى الأداء والكلفة والجدول الزمني.

ويجب توافر بعض الصفات الهامة في مدير المشروع، وفيما يلي بعض هذه الصفات:

- رغبة في الإدارة.
- توجيه إيجابي للموظفين.
- القدرة على توصيل الهدف (Communication).
- القدرة على اتخاذ القرارات الفعالة.
- القدرة على الحصول على الدعم لقراراته.
- دور في المشاركة والتوجيه والتدريب.

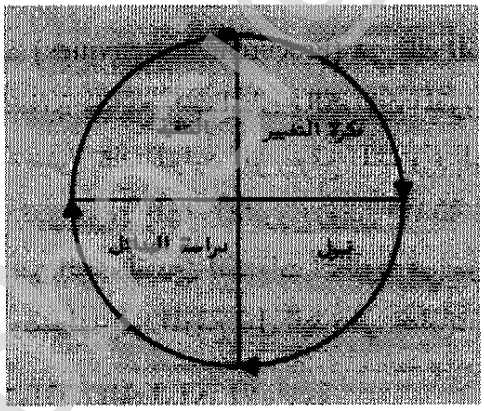


شكل (٣ – ٤): حالات مدير المشروع النفسية .

Ghalebbasi@ymail.com

يمكن القول بشكل عام إنه لكي يكون مدير المشروع ناجحاً في أداء عمله يجب عليه أن يقنع موظفيه أن أهداف المؤسسة إنما هي أهدافهم وأن أي نجاح للمؤسسة هو نجاح وتقدم ينعكس عليهم والعكس صحيح، ويجب أن يكون للمدير الناجح القدرة على:

- فهم نظرية الإدارة العامة.
- فهم نظرية الإدارة في مجال التخصص سواء أكان ذلك في مجال إدارة مشاريع أو التأمين أو البناء أو النشر...
- المعرفة والخبرة لدمج نظريات الإدارة العامة والإدارة في مجال التخصص.
- أن يكون لديه نظرة إيجابية للتغيير وعدم رفض أي فكرة أو اقتراح قبل دراسة البدائل الممكنة. الشكل (٣ – ٥) يوضح فكرة النظرة الإيجابية للتغيير وطبيعتها الديناميكية بدءً من قبول فكرة التغيير مروراً بدراسة البدائل الممكن تنفيذها، وانتهاءً بتنفيذ تلك الفكرة في حالة ثبوت جدواها.



شكل (٣ – ٥): النظرة الإيجابية للتغيير .

٣ - ٥ ماهية النشاط

يمكن تعريف النشاط (Activity) بأنه أي جزء من المشروع يستهلك زمناً وموارداً، وله بداية ونهاية محددتان، وقد يتطلب النشاط بذل مجهود عضلي، أو القيام بأعمال كتابية، أو إجراء مفاوضات، أو تشغيل ماكينات، وغير ذلك. يطلق على النشاط (Activity) أسماء أخرى مثل عملية (Task) أو وظيفة (Job) ، ومن الأمثلة على النشاط: تنظيف الماكينة وحفر القواعد وإحضار السيارة إلى الكراج.

Ghaleb.Abdulrahman@gmail.com

٣ - ٦ أنواع النشاطات

هناك أنواع متعددة من النشاطات في المشاريع سواءً تلك النشاطات المتعلقة في مشروع معين أو تلك المتعلقة بمشاريع مختلفة، ويمكن تصنيف أهم أنواع النشاطات [٢٨] بما يلي :

أولا – نشاطات الإنتاج

نشاطات الإنتاج (Production Activities) هي تلك النشاطات التي تحتاج إلى الموارد (مواد خام وآلات وأيدي عاملة...) وتمثل غالبية النشاطات في المخططات الشبكية للمشروع. ومن الأمثلة على هذه النشاطات: بناء جدار أو تجميع منتج أو تصنيع قاعدة الآلة.

ثانياً – نشاطات الإمداد

نشاطات الإمداد (Procurement Activities) هي تلك النشاطات التي تضمن توفر الموارد اللازمة لتنفيذ جميع النشاطات بالكميات المقررة والأوقات المناسبة بحيث لا يؤدي تأخير وصول تلك الموارد إلى موقع المشروع إلى تأخير موعد إنهاء النشاطات وبالتالي تأخير موعد إنهاء المشروع، ومن الأمثلة على هذه النشاطات: الاتفاق مع منشار لحجر البناء لتأمين الكميات المطلوبة في موقع المشروع أو طلب الآلات من أجل تأمين وصولها إلى الموقع قبل البدء في عمليات الإنتاج.

ثالثاً – نشاطات متعلقة بالقرارات الإدارية

النشاطات المتعلقة بالقرارات الإدارية (Management Decision Activities) هي تلك النشاطات التي تؤدي إلى اتخاذ قرارات تتعلق بتحديد نشاطات المشروع والنشاطات السابقة واللاحقة اللازمة لتنفيذ المشروع، وبتحديد القيود على الموارد ومواعيد بدء بعض النشاطات. ومن الأمثلة على هذه النشاطات: اجتماعات مجلس إدارة الشركة والدراسات التي تقوم بها الإدارة والتصويت على قرار .

Ghaleb.Abbas@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٣ - ٧ تقسيم المشروع

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

يتكون مخطط المشروع من عدد كبير من النشاطات المختلفة، وتعتمد درجة تقسيم المشروع إلى نشاطات على تحديد المستفيد أو المستخدم لهذا التقسيم، ولدرجة اهتمامه واستخدامه للبيانات المتوفرة في هذا التقسيم، ونظراً لتعدد مستويات الإدارة والرقابة، فقد وجد أنه من الأنسب تكوين عدة مخططات شبكية للمشروع تحتوي كل منها على مستويات تفصيلية مختلفة.

عند تقسيم المشروع إلى أجزائه الرئيسية ثم تقسيم هذه الأجزاء إلى أجزائها الفرعية، يجب أن نعتمد على اعتبارات أساسية، وليس على رغبات شخصية أو نزعات اعتباطية. ومن أهم الاعتبارات الواجب أخذها بعين الاعتبار ما يلي:

١ - الاستفادة من التخصص فهو يزيد من المهارة ويقلل الكلفة ويزيد الإنتاجية والجودة.
٢ - التنسيق وهو الغرض الأساسي للتنظيم، ويهدف إلى توحيد جهود الأفراد حتى لا يكون هناك تعارض أو احتكاك.
٣ - إعطاء الاهتمام الملائم للعمل الأهم فالمهم ضماناً للوصول إلى الأهداف المرجوة للمشروع.
٤ - خفض مصاريف التنظيم حرصاً على تنفيذ المشروع ضمن الميزانيات المقررة.
٥ - المشاركة في الرقابة، فمن المفضل أن يكون تنفيذ أي عمل والرقابة على تنفيذ ذلك العمل ليسا من اختصاص شخص واحد .
٦ - اعتبارات خاصة مثل الظروف المحلية وطبيعة العمل.

Ghaleb.Abbas@mpio.com

٣ - ٨ إعداد قائمة النشاطات

إن إعداد قائمة النشاطات خطوة هامة جداً تمهيداً لتطبيق أساسيات إدارة المشاريع باستخدام المخططات الشبكية حيث إن عدم استكمال قائمة النشاطات سيؤدي إلى أخطاء في وضع المخطط الشبكي والحسابات المتعلقة به، وبالتالي عدم صحة البيانات فيما يتعلق بتنفيذ المشروع. إن إعداد قائمة النشاطات يأتي من خلال خبرة وحكم المخطط في هذا المجال وفي مشاريع سابقة، وقد يكون المخطط فريقاً بدلاً من شخص واحد، وفي هذه الحالة من الممكن ومن الطبيعي وجود خلافات في وجهات النظر حول طريقة تقسيم المشروع والنشاطات المختلفة.

على الرغم من ذلك فهناك خطوط رئيسية يجب على المخطط أن يتبعها عند إعداد المخطط الشبكي، إذ يجب عليه إعداد قائمة النشاطات التي تحتوي على جميع النشاطات اللازمة لتنفيذ المشروع وتحديد الزمن والموارد اللازمة لتنفيذ كل نشاط، وتنظيم وترتيب النشاطات واعتمادها على بعضها البعض.

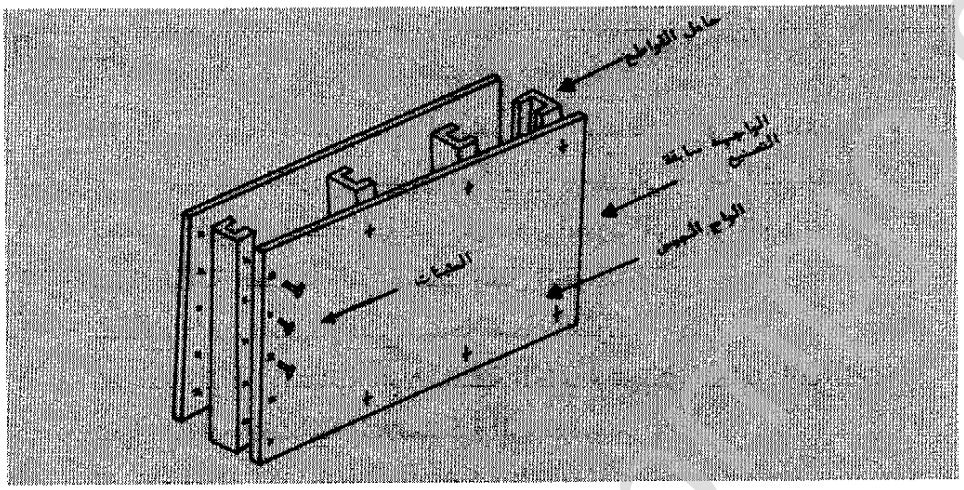
مثال ٣ - ١

تنوي شركة الإنشاءات سابقة التصنيع تطوير استخدام ألواح الجبس (Gypsum Boards) كقواطع داخلية في المباني التجارية لتحل محل القواطع التقليدية المكونة من الطوب الإسمنتي والقصارة، ويعتبر هذا المنتج إضافة إلى خط الشركة من مكونات البناء سابقة التصنيع.

يتوقع أن يقدم هذا المشروع للشركة منتجاً متكاملاً جاهزاً للتصنيع وبكميات حسب الطلبات التي ستقدم إلى دائرة التسويق، وسيتم تطوير دليل موجز يصف التفاصيل الفنية لهذه القواطع الحديثة مدعوماً ببيانات الفحص والتصميم. الشكل (٣ - ٦) يبين منظوراً لهذا القاطع الحديث الذي يتكون من ثلاثة عناصر رئيسية وهي:

١ - المادة الجديدة (ألواح الجبس) لتحل محل الطوب في الواجهات.
٢ - المادة الإنشائية البلاستيكية الجديدة للهيكل الحامل للقواطع.
٣ - مثبتات حديثة لتجميع الهيكل.

Ghaleb.Abassi@mpo.com



شكل (٣ – ٦): منظور للقاطع الحديث .

فيما يلي تلخيص لبعض الملاحظات التي دونها مدير الشركة:

- ضرورة استحداث خطة وتقارير حول تقدم العمل.
- تطوير التصميم الإنشائي لهيكل القواطع.
- شراء المواد الجديدة وتصنيعها.
- مواصفات تفصيلية عن كيفية تركيب المثبتات من قبل الدائرة الهندسية.
- اختيار أفضل ترتيب لتركيب نظام القواطع الحديث والتأكد من سهولة تركيبه وتجميعه في المباني التجارية.
- سوف يتم إجراء الاختبار لقواطع من قياس (٢م × ٣م).
- ثمانية هياكل تجريبية قد تكون ضرورية لمراحل الاختبارات الأولية للتعرف على أفضل تركيبة للهياكل، وثلاثة هياكل تجريبية قد تكون ضرورية لاختبار نظام التركيب.
- الحاجة إلى تحضير خطة تطوير تشتمل على تسلسل مراحل الاختبارات.
- تقارير تقدم العمل المقدمة للإدارة يجب أن تحتوي على نتائج الاختبارات.
- دليل مواصفات نظام القواطع الحديث سيتم تحضيره مبدئياً من قبل الدائرة الهندسية وتحديثه حسب نتائج الاختبارات.

المطلوب من مدير المشروع وضع خطة عمل (Work Plan) توضح تسلسل وترابط أجزاء العمل بعضها ببعض تمهيداً لمناقشتها مع مدير الشركة.

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الحـــــل

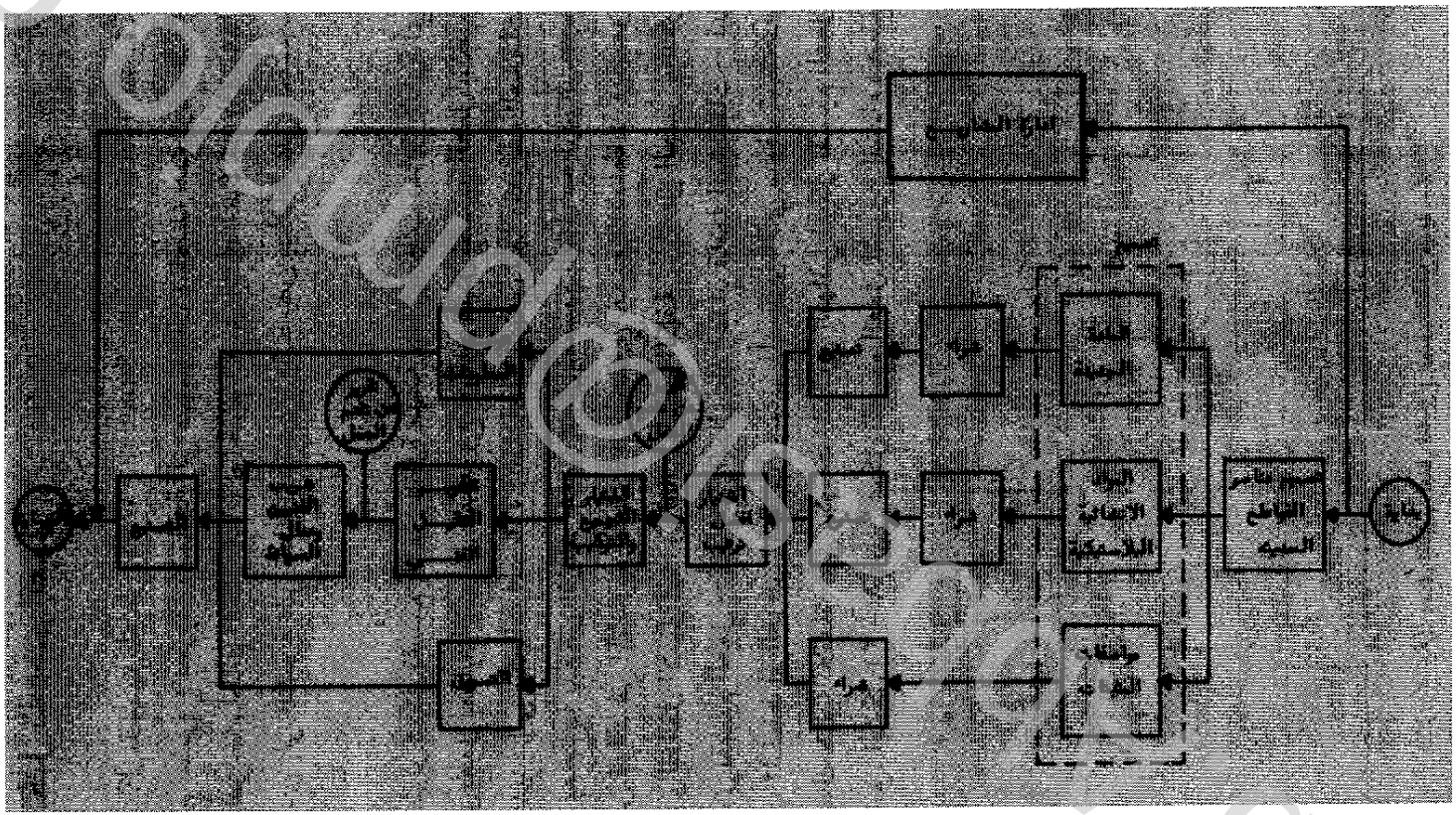
قبل وضع خطة العمل يجب التفكير في النشاطات الواجب تنفيذها لإنجاز المشروع. من وصف المشروع السابق يمكن أن نصل إلى قائمة النشاطات التالية:

١ – تصميم المادة الجديدة التي ستحل محل الطوب في القواطع.
٢ – شراء المادة الجديدة التي ستحل محل الطوب.
٣ – تصنيع المادة الجديدة التي ستحل محل الطوب.
٤ – تصميم المواد الإنشائية البلاستيكية الجديدة للهيكل الحامل للقواطع.
٥ – شراء المواد الإنشائية البلاستيكية الجديدة.
٦ – تصنيع المواد الإنشائية البلاستيكية الجديدة.
٧ – تصميم مواصفات المثبتات لتجميع الهيكل.
٨ – شراء المثبتات اللازمة لتجميع الهيكل.
٩ – اختيار أفضل تركيب.
١٠ – اختيار التجميع والتركيب.
١١ – توثيق المعلومات.
١٢ – تطوير الدليل الفني.
١٣ – تدريب الفنيين وعمال الصيانة.
١٤ – التسويق.
١٥ – التصنيع.

الشكل (٣ – ٧) يبين خطة العمل التي تصف النشاطات السابقة واعتمادها على بعضها، وتوضح ترابط أجزائها وتسلسلها لمشروع إنشاء القاطع الحديث بناءً على المعلومات السابقة، نلاحظ في خطة العمل تسلسل النشاطات المنطقي وتتابعها بدءً من تصميم العناصر الرئيسية الثلاث وانتهاءً بمرحلة التصنيع، من الواضح أن عملية إدارة المشروع مستمرة من البداية وحتى النهاية.

التقسيم السابق للمشروع إلى النشاطات المختلفة ليس الحل الفريد لهذا المشروع، وإنما هو ما توصلنا إليه بعد مناقشة المشروع آخذين بعين الاعتبار الهدف من هذا التقسيم، جدير بالذكر أنه من الممكن تطويرتقسيم مختلف، لكن في جميع الأحوال اعتمادية النشاطات ووضعها لن يختلف .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

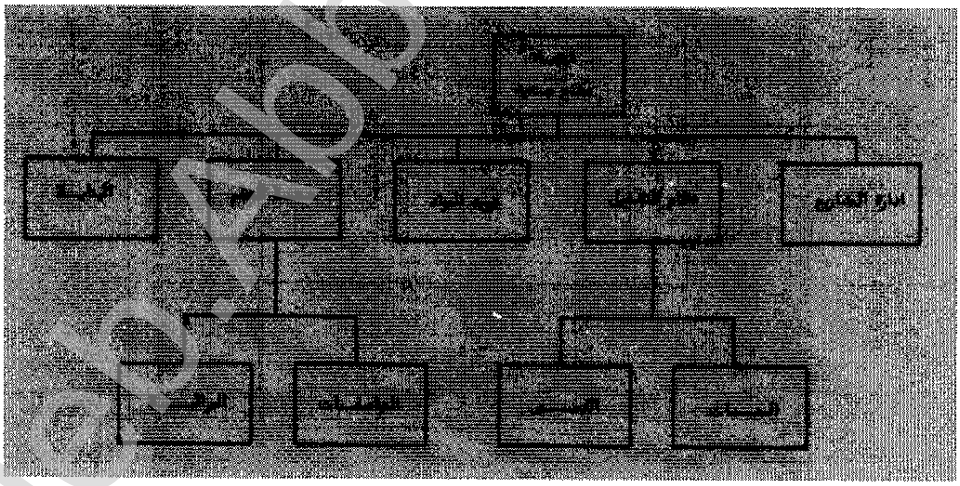


شكل (٣ – ٧): خطة العمل لمشروع إنشاء القاطع الحديث .

٣ - ٩ هيكل تقسيم العمل

يمثل هيكل تقسيم العمل (Work Breakdown Structure - WBS) الطريقة المثلى لتقسيم المشروع بطريقة متتابعة إلى مجموعات منفصلة صغيرة معرّفة ومحددة تسمى نشاطات (Activities) أو حزم العمل (Work Packages) . هذا التقسيم يؤدي إلى القدرة على تحليل المشروع وتلخيص بياناته على مختلف المستويات .

بناء وتطوير هيكل تقسيم العمل خطوة مهمة جداً ومتطلب سابق لإدارة أي مشروع، فهو يعمل بمثابة الأساس للمشروع، ويقوم هيكل تقسيم العمل بتنظيم المشروع وتحديده إلى مكوناته المختلفة (النشاطات) وتعريفها وتعريف العلاقات التي تربطها بعضها ببعض. تزداد أهمية هيكل تقسيم العمل مع ازدياد حجم المشروع، فمن فوائد في المشاريع الكبيرة أنه يحتوي جميع النشاطات، ويضمن عدم تكرارها والتداخل الأمثل لها، وبالتالي خفض الكلفة [٢٤]. من الجدير بالذكر أن إعداد هيكل تقسيم العمل – كما هي الحال عند إعداد قائمة النشاطات – قد يختلف حسب المخطط أو الغرض المطلوب وحسب المستوى الذي سوف تستخدم له، بالتالي هناك حاجة للاتفاق على مكونات المحتوى النهائي لهيكل تقسيم العمل كمتطلب سابق. الشكل (٣ – ٨) يبين هيكل تقسيم العمل لمشروع إنشاء مصنع

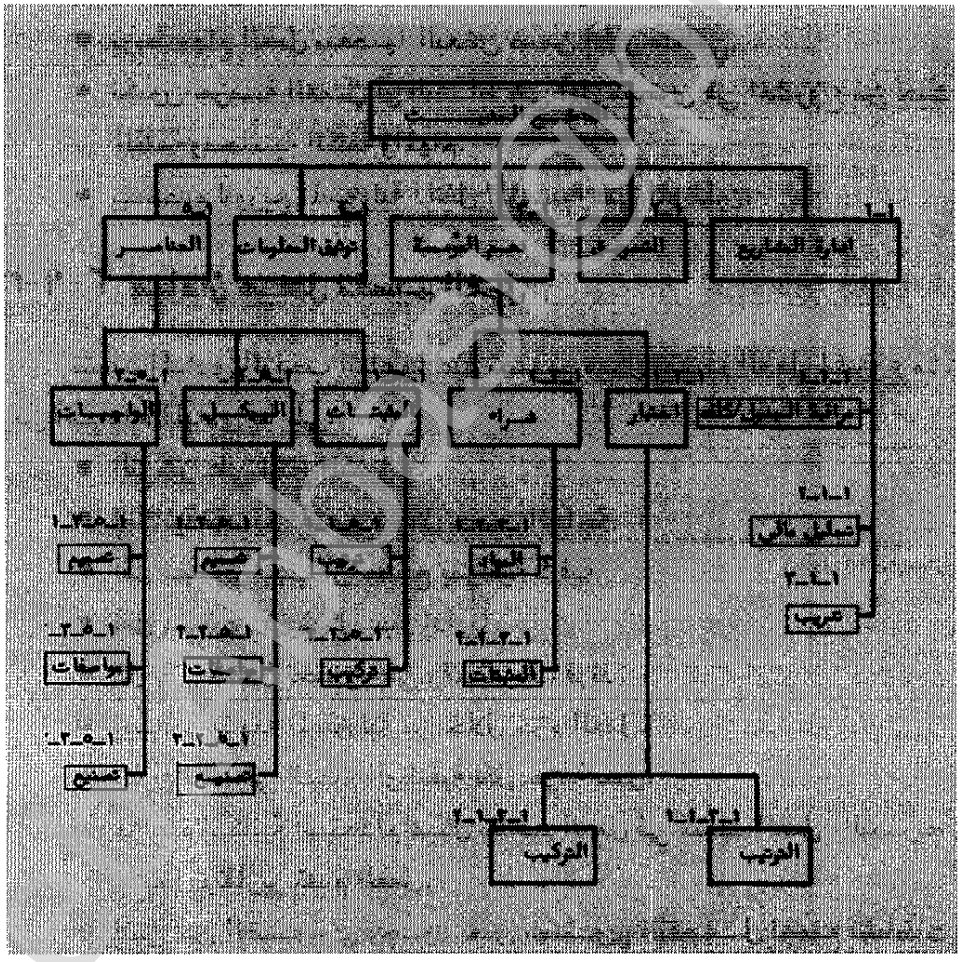


شكل (٣ – ٨): هيكل تقسيم العمل لمشروع إنشاء مصنع جديد .

Ghalbkhabas@gmail.com

جديد، ويظهر في الشكل ثلاثة مستويات حيث المستوى الأول يمثل المشروع المطلوب إنجازه ثم باقي المستويات تمثل مكونات المشروع وعلاقتها ببعضها البعض.

يمكن استخدام نظام ترقيم لأظهار علاقة النشاطات ببعضها وتسهيل التعامل مع بيانات المشروع. الشكل (٣ – ٩) يوضح هيكل تقسيم العمل للمثال (٣ – ١) مع ترقيم المستويات المختلفة في الهيكل، وهذا التقسيم يمكن استخدامه بكفاءة عالية في محاسبة الكلفة.



شكل (٣ – ٩) : هيكل تقسيم العمل لمشروع إنشاء القاطع الحديث .

Ghalamio.com

٣-٩-١ فوائد هيكل تقسيم العمل

تعتمد الفائدة لهيكل تقسيم العمل على الدقة في تقسيم المشروع وعلى مدى استخدامه في عملية إدارة المشروع. هناك فوائد عدة لهيكل تقسيم العمل نذكر منها ما يلي:

- أسلوب ملائم لتقسيم المشروع إلى مهام.
- يساعد على التركيز على الناتج المطلوب.
- يحتوي على تعريف كامل للمهام.
- يحتوي على مستويات متعددة من التفصيل.
- يربط مهام العمل ببعضها البعض ضمن إطار منطقي.
- تكون حزمة العمل أو النشاط هي أقل مستوى في المشروع من حيث الكلفة ومحاسبة الكلفة والمهام.
- يستخدم لتوزيع المسؤولية داخل المؤسسة على الموظفين.

٣-٩-٢ مبادئ هيكل تقسيم العمل

تتعدد المبادئ الواجب اتباعها عند تصميم هيكل تقسيم العمل لمشروع ما، ومن أهم هذه المبادئ ما يلي:

- التركيز على ناتج المشروع.
- إمكانية تقسيم المشروع ككل حسب الحاجة.
- أقل مستوى يجب أن يسمح بمراقبة كافية.
- أقل مستوى لا يشكل عبئاً إدارياً.
- كل حزمة عمل تحتوي على رقم تعريف فريد.
- إمكانية متابعة المسؤولية من خلال حزم العمل.
- شرح تفصيلي للمهام الوظيفية لكل حزمة عمل.
- مراعاة إمكانية استخدام هيكل تقسيم العمل في كشف العمل والتصريح بالعمل وتقارير تقدم العمل.
- ليس من الضروري وجود نفس مستوى التفصيل لجميع نشاطات المشروع.

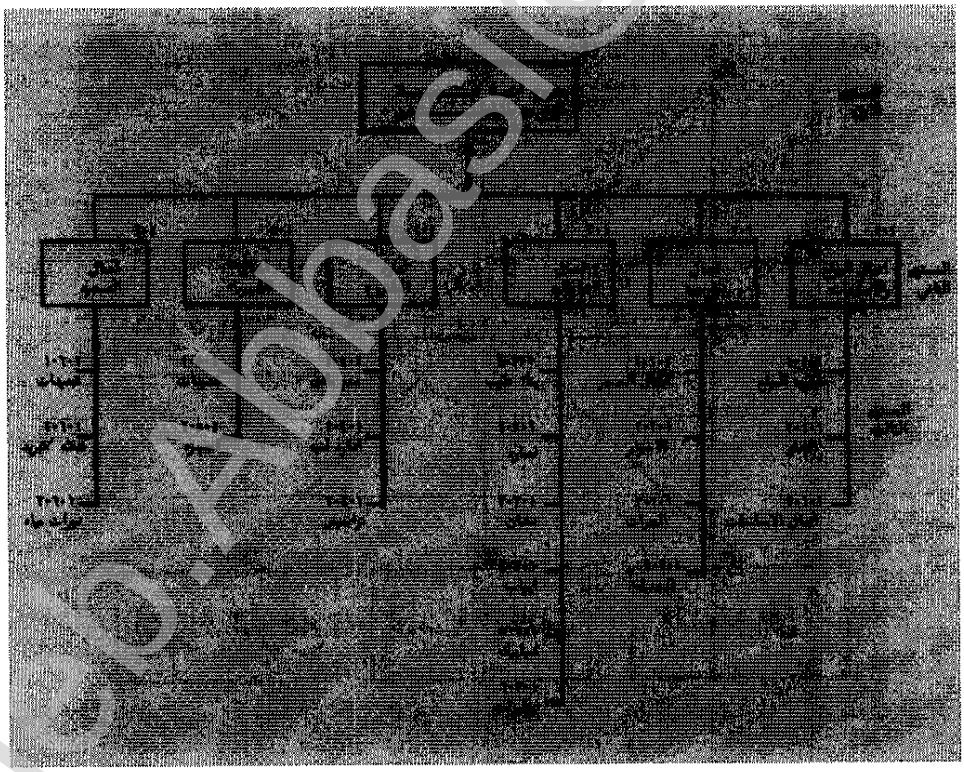
Ghaleb.Abbas@ompjo.com

مثال ٣ – ٢

تقوم شركة الاعتماد الأساسية بتنفيذ مشروع بناء فيلا سكنية مكونة من طابقين بمساحة ٤٠٠ متر مربع لكل طابق، والمطلوب تطوير هيكل تقسيم العمل على ثلاثة مستويات بحيث تمثل هذا المشروع من البداية وحتى تسليم المفتاح.

الحـل

كما أسلفنا، قد يكون هناك عدة طرق لتمثيل هيكل تقسيم العمل لهذا المشروع إذا قام بتطويره أشخاص مختلفون. الشكل (٣ – ١٠) يمثل هيكل تقسيم العمل للمشروع، فالمستوى الأول يمثل المشروع كاملاً، أما المستوى الثاني فيمثل التقسيمات الرئيسية للأعمال حسب طبيعتها، أما المستوى الثالث فيمثل الأعمال المكونة لكل من تلك الأعمال الرئيسية .

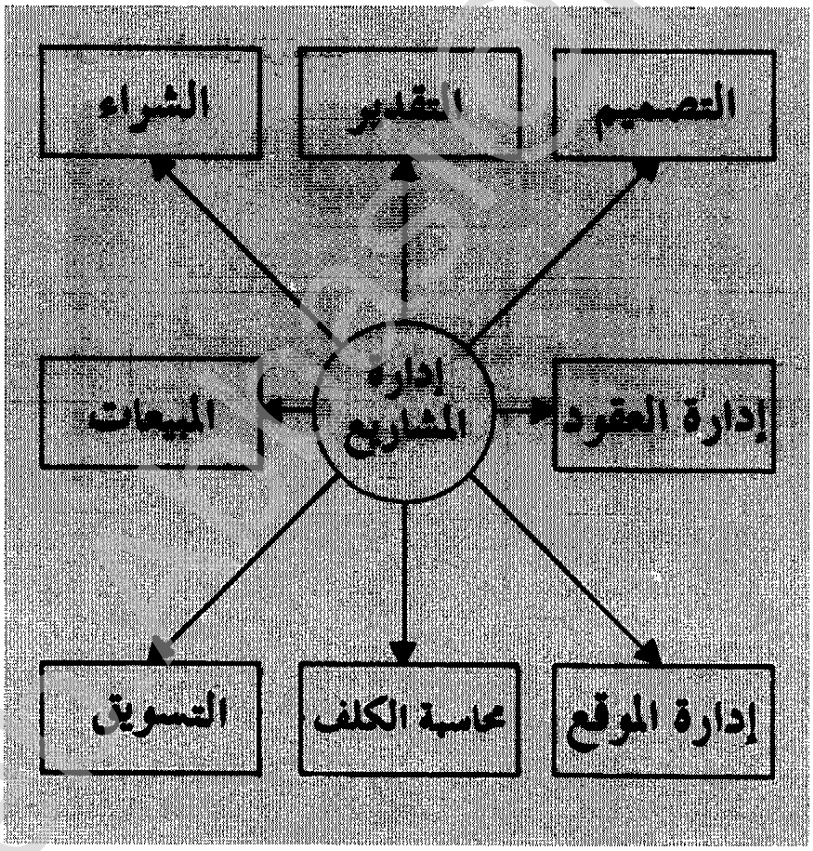


شكل (٣ – ١٠) : هيكل تقسيم العمل لمشروع إنشاء فيلا من طابقين .

Ghalib Abbasi@ompjo.com

٣ - ١٠ بيئة إدارة المشاريع

إدارة المشاريع هي فرع متخصص نتج عن الحاجة لتنسيق ومراقبة المشاريع في عالمنا الصناعي المتقدم، كما أن استمرار التطور أدى إلى طلب أكبر على موارد عالمنا المحدودة. تقوم إدارة المشاريع على فهم مبادئ الإدارة العامة، فيجب على مدير المشروع فهم مبادئ الإدارة العامة وفهم مبادئ الإدارة في مجال التخصص. إن إدارة المشاريع لها علاقة بكافة الفعاليات في المؤسسة ولكن – كما ذكرنا – بدرجات متفاوتة. الشكل (٣ – ١١) يوضح بعض أهم المجالات التي قد يكون هناك ارتباط بينها وبين إدارة المشاريع في مؤسسة ما مثل إدارة الموقع ومحاسبة الكلفة والتسويق والشراء والمبيعات والتقدير والتنظيم وإدارة العقود .



شكل (٣ – ١١) : بيئة إدارة المشاريع .

Ghaleb Dompro.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٣ - ١١ إعادة تنظيم المشروع

يتم تنظيم المشروع عادة قبل البدء به إلا أنه يمكن إعادة تنظيم المشروع وتحديثه في أي وقت ترى الإدارة أن هناك انحرافاً عن أهداف المشروع، وبشكل عام يمكن القول إن الحاجة تظهر إلى إعادة التنظيم في الحالات التالية:

أولاً – عندما يظهر أن التنظيم أصبح غير فعال لخطأ في التصميم الهيكلي ذاته، ومن أمثلة هذه الأخطاء:

- زيادة عدد المرؤوسين الذين يرأسهم مدير واحد.
- وجود تضارب أو احتكاك في التنظيم.
- عدم تكافؤ السلطة مع المسؤولية بالنسبة للمناصب الإدارية.
- اختلاف أهداف المؤسسة عن أهداف المشروع الأساسية.
- عدم ربط الهيكل التنظيمي بالخطط والأهداف الموضوعة.

ثانياً – عندما يتصرف الإداريون في المشروع بخلاف ما كان متوقعاً عند وضع التنظيم، ومن أمثلة ذلك:

- ظهور رغبة خفية لدى بعض الإداريين في الاستقلال بإداراتهم.
- ظهور عدم قدرة الإداريين على تحمل مسؤولياتهم.
- صعوبة تحقيق التعاون المتبادل ضمن التنظيم.

ثالثاً – حدوث تغيرات خارجية أو داخلية على المشروع، ومن أمثلة ذلك :

- تغيير كمية العمل في المشروع زيادة أو نقصاً .
- تغيير طبيعة عمل المشروع مثل تحويل مشروع هدفه الربح إلى مشروع للمنفعة العامة لا يهدف إلى الربح .

٣ - ١٢ دورة حياة المشروع

يمر المشروع بمراحل تطور مختلفة خلال حياته، ومن خلال الفهم الواضح لهذه المراحل المختلفة تستطيع الإدارة السيطرة على سير المشروع للوصول إلى الأهداف. وتسمى مراحل التطور هذه بدورة حياة المشروع (Project Life Cycle) ،

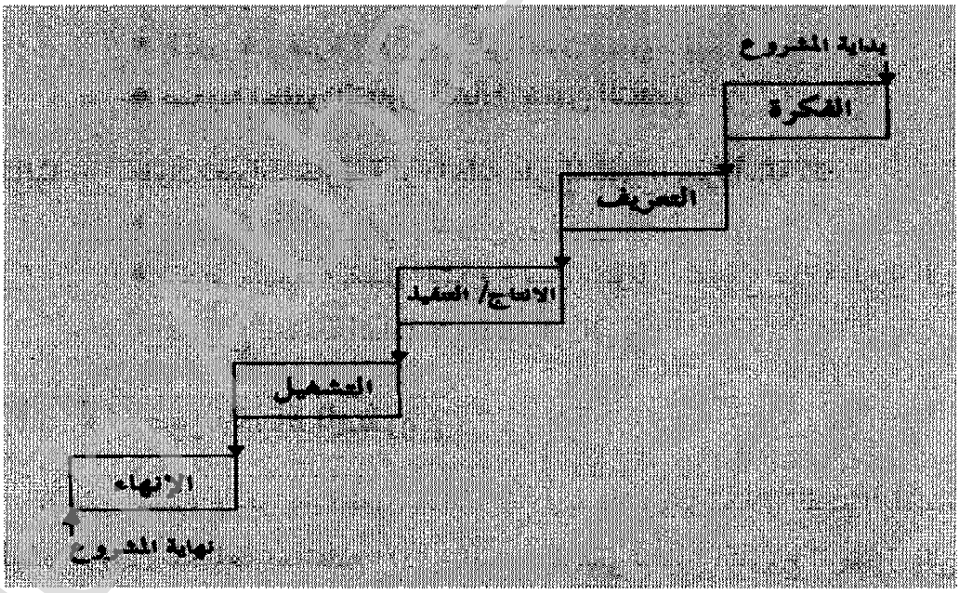
Ghaleb.Abassi@mpo.com

ولا توجد دورة حياة قياسية تناسب جميع المشاريع إنما تختلف دورة الحياة من مشروع إلى آخر اعتماداً على طبيعة المشروع وحجمه، وتتكون دورة الحياة لمعظم المشاريع من خمس مراحل [٣٠] كما يبين الشكل (٣ – ١٢)، ويمكن وصف هذه المراحل كما يلي :

المرحلة الأولى – مرحلة إدراك فكرة المشروع

يتم في مرحلة إدراك فكرة المشروع (Conceptual Phase) دراسة فكرة المشروع وتتضمن :

- دراسة الحاجة إلى المشروع.
- وضع أسس الاستراتيجية الكفيلة بالتغلب على المشاكل والمصاعب التي ستواجه المشروع.
- دراسة جدوى مبدئية للمشروع تتضمن الدراسة الفنية والتحليل المالي.
- وضع البدائل الكفيلة بتحقيق الأهداف.
- الإجابة المبدئية على عدد من الأسئلة مثل : كم سيكلف المشروع ؟ متى سيبدأ المشروع ؟ ماذا سيحقق المشروع ؟ ...



شكل (٣ – ١٢) : دورة حياة المشروع .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

المرحلة الثانية – مرحلة تعريف المشروع

وأهم ما تتضمنه مرحلة تعريف المشروع (Definition Phase) :

- تحديد الموارد اللازمة.
- وضع الخطط التفصيلية اللازمة لتنفيذ المشروع.
- وضع الميزانيات والجداول الزمنية للمشروع.
- وضع الاستراتيجيات.
- تحديد الإجراءات اللازمة للقيام بالنشاطات المختلفة.– تحديد الوظائف.

المرحلة الثالثة – مرحلة التنفيذ/الإنتاج

وتتضمن مرحلة التنفيذ/الإنتاج (Execution/Production Phase) :

- الرقابة على تنفيذ المشروع، ورفع التقارير حسب الحاجة (اليومية أو الأسبوعية أو الشهرية ...) عما تم تنفيذه.
- مقارنة ما تم تنفيذه مع ما تم التخطيط له وتقييم مدى الانحراف عن الخطط الموضوعة.
- اتخاذ الإجراءات الكفيلة بمعالجة الانحرافات – إن وجدت – وتحديث المخططات والجداول الزمنية الموضوعة.
- إعداد الخطط المتعلقة بالمراحل التالية.
- وضع المواصفات والمعلومات الفنية المتعلقة بمرحلة التشغيل في حالة المشاريع الإنتاجية.

المرحلة الرابعة – مرحلة تشغيل المشروع

وتتضمن مرحلة التشغيل (Operational Phase) :

- تقديم الخدمة/المنتج اللذين يهدف المشروع إلى تقديمهما.
- تكامل الخدمة/المنتج اللذين يقدمهما المشروع مع الخدمات/المنتجات التي تقدمها المشاريع الأخرى .
- تقييم مدى تحقيق المشروع للأهداف الموضوعة.
- وضع التوصيات المتعلقة بالمشاريع المستقبلية المشابهة.

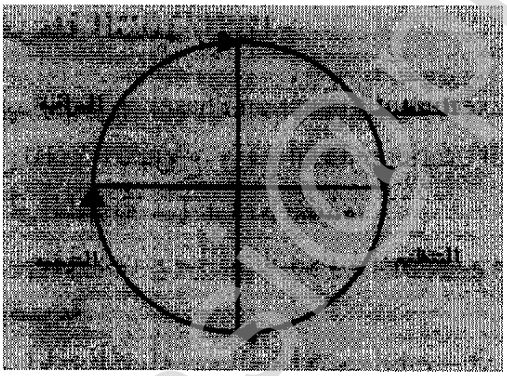
Ghaleb Abbas@gmail.com

المرحلة الخامسة – مرحلة نهاية المشروع

وتتضمن مرحلة نهاية المشروع (Finish Phase) :

- تصفية وإنهاء المشروع.
- تحويل الموارد التي كانت مستغلة في المشروع إلى مشاريع أخرى.
- أخذ العبر والدروس المستفادة من المشروع.

إن دورة حياة المشروع تختلف عن دورة الإدارة أو دورة التصنيع في كون دورة إدارة المشاريع لها بداية ونهاية محدودتان. الشكل (٣ – ١٣) يبين طبيعة دورة حياة الإدارة الاستمرارية.



شكل (٣ – ١٣) : دورة حياة الإدارة .

٣ - ١٣ العناصر التقليدية الواجب تواجدها في خطة المشروع

هناك الكثير من العناصر الواجب تواجدها في خطة المشروع حسب حجمه وأهميته وتوفر الموارد وغير ذلك، وفيما يلي أهم العناصر التي يجب أن تتضمنها خطة المشروع :

- ملخص المشروع ونظرة شاملة.
- أهداف المشروع ومتطلباته.
- مراحل المشروع والميزانية الكلية.
- هيكل تقسيم العمل.
- المخطط الشبكي .
- حسابات الجدولة .
- الموازنة لجميع المراحل والمهام.
- وصف لكيفية إدارة المشروع.
- الهيكل التنظيمي.
- وصف النشاطات المتداخلة .
- أسلوب التمويل .

Ghaleb Abbas @ mrjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تمارين

٣ – ١ عرف التنظيم. هل التنظيم هدف بحد ذاته ؟ اشرح.

٣ – ٢ على ماذا يقوم التنظيم ؟

٣ – ٣ من الذي يقوم بعملية التنظيم ؟

٣ – ٤ كيف يمكن أن يتعارض التنظيم غير الرسمي مع التنظيم الرسمي ؟

٣ – ٥ كيف تستطيع الإدارة التغلب على التعارض بين التنظيمين الرسمي وغير الرسمي في حالة وجوده ؟

٣ – ٦ متى نقوم بعملية التنظيم ؟

٣ – ٧ ما هي الأسباب الموجبة لعملية إعادة التنظيم ؟

٣ – ٨ عرف النشاط، وعدد أنواعه.

٣ – ٩ ما هو الفرق بين أنواع النشاطات المختلفة ؟ اشرح مع أمثلة.

٣ – ١٠ ما هي قائمة النشاطات ومن يقوم بإعدادها ؟

٣ – ١١ عرف هيكل تقسيم العمل. أعط أمثلة.

٣ – ١٢ هل يمكن الحصول على نفس قائمة النشاطات للمشروع إذا قام شخصان منفصلان بإعداد القائمة منفردين ؟ اشرح.

٣ – ١٣ اذكر بعض الأسس التي يمكن تقسيم المشروع على أساسها غير تلك التي ذكرت.

٣ – ١٤ ما هي النشاطات اللازمة لتغيير إطار سيارة ؟ اذكر هذه النشاطات على شكل جدول

٣ – ١٥ يراد بناء بيت مكون من طابق واحد، الجدران الخارجية مكسوة بالحجر والجدران الداخلية من الطوب المفرغ، الشبابيك من الألمنيوم بالإضافة إلى الأباجورات، الأبواب الداخلية من الخشب والخارجية من الحديد، يحتوي البيت على مطبخ مجهز بالخزائن كما أن البيت مجهز بالتدفئة المركزية. قامت اللجنة المختصة بإعداد قائمة بالنشاطات اللازمة لبناء البيت وتجهيزه، والجدول التالي يبين هذه النشاطات :

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١ – تخطيط البيت على الأرض وتعيين مواقع القواعد والأساسات .
٢ – حفر القواعد والأساسات.
٣ – توريد مواد البناء من رمل وحديد وإسمنت ودبش وخلافه.
٤ – تجهيز حديد القواعد والأعمدة.
٥ – بناء القواعد.
٦ – بناء الأساسات.
٧ – بناء الجدران الخارجية.
٨ – بناء الأعمدة الداخلية.
٩ – عمل السقف.
١٠ – بناء الجدران الداخلية.
١١ – التأسيس للأعمال الخشبية (الأبواب الداخلية والأباجورات).
١٢ – تركيب الأبواب الحديدية.
١٣ – التأسيس للتمديدات الكهربائية.
١٤ – التأسيس للتمديدات الصحية.
١٥ – التأسيس لتمديدات التدفئة المركزية.
١٦ – أعمال القصارة.
١٧ – أعمال البلاط الأرضي وبلاط الجدران للمطبخ والحمامات والرخام.
١٨ – التجهيزات الصحية (أطقم المطبخ والحمامات).
١٩ – التجهيزات الكهربائية.
٢٠ – أعمال الشبابيك والأباجورات.
٢١ – الأعمال الخشبية (الأبواب الداخلية وخزائن المطبخ).
٢٢ – التشطيبات الخارجية (تنظيف وتكحيل الحجر).
٢٣ – التشطيبات الداخلية (أعمال الدهان).
٢٤ – تجهيزات التدفئة المركزية.

المطلوب : (أ) إعداد خطة العمل الممثلة للمشروع.
(ب) إعداد هيكل تقسيم العمل.

أهم المراجع :
الأرقام ٦، ٧، ١٦، ٣٠ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbas@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الباب الثاني

جدولة المشاريع

Ghada Ramadan

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الرابع
مخطط جانت

٤ - ١ مقدمة

شعر الإداريون والمختصون بالحاجة إلى وسيلة للتخطيط للمشاريع والسيطرة عليها حيث بدأت المحاولات الجادة لإيجاد طريقة لبرمجة المشاريع في أواخر القرن التاسع عشر، وقد تركزت هذه المحاولات على الأسلوب البياني لتمثيل النشاطات المختلفة للمشروع وتمكن هنري جانت (H. Gantt) الذي يعتبر رائد حركة الإدارة العلمية من تقديم الطريقة المعروفة باسم مخطط جانت(Gantt Chart) أو ما يسمى أحياناً بـ (Bar Chart) التي ظهرت عام ١٩١٠ لتلبية حاجة القوات الأمريكية في تخطيط ومراقبة إنتاج المصانع العسكري .

بعد الإنتهاء من تخطيط المشروع وتقسيمه إلى عناصره الرئيسية (النشاطات أو العمليات اللازمة لتنفيذه) تأتي مرحلة الجدولة . إن جدولة النشاطات هي إحدى المتطلبات الأساسية للمشروع بعد إقراره، والإدارة هي الجهة التي تقوم بعملية الجدولة في معظم الحالات إلا أنه في حالة كون المشروع كبيراً ومعقداً ، ويحتوي على عدد كبير من النشاطات فإن الإدارة المتخصصة في كل جزء من أجزاء المشروع هي التي تقوم بعملية الجدولة لذلك الجزء ، وتقوم بمراقبة ومتابعة التنفيذ حسب الجداول الموضوعة ، وفي حال حدوث أي تغيير أو انحراف عن الجداول الموضوعة فإن مسؤولية الإدارة تحتم عليها القيام بعملية إعادة جدولة المشروع

Ghaleb.Abbas@pmp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

لتلافي أي تأخير لإنهاء المشروع في وقته المحدد، أو العمل على تقليل هذا التأخير إلى الحد الأدنى الممكن ، وعند جدولة أي مشروع يجب مراعاة عدد ساعات العمل اليومية والعطل الرسمية لكي يكون تاريخ تسليم المشروع أكثر واقعية ودقة .

تعتبر عملية الجدولة من أهم الأدوات التي تساعد على توزيع الموارد خلال فترة تنفيذ المشروع . معظم المشاريع تبدأ بجدولة النشاطات من أجل الوصول إلى تقديرات دقيقة للوقت والموارد والكلفة اللازمة لتنفيذ مختلف النشاطات ، وتمثل الجداول المرجع الرئيسي لجميع الأطراف في المشروع (صاحب المشروع والمخطط والمنفذ والمراقب) . تهدف الجدولة في النهاية إلى إتمام المشروع على أفضل وجه ممكن أي أقل زمن وأقل كلفة وأقل مخاطرة ممكنة من خلال :

- دراسة البدائل .
- الوصول إلى أفضل جدول زمني للمشروع .
- استغلال الموارد المتاحة بفعالية وكفاءة عالية .
- تحسين الاتصال بين الأفراد في المشروع .
- تسهيل عملية متابعة ومراجعة المشروع .
- الوصول إلى رقابة جيدة للمشروع .

قبل القيام بعملية الجدولة ، وبغض النظر عن حجم ودرجة تعقيد المشروع ، يجب الحرص على إجابة الاستفسارات التالية :

- عدد النشاطات اللازمة لتنفيذ المشروع .
- المستوى المطلوب الوصول إليه في تفصيل النشاطات .
- أن تكون جميع نشاطات المشروع واضحة ومعرّفة ، وفي حالة وجود بعض النقاط الغامضة يجب مناقشتها مع الطرف المعني وتوضيحها .
- علاقة النشاطات ببعضها وتسلسلها في المشروع واضح ومعروف .
- مدى ارتباط واعتماد عملية الجدولة على عملية تقسيم المشروع .
- معرفة الحدود الزمنية وهي وقت البداية ووقت النهاية لكل عملية أو نشاط، والموارد اللازمة للتنفيذ إن أمكن .
- الجهة صاحبة العلاقة .

GhalebAbbasOmrio.com

٤ - ٢ بناء مخطط جانت

بعد تقسيم المشروع إلى نشاطات نقوم بتحديد حجم العمل اللازم لكل نشاط على حدة ، ويجب معرفة معدل التنفيذ بالنسبة للزمن من خلال معرفة ودراسة كمية الموارد وحجم المعدات المتوفرة واللازمة مما سوف يؤثر على معدل التنفيذ . من خلال معرفة هذه المعلومات يمكننا معرفة الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط وتحديد الوقت لبدء النشاط ولإنهائه مع مراعاة التسلسل المنطقي والتتابع الزمني لهذه النشاطات .

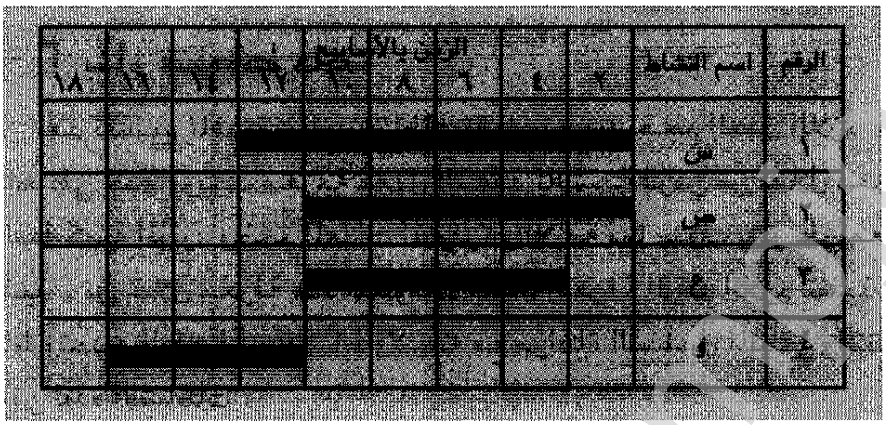
بعد الانتهاء من عملية الجدولة يتم تمثيل كل نشاط بخط أفقي يتناسب طوله مع الزمن اللازم لتنفيذ ذلك النشاط . المحور الأفقي للمخطط يمثل الزمن حسب المقياس المناسب (يوم أو أسبوع أو شهر أو غيره) وتبين النشاطات اللازمة لتنفيذ المشروع وفق تسلسل معين في عمود على يمين المخطط، ويمكن أن يحتوي المخطط على معلومات أخرى مثل مدة النشاط أو كمية العمل المطلوب إنجازه أو الموارد المطلوبة حسب الحاجة .

مثال ٤ - ١

المطلوب رسم مخطط جانت للنشاطات التالية : النشاطان (س) ، (ص) يمكن أن يبدءا في نفس الوقت والتقدم متزامنين أو متوازيين ، والنشاط (ع) يبدأ بعد أسبوع من بداية النشاطين (س) و (ص)، والنشاط (و) لا يمكن أن يبدأ إلا بعد انتهاء النشاط (ص). الزمن اللازم بالأسابيع للنشاطات (س) و (ص) و (ع) و (و) هو ١٢، ١٠، ٨ و ٦ أسابيع .

الشكل (٤-١) يمثل مخطط جانت للمشروع ، ويظهر منه أن الزمن اللازم لإنهاء هذا المشروع هو ستة عشر أسبوعاً ، ويظهر التداخل بين النشاطات أيضا .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com



شكل (٤ – ١) : مخطط جانت .

مثال ٤ – ٢

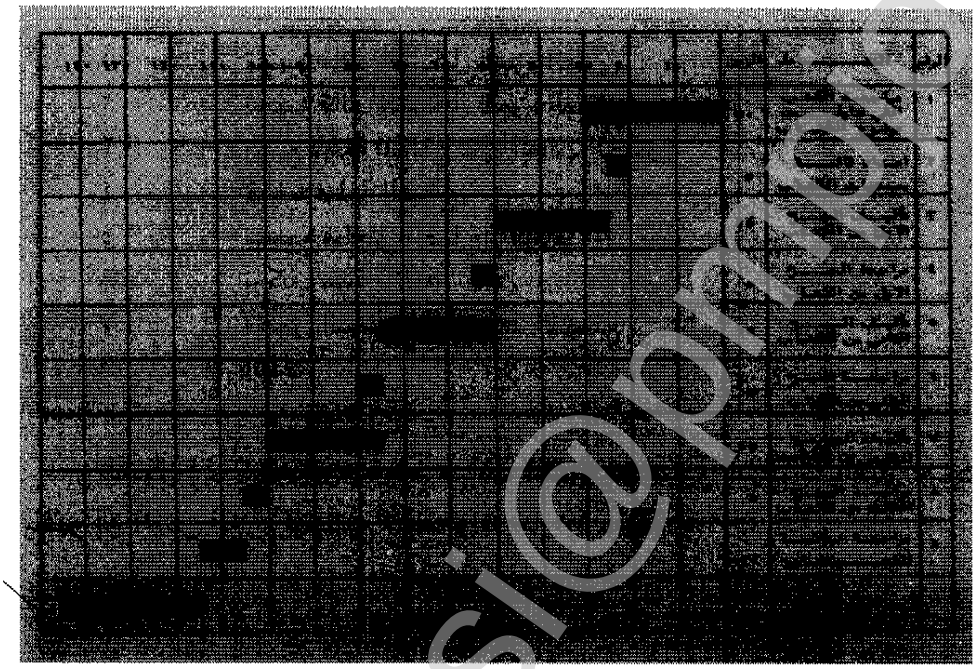
يراد عمل كتاب مكون من ثلاثة أجزاء ، ويمكن تقسيم النشاطات اللازمة لإعداد الكتاب كما هو مبين في الجدول (٤ – ١) . يقوم مؤلف الكتاب بعملية مراجعة الكتب التي تناولت موضوع الكتاب ووضع قائمة بمحتويات الكتاب ، وبعد ذلك سيقوم بتأليف الكتاب على أجزاء بينما يقوم شخص آخر بمراجعة هذه الأجزاء . في النهاية سيقوم المؤلف بعمل مراجعة نهائية للكتاب ثم طباعة الكتاب وتوزيعه . المطلوب جدولة النشاطات السابقة باستخدام مخطط جانت .

جدول (٤ – ١) : نشاطات إعداد الكتاب .

رقم النشاط	النشاط	الزمن (يوم)
١	مراجعة الكتب التي تناولت موضوع الكتاب	٣٠
٢	إعداد قائمة بمحتويات الكتاب	٥
٣	تأليف الجزء الأول من الكتاب	٢٥
٤	مراجعة الجزء الأول من الكتاب	٥
٥	تأليف الجزء الثاني من الكتاب	٢٥
٦	مراجعة الجزء الثاني من الكتاب	٥
٧	تأليف الجزء الثالث من الكتاب	٢٥
٨	مراجعة الجزء الثالث من الكتاب	٥
٩	مراجعة نهائية للكتاب	١٠
١٠	طباعة الكتاب وتوزيعه	٣٠

Ghaleb.Abbas@hotmail.com

الشكل (٤-٢) يمثل مخطط جانت لمشروع إعداد الكتاب . من هذا المخطط يتضح أن الزمن اللازم لإعداد الكتاب هو ١٤٥ يوماً .



شكل (٤ - ٢) : مخطط جانت لمشروع إعداد الكتاب .

مثال ٤ - ٣

تصنع أسطوانة الغاز المستخدمة في المنازل على عدة مراحل ، وفيما يلي وصف للخطوات المتبعة لتجهيز الأسطوانة .

يعد القالب الخاص لتشكيل النصف العلوي للأسطوانة ، وللقالب بروز خاص لتشكيل الفتحة التي يركب عليها مفتاح الغاز . توضع قطعة الصاج المراد تشكيلها على القالب ، ثم تضغط بالعكس للحصول على الشكل المقعر . في أثناء ذلك يتم تحضير القالب الثاني الخاص بتشكيل النصف السفلي ، وبعد ذلك تضغط قطعة الصاج الى الشكل المقعر المطلوب . بعد تجهيز النصفين العلوي والسفلي للإسطوانة يتم تجميعهما بواسطة اللحام ثم يركب مفتاح الأسطوانة في الجزء العلوي . قبل إرسال الأسطوانة المجمعة إلى قسم الطلاء يتم تعريضها إلى ضغط هواء لاختبار صلاحيتها . الجدول التالي يبين الزمن اللازم بالدقائق لكل نشاط من نشاطات تصنيع إسطوانة الغاز المستخدمة في المنازل :

Ghaleb.Abbasi@pmp.com

جدول (٤-٢) : نشاطات تصنيع الأسطوانة .

رقم النشاط	النشاط	الزمن (دقائق)
١	تجهيز قالب التشكيل للجزء العلوي	٣
٢	تجهيز قالب التشكيل للجزء السفلي	٣
٣	وضع قطعة الصاج على القالب الخاص	١
٤	ضغط قطعة الصاج	٢
٥	تجميع قطعتي الصاج باللحام	٤
٦	تركيب مفتاح الغاز	٣
٧	فحص أسطوانة الغاز بعد التجميع	٢
٨	الطلاء	٣

الشكل (٤-٣) يمثل مخطط جانت لمشروع تصنيع اسطوانة الغاز حيث يظهر أن الزمن اللازم لتصنيع الأسطوانة هو ١٨ دقيقة .

شكل (٤-٣) : مخطط جانت لمشروع تصنيع اسطوانة الغاز .

Ghalebo@gmail.com

٤ - ٣ مميزات وقصور مخطط جانت

يتصف مخطط جانت بعدد من المميزات من أهمها :

١ – سهولة الفهم والرسم .

٢ – سهولة التعديل أو التغيير .

٣ – يمثل طريقة سهلة للمقارنة بين المخطط والواقع .

٤ – يساعد على تحديد متطلبات الموارد .

٥ – بحاجة إلى جهد تدريبي قليل .

على الرغم مما ذكر فإن مخطط جانت يصلح للمشاريع الصغيرة ، حيث يكون عدد النشاطات قليلاً وعلاقة النشاطات واضحة ، ولكن في حالة المشاريع الكبيرة حيث عدد النشاطات كبيراً ، والعلاقات بين النشاطات متداخلة فإن مخطط جانت يعجز عن أداء المهمة لأسباب منها أنه :

١ – لا يظهر تداخل العلاقات بين النشاطات .

٢ – لا يعطي معلومات تفصيلية عما تم إنجازه من المشروع إنما قد يعدل لإعطاء مؤشر (نسبة مئوية) عما تم انجازه من كل نشاط على المشروع.

٣ – لا يظهر تأثير إحتمالية إنجاز النشاطات وتأثيرها على سير المشروع .

٤ – لا يبين مدى تأثير نشاط معين على باقي النشاطات أو على المشروع ككل.

٤ - ٤ المخططات الإنسيابية

المخطط الإنسيابي (Flow Chart) عبارة عن مخطط يتم تمثيله باستخدام رموز خاصة أو أشكال تمثل النشاطات أو العمليات أو العلاقات المنطقية ، ويتم التوصيل بين هذه الأشكال بخطوط تعبر عن تسلسل العمليات أو النشاطات، الشكل (٤ – ٤) يمثل مخططاً إنسيابياً لمشروع إنشاء طريق . وقد كان لجلبرتس (Gilberths) الفضل في تقديم هذا الأسلوب [٧] ، وللمخططات الإنسيابية فوائد من أهمها أنها تساعد في تعريف وتحديد المشكلة وتساعد في إظهار ومراجعة المشكلة وتساعد في حل المشكلة كما تساعد في تصميم الأنظمة .

Ghaleb Abbas@mpo.com

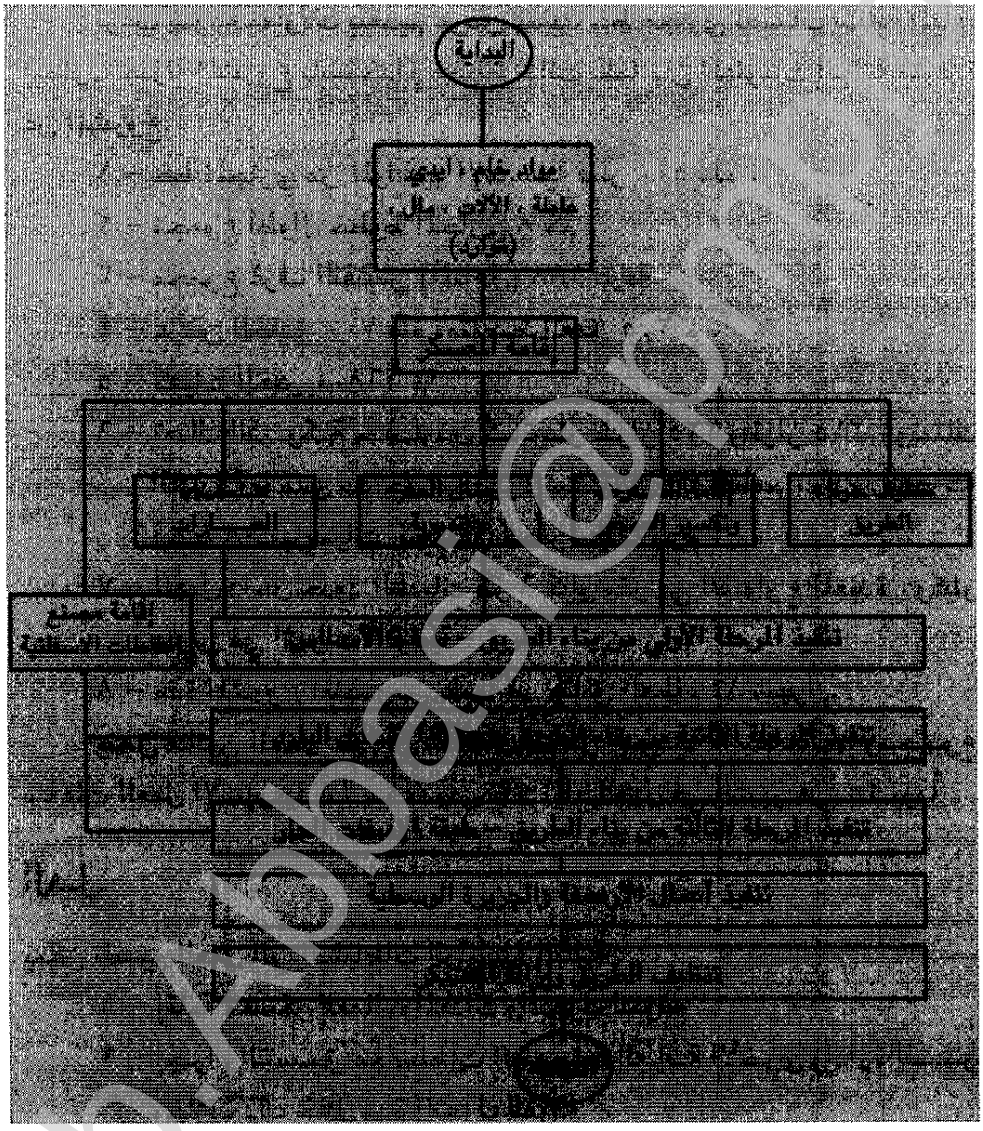
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

يعتبر أسلوب المخططات الإنسيابية طريقة مبتكرة لحل المشاكل ، وليس هنالك قواعد ثابتة تحكمها إلا أنه توجد بعض الخطوط الرئيسية التي يمكن اتباعها عند التعامل مع المخططات الإنسيابية ومن أهمها :

١ – تحديد هدف المخطط الإنسيابي .
٢ – تحديد أوجه التفصيل التي يتناولها المخطط .
٣ – عند استحداث مشروع جديد فمن المستحسن البدء بمخطط شامل يتفرع منه عدة مخططات جزئية .
٤ – البدء بتخطيط ما هو معروف على وجه التحديد ثم وضع المخططات لما هو غير معروف .
٥ – استعمال الرموز القياسية واستعمال أدوات الرسم الخاصة بها .
٦ – البدء بتخطيط النشاطات الرئيسية أولاً .
٧ – البدء في رسم المخطط من أعلى الصفحة باتجاه الأسفل أو من يسار الصفحة باتجاه اليمين .
٨ – كل صفحة يجب أن تحتوي على معلومات مثل إسم المشروع وإسم المخطط ورقم الصفحة وتاريخ وضع المخطط.
٩ – يجب تجنب تقاطع الخطوط في المخطط قدر الإمكان .
١٠– يجب أن يكون المخطط واضحاً بحيث يستطيع الآخرون قراءته .

على الرغم من كل ما سبق ذكره فإن المخططات الإنسيابية واجهت بعض المشاكل التي جعلتها غير قادرة على القيام بمهمة إدارة المشاريع لأسباب من أهمها أن المخططات الإنسيابية تظهر علاقة النشاطات المختلفة ، ولكنها لا تستطيع القيام بعملية جدولة حقيقية للمشروع ؛ بمعنى أنها لا تستطيع إعطاء معلومات عن زمن العمليات أو النشاطات أو وقت البداية أو النهاية سواء للنشاطات أو المشروع مما أدى إلى الحاجة إلى ظهور المخططات الشبكية التي سوف نستعرضها في الفصول اللاحقة .

Ghaleb.Abbas@bmpjo.com



شكل (٤ – ٤) : مخطط انسيابي لمشروع إنشاء طريق .

Ghaleb Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

حالة دراسية

ترغب شركة مقاولات بتقديم عرض لتنفيذ خط مجاري لحساب سلطة المياه. المطلوب جدولة المشروع باستخدام مخطط جانت علماً بأن المعلومات التالية متوفرة عن المشروع:

١ – خط المجاري من المواسير الإسمنتية قطر ٥٠٠ ملم .
٢ – مجموع أطوال خطوط المجاري ٨ كم .
٣ – مجموع غرف التفتيش (المناهل) ١٨٨ غرفة.
٤ – عرض الخندق ٧٠٠ ملم ومتوسط العمق ٢,٥ م .
٥ – كميات الحفر ١٦٨٠٠ م٣ .
٦ – تمتلك الشركة حفارتين كاتربلر طراز ٢٢٥ وطراز ٢١٥ ، وتمتلك الشركة خمس مداحل صغيرة تستعمل لدك الطمم ، ولدى الشركة أيضاً ٨ كمبرسرات تستعمل للحفر حيثما يلزم .
٧ – العمل داخل حدود البلديات هو ٦ كيلو متر في الشوارع المعبدة ، وكيلو متران في الممرات الترابية .
٨ – مدة المشروع المنصوص عليها في وثائق العطاء ١٤ شهراً .

ينص قانون العمل على أن ساعات العمل اليومية ٨ ساعات ، ومجموع ساعات العمل الأسبوعية ٤٨ ساعة وأن عدد أيام العمل في الشهر هي ٢٥ يوماً .

الحل

يمكن تقسيم العمل إلى النشاطات الرئيسية التالية :

١ – إقامة معسكر للعمال والمعدات والتحرك للموقع .
٢ – إجراء التنسيق مع سلطات الخدمات العامة الأخرى وإدارة السير وخلاف ذلك خلال مدة التحرك للموقع .
٣ – القيام بأعمال الحفريات .
٤ – تركيب المواسير وبناء غرف التفتيش .
٥ – القيام بإجراء اختبار الضغط على الخطوط .
٦ – القيام بأعمال الردم .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٧ – إعادة الأوضاع كما كانت سابقاً .
٨ – تنظيف الموقع نهائياً ثم الخروج من الموقع .

وفيما يلي تحليل للنشاطات :

١ – إقامة المعسكر والتحرك للموقع في ٣٠ يوماً وهي مدة التحرك المنصوص عليها في وثائق العطاء .
٢ – أعمال الحفريات : كل حفارة عليها قادوس حفر (Bucket) سعة ٠,٦ م٣ . دورة الحفر والتفريغ تستغرق ٣ دقائق ومدة العمل الفعلية ٥٤ دقيقة / ساعة (من سجلات المشاريع السابقة) .
إنتاج الحفارة باليوم = (٨ ساعات) (٣/٥٤) (٠,٦) = ٨٦م٣/يوم.
وكون عدد أيام العمل ٢٥ يوماً /شهر فإن ؛
إنتاج الحفارتين بالشهر = (٢ حفارة) (٨٦) (٢٥) = ٤٣٠٠م٣/شهر .
مدة العمل المطلوبة = [(١٦٨٠٠) (١,٢)] / (٤٣٠٠) = ٥ شهور، أي ما يعادل ١٢٥ يوم عمل، علماً بأن ١,٢ هو معامل انتفاش التربة بعد الحفر.
٣ – لدى الشركة فرقة تركيب مواسير قادرة على تركيب ٣٠ مترا طوليا في اليوم، فتكون مدة العمل المطلوبة = (٨٠٠٠) /[(٣٠)(٢٥)] = ١١ شهراً ، أي ما يعادل ٢٧٥ يوم عمل .
٤ – لدى الشركة فرقتان لإنجاز المناهل قادرة على إنجاز مانهل واحد كل ٣ أيام ، مدة العمل = [(١٨٨)(٣)] / [(٢)(٢٥)] = ١١,٢٨ = ١٢ شهرا، أي ما يعادل ٣٠٠ يوم عمل.
٥ – فحص الخطوط بالضغط حسب شروط العطاء قبل إجراء الطمم ويستغرق الفحص ٤٨ ساعة، ومتوسط طول الخط بين مانهل وآخر ٤٥متراً .
عدد الفحوص المطلوبة = عدد المناهل – ١ = ١٨٧ فحصا .
المدة المطلوبة = (١٨٧) (٢) = ٣٧٤ يوم عمل .
وبسبب وجود فرقتي عمل يكون عدد الأيام هو ١٨٧ يوم عمل .

Ghaleb Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٦ – أعمال الردم ؛

كمية الردم = كمية الحفر – حجم المواسير – حجم المناهل .

= ١٦٨٠٠ – ١٥٧٠ – ٣٩٥ = ١٤٨٣٥ م٣ .

الشركة قادرة على إنجاز ١٥ م٣ / يوم (من سجلات الشركة) ، فتكون

المدة المطلوبة = (١٤٨٣٥)/[(٥)(١٥)] = ٢٠٠ يوماً .

٧ – إعادة الأوضاع بالتعبيد ؛

كمية الإسفلت = (٦كم)(١,٢)(٧سم) = ٥٠٤م٣ وهذا يعادل :

(٥٠٤) (٢,٢٥) = ١١٣٤ طناً .

بذلك تكون مدة العمل = (١١٣٤) / (٥٥ طن/ساعة) = ٣ أيام تقريباً.

٨ – التنظيف والخروج من الموقع يحتاج ١٥ يوماً .

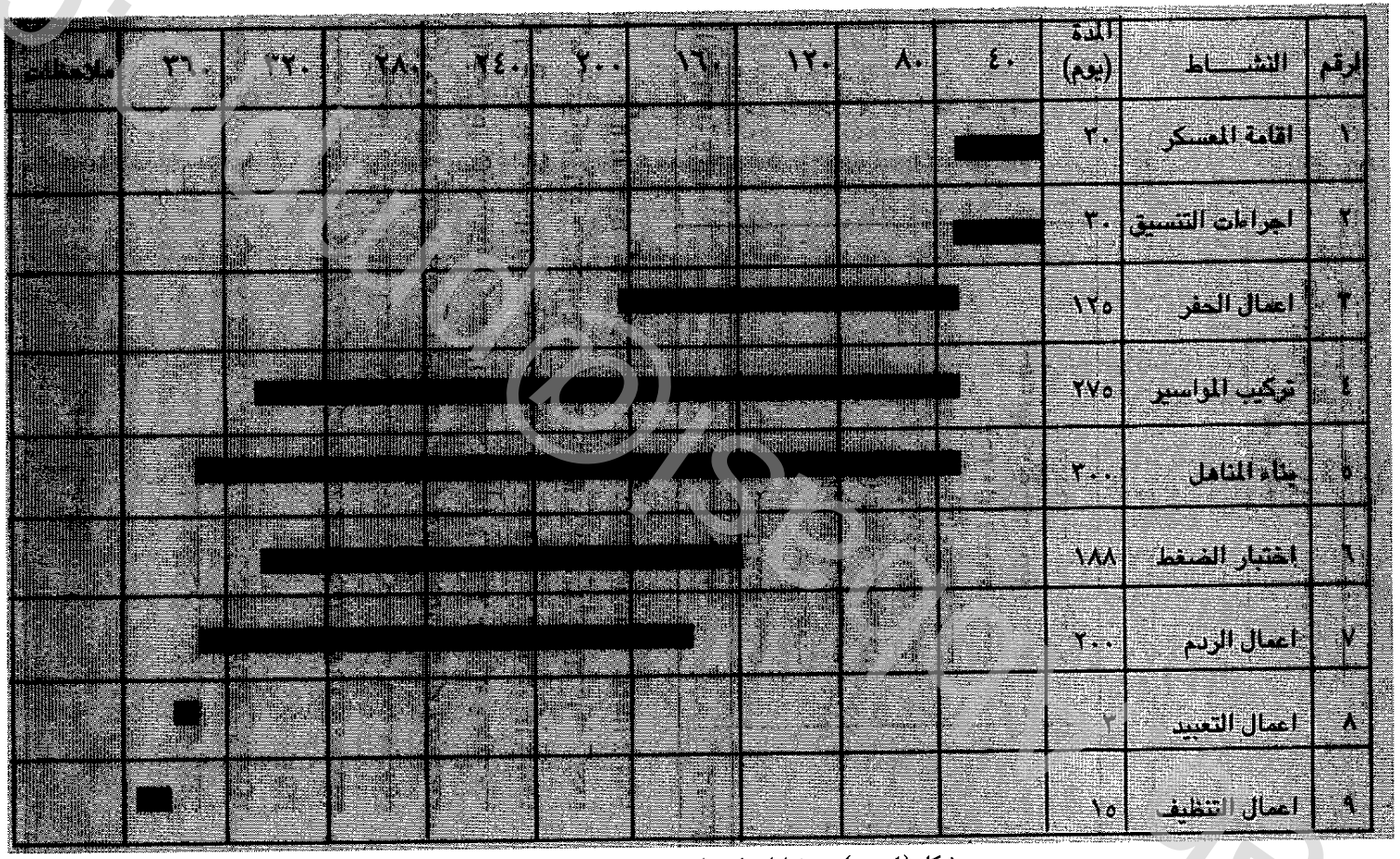
الجدول التالي يلخص المعلومات السابقة :

جدول (٤ – ٣) : نشاطات تنفيذ خط المجاري .

رقم النشاط	النشاط	الزمن (يوم)	يعتمد على النشاط	ملاحظات
١	إقامة المعسكر	٣٠	بداية	–
٢	إجراءات التنسيق	٣٠	بداية	–
٣	أعمال الحفر	١٢٥	١ ، ٢	–
٤	تركيب المواسير	٢٧٥	١ ، ٢ ، ٣	بعد يوم من بداية النشاط رقم ٣
٥	بناء المناهل	٣٠٠	١ ، ٢	بعد يوم من بداية النشاط رقم ٣
٦	إختبار الضغط	١٨٧	٤	بعد ٨٩ يوماً من بداية النشاط رقم ٤
٧	أعمال الردم	٢٠٠	٦	بعد ١٢ يوماً من بداية النشاط رقم ٤
٨	أعمال التعبيد	٣	٧	–
٩	أعمال التنظيف	١٥	٨	–

الشكل (٤ – ٥) يبين مخطط جانت الذي يمثل المعلومات للمشروع الوارد ذكرها في الجدول أعلاه .

Ghaleb.Abbas@pmpjo.com



الرقم	النشـــاط	المدة (يوم)	٤٠	٨٠	١٢٠	١٦٠	٢٠٠	٢٤٠	٢٨٠	٣٢٠	٣٦٠	ملاحظات
١	اقامة المعسكر	٣٠										
٢	اجراءات التنسيق	٣٠										
٣	اعمال الحفر	١٢٥										
٤	تركيب المواسير	٢٧٥										
٥	بناء المناهل	٣٠٠										
٦	اختبار الضغط	١٨٨										
٧	اعمال الردم	٢٠٠										
٨	اعمال التعبيد	٣										
٩	اعمال التنظيف	١٥										

شكل (٤ – ٥) : مخطط جانت لمشروع تنفيذ خط المجاري .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تمـــاريـن

٤ – ١ ناقش فوائد وعيوب مخطط جانت .

٤ – ٢ هل يمكن قياس الإنجاز باستخدام مخطط جانت ؟ اشرح مع إعطاء أمثلة.

٤ – ٣ قطعة مكثف في تلفاز مصنوعة من الجزئين (أ) و (ب) اللذين سيتم تجميعهما مع بعض قبل تركيبهما على شاشة التلفاز ، القطعة (أ) مصنوعة من سبائك الألمنيوم التي تحتاج إلى نمط وقالب ، القطعة (ب) مصنوعة على آلة خاصة (م) وتحتاج إلى شراء وتشغيل. القطعة (أ) تحتاج إلى معالجة حرارية خاصة قبل التجميع . أما التجميع فيحتاج إلى فحص بواسطة جهاز خاص للتثبت من صحة التجميع قبل التركيب على شاشة التلفاز ، المقياس الزمني لكل نشاط يكون على النحو التالي:

رقم النشاط	وصف النشاط	المدة (أسابيع)
١	تجهيز النمط الخاص بالصب	٢
٢	تجهيز القالب	١
٣	صب وتنظيف العملية (أ)	١
٤	المعالجة الحرارية لـ (أ)	٢
٥	شراء الآلة (م) وتركيبها	٧
٦	تصنيع القطعة (ب)	٣
٧	تجميع القطعتين (أ) و (ب)	٣
٨	فحص القطعة المجمعة من (أ) و (ب)	٢
٩	التركيب على شاشة التلفاز	١

المطلوب رسم مخطط جانت الممثل للمشروع وإيجاد الزمن اللازم لتنفيذه .

أهم المراجع :

الأرقام ٧ ، ١٤ ، ١٦ ، ٢٨ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbasi@ompjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الخامس
طريقة المخطط السهمي

٥ - ١ مقدمة

تستخدم أسماء متعددة ومترادفة لتسمية هذه الطريقة مثل طريقة المسار الحرج (Critical Path Method - CPM) وطريقة النشاط على السهم (Activity on Arrow - AOA) وطريقة المخطط السهمي (Arrow Digramming Method - ADM) . وفي سياق هذا الكتاب سوف تستخدم التسمية طريقة المخطط السهمي، ومن الجدير بالذكر أنه في الماضي كانت تستخدم (CPM) كاختصار لطريقة المسار الحرج ، أما اليوم فيستخدم هذا الرمز للدلالة على ما يسمى بإدارة المشروع الكاملة (Complete Project Management) . تعتبر طريقة المخططات السهمية إحدى الطرق الحديثة نسبياً في إدارة المشاريع، وقد ظهرت في أواخر الخمسينات من هذا القرن نتيجة لحاجات عجزت عن تلبيتها الطرق التي سبقتها، ونخص بالذكر طريقتي مخطط جانت والمخططات الانسيابية.

تعود أهمية استخدام طريقة المخططات السهمية كإحدى التقنيات الإدارية الحديثة إلى العديد من الجوانب والتي من أهمها ما يلي :

١ – وضوح علاقة النشاطات المختلفة في المشروع ببعضها من حيث التتابع والتزامن.

٢ – القدرة على متابعة ومراقبة التنفيذ بدقة حسب الجدول الزمني لكل نشاط.

Ghaleb.Abbas@pmp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٣ – سهولة العمليات الحسابية المستخدمة خصوصاً عندما يكون المشروع يحتوي على نشاطات عديدة.

٤ – استخدام نظام ترقيم للدلالة على النشاطات يعطي مرجعاً سهلاً للعمليات الحسابية سواء كانت هذه الحسابات يدوية أو كانت باستخدام الحاسوب.

٥ – إظهار تأثير تأخر نشاط معين في المشروع على باقي نشاطات المشروع أو على المشروع ككل.

٦ – إمكانية استخدام مفهوم النشاط الوهمي للتحكم بتوقيت بدء النشاط المقيد بزمن محدد أو نشاط سابق.

٧ – إمكانية تحويل المخطط السهمي إلى مخطط ذي مقياس زمني يجمع مخطط جانت سابق الذكر والمخطط السهمي.

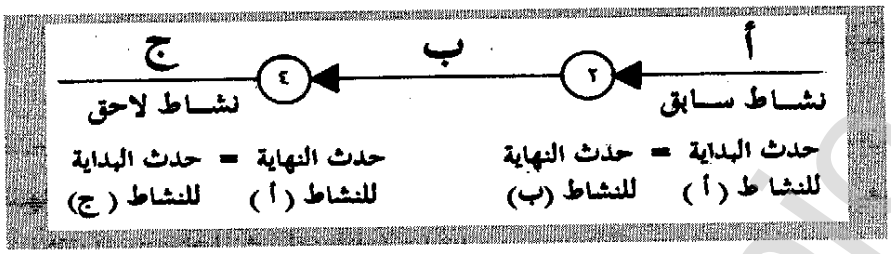
٨ – إمكانية توزيع العمل بعد توضيحه وتفصيله على الدوائر المختلفة في المؤسسة مما يؤدي إلى فعالية وكفاءة في تنفيذ ومراقبة المشروع.

٥ – ٣ العلاقات المنطقية

كما أشير سابقاً فإن النشاط (Activity) يمثل بسهم (Arrow) يصل بين حدثين (Events) ، ومن المنطق عدم اللبس بين هذه الأسهم والأسهم المستخدمة في مواضيع أخرى حيث إن طول السهم الممثل للنشاط ليس له أي معنى مرتبط بالمدة الزمنية اللازمة لتنفيذ هذا النشاط. وكما وسيأتي فإن هذا الخط (السهم) يمكن أن يأخذ أي شكل كأن يكون منحني أو زاوي الشكل أو مستقيماً، لأن طبيعة إنشاء الشبكة قد تتحكم في شكل المخطط الشبكي لتلائم النموذج الإداري المقترح.

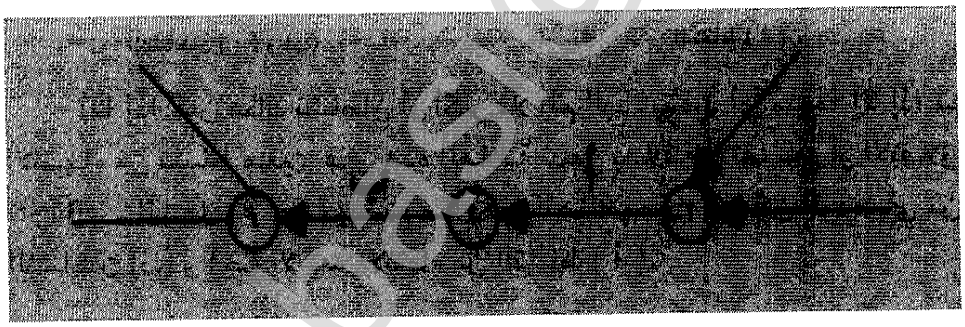
إن أي نشاط له بداية ونهاية محددتين، ويعبر عن ذلك من حيث الارتباط الإداري والتنظيمي بالنشاطات السابقة أو اللاحقة من خلال الفواصل الموجودة على الشبكة، وهذه الفواصل أو الأقطاب هي ما يطلق عليها اسم حدث (Event) ، والذي يعبر عن لحظة زمنية بين انتهاء النشاط السابق وبداية النشاط اللاحق، ولا تستغرق زمناً، أي أنها عبارة عن فاصل زمني لحظي بين الزمن الحقيقي للنشاطات، ويمكن رؤية ذلك من خلال الشكل (٥ – ١) .

Ghaleb Abbasi@hotmail.com

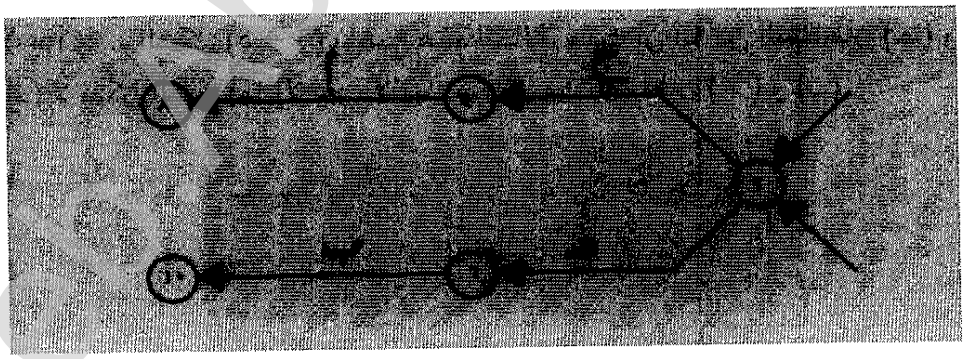


شكل (٥ – ١) : العلاقة بين النشاط والحدث .

تمثّل النشاطات المستقلة عن بعضها عادة كل واحدة بسهم مستقل عن الآخر، ولا يكون بينها أحداث مشتركة، أما النشاطات التي تعتمد على بعضها فيكون بينها قاسم مشترك، وهو أن الحدث عند نهاية النشاط السابق (نهاية السهم) هو نفس الحدث عند بداية النشاط اللاحق (بداية السهم). الشكل (٥ – ٢) يمثل النشاطين (أ) و (ب) حيث نلاحظ اعتماد النشاط (ب) على النشاط (أ) فالحدث رقم (٤) هو نقطة نهاية النشاط (أ) ونقطة بداية النشاط (ب). أما النشاطين (أ) و (ب) في الشكل (٥ – ٣) فلا يوجد بينهما أية أحداث مشتركة.



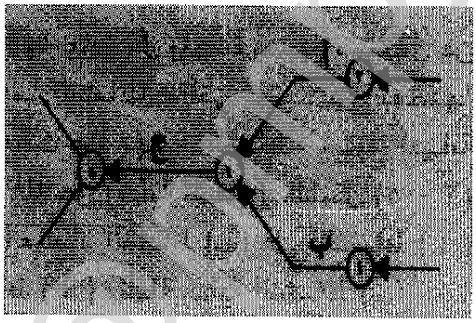
شكل (٥ – ٢) : نشاط (ب) يعتمد على نشاط (أ) .



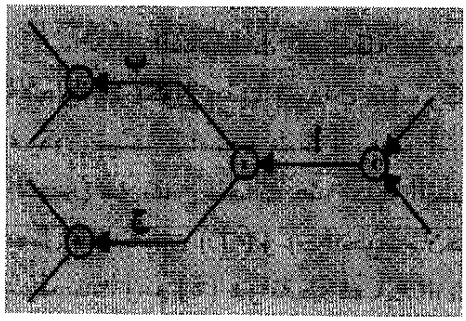
شكل (٥ – ٣) : النشاط (أ) يعتمد على النشاط (جـ) والنشاط (ب) يعتمد على النشاط (هـ) .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

لا يتم البدء في تنفيذ بعض النشاطات إلا إذا تم تنفيذ النشاط أو مجموعة النشاطات السابقة، وهذا ما يدعى بعلاقة التداخل (Merge) . الشكل (٥ – ٤) يوضح مثل هذه الحالة، حيث إن النشاط (جـ) لا يمكن البدء بتنفيذه إلا إذا تم الانتهاء من تنفيذ كل من النشاطين (أ) و (ب) ، أي أن بدء النشاط (جـ) يعتمد على الانتهاء من كلا النشاطين (أ) و (ب) .



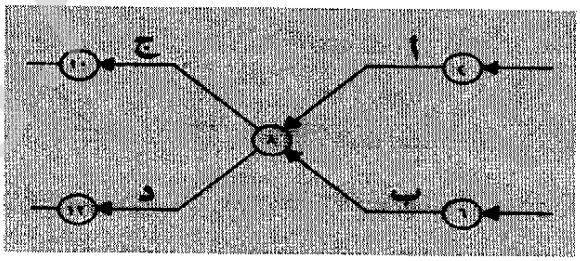
شكل (٥ – ٤) : النشاط (جـ) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ب) .



شكل (٥ – ٥) : النشاطين (ب) و (جـ) يعتمدان على النشاط (أ) .

أما إذا كان هناك نشاطان أو أكثر فلا يتم البدء بتنفيذ أيٍّ منهما إلا إذا تم الانتهاء من نشاط معين، فإن هذه العلاقة تدعى بعلاقة الانقسام أو الانفلاق (Burst) . الشكل (٥ – ٥) يوضح مثل هذه الحالة، حيث لا يمكن البدء بأي من النشاطين (ب) و (جـ) إلا بعد الانتهاء من النشاط (أ).

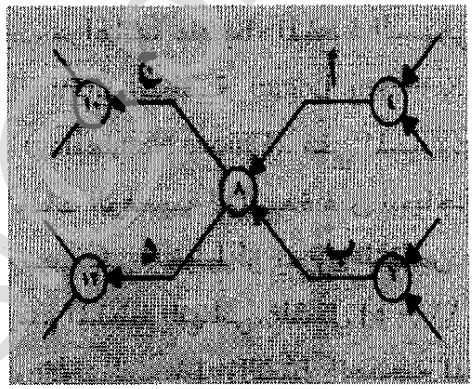
من الحالات الشائعة وجود نشاطين أو أكثر فلا يمكن البدء بهما إلا إذا تم الانتهاء من نشاطين سابقين أو أكثر، هذه الحالة تسمى بحالة التقاطع للنشاطات (Cross) . الشكل (٥ – ٦) يوضح هذه الحالة، حيث أن أياً من النشاطين (جـ) و (د) لا يمكن البدء بهما إلا بعد الانتهاء من كل من النشاطين (أ) و (ب).



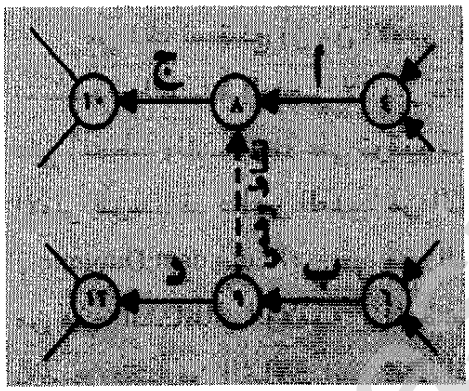
شكل (٥ – ٦) : النشاطين (جـ) و (د) يعتمدان على كل من النشاطين (أ) و (ب) .

Ghaleb Abbas@gmail.com

من الأمور التي قد توقع الخطأ استخدام الحالة التقاطعية للنشاطات في غير موضعها؛ مثلاً إذا كان نشاط محدد يعتمد على نشاطين سابقين ونشاط آخر يعتمد على أحد هذين النشاطين، فمن الخطأ استخدام الحالة التقاطعية. على سبيل المثال إذا كان النشاط (جـ) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ب) ، وكان النشاط (د) يعتمد على النشاط (ب) فقط، فإن الشكل (٥ – ٧) هو تمثيل خاطئ لهذه الحالة، والتمثيل الصحيح يكون باستخدام نشاط وهمي (Dummy Activity) كما هو موضح في الشكل (٥ – ٨)، والنشاط الوهمي يمثل بخط متقطع ولا يحتاج إلى وقت أو موارد لتنفيذه، إلا إذا فرضنا غير ذلك.



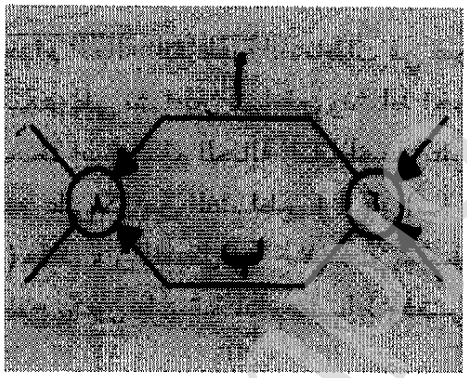
شكل (٥ – ٧) : تمثيل خاطئ .



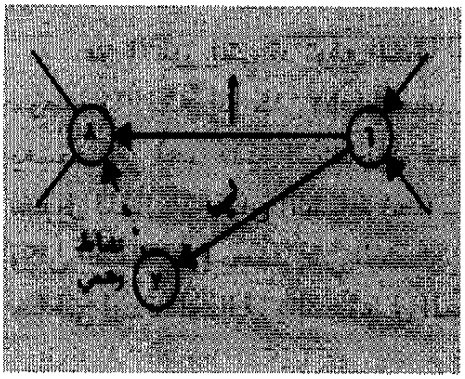
شكل (٥ – ٨) : تمثيل صحيح .

ومن الأمور المهمة التي يجب الانتباه لها عند بناء المخطط السهمي عدم تسمية نشاطين مختلفين بنفس الإسم أو الرمز أو الترقيم. وكما أشير سابقاً فإن نظام الترقيم يفيد في إعطاء وصف آخر مستقل عن التسمية المتبعة، ويجب التقيد بهذا المفهوم. فمثلاً إذا كان نشاط يعتمد على نشاطين سابقين، وهذين النشاطين يعتمدان على نشاط سابق فإن التمثيل لهذه العلاقة في الشكل (٥ – ٩) هو تمثيل خاطئ، حيث إن هذا التمثيل يعطي النشاط (أ) التسمية (٦ – ٨) باستخدام نظام الترقيم الثنائي، ويعطي النشاط (ب) نفس التسمية (٦ – ٨)؛ أي أن نشاطين مختلفين لهما نفس التسمية، وللتغلب على هذا اللبس يمكننا استعمال النشاط الوهمي كما في الشكل (٥ – ١٠) والذي يبين التمثيل الصحيح لهذه الحالة حيث أصبح النشاط (أ) هو (٦ – ٨) والنشاط (ب) هو (٦ – ٧) والنشاط الوهمي هو (٧ – ٨).

Ghaleb.Abdallah@gmail.com



شكل (٥ – ٩) : تمثيل خاطئ .



شكل (٥ – ١٠) : تمثيل صحيح .

من ذلك نستنتج أن من الأمور الواجب مراعاتها عند بناء المخطط السهمي استخدام النشاط الوهمي لأظهار تأثير العلاقات المنطقية (Represent Logic) على المخطط وللمحافظة على ترقيم فريد (Unique Numbering). ففي المحاولات الأولى للرسم قد يظهر العديد من النشاطات الوهمية الزائدة عن الحاجة (Redundant Dummies) ، في هذه الحالة يجب على المخطط أن يحاول التخلص من هذه النشاطات الوهمية الزائدة عند رسم المخطط النهائي. الشكل (٥ – ١١) يوضح بعضاً من الحالات التي تمثل الرسم الأولي للمخطط، والتمثيل الصحيح لها بعد التخلص من النشاطات الوهمية الزائدة.

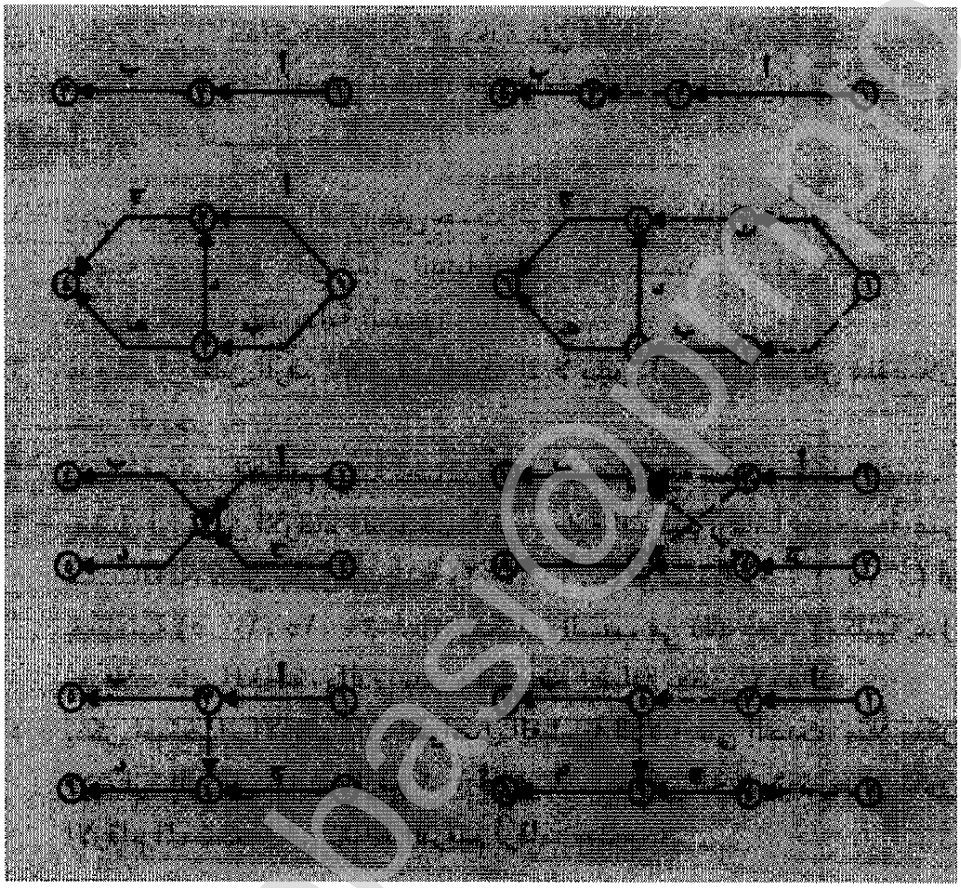
عادةً ما يكون النشاط الوحيد الذي ليس له نشاط سابق هو النشاط الذي يمثل بداية المشروع، أما إذا كانت بداية المشروع تبدأ بأكثر من نشاط فإن المنطق لبناء المخطط يحتم علينا أن يكون لجميع هذه النشاطات نفس حدث البداية. وإذا كان هناك أكثر من نشاط في نهاية المشروع فيجب أن يكون لهذه النشاطات نفس حدث النهاية، الشكل (٥ – ١٢) يوضح تمثيلاً خاطئاً للحالتين السابق ذكرهما، بينما يوضح الشكل (٥ – ١٣) التمثيل الصحيح لهما.

Ghaleb Abasi@gmail.com

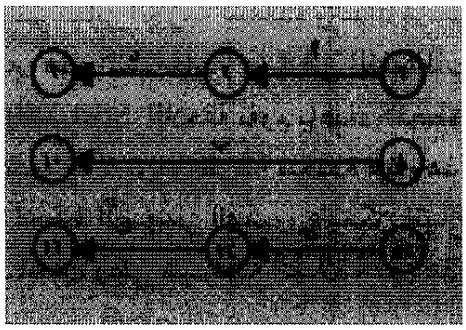
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

المخطط السهمي قبل إزالة
النشاطات الوهمية الزائدة

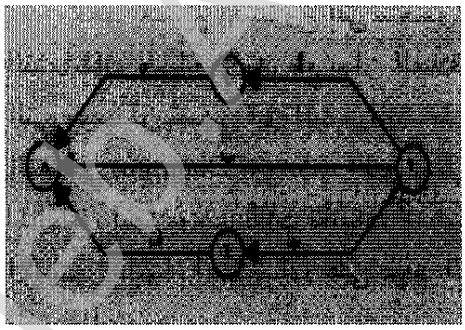
المخطط السهمي بعد إزالة
النشاطات الوهمية الزائدة



شكل (٥ – ١١) : بعض المخططات التي تحتوي على نشاطات وهمية زائدة والتمثيل الصحيح بعد إزالة النشاطات الوهمية الزائدة .



شكل (٥ – ١٢) تمثيل خاطئ .



شكل (٥ – ١٣) : تمثيل صحيح .

Ghalbi Abbas.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٥ - ٣ نظام الترقيم

يتم ترقيم الأحداث (Events) الموجودة على المخطط بعد الانتهاء من رسمها، ويتم اختيار الأرقام الدالة على الحدث. هناك بعض القواعد التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند الترقيم منها ما يلي :

١ – يجب أن يكون الرقم الدال على حدث البداية أقل من الرقم الدال على حدث النهاية لأي نشاط ، أي لنفس النشاط يكون رقم الحدث عند رأس السهم أكبر من رقم الحدث عند بداية السهم.

٢ – عدم تكرار نفس الرقم لأكثر من حدث، إذ لا يجوز أن يحمل حدثان منفصلان نفس الرقم.

٣ – يجب أن تكون الأرقام مرتبة تصاعدياً من حدث البداية باتجاه حدث النهاية.

٤ – يفضل أن تكون الأرقام المستخدمة في عملية الترقيم أرقاماً صحيحة غير متتابعة، كأن تكون زوجية (٢، ٤، ٦، ...) أو فردية (١ ، ٣، ٥، ...) أو خماسية (٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ...)، وهكذا، والسبب في ذلك يعود لإمكانية عمل تعديلات على المخطط، والذي بدوره قد يحتم إضافة بعض الأحداث.

٥ – يمكن استخدام الأرقام ذات الفواصل العشرية للدلالة على الحدث، مثلاً يمكن الإشارة إلى أي حدث بالرقم ١,٢ أو ٢,٥ . بمعنى أنه لا يشترط أن تكون الأرقام المستخدمة في نشاط الترقيم أرقاماً صحيحة.

٥ - ٤ بناء المخطط السهمي

بعد تقسيم المشروع إلى مجموعة النشاطات اللازمة لتنفيذه وإعداد قائمة النشاطات الخاصة به، مع بيان العلاقة بين هذه النشاطات، وما هي النشاطات التي يجب أن تنتهي قبل البدء بالنشاط أو بالنشاطات اللاحقة نقوم بإعداد المخطط السهمي (Arrow Diagram) الذي يمثل المشروع. لا توجد طريقة محددة لبناء هذا المخطط، إنما يوجد ثلاث تقنيات لإنشاء المخطط السهمي للمشروع يمكن اتباع الأسهل منها، اعتماداً على عدد النشاطات وعلى طبيعة العلاقة بين هذه النشاطات، وهي :

Ghaleb Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١ – أن يبدأ بوضع حدث البداية للمشروع، ومن ثم وضع النشاط المنبثق عن هذا الحدث، بعد ذلك بوضع حدث النهاية عند رأس النشاط، ليكون حدث البداية للنشاط اللاحق وهكذا . وتسمى هذه الطريقة بطريقة الحدث البادئ.

٢ – طريقة الحدث المنتهي، حيث يتم وضع حدث النهاية للمشروع، ومن ثم يضاف له النشاطات الداخلة عليه ويضاف لهذه النشاطات أحداث البداية، ثم يضاف لها النشاطات الداخلة على تلك الأحداث وهكذا حتى نصل حدث بداية المشروع.

٣ – تدعى الطريقة الثالثة بطريقة النشاط المستقل، حيث يبدأ المخطط بوضع النشاطات نفسها بشكل مبدئي ، من حيث الاعتمادية على بعضها البعض، وبعد ذلك يتم وضع الأحداث الداخلية لتكون الفواصل بين النشاطات. من الخبرة لوحظ استخدام النشاطات الوهمية بكثرة في هذه الطريقة، وكما ذكر سابقاً عند إعداد المخطط النهائي يجب التخلص من النشاطات الوهمية الزائدة.

هناك أعراف يجب مراعاتها عند رسم المخطط السهمي، من أهمها ما يلي:

١ – كل حدث – عدا حدثي البداية والنهاية – يجب أن ينتهي به نشاط ويبدأ منه نشاط على الأقل.

٢ – عند ترقيم الأحداث يجب مراعاة أن يكون لحدث النهاية رقم أكبر من رقم حدث البداية (رقم الحدث عند رأس السهم دائماً أكبر من رقم الحدث عند بداية السهم).

٣ – الأسهم دائماً باتجاه واحد أي أن تدفق الوقت باتجاه واحد، وفي سياق هذا الكتاب سوف نمثل المخططات الشبكية من اليمين إلى اليسار.

٤ – لا يمكن الوصول إلى حدث ما قبل إتمام جميع النشاطات المؤدية إليه.

٥ – لا يمكن البدء بأي نشاط يبدأ من حدث معين قبل الانتهاء من جميع النشاطات التي تنتهي في ذلك الحدث.

٦ – يجب أن لا يكون بين أي حدثين في الشبكة أكثر من نشاط واحد له نفس الوصف ويؤدي نفس العمل.

٧ – يوضع اسم أو رمز النشاط فوق السهم الذي يمثله.

٨ – توضع مدة النشاط تحت السهم الذي يمثله.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

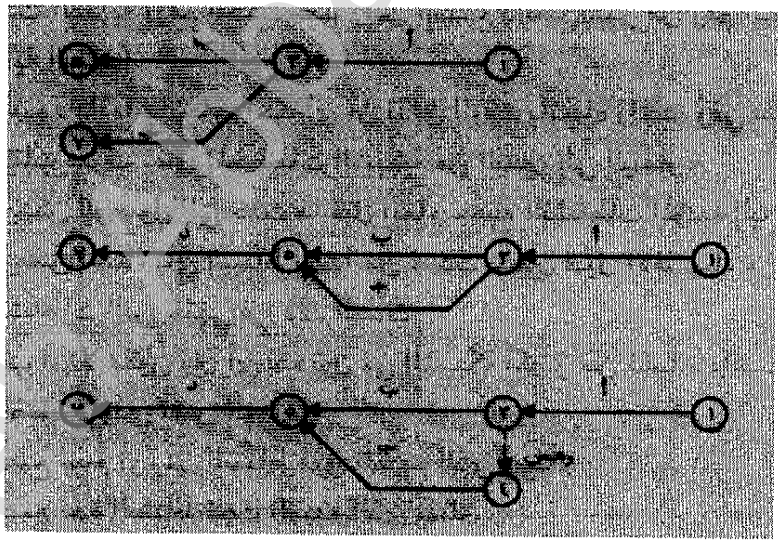
مثال ٥ - ١

المثال التالي يوضح الطريقة الأولى في بناء المخطط لمشروع إنشاء جدار على مرحلتين، تحتوي كل مرحلة على نشاطين رئيسين هما بناء القاعدة وبناء الجدار. وعليه فإن النشاطات اللازمة لإنجاز المشروع – وهي تنفيذ المرحلة الأولى من القاعدة وتنفيذ المرحلة الثانية من القاعدة ثم تنفيذ المرحلة الأولى من الجدار وأخيراً تنفيذ المرحلة الثانية من الجدار – التي تظهر في الجدول (٥ – ١) الذي يمثل قائمة النشاطات للمشروع ويوضح العلاقات بينها.

جدول (٥ – ١) : النشاطات اللازمة لمشروع الجدار.

رقم النشاط	رمز النشاط	اسم النشاط	رقم النشاط السابق
١	أ	تنفيذ المرحلة الأولى من القاعدة	–
٢	ب	تنفيذ المرحلة الثانية من القاعدة	١
٣	جـ	تنفيذ المرحلة الأولى من الجدار	١
٤	د	تنفيذ المرحلة الثانية من الجدار	٢ ، ٣

الشكل (٥ – ١٤) يبين المخطط السهمي لمشروع الجدار بطريقة حدث البداية. لاحظ أنه من الواجب إضافة النشاط الوهمي (٣ – ٤) للمحافظة على الترقيم الأوحد للنشاطات في المشروع.



شكل (٥ – ١٤) : المخطط السهمي لمشروع الجدار .

Ghaleb.Hasan@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مثال ٥ - ٣

تنوي شركة صناعية إقامة مصنع لها في الأردن، وقد أثبتت دراسة الجدوى الاقتصادية والدراسة الأولية وأبحاث السوق التي قامت بها الشركة أن المشروع له جدوى اقتصادية، بناءً على ذلك قررت الشركة وضع مخطط للأعمال التنفيذية الواجب القيام بها خلال فترة معينة، وفيما يلي هذه النشاطات ومدة كل منها بالأسابيع :

جدول (٥ – ٢) : النشاطات اللازمة لمشروع إقامة مصنع .

رقم	رمز النشاطات	الزمن (أيام)	وصف النشاط	النشاطات السابقة
١	أ	١٠	اختيار موقع المشروع والقيام بإجراءات الاستملاك	–
٢	ب	٥	طرح عطاء توريد الآلات للمشروع .	–
٣	ج	٨	الاتفاق مع شركة استشارية للإشراف على تنفيذ المشروع	ب
٤	د	٤	طرح عطاء القيام بالأعمال الإنشائية اللازمة .	أ ب
٥	هـ	١٤	ورود عروض توريد الآلات.	ب
٦	و	١٤	ورود عروض القيام بالأعمال الإنشائية.	ج ، د
٧	ز	٦	دراسة عروض توريد الآلات واختيار العرض المناسب.	هـ
٨	ج	٧	دراسة عروض الأعمال الإنشائية واختيار المناسب .	و ، ز
٩	ط	٤	مراسلة الشركة الموردة للآلات صاحبة العرض المناسب للاتفاق النهائي وتلقي رد الشركة.	ز
١٠	ي	٨	فتح اعتماد مستندي لتوريد الآلات.	ط

إذا علمنا أن النشاطين (ح) و (ي) هما آخر نشاطين في المشروع، فالمطلوب رسم المخطط السهمي الممثل للمشروع بطريقة حدث البداية أولاً وطريقة حدث النهاية ثانياً .

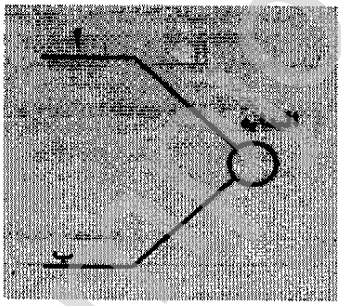
الحـــل

سنقوم أولاً برسم المخطط السهمي باستخدام طريقة حدث البداية كما في الخطوات التالية:

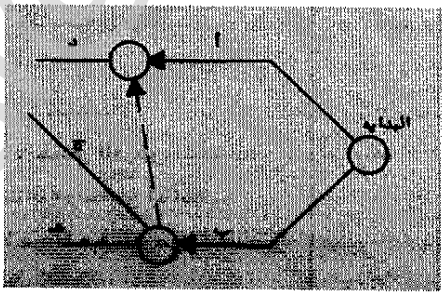
Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

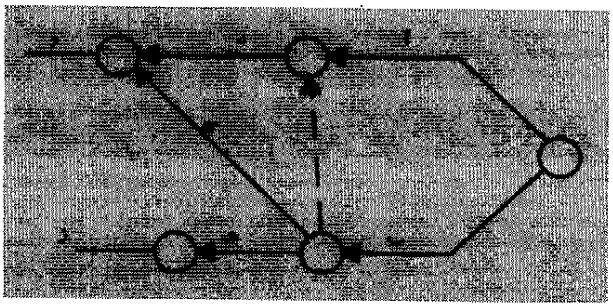
(١) نضع حدث بداية المشروع ونرسم النشاطين (أ) و (ب) اللذين يبدأن من هذا الحدث.



(٢) نضع أحداث نهاية النشاطين (أ) و (ب)، ونرسم النشاطات (ج) و (د) و (هـ) التي تبدأ بهذين الحدثين مع مراعاة أن النشاط (د) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب)، وهنا نستعمل نشاطاً وهمياً للدلالة على هذه العلاقة، بينما يعتمد النشاطان (ج) و (هـ) على نهاية النشاط (ب).

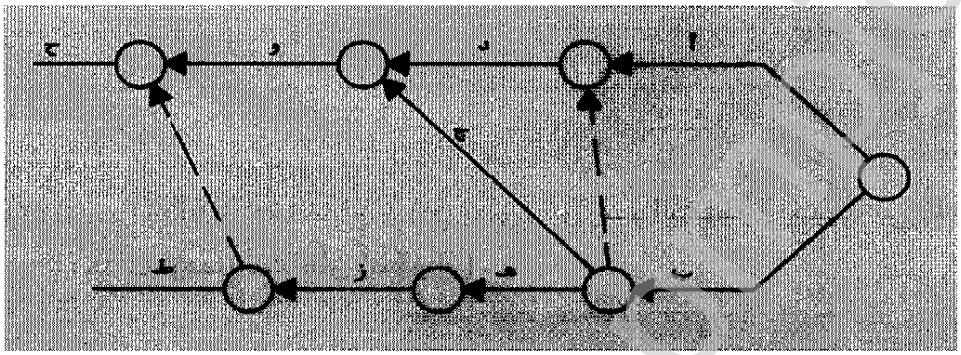


(٣) نضع أحداث نهاية للنشاطات (ج) و (د) و (هـ) ، ونرسم النشاطين (و) و (ز) اللذين يبدأن بهذه الأحداث مع مراعاة أن بداية النشاط (و) تعتمد على أن ينتهي النشاطان (ج) و (د) معاً قبل أن نبدأ به أي أن النشاطين (ج) و (د) ينتهيان في نفس الحدث. النشاط (ز) يعتمد على النشاط (هـ) .

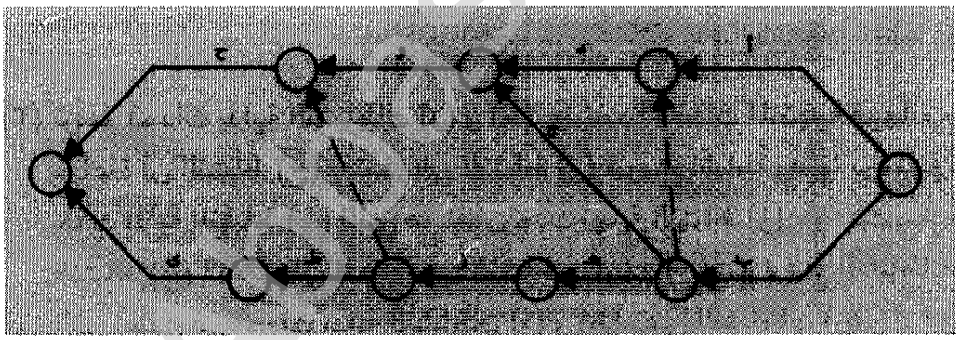


Ghaleb.Abbasi@hotmail.com

(٤) نضع أحداث نهاية للنشاطين (و) و (ز) ، ونرسم النشاطات التي تبدأ من هذه الأحداث، وهما النشاطان (ح) و (ط) مع مراعاة أن النشاط (ح) يعتمد على النشاط (ز)، وهنا نحتاج إلى نشاط وهمي لأظهار هذه العلاقة.



(٥) نضع أحداث نهاية للنشاطين (ح) و (ط)، ونرسم النشاط الأخير (ي) الذي يبدأ من حدث نهاية النشاط (ط)، وبما أن النشاطين (ح) و (ي) هما آخر نشاطين في المشروع فيجب أن ينتهيا في حدث نهاية المشروع كما هو موضح في الشكل النهائي. الشكل (٥ – ١٥) الذي يمثل المخطط السهمي للمشروع.

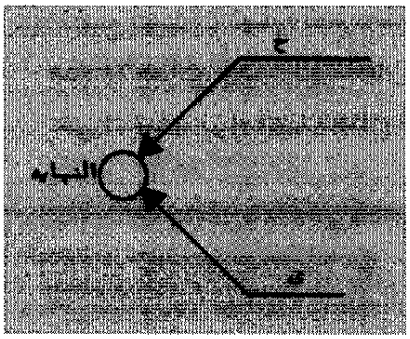


شكل (٥ – ١٥) : المخطط السهمي للمشروع باستخدام طريقة الحدث البادئ .

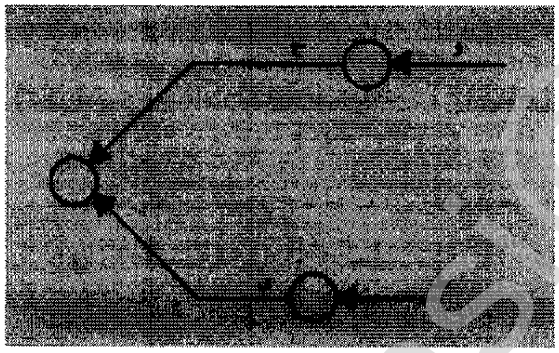
سنقوم برسم نفس الشبكة باستخدام الطريقة العكسية ، طريقة الحدث المنتهي كالتالي:

(١) نرسم حدث نهاية المشروع ونرسم النشاطات المنتهية في هذا الحدث، وهما النشاطان (ح) و (ي) .

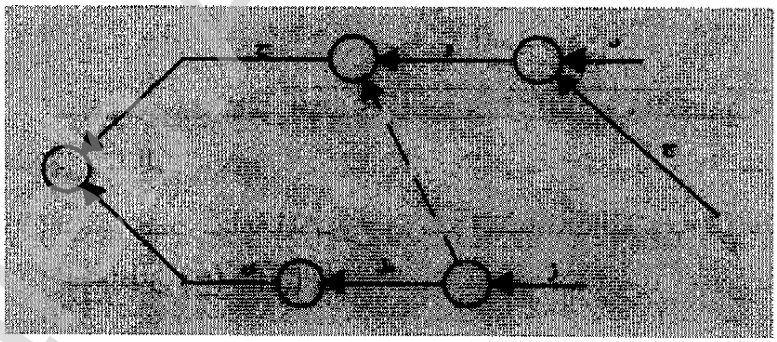
Ghaleb Assiouti .com



(٢) نرسم أحداث بداية النشاطين (ح) و (ي) ، ونرسم النشاطات المنتهية في تلك الأحداث، وهما النشاطان (ط) و (و) .

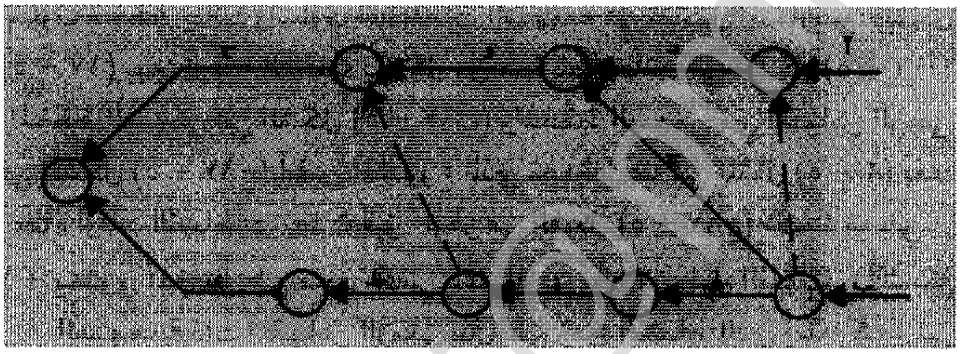


(٣) نرسم أحداث بداية النشاطات (و) و (ط)، ونرسم الأحداث المنتهية فيها مع مراعاة أن النشاط (ح) يعتمد على النشاط (ز) فنرسم نشاطاً وهمياً يربط بين حدث بداية النشاط (ط) الذي هو نفس حدث نهاية النشاط (ز) ، وحدث بداية النشاط (ح) للدلالة على العلاقة بين النشاطين (ز) و (ح)، ثم نرسم النشاطات التي تنتهي في أحداث بداية النشاطين (و) و (ط) وهي النشاطات (ز) و (د) و (ج) .

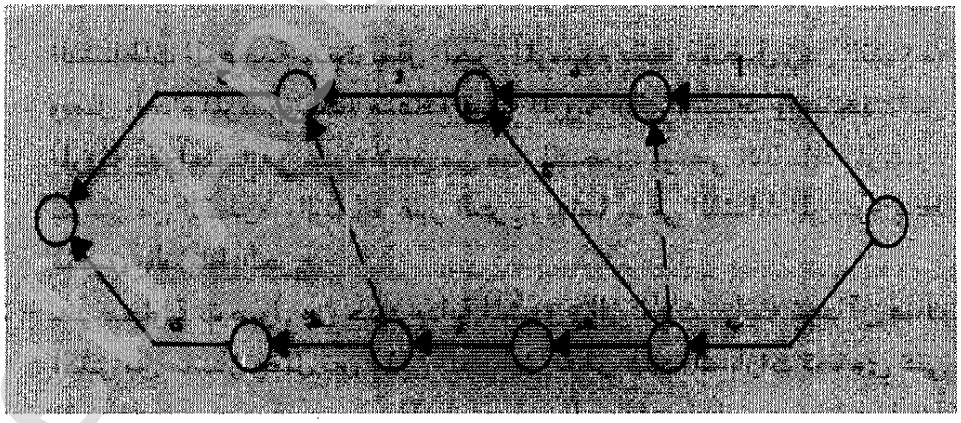


Ghalib Abbas@pmpjo.com

(٤) نرسم أحداث بداية النشاطات (ج) و (د) و (ز) ثم نرسم النشاطات التي تنتهي في هذه الأحداث وهي النشاطات (أ) و (ب) و (هـ)، مع مراعاة أن النشاطين (ج) و (هـ) يعتمدان على النشاط (ب) أي أن النشاطين (ج) و (هـ) يبدأن من نفس الحدث، وأن النشاط (د) يعتمد على النشاط (ب)، وبالتالي نحتاج إلى نشاط وهمي يربط حدث نهاية النشاط (ب) مع حدث بداية النشاط (د).



(٥) بما أن النشاطين (أ) و (ب) يمثلان بداية المشروع فيجب أن يبدأ النشاطان من نفس حدث البداية الذي يمثل حدث البداية للمشروع، وعليه، فإن الشكل النهائي الذي يمثل الشبكة السهمية للمشروع يصبح كما هو مبين في الشكل (٥ – ١٦)، وهو نفس الشكل (٥ – ١٥).



شكل (٥ – ١٦) : المخطط السهمي للمشروع باستخدام طريقة الحدث المنتهي .

٥ - ٥ المخطط السهمي ذو المقياس الزمني

تعرضنا في الفصل السابق إلى مخطط جانت، وتعرفنا على أسباب قصوره في أداء مهمته في إدارة المشاريع والتي من أهمها عدم القدرة على إظهار علاقة النشاطات المختلفة ببعضها. وبعد ظهور المخططات السهمية ظهرت المخططات السهمية ذات المقياس الزمني (Time Scaled Network) التي حاولت الجمع بين أسلوب مخطط جانت وأسلوب المخططات السهمية في تمثيل المشاريع. الشكل (٥ - ١٧) يبين أوجه الشبه بين كل من مخطط جانت في الشكل (٥ - ١٧أ) والمخطط السهمي في الشكل (٥ - ١٧ب) والمخطط السهمي ذي المقياس الزمني في الشكل (٥ - ١٧ج) لنفس المشروع الذي تحدثنا عنه في المثال (٥ - ٢) بعد إعطاء أوقات للنشاطات. عند تدقيق النظر في الشكل (٥ - ١٧ج) نلاحظ ما يلي :

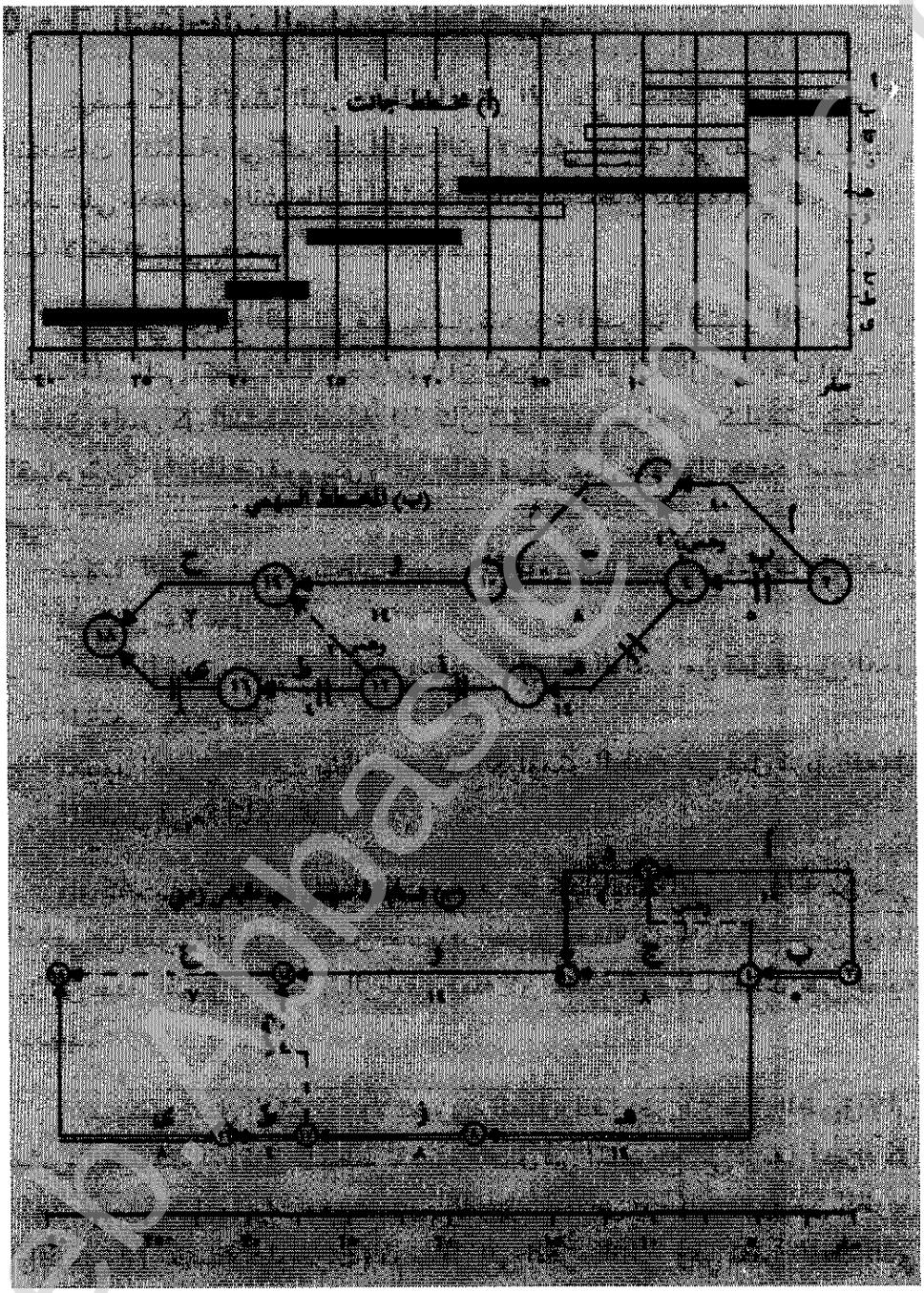
١ - يحتوي المخطط على محور أفقي يمثل الزمن ذلك لأن طول السهم في الشبكة السهمية ذات المقياس الزمني يدل على زمن النشاط الذي يمثله كما في مخطط جانت.

٢ - يتكون المخطط من عنصرين رئيسيين هما الأسهم وتمثل النشاطات والدوائر وتمثل الأحداث حيث إن المخطط السهمي ذا المقياس الزمني حالة خاصة من المخططات السهمية.

٣ - بعض الأسهم رسمت بنوعين من الخطوط: جزء رسم بخط متصل كما في المخططات السهمية، وجزء آخر رسم بخط متقطع كالخطوط التي ترسم بها النشاطات الوهمية حيث يمثل الجزء المرسوم بخط متصل زمن النشاط، ويمثل الجزء المرسوم بخط متقطع قيمة المرونة لذلك النشاط، وسنتحدث عن المرونة بأنواعها في جزء لاحق من هذا الفصل، ويدعى النشاط المرسوم بنوعين من الخطوط بالنشاط غير الحرج، بينما يدعى النشاط المرسوم بخط متصل بالنشاط الحرج.

٤ - عند محاولة الوصول من حدث بداية المشروع إلى حدث نهايته نجد أن هناك أكثر من مسار يصل بين هذين الحدثين. بعض هذه المسارات تحتوي على نشاطات غير حرجة وتسمى بالمسارات غير الحرجة، بينما نجد مساراً واحداً على الأقل يتكون من نشاطات جميعها حرجة، ويسمى بالمسار الحرج.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com



شكل (٥ – ١٧) تمثيل المشروع بطريقة :
(أ) مخطط جانت، (ب) المخطط السهمي، (ج) مخطط سهمي ذي مقياس زمني.

٥ - ٦ النشاطات السُّلمية/المتكررة

توضح كافة الأمثلة التي تناولناها حتى الآن في المخططات السهمية علاقة النشاطات المتتابعة، أي تلك النشاطات التي لا يمكن تنفيذها في نفس الوقت لأنها تعتمد على بعضها، والنشاطات المتزامنة أي التي نستطيع تنفيذها في نفس الوقت لأنها لا تعتمد على بعضها.

ولكن في الواقع العملي قد يصادفنا نوع آخر من النشاطات هي تلك النشاطات التي تتطلب قبل إجرائها أن يكون قد تم إنجاز جزء من النشاط السابق، وليس كل النشاط، فمثلاً إذا كان شق طريق طوله ٢٠ كيلومتر يتضمن القيام بثلاثة نشاطات يقوم بكل واحد منها فريق عمل منفصل، وهذه النشاطات هي:

أ – تمهيد الطريق : حيث يتطلب تمهيد الكيلومتر الواحد من قبل فريق العمل المختص يوم عمل مثلاً.

ب – رصف الطريق : حيث يتطلب رصف الكيلومتر الواحد من قبل فريق العمل المختص يومين مثلاً .

ج – تعبيد الطريق : حيث يتطلب تعبيد الكيلومتر الواحد من قبل فريق العمل المختص أربعة أيام مثلاً.

ولو كانت فرق العمل المشار إليها متفرغة كلياً لهذا المشروع، فإنه من غير المنطقي أن يقوم الفريق المختص بتمهيد الطريق بعمله كاملاً لمدة عشرين يوماً، قبل أن يبدأ الفريق المختص بالرصف عمله لأن عملية الرصف تعتمد على عملية التمهيد.

قد يكون الحل الأكثر قبولاً تجزيء العمل، لنفترض أن طول الطريق كان عشرين كيلومتراً، وقرر المخطط تقسيم العمل في المشروع إلى أربعة أجزاء كل منها خمسة كيلومترات بحيث يقوم الفريق المختص بتمهيد جزء من الطريق (ولنفرض أول خمسة كيلومترات) ثم ينتقل إلى الجزء التالي، وفي نفس الوقت الذي يقوم فيه الفريق الأول بتمهيد الجزء الثاني أي الخمسة كيلومترات التالية ، يعمل الفريق المختص بالرصف برصف الجزء الأول الذي تم تمهيده. عندما تنتهي عملية

Ghaleb Abbasi@gmail.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

الرصف في الجزء الأول يذهب فريق الرصف إلى الخمسة الكيلومترات التالية بعد أن يكون الفريق الأول قد قام بعمله فيها. ويأتي هنا دور الفريق المختص بالتعبيد حيث يقوم بتعبيد الخمسة الكيلومترات الأولى التي تم رصفها، وقبل ذلك تمهيدها، بينما فريقا العمل الآخران يعمل كل منهما في جزء آخر من الطريق. إن هذا التجزيء يتضمن الاستخدام الأفضل للموارد حيث لا تبقى الموارد معطلة إلا في أقل حدود.

ولكي تمثل المخططات السهمية هذا التجزيء للنشاطات في الواقع نقوم أيضاً بتجزيء النشاطات في المخططات حيث ينتهي شكل المخطط إلى شكل يسمى شكلاً متكرراً أو سلمياً (Ladder/Repetitive) وتسمى النشاطات المكونة له بالنشاطات المتكررة أو السلمية (Ladder or Repetitive Activities) ، ولرسم المخطط السهمي الذي يمثل شق الطريق نقوم بتجزيء النشاطات السابقة كما هو موضح في الجدول (٥ – ٣) أدناه .

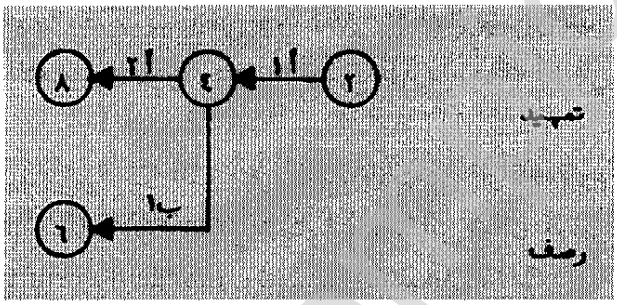
جدول (٥ – ٣) : نشاطات شق طريق بطول عشرين كيلومتراً.

النشـــــاط	رمز النشاط	الزمن (يوم)	النشاط السابق
عملية التمهيد (أ)			
تمهيد الخمسة الكيلومترات الأولى	أ١	٥	–
تمهيد الخمسة الكيلومترات الثانية	أ٢	٥	أ١
تمهيد الخمسة الكيلومترات الثالثة	أ٣	٥	أ٢
تمهيد الخمسة الكيلومترات الرابعة	أ٤	٥	أ٣
عملية الرصف (ب)			
رصف الخمسة الكيلومترات الأولى	ب١	١٠	أ١
رصف الخمسة الكيلومترات الثانية	ب٢	١٠	أ٢، ب١
رصف الخمسة الكيلومترات الثالثة	ب٣	١٠	أ٣، ب٢
رصف الخمسة الكيلومترات الرابعة	ب٤	١٠	أ٤، ب٣
عملية التعبيد(ج)			
تعبيد الخمسة الكيلومترات الأولى	ج١	٢٠	ب١
تعبيد الخمسة الكيلومترات الثانية	ج٢	٢٠	ب٢، ج١
تعبيد الخمسة الكيلومترات الثالثة	ج٣	٢٠	ب٣، ج٢
تعبيد الخمسة الكيلومترات الرابعة	ج٤	٢٠	ب٤، ج٣

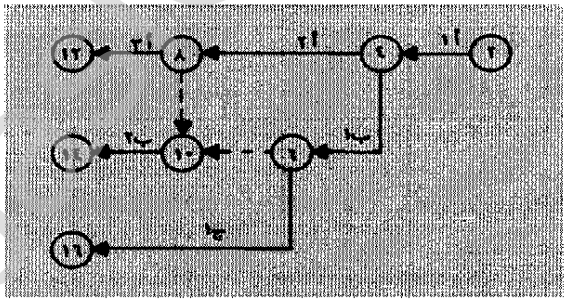
Ghaleb Abbas@mpp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

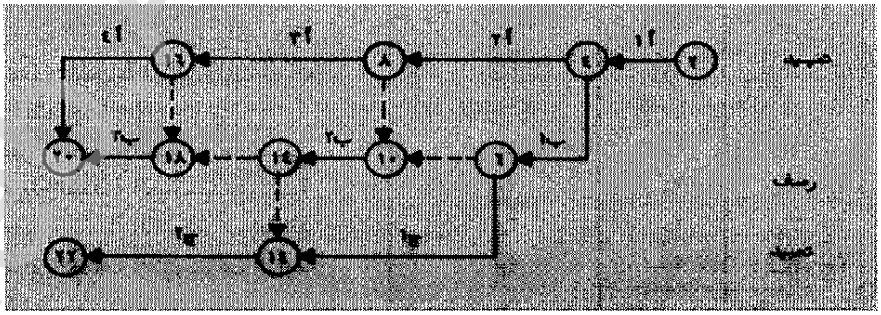
والآن نقوم برسم المخطط الذي يعكس هذه العلاقات كما يلي :
(١) النشاط (أ ١) لا يعتمد على أي نشاط ويمثل بداية المشروع.
(٢) النشاطان (أ ٢) و (ب ١) يعتمدان على النشاط (أ ١).



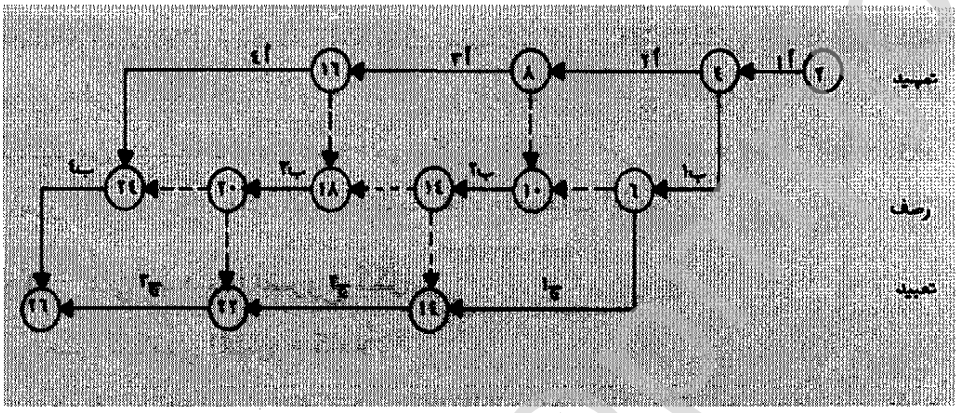
(٣) النشاط (أ ٣) يعتمد على النشاط (أ ٢) والنشاط (ب ٢) يعتمد على النشاطين (أ ٢) و (ب ١) والنشاط (ج ١) يعتمد على النشاط (ب ١) ومن هنا تأتي الحاجة إلى استخدام النشاطات الوهمية لإظهار هذه العلاقات المتشابكة، كما هو موضح في الشكل أدناه :



(٤) النشاط (أ٤) يعتمد على النشاط (أ٣) والنشاط (ب٣) يعتمد على النشاطين (أ ٣) و (ب٢) والنشاط (ج٢) يعتمد على النشاط (ب٢) و (ج١).

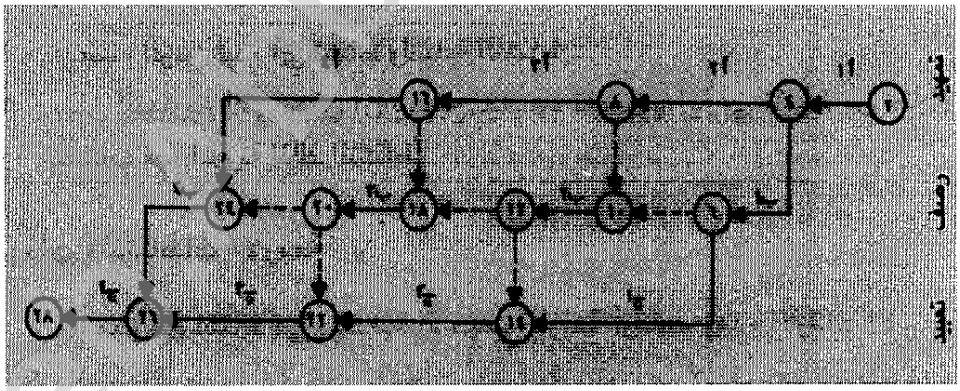


(٥) النشاط (ب٤) يعتمد على النشاطين (أ٤) ، والنشاط (ج ٣) يعتمد على النشاطين (ب ٣) و (ج ٢).



(٦) النشاط (ج ٤) يعتمد على النشاطين (ب ٤) و (ج ٣) .

الشكل (٥ – ١٨) يمثل الشكل النهائي للمشروع، وبذلك يمثل هذا المخطط المتكرر يظهر العلاقات التتابعية والتزامنية بين النشاطات المجزأة والمتكررة لكل خمسة كيلومترات في المشروع والمكون من عشرين كيلومتر.



شكل (٥ – ١٨) : المخطط السهمي المتكرر للمشروع .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٥ - ٧ الجدولة باستخدام أوقات النشاط

الهدف من الجدولة (Scheduling) لأي مشروع هو إعطاء متخذ القرار (Decision Maker) مختلف المعلومات منها ما هو متعلق بالمشروع ككل ومنها ما هو متعلق بالنشاطات المكونة للمشروع. وللحصول على المعلومات المطلوبة هناك العديد من العمليات الحسابية التي يجب تطبيقها على المخطط بعد إنشائه، ومن الأمور التي يستفاد منها نتيجة تطبيق هذه العمليات الحسابية :

أولاً - على صعيد المشروع ككل :

١ - متى سينتهي المشروع كاملاً.

٢ - ما هي النشاطات الحرجة (Critical Activities) ، أي التي تؤثر على نهاية المشروع في حالة تأخرها، وبالتالي يجب الحرص على زمن بداية ونهاية هذه النشاطات.

٣ - النشاطات غير الحرجة، أي التي لا تؤثر في نهاية المشروع فيما لو تأخرت بمقدار زمني معين يتم تحديده من خلال عملية الجدولة.

٤ - في تاريخ زمني محدد هل ينتهي المشروع حسب الخطة أم لا، وفي حالة تأخر المشروع، ما هي قيمة هذه الفترة الزمنية ؟.

ثانياً - على صعيد النشاطات :

١ - إعطاء الزمن لبدء أي نشاط ولنهاية النشاط .

٢ - بيان التواريخ التي يمكن أن يسمح لغايتها تأجيل بداية أي نشاط من خلال حساب قيم المرونة لذلك النشاط.

أوقات النشاطات الأربعة

يتميز كل نشاط في المخطط السهمي بأربعة أوقات، وهذه الأوقات الأربعة يمكن الحصول عليها من خلال عمليات حسابية سنوردها لاحقاً بعد تعريف هذه الأوقات الخاصة بكل نشاط :

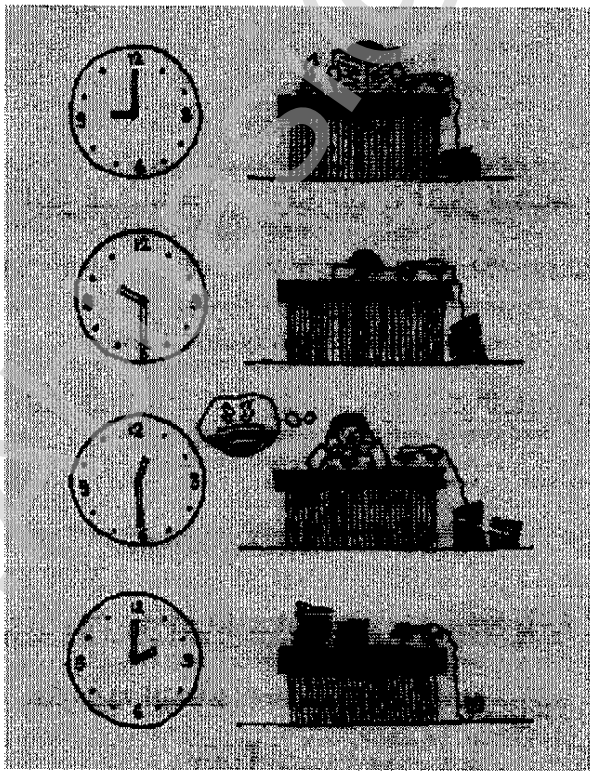
Ghaleb.Abbas@mpo.com

١ – وقت البداية المبكر (و ب ب) (Earliest Start Time - EST) : وهو أبكر وقت لابتداء نشاط ما بدون مخالفة متطلبات النشاطات التي تسبقه. لا يمكن للنشاط أن يبدأ قبل هذا الوقت.

٢ – وقت النهاية المبكر (و ن ب) (Earliest Finish Time - EFT) وهو أبكر وقت يمكن أن ينتهي عنده النشاط إذا بدأ في وقت البداية المبكر. لا يمكن أن ينتهي النشاط قبل هذا الوقت.

٣ – وقت النهاية المتأخر (و ن ت) (Latest Finish Time - LFT) : وهو آخر وقت يمكن أن ينتهي عنده النشاط دون أن يؤدي إلى تأخير المشروع ككل عن المدة المحددة.

٤ – وقت البداية المتأخر (و ب ت) (Latest Start Time - LST) : وهو آخر وقت يمكن لأي نشاط أن يبدأ به دون تأخير المشروع ككل .



شكل (٥ – ١٩) : أوقات النشاط الأربعة .

Ghaleb Alsamnjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٥ - ٨ المرور الأمامي

الهدف من استخدام المرور الأمامي (Forward Pass) تحديد الزمن الكلي للمشروع ووقت البداية المبكر والنهاية المبكر للنشاطات المختلفة بدءً من أول حدث وهو حدث البداية للمشروع وحتى آخر حدث وهو حدث النهاية للمشروع.

من المهم قبل البدء بحسابات المرور الأمامي معرفة زمن بداية المشروع، وقت البداية المبكر لأول نشاط في المشروع. عادة يكون الوقت المبكر لبداية المشروع صفراً أو محدداً من قبل الإدارة. بعد تحديد وقت بداية المشروع نبدأ بسلسلة من العمليات الحسابية من أجل معرفة وقت البداية المبكر ووقت النهاية المبكر لكل نشاط من نشاطات المشروع اعتماداً على العلاقات التالية وبالترتيب :

١ - وقت البداية المبكر لأول نشاط في المشروع = وقت بداية المشروع المحددة من قبل الإدارة .

و ب ب لأول نشاط = و ب ب للمشروع .

$$EST_{First\ Activity} = EST_{The\ Project}.$$

٢ - وقت النهاية المبكر للنشاط = وقت البداية المبكر للنشاط + زمن النشاط.

و ن ب للنشاط = و ب ب للنشاط + زمن النشاط .

$$EST_{An\ Activity} = EST_{Activity} + T_{Activity}.$$

٣ - وقت النهاية المبكر للنشاط = وقت النهاية المبكر للنشاط السابق .

و ب ب للنشاط = و ن ب للنشاط السابق .

$$EST_{An\ Activity} = EST_{Preceding\ Activity}.$$

وفي حالة وجود أكثر من نشاط سابق ينتهي في حدث بداية نشاط ما، يكون وقت البداية المبكر لهذا النشاط : = أعظم [و ن ب لجميع النشاطات السابقة] .

$$EST_{An\ Activity} = Maximum\ [EFT_{Of\ All\ Previous\ Activities}].$$

Ghaleb.Abbasi@omnijo.com

٤ – وقت النهاية المبكر للمشروع يساوي وقت النهاية المبكر لآخر نشاط في المشروع.

و ن ب للمشروع = و ن ب لنشاط النهاية .

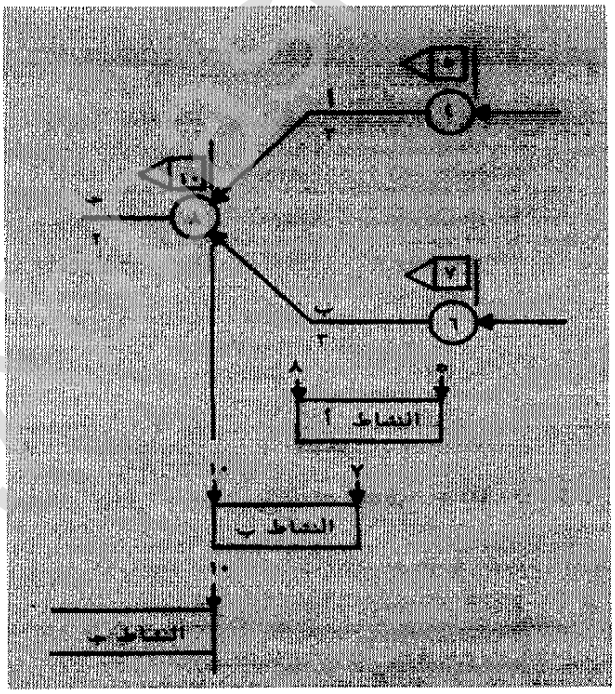
EFT The Project = EFT Last Activity.

وفي حالة انتهاء المشروع بأكثر من نشاط يكون وقت النهاية المبكر للمشروع يساوي أكبر وقت نهاية مبكر لنشاطات نهاية المشروع.

و ن ب للمشروع = أعظم [و ن ب لجميع نشاطات النهاية] .

EFT The Project = Maximum [EFT Of All Terminal Activities].

الشكل (٥ – ٢٠) يوضح جزء من مخطط سهمي ومخطط جانت لمشروع ما ويبيّن لماذا نختار أعظم وقت انتهاء للنشاطات السابقة (أ) و (ب) عند حساب وقت البداية المبكر للنشاط (جـ) حيث يوجد أكثر من نشاط سابق.



شكل (٥ – ٢٠) : العلاقة بين وقت انتهاء النشاطات السابقة ووقت البداية المبكر للنشاط اللاحق .

Ghaleb Al-Omajo.com

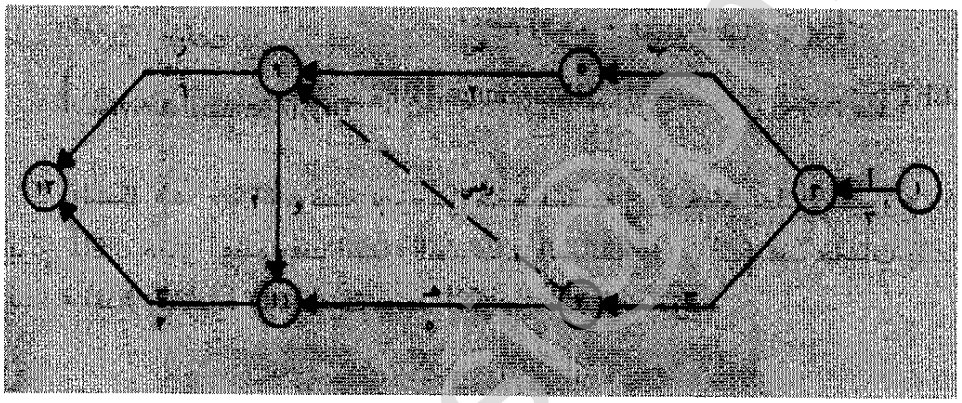
مثال ٥ – ٣

الشكل (٥ – ٢١) يمثل مخططاً سهمياً لمشروع موضحاً عليه رموز النشاطات والمدة اللازمة لتنفيذ كل نشاط بالأيام والمطلوب :

١ – حساب وقت البداية المبكر لكل نشاط.

٢ – حساب وقت النهاية المبكر لكل نشاط.

٣ – حساب النهاية المبكرة للمشروع علماً بأن تاريخ بداية المشروع هو (صفر).



شكل (٥ – ٢١) : المخطط السهمي للمشروع.

الحـــل

أولا – باستخدام المعادلات

يمكن حساب أوقات النشاطات بالأيام كما يلي :

النشاط (أ) :

و ب ب أ = و ب ب للمشروع = صفر .

و ب ب أ = و ب ب أ + زمن أ = صفر + ٣ = ٣ .

النشاط (ب) :

و ب ب ب = و ن ب أ = ٣ .

و ن ب ب = و ب ب ب + زمن ب = ٣ + ٤ = ٧ .

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

النشاط (ج) :

وب ب ج = ون ب أ = ٣ .

ون ب ج = وب ب ج + زمن ج = ٣ + ٧ = ١٠ .

النشاط (د) :

وب ب د = ون ب ب = ٧ .

ون ب د = وب ب د + زمن د = ٧ + ٢ = ٩ .

النشاط (هـ) :

وب ب هـ = ون ب ج = ١٠ .

ون ب هـ = وب ب هـ + زمن هـ = ١٠ + ٥ = ١٥ .

النشاط (و) :

وب ب و = أعظم {ون ب ج ، ون ب د} = أعظم {٩، ١٠} = ١٠ .

ون ب و = وب ب و + زمن و = ١٠ + ٢ = ١٢ .

النشاط (ز) :

وب ب ز = أعظم {ون ب ج ، ون ب د} = أعظم {٩، ١٠} = ١٠ .

ون ب ز = وب ب ز + زمن ز = ١٠ + ٦ = ١٦ .

النشاط (ح) :

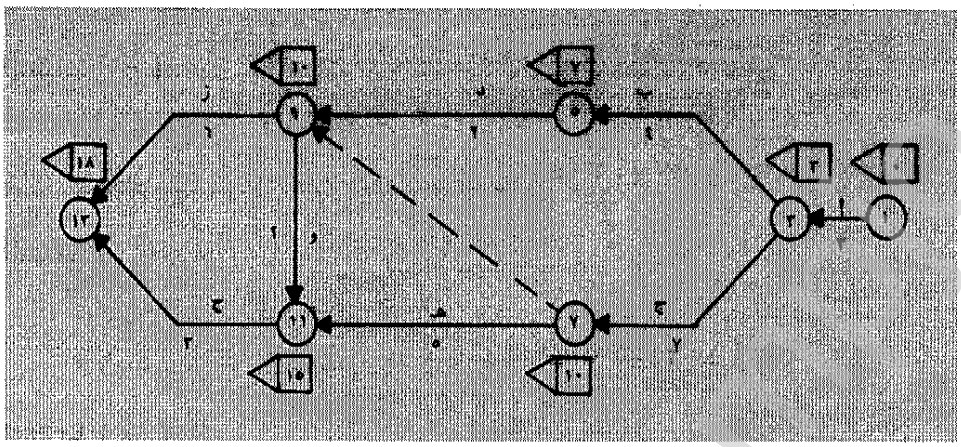
وب ب ح = أعظم {ون ب هـ ، ون ب و} = أعظم {١٢، ١٥} = ١٥ .

ون ب ح = وب ب ح + زمن ح = ١٥ + ٣ = ١٨ .

ون ب للمشروع = أعظم {ون ب ز ، ون ب ح} = أعظم {١٦، ١٨} = ١٨.

الشكل (٥ – ٢٢) يبين المخططي السهمي مع قيم الجدولة بطريقة المرور الأمامي.

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com



شكل (٥ – ٢٢) : المخطط السهمي والجدولة بطريقة المرور الأمامي .

تستخدم الجداول لغايات إعداد تقارير عن المشروع، وهي طريقة سهلة وفعالة كما سيتبين في الفصول اللاحقة. الجدول (٥ – ٤) يبين ملخصاً للبيانات التي حصلنا عليها من المثال السابق. في حالة الجداول يجب تعبئة البيانات في الأعمدة من (١) إلى (٤) في الجدول من المشروع والمخطط السهمي ثم العمود الخامس يحسب من مجموع الزمن اللازم ووقت البداية المبكر.

جدول (٥ – ٤) : حسابات المرور الأمامي للمثال ٥ – ٣ .

رمز النشاط (١)	النشاط السابق (٢)	زمن النشاط (يوم) (٣)	وقت البداية المبكر (٤)	وقت النهاية المبكر (٥)
أ	–	٣	صفر	٣
ب	أ	٤	٣	٧
ج	أ	٧	٣	١٠
د	ب	٢	٧	٩
هـ	ج	٥	١٠	١٥
و	د، ج	٢	١٠	١٢
ز	د، ج	٦	١٠	١٦
ح	هـ، و	٣	١٥	١٨

Ghaleb.Abbasi@yahoo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٥ - ٩ المرور الخلفي

على العكس من المرور الأمامي الذي يزودنا بأوقات البداية والنهاية المبكرة للنشاطات، فإن المرور الخلفي (Backward Pass) يزودنا بأوقات البداية والنهاية المتأخرة لتلك النشاطات في المشروع. وعلى العكس من المرور الأمامي الذي نبدأ فيه من بداية المشروع باتجاه النهاية، فإن المرور الخلفي نبدأ فيه من نهاية المشروع ونرجع باتجاه البداية، ومن هنا كانت التسمية بالمرور الخلفي.

بعد أن نكون قد أوجدنا وقت النهاية المبكر للمشروع نبدأ بالحسابات المتعلقة بإيجاد وقت النهاية والبداية المتأخرين للنشاطات كما هو موضح في العلاقات التالية وبالترتيب :

١ - وقت النهاية المتأخر للمشروع = وقت النهاية المبكر للمشروع فرضاً أو يحدد من وقت الإدارة .

= وقت النهاية المتأخر لنشاط النهاية .

و ن ت للمشروع = و ن ب للمشروع = و ن ت لنشاط النهاية .

$LFT_{\text{The Project}} = EFT_{\text{The Project}} = LFT_{\text{Terminal Activity}}$.

٢ - وقت البداية المتأخر للنشاط = وقت النهاية المتأخر للنشاط مطروحاً منه زمن النشاط .

و ب ت للنشاط = و ن ت للنشاط - الزمن للنشاط .

$LST_{\text{An Activity}} = LFT_{\text{Same Activity}} - T_{\text{Same Activity}}$.

٣ - وقت النهاية المتأخر لنشاط = وقت البداية المتأخر للنشاط اللاحق .

و ن ت للنشاط = و ب ت للنشاط اللاحق .

$LFT_{\text{An Activity}} = LST_{\text{Of The Succeeding Activity}}$.

وفي حالة وجود أكثر من نشاط لاحق يكون وقت النهاية المتأخر للنشاط عبارة عن أصغر وقت بداية متأخر من جميع النشاطات اللاحقة .

و ن ت للنشاط = أصغر {و ب ت للنشاطات اللاحقة} .

$LST_{\text{An Activity}} = \text{Minimum}\left[LST_{\text{Of All Succeeding Activities}}\right]$.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

٤ – وقت البداية المتأخر للمشروع = وقت البداية المتأخر لأول نشاط في المشروع، أي أن :

و ب ت للمشروع = و ب ت لأول نشاط .

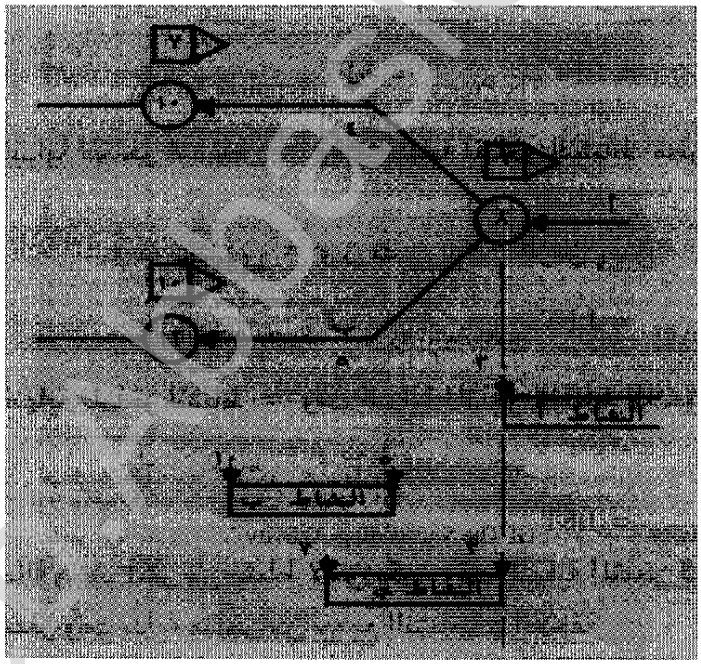
$LST_{\text{The Project}} = LST_{\text{The Initial Activity}}$.

في حالة وجود أكثر من نشاط في بداية المشروع، يكون وقت البداية المتأخر للمشروع أصغر آخر وقت ابتداء لجميع النشاطات، أي أن :

و ب ت للمشروع = أصغر [و ب ت لجميع نشاطات البداية] .

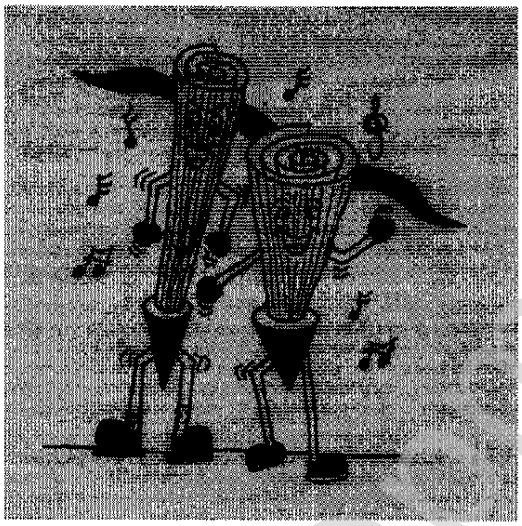
$LST_{\text{The Project}} = \text{Minimum}\ [\ LST_{\text{Of All Initial Activities}}\ ]$.

الشكل (٥ – ٢٣) يبين لماذا نختار أصغر وقت بداية متأخر للنشاط أو للنشاطات اللاحقة عند حساب وقت النهاية المتأخر لنشاط ما في حالة وجود أكثر من نشاط لاحق. من الشكل فإن أصغر وقت يمكن أن يبدأ به النشاط (أ) هو ٣ وهذا هو وقت النهاية الأصغر أو الأقل للنشاطين (ب) و (جـ).



شكل (٥ – ٢٣) : العلاقة بين اختيار أصغر وقت نهاية متأخر للنشاط (أ) ووقت البداية المتأخر للنشاطات اللاحقة .

Ghaleb Compjo.com



شكل (٥ – ٢٤) : مخططات سهمية !

مثال ٥ – ٤

أوجد وقت البداية المتأخر ووقت النهاية المتأخر لكل من النشاطات في المثال (٥ – ٣) .

الحـــل

بتطبيق مفهوم المرور الخلفي على المخطط السهمي في المثال السابق نحصل على الأوقات التالية بالأيام :

$$\text{و ن ت}_{\text{للمشروع}} = \text{و ن ب}_{\text{للمشروع}} = ١٨ .$$

النشاط (ح) :

$$\text{و ن ت}_{ح} = \text{و ن ت}_{\text{للمشروع}} = ١٨ .$$

$$\text{و ب ت}_{ح} = \text{و ن ت}_{ح} - \text{زمن}_{ح} = ١٨ - ٣ = ١٥ .$$

النشاط (ز) :

$$\text{و ن ت}_{ز} = \text{و ن ت}_{\text{للمشروع}} = ١٨ .$$

$$\text{و ب ت}_{ز} = \text{و ن ت}_{ز} - \text{زمن}_{ز} = ١٨ - ٦ = ١٢ .$$

Ghaleb.Abbasi@hotmail.com

النشاط (و) :

ون ت$_{و}$ = وب ت$_{ح}$ = ١٥ .

وب ت$_{و}$ = ون ت$_{و}$ - زمن$_{و}$ = ١٥ - ٢ = ١٣ .

النشاط (هـ) :

ون ت$_{هـ}$ = وب ت$_{ح}$ = ١٥ .

وب ت$_{هـ}$ = ون ت$_{هـ}$ - زمن$_{هـ}$ = ١٥ - ٥ = ١٠ .

النشاط (د) :

ون ت$_{د}$ = أصغر {وب ت$_{ز}$ ، وب ت$_{و}$} = أصغر {١٢، ١٣} = ١٢ .

وب ت$_{د}$ = ون ت$_{د}$ - زمن$_{د}$ = ١٢ - ٢ = ١٠ .

النشاط (ج) :

ون ت$_{ج}$ = أصغر {وب ت$_{ز}$، وب ت$_{هـ}$} = ١٠ .

وب ت$_{ج}$ = ون ت$_{ج}$ - زمن$_{ج}$ = ١٠ - ٧ = ٣ .

النشاط (ب) :

ون ت$_{ب}$ = وب ت$_{د}$ = ١٠ .

وب ت$_{ب}$ = ون ت$_{ب}$ - زمن$_{ب}$ = ١٠ - ٤ = ٦ .

النشاط (أ) :

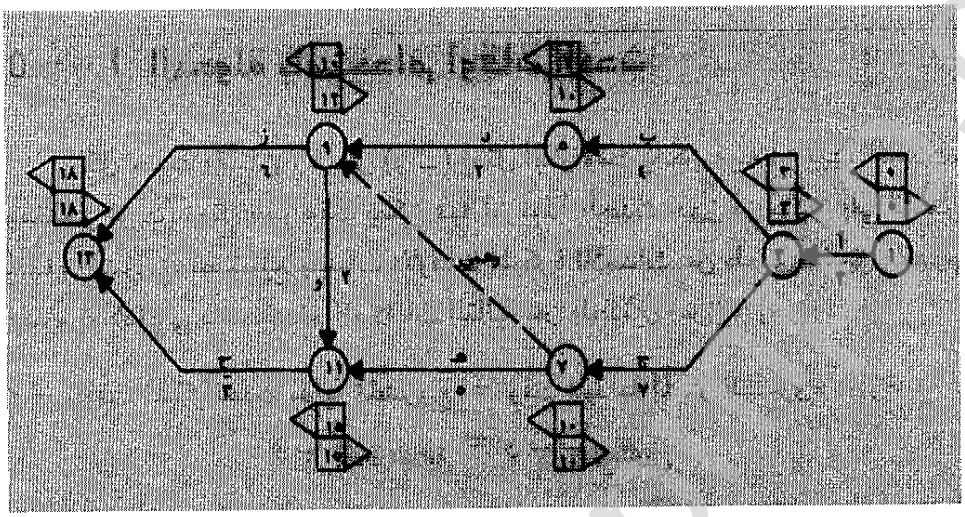
ون ت$_{أ}$ = أصغر {وب ت$_{ج}$ ، وب ت$_{ب}$} = أصغر {٦، ٣} = ٣ .

وب ت$_{أ}$ = ون ت$_{أ}$ - زمن$_{أ}$ = ٣ - ٣ = صفر .

وب ت$_{للمشروع}$ = وب ت$_{أ}$ = صفر .

الشكل (٥ - ٢٥) يبين المخطط السهمي مع قيم الجدولة بطريقة المرور الخلفي.

Ghaleb.Abbasi@pmojo.com



شكل (٥ – ٢٥) : المخطط السهمي والجدولة بطريقة المرور الخلفي .

الجدول (٥ – ٥) يلخص النتائج التي حصلنا عليها من عملية الجدولة بطريقة المرور الخلفي. كما هي الحالة في الجدول (٥ – ٤) كذلك فإنه يمكن تعبئة الأعمدة من (١) إلى (٣) والعمود (٥) من المشروع والمخطط السهمي ثم العمود الرابع من حاصل طرح وقت النهاية المتأخر والزمن اللازم لكل نشاط .

جدول (٥ – ٥) : الجدولة بطريقة المرور الخلفي .

رمز النشاط (١)	النشاط السابق (٢)	الزمن (يوم) (٣)	وقت البداية المتأخر (٤)	وقت النهاية المتأخر (٥)
أ	–	٣	صفر	٣
ب	أ	٤	٦	١٠
ج	أ	٧	٣	١٠
د	ب	٢	١٠	١٢
هـ	ج	٥	١٠	١٥
و	د، ج	٢	١٣	١٥
ز	د، ج	٦	١٢	١٨
ح	هـ، و	٣	١٥	١٨

Ghaleb Abbasi@pdfxchange.com

٥ - ١٠ الجدولة باستخدام أوقات الحدث

لكل حدث وقتان ، مبكر (و ب) يمثل أبكر وقت يمكن فيه أن يبدأ الحدث، ومتأخر (و ت) يمثل آخر وقت يمكن فيه أن يبدأ الحدث، دون أن يؤدي إلى تأخير إنهاء المشروع. نستطيع حساب الأوقات المبكرة للأحداث عن طريق تطبيق مفهوم المرور الأمامي باستخدام العلاقات التالية بين الحدثين (س) و (ص) :

١ - الوقت المبكر لحدث بداية المشروع = وقت البداية المبكر للمشروع ، فرضا.

و ب حدث البداية = و ب ب للمشروع .

$$ET_{\text{The Initial Event}} = EST_{\text{The Project}}$$

٢ - الوقت المبكر لحدث = الوقت المبكر للحدث السابق مضافاً إليه وقت النشاط بين الحدثين .

و ب ص = و ب س + زمن س ص .

$$ET_{\text{Event j}} = ET_{\text{Event i}} + T_{\text{Activity ij}}$$

في حالة وجود أكثر من حدث سابق فإن الوقت المبكر للحدث يساوي أعظم وقت مبكر للحدث السابق مضافاً إليه وقت النشاط بين الحدثين .

و ب ص = أعظم [و ب س + زمن س ص]

$$ET_{\text{Event j}} = \text{Maximum}\left[ET_{\text{For Events At i}}\right] + T_{\text{Activity ij}}$$

بينما نستطيع حساب الأوقات المتأخرة للأحداث عن طريق تطبيق مفهوم المرور الخلفي باستخدام العلاقات التالية بين الحدثين (س) و (ص) :

١ - الوقت المتأخر لحدث نهاية المشروع = الوقت المبكر لحدث نهاية المشروع ، فرضا.

و ت حدث نهاية المشروع = و ب حدث نهاية المشروع .

$$LT_{\text{For The Terminal Event}} = ET_{\text{For The Terminal Event}}$$

Ghaleb Abbasi@pmp.com

٢ – الوقت المتأخر للحدث = الوقت المتأخر للحدث السابق مطروحا منه زمن النشاط بين الحدثين .

$$\text{و ت}_{\text{س}} = \text{و ت}_{\text{ص}} - \text{زمن}_{\text{س ص}} .$$

$$LT_{\text{Event i}} = LT_{\text{Event j}} - T_{\text{Activity ij}} .$$

في حالة وجود أكثر من حدث لاحق يمكن حساب قيمة الوقت المتأخر للحدث بإيجاد أصغر وقت متأخر للحدث اللاحق مطروح منه وقت النشاط بين الحدثين .

$$\text{و ت}_{\text{س}} = \text{أصغر} [\text{و ت}_{\text{ص}} - \text{زمن}_{\text{س ـ ص}}] .$$

$$LT_{\text{Event i}} = \text{Minimum} [LT_{\text{Event j}} - T_{\text{Activity ij}}] .$$

مثال ٥ – ٥

المخطط السهمي في الشكل (٥ – ٢٥) يمثل المشروع الذي سبق وتحدثنا عنه في الأمثلة السابقة، والمطلوب إيجاد الوقت المبكر والوقت المتأخر لكل حدث في هذا المشروع.

الحـــل

باستخدام المرور الأمامي نجد الأوقات المبكرة بالأيام للأحداث كما يلي :

و ب ١ = و ب للمشروع = صفر .

و ب ٢ = و ب ١ + زمن ١ ـ ٢ = صفر + ٣ = ٣ .

و ب ٥ = و ب ٢ + زمن ٢ ـ ٥ = ٣ + ٤ = ٧ .

و ب ٧ = و ب ٢ + زمن ٢ ـ ٧ = ٣ + ٧ = ١٠ .

و ب ٩ = أعظم {(و ب ٥ + زمن ٥ ـ ٩) ، (و ب ٧ + زمن ٧ ـ ٩)} .

= أعظم {(٧ + ٢) ، (١٠ + صفر)} = ١٠ .

و ب ١١ = أعظم {(و ب ٧ + زمن ٧ ـ ١١) ، (و ب ٩ + زمن ٩ ـ ١١)} .

= أعظم {(١٠ + ٥) ، (١٠ + ٢)} = ١٥ .

و ب ١٣ = أعظم {(و ب ٩ + زمن ٩ ـ ١٣)، (و ب ١١ + زمن ١١ ـ ١٣)} .

= أعظم {(١٠ + ٦) ، (١٥ + ٣)} = ١٨ .

و ن ب للمشروع = و ب ١٣ = ١٨ .

Ghaleb Abbasi@pmojo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

وباستخدام مفهوم المرور الخلفي نستطيع إيجادالأوقات المتأخرة بالأيام للأحداث كما يلي:

و ت للمشروع = و ن ب للمشروع = ١٨ .

و ت ١٣ = و ت للمشروع = ١٨ .

و ت ١١ = و ت ١٣ – زمن ١١ ـ ١٣ = ١٨ – ٣ = ١٥ .

و ت ٩ = أصغر {(و ت ١٣ – زمن ٩ ـ ١٣)، (و ت ١١ – زمن ٩ ـ ١١)}.

= أصغر {(١٨ – ٦)، (١٥ – ٢)} = ١٢ .

و ت ٧ = أصغر {(و ت ١١ – زمن ٧ ـ ١٣)، (و ت ٩ – زمن ٧ ـ ٩)} .

= أصغر {(١٥ – ٥)، (١٢ – صفر)} = ١٠ .

و ت ٥ = و ت ٩ – زمن ٥ ـ ٩ = ١٢ – ٢ = ١٠ .

و ت ٣ = أصغر {(و ت ٧ – زمن ٣ ـ ٧)، (و ت ٥ – زمن ٣ ـ ٥)} .

= أصغر {(١٠ – ٧)، (١٢ – ٤)} = ٣ .

و ت ١ = وت ٣ – زمن ١ ـ ٣ = ٣ – ٣ = صفر .

و ن ت للمشروع = و ت ١ = صفر .

يمكن تلخيص النتائج التي حصلنا عليها من خلال العمليات الحسابية السابقة في الجدول (٥ – ٦) .

جدول (٥ – ٦) : الجدولة باستخدام أوقات الحدث .

ترقيم نشاط	الزمن (يوم)	حدث البداية	وقت الحدث		حدث النهاية	وقت الحدث	
			مبكر	متأخر		مبكر	متأخر
١–٢	٣	١	صفر	صفر	٣	٣	٣
٣–٥	٤	٣	٣	٣	٧	١٠	١٠
٣–٧	٧	٣	٣	٣	٧	١٠	١٠
٥–٩	٢	٥	٧	١٠	٩	١٠	١٢
٧–١١	٧	٧	١٠	١٢	١١	١٥	١٥
٩–١١	٢	٩	١٠	١٢	١١	١٥	١٥
٩–١٣	٦	٩	١٠	١٢	١٣	١٨	١٨
١١–١٣	٣	١١	١٥	١٥	١٣	١٨	١٨

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٥ - ١١ المرونـــة

المرونة (Float) هي مقدار التعويم الذي يتمتع به النشاط. تتكون نشاطات المشروع من نوعين من النشاطات من ناحية وجود أو عدم وجود قيمة للمرونة، فالنشاطات التي لا يوجد لها أي مرونة تسمى بالنشاطات الحرجة وهي تلك النشاطات التي ستؤدي إلى تأخير المشروع فيما لو تأخرت، أما النشاطات غير الحرجة فهي تلك النشاطات التي يوجد لها مرونة، بمعنى أنه من الممكن تأخير البداية أو النهاية المبكرتين بمقدار هذه المرونة دون تأخير المشروع ككل.

من المعروف إن وقت البداية المبكر ووقت النهاية المتأخر يمثلان الزمنين اللذين يجب أن يتم إنجاز النشاط فيما بينهما، والفترة الزمنية الفائضة عن زمن النشاط فيما بين هذين الحدثين تسمى بالمرونة في إنجاز النشاط، وتنقسم وفقاً لمدى تأثيرها على النشاطات السابقة واللاحقة إلى الأنواع التالية :

أولاً – المرونة الكلية (م ك) (Total Float - TF) : وهي الفترة الزمنية التي نستطيع تأخير البدء في النشاط دون تأخير موعد إنهاء المشروع.

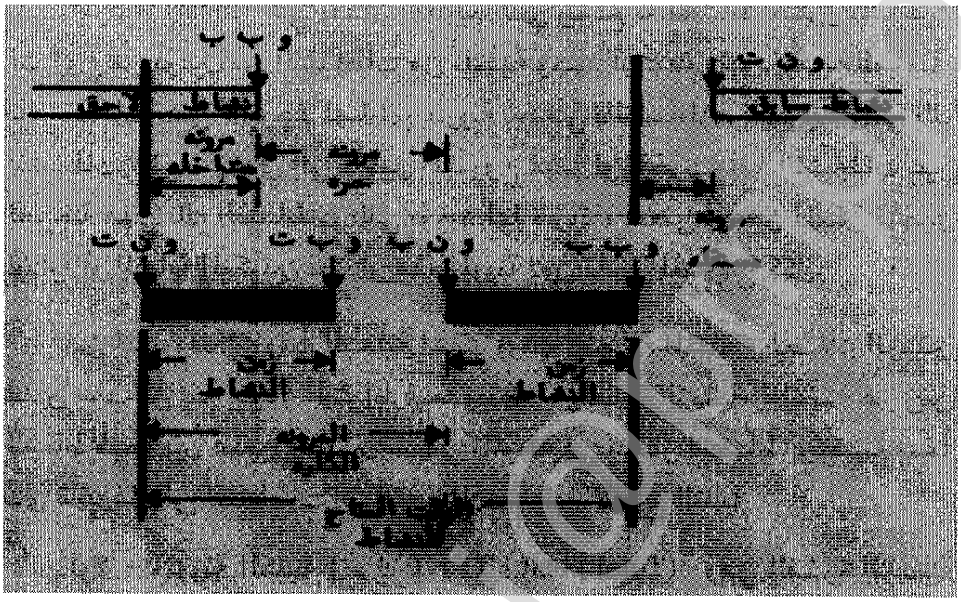
ثانياً – المرونة الحرة (م ح) (Free Float - FF) : وهي الفترة الزمنية التي نستطيع تأخير البدء في النشاط بمقدارها دون التأخير في موعد إنهاء المشروع أو موعد بداية أي نشاط لاحق.

ثالثاً – المرونة المتداخلة (م م) (Interfering Float - INTF) : وهي الفترة الزمنية التي يمكن تأخير البدء في النشاط بمقدارها دون التأخير في موعد إنهاء المشروع، علماً بأنها ستؤدي إلى تأخير البدء في بعض النشاطات التي تليها.

رابعاً – المرونة المستقلة (م ق) (Independent Float - INDF) : وهي الفترة التي يمكن تأخير البدء في النشاط بمقدارها، دون التأخير في موعد إنهاء المشروع أو موعد بداية أي نشاط لاحق أو دون أن يتأخر النشاط المعني نتيجة أي تأخير في أي نشاط سابق ضمن حدوده، بمعنى أن ينتهي عند أو قبل وقت النهاية المتأخر.

Ghaleb Abasiomio.com

لو افترضنا وجود نشاط غير حرج له أنواع المرونة الأربعة فسيكون التمثيل العام لهذا النشاط والأنواع الأربعة للمرونة كما هو مبين في الشكل (٥ – ٢٦).



شكل (٥ – ٢٦) : العلاقة بين أوقات النشاط وأنواع المرونة الأربعة .

هناك طريقتان لحساب المرونة، الأولى من وقت النشاط والثانية من وقت الحدث، فيما يلي استعراض لكل من هاتين الطريقتين.

٥ – ١١ – ١ حساب المرونة من وقت النشاط

يمكن حساب أنواع المرونة الأربعة من وقت النشاط اعتماداً على المعادلات التالية :

١ – المرونة الكلية للنشاط = م ك للنشاط .

= وقت البداية المتأخر مطروحاً منه وقت البداية المبكر للنشاط .

= و ب ت للنشاط – و ب ب للنشاط .

$$TF_{\text{An Activity}} = LST_{\text{Same Activity}} - EST_{\text{Same Activity}}.$$

Ghaleb Abbas@gmail.com

= وقت النهاية المتأخر مطروحاً منه وقت النهاية المبكر للنشاط .

= و ن ت للنشاط − و ن ب للنشاط .

$$TF_{\text{An Activity}} = LFT_{\text{Same Activity}} - EFT_{\text{Same Activity}}.$$

٢ – المرونة الحرة للنشاط = م ح للنشاط .

= أصغر وقت بداية مبكر للنشاطات اللاحقة مطروحاً منها وقت النهاية المبكر للنشاط .

= أصغر {و ب ب للنشاطات اللاحقة} − و ن ب للنشاط .

$$FF_{\text{An Activity}} = \text{Minimum}\left[EST_{\text{Of Succeeding Activities}}\right] - EFT_{\text{Same Activity}}.$$

٣ – المرونة المتداخلة للنشاط = م م للنشاط .

= المرونة الكلية مطروحاً منه المرونة الحرة للنشاط .

= م ك للنشاط − م ح للنشاط .

$$INTF_{\text{An Activity}} = TF_{\text{Same Activity}} - FF_{\text{Same Activity}}.$$

قيمة المرونة المتداخلة دائماً أقل أو تساوي المرونة الكلية .

٤ – المرونة المستقلة للنشاط = م ق للنشاط .

= أصغر وقت بداية مبكر للنشاطات اللاحقة مطروحاً منه أعظم وقت نهاية متأخر للنشاطات السابقة مطروحاً منه زمن النشاط. في حالة الحصول على قيمة أقل من صفر، تكون قيمة المرونة المستقلة تساوي صفرا. ويعبر عن قيمة المرونة المستقلة لنشاط بما يلي :

= أعظم {[أصغر (و ب ب للنشاط اللاحق) − أعظم (و ن ت للنشاط السابق) − الزمن للنشاط]، أو صفراً} .

$$INDF_{\text{An Activity}} = \text{Maximum}\left\{\left[\text{Minimum}\left(EST_{\text{Succeeding Activity}}\right) - \text{Maximum}\left(LFT_{\text{preceding Activity}}\right) - T_{\text{Same Activity}}\right], \text{Or Zero}\right\}.$$

Ghaleb.Abbasi@omnio.com

مثال ٥ – ٦

أوجد أنواع المرونة الأربعة للمخطط السهمي في المثال (٥ – ٣).

الحـــل

الجدول التالي (٥ – ٧) يلخص الأوقات الأربعة للنشاطات بالأيام والتي تم إيجادها في المثالين (٥ – ٣) و (٥ – ٤).

الجدول (٥ – ٧) : الأوقات الأربعة لنشاطات المشروع .

النشاط	النشاط السابق	زمن النشاط	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة	
			و ب ب	و ن ب	و ب ت	و ن ت
أ	–	٣	صفر	٣	صفر	٣
ب	أ	٤	٣	٧	٦	١٠
ج	أ	٧	٣	١٠	٣	١٠
د	ب	٢	٧	٩	١٠	١٢
وهمي	ج	صفر	١٠	١٠	١٢	١٢
هـ	ج	٥	١٠	١٥	١٠	١٥
و	د، ج	٢	١٠	١٢	١٣	١٥
ز	د، ج	٦	١٠	١٦	١٢	١٨
ح	و، هـ	٣	١٥	١٨	١٥	١٨

نستطيع إيجاد قيم المرونة الأربعة من وقت النشاط باستخدام الجدولين (٥ – ٤) و (٥ – ٥) وذلك بواسطة المعادلات التالية:

المرونة للنشاط (أ) :

م ك أ = [و ب ت أ – و ب ب أ] = صفر – صفر = صفر .

م ح أ = [أصغر {و ب ب ب ، و ب ب ج } – و ن ب أ] = أصغر {٣ ، ٣} – ٣
= صفر .

م م أ = م ك أ – م ح أ = صفر – صفر = صفر .

م ق أ = أعظم [أصغر {(و ب ب ب – و ب ب ج) – و ن ت أ – زمن أ }، صفر].
= أعظم [أصغر {(٣ ، ٣) –٣}، صفر] = صفر .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

المرونة للنشاط (ب) :

م ك ب = ٦ – ٣ = ٣ .

م ح ب = ٧ – ٧ = صفر .

م م ب = ٣ – صفر = ٣ .

م ق ب = ٧ – ٣ – ٤ = صفر .

المرونة للنشاط (ج) :

م ك ج = ٣ – ٣ = صفر .

م ح ج = ١٠ – ١٠ = صفر .

م م ج = صفر – صفر = صفر .

م ق ج = ١٠ – ٣ – ٧ = صفر .

المرونة للنشاط (د) :

م ك د = ١٠ – ٧ = ٣ .

م ح د = ١٠ – ٩ = ١ .

م م د = ٣ – ١ = ٢ .

م ق د = ١٠ – ١٠ – ٢ = – ٢ ؛ أي صفراً .

المرونة للنشاط (هـ) :

م ك هـ = ١٠ – ١٠ = صفر .

م ح هـ = ١٥ – ١٥ = صفر .

م م هـ = صفر – صفر = صفر .

م ق هـ = ١٥ – ١٠ – ٥ = صفر .

المرونة للنشاط (و) :

م ك و = ١٣ – ١٠ = ٣ .

م ح و = ١٥ – ١٢ = ٣ .

م م و = ٣ – ٣ = صفر .

م ق و = ١٥ – ١٢ – ٢ = ١ .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

المرونة للنشاط (ز) :

م ك ز = ١٢ – ١٠ = ٢ .

م ح ز = ١٨ – ١٦ = ٢ .

م م ز = ٢ – ٢ = صفر .

م ق ز = ١٨ – ١٢ – ٦ = صفر .

المرونة للنشاط (ح) :

م ك ح = ١٥ – ١٥ = صفر .

م ح ح = ١٨ – ١٨ = صفر .

م م ح = صفر – صفر = صفر .

م ق ح = ١٨ – ١٥ – ٣ = صفر .

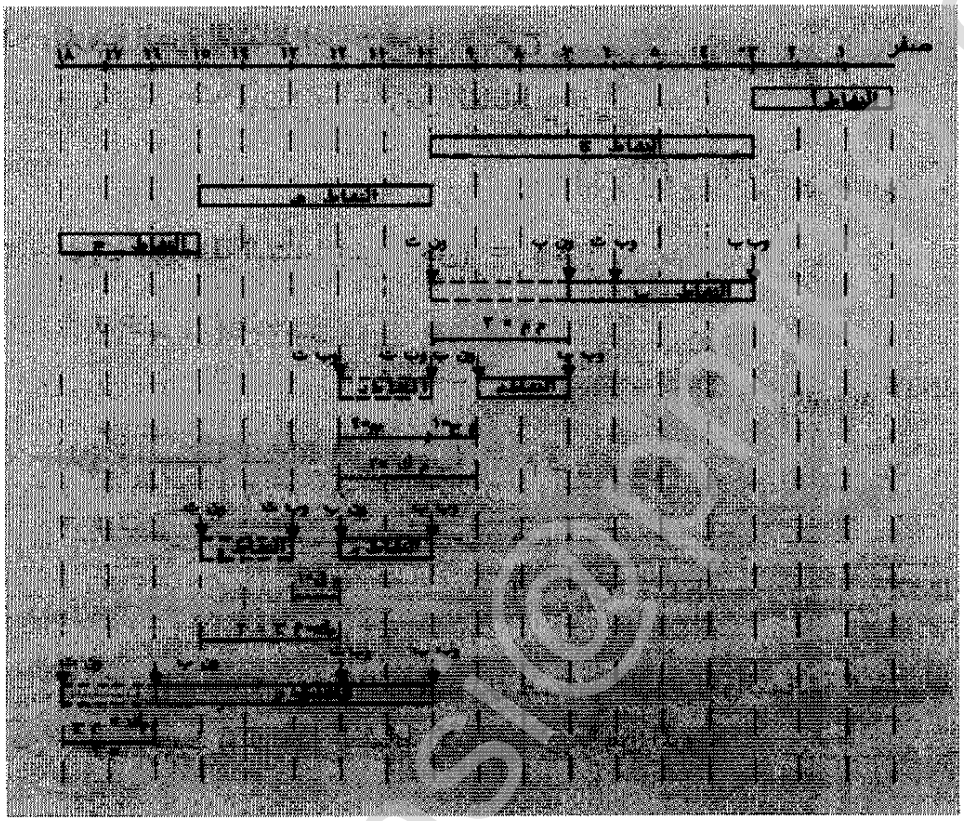
الجدول (٥ – ٨) يلخص النتائج التي حصلنا عليها.

جدول (٥ – ٨) : حساب المرونة من وقت النشاط .

النشاط	زمن النشاط	أوقات مبكرة		أوقات متأخرة		المرونة			
		وب ب	ون ب	وب ت	ون ت	م ك	م ح	م م	م ق
أ	٣	صفر	٣	صفر	٣	صفر	صفر	صفر	صفر
ب	٤	٣	٧	٦	١٠	٣	صفر	٣	صفر
ج	٧	٣	١٠	٣	١٠	صفر	صفر	صفر	صفر
د	٢	٧	٩	١٠	١٢	١	٢	٢	صفر
وهمي	صفر	١٠	١٠	١٢	١٢	٢	صفر	٢	صفر
هـ	٥	١٠	١٥	١٠	١٥	صفر	صفر	صفر	صفر
و	٢	١٠	١٢	١٣	١٥	٣	٣	صفر	١
ز	٦	١٠	١٦	١٢	١٨	٢	٢	صفر	صفر
ح	٣	١٥	١٨	١٥	١٨	صفر	صفر	صفر	صفر

الشكل (٥–٢٧) يبين أنواع المرونة وعلاقاتها بأوقات النشاط الأربعة للمثال السابق .

Ghaleb Abbas@pmpjo.com



الشكل (٥ – ٢٧) : أنواع المرونة وعلاقتها بأوقات النشاط الأربعة .

٥-١١-٢ حساب المرونة من وقت الحدث

بعد حساب الوقت المبكر والوقت المتأخر لكل حدث في المخطط نأتي إلى حساب المرونة من وقت الحدث، اعتماداً على المعادلات التالية :

١ – المرونة الكلية للنشاط (س – ص) = م ك $_{س-ص}$

= و ت $_{س}$ – و ب $_{س}$ = و ت $_{ص}$ – و ب $_{ص}$

= و ت $_{ص}$ – و ب $_{س}$ – زمن $_{س-ص}$.

$$TF_{\text{Activity ij}} = LT_j - ET_i - T_{ij} .$$

Ghaleb.Abbas@yahoo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٢ – المرونة الحرة للنشاط (س – ص) = م ح $_{س-ص}$

= و ب $_{ص}$ – و ب $_{س}$ – زمن النشاط $_{س-ص}$.

$$FF_{Activity\ ij} = ET_j - ET_i - T_{ij}.$$

٣ – المرونة المتداخلة للنشاط (س – ص) = م م $_{س-ص}$

= و ت $_{ص}$ – و ب $_{ص}$.

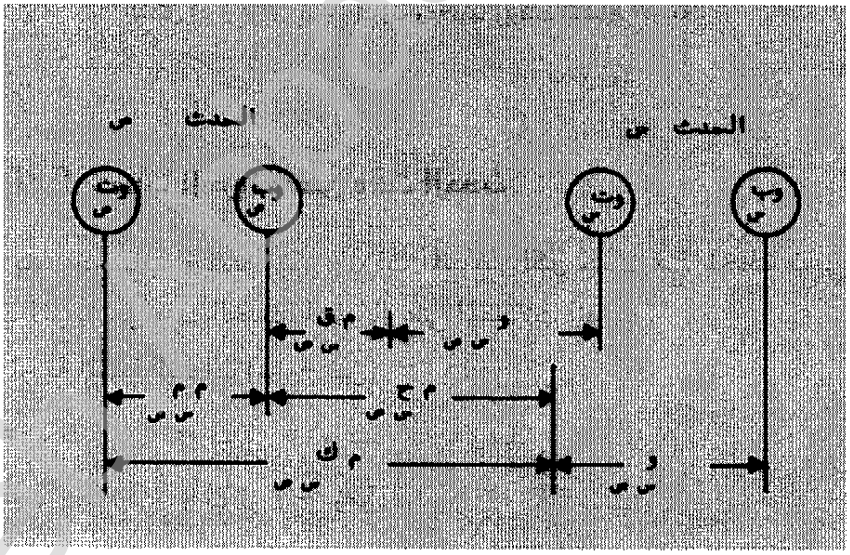
$$INTF_{Activity\ ij} = TF_{ij} - FF_{ij}.$$

٤ – المرونة المستقلة للنشاط (س – ص) = م ق $_{س-ص}$

= و ب $_{ص}$ – و ت $_{س}$ – زمن $_{س-ص}$.

$$INDF_{Activity\ ij} = ET_j - LT_i - T_{ij}.$$

الشكل (٥ – ٢٨) يبين العلاقة بين حدثي البداية والنهاية للنشاط (س – ص)، حيث يملك هذا النشاط الأنواع الأربعة من المرونة.



شكل (٥ – ٢٨) : العلاقة بين وقتي الحدث وأنواع المرونة .

Ghaleb_ms@pmpjo.com

مثال ٥ – ٧

أوجد أوقات المرونة الأربعة من وقت الحدث للمشروع في المثال (٥ – ٣) .

الحـــل

١ – المرونة للنشاط (١ – ٣) :

م ك ١-٣ = و ت ٣ – و ب ١ – زمن ١ _ ٣ = ٣ – صفر – ٣ = صفر.

م ح ١-٣ = و ب ٣ – و ب ١ – زمن ١ _ ٣ = ٣ – صفر – ٣ = صفر.

م م ١-٣ = و ت ٣ – و ب ٣ = ٣ – ٣ = صفر.

م ق ١-٣ = و ب ٣ – و ت ١ – زمن ١ _ ٣ = ٣ – صفر – ٣ = صفر.

المرونة للنشاط (٣ – ٥) :

م ك ٣ _ ٥ = و ت ٥ – و ب ٣ – زمن ٣ _ ٥ = ١٠ – ٣ – ٤ = ٣ .

م ح ٣ _ ٥ = و ب ٥ – و ب ٣ – زمن ٣ _ ٥ = ٧ – ٣ – ٤ = صفر .

م م ٣ _ ٥ = و ت ٥ – و ب ٥ = ١٠ – ٧ = ٣.

م ق ٣ _ ٥ = و ب ٥ – و ت ٣ – زمن ٣ _ ٥ = ٧ – ٣ – ٤ = صفر.

المرونة للنشاط (٣ – ٧) :

م ك ٣ _ ٧ = و ت ٧ – و ب ٣ – زمن ٣ _ ٧ = ١٠ – ٣ – ٧ = صفر.

م ح ٣ _ ٧ = و ب ٧ – و ب ٣ – زمن ٣ _ ٧ = ١٠ – ٣ – ٧ = صفر .

م م ٣ _ ٧ = و ت ٧ – و ب ٧ = ١٠ – ١٠ = صفر.

م ق ٣ _ ٧ = و ب ٧ – و ت ٣ – زمن ٣ _ ٧ = ١٠ – ٣ – ٧ = صفر.

المرونة للنشاط (٥ – ٩) :

م ك ٥-٩ = و ت ٩ – و ب ٥ – زمن ٥ _ ٩ = ١٢ – ٧ – ٢ = ٣ .

م ح ٥-٩ = و ب ٩ – و ب ٥ – زمن ٥ _ ٩ = ١٠ – ٧ – ٢ = ١ .

م م ٥-٩ = و ت ٩ – و ب ٩ = ١٢ – ١٠ = ٢.

م ق ٥-٩ = و ب ٩ – و ت ٥ – زمن ٥ _ ٩ = ١٠ – ١٠ – ٢ = صفر.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

المرونة للنشاط (٧ – ١١) :

م ك ٧ ـ ١١ = و ت ١١ – و ب ٧ – زمن ٧ ـ ١١ = ١٥ – ١٠ – ٥ = صفر.

م ح ٧ ـ ١١ = و ب ١١ – و ب ٧ – زمن ٧ ـ ١ = ١٥ – ١٠ – ٥ = صفر.

م م ٧ ـ ١١ = و ت ١١ – و ب١١ = ١٥ – ١٥ = صفر.

م ق ٧ ـ ١١ = و ب ١١ – و ت ٧ – زمن ٧ ـ ١١ = ١٥ – ١٠ – ٥ = صفر.

المرونة للنشاط (٩ – ١١) :

م ك ٩ ـ ١١ = و ت ١١ – و ب ٩ – زمن ٩ ـ ١١ = ١٥ – ١٠ – ٢ = ٣ .

م ح ٩ ـ ١١ = و ب ١١ – و ب ٩ – زمن ٩ ـ ١١ = ١٥ – ١٠ – ٢ = ٣.

م م ٩ ـ ١١ = و ت ١١ – و ب١١ = ١٥ – ١٥ = صفر.

م ق ٩ ـ ١١ = و ب ١١ – و ت ٩ – زمن ٩ ـ ١١ = ١٥ – ١٢ – ٢ = ١.

المرونة للنشاط (٩ – ١٣) :

م ك ٩ ـ ١٣ = و ت ١٣ – و ب ٩ – زمن ٩ ـ ١٣ = ١٨ – ١٠ – ٦ = ٢.

م ح ٩ ـ ١٣ = و ب ١٣ – و ب ٩ – زمن ٩ ـ ١٣ = ١٨ – ١٠ – ٦ = ٢.

م م ٩ ـ ١٣ = و ت ١٣ – و ب ١٣ = ١٨ – ١٨ = صفر.

م ق ٩ ـ ١٣ = و ب ١٣ – و ت ٩ – زمن ٩ ـ ١٣ = ١٨ – ١٢ – ٦= صفر.

المرونة للنشاط (١١ – ١٣) :

م ك ١١ـ ١٣ = و ت ١٣ – و ب ١١ – زمن ١١ ـ ١٣ = ١٨ – ١٥ – ٣ = صفر.

م ح ١١ـ ١٣= و ب ١٣ – و ب ١١ – زمن ١١ ـ ١٣ = ١٨ – ١٥ – ٣= صفر.

م م ١١ ـ ١٣ = و ت ١٣ – و ب ١٣ = ١٨– ١٨ = صفر.

م ق ١١ ـ١٣ = و ب ١٣ – و ت ١١ – زمن ١١ ـ ١٣ = ١٨ – ١٥ – ٣= صفر.

الجدول التالي يلخص النتائج التي حصلنا عليها من العمليات الحسابية السابقة :

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

جدول (٥ – ٩): حساب المرونة من وقت الحدث .

النشاط (س – ص)	زمن النشاط (يوم)	حـــدث		المرونـــــة			
		البداية	النهاية	م ك	م ح	م م	م ق
١ – ٣	٣	١	٣	صفر	صفر	صفر	صف
٣ – ٥	٤	٣	٥	٣	صفر	٣	صفر
٣ – ٧	٧	٣	٧	صفر	صفر	صفر	صفر
٥ – ٩	٢	٥	٩	٣	١	٢	صفر
٧ – ١١	٥	٧	١١	صفر	صفر	صفر	صفر
٩ – ١١	٢	٩	١١	٣	٣	صفر	١
٩ – ١٣	٦	٩	١٣	٢	٢	صفر	صفر
١١ – ١٣	٣	١١	١٣	صفر	صفر	صفر	صفر

٥ – ١٢ تحديد المسار الحرج

يعرف المسار الحرج بأنه أطول طريق أو مسار متصل في المخطط السهمي. تسمى النشاطات التي تقع على المسار الحرج بالنشاطات الحرجة وتسمى باقي النشاطات بالنشاطات غير الحرجة، وفي نفس الوقت فإن هذا المسار يحدد أقل وقت يمكن من خلاله إنجاز المشروع. إن التأخير في تنفيذ أي نشاط من النشاطات الحرجة قد يؤدي إلى تأخير تسليم المشروع. ومن المهم ملاحظة أن قيم المرونة الأربعة لجميع النشاطات التي تقع على المسار الحرج تساوي صفراً، كما ويمكن أن يكون للمشروع أكثر من مسار حرج واحد. يمكن إيجاد المسار الحرج للمشروع كما يلي :

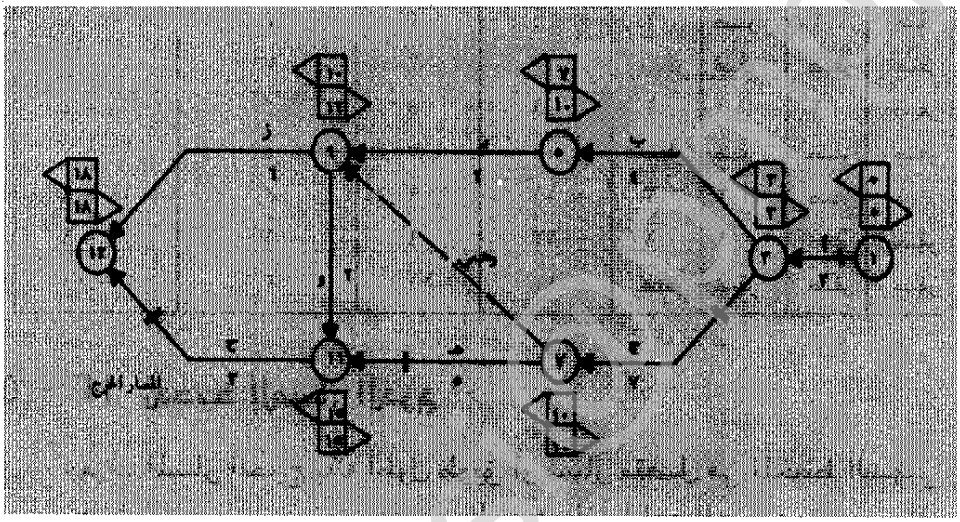
الطريقة الأولى – من خلال المخطط

من المخطط السهمي للمشروع نقوم بتحديد جميع المسارات التي يمكن من خلالها الوصول من بداية المشروع إلى نهايته، بعد ذلك نقوم بحساب الزمن اللازم لإنجاز كل من المسارات التي قمنا بتحديدها، فيكون المسار الحرج هو المسار الذي يحتاج إلى أطول وقت لإنجازه . هذه الطريقة يمكن تطبيقها في المخططات التي تحتوي على عدد صغير من النشاطات ، حيث يزداد عدد المسارات في المخططات الكبيرة .

Ghaleb Abbasi@pmpjo.com

مثال ٥ – ٨

الشكل التالي (٥ – ٢٩) يمثل المخطط السهمي للمشروع الذي سبق وتحدثنا عنه في الأمثلة السابقة، والمطلوب تحديد المسار أو المسارات الحرجة لهذه الشبكة.



شكل (٥ – ٢٩) : المخطط السهمي للمشروع .

الحـــل

فيما يلي جميع المسارات المحتملة في المشروع والوقت اللازم لإكمالها بالأيام :

١ – المسار (أ، ب، د، ز) = ٣ + ٤ + ٢ + ٦ = ١٥.

٢ – المسار (أ، ب، د، و، ح) = ٣ + ٤ + ٢ + ٢ + ٤ = ١٤.

٣ – المسار (أ، ج، هـ، ح) = ٣ + ٧ + ٥ + ٣ = ١٨.

٤ – المسار (أ ، ج، وهمي، ز) = ٣ + ٧ + ٦ = ١٦.

٥ – المسار (أ، ج، وهمي، و، ح) = ٣ + ٧ + ٢ + ٣ = ١٥.

المسار الحرج هو أطول مسار من هذه المسارات المحتملة، أي أن المسار (أ، ج، هـ، ح) هو المسار الحرج للمشروع ويستغرق ١٨ يوماً لإنجازه.

Ghaleb Abbas Omio.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الطريقة الثانية – باستخدام أوقات النشاط الأربعة في المخطط :

يتكون المسار الحرج من النشاطات المتصلة التي تفي بالشروط التالية لكل نشاط:

١ – وقت البداية المبكر = وقت البداية المتأخر.

٢ – وقت النهاية المبكر = وقت النهاية المتأخر.

٣ – وقت النهاية المبكر – وقت البداية المبكر .

= وقت النهاية المتأخر – وقت البداية المتأخر = زمن النشاط .

بالنظر إلى الشكل (٥ – ٢٩) نجد أن المسار الذي يحقق الشروط أعلاه هو نفس المسار السابق (أ، ج، هـ، ح).

الطريقة الثالثة – باستخدام أوقات النشاط من الجدول :

تتميز النشاطات المكونة للمسار الحرج بأن قيم المرونة لها تساوي صفرا، بناءً عليه وبعد حساب قيم المرونة لكل من النشاطات المكونة للمشروع، فإن أي نشاط تكون جميع قيم المرونة له مساوية للصفر، يكون نشاطاً حرجاً ، وعليه فإن سلسلة النشاطات التي تربط حدث بداية المشروع مع حدث نهايته وليس لها مرونة تكون المسار الحرج .

مثال ٥ – ٩

الجدول (٥ – ٩) يمثل قائمة النشاطات والحسابات للمشروع الذي تناولناه في الأمثلة السابقة والمطلوب تحديد المسار الحرج للمشروع من خلال هذا الجدول.

الحـــل

كما هو واضح من الجدول، فإن قيم المرونة للنشاطات (١ – ٣) و (٣ –٧) و (٧ – ١١) و (١١ – ١٣) تساوي صفراً، وعليه فإن هذه النشاطات حرجة، والمسار المكون منها وهو المسار (١ – ٣ – ٧ – ١١ – ١٣)، هو المسار الحرج الوحيد في المشروع وطول هذا المسار يساوي مجموع أزمنة النشاطات المكونة له ويساوي ١٨ يوماً (٣ + ٧ + ٥ + ٣ = ١٨).

Ghaleb Abbas@pmp.com

الطريقة الرابعة – باستخدام أوقات الحدث من الجدول :

يتكون المسار الحرج من النشاطات المتصلة التي تفي بالشروط التالية :

١ – عند حدث بداية النشاط الوقت المبكر = الوقت المتأخر.

٢ – عند حدث نهاية النشاط الوقت المبكر = الوقت المتأخر.

٣ – الفرق بين وقتي حدث النهاية والبداية = وقت النشاط .

حالة دراسية

شركة أردنية متخصصة في إنتاج الأجهزة المنزلية بأنواعها تنوي طرح منتج جديد في الأسواق في كانون ثاني من عام ٢٠٠٠ وسوف يلزم النشاطات التحضيرية التالية قبل طرح هذا المنتج حيث الجدول (٥ – ١٠) يبين هذه النشاطات والعلاقة فيما بينها والمطلوب :

١ – رسم المخطط السهمي للمشروع وترقيمه.

٢ – حساب أوقات النشاطات الأربعة.

٣ – حساب المرونة بأنواعها الأربعة للنشاطات.

٤ – تحديد المسار الحرج للمشروع.

٥ – متى يجب أن تبدأ الشركة التحضير لطرح إنتاجها في السوق ؟

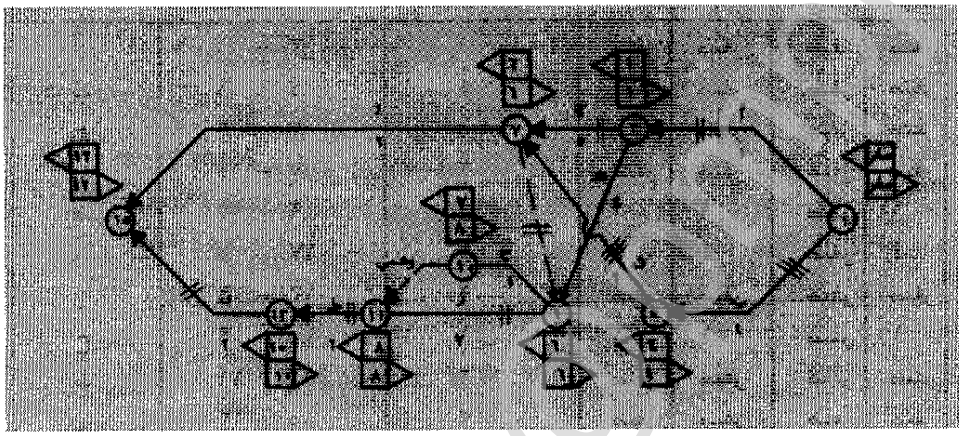
جدول (٥ – ١٠) : قائمة النشاطات لمشروع الأجهزة المنزلية .

رمز النشاط	وصف النشاط	الزمن (شهر)	النشاطات السابقة
أ	دراسة الإمكانات الفنية لتصنيع منتج جديد	١	–
ب	البدء بإجراء الجدوى الاقتصادية للمنتج الجديد	٤	–
ج	تقديم التقرير الفني للإدارة	٥	أ
د	تقديم تقرير بنتائج الجدوى الاقتصادية إلى الإدارة	٢	ب
هـ	وضع تصميم ومواصفات المنتج الجديد	٤	أ
و	القيام بحملة إعلانية للترويج للمنتج الجديد قبل طرحه	٢	ج، د
ز	التحضير لتصنيع المنتج الجديد	٢	ج، د، هـ
ح	الإنتاج التجريبي والبدء بتخزين وتسويق المنتج الجديد	١	ج، د، هـ
ط	فترة إنتاج تجريبي	٢	ز، ح
ي	حملة مكثفة قبل طرح الإنتاج الجديد في الأسواق	٢	ط

Ghaleb.Abbasiompio.com

الحـل

أولاً – الشكل التالي (٥ – ٣٠) يمثل المخطط السهمي للمشروع مرقماً بالأرقام الفردية.



شكل (٥ – ٣٠) : المخطط السهمي للمشروع .

ثانياً – الجدول التالي (٥ – ١١) يلخص نتائج الحسابات المتعلقة بالأوقات الأربعة للنشاطات:

جدول (٥ – ١١) : الأوقات الأربعة للنشاطات

النشاط	رقم النشاط	الزمن (شهر)	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة	
			و ب ب	و ن ب	و ب ت	و ن ت
أ	١ – ٣	١	صفر	١	صفر	١
ب	١ – ٥	٤	صفر	٤	صفر	٤
ج	٣ – ٧	٥	١	٦	١	٦
د	٥ – ٧	٢	٤	٦	٤	٦
هـ	٣ – ٩	٤	١	٥	٢	٦
و	٧ – ١٥	٢	٦	٨	٦	٨
ز	٩ – ١١	٢	٦	٨	١٠	١٢
ح	٩ – ١٠	١	٦	٧	٧	٨
ط	١١ – ١٣	٢	٨	١٠	٨	١٠
ي	١٣ – ١٥	٢	١٠	١٢	١٠	١٢

Ghaleb Abbasi

ثالثاً – الجدول التالي (٥ – ١٢) يلخص نتائج الحسابات المتعلقة بالمرونة للنشاطات :

جدول (٥ – ١٢) : حسابات المرونة للنشاطات

النشاط	رقم النشاط	زمن النشاط (بالأشهر)	المرونة			
			م ك	م ح	م م	م ق
أ	١ – ٣	١	صفر	صفر	صفر	صفر
ب	١ – ٥	٤	صفر	صفر	صفر	صفر
ج	٣ – ٧	٥	صفر	صفر	صفر	صفر
د	٥ – ٧	٢	صفر	صفر	صفر	صفر
هـ	٣ – ٩	٤	١	١	صفر	١
و	٧ – ١٧	٢	٤	٤	صفر	٤
ز	٩ – ١٣	٢	صفر	صفر	صفر	صفر
ح	٩ – ١٠	١	١	١	صفر	١
ط	١١ – ١٣	٢	صفر	صفر	صفر	صفر
ي	١٣ – ١٥	٢	صفر	صفر	صفر	صفر

من الجداول (٥ – ١٢) نلاحظ ان جميع النشاطات حرجة عدا النشاطات (هـ) و (و) و (ح) حيث يمكن تأخيرها بمقدار المرونة المبينة دون أن تؤخر نهاية المشروع .

رابعاً – بالاستعانة بالجدول (٥ – ١٢) نستنتج وجود مسارين حرجين وهما المسار (أ، ج، وهمي، ز، ط، ي) ويمكن التعبير عنه بأرقام الأحداث بالمسار (١ – ٣ – ٧ – ٩ – ١١ – ١٣ – ١٥) والمسار الثاني هو المسار (ب، د، وهمي، ز، ط، ي) كما ويمكن التعبير عنه بأرقام الأحداث بالمسار (١ – ٥ – ٧ – ٩ – ١١ – ١٣ – ١٥) وطول كلٍ منهما ١٢ شهراً .

خامساً – مما سبق نستخلص أن الشركة يجب أن تبدأ التحضير لطرح إنتاجها في السوق ببداية شهر كانون ثاني من عام ١٩٩٩، أي قبل اثنا عشر شهراً من طرح المنتج الجديد في بداية شهر كانون ثاني من عام ٢٠٠٠ .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

تمارين

٥ – ١ ارسم المخطط السهمي للأجزاء المختلفة للمخططات التالية والتي يمكن وصفها بما يلي :

١– النشاط (ج) والنشاط (د) يعتمدان على كل من النشاطين (أ) و (ب).

٢– النشاط (ج) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب) والنشاط (د) يعتمد على النشاط (ب).

٣– النشاط (ج) يعتمد على النشاط (أ) والنشاط (د) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب).

٤– النشاط (د) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ج) والنشاط (هـ) يعتمد على كل من النشاطين (ب) و (ج).

٥– النشاط (د) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ج) والنشاط (هـ) يعتمد على كل من النشاطين (ب) و (ج) والنشاط (و) يعتمد على النشاط (ج).

٦– النشاط (د) يعتمد على النشاط (أ) والنشاط (هـ) يعتمد على النشاط (ب) والنشاط (و) يعتمد على كل من النشاطات (أ) و (ب) و (ج).

٧– النشاط (د) يعتمد على النشاط (أ) والنشاط (هـ) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ب) والنشاط (و) يعتمد على كل من النشاطين (ب) و (ج).

٨ – النشاط (د) يعتمد على النشاط (أ) والنشاط (هـ) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ب) والنشاط (و) يعتمد على كل من النشاطات (أ) و (ب) و (ج).

Ghaleb Abassi@hotmail.com

٥ – ٢ الجداول التالية تمثل قائمة النشاطات لمشاريع مختلفة والمطلوب رسم المخطط السهمي الذي يمثل هذه المشاريع مع ترقيم النشاطات .

الجدول (أ)

النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة
أ	٤	–
ب	٣	–
ج	٥	أ
د	٦	ب
هـ	٨	ج
و	٣	د
ز	٤	و

الجدول (ب)

النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة
أ	٣	–
ب	٢	أ
ج	٧	أ
د	٣	ب
هـ	٥	أ
و	٥	د
ز	٦	هـ
ح	١٢	–

الجدول (جـ)

النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة
أ	٧	–
ب	١٢	–
ج	٥	–
د	٤	أ
هـ	٩	ب
و	٦	أ
ز	١٠	أ، ج
ح	٥	ب، و
ط	٨	ز
ي	١١	و
ك	١٠	د

الجدول (د)

النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة
أ	١٩	–
ب	٢٦	–
ج	٢٢	أ
د	٣١	ج
هـ	٢٣	أ، ب
و	١٤	–
ز	١٨	و
ح	٣٢	ب
ط	١٩	ز
ي	١٣	ب، ط
ك	١٥	ج، ي
ل	١٢	د، ك
م	١٦	هـ، ح، ل
ن	٣٥	ز
س	٢٧	–
ع	٢٨	س
ف	٢٨	ع

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

٥ – ٣ فيما يلي وصف لعلاقة مجموعة من النشاطات التي تمثل مشروعاً ما والمطلوب رسم المخطط السهمي الذي يمثل هذا المشروع وترقيمه :

١ – يتكون المشروع من ١٥ نشاطاً .
٢ – يبدأ المشروع بالنشاطات (أ) و (ب) و (ج).
٣ – ينتهي المشروع بالنشاطات (ل) و (م) و (س).
٤ – يعتمد النشاط (د) على النشاط (أ).
٥ – يعتمد كل من النشاطين (هـ) و (و) على النشاط (ب).
٦ – يعتمد كل من النشاطين (ز) و (ح) على النشاط (ج).
٧ – يعتمد كل من النشاطين (ط) و (ي) على كل من النشاطين (د) و (هـ).
٨ – يعتمد النشاط (ك) على النشاط (ز).
٩ – يعتمد النشاط (ل) على كل من النشاطين (و) و (ط).
١٠ – يعتمد كل من النشاطين (م) و (ن) على كل من النشاطات (و) و (ز) و (ح) و (ي).
١١ – يعتمد النشاط (س) على كل من النشاطين (ك) و (ن).

٥ – ٤ يتكون مشروع من ٢٠ نشاطاً تربطها العلاقات التالية :

١ – يبدأ المشروع بالنشاطات (أ) و (ب) و (ج).
٢ – يعتمد النشاط (د) على النشاط (أ).
٣ – يعتمد على النشاط (ب) كل من النشاطين (هـ) و (و).
٤ – يعتمد النشاط (ز) على النشاط (ج).
٥ – يعتمد على النشاطين (د) و (هـ) كل من النشاطات (ح) و (ط) و (ي).
٦ – يعتمد النشاط (ي) على كل من النشاطات (ج) و (د) و (هـ) و (و).
٧ – يعتمد النشاط (ك) على النشاط (ز).
٨ – يعتمد النشاط (ل) على النشاط (ي).
٩ – يعتمد النشاط (م) على النشاط (ط).
١٠ – يعتمد النشاط (ن) على كل من النشاطين (ك) و (ل).
١١ – يعتمد النشاط (س) على النشاط (م).
١٢ – يعتمد النشاط (ع) على النشاط (ن).
١٣ – يعتمد النشاط (ف) على كل من النشاطين (ن) و (س).

Ghaleb.Abbas@ammjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١٤ – يعتمد النشاط (ص) على النشاط (ح).
١٥ – يعتمد النشاط (ش) على النشاط (ف).
١٦ – يعتمد النشاط (غ) على النشاط (ع).
١٧ – ينتهي المشروع بانتهاء النشاطات (ص) و (ش) و (غ).

والمطلوب رسم المخطط السهمي الذي يمثل المشروع مع الترقيم الزوجي.

٥ – ٥ إذا كانت أوقات النشاطات في التمرين (٥ – ٤) كما يلي :

النشاط	زمن النشاط (يوم)
أ	٥
ب	٧
ج	١٢
د	٦
هـ	٣
و	٨
ز	٧
ح	١٥
ط	٦
ي	٤

النشاط	زمن النشاط (يوم)
س	٥
ع	٢
ف	٣
ص	٩
ش	٧
غ	٦
ك	٩
ل	٦
م	٤
ن	٣

المطلوب :
١ – حساب أوقات النشاط الأربعة.
٢ – حساب أوقات المرونة الأربعة.
٣ – تحديد المسار الحرج .

٥ – ٦ بعد أن قمت بتمثيل المخطط السهمي للتمرين (٥ – ٢– أ) المطلوب إيجاد ما يلي :
١ – أوقات النشاط الأربعة باستخدام المخطط السهمي.
٢ – تحديد المسار الحرج.
٣ – تحديد النشاطات الحرجة وغير الحرجة.
٤ – مخطط جانت.
٥ – رسم المخطط السهمي ذي القياس الزمني .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

٥ – ٧ بعد أن قمت بتمثيل المخطط السهمي للتمرين (٥ – ٢ – ب) المطلوب إيجاد ما يلي :

١ – أوقات النشاط الأربعة باستخدام المخطط السهمي.
٢ – أوقات النشاط الأربعة باستخدام الجدول.
٣ – المسار الحرج بالطريقتين السابقتين، هل حصلت على نفس المسار الحرج في الحالتين ؟

٥ – ٨ بعد أن قمت بتمثيل المخطط السهمي للتمرين (٥ – ٢ – جـ) المطلوب إيجاد ما يلي :

١ – أوقات النشاط الأربعة باستخدام الجدول.
٢ – أوقات المرونة الأربعة باستخدام الجدول.
٣ – المسار الحرج للمشروع.

٥ – ٩ بعد أن قمت بتمثيل المخطط السهمي للتمارين (٥ – ٢ – د) المطلوب إيجاد ما يلي :

١ – أوقات النشاط الأربعة باستخدام المخطط السهمي.
٢ – تلخيص بيانات المشروع في شكل جدول.
٣ – مخطط جانت.

٥ – ١٠ عودة إلى التمرين (٥ – ٦) ، المطلوب ما يلي باستخدام طريقة الجدول :

١ – حساب أوقات النشاط الأربعة .
٢ – حساب أوقات المرونة الأربعة .
٣ – تحديد المسار الحرج.
هل حصلت على نفس الإجابات كما في التمرين (٥ – ٦) ؟

أهم المراجع :
الأرقام التالية ٩، ٢٢، ٢٦، ٢٨، ٣٣، ٣٩ في قائمة المراجع .

Ghaleb Abbasi@mpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل السادس
طريقة المخطط التصدُّري

٦ - ١ مقدمة

إن بعض الأسماء المترادفة لهذا الأسلوب هي طريقة المخطط التصدُّري أو طريقة المخطط ذو الأسبقية (Prcedence Digramming Method - PDM) أو طريقة مخطط العقدة أو الخانة (Activity on Node - AON) وفي سياق هذا الكتاب سنستخدم التسمية طريقة المخطط التصدُّري للدلالة على هذا النوع من المخططات.

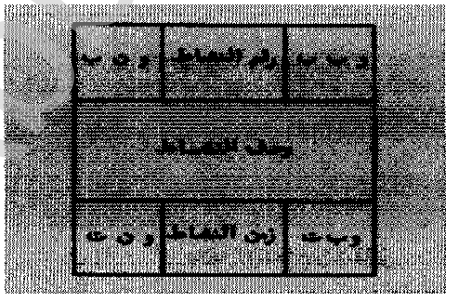
في أواخر الخمسينات من القرن الحالي (١٩٥٧ – ١٩٥٨) ظهرت طريقة المخطط السهمي أو ما سمي بطريقة المسار الحرج كما وظهرت طريقة تقييم ومراجعة البرنامج كأسلوبين لإدارة المشاريع واعتمدت هاتين الطريقتين في تمثيل المشروع على أسلوب النشاط على السهم (Activity on Arrow - AOA) . واجهت طريقة النشاط على السهم بعض الصعوبات وخصوصاً فيما يتعلق بتمثيل النشاطات حيث أن الإستخدام الخاطيء للنشاطات الوهمية في المخطط قد يؤدي إلى تمثيل خاطيء للعلاقة بين النشاطات. فمن الممكن أن يؤدي الإستخدام الخاطيء للنشاط الوهمي إلى اعتماد نشاط ما على نشاط آخر دونما حاجة ، أو جعل نشاط غير حرج نشاطاً حرجاً أو العكس ، كما أن النشاطات الوهمية قد تزيد من تعقيد المخطط والحسابات المتعلقة بها .

Ghaleb.Abbas@pmp.com

جاء ظهور طريقة المخطط التصدري على يد جون فوندال (John Fondahl) عام ١٩٦١ كحل للمشاكل المتعلقة بالنشاطات الوهمية حيث تميزت هذه الطريقة بعدم الحاجة إلى النشاطات الوهمية [١٤، ٢٦] وقدرتها على إبراز التداخل بين النشاطات بطريقة أفضل كما سنبين في الفصل القادم . وتختلف طريقة رسم المخطط التصدري عن المخطط السهمي حيث يتم تمثيل النشاط باستخدام عقدة أو خانة (Node) – قد تكون دائرة أو مربع مثلاً – وتحتوي على المعلومات المتعلقة بالنشاط ، كأسم النشاط ورمزه والأوقات المبكرة والمتأخرة ، وتمثل الوصلات (Links) التي تربط بين هذه النشاطات بخطوط (Lines)، بينما في المخطط السهمي يمثل النشاط فيها بسهم بين حدث بداية النشاط وحدث نهاية النشاط وتظهر العلاقة بين هذه النشاطات في الحالتين من خلال ترتيبها في المخطط .

٦ - ٢ العلاقة المنطقية

كما ذكرنا يمثل النشاط في طريقة المخطط التصدري بعقدة أو خانة وسوف نستخدم المربع للدلالة على ذلك حيث يعرف النشاط بالإسم أو الرمز أو الرقم وتوضع معلومات النشاط داخل المربع ومنها : رقم النشاط وإسم النشاط أو رمزه وزمن النشاط ووقت البداية المبكر (و ب ب) ووقت البداية المتأخر (و ب ت) ووقت النهاية المبكر (و ن ب) ووقت النهاية المتأخر (و ن ت)، كما هو مبين في الشكل (٦ – ١).

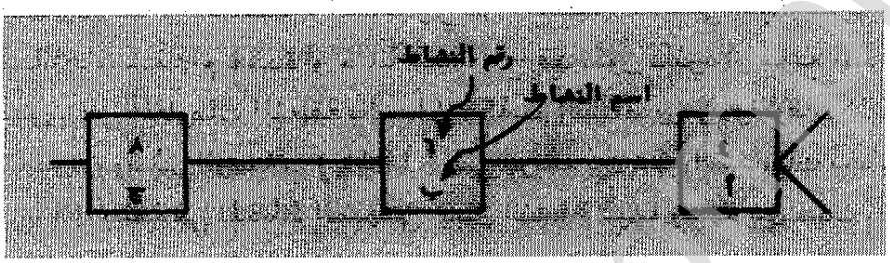


شكل (٦ – ١) : طريقة تمثيل النشاط في المخطط التصدري.

علاقة النشاطات التي تعتمد على بعضها تبين باستخدام خطوط الاتصال أو الوصلات (Links)، ولا داعي لاستخدام الأسهم كما في المخطط السهمي للتمييز ما بين النشاطات الداخلة على الحدث والنشاطات المنبثقة عنه . تنطبق قواعد

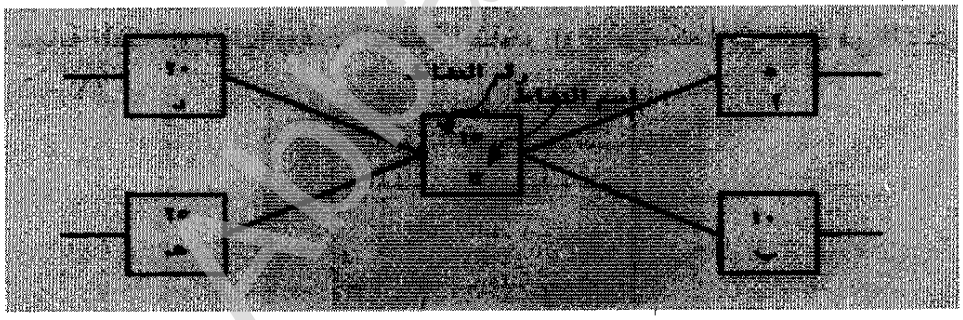
Ghaleb.Abbas@gmail.com

الرسم والترقيم المستخدمة في طريقة المخطط السهمي على طريقة المخطط التصدري من ناحية المحافظة على نظام ترقيم خلال المخطط بحيث يكون النشاط الذي يحمل رقماً أكبر معتمداً على ما قبله ، مع أن طول الخط أو شكله ليس ذو تأثير . الشكل (٦ – ٢) يوضح مخطط مكون من ثلاث نشاطات (أ) و (ب) و (ج).



شكل (٦ – ٢) : النشاط (ب) يعتمد على النشاط (أ) والنشاط (ج) يعتمد على النشاط (ب) .

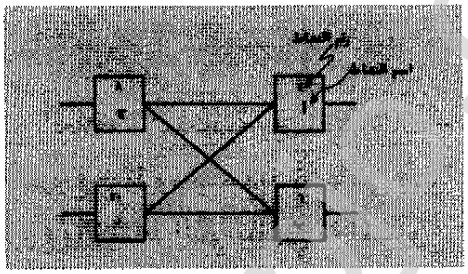
النشاطات التي لا تربط بينها خطوط لا تعتمد على بعضها ، ففي الشكل (٦ – ٣) النشاط (ب) لا يعتمد على النشاط (أ) والنشاط (ج) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب) – علاقة إندماج (Merge) – والنشاطين (د) و (هـ) يعتمدان على النشاط (ج) – علاقة إنفلاق (Burst) – كما أن (د) و (هـ) لا يعتمدان على بعضهما.



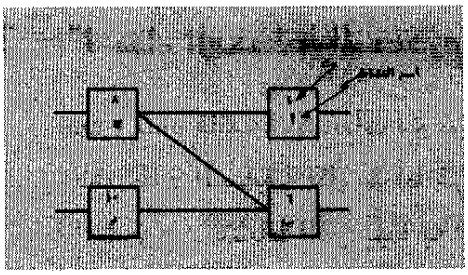
شكل (٦ – ٣): علاقة الإندماج والإنفلاق .

الشكل (٦ – ٤) يمثل علاقة تقاطع (Cross) حيث النشاط (ج) يعتمد على كل من النشاطين (أ) و (ب) والنشاط (د) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب) . بينما في الشكل (٦ – ٥) النشاط (ج) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب) ، بينما يعتمد النشاط (د) على النشاط (ب) فقط .

Ghaleb.Abbas@gmail.com

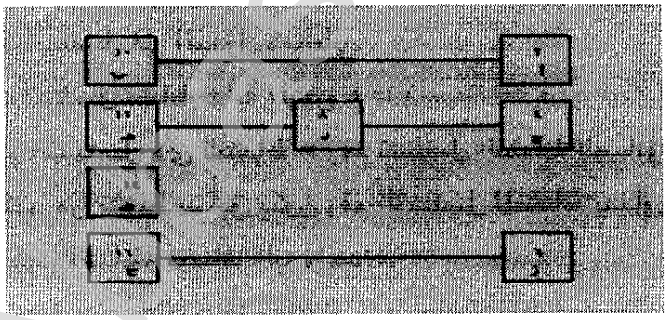


شكل (٦ – ٤) : علاقة تقاطع .

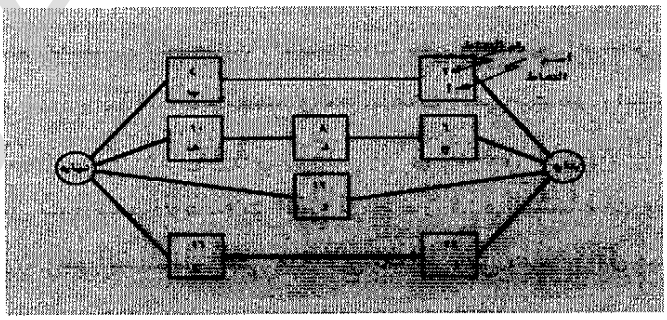


شكل (٦ – ٥) .

كما في المخطط السهمي فإن للمخطط التصدري عادة بداية واحدة ونهاية واحدة ، الشكل (٦ – ٦) يبين تمثيل خاطيء لمشروع يتكون من ثمانية نشاطات هي: (أ) و (ب) و (ج) و (د) و (هـ) و (و) و (ز) و (ح) ، حيث يعتمد النشاط (ب) على النشاط (أ) ويعتمد النشاط (د) على النشاط (ج) ويعتمد النشاط (هـ) على النشاط (د). النشاط (و) لا يعتمد على أي نشاط ولا يعتمد عليه أية نشاط . يعتمد النشاط (ح) على النشاط (ز) والنشاطات (أ) و (ج) و (و) و (ز) لا تعتمد على أي نشاط آخر. الشكل (٦–٧) يوضح التمثيل الصحيح للمشروع وذلك بعد إضافة نقطة بداية ونقطة نهاية للمشروع .



شكل (٦ – ٦) : تمثيل خاطيء .



شكل (٦ – ٧) : تمثيل صحيح للمخطط. .

Ghaleb Assiom.com

٦ - ٣ بناء المخطط التصدري

بعد إعداد قائمة النشاطات مع توضيح العلاقة الإعتمادية بين النشاطات – بيان النشاطات السابقة لكل نشاط في المشروع – نقوم بتحديد نشاطي بداية ونهاية المشروع ؛ النشاط الذي يبدأ به المشروع والنشاط الذي ينتهي به المشروع. في حالة وجود أكثر من نشاط بداية أو أكثر من نشاط نهاية للمشروع ، نقوم بإضافة دائرة لتمثيل بداية المشروع أو نهاية المشروع ثم نقوم بإعادة ترتيب قائمة النشاطات بحيث تكون دائرة البداية للمشروع في رأس القائمة ودائرة نهاية المشروع في آخرها ، ثم نرتب باقي النشاطات حسب أرقامها أو تسلسل رموزها أو أي ترتيب آخر مناسب .

بعد ذلك نقوم بإعداد جدول يوضح تسلسل الخطوات حيث نعطي نشاط البداية رقم تسلسل (١) ونعطي كل حدث يعتمد على نشاط البداية رقم تسلسل (٢) ، بعد ذلك نعطي كل نشاط رقم تسلسل يساوي أكبر رقم تسلسل للنشاطات التي يعتمد عليها مضافاً إليه واحداً وهكذا ... حتى نصل إلى نشاط النهاية الذي يحمل أعلى رقم تسلسل في الجدول كما يلي:

١ – رقم تسلسل نشاط بداية المشروع = ١ .

٢ – رقم التسلسل لأي للنشاط = رقم تسلسل النشاط السابق + ١ . وفي حالة وجود أكثر من نشاط سابق يكون رقم التسلسل للنشاط يساوي أعظم رقم تسلسل للنشاطات السابقة مضافاً إليه واحداً .

نبدأ عملية رسم المخطط التصدري برسم محور أفقي في أعلى أو أسفل الصفحة ليمثل تسلسل إعتمادية النشاطات على بعضها البعض ونضع عليه الأرقام (١) و (٢) و (٣) ...ثم نضع والنشاطات التي تحمل رقم تسلسل (٢) تحت الرقم (٢) على المحور الأفقي وهكذا حتى تنتهي جميع النشاطات في المشروع ، ومن ثم نرسم الوصلات التي تربط بين هذه النشاطات ونستمر مع مراعاة أن يكون رقم التسلسل أعلى منه لأي نشاط على يمينه وأقل منه لأي نشاط على يساره .

Ghaleb.Abbas@gmail.com

مثال ٦ – ١

الجدول التالي (٦ – ١) يمثل قائمة النشاطات للمشروع في المثال (٥ – ٢) فإذا علمت أن النشاطين (ح) و (ي) هما آخر نشاطين في المشروع فالمطلوب رسم المخطط التصدري الذي يمثل هذا المشروع .

جدول (٦ – ١) : قائمة نشاطات المشروع .

اسم النشاط	الزمن (أسبوع)	النشاطات السابقة
البداية	–	–
أ	١٠	البداية
ب	٥	البداية
ج	٨	ب
د	٤	أ ، ب
هـ	١٢	ب
و	١٤	ج ، د
ز	٦	هـ
ح	٧	و ، ز
ط	٤	ز
ي	٨	ط
النهاية	–	ح، ي

الحـل

بما أن المشروع يبدأ بالنشاطين (أ) و (ب) وينتهي بالنشاطين (ح) و (ي) نضيف نقطة بداية ونقطة نهاية لقائمة النشاطات ونرتب بقية النشاطات كما هو موضح في الجدول (٦ – ١) . فيما يلي خطوات توزيع الأرقام التسلسلية على نشاطات المشروع :

١ – نعطي بداية المشروع رقم تسلسل = ١ .

٢ – النشاط (أ) يعتمد على بداية المشروع فيكون رقم التسلسل للنشاط (أ) = ١ + ١ = ٢ .

٣ – النشاط (ب) يعتمد على بداية المشروع فيكون رقم التسلسل للنشاط (ب) = ١ + ١ = ٢ .

٤ – النشاط (ج) يعتمد على النشاط (ب) فيكون رقم التسلسل للنشاط (ج) = ٢ + ١ = ٣ .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

٥ – النشاط (د) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب) فيكون رقم التسلسل للنشاط (د) = [أعظم رقم التسلسل للنشاطات (أ) و (ب)] + ١ = ٢ + ١ = ٣ .

٦ – النشاط (هـ) يعتمد على النشاط (ب) فيكون رقم التسلسل للنشاط (هـ) = ٢ + ١ = ٣ .

٧ – النشاط (و) يعتمد على النشاطين (ج) و (د) فيكون رقم التسلسل للنشاط (د) = [أعظم رقم التسلسل للنشاطات (ج) و (د)] + ١ = ٤ .

٨ – النشاط (ز) يعتمد على النشاط (هـ) فيكون رقم التسلسل للنشاط (ز) = ٣ + ١ = ٤ .

٩ – النشاط (ح) يعتمد على النشاطين (و) و (ز) فيكون رقم التسلسل للنشاط (ح) = [أعظم رقم التسلسل للنشاطات (و) و (ز)] + ١ = ٥ .

١٠– النشاط (ط) يعتمد على النشاط (ز) فيكون رقم التسلسل للنشاط (ط) = ٤ + ١ = ٥ .

١١– النشاط (ي) يعتمد على النشاط (ط) فيكون رقم التسلسل للنشاط (ي) = ٥ + ١ = ٦ .

١٢– نهاية المشروع تعتمد على النشاطين (ح) و (ي) فيكون رقم التسلسل لنهاية المشروع = [أعظم رقم التسلسل للنشاطات (ح) و (ي)] + ١ = ٦ + ١ = ٧.

الجدول (٦ – ٢) يلخص النتائج التي حصلنا عليها من الحسابات السابقة .

جدول (٦ – ٢) : جدول ترتيب النشاطات .

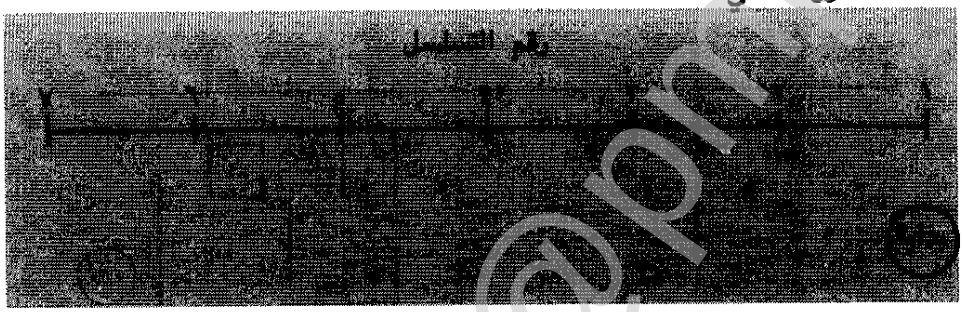
اسم النشاط	النشاطات السابقة	رقم التسلسل
البداية	–	١
أ	البداية	٢
ب	البداية	٢
ج	ب	٣
د	أ، ب	٣
هـ	ب	٣
و	ج، د	٤
ز	هـ	٤
ح	و، ز	٥
ط	ز	٥
ي	ط	٦
النهاية	ح ، ي	٧

Ghaleb.Abbas@mnjo.com

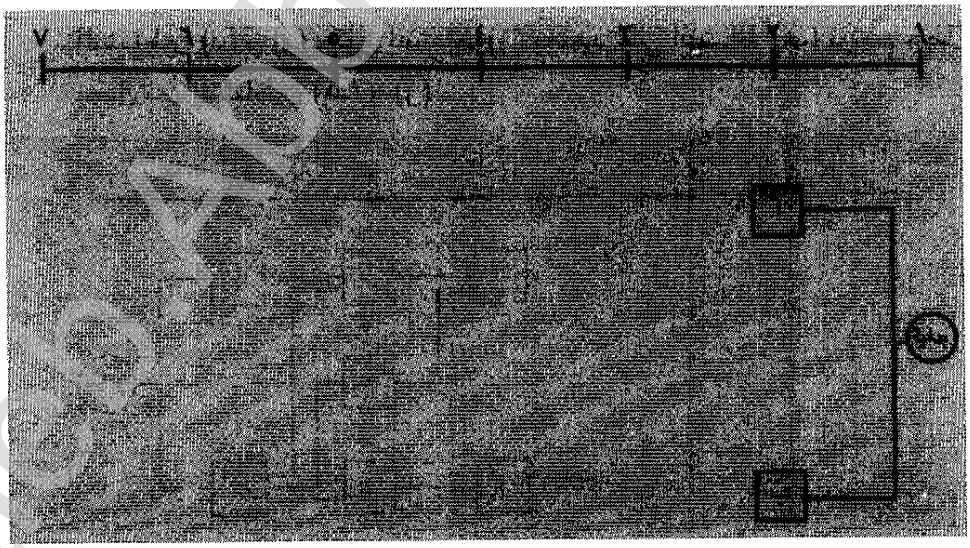
الخطوات اللازمة لتمثيل المخطط التصدري للمثال (٦ - ١) هي كما يلي :

١ - نرسم المحور في أعلى أو أسفل ورقة الرسم والذي يمثل رقم التسلسل للنشاطات من الرقم (١) إلى الرقم (٧) حيث الرقم ١ في أقصى اليمين والرقم ٧ في أقصى اليسار .

٢ - نبدأ برسم بداية المشروع والتي تحمل رقم التسلسل (١) تحت الرقم ١ على المحور الأفقي .



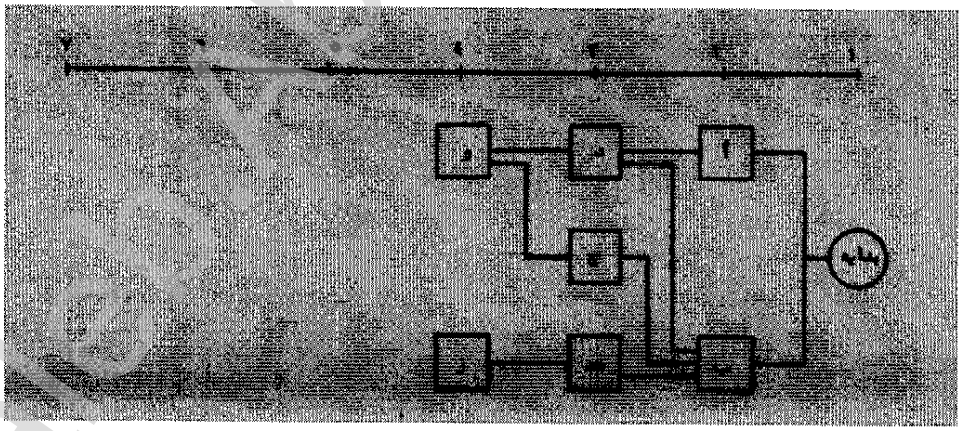
٣ - نرسم النشاطات التي تحمل رقم التسلسل (٢) وهما النشاطان (أ) و (ب) تحت الرقم (٢) على المحور الأفقي وكلاهما يعتمدان على بداية المشروع ثم نرسم خطاً يصل ما بين النشاط (أ) وبداية المشروع وآخر يصل ما بين النشاط (ب) وبداية المشروع .



Ghaleb Khasawneh@pmp.com

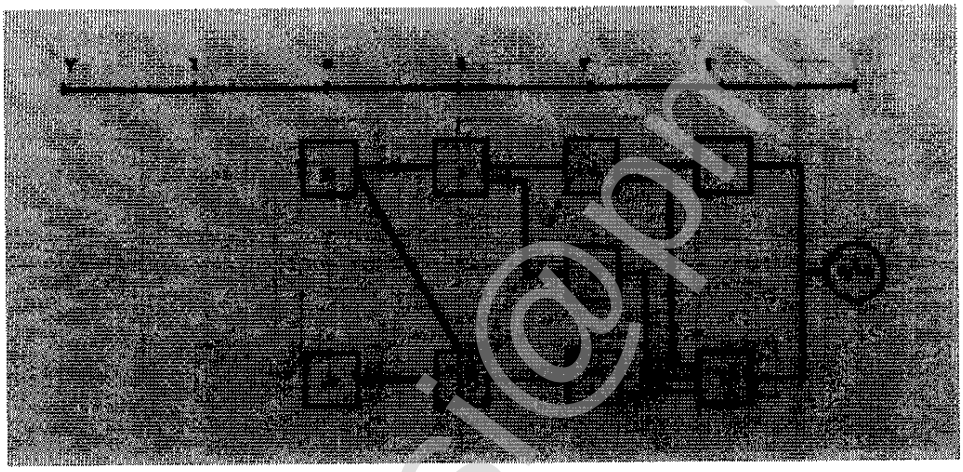
٤ – نرسم النشاطات التي تحمل رقم التسلسل (٣) وهي النشاطات (ج) و (د) و (هـ) تحت الرقم (٣) على المحور الأفقي، بما أن النشاطين (ج) و (هـ) يعتمدان على النشاط (ب) نرسم خطاً يصل ما بين النشاطين (ب) و (ج) وخطاً آخر يصل ما بين النشاطين (ب) و (هـ) . وبما أن النشاط (د) يعتمد على النشاطين (أ) و (ب) نرسم خطين ما بين النشاط (د) وكل من النشاطين (أ) و (ب) .

٥ – نرسم النشاطات التي تحمل رقم التسلسل (٤) وهي النشاطات (و) و (ز) تحت الرقم (٤) على المحور. بما أن النشاط (و) يعتمد على النشاطين (ج) و (د) نرسم خطين يصل الأول ما بين النشاطين (ج) و (و) ويصل الثاني بين النشاطين (د) و (و) وكون النشاط (ز) يعتمد على النشاط (هـ) نرسم خطاً يصل بين النشاطين (هـ) و (ز) .

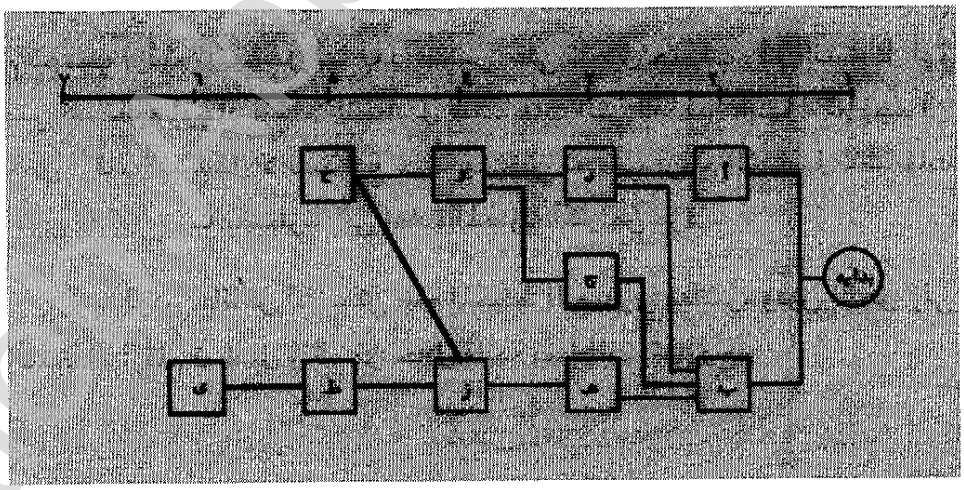


Ghada.abbas@pmojo.com

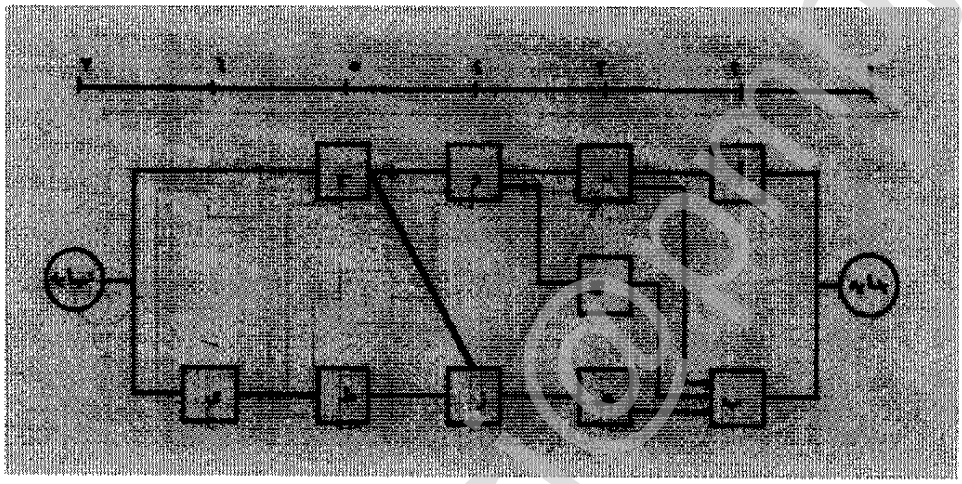
٦ – نرسم النشاطات التي تحمل رقم التسلسل (٥) وهي النشاطات (ح) و (ط) تحت الرقم (٥) على المحور ، وحيث يعتمد النشاط (ح) على النشاطين (و) و (ز) نرسم خطاً يصل ما بين النشاط (و) والنشاط (ح) وخطاً آخر يصل ما بين النشاط (ز) والنشاط (ح) وبما أن النشاط (ط) يعتمد على النشاط (ز) فنرسم خطاً يصل ما بين النشاطين (ز) و (ط) .



٧ – نرسم النشاطات التي تحمل رقم التسلسل (٦) وهو النشاط (ي) تحت الرقم (٦) على المحور الأفقي وحيث يعتمد النشاط (ي) على النشاط (ط) نرسم خطاً يصل ما بين النشاطين (ط) و (ي) .



٨ – نرسم نشاط نهاية المشروع الذي يحمل رقم التسلسل (٧) تحت الرقم (٧) على المحور الأفقي ، وبما أن نهاية المشروع تعتمد على النشاطين (ح) و (ي) نرسم خطين يصلان ما بين نهاية المشروع وكل من النشاطين (ح) و (ي) ، الشكل (٦ – ٨) يمثل المخطط التصدري للمشروع .



شكل (٦ – ٨) : المخطط التصدري للمشروع .

في بعض الحالات تكون العلاقة ما بين النشاطات في المخطط معقدة لدرجة أننا لا نستطيع معها إيجاد أرقام التسلسل للنشاطات بسهولة كما في المثال السابق، ففي بعض الحالات نجد أنفسنا أمام نشاطات تعتمد عل نشاطات أخرى لم نحسب أرقام التسلسل لها بعد فنجبر على تأجيل حساب رقم التسلسل لها حتى نستطيع إيجاد أرقام التسلسل للنشاطات التي تعتمد عليها ، ثم نجد أن بعض أرقام التسلسل لا نستطيع حسابها حتى نحسب أرقام التسلسل لنشاطات أخرى وهكذا ، مما يضطرنا إلى إعادة المحاولة أكثر من مرة .

من الجدير بالذكر أنه يمكن بناء المخطط التصدّري مباشرة ودون اللجوء إلى استخدام أرقام تسلسل وذلك من خلال قائمة نشاطات المشروع .

Ghaleb.Abbas@yahoo.com

٦ - ٤ نظام الترقيم

بعد رسم المخطط التصدري نقوم بعملية ترقيم النشاطات، وعند الترقيم نراعي نفس القواعد التي ذكرناها عند ترقيم المخطط السهمي والتي من أهمها :

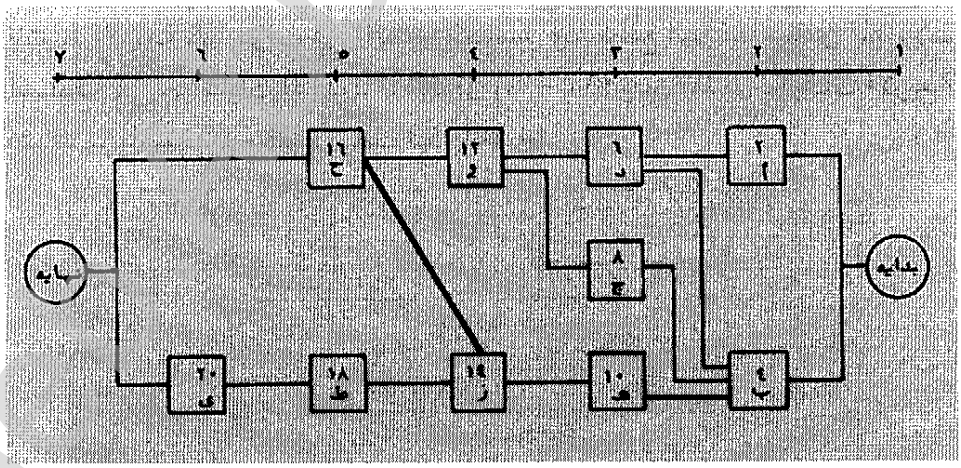
١ - لكل نشاط رقم فريد (Unique) بمعنى أنه لا يجوز إعطاء النشاط الواحد أكثر من رقم أو إعطاء نفس الرقم لأكثر من نشاط .

٢ - يفضل استخدام الأرقام غير المتتابعة كالأرقام الفردية أو الزوجية أو الخماسية عند ترقيم الشبكة لإعطاء المجال لإضافة بعض النشاطات وتعديل المخطط إذا دعت الحاجة إلى ذلك .

٣ - يعتبر نظام الترقيم الأساس في تمثيل علاقة النشاطات ببعضها بحيث يعتمد النشاط الذي يحمل رقم أعلى على النشاط الذي يحمل رقم أقل في حالة وجود وصلة بين النشاطين .

٤ - نبدأ بترقيم المخطط من اليمين إلى اليسار ومن الأعلى إلى الأسفل بحيث يكون لنشاط بداية المشروع أقل رقم ولنشاط نهاية المشروع أعلى رقم كما يكون رقم أي نشاط أعلى منه لأي نشاط على يمينه وأدنى منه لأي نشاط على يساره .

الشكل (٦ - ٩) يمثل المخطط التصدري للمثال (٦ - ١) مرقما حسب القواعد السابقة .



شكل (٦ - ٩) : المخطط التصدري بترقيم زوجي .

Ghalebbasiony.com

٦ - ٥ الجدولة

ناقشنا عملية الجدولة في الفصل الماضي ومن الأمور التي يستفاد منها نتيجة لتطبيق عملية الجدولة (Scheduling) لمشروع ما يلي :

١ - متى سينتهي المشروع كاملاً .

٢ - ما هي النشاطات الحرجة (Critical Activities) والتي ستؤثر على نهاية المشروع في حالة تأخرها وبالتالي يجب الحرص على زمن بداية ونهاية هذه النشاطات .

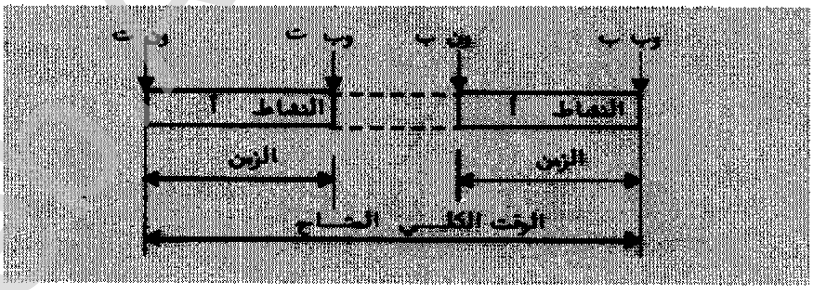
٣ - النشاطات غير الحرجة والتي لا تؤثر في نهاية المشروع فيما لو تأخرت بمقدار زمني معين (المرونة) يتم تحديده من خلال عملية الجدولة .

٤ - في تاريخ زمني محدد هل يسير المشروع حسب الخطة أم لا وفي حالة تأخر المشروع فما هي قيمة هذه الفترة الزمنية ؟ .

٥ - تحديد الزمن لبدء أي نشاط ولنهايته .

٦ - بيان الأوقات التي يمكن أن يسمح لغايتها تأجيل بداية أية نشاط من خلال حساب قيمة المرونة لذلك النشاط .

بعد بناء المخطط وترقيمه نأتي إلى حسابات الجدولة لإيجاد قيمة أوقات النشاط الأربعة وهي : وقت البداية المبكر (و ب ب) ووقت النهاية المبكر (و ن ب) من المرور الأمامي ووقت البداية المتأخر (و ب ت) ووقت النهاية المتأخر (و ن ت) من المرور الخلفي . إن أهمية هذه الأوقات متفاوتة حسب الحاجة وتعرّف أوقات النشاط الأربعة كما عرّفت في الفصل الخامس ونستطيع استخدام نفس المعادلات السابقة في حسابات الجدولة . الشكل (٦ - ١٠) يبين تمثيل للأوقات الأربعة لنشاط ما باستخدام مخطط جانت لهذا النشاط .



شكل (٦-١٠) : الأوقات الأربعة لنشاط في مخطط تصدري .

Ghaleb Abasiompjo.com

٦-٥-١ المرور الأمامي

كما ذكرنا في الفصل الخامس فإننا في المرور الأمامي (Forward Pass) نبدأ من أول نشاط في المخطط وحتى آخر نشاط لإيجاد :

أولاً – وقت البداية المبكر (و ب ب) – (Earliest Start Time - EST) .

ثانياً – وقت النهاية المبكر (و ن ب) – (Earliest Finish Time - EFT) .

حيث أن وقت البداية المبكر لنشاط ما هو أبكر وقت يمكن لذلك النشاط أن يبدأ به ويحدد الوقت لأول نشاط في المشروع من قبل الإدارة وفي معظم الأحيان يساوي صفراً ، ومن ثم نقوم بتحديد باقي الأوقات المبكرة للنشاط اللاحق عبارة عن أكبر وقت نهاية مبكر للنشاطات السابقة مضافا إليه الزمن (أنظر الفصل الخامس) . المعادلات التالية توضح طريقة إيجاد الأوقات المبكرة للنشاط .

١ – وقت البداية المبكر لأول نشاط في المشروع = وقت بداية المشروع المحددة من قبل الإدارة.

و ب ب لأول نشاط = و ب ب للمشروع .

$$EST_{\text{First Activity}} = EST_{\text{The Project}} .$$

٢ – وقت النهاية المبكر للنشاط = وقت البداية المبكر للنشاط + زمن النشاط.

و ن ب للنشاط = و ب ب للنشاط + زمن للنشاط .

$$EFT_{\text{An Activity}} = EST_{\text{Activity}} + T_{\text{Activity}} .$$

٣ – وقت البداية المبكر للنشاط = وقت النهاية المبكرة للنشاط السابق .

و ب ب للنشاط = و ن ب للنشاط السابق .

$$EST_{\text{An Activity}} = EFT_{\text{Preceding Activity}} .$$

وفي حالة وجود أكثر من نشاط سابق ينتهي عند بداية نشاط ما يكون وقت البداية المبكر لهذا النشاط :

= أعظم [و ن ب للنشاطات السابقة] لكل نشاط من النشاطات السابقة .

$$EST_{\text{An Activity}} = \text{Maximum} \left[EFT_{\text{All Previous Activities}} \right] .$$

Ghaleb Abbasi@gmail.com

٤ – وقت النهاية المبكر للمشروع = وقت النهاية المبكر لآخر نشاط في المشروع.

و ن ب للمشروع = و ن ب لآخر نشاط

$EFT_{The\ Project} = EFT_{Last\ Activity}$.

وفي حالة إنتهاء المشروع بأكثر من نشاط يكون وقت النهاية المبكر للمشروع يساوي أكبر وقت نهاية مبكر لنشاطات نهاية المشروع .

و ن ب للمشروع = أعظم [و ن ب من نشاطات النهاية] .

$EFT_{The\ Project} = Maximum\ [\ EFT_{Of\ All\ Terminal\ Activities}\ ]$.

٦-٥-٢ المرور الخلفي

كما ذكرنا في الفصل الخامس أيضا فإننا في المرور الخلفي (Backward Pass) نبدأ من آخر نشاط في المخطط ونرجع حتى بداية المشروع لإيجاد لكل نشاط :

أولاً – وقت النهاية المتأخر (و ن ت) – (Latest Finish Time - LFT) .

ثانياً – وقت البداية المتأخر (و ب ت) – (Latest Start Time - LST) .

إن وقت النهاية المتأخر (و ن ت) هو آخر وقت يمكن أن ينتهي به النشاط دون أن يؤدي إلى تأخير المشروع ككل وهذه القيمة تعتمد على (و ن ت) لآخر نشاط في المشروع حيث إن وقت النهاية المتأخر لآخر نشاط في المشروع في معظم الآحيان يكون مساوياً لوقت النهاية المبكر لآخر نشاط في المشروع أما وقت البداية المتأخر (و ب ت) فهو آخر وقت يمكن أن يبدأ به النشاط بحيث لا يؤدي إلى تأخر المشروع ككل. بعد إيجاد وقت النهاية المبكر للمشروع من المرور الأمامي فإننا نساويه بوقت النهاية المتأخر للمشروع ونبدأ بإيجاد وقت النهاية والبداية المتأخرين للنشاطات كما هو موضح في العلاقات التالية :

Ghaleb Abbas@pmojo.com

١ – وقت النهاية المتأخر للمشروع = وقت النهاية المبكر للمشروع فرضا ،أو يحدد من قبل الإدارة

= وقت النهاية المتأخر لآخر نشاط .

و ن ت للمشروع = و ن ب للمشروع = و ن ت لآخر نشاط .

$LFT_{\text{The Project}} = EFT_{\text{The Project}} = LFT_{\text{Terminal Activity}}$.

٢ – وقت البداية المتأخر للمشروع = وقت النهاية المتأخر للنشاط – زمن النشاط.

و ب ت للنشاط = و ن ت للنشاط – الزمن للنشاط .

$LST_{\text{An Activity}} = LFT_{\text{Same Activity}} - T_{\text{Same Activity}}$.

٣ – وقت النهاية المتأخر للنشاط = وقت البداية المتأخر للنشاط اللاحق .

$LFT_{\text{An Activity}} = LFT_{\text{Of The Preceding Activity}}$.

وفي حالة وجود أكثر من نشاط لاحق يكون وقت النهاية المتأخر للنشاط عبارة عن أصغر وقت بداية متأخر من جميع النشاطات اللاحقة .

و ن ت للنشاط = أصغر [و ب ت للنشاطات اللاحقة] .

$LFT_{\text{An Activity}} = \text{Minimum}\ [\ LST_{\text{Of All Succeeding Activities}}\ ]$.

٤ – وقت البداية المتأخر للمشروع = وقت البداية المتأخر لنشاط بداية المشروع.

و ب ت للمشروع = و ب ت لنشاط البداية .

$LST_{\text{The Project}} = LST_{\text{Initial Activity}}$.

في حالة وجود أكثر من نشاط في بداية المشروع يكون وقت البداية المتأخر للمشروع عبارة عن أصغر وقت بداية متأخر لجميع النشاطات .

و ب ت للمشروع = أصغر [و ب ت لجميع نشاطات البداية] .

$LST_{\text{The Project}} = \text{Minimum}\ [\ LST_{\text{Of All Initial Activities}}\ ]$.

Ghaleb Abbas@ompjo.com

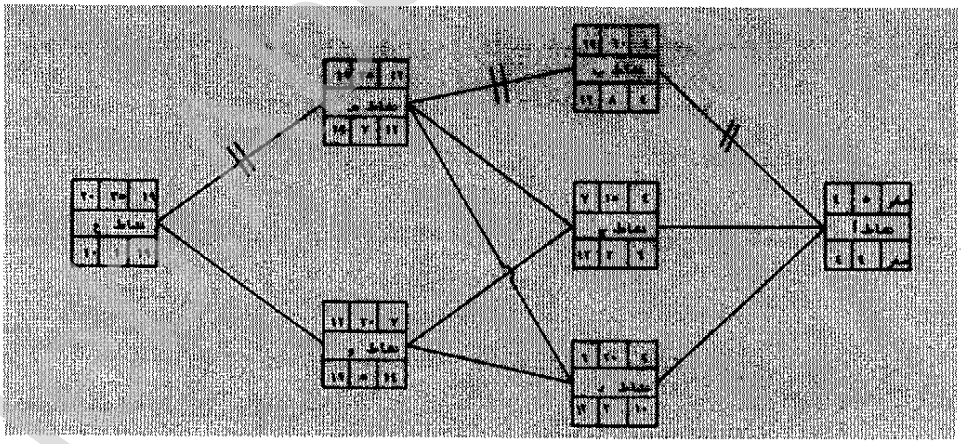
مثال ٦ – ٢

الجدول التالي (٦ – ٣) يبين العلاقة بين نشاطات مشروع ما والمطلوب تمثيل هذا المشروع بطريقة المخطط التصدري وإيجاد الأوقات المبكرة والمتأخرة لكل نشاط .

جدول (٦ – ٣) : نشاطات المشروع .

اسم النشاط	الوقت (أيام)	النشاط السابق
أ	٤	–
ب	٨	أ
ج	٣	أ
د	٢	أ
هـ	٧	ب، ج، د
و	٥	ج ، د
ع	١	هـ ، و

بتطبيق المعادلات السابق ذكرها في حسابات المرور الأمامي والخلفي للمشروع كما ذكرنا في الفصل الخامس وعلى فرض – كما هي العادة دائما – أن وقت البداية المبكر للمشروع مساوٍ لوقت النهاية المبكر للمشروع ويساوي صفراً ، وبالتالي يكون وقت النهاية المتأخر للمشروع يساوي وقت النهاية المبكر للمشروع ويساوي ٢٠ يوماً . الشكل (٦ – ١١) يبين المخطط التصدري للمشروع مع الأوقات المبكرة والمتأخرة لكل نشاط كما يبين الوقت اللازم لإنهاء النشاط واسم النشاط وكذلك ترقيم النشاطات باستخدام الأعداد الخماسية .



شكل (٦ – ١١): المخطط التصدري للمثال (٦ – ٣) مع حسابات الجدولة .

Ghalib@ompjo.com

٦ - ٦ العلاقات الإعتمادية

يوجد في طريقة المخططات التصدرية واحد أو أكثر من أربعة أنواع من العلاقات الإعتمادية (Dependency Relationships) بين النشاطات المتتابعة وهذه العلاقات هي :

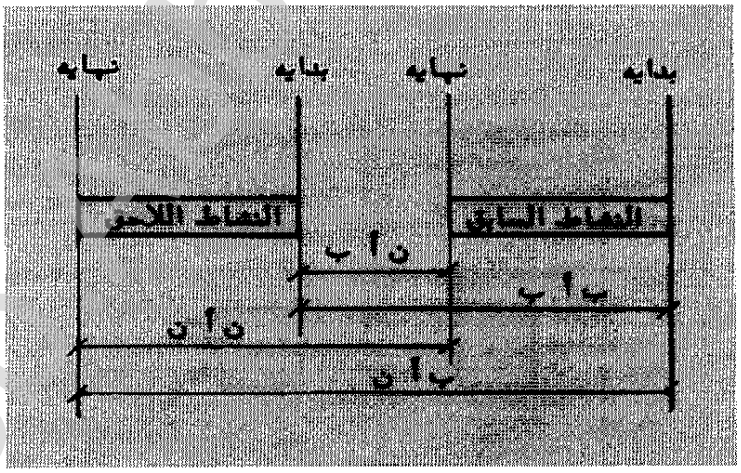
أولاً : نهاية النشاط السابق تحدد بداية النشاط اللاحق أي النهاية –إلى– البداية، ن أ ب (Finish - to - Start , FTS) .

ثانياً: نهاية النشاط السابق تحدد نهاية النشاط اللاحق أي النهاية –إلى– النهاية، ن أ ن (Finish - to - Finish , FTF) .

ثالثا: بداية النشاط السابق تحدد بداية النشاط اللاحق أي البداية –إلى– البداية، ب أ ب (Start - to - Start , STS) .

رابعا:نهاية النشاط السابق تحدد بداية النشاط اللاحق أي البداية –إلى– النهاية، ب أ ن (Start - to - Finish , STF) .

الشكل (٦ – ١٢) يوضح هذه العلاقات الأربع لنشاط ما . في هذا الفصل سوف نقتصر كلامنا على الطريقة الأولى وهي نهاية النشاط السابق تحدد بداية النشاط اللاحق (ن أ ب) وسوف نبحث باقي العلاقات في الفصل السابع .



شكل (٦ – ١٢) : العلاقات الإعتمادية في المخططات التصدرية .

Ghaleb.nasr@omnio.com

٦ - ٧ تلكؤ الاتصال

بعد إجراء المرور الأمامي والمرور الخلفي على المخطط التصدري وحساب الأوقات الأربعة لكل نشاط فإنه يمكن تعريف تلكؤ الاتصال (Link lag) بين أي نشاطين بالفرق بين وقت البداية المبكر لنشاط ووقت النهاية المبكر للنشاط السابق .

إن كل وصلة (Link) بين النشاطات تملك تلكؤ (Lag) وتكون قيمته إما موجبة أي أكبر من أو تساوي صفرا أو سالبة ويمكن حساب التلكؤ لنشاط ما على الوصلة س ص (Link ij) كما يلي :

$$LAG_{ij} = EST_j - EFT_i$$

ت س ص = و ب ب ص - و ن ب س ؛

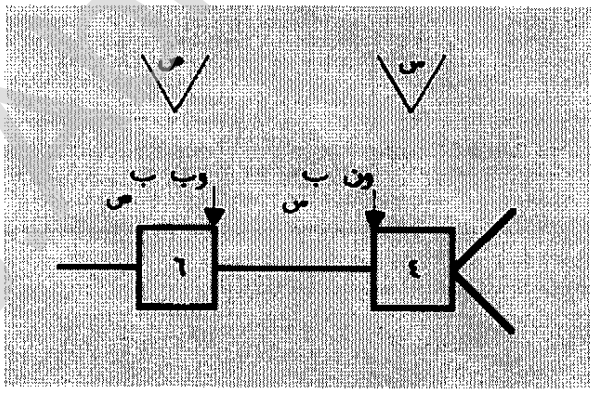
حيث أن :

ت س ص = قيمة التلكؤ للوصلة س ص ، كما هو مبين بين النشاطين ٤ و ٦ في الشكل (٦ - ١٣) .

و ب ب ص = وقت البداية المبكر للنشاط عند الرمز ص (النشاط ٦) .

و ن ب س = وقت النهاية المبكر للنشاط عند الرمز س (النشاط ٤) .

الشكل (٦ - ١٣) يوضح هذه العلاقة ومن الجدير بالذكر أن التلكوء ملك للوصلة وليس للنشاط .



شكل (٦-١٣) : تلكؤ الاتصال للوصلة لنشاطين بين النقطتين (س) و (ص).

Ghaleb Abbasi@pmpjo.com

٦ - ٨ المرونة

المرونة (Float) كما عرفناها سابقاً هي الوقت الذي يمكن تأخير البدء في النشاط بمقدارها دون التأخير في موعد إنهاء المشروع أو موعد بداية أي نشاط لاحق أو دون أن يتأخر النشاط المعني نتيجة أي تأخير في أي نشاط سابق ضمن حدوده. ويمكن حساب الأنواع الأربعة للمرونة في المخططات التصدرية بطريقة مشابهة لتلك في المخططات السهمية ، وفيما يلي الأنواع الأربعة للمرونة .

اولا : المرونة الكلية – م ك

هي الفترة الزمنية التي يمكن أن ينتهي بها النشاط بحيث لا يؤثر على نهاية المشروع ويمكن إيجاد قيمة المرونة الكلية (Total Float - TF) لنشاط ما من الفرق بين آخر وقت يمكن أن يبدأ به النشاط دون أن يؤخر نهاية النشاط وابكر وقت بداية ممكن لنفس ذلك النشاط ، أي المرونة الكلية للنشاط :

م ك $_{\text{للنشاط}}$ = وقت البداية المتأخر مطروحاً منه وقت البداية المبكر للنشاط.

= و ب ت $_{\text{للنشاط}}$ – و ب ب $_{\text{للنشاط}}$.

$$TF_{\text{An Activity}} = LST_{\text{Same Activity}} - EST_{\text{Same Activity}} .$$

= وقت النهاية المتأخر مطروحا منه وقت النهاية المبكر للنشاط .

= و ن ت $_{\text{للنشاط}}$ – و ن ب $_{\text{للنشاط}}$.

$$TF_{\text{An Activity}} = LST_{\text{Same Activity}} - EFT_{\text{Same Activity}} .$$

ثانياً : المرونة الحرة – م ح

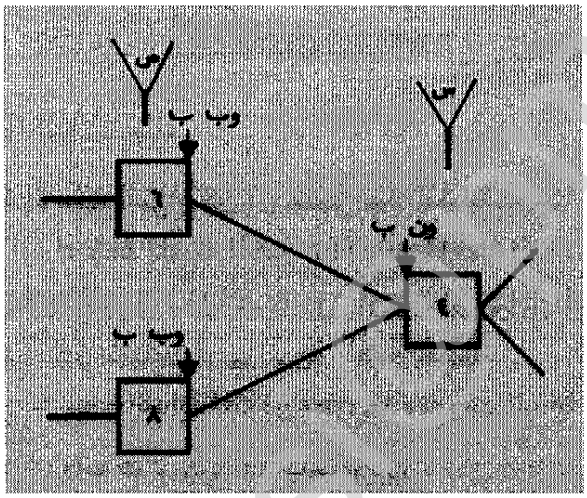
المرونة الحرة (Free Float - FF) هي الفترة الزمنية التي يمكن أن ينتهي بها النشاط بحيث لا يؤخر نهاية المشروع ولا يؤخر بداية أي نشاط لاحق. الشكل (٦ – ١٤) يبين النشاطين (٦) و (٨) وهما مجموعة النشاطات تحت الرمز (ص) بينما النشاط (٤) وهو النشاط تحت الرمز (س) وهذا الشكل المكون من ثلاثة نشاطات متصلة يمثل جزء من مخطط تصدري ، مما تقدم يمكن إيجاد المرونة الحرة للنشاط كما يلي :

Ghaleb Abbasi@gmail.com

م ح للنشاط = أصغر وقت بداية مبكر للنشاطات اللاحقة مطروحاً منه وقت النهاية المبكر للنشاط نفسه ، أي ؛

= أصغر [و ب ب للنشاطات اللاحقة] – و ن ب للنشاط .

$$FF_{\text{An Activity}} = \text{Minimum}\left[EST_{\text{Following Activities}} \right] - EFT_{\text{Same Activity}}$$



شكل (٦ – ١٤) : إيجاد المرونة الحرة .

المعادلة السابقة لا تنطبق على آخر نشاط في المشروع كونه يعتبر حالة خاصة، فبعد تحديد وقت النهاية المتأخر للمشروع يمكن إيجاد المرونة الحرة لآخر نشاط في المشروع عن طريق إيجاد الفرق بين وقت النهاية المبكر والمتأخر للنشاط الأخير ، وعادة تساوي صفراً في حالة علاقة النهاية إلى البداية (ن أ ب) .

ثالثا : المرونة المتداخلة – م م

المرونة المتداخلة (Interfering Float - INTF) هي الفترة الزمنية التي يمكن أن ينتهي بها النشاط بحيث لا تؤخر نهاية المشروع لكن سوف تؤثر على بداية نشاط لاحق ويمكن إيجاد قيمتها من معرفة آخر وقت يمكن أن ينتهي به نشاط وأبكر وقت يمكن أن يبدأ به النشاط اللاحق ، ولإيجاد المرونة المتداخلة :

Ghaleb Abbas Shipjo.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

م م للنشاط = و ن ت للنشاط – أصغر [و ن ب للنشاطات السابقة] .

$$INTF_{\text{An Activity}} = LFT_{\text{Same Activity}} - \text{Minimum}\left[EF_{\text{Of The Preceding Activities}}\right].$$

حيث أن :

و ن ت للنشاط = وقت النهاية المتأخر للنشاط عند الرمز (س) .

أصغر (و ن ب للنشاطات السابقة) = أصغر وقت نهاية مبكر لمجموعة النشاطات عند الرمز (ص) وعلى جميع الوصلات التي تبدأ عند (س) وتنتهي عند (ص) .

كما ويمكن إيجاد المرونة المتداخلة بطريقة أسهل وذلك من الفرق بين المرونة الكلية والمرونة الحرة للنشاط :

م م للنشاط = م ك للنشاط – م ح للنشاط .

$$INTF_{\text{An Activity}} = TF_{\text{Same Activity}} - FF_{\text{Same Activity}}.$$

رابعا : المرونة المستقلة – م ق

هي المرونة التي يملكها النشاط ولا تتأثر بالأوقات المبكرة والمتأخرة للنشاطات الأخرى ويمكن تعريف المرونة المستقلة (Indenpedent Float - INDF) بالزمن الذي يمكن أن ينتهي به النشاط بحيث لا يؤخر نهاية المشروع ولا يؤخر بداية أي نشاط لاحق ولا يتأخر النشاط بتأثير أي نشاط سابق .

لكي يكون لأي نشاط مرونة مستقلة يجب تمكين كل نشاط لاحق أن يبدأ بأسرع وقت ممكن (و ب ب) وكل نشاط سابق أن ينتهي بآخر وقت ممكن (و ن ت) وهذه هي حدود المرونة المستقلة . يمين الشكل (٦ – ١٥) يمثل جزء من مخطط تصدري مكون من خمسة نشاطات حيث النشاطين (٦) و (٨) هما مجموعة النشاطات الممثلة عند الرمز (ع) والنشاط (١٠) هو النشاط الممثل عند الرمز (س) والنشاطين (١٢) و (١٤) هي مجموعة النشاطات الممثلة عند الرمز (ص). بينما يسار الشكل (٦ – ١٥) يمثل مخطط جانت للنشاطات الخمسة السابقة ويبين المرونة المستقلة للنشاط (١٠) ويمكن إيجاد المرونة المستقلة من المعادلة التالية :

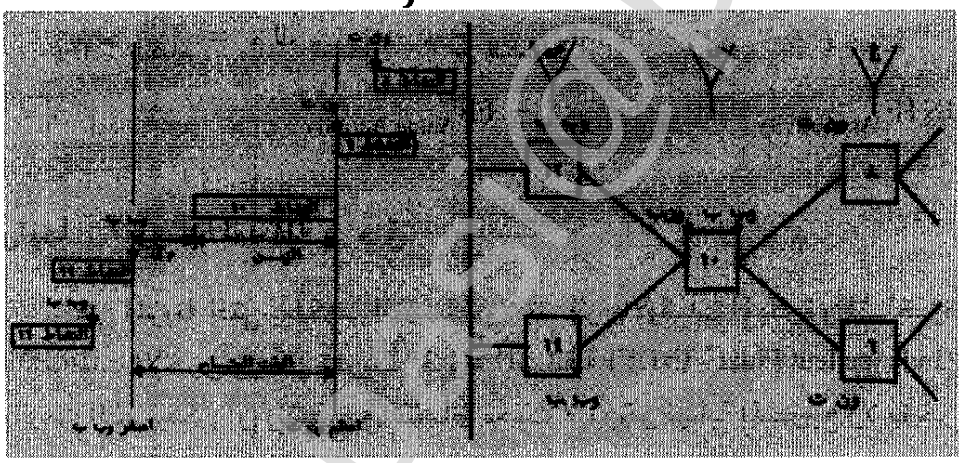
Ghaleb.Abbasi@omnijo.com

م ق $_{\text{للنشاط}}$ = أصغر وقت بداية مبكر للنشاطات اللاحقة عند (ص) مطروحاً منه أعظم وقت نهاية متأخر للنشاطات السابقة عند (ع) مطروحا منه زمن النشاط، في حالة الحصول على قيمة أقل من صفر تكون قيمة المرونة المستقلة تساوي صفراً ويعبر عن قيمة المرونة المستقلة لنشاط بما يلي :

= أعظم { [أصغر (و ب ب $_{\text{للنشاط اللاحق}}$)

– أعظم (و ن ت $_{\text{للنشاط السابق}}$) – الزمن $_{\text{للنشاط}}$] ، أو صفرا }.

$$INDF_{\text{An Activity}} = \text{Maximum} \left\{ \left[\text{Minimum} \left(EST_{\text{Following Activity}} \right) - \text{Maximum} \left(LFT_{\text{Preceding Activity}} \right) - T_{\text{Same Activity}} \right], \text{Or Zero} \right\}.$$



الشكل (٦ – ١٥) : تمثيل المرونة المستقلة .

إيجاد المرونة باستخدام تلكؤ الإتصال

من الممكن استخدام تلكؤ الاتصال (Link Lag) لإيجاد المرونة لنشاط حسب المعادلات التالية :

أولاً : المرونة الحرة = م ح $_{\text{للنشاط عند س}}$ = أصغر [ت $_{\text{س ص}}$] .

$$FF_i = \text{Minimum} \left[LAG_{ij} \right].$$

حيث يكون تصغير تلكؤ الاتصال على الوصلة (س – ص) بين جميع الوصلات (س) و (ص) (Links ij) التي تتبع النشاط س .

Ghaleb.Abdulrahman@ompjo.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

ثانياً : المرونة الكلية = م ك $_{\text{للنشاط عند س}}$ = أصغر [ت $_{\text{س ص}}$ + م ك $_{\text{للنشاط عن ص}}$] .

$$TF_i = \text{Minimum} \left[LAG_{ij} + TF_j \right] .$$

التصغير على جميع الوصلات (س – ص) التي تتبع النشاط س .

ثالثاً : المرونة المتداخلة = م م $_{\text{للنشاط عند س}}$ = م ك $_{\text{للنشاط}}$ – م ك $_{\text{للنشاط}}$.

$$INTF_i = TF_i - FF_i .$$

رابعاً:المرونة المستقلة = م ق $_{\text{للنشاط عند س}}$ = م ح $_{\text{عند س}}$ – أعظم (م ك $_{\text{عند س}}$ – ت $_{\text{س ص}}$).

$$INDF_j = FF_j - \text{Maximum} \left[TF_i - LAG_{ij} \right] .$$

حيث التعظيم لحاصل طرح القوس على جميع الوصلات (س – ص) التي تنتهي بالنشاط ص .

٦ - ٩ المسار الحرج

كما ذكرنا في الفصل الخامس فالمسار الحرج هو أطول مسار متصل في المشروع يمكن من خلاله إنهاء المشروع في أقصر وقت ممكن وهو يحدد مدة المشروع . إن سلسلة النشاطات التي تقع على المسار الحرج تسمى بالنشاطات الحرجة . في الفصل الخامس ناقشنا عدة طرق لإيجاد المسار الحرج من خلال المخطط باستخدام أوقات النشاط من المخطط وكذلك باستخدام أوقات النشاط من الجدول .

يمكن تعريف النشاط الحرج بناءً على فرض قيمة لوقت النهاية المتأخر وذلك حسب إحدى الحالتين التاليتين ؛ الحالة الأولى إذا قمنا بتحديد وقت النهاية المتأخر مساويا لوقت النهاية المبكر لآخر نشاط في المشروع في هذه الحالة تكون المرونة الكلية للنشاط الأخير تساوي صفرا وبالتالي فإن جميع النشاطات الأخرى في المخطط التي تحمل قيمة مرونة كلية تساوي صفرا تعتبر نشاطات حرجة وتقع على المسار الحرج ، والحالة الثانية في حالة فرض وقت النهاية المتأخر أكبر من قيمة وقت النهاية المبكر لآخر نشاط فتكون قيمة المرونة الكلية لآخر نشاط لا تساوي صفراً وبالتالي فإن سلسلة النشاطات الأخرى التي تبدأ من أول نشاط وتنتهي بآخر نشاط وتحمل قيمة مرونة كلية مساوية لقيمة المرونة الكلية لآخر نشاط قد تعتبر نشاطات حرجة كونها تقع على المسار الذي يملك أقل مرونة كلية.

Ghaleb Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

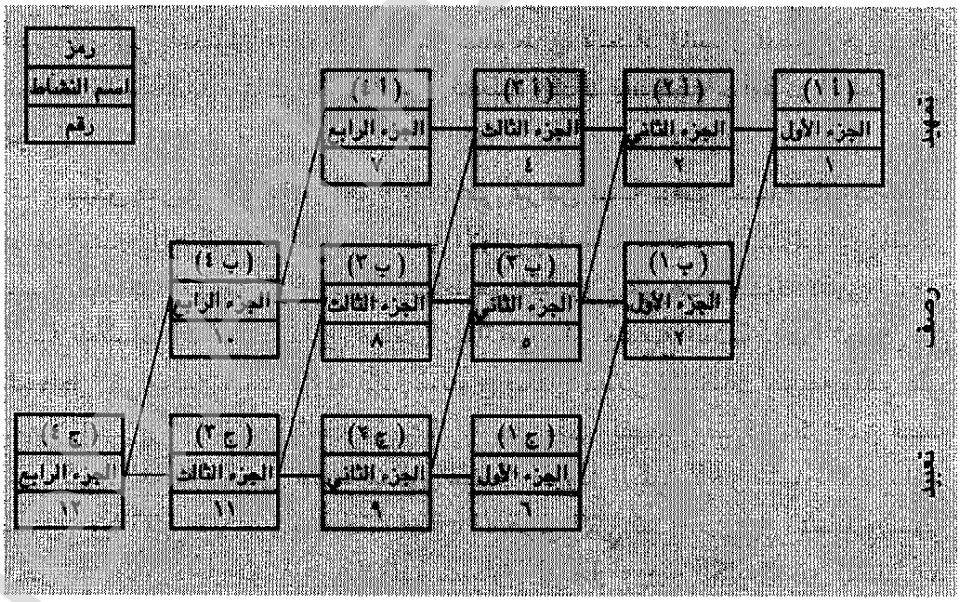
مثال ٦ – ٣

بالعودة إلى المخطط السهمي المتكرر في الشكل (٥ – ١٨) والذي مثل مشروع شق طريق بطول عشرين كيلو متر ، مقسمة إلى أربعة أجزاء كل جزء منها يساوي خمسة كيلومترات حيث كانت (أ ١) إلى (أ ٤) تمثل أجزاء تمهيد الطريق الأربعة و (ب ١) إلى (ب ٤) تمثل أجزاء رصف الطريق الأربعة و (ج ١) إلى (ج ٢) تمثل أجزاء تعبيد الطريق على التوالي . المطلوب تمثيل المشروع باستخدام طريقة المخطط التصدري .

الحل

لا يمكن بدء العمل في أي جزء من الطريق إلا بعد الانتهاء من العمل في الأجزاء السابقة .

يمكن تمثيل المشروع باستخدام طريقة المخطط التصدري كما هو مبين في الشكل (٦ – ١٦) حيث تظهر الأعمال الرئيسة وهي تمهيد ورصف وتعبيد على يمين الشكل، ويلاحظ اختفاء النشاطات الوهمية في هذه الطريق



شكل (٦ – ١٦) : المخطط التصدري المتكرر .

Ghalisi@gmail.com

حالــة دراســية

الجدول (٦ – ٤) يمثل قائمة النشاطات لمشروع ما والمطلوب حساب أوقات النشاط الأربعة وإيجاد قيم المرونة الأربع لكل نشاط ، ومن ثم إيجاد المسار الحرج للمشروع باستخدام المخطط والجداول .

جدول (٦ – ٤) : قائمة النشاطات .

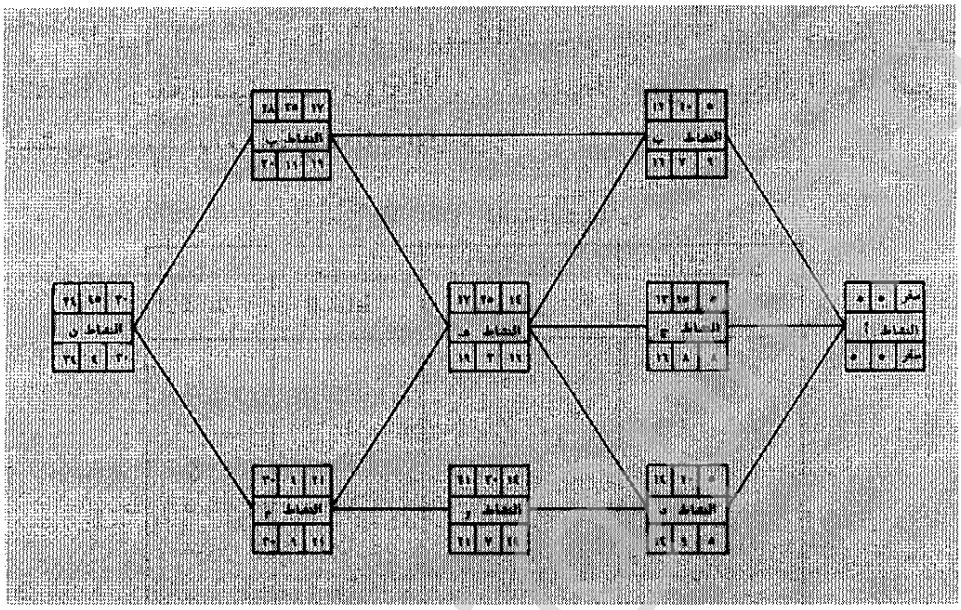
اسم النشاط	رقم النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة
أ	٥	٥	–
ب	١٠	٧	٥
ج	١٥	٨	٥
د	٢٠	٩	٥
هـ	٢٥	٣	١٠، ١٥، ٢٠
و	٣٠	٧	٢٠
ل	٣٥	١١	١٠، ٢٥
م	٤٠	٩	٢٥، ٣٠
ن	٤٥	٤	٣٥، ٤٠

الحــل

باســتــخــدام وصف العــلاقــات من الجــدول (٦ – ٤) يمكن رسم المخطط التصدري للمشروع كما هو مبين في الشكل (٦ – ١٧) وقد تم ترقيم النشاطات ترقيماً خماسيا، بالامكان إضافة نقطتي بداية ونهاية للمخطط ولكن لا داعي كون المشروع يبدأ وينتهي بنشاط واحد فقط ، كذلك يظهر في الشكل الأوقات الأربعة وباقي بيانات النشاطات .

بعد تطبيق المعادلات السابقة الذكر – كما في الفصل الخامس – نحصل على الجدول التالي (٦ – ٥) والذي يلخص نتائج العمليات الحسابية لجدولة المشروع .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com



شكل (٦ – ١٧) : المخطط التصدري وحسابات الجدولة للمشروع .

جدول (٦ – ٥) : حسابات الجدولة للمشروع .

رقم النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة	
			البداية (و ب ب)	النهاية (و ن ب)	البداية (و ب ت)	النهاية (و ن ت)
٥	٥	–	صفر	٥	صفر	٥
١٠	٧	٥	٥	١٢	٩	١٦
١٥	٨	٥	٥	١٣	٨	١٦
٢٠	٩	٥	٥	١٤	٥	١٤
٢٥	٣	١٠، ١٥، ٢٠	١٤	١٧	١٦	١٩
٣٠	٧	٢٠	١٤	٢١	١٤	٢١
٣٥	١١	١٠، ٢٥	١٧	٢٨	١٩	٣٠
٤٠	٩	٢٥، ٣٠	٢١	٣٠	٢١	٣٠
٤٥	٤	٣٥، ٤٠	٣٠	٣٤	٣٠	٣٤

Ghaleb Anbasi.com

باستخدام العلاقات الخاصة بقيم المرونة نستطيع إيجاد قيم المرونة للنشاطات غير الحرجة، الجدول (٦ – ٦) أدناه يلخص نتائج العمليات الحسابية لقيم المرونة الأربع.

جدول (٦ – ٦) : حسابات المرونة .

رقم النشاط	زمن النشاط	النشاطات السابقة	المرونة			
			الكلية	الحرة	المتداخلة	المستقل
٥	٥	–	صفر	صفر	صفر	صفر
١٠	٧	٥	٤	٢	٢	٢
١٥	٨	٥	٣	١	٢	١
٢٠	٩	٥	صفر	صفر	صفر	صفر
٢٥	٣	١٠، ١٥، ٢٠	٢	صفر	٢	صفر
٣٠	٧	٢٠	صفر	صفر	صفر	صفر
٣٥	١١	١٠، ٢٥	صفر	٢	صفر	صفر
٤٠	٩	٢٥، ٣٠	صفر	صفر	صفر	صفر
٤٥	٤	٣٥، ٤٠	صفر	صفر	صفر	صفر

لإيجاد المسار الحرج للمشروع باستخدام المخطط نلخص بيانات المشروع لجميع المسارات كما في الجدول التالي :

جدول (٦ – ٧) .

المسار	طول المسار (يوما)
٥ – ١٠ – ٣٥ – ٤٥	٥ + ٧ + ١١ + ٤ = ٢٧
٥ – ١٠ – ٢٥ – ٣٥ – ٤٥	٥ + ٧ + ٣ + ١١ + ٤ = ٣٠
٥ – ١٥ – ٢٥ – ٣٥ – ٤٥	٥ + ٨ + ٣ + ١١ + ٤ = ٣١
٥ – ٢٠ – ٣٠ – ٤٠ – ٤٥	٥ + ٩ + ٧ + ٩ + ٤ = ٣٤

من الجدول السابق نخلص إلى أن المسار (٥– ٢٠ – ٣٠ – ٤٠ – ٤٥) هو المسار الحرج الوحيد في المشروع حيث يبلغ طوله ٣٤ يوماً .

ولإيجاد المسار الحرج للمشروع باستخدام الجدول وبالرجوع إلى الجدول (٦ – ٦) نجد أن النشاطات (٥) و (٢٠) و (٣٠) و (٤٠) و (٤٥) هي نشاطات حرجة وأن تلك النشاطات تمثل المسار الحرج (٥ – ٢٠ – ٣٠ – ٤٠ – ٤٥) ، وهو المسار الحرج الوحيد في المشروع والذي يبلغ طوله ٣٤ يوماً .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

تمارين

٦ – ١ ما الفرق بين طريقة المخطط التصدري وطريقة المخطط السهمي ؟ أيهما أفضل ولماذا ؟

٦ – ٢ هل يمكن استخدام النشاط الوهمي في طريقة المخطط التصدري ؟ اشرح مع إعطاء أمثلة .

٦ – ٣ الجدول التالي يمثل مجموعة النشاطات اللازمة لتنفيذ مشروع ما :

النشاط	زمن النشاط (يوم)	النشاطات السابقة
ج	٥	ب ، ت
ب	٣	أ
ح	٦	ج ، ت
ت	٢	أ
د	٢	ج ، ت
أ	٣	–
ر	١	ب ، ح ، د
س	٣	ر ، ز
ز	٥	ت ، د

والمطلوب تمثيل المشروع بطريقة المخطط التصدري ومن ثم القيام بحسابات الجدولة .

٦ – ٤ المطلوب إيجاد أوقات المرونة الأربعة للتمرين السابق .

٦ – ٥ ارجع إلى تمارين الفصل الخامس وحل التمارين (٥ – ٢) و (٥ – ٣) و (٥ – ٤) و (٥ – ٥) و (٥ – ٦) و (٥ – ١٠) بطريقة المخطط التصدري.

أهم المراجع :

الأرقام ٩ ، ٢٢ ، ٢٦ ، ٢٨ ، ٣٣ ، ٣٩ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل السابع

الشبكات المتداخلة

٧ - ١ مقدمة

تحدثنا عن العلاقات المنطقية التي تربط النشاطات المختلفة في المشروع بعضها ببعض سواء بطريقة المخطط السهمي أو التصدري، وإحدى أهم القواعد التي تحدثنا عنها أنه لا يمكن البدء في أي نشاط قبل الانتهاء من جميع النشاطات التي تسبق ذلك النشاط، لكن إذا كان نشاط ما يعتمد على جزء من نشاط سابق وليس على النشاط السابق كاملاً فإننا نستطيع تجزيء النشاط السابق إلى جزئين حيث يعتمد النشاط اللاحق على الجزء الأول من النشاط السابق ولا يعتمد على الجزء الثاني منه. إلا أنه في حالة تجزيء النشاط إلى أجزاء واستخدام النشاطات الوهمية كما هو الحال في النشاطات السلمية فإن عدد النشاطات المستخدمة في الشبكة سوف يزداد بصورة كبيرة مما قد يؤدي إلى تعقيد الشبكة شكلاً ومضموناً، وتعقيد الحسابات المتعلقة بجدولة المشروع بصورة كبيرة.

في هذا الفصل سوف نتحدث عن مفهوم جديد أو علاقة جديدة بين النشاطات في المخططات التصدرية حيث تسمى المخططات في هذه الحالة بالشبكات المتداخلة (Overlapping Networks) حيث بالأمكان إظهار علاقة اعتماد نشاط على بداية أو نهاية نشاط آخر أو أكثر دون الحاجة إلى تجزئة أي من النشاطات، أو إلى استخدام نشاطات وهمية. ومن الجدير بالذكر أن استخدام علاقة التداخل ليس محصوراً على المخططات التصدرية ويمكن استخدامه في حالة المخططات السهمية .

Ghaleb Abbas@pmpjo.com

٧ - ٣ أهمية وفوائد استخدام النشاطات المتداخلة

لاستخدام علاقة التداخل في التمثيل بين النشاطات المختلفة في المخطط فوائد عديدة من أهمها:

١ - قدرة أكبر على التمثيل الحقيقي أو الواقعي للعلاقة بين النشاطات المختلفة دون الحاجة إلى تجزئة النشاط إلى عدة أجزاء، وبالتالي دون الحاجة إلى زيادة عدد النشاطات المستخدمة في المخطط، مما ينتج عنه زيادة الجهد والوقت اللازم لإجراء العمليات الحسابية المتعلقة بجدولة المشروع.

٢ - تقليل الزمن اللازم لتنفيذ المشروع حيث لا يشترط إنهاء النشاط أو النشاطات السابقة كاملة من أجل البدء بتنفيذ النشاط أو النشاطات اللاحقة، وإنما نستطيع البدء بتنفيذ النشاط اللاحق في الوقت الذي يتم فيه إنجاز ما يكفي من النشاطات السابقة للبدء بالنشاطات اللاحقة، وبالتالي اختصار زمن المشروع.

٣ - تعتبر القدرة على التعبير عن علاقة التداخل بين النشاطات إحدى مزايا مخطط جانت؛ لذلك نجد أن مخطط جانت لا يزال مستخدماً كأداة لجدولة النشاطات في المشاريع الصغيرة أو المصانع، إلا أنه يفتقر أو يعجز عن إظهار العلاقة بين النشاطات المختلفة في المشروع بدقة أو وضوح، وبالتالي فإن النتائج التي نحصل عليها من خلال استخدامه قد تكون غير مرضية. باستخدام مفهوم التداخل في المخططات التصدرية نستطيع التعبير عن علاقة التداخل بين النشاطات مع إظهار العلاقة بين النشاطات المختلفة في المشروع بدقة عالية.

٤ - تقليل عدد النشاطات اللازمة لبناء المخطط الذي يمثل المشروع، وبالتالي تقليل حجمه.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٧ - ٣ العلاقات الاعتمادية

كما ذكرنا في الفصل الماضي هنالك عدة علاقات يمكن استخدامها لغايات إظهار علاقة التداخل بين النشاطات، بالإضافة إلى إمكانية استخدام أكثر من علاقة واحدة في نفس الوقت، هذه العلاقات هي :

أولاً - علاقة النهاية - إلى - البداية (ن أ ب) (Finish - to - Start, FTS)

وهي العلاقة بين وقت نهاية نشاط وبداية النشاط اللاحق. هذه العلاقة أقرب ما تكون إلى النشاط الوهمي ذي الوقت الفعلي؛ بمعنى أنها تعبر عن فاصل زمني بين نهاية النشاط وبداية نشاط آخر. قيمة التداخل تساوي أقل عدد من الوحدات الزمنية الواجب انقضاؤها من نهاية النشاط السابق وحتى بداية النشاط اللاحق.

ثانياً- علاقة البداية - إلى - النهاية (ب أ ن) (Start- to - Finish, STF)

إذا كان تنفيذ نشاطين مختلفين محصوراً بمدة زمنية محدودة أو كان هنالك حاجة إلى فاصل زمني بين بداية النشاط الأول ونهاية النشاط الثاني، نستطيع تمثيل العلاقة بين هذين النشاطين باستخدام هذه العلاقة. قيمة التداخل تساوي أقل عدد من الوحدات الواجب انقضاؤها من بداية النشاط السابق وحتى نهاية النشاط اللاحق.

ثالثاً- علاقة النهاية- إلى - النهاية (ن أ ن) (Finish - to - Finish, FTF)

تعتمد نهاية النشاط على نهاية النشاط السابق. قيمة التداخل تساوي أقل عدد من الوحدات الزمنية من النشاط اللاحق الواجب إبقاؤها تمهيداً لإنهائها بعد إنهاء النشاط السابق.

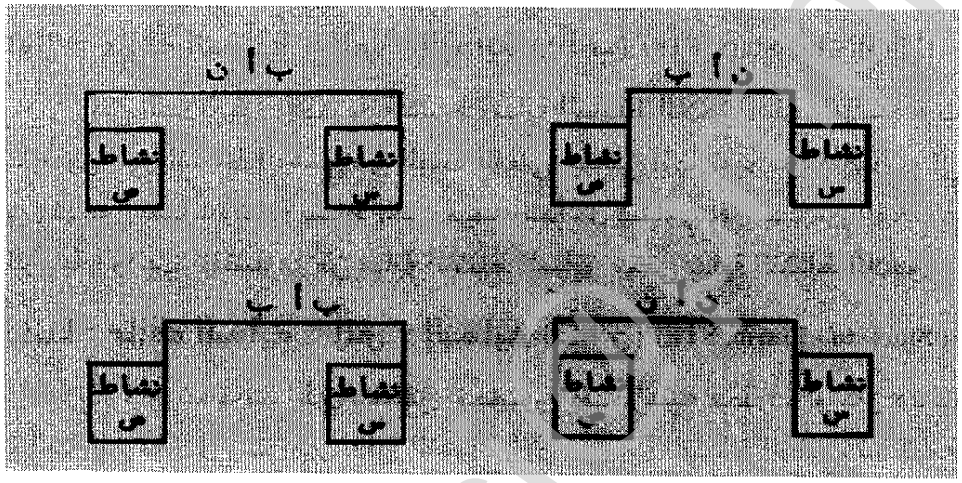
رابعاً - علاقة البداية - إلى - البداية (ب أ ب) (Start - to - Start, STS)

في بعض الأحيان يعتمد وقت بداية نشاط ما على جزء من بداية نشاط آخر وليس على النشاط كله، وبالتالي فإنه من الأجدى البدء بتنفيذ النشاط اللاحق عند الانتهاء من تنفيذ الجزء الذي يعتمد عليه من النشاط السابق. قيمة التداخل تساوي أقل عدد من الوحدات الزمنية الواجب إنهاؤها من النشاط السابق قبل البدء بالنشاط اللاحق.

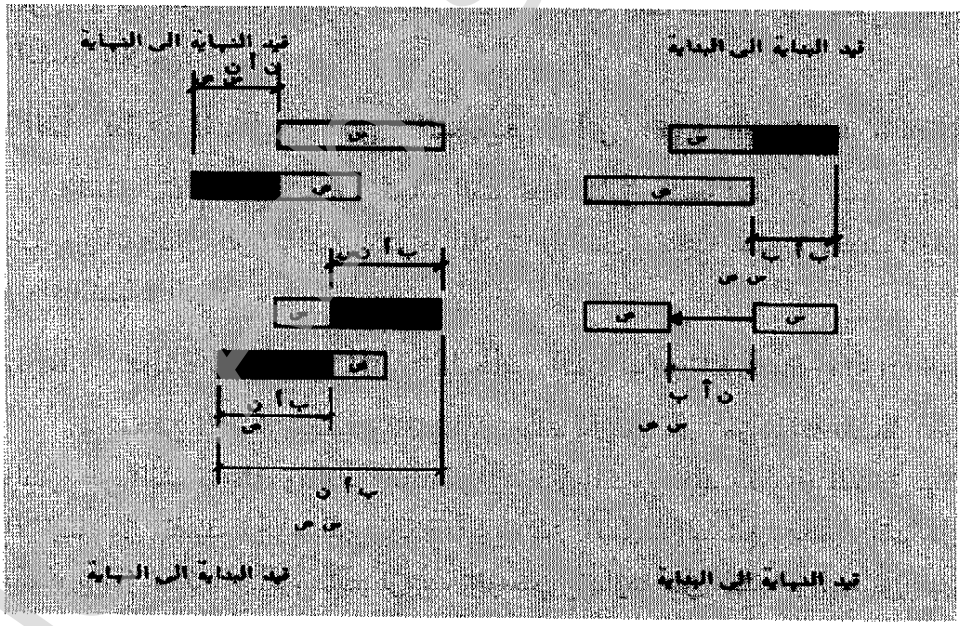
Ghaleb.Abbas@ymail.com

خامساً - العلاقة المركبة - مـ مـ (Compound Relationship)

عندما تعجز كل من العلاقات السابقة منفردة عن تمثيل علاقة النشاطات المختلفة ببعضها فإننا نستطيع تمثيل هذه العلاقة عن طريق استخدام أكثر من علاقة واحدة في نفس الوقت.



شكل (٧ – ١) العلاقات الاعتمادية في المخططات التصدرية .



الشكل (٧ – ٢) : أنواع العلاقات والتداخل بين النشاطات .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٧ - ٤ الجدولة

تناولنا الجدولة في الفصلين الخامس والسادس حيث استخدمنا نفس المعادلات لإيجاد الأوقات المبكرة والمتأخرة للنشاطات . في هذا الفصل تختلف المعادلات اللازمة لإيجاد الأوقات الأربعة للنشاط حسب نوع العلاقة أو العلاقات التي تربطه بالنشاطات السابقة واللاحقة . الشكل (٧ – ٢) يبين أنواع علاقات التداخل بين النشاطين (س) و (ص) التي سنتناولها بعد قليل. كل نوع من أنواع التداخل هذه يستخدم في حالة معينة بحيث يفي بتمثيل منطق (Logic) معين في المخطط، وفيما يلي نستعرض حسابات الجدولة لكل من العلاقات الأربع الماضية.

٧-٤-١ علاقة النهاية - إلى - البداية (ن أ ب)

الشكل (٧ – ٣أ) يمثل جزءً من مخطط تصدري بعلاقة ن أ ب = صفر، وهي الحالة المستخدمة حتى الآن في كل من المخططات السهمية والتصدرية. الشكل (٧ – ٣ب) يمثل نشاطين بينهما تلكؤ مقداره يومان أي (ن أ ب) = يومين، بمعنى أن النشاط رقم (١٥٠) يبدأ بعد أن ينتهي النشاط (١٤٥) بيومين. ولإيجاد أوقات النشاطات (س) و (ص) في حالة علاقة النهاية – إلى – البداية في المرور الأمامي نستعمل المعادلات التالية :

$$EST_j = EFT_i + FTS_{ij}$$

$$EFT_j = EST_j + T_j$$

و ب ب ص = و ن ب س + ن أ ب س ص

و ن ب ص = و ب ب ص + الزمن ص

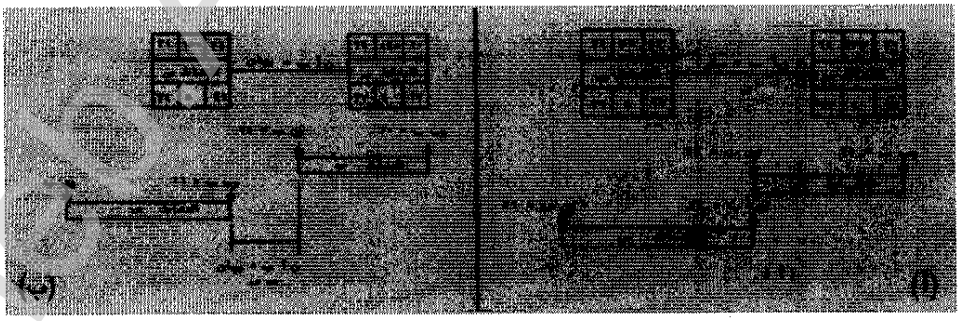
وفي حالة المرور الخلفي :

$$LST_j = LFT_j - T_j$$

$$LFT_j = LST_j - FTS_{Ij}$$

و ب ت ص = و ن ت ص – الزمن ص

و ن ت س = و ب ت ص – ن أ ب س ص



شكل (٧ –٣) : علاقة النهاية – إلى – البداية (ن أ ب) .

Ghaleb Abbas@gmail.com

٧-٤-٢ علاقة البداية - إلى - البداية (ب أ ب)

الشكل (٧-٤أ) يمثل علاقة البداية – إلى – البداية بدون أي تلكؤ أي (ب أ ب) = صفراً، بمعنى أن قيمة التداخل بين بداية النشاطين تساوي صفراً. الشكل (٧ – ٤ب) يمثل نشاطين بينهما علاقة (ب أ ب) = يومين، أي أن النشاط (ص) ، رقم (٩٥) يبدأ بعد إنهاء يومين من النشاط (س) ، رقم (٩٠) . ولإيجاد أوقات النشاط في حالة علاقة البداية إلى البداية في المرور الأمامي نستعمل المعادلات التالية :

$$EST_j = EST_i + STS_{ij}$$

و ب ب ص = و ب ب س + ب أ ب س ص

$$EFT_j = EST_j + T_j$$

و ن ب ص = و ب ب ص + الزمن ص

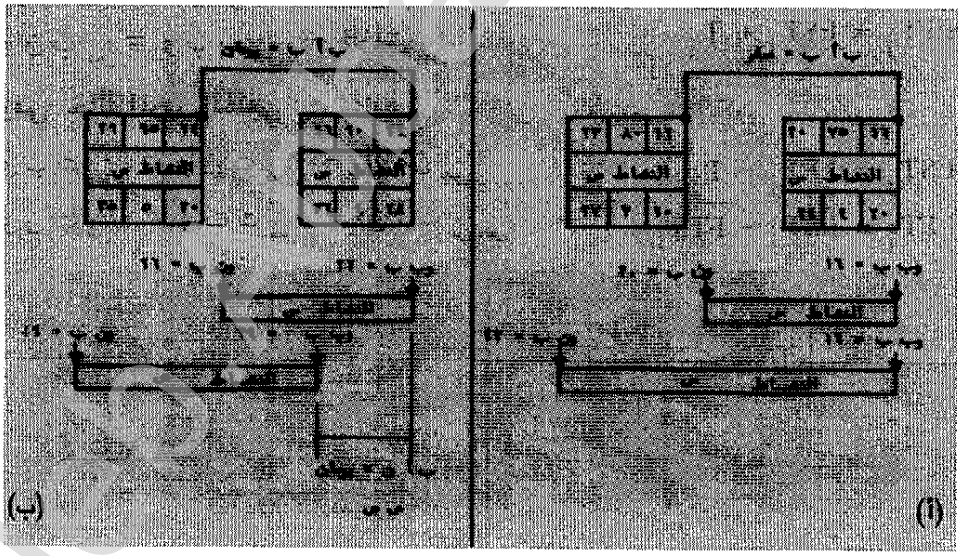
وفي حالة المرور الخلفي :

$$LST_j = LFT_j - T_j$$

و ب ت ص = و ن ت ص – الزمن ص

و ن ت س = و ب ت ص – ب أ ب س ص + الزمن س

$$LFT_i = LST_j - STS_{ij} + T_i$$



الشكل (٧ – ٤) : علاقة البداية – إلى – البداية (ب أ ب) .

٧-٤-٣ علاقة النهاية - إلى - النهاية (ن أ ن)

الشكل (٧ – ٥أ) يمثل علاقة النهاية – إلى النهاية بين النشاطين (س) و (ص) ، (ن أ ن $_{س-ص}$) = صفرا ، أي أن نهاية النشاط السابق (س) تعتمد على نهاية النشاط اللاحق (ص). الشكل (٧ – ٥ ب) يمثل علاقة (ن أ ن $_{س-ص}$) = ٤ أيام، أي أن النهاية للنشاط (ص) تتلكأ بمقدار ٤ أيام عن النهاية للنشاط (س)، ويمكن إيجاد أوقات النشاط في حالة المرور الأمامي بتطبيق المعادلات التالية :

$$EFT_j = EFT_i + FTF_{ij}$$

و ن ب $_{ص}$ = و ن ب $_{س}$ + ن أ ن $_{س ص}$

و ب ب $_{ص}$ = و ن ب $_{س}$ + ن أ ن $_{س ص}$ – الزمن $_{ص}$

$$EST_j = EFT_i + FTF_{ij} - T_j$$

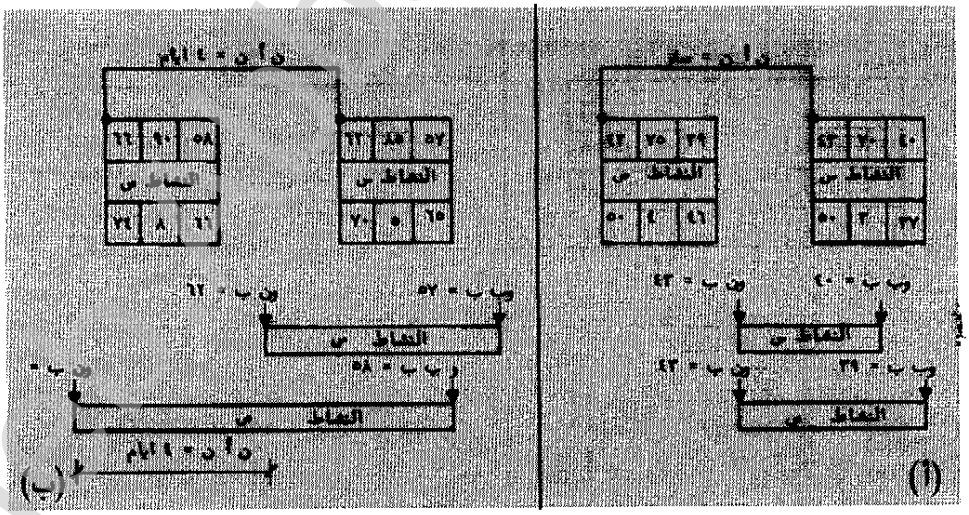
وفي حالة المرور الخلفي :

و ن ت $_{س}$ = و ن ت $_{ص}$ – ن أ ن $_{س ص}$

$$LFT_i = LFT_j - FTF_{ij}$$

و ب ت $_{س}$ = و ن ت $_{س}$ – الزمن $_{س}$

$$LST_i = LFT_i - T_i$$



الشكل (٧ – ٥) : علاقة النهاية إلى النهاية – ن أ ن .

Ghalbi.nasi@gmail.com

٧-٤-٤ علاقة البداية - إلى - النهاية (ب أ ن)

الشكل (٧ – ٦أ) يمثل نشاطين (س) و (ص) بينهما علاقة البداية – إلى – النهاية (ب أ ن س ـ ص) = صفراً ، أي أن نهاية النشاط (ص) محددة ببداية النشاط السابق (س). الشكل (٧ – ٦ب) يمثل نفس النشاطين السابقين (س) و (ص) لكن علاقة البداية إلى النهاية (ب أ ن س ـ ص) = يومين، أي أن نهاية النشاط اللاحق (ص) سوف تكون بعد يومين من بداية النشاط السابق (ب). ولإيجاد أوقات النشاط في حالة المرور الأمامي نطبق المعادلات التالية :

و ن ب ص = و ب ب س + ب أ ن س ص

$$EFT_j = EST_i + STF_{ij}$$

و ب ب ص = و ب ب س + ب أ ن س ص – الزمن ص

$$EST_j = EST_i + STF_{ij} - T_j$$

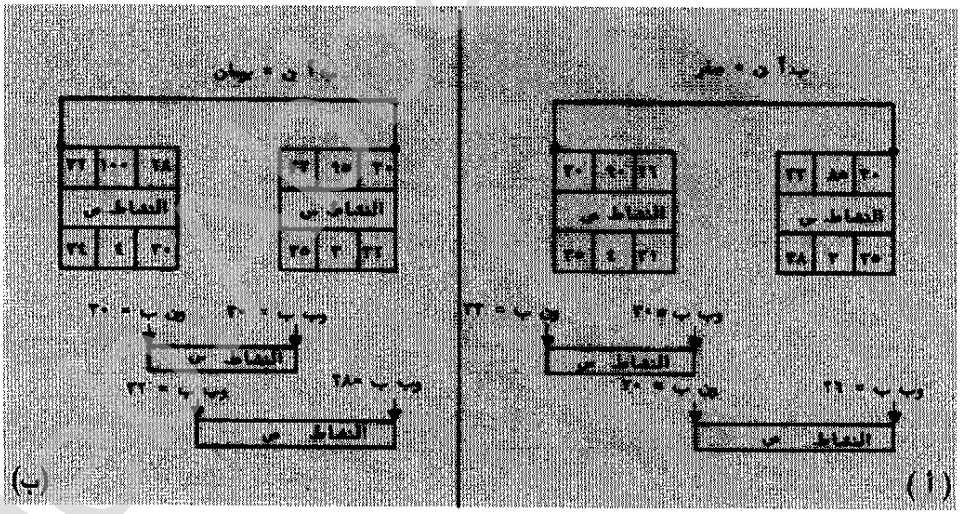
وفي حالة المرور الخلفي :

و ب ت ص = و ن ت ص – الزمن ص

$$LST_j = LFT_j - T_j$$

و ن ت س = و ن ت ص + ب أ ن س ص + الزمن س

$$LFT_i = LFT_j - STF_{ij} + T_i$$



الشكل (٧ – ٦) : علاقة البداية إلى النهاية – ب أ ن

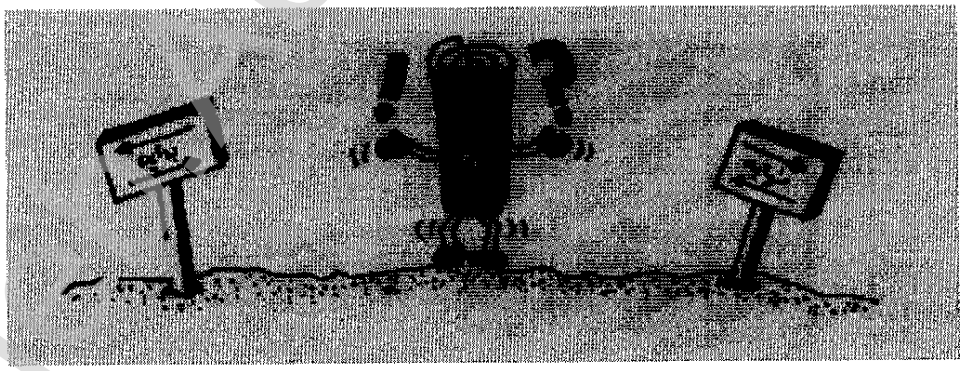
ويمكن تلخيص المعادلات السابقة كما يلي :

في حالة المرور الأمامي : (و ب ب $_{س}$) يساوي الأعظم عند النشاط (س) من القيم التالية بين النشاطين (س) و (ص) (Activities i and j) :

$$EST_i = \text{Maximum} \begin{cases} \text{Zero} \\ EFT_i + FTS_{ij} \\ EST_i + STS_{ij} \\ EFT_i + FTF_{ij} - T_j \\ EST_i + STF_{ij} - T_j \end{cases} = \begin{cases} \text{وقت البداية المعين (صفر)} \\ \text{و ن ب}_{س} + \text{ن أ ب}_{س\,ص} \\ \text{و ب ب}_{س} + \text{ب أ ب}_{س\,ص} \\ \text{و ن ب}_{س} + \text{ن أ ن}_{س\,ص} - \text{الزمن}_{ص} \\ \text{و ب ب}_{س} + \text{ب أ ن}_{س\,ص} - \text{الزمن}_{ص} \end{cases}$$

وفي حالة المرور الخلفي : (و ن ت $_{س}$) يساوي الأصغر عند النشاط (س) من القيم التالية بين النشاطين (س) و (ص) (Activities i and j) :

$$LFT_i = \text{Minimum} \begin{cases} \text{Project Duration} \\ LST_j - FTS_{ij} \\ LFT_j - FTF_{ij} \\ LST_j - STS_{ij} + T_i \\ LFT_j - STF_{ij} + T_i \end{cases} = \begin{cases} \text{وقت النهاية المعين (مدة المشروع)} \\ \text{و ب ت}_{ص} - \text{ن أ ب}_{س\,ص} \\ \text{و ن ت}_{ص} - \text{ن أ ن}_{س\,ص} \\ \text{و ب ت}_{ص} - \text{ب أ ب}_{س\,ص} + \text{الزمن}_{س} \\ \text{و ن ت}_{ص} - \text{ب أ ن}_{س\,ص} + \text{الزمن}_{س} \end{cases}$$



شكل (٧ – ٧) : (ب أ ب) و (ب أ ن) و (ن أ ن) و (ن أ ب) !

Ghalbi_basic@mail.com

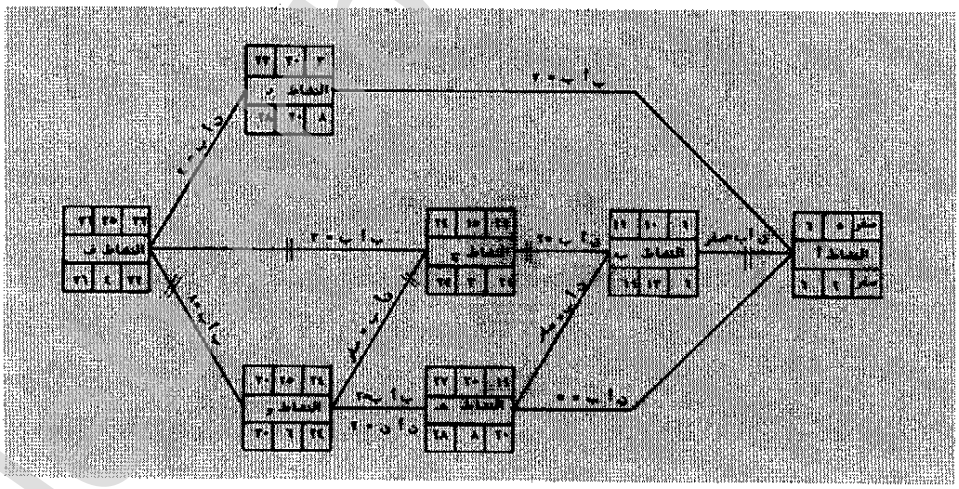
مثـــال

الجـدول (٧ – ١) يمثل مـشـروع مـا والمطلوب تمثـيل المشـروع بطريقـة المخططات التصدرية ومن ثم إيجاد الأوقات الأربعة للنشاطات .

جدول (٧ – ١) : نشاطات المشروع .

رمز النشاط	الزمن (يوم)	يعتمد على	نـوع العلاقـــة
أ	٦	–	–
ب	١٣	أ	ن أ ب = صفر
ج	٣	ب	ن أ ب = ٢
هـ	٨	أ	ن أ ب = ٥
هـ	٨	ب	ن أ ب = صفر
و	٦	ج	ن أ ب = صفر
و	٦	هـ	ب أ ب = ٢
و	٦	هـ	ن أ ن = ٢
د	٢٠	أ	ب أ ب = ٣
ف	٤	د	ن أ ب = ٤
ف	٤	ج	ب أ ب = ٣
ف	٤	و	ب أ ب = ٨

الشكل (٧ – ٨) يمثل المخطط التصدري للمشروع مع بيان أنواع العلاقات بين النشاطات وقيم الأوقات الأربعة وباقي بيانات النشاطات ، وهناك مسارين حرجين في المشروع هما المسار (أ – ب – ج – ف) والمسار (أ – ب – ج – و – ف).



شكل (٧ – ٨) : المخطط التصدري وحسابات الجدولة .

Ghalanmasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

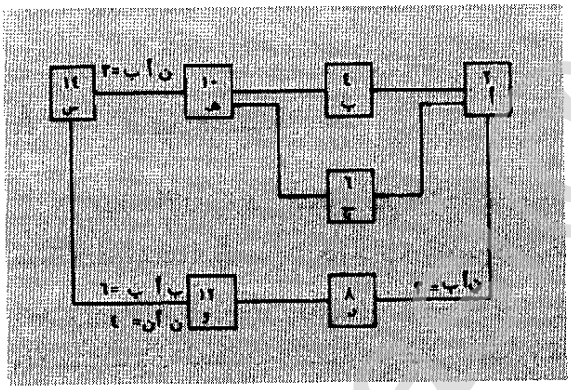
تمارين

٧ – ١ ناقش فوائد وعيوب الشبكات المتداخلة .

٧ – ٢ ما هي أنواع العلاقات الاعتمادية المستخدمة في الشبكات المتداخلة ؟ أي علاقة أهم ؟ ولماذا ؟

٧ – ٣ الجدول التالي يبين أوقات النشاطات الممثلة في المخطط التصدري أدناه والمرقم ترقيماً زوجياً .

النشاط	الوقت (يوم)
أ	٢
ب	٣
ج	٤
د	٦
هـ	٥
و	٧
س	٢



والمطلوب :

أ – إيجاد الأوقات المبكرة والمتأخرة لكل نشاط على فرض أن وقت بداية النشاط الأول يساوي صفراً، ووقت النهاية المتأخرة يساوي وقت النهاية المبكر لآخر نشاط .

ب – إيجاد المسار الحرج .

أهم المراجع :

الأرقام ٩ ، ٢٦ ، ٣٣ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الثامن
طريقة تقييم ومراجعة البرنامج

٨ - ١ مقدمة

هدف الإدارة هو اتخاذ القرارات المدروسة بغرض الحصول على أعظم فائدة ممكنة للمؤسسة ضمن المعلومات المتوفرة، وأغلب التطبيقات في هذا المجال تدور حول موازنة المخاطر، ومن هنا نشأت الحاجة لاستخدام نظريات الإحصاء والاحتمالات لمعالجة المشاريع غير المتكررة مما أدى إلى ظهور طريقة تقييم ومراجعة البرنامج (Program Evaluation & Review Technique - PERT) للمساعدة على الحصول على أحسن قرار ممكن ضمن المعطيات المتوفرة. وقد قام بتطوير هذه الطريقة سلاح البحرية الأمريكي بالتعاون مع الشركة الاستشارية بوز والن وهاملتون (Booz, Allen, and Hamilton) لاستخدامها لأغراض عسكرية في برنامج تطوير صواريخ بولاريس.

يعود ظهور طريقة تقييم ومراجعة البرنامج إلى أواخر الخمسينات من القرن الحالي، أي في نفس الفترة التي ظهرت فيها طريقة المخطط السهمي، باستثناء استخدام مفاهيم الاحتمالية تتشابه الطريقتان إلى درجة كبيرة تجعل الاختلافات بينهما تبدو محدودة جدا إذ أن كلتا الطريقتين تعتمدان على تمثيل المخططات الشبكية بطريقة النشاط على السهم (Activity on Arrow - AOA) ، وعلى حساب أوقات النشاط الأربعة، وإيجاد المسار الحرج واستخدامه في إدارة المشروع.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

عادة ما تكون عملية اتخاذ القرارات الإدارية خاضعة لإحدى الحالات الثلاث التالية : التأكد (Certainty) أو عدم التأكد (Uncertainty) أو المخاطرة (Risk) ، فالفارق الرئيسي بين الطريقتين هو أن طريقة المخطط السهمي تعتمد على حالة التأكد وبالتالي تستخدم الأساليب المحددة (Deterministic) للتعامل مع بيانات المشروع التي قد نستطيع الحصول عليها من خلال مراجعة مشاريع سابقة مشابهة للمشروع مثار الاهتمام، إلا أن طريقة تقييم ومراجعة البرنامج جاءت لمعالجة المشاريع الجديدة في المجالات الحديثة التي لا يوجد مشاريع سابقة مشابهة لها، وبالتالي لا يوجد معلومات مؤكدة حول المشروع مثار الاهتمام مما لا يدع مجالاً أمامنا سوى الاعتماد على معلومات إحتمالية (Probabilistic) ناتجة عن حالة المخاطرة المفروضة بهدف توضيح وتعريف التوقعات والفرضيات المستقبلية.

٨ - ٢ مفاهيم إحصائية

بما أن طريقة تقييم ومراجعة البرنامج تقوم على أسس إحتمالية مبنية على بيانات إحصائية فسنستعرض فيما يلي بعض التعريفات والأسس الواجب معرفتها قبل البدء في تطبيق هذه الطريقة. الإحصاء هو علم يهتم بجمع وتبويب وعرض وتحليل البيانات المتوفرة للظواهر أو النشاطات المطلوب دراستها بغرض استخلاص النتائج واتخاذ القرارات المناسبة، ويمكن تمثيل البيانات الإحصائية بأكثر من طريقة من أهمها :

الجدول التكراري : وهو الجدول الذي يبين عدد مرات حدوث أو تكرار كل من الحوادث المتوقعة، كما يبين العمود الثاني من الجدول (٨ - ١).

الجدول التكراري النسبي : وهو الجدول الذي يبين نسبة تحقق كل من الحوادث المتوقعة، ويساوي عدد التكرار لحادث ما مقسوماً على مجموع التكرارات كما يبين العمود الثالث من الجدول (٨ - ١) السابق ذكره.

المدرج التكراري : يتكون من مجموعة من المستطيلات، كل مستطيل يمثل حدثاً ما، ويتناسب ارتفاع المستطيل مع تكرار الحدث كما في الشكل (٨ - ١).

Ghaleb Abbasi@pmpc.com

المنحنى التكراري : وهو الشكل الناتج من توصيل مجموعة كبيرة من النقاط بخطوط منحنية ملساء بدل من المستطيلات في المدرج التكراري. هذه النقاط التي قد تمثل نقطة على الضلع العلوي (نقطة البداية أو نقطة المنتصف أو نقطة النهاية) لكلٍ من المستطيلات في المدرج التكراري السابق، كما هو موضح في الشكل (٨ – ٢).

فيما يلي سوف نناقش بعض المفاهيم الإحصائية الضرورية لتطبيق طريقة تقييم ومراجعة البرنامج .

٨-٢-١ مقاييس النزعة المركزية

لا يكفي وضع البيانات في توزيع تكراري ذي فئات لدراسة كل توزيع وطبيعته. لذلك توجد مقاييس عددية تعين موقع التوزيع، فربما يكون هناك توزيعات تكرارية متشابهة في طبيعتها وشكلها ولكنها تختلف في مواقعها، ومن هنا نشأت الحاجة إلى معرفة مقاييس النزعة المركزية (Measures of Cerntral Tendency) وتعرف النزعة المركزية [١٧] بظاهرة تمركز القيم أو المشاهدات عند إجراء تجربة ما حول قراءة معينة، وتوجد عدة مقاييس لهذه الظاهرة أهمها :

الوسط الحسابي (Arithmetic Mean - μ) ويعتبر الوسط الحسابي لمجموعة من القيم (س١، س٢، س٣، ... س ن) أهم مقاييس ظاهرة التمركز، ويعرف بأنه حاصل القسمة لمجموع هذه القيم على عددها :

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{N} = \frac{\text{س}_1 + \text{س}_2 + \text{س}_3 + \ldots + \text{س}_n}{\text{ن}}$$

الوسيط (Median) ويعرف الوسيط لمجموعة من القيم المرتبة حسب قيمتها العددية تصاعدياً أو تنازلياً بأنه العدد الأوسط منها إذا كان عددها فردياً، وهو الوسط الحسابي للرقمين اللذين يقسمان هذه القيم إلى نصفين متساويين.

المنوال (Mode) حيث يعرف المنوال لمجموعة من القيم بأنه القيمة التي يقابلها أكبر تكرار إذا وضعنا البيانات في توزيع تكراري للقيم.

Ghaleb.Abbas@mpjo.com

مثال ٨ – ١

شركة استشارية متخصصة بدراسة الجدوى (Feasibility Study) أجرت إحصائية على ثمان وأربعين (٤٨) دراسة لإيجاد معلومات عن الوقت الذي تستغرقه هذه الدراسات. أشهر العمل التي استغرقها القيام بالجدوى لكل من هذه الدراسات مبين في الجدول (٨ – ١)، علماً أن كل دراسة كانت تحتوي على نفس العناصر الأساسية ولكن الوقت اللازم لإنهائها اختلف حسب نوع المشروع والبيانات اللازم جمعها. وقد وجد أن أشهر العمل تراوحت بين ٦ إلى ٢٠ شهر عمل، فيما يلي جدول يبين أشهر العمل وعدد دراسات الجدوى الاقتصادية التي استغرقت تلك المدة :

جدول (٨ – ١) : بيانات الشركة الاستشارية.

أشهر العمل	عدد دراسات الجدوى	التكرار النسبي ٪
٦	١	٢
٧	١	٢
٨	١	٢
٩	١	٢
١٠	٢	٤
١١	٢	٤
١٢	٣	٦
١٣	٤	٨
١٤	٥	١١
١٥	٧	١٥
١٦	٩	١٩
١٧	٦	١٣
١٨	٣	٦
١٩	٢	٤
٢٠	١	٢

والمطلوب :

أولاً – إيجاد الوسط الحسابي والوسيط والمنوال.

ثانياً – رسم المدرج التكراري .

ثالثاً – رسم المنحنى التكراري .

Ghaleb.Abbasi@pmpio.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

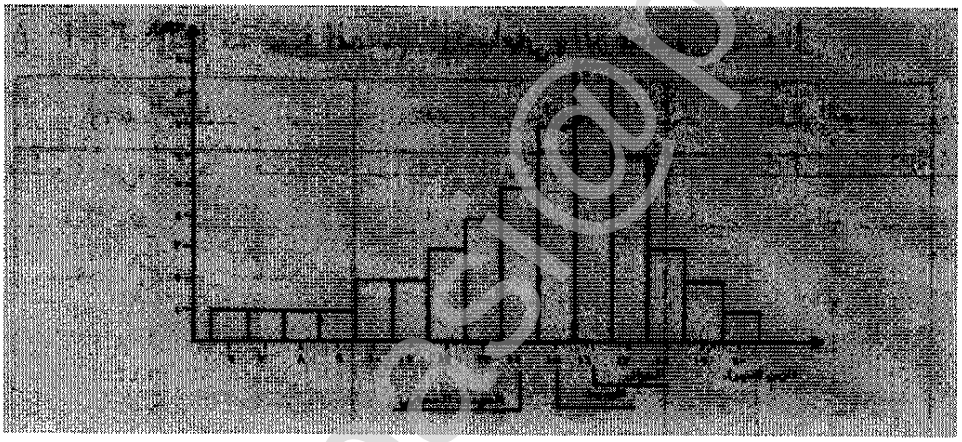
الحـــل

أولاً – يمكن إيجاد الوسط الحسابي والوسيط والمنوال كما يلي :

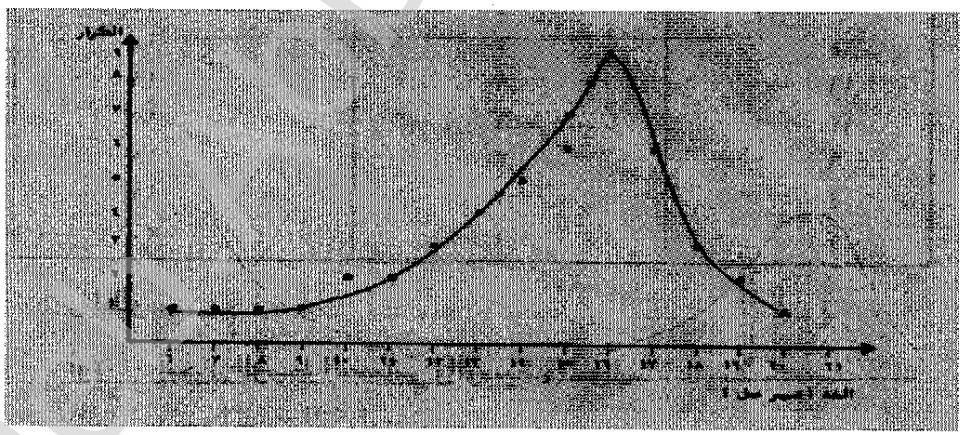
الوسط الحسابي = (٦٩٣)\(٤٨) = ١٤.٤٤ شهر عمل.

الوسيط هو القيمة التي تقسم مجموع عدد الدراسات إلى النصف، بالنظر إلى جدول (٨ – ١) وشكل (٨ – ١) نجد أن ٢٧ دراسة تحتاج إلى ١٥ شهر عمل أو أقل أي أن الوسيط هو ١٥.

المنوال هو القيمة ذات أكبر تكرار، بالنظر إلى الجدول (٨ – ١) نجد أن المنوال هو ١٦ شهر عمل.



شكل (٨ – ١) : المدرج التكراري .



شكل (٨ – ٢) : المنحنى التكراري .

ثانياً – الشكل (٨ – ١) يبين المدرج التكراري للبيانات ويلاحظ أن التوزيع في الشكل (٨ – ١) هو توزيع غير متماثل ونلاحظ إنحراف القراءات إلى اليمين. هذا المدرج التكراري ملتوي نحو اليمين حيث تؤثر القيم المتطرفة على الوسط الحسابي وتسحبه نحو اليمين وبذلك يكون الوسط الحسابي أقل من الوسيط.

ثالثاً – من الجدول (٨ – ١) نلاحظ أن البيانات متوفرة لعدد محدود من الدراسات المنجزة خلال مدة مقربة إلى شهر، بناء على هذه البيانات أمكن رسم الشكل (٨ – ١) ، في حالة وجود عدد كبير (أشهر) فإن شكل المنحنى يكون متصلاً (Continuous Distribution) كما هو مبين في الشكل (٨ – ٢) .

٨-٣ العلاقة بين الوسط الحسابي والوسيط والمنوال

توضح الأشكال التالية العلاقة بين كل من الوسط الحسابي والوسيط والمنوال في توزيعات مختلفة حيث يمثل الشكل (٨ – ٣) منحنى تكرارياً متماثلاً أو طبيعياً حيث نجد أن قيم كل من الوسط الحسابي والوسيط والمنوال متساوية ومنطبقة على نفس النقطة.

شكل (٨ – ٣) : توزيع طبيعي (متماثل) .

شكل (٨ – ٤) : توزيع منحرف إلى اليمين .

شكل (٨ – ٥) : توزيع منحرف إلى اليسار .

Ghada Abdelmonsif@gmail.com

الشكل (٨ – ٤) يمثل مجموعة بيانات منحرفة إلى اليمين، بينما الشكل (٨ – ٥) يمثل مجموعة بيانات منحرفة إلى اليسار، في كلا الشكلين لاحظ قيمة كل من الوسط الحسابي والوسيط والمنوال ومكانهم على المحور الأفقي. يتضح من هذه الأشكال أنه عندما يكون التوزيع منحرفاً نحو اليمين يكون الوسط الحسابي أقل من الوسيط أما إذا كان التوزيع منحرفاً نحو اليسار يكون الوسط الحسابي أكبر من الوسيط [١٧] .

٨-٣-٣ مقاييس التشتت

ظاهرة التشتت عكس ظاهرة التمركز حيث نجد أن القيم تتباعد أو تتشتت، وتحدث الظاهرتان في نفس التجربة فنجد أن أكثر القيم تتمركز حول نقطة ما، ونجد بعض القيم تقع على جانبي هذه النقطة متباعدة كما في حالة التوزيع المتماثل المبينة في الشكل (٨ – ٣). فيما يلي أهم مقاييس التشتت (Measures of Dispersion) :

المدى (Range) ويعرَّف المدى لمجموعة من القيم أو المشاهدات بأنه الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة، ويعتبر المدى مقياساً غير دقيق للتشتت بشكل عام حيث إنه يهتم بالقيمتين الأكثر تطرفاً ، فالمدى = أكبر مشاهدة – أصغر مشاهدة.

التباين (σ^2 - Variance) وهو مربع مجموع انحرافات البيانات عن وسطها الحسابي مقسوماً على عددها.

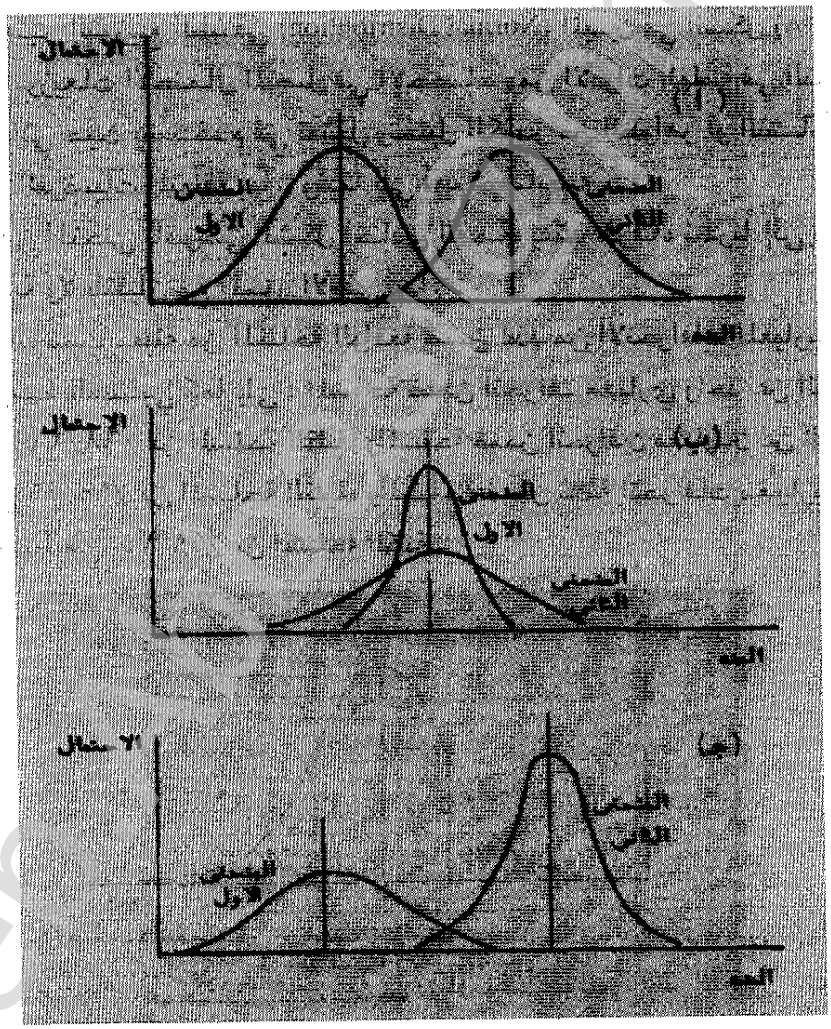
الانحراف المعياري (σ - Standard Deviation) ويعتبر الانحراف المعياري أهم مقاييس التشتت لمجموعة من القيم أو المشاهدات وأكثرها دقة لأنه يأخذ جميع القيم أو المشاهدات بعين الاعتبار، فهو الأكثر شيوعاً واستخداماً، ويعرف الانحراف المعياري بأنه القيمة الموجبة للجذر التربيعي للتباين.

٨-٣-٤ العلاقة بين الوسط الحسابي والإنحراف المعياري

يستخدم عادة مقياسان لوصف التوزيع العملي (Empiricial Distribution) وهما الوسط الحسابي والانحراف المعياري. فالوسط الحسابي أحد مقاييس النزعة المركزية، بينما الانحراف المعياري هو أحد مقاييس تشتت أو انتشار التوزيع.

Ghaleb.Abbas@gmail.com

لا تكفي معرفة الوسط الحسابي أو الانحراف المعياري لتوزيع ما لتوقع شكله، بل يجب معرفة كل منهما. الشكل (٨ – ٦) يبين هذين المقياسين في ثلاث حالات، فالشكل (٨ – ٦ أ) يظهر توزيعين لهما نفس قيمة الانحراف المعياري، لكن الوسط الحسابي للتوزيع الثاني أكبر منه للتوزيع الأول، والشكل (٨ – ٦ ب) يظهر توزيعين لهما نفس قيمة الوسط الحسابي، لكن قيمة الإنحراف المعياري للتوزيع الثاني أكبر من الأول، والشكل (٨ – ٦ ج) يظهر توزيعين يختلفان في قيمة الانحراف المعياري وقيمة الوسط الحسابي.



الشكل (٨ – ٦) : العلاقة بين الوسط الحسابي والانحراف المعياري .

٨ - ٣ مفاهيم احتمالية

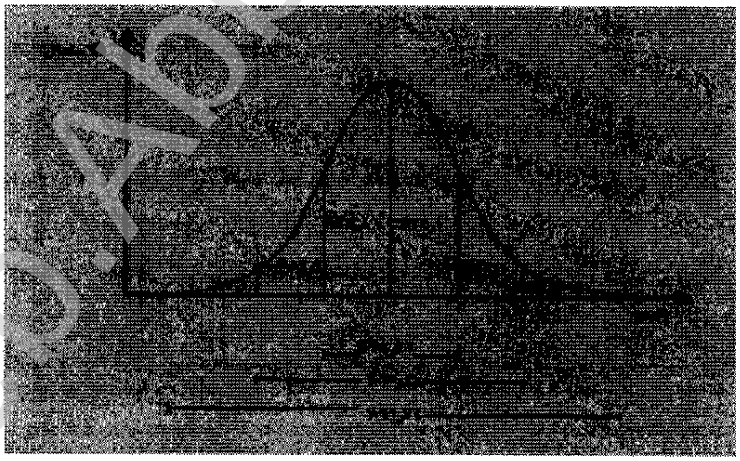
يعرف ألاحتمال على أنه نسبة عدد مرات تحقيق حادثة معينة إلى عدد المحاولات التي تم إجراؤها لتحقيق ذلك الحادث، وبشكل عام فالاحتمال هو مقياس عددي لقياس فرصة تحقيق حادثة غير مؤكدة حيث تعرف الحادثة على أنها حدوث واقعة معينة، كإنهاء نشاط أو عملية ما خلال فترة معينة من الوقت.

٨ - ٣ - ١ التوزيع الطبيعي

يعتبر التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) المبين في الشكل (٨ – ٧) من أهم توزيعات الاحتمال المتصل في الإحصاء، ومن الأدوات الهامة في التحليل الإحصائي حيث يستخدم في تمثيل وتحليل الكثير من الظواهر أو النشاطات، واختبار الفرضيات المتعلقة بها، وفيما يلي أهم خصائصه :

١ – يكون المنحنى ناقوسي الشكل أحادي القمة، يمتد طرفاه نظرياً إلى ما لا نهاية ولا يلتقيان مع المحور الأفقي أبدا.

٢ – هناك نسب معينة من المساحة الواقعة ضمن عدد من الانحرافات المعيارية عن الوسط الحسابي كما يلي : المساحة ضمن انحراف معياري واحد عن الوسط هي ٦٨,٢٦٪ من المساحة الكلية، والمساحة ضمن انحرافين معياريين عن الوسط هي ٩٥,٤٦٪ من المساحة الكلية، والمساحة ضمن ثلاثة انحرافات معيارية عن الوسط هي ٩٩,٧٤٪ من المساحة الكلية .



شكل (٨ – ٧) : التوزيع الطبيعي .

Ghaleb.Albasiony.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

٣ – تتساوى قيم الوسط الحسابي والوسيط والمنوال لهذا التوزيع عند القيمة التي تقابل أكبر تكرار أي قمة المنحنى.

٤ – المساحة تحت منحنى التوزيع الطبيعي = ١,٠٠ = ١٠٠٪ من المساحة.

٥ – يتماثل التوزيع على طرفي الوسط الحسابي.

تختلف التوزيعات التكرارية التي تنطبق عليها خصائص التوزيع الطبيعي في قيم الوسط الحسابي والإنحراف المعياري، ولتسهيل عمليات إيجاد المساحات المختلفة تحت أي منحنى طبيعي قام علماء الرياضيات بحساب المساحات تحت منحنى طبيعي وسطه الحسابي يساوي صفراً وانحرافه المعياري يساوي واحداً، وهو ما أطلق عليه التوزيع الطبيعي المعياري (Standard Normal Distribution) وأطلق على الجدول الذي يعطي المساحات لهذا التوزيع جداول المساحة تحت منحنى التوزيع الطبيعي المعياري. وبعد إيجاد قيمة المتغير العشوائي (ع) ونجد قيمة الاحتمالية المقابلة من الجداول حيث أن :

$$ع = \frac{\text{قيمة القراءة} - \text{الوسط الحسابي}}{\text{الانحراف المعياري}} \qquad Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

ثم نستخدم الجدول المرفق في الملحق (١) – كما سنبين فيما بعد – لإيجاد المساحات تحت منحنى التوزيع الطبيعي، أي الاحتمال.

٨ - ٤ تعريفات وفرضيات

هناك بعض التعريفات والفرضيات المستخدمة في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج فيما يتعلق بكل من النشاطات المكونة للمشروع أو المشروع ككل.

٨-٤-١ الفرضيات المتعلقة بالنشاطات

كما ذكر سابقاً فإن التحديد الزمني للوقت اللازم لتنفيذ أي نشاط في المشروع يكون احتمالياً لمواجهة الشك أو عدم التأكد فيما يتعلق بزمن النشاط، وعليه فقد وضعت ثلاثة تقديرات لتحديد الزمن اللازم لإنجاز النشاط وهي :

Ghaleb.Abbas@pmp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الوقت التفاؤلي – (أ) (Optimistic Time - a) : هو الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط عندما تكون ظروف تنفيذ النشاط مثالية، ولا يحتمل تنفيذ النشاط في وقت أقصر.

الوقت الأكثر احتمالاً – (م) (Most Probable Time - m) : وهو الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط عندما تكون ظروف تنفيذ النشاط طبيعية وجيدة ولكن ليست مثالية كما هي عادة في الواقع .

الوقت التشاؤمي – (ب) (Pessimistic Time - b) : وهو الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط عندما تكون ظروف التنفيذ سيئة، ولا تدخل هنا الظروف غير الطبيعية أو الكوارث مثل الزلازل والفيضانات ... الخ.

إن توزيع أوقات النشاطات يتبع توزيع بيتا (Beta Distribution) كما في الشكلين (٨ – ٤) و (٨ – ٥) ، وبسبب صعوبة التعامل مع توزيع بيتا وبناءً على الفرضية المتعلقة بالنشاطات التي تنص على أن كل نشاط يعتبر مستقلاً عن باقي نشاطات المشروع، أي أن كل نشاط يمكن تنفيذه مستقلاً عن النشاطات الأخرى، وأن الوقت اللازم لتنفيذ نشاط ما ليس له تأثير في الوقت اللازم لتنفيذ النشاطات اللاحقة. بناءً على كل ذلك نستطيع استخدام التوزيع الطبيعي الشكل (٨ – ٧) بدلاً من توزيع بيتا لإيجاد احتمالية إنجاز أي نشاط أو مجموعة نشاطات أو المشروع كاملاً.

قد تبدو هذه الفرضية صحيحة للوهلة الأولى ولكن إذا نظرنا إلى الواقع العملي نجد أن هذه الفرضية ليست صحيحة تماماً، ففي حالة تأخير نشاط ما عن موعده المحدد نجد أن إدارة المشروع تعمل جاهدة لتعويض هذا التأخير في النشاطات اللاحقة، أي أن زمن النشاطات اللاحقة تأثر بطريقة غير مباشرة بنشاط سابق، وفي حالة أخرى وهي وجود نشاطين متزامنين يحتاجان نفس الموارد، وفي الوقت الذي لا تكفي الموارد المتاحة لتنفيذ النشاطين في نفس الوقت تجد الإدارة نفسها مضطرة لتأخير أحد هذين النشاطين، مما سبق نخلص إلى أن فرضية استقلال النشاطات عن بعضها البعض ليست فرضية صحيحة تماماً ولكننا نستخدمها في إدارة المشاريع لتسهيل التعامل مع نشاطات المشروع.

Ghaleb.Abbas@pmp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٨-٤-٣ الفرضيات المتعلقة بالمشروع

يتكون المشروع من مجموعة من النشاطات وزمن هذه النشاطات غير معروف على وجه التحديد، وإنما قائم على توزيع احتمالي بغض النظر عن طبيعة هذا التوزيع. وبما أن عدد النشاطات في المشروع كبير في العادة فيمكن حساب الزمن اللازم لإنجاز المشروع اعتماداً على نظرية التوزيع الطبيعي، ويشترط مودر (Moder) [٣٢] أن يكون أي مسار في المشروع مكوناً من أربعة نشاطات أو أكثر حتى نستطيع استخدام التوزيع الطبيعي اعتماداً على النظرية الأساسية في تقارب التوزيعات الإحصائية (Central Limit Theorem) ، بينما يشترط ميلر (Miller) أن يكون عدد النشاطات في المشروع عشرة أو أكثر [٣٢] وبغض النظر عن كون الحد الأدنى أربعة نشاطات أو عشرة نشاطات، ففي العادة يكون عدد النشاطات في المشروع في الحالات العملية أكثر من عشرة نشاطات.

٨ - ٥ إيجاد الوقت المتوقع للنشاط

حتى الآن كنا ننظر للوقت المتوقع للنشاط كقيمة واحدة مسلم بها، إلا أنه في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج الوقت المتوقع لإنهاء نشاط ما ، عبارة عن الوسط لأوقات النشاط الثلاثة – التفاؤلي والأكثر احتمالاً والتشاؤمي.

بعد الحصول على تقدير لأوقات النشاط الثلاثة وهي التفاؤلي والأكثر احتمالاً والتشاؤمي من الخبراء في هذا المجال نقوم بحساب الوقت المتوقع لإنهاء النشاط والانحراف المعياري والتباين للنشاط باستخدام المعادلات التالية :

الوقت المتوقع للنشاط = $t_{\text{النشاط}} = \frac{\text{أ} + 4(\text{م}) + \text{ب}}{٦}$ $\qquad t = \frac{a + 4m + b}{\sigma}$

الإنحراف المعياري للنشاط = $\frac{\text{ب} - \text{أ}}{٦}$ $\qquad \sigma = \frac{b - a}{6}$

التباين للنشاط = (الإنحراف المعياري للنشاط)^{٢} = σ^2

Ghaleb.Abbas@mpo.com

بعد إيجاد الوقت المتوقع لإنهاء النشاط والانحراف المعياري والتباين للنشاط لا نحتاج إلى أي من الأوقات الثلاثة في حسابات النشاط أو المشروع أو الجدولة أو في حسابات المرونة. وقد يخطر على بال القارئ تساؤل حول معادلة إيجاد الوقت المتوقع وهو لماذا نعتمد على الأوقات الثلاثة : التفاؤلي والأكثر احتمالاً والتشاؤمي فقط التي يفرضها ثلاثة خبراء في العادة في حساب الوقت المتوقع للنشاط ؟ لماذا لا نعتمد على عشر أو عشرين قيمة يتم تقديرها من قبل عشرة أو عشرين شخصاً مختلفاً ثم نقوم بحساب الوقت المتوقع للنشاط على أساس المعادلة ؟ وللإجابة على هذا السؤال نقول إن طريقة تقييم ومراجعة البرنامج قد وجدت من أجل المشاريع غير المتكررة التي لا يوجد مشاريع مشابهة لها، وغالباً ما تكون في مواضيع متخصصة جداً حيث يصعب إيجاد عشرة أو عشرين شخصاً متخصصين في الموضوع وقادرين على توقع وقت نشاط محدد، بالإضافة إلى أنه يمكن تصنيف معظم الأشخاص إلى متفائل أو معتدل أو متشائم حسب نظرتهم لإمكانية إنجاز النشاطات المكونة للمشروع، كما أن التجارب العملية أثبتت الدقة المبنية على الوسط الحسابي بينما المعادلة المستخدمة في إيجاد الإنحراف المعياري لنشاط ناتجة من استخدام النظرية الأساسية في تقارب التوزيعات الإحصائية التي تنص على أن ٩٩,٧٤٪ من القراءات تقع ضمن مدى ثلاثة انحرافات معيارية إلى اليمين وثلاثة انحرافات معيارية تقع إلى اليسار في منحنى التوزيع الطبيعي.

مثـــال ٨ – ٢

سنتناول في هذا المثال المشروع الذي تحدثنا عنه في الفصل الخامس في المثال (٥ – ٣) بعد فرض قيمة للأوقات الثلاثة للنشاطات، والجدول (٨ – ٢) يعطينا التقديرات الثلاثة لزمن كل نشاط في المشروع بالأيام والمطلوب إيجاد ما يلي لكل نشاط :

١ – الوقت المتوقع.
٢ – الإنحراف المعياري.
٣ – التباين.

Ghaleb.Abbas@gmail.com

جدول (٨ – ٢) : كشف لنشاطات المشروع .

رمز النشاط	الوقت (يوم)		
	التفاؤلي	الأكثر احتمالا	التشاؤمي
أ	٢	٣	٤
ب	٢	٤	٦
ج	٣	٧	١١
د	١	٢	٣
هـ	٢	٥	٨
و	١	٢	٣
ز	٢	٦	١٠
ح	٢	٣	٤

الحـــل

باستخدام المعادلات السابقة الذكر نحصل على ما يلي :

للنشاط (أ) :

الوقت المتوقع $_{أ}$ $= و_{أ} = \frac{٢ + (٣)(٤) + ٤}{٦} = ٣$ أيام .

الإنحراف المعياري $_{أ}$ $= \frac{٤ - ٢}{٦} = ٠,٣٣$ يوماً .

التباين $= (٠,٣٣)^{٢} = ٠,١١$ يوماً .

للنشاط (ب) :

الوقت المتوقع $_{ب}$ $= و_{ب} = \frac{٦ + (٣)(٤) + ٢}{٦} = ٤$ أيام .

الإنحراف المعياري $_{ب}$ $= \frac{٦ - ٢}{٦} = ٠,٦٧$ يوماً .

التباين $= (٠,٦٧)^{٢} = ٠,٤٥$ يوماً .

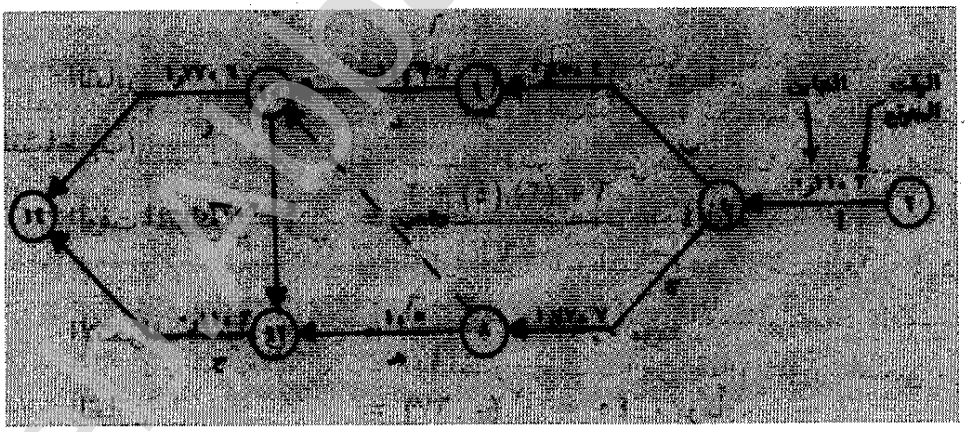
بتطبيق المعادلات السابقة على باقي النشاطات نجد باقي القيم كما هو مبين في الجدول التالي (٨ – ٣) الذي يلخص النتائج التي حصلنا عليها.

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

جدول (٨ – ٣) : الوقت المتوقع والإنحراف المعياري والتباين للنشاطات .

النشاط	الوقت المتوقع	الانحراف العياري	التباين
أ	٣	٠,٣٣	٠,١١
ب	٤	٠,٦٧	٠,٤٥
ج	٧	١,٣٣	١,٧٧
د	٢	٠,٣٣	٠,١١
هـ	٥	١,٠٠	١,٠٠
و	٢	٠,٣٣	٠,١١
ز	٦	١,٣٣	١,٧٧
ح	٣	٠,٣٣	.١١

نلاحظ أن الوقت المتوقع في العمود الثاني في الجدول (٨ – ٣) هو نفس الوقت المعطى في المثال (٥ – ٣) . الشكل (٨ – ٨) أدناه يبين المشروع بطريقة المخطط السهمي بعد كتابة الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط على المخطط.



الشكل (٨ – ٨) : المخطط السهمي للمشروع .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٨ - ٦ إيجاد الوقت المتوقع للمشروع

تنص النظرية الأساسية في تقارب التوزيعات الإحصائية على أن الوقت المتوقع لإنهاء سلسلة من النشاطات تقع على مسار ما يساوي مجموع الأوقات المتوقعة لإنهاء كل من هذه النشاطات منفردة.

الوقت المتوقع للمسار = مجموع الأوقات المتوقعة للنشاطات على ذلك المسار.

و للمسار أ، ب، ج، ... = و أ + و ب + و ج + ...

$$T_{Path} = t_{Activity\ A} + t_{Activity\ B} + \dots$$

يكون الانحراف المعياري لأي مسار في المشروع هو الجذر التربيعي لمجموع تباين (الإنحرافات المعيارية) لكل من النشاطات الواقعة على ذلك المسار ، ولا يساوي مجموع الانحرافات المعيارية لتلك النشاطات .

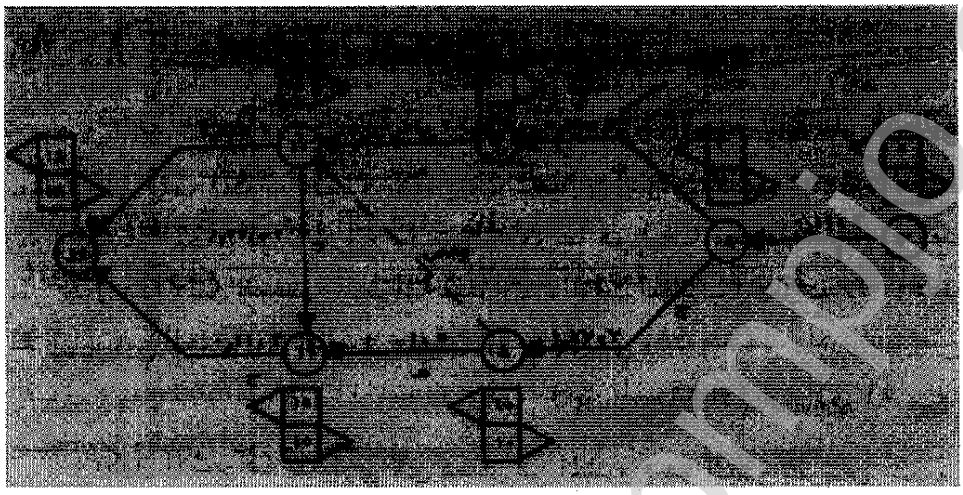
الإنحراف المعياري للمسار أ، ب، ج، ... = الجذر التربيعي لمجموع تباين نشاطات المسار.

$$\sigma_{Path} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \dots} \qquad \text{التباين للمسار} = \sqrt{\text{تباين أ} + \text{تباين ب} + \dots}$$

٨ - ٧ الجدولة

بعد إيجاد الوقت المتوقع لإنهاء النشاطات المختلفة في المشروع والإنحراف المعياري والتباين لها نبدأ بحسابات الجدولة للمشروع. لا تختلف هذه الحسابات عن تلك المستخدمة في طريقة المسار الحرج والتي شرحناها بالتفصيل في الفصلين الخامس والسادس. خصوصاً الأجزاء (٥ - ٧) و (٥ - ٨) و (٥ - ٩)، ففي جميع الأحوال نحسب أربعة أوقات للنشاطات وهي : وقت البداية المبكر (و ب ب) ووقت النهاية المبكر (و ن ب)، من خلال المرور الأمامي ووقت النهاية المتأخرة (و ن ت) ووقت البداية المتأخرة (و ب ت) من خلال المرور الخلفي مع ملاحظة أن زمن النشاط المستخدم في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج هو الوقت المتوقع لإنهاء النشاط . الشكل التالي (٨ - ٩) يمثل المخطط السهمي للمشروع الذي سبق أن توصلنا له في الشكل (٥ - ٢٥) بعد إضافة قيمة التباين لكل نشاط .

Ghaleb Abbasi@gmail.com



شكل (٨ – ٩) : المخطط السهمي للمشروع من المثال (٥ – ٣) .

كما شرحنا بطريقة المخطط السهمي في الفصل الخامس يوجد لكل نشاط أربعة أنواع مرونة وهي: المرونة الكلية (م ك) والمرونة الحرة (م ح) والمرونة المتداخلة (م م) والمرونة المستقلة (م ق). باستخدام نفس المعادلات المشروحة في الجزء (٥ – ١١) نستطيع إيجاد قيم المرونة المختلفة وكما في الجدول (٥ – ٨) نستطيع تلخيص نفس النتائج للحسابات المتعلقة بأوقات النشاط الأربعة والمرونة علماً بأن كل قيمة من القيم في هذا الجدول لها احتمالية إنجاز تساوي ٥٠٪ في الوقت المتوقع.

جدول (٨ – ٤)

رمز النشاط	الوقت المتوقع	أوقات مبكرة		أوقات متأخرة		المرونة			
		و ب ب	و ن ب	و ب ت	و ن ت	كلية	حرة	متداخلة	مستقلة
أ	٣	صفر	٣	صفر	٣	صفر	صفر	صفر	صفر
ب	٤	٣	٧	٦	١٠	٣	صفر	٣	صفر
ج	٧	٣	١٠	٣	١٠	صفر	صفر	صفر	صفر
د	٢	٧	٩	١٠	١٢	٣	١	٢	صفر
هـ	٥	١٠	١٥	١٠	١٥	صفر	صفر	صفر	صفر
و	٢	١٠	١٢	١٣	١٥	٣	٣	صفر	١
ز	٦	١٠	١٦	١٢	١٨	٢	٢	صفر	صفر
ح	٣	١٥	١٨	١٥	١٨	صفر	صفر	صفر	صفر

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٨ - ٨ إحتمال إنهاء المشروع في وقت محدد

كما ذكرنا سابقاً فإن إنهاء أي نشاط في الوقت المتوقع هو مجرد احتمال يعتمد على وقته المتوقع وقيمة الانحراف المعياري والوقت المطلوب إنهاؤه خلاله. وكون المسار المحدد في مشروع ما مساراً حرجاً هو أيضاً مجرد احتمال يعتمد على طول هذا المسار وقيمة انحرافه المعياري والوقت المطلوب إنهاؤه خلاله، وعليه فلا نستطيع الجزم بأن المشروع يمكن أن ينتهي في وقت محدد، ولكن نستطيع القول أن احتمالية إنهاء المشروع في الوقت المتوقع (و) تساوي ٥٠٪ إذا استخدمنا منحنى التوزيع الطبيعي .

بما أن المسار يتكون من عدد من النشاطات التي يمكن اعتبار كل منها حادثة لها توزيع احتمالي طبيعي فإن التوزيع الاحتمالي للمسار الذي يتكون من مجموع هذه النشاطات سيأخذ شكل التوزيع الطبيعي، وكلما ازداد عدد النشاطات في المسار كان التوزيع الاحتمالي للمسار أقرب إلى التوزيع الطبيعي، وعليه نستطيع إيجاد احتمالية إنهاء المشروع في وقت محدد من خلال استخدام جداول التوزيع الطبيعي. في حالة وجود أكثر من مسار مستقل في المشروع، بمعنى أن أي مسار لا يتأثر بأي من النشاطات الواقعة على المسارات الأخرى، فإن احتمال إنهاء المشروع في وقت محدد هو حاصل ضرب احتمال إنهاء كل من المسارات المستقلة في المخطط خلال ذلك الوقت.

شكل (٨ - ١٠) احتمال إنهاء المشروع في وقت محدد !

Ghabbash@hotmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٨ - ٩ المسار الحرج

في طريقة المخطط السهمي كان همنا الوحيد هو الوقت بينما في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج يجب أن ننظر بالإضافة إلى الوقت إلى احتمالية إنهاء المشروع من خلال مسار معين، فالمسار الحرج هو المسار المتصل الذي يعطي أقل احتمالية لإنهاء المشروع من خلاله وليس فقط أطول مسار في المشروع ، وهذا هو الاختلاف الجوهري بين طريقة تقييم ومراجعة البرنامج وطريقة المخطط السهمي. النظرية الأساسية في تقارب التوزيعات الإحصائية تمكننا من تطبيق المفاهيم الإحصائية السابق ذكرها حيث أن لكل مسار في المشروع وقت متوقع وانحرافاً معيارياً مساوياً للجذر التربيعي لمجموع مربع انحرافات النشاطات على ذلك المسار، وبالتالي يوجد هناك احتمال مختلف لإنهاء المشروع من خلال كل مسار في المشروع.

هناك بعض الملاحظات الهامة حول تحديد المسار الحرج في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج :

١ – في حالة وجود أكثر من مسار متصل من بداية إلى نهاية المشروع وكل منهم يستغرق نفس الوقت المتوقع فإن المسار الحرج هو المسار الذي له أكبر انحراف معياري بغض النظر عن الوقت المطلوب إنهاء المشروع ضمنه .

٢ – لا يوجد مسار حرج ثابت طوال المشروع، ولكن هناك احتمال بأن يكون هذا المسار أو ذاك المسار حرجاً لأن جميع الأوقات المؤثرة في حسابات الجدولة هي أوقات احتمالية. وقد يستغرق نشاط ما أكثر من الوقت المتوقع لإنهائه، وهذا أمر طبيعي جداً ، وقد يؤدي ذلك إلى تغيير المسار الحرج. تغيير المسار الحرج أمر قد يتكرر أكثر من مرة في أثناء تنفيذ المشروع.

٣ – في حالة وجود أكثر من مسار في المشروع تستغرق أوقات متقاربة وانحرافات معيارية متفاوتة قد نجد أن المسار الأقصر ذا الانحراف الأعلى هو المسار الأكثر تأثيراً في احتمالية إنهاء المشروع في وقت محدد كما سنوضح لاحقاً .

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مثـال ٨ – ٣

أوجد المسار الحرج للمشروع في الشكل (٨ – ٩) إذا أردنا إنهاءه في الوقت المتوقع له وهو ١٨ يوماً أو أقل.

الحـل

كما ذكرنا أن الزمن المتوقع لإنهاء أي مسار عبارة عن مجموع الأوقات المتوقعة للنشاطات الواقعة على ذلك المسار والتباين لأي مسار هو مجموع التباينات للنشاطات على ذلك المسار والانحراف المعياري يساوي الجذر التربيعي لمجموع التباينات بتطبيق معادلة التوزيع الطبيعي نوجد قيمة المتغير العشوائي (ع) لكل مسار من جداول التوزيع الطبيعي (ملحق ١) ثم نوجد قيمة الاحتمال المقابل لكل قيمة. الجدول التالي (٨ – ٥) يلخص بيانات جميع المسارات الممكنة في المخطط مع بيان طول كل منها وتباينه وانحرافه المعياري واحتمال إنهائه في ١٨ يوماً.

جدول (٨ – ٥) : احتمالات مسارات المشروع .

المسار	الزمن (يوم)	الانحراف المعياري	التباين	ع	الإحتمال ٪
أ، ب، د، ز	١٥	١,٥٦	٢,٤٣	١,٩٢	٩٧,٢٦
أ، ب، د، و، ح	١٤	٠,٩٤	٠,٨٨	٤,٢٦	١٠٠,٠
أ، ج، وهمي، ز	١٦	١,٩١	٣,٦٥	١,٠٥	٨٥,٣١
أ، ج، وهمي، و، ح	١٥	١,٤٥	٢,١٠	٢,٠٧	٩٨,٢١
أ، ج هـ، ح *	١٨	١,٧٣	٢,٩٩	صفر	٥٠,٠٠

المسار الحرج هو المسار (أ، ج، هـ، ح) الذي يملك أقل احتمالية وأكبر زمن متوقع، أي هو المسار الذي طوله ١٨ يوماً واحتمال إنجاز المشروع من خلاله يساوي ٥٠٪. كما ويوجد أيضاً مسار آخر قريب جداً من المسار الحرج وهو المسار (أ، ج، وهمي، ز)، حيث إن طول هذا المسار قريب جداً من طول المسار الحرج وانحرافه المعياري أعلى من الانحراف المعياري للمسار الحرج إلا أن احتمال إنجاز المشروع من خلاله أكبر (٨٥,٣١٪) لذلك فهو لا يشكل خطورة.

Ghaleb Abbas Compo.com

مثـــال ٨ – ٤

في المثال السابق أوجد :

١ – احتمال إنهاء المشروع في خلال ٢٠ يوماً أو أقل.

٢ – الوقت اللازم لإنهاء المشروع باحتمالية ٧٥٪.

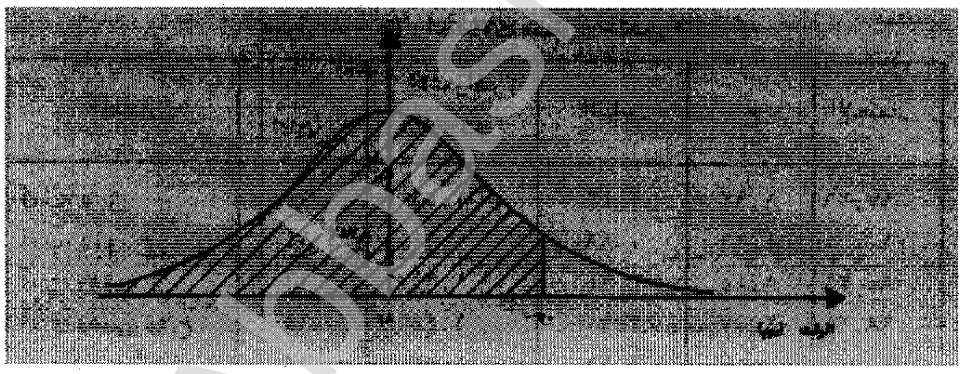
٣ – الوقت اللازم لإنهاء المشروع باحتمالية ٩٠٪.

الحـــل

(١) لإيجاد احتمال إنهاء المشروع في ٢٠ يوماً أو أقل نقارن هذا الوقت مع المسار الحرج كما يلي :

$$ع_{\text{للمسار (أ، ج، هـ، ح)}} = \frac{٢٠ - ١٨}{١,٧٣} = ١,١٦$$

من جداول التوزيع الطبيعي – ملحق (١) – فإن احتمالية إنهاء المسار (أ، ج، هـ، ح) في ٢٠ يوماً هي ٨٧,٧٪.



شكل (٨ – ١١) : احتمال إنهاء المشروع في ٢٠ يوماً عن طريق المسار (أ، ج، هـ، ح) .

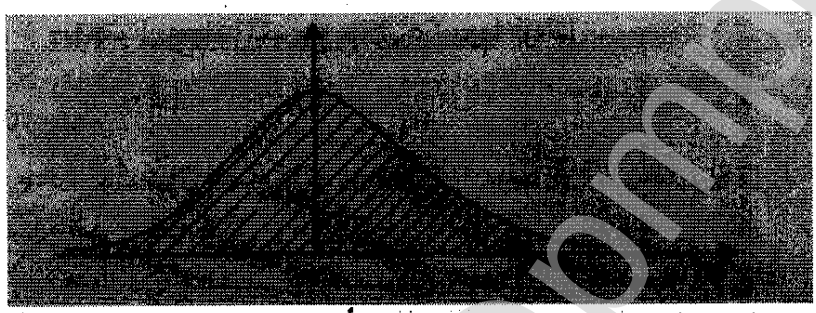
من الجدول (٨ – ٥) نلاحظ أن الانحراف المعياري للمسار (أ، ج، وهمي، ز) أكبر من الانحراف المعياري للمسار الحرج، فمن المفروض أن يعطي احتمالاً أكبر لإنهاء المشروع، لذلك نقوم بإيجاد احتمال إنهاء المشروع من خلال هذا المسار وهي :

$$ع_{\text{للمسار (أ، ج، وهمي، د)}} = \frac{٢٠ - ١٦}{١,٩١} = ٢,٠٩$$

Ghaleb Amsi@ompjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

باستخدام جدول التوزيع الطبيعي فاحتمال إنهاء المسار (أ، ج، وهمي، ز) في ٢٠ يوما تساوي ٩٨,١٧٪ وهي أعلى من احتمال إنهاء المشروع عن طريق المسار الحرج؛ لذلك فإن احتمال إنهاء المشروع عن طريق المسار (أ، ج، هـ، ح) هو الأقل وتساوي ٨٧,٨٪.



شكل (٨ – ١٢) : احتمال إنهاء المشروع في ٢٠ يوماً عن طريق المسار (أ، ج، وهمي ، ز) .

(٢) لإيجاد الوقت اللازم لإنهاء المشروع باحتمال ٧٥٪ نفرض أن الوقت اللازم لإنهاء المسار (أ، ج، هـ، ح) باحتمال ٧٥٪ = س، من جداول التوزيع الطبيعي نجد قيمة (ع) المقابلة لاحتمال ٧٥٪، وهي تساوي ٠,٦٧٥ بتطبيق معادلة التوزيع الطبيعي المعياري :

$$\frac{\text{س} - ١٨}{١,٧٣} = ٠,٦٧٥$$

بحل المعادلة السابقة نجد قيمة س = ١٩,١٧ يوماً، أي أن الزمن اللازم لإنهاء المشروع باحتمال ٧٥٪ هو ٢٠ يوماً تقريباً.

(٣) لإيجاد الوقت اللازم لإنهاء المشروع باحتمال ٩٠٪ نفرض أن الوقت اللازم لإنهاء المسار (أ، ج، هـ، ح) بنسبة ٩٠٪ = س، من جدول التوزيع الطبيعي نجد قيمة (ع) المقابلة لاحتمال ٩٠٪ وهي تساوي ١,٢٨.

$$\frac{\text{س} - ١٨}{١,٧٣} = ١,٢٨$$

بحل المعادلة السابقة نجد قيمة س = ٢٠,٢١ يوماً، أي أن الوقت اللازم لإنهاء المشروع باحتمال ٩٠٪ هو ٢١ يوماً تقريباً.

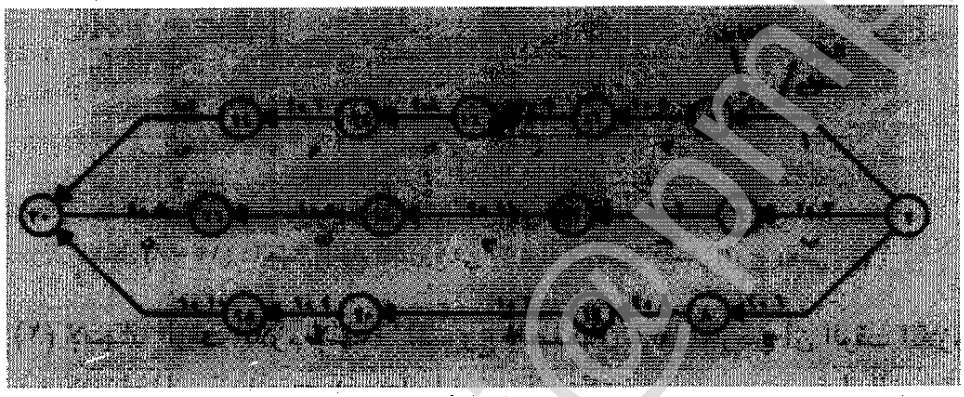
Ghaleb.Abbas@mmp.com

مثـــال ٨ – ٥

الشكل (٨ – ١٣) يمثل مخططاً سهمياً لمشروع ما، والجدول (٨ – ٦) يبين الزمن المتوقع بالأيام والانحراف المعياري له والتباين لكل نشاط، والمطلوب إيجاد:

١ – الوقت المتوقع لإنهاء المشروع.

٢ – احتمال إنهاء المشروع خلال ٣٥ يوماً أو أقل .



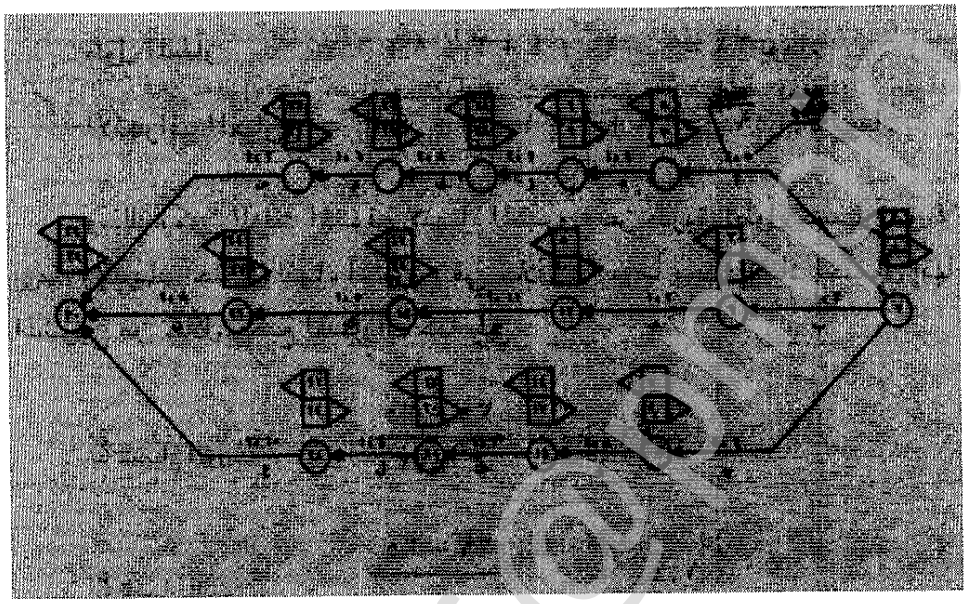
شكل (٨ – ١٣) : المخطط السهمي للمشروع قبل الجدولة .

جدول (٨ – ٦) : بيانات نشاطات المشروع .

النشاط	الوقت المتوقع (يوم)	الانحراف المعياري	التباين
أ	٥	٢	٤
ب	٣	١	١
ج	٦	٢	٤
د	٤	١	١
هـ	٢	١	١
و	٨	٢	٤
ز	٩	٢	٤
ح	١١	٣	٩
ط	٣	١	١
ي	٨	٢	٤
ك	٥	١	١
ل	٤	١	١
م	٦	١	١
ن	٨	٢	٤
س	٢	١	١
ع	١٠	٣	٩

Ghaleb.Abbas@mmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com



الشكل (٨ – ١٤) : المخطط السهمي للمشروع بعد الجدولة .

الحـــل

من الشكل (٨ – ١٤) نلاحظ أنه يمكن إنهـاء المشـروع بعـد إنهـاء ثلاثة مسارات منفصلة ومستقلة وهي :

(١) المسار الأول (أ، د، ز، ي، م، س)

طول المسار = ٥ + ٤ + ٩ + ٨ + ٦ + ٢ = ٣٤ يوماً .

الانحراف المعياري = $\sqrt{٤ + ١ + ٤ + ٤ + ١ + ١}$ = ٣,٨٧٣ يوماً.

(٢) المسار الثاني (ب، هـ، ح، ك، ن)

طول المسار = ٣ + ٢ + ١١ + ٥ + ٨ = ٢٩ يوماً.

الإنحراف المعياري = $\sqrt{١ + ١ + ٩ + ١ + ٤}$ = ٤ أيام.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

(٣) المسار الثالث (ج، و، ط، ل، ع)

طول المسار = ٦ + ٨ + ٣ + ٤ + ١٠ = ٣١ يوماً.

الانحراف المعياري = $\sqrt{٤ + ٤ + ١ + ١ + ٩}$ = ٤,٣٥٩ يوماً.

وبذلك يكون الوقت المتوقع لإنهاء المشروع عن طريق أطول مسار هو ٣٤ يوماً، ولإيجاد احتمال إنهاء المشروع في خلال ٣٥ يوماً يجب إيجاد احتمال إنهاء المشروع من خلال جميع المسارات كما يلي :

ع للمسار الأول = $\frac{٣٥ - ٣٤}{٣,٨٧٣}$ = ٠,٢٦

ع للمسار الثاني = $\frac{٣٥ - ٢٩}{٤}$ = ١,٥٠

ع للمسار الثالث = $\frac{٣٥ - ٢٩}{٤,٣٥٩}$ = ٠,٩٢

من جدول التوزيع الطبيعي (ملحق ١) فإن احتمالات إنهاء المسار الأول والثاني والثالث خلال ٣٥ يوماً تساوي ٦٠,٢٦٪ و ٩٣,٣٢٪ و ٨٢,١٢٪ على التوالي .

مما سبق نستنتج أن احتمال إنهاء المشروع خلال ٣٥ يوماً يساوي حاصل ضرب الاحتمالات لكل مسار مستقل أي ؛

(٠,٦٠٢٦) × (٠,٩٣٣٢) × (٠,٨٢١٢) = ٤٦,١٨٪ .

Ghaleb.Abbasi@pmijo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تمارين

٨ – ١ ما هي أوجه الشبه والاختلاف بين طريقة المخطط السهمي وطريقة تقييم ومراجعة البرنامج ؟ ناقش.

٨ – ٢ اشرح تأثير كل من الوقت المتوقع والتباين لمسار ما مكون من مجموعة نشاطات على المسار أو المسارات الحرجة في المشروع.

٨ – ٣ ما هو احتمال إنهاء أي مشروع في الوقت المتوقع في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج ؟ اشرح .

٨ – ٤ للمشروع التالي افرض أن الأوقات المتفائلة والأكثر احتمالاً والمتشائمة (بالأيام) هي كما في الجدول التالي :

النشاط	الأوقات (يوم)			النشاط السابق
	متفائل	أكثر احتمالاً	متشائم	
أ	٤	٧	٩	–
ب	١	٣	٤	–
ج	٢	٤	٥	–
د	٤	٦	٨	أ
هـ	٤	٨	١٠	أ
و	٦	١٢	١٥	أ
س	٢	٤	٦	د، ب
ع	٤	٨	٩	د، ب
ف	٢	٤	٨	هـ، ج
م	٣	٦	٩	هـ، ج
س	٣	٤	٥	ف، و، ص

أوجد ما يلي :

١ – المدة اللازمة لإنهاء المشروع.

٢ – المسار الحرج.

٣ – المدة اللازمة لإنهاء المشروع باحتمال ٩٠٪.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٨ – ٥ كانت الأوقات المتفائلة والأكثر احتمالاً والمتشائمة بالأيام للنشاطات في مشروع ما كما يلي :

النشاط	الأوقات (يوم)			النشاط السابق
	متفائل	أكثر احتمالاً	متشائم	
أ	١	٣	٤	–
ب	٥	٧	٩	–
ج	٣	٧	١٢	–
د	٢	٥	٩	–
و	٧	٩	١٤	أ
س	٤	٨	١٢	ب
ص	٢	٤	٦	ج
ع	٨	١٠	١٢	ج
ف	٥	٦	١١	ص، و
ن	٢	٤	٦	ف، د
ي	٤	٧	١٠	ص، و

أوجد ما يلي :

١ – المدة اللازمة لإنهاء المشروع.

٢ – المسار الحرج والنشاطات الحرجة.

٣ – المدة اللازمة لإنهاء المشروع باحتمال ١٠٠٪ و ٨٠٪ .

أهم المراجع :

الأرقام ٩، ٢٦، ٢٨، ٣٣، ٣٩ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل التاسع
تحليل الوقت والكلفة

٩ - ١ مقدمـــة

استعرضنا في الفصول السابقة المراحل المختلفة لتخطيط المشروع وجدولة أوقاته والطرق المختلفة لتمثيله بمخططات، وقد قمنا بإيجاد أوقات البداية المبكرة والمتأخرة المتوقعة لكل نشاط في المشروع وللمشروع ككل. إن الأوقات المتوقعة للنشاطات ووقت النهاية المتوقع للمشروع هي ما يسمى بالأوقات الطبيعية (Normal Times) والتي يمكن إنجازها من خلال الكلفة الطبيعية (Normal Cost). كما عرّفنا المسار الحرج للمشروع بأنه الوقت اللازم لإنهاء المشروع ضمن الكلفة والمواصفات المحددة. لذلك في مرحلة الجدولة لأي مشروع عادة ما نهتم بدراسة وتحليل الكلفة والزمن (Time Cost Analysis) المرافقة لتنفيذ وإنجاز المشروع.

تنشأ الحاجة إلى تحليل الوقت والكلفة عن عدة أسباب منها رغبة الإدارة في إنهاء المشروع في وقت مختلف عن الوقت المجدول بسبب وجود حوافز معينة أو رغبة صاحب العمل لإنهاء المشروع قبل الوقت المبكر المتوقع نظراً لأهمية المشروع سواء الاقتصادية أو غيرها. الهدف الرئيسي من هذا الفصل هو معرفة كيف يمكن تقليل (Reduce) مدة المشروع بأقل زيادة ممكنة في الكلفة المباشرة (Direct Cost) وذلك عن طريق تسريع (Expedite) النشاطات ذات الكلفة الأقل. كل ذلك بفرض عدم محدودية الموارد (Unlimited Resources)، أي أن جميع الموارد المطلوبة متوفرة، في الفصل القادم سوف نناقش موضوع توزيع وتسوية الموارد.

GhalebAbbas@p...com

٩ - ٢ لماذا تحليل الوقت والكلفة ؟

عند الحديث عن تحليل الوقت والكلفة يطرح السؤال التالي نفسه : ما هي الأسباب الموجبة لدراسة بدائل الوقت والكلفة ؟ ولماذا نختصر أو نضغط وقت نشاط أو مشروع ؟ للإجابة عن هذه التساؤلات نورد بعض النقاط التالية :

١ - إن الوقت يساوي مال : أي أن للوقت كلفة، وبالتالي فإن الزيادة في مدة المشروع تعني زيادة في كلفة المشروع.

٢ - إن زيادة مدة المشروع تعني زيادة الكلفة وبالتالي فقدان إمكانية الفرص البديلة (Opportunity Cost) .

٣ - غالباً ما تفرض شروط العقد أو الاتفاق على إنهاء نشاط معين أو مشروع ما ضمن فترة زمنية محدودة بحيث يترتب على أي زيادة في زمن التنفيذ أو أي تأخير عن موعد التسليم كلفة إضافية ممثلة بشروط جزائية، وعليه يصبح للوقت كلفة إضافية غير تلك التي ذكرناها في البنود السابقة.

٤ - إن اختصار أو ضغط زمن أي نشاط أو مشروع يكون بزيادة مستوى الموارد المستخدمة في ذلك المشروع خلال فترة التنفيذ، مما قد يؤدي إلى سوء استخدام أو تدني الكفاءة في استخدام هذه الموارد، وبالتالي زيادة كلفة الموارد أو الكلفة المباشرة في المشروع بصورة غير مبررة أو مقبولة.

وعليه فلا بد من دراسة جميع البدائل المتاحة لتنفيذ أي مشروع للخروج بالحل الأمثل أو البديل الأفضل من أجل تنفيذ المشروع، بمعنى الوصول إلى أفضل كلفة للمشروع، آخذين بالاعتبار أن للزمن كلفة كما أوضحنا سابقاً.

٩ - ٣ تعريفات

قبل الخوض في قواعد ضغط المخطط سوف نستعرض بعض التعريفات والفرضيات الأساسية المتعلقة بالضغط والتي سنبني عليها فيما بعد:

الوقت الطبيعي للنشاط أو المشروع **(Normal Time)** : هو الزمن اللازم لإنجاز أو تنفيذ النشاط في ظل الظروف الطبيعية دون إبطاء أو تعجيل.

Ghaleb.Abbas@mpo.com

الكلفة الطبيعية للنشاط أو المشروع (Normal Cost) : وهي كلفة النشاط أو المشروع عند تنفيذه أو إنجازه خلال الوقت الطبيعي له دون الحاجة إلى رفع مستويات الموارد المطلوبة لتنفيذ المشروع.

الوقت المضغوط للنشاط أو المشروع (Crash Time) : هو أقل زمن يمكن تنفيذ النشاط أو المشروع خلاله بحيث لا يمكن تنفيذ النشاط أو المشروع في زمن أقل مهما زادت مستويات الموارد المستخدمة في التنفيذ.

الكلفة المضغوطة للنشاط أو المشروع (Crash Cost) : وهي الكلفة المترتبة على تنفيذ النشاط أو المشروع في أقل وقت ممكن.

ويتم تحديد هذه الأوقات والكلفة المتعلقة بها لكل نشاط بناءً على محاسبة الكلف والخبرة العملية المكتسبة في مجال إدارة المشاريع.

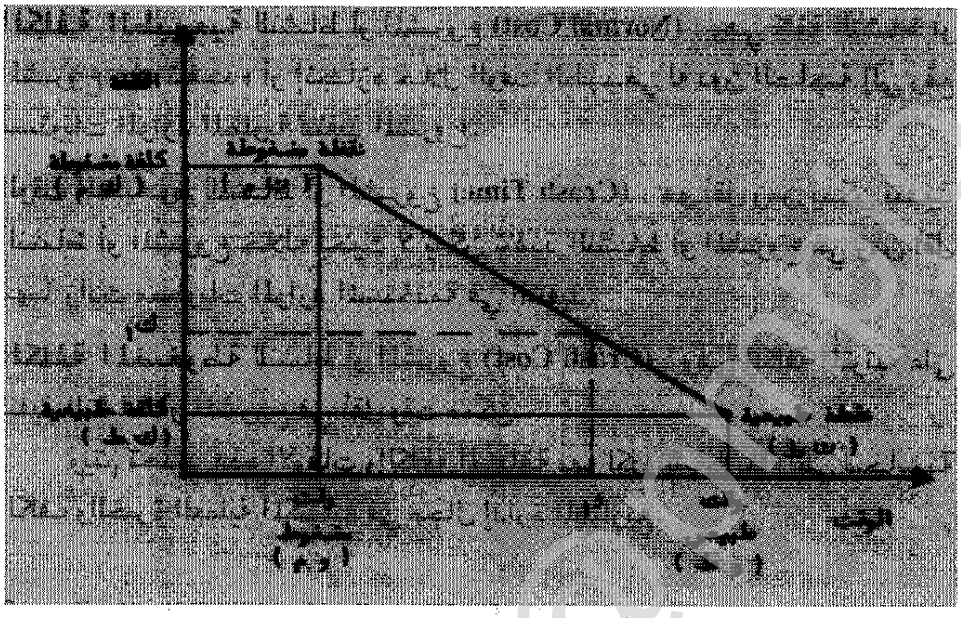
٩ - ٤ العلاقة بين الوقت والكلفة للنشاط

هناك علاقة بين وقت النشاط وكلفته ومن البديهي أنه كلما أردنا إنهاء نشاط ما في وقت أقل من المجدول وجب تجنيد موارد أكثر مما يؤدي إلى زيادة الكلفة المباشرة للنشاط. ومن الجدير بالذكر أنه يمكن تقليل وقت النشاط إلى حد معين يستحيل بعده تقليل الوقت مهما ازدادت الموارد ومهما تكلفنا من مصاريف.

يسمى وقت النشاط الذي يستخدم الحد الأدنى من الموارد بالوقت الطبيعي (و ط) (Normal Time) ويكون مرتبطاً بكلفة مباشرة تسمى بالكلفة الطبيعية (ك ط) (Normal Cost) ، كما ويسمى الوقت الذي لا يمكن تقليل مدة إنهاء النشاط عنه بالوقت المضغوط (و م) (Crash Time) ، وتسمى الكلفة المباشرة المرتبطة به بالكلفة المضغوطة (ك م) (Crash Cost) .

الشكل (٩ - ١) يمثل علاقة خط مستقيم بين الوقت والكلفة لنشاط ما. النقطة الطبيعية (ن ط) (Normal Point) تمثل نقطة تقاطع الوقت والكلفة الطبيعيين والنقطة المضغوطة (ن م) (Crash Point) هي النقطة المكونة من تقاطع الوقت والكلفة المضغوطين، والخط الواصل ما بين النقطة الطبيعية والمضغوطة يمثل البدائل المتوفرة لإنجاز هذا النشاط، فإذا أردنا إنهاء النشاط في وقت (و١) مثلاً كانت الكلفة المباشرة للنشاط هي (ك١) والعكس صحيح.

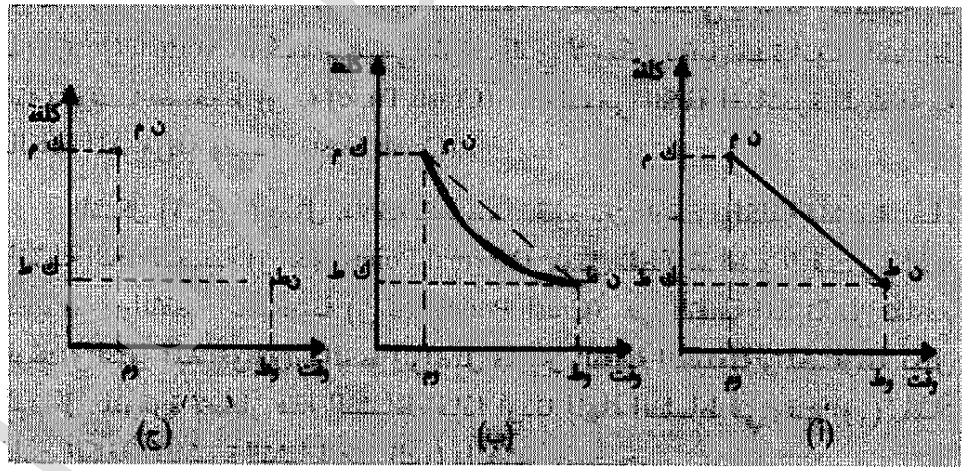
Ghaleb Abbasi@gmail.com



الشكل (٩ – ١) : علاقة خط مستقيم بين الوقت والكلفة لنشاط .

مع أن العلاقة بين الوقت والكلفة عادة ما تكون عكسية إلا أن هذه العلاقة يمكن أن تأخذ أي شكل من الأشكال التالية :

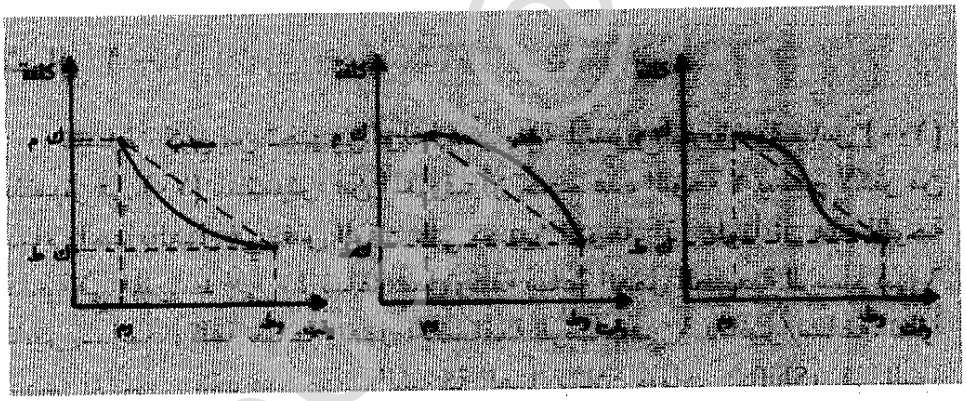
أ – خط مستقيم (Straight Line) وهي أكثر الحالات استعمالاً وتكون العلاقة ما بين الوقت والكلفة خطية؛ أي كلما قل الوقت زادت الكلفة حتى نصل إلى النقطة المضغوطة والشكل (٩ – ٢أ) يمثل هذه العلاقة .



شكل (٩ – ٢) : العلاقة بين الوقت والكلفة .

ب – منحنى خطي متصل (Continuous Linear Curve) في هذه الحالة يمكن تقريب المنحنى بمجموعة خطوط مستقيمة كما هو مبين في الشكل (٩ – ٢ب)، الشكل (٩ – ٣) يمثل أشكال مختلفة للمنحنى المتصل وفي العادة يقرب المنحنى الخطي إلى خط مستقيم.

ج – العلاقة غير متصلة (Noncontinuous Curve) لا يوجد خط مستقيم أو منحنى في هذه الحالة وإنما يوجد نقطتين فقط كما هو مبين في الشكل (٩ – ٢ج)، ذلك يعني عدم وجود بدائل بين الوقت والكلفة، وإن الاختيار يكون بين إحدى هاتين النقطتين. مثال ذلك شراء البضائع اللازمة لنشاط ما مباشرة من المصنع أو السوق، ففي حالة الشراء من المصنع مباشرة تكون الكلفة أقل لكن وقت التسليم أطول، بينما في حالة الشراء من السوق تكون الكلفة أكبر ولكن التسليم بوقت أقل.



شكل (٩ – ٣) : بعض الأشكال للمنحنى المتصل .

في حالة العلاقة بين الوقت والكلفة من الدرجة الثانية (منحنى) نقوم بتقريب هذا المنحنى إلى مجموعة خطوط مستقيمة كل منها له خصائص علاقة من الدرجة الأولى، وتمثل العلاقة بين الوقت والكلفة في حالة العلاقة من الدرجة الأولى بخط له ميل ثابت يسمى ميل الكلفة (Cost Slope) ويمكن تعريف ميل الكلفة كما يلي :

$$\text{ميل الكلفة} = ك = \frac{\text{الكلفة المضغوطة} - \text{الكلفة الطبيعية}}{\text{الوقت الطبيعي} - \text{الوقت المضغوط}} = \frac{ك\,م - ك\,ط}{و\,ط - و\,م}$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Time} - \text{Crash Time}} = \frac{\Delta C}{\Delta T}$$

Ghaleb Abdulmajid.com

حيث أن :

ك = ميل الكلفة = Cost Slope

ك م = الكلفة المضغوطة للنشاط = Activity Crash Cost

ك ط = الكلفة الطبيعية للنشاط = Activity Normal Cost

و ط = الوقت الطبيعي للنشاط = Activity Normal Time

و م = الوقت المضغوط للنشاط = Activity Crash Time

ن م = النقطة المضغوطة = Crash Point

ن ط = النقطة الطبيعية = Normal Point

من هذه المعادلة يتضح أن إنقاص وحدة زمنية واحدة للنشاط ينتج عنه زيادة الكلفة مبلغاً ثابتاً يساوي ميل خط الكلفة، وهذه العلاقة صحيحة لنشاط ما بين النقطة الطبيعية والنقطة المضغوطة.

مثـــال ٩ – ١

نشاط مكون من تجهيز لوحة هندسية لمشروع طريق بمقياس (١٠٠) سنتميتر في (٧٠) سنتميتر، من المعروف أن حجم هذه اللوحة لا يسمح لأكثر من رسام واحد بالعمل في نفس الوقت على تجهيز اللوحة، إذا علمنا أن هذه اللوحة بحاجة في المتوسط إلى ٤٠ ساعة عمل وكلفة ساعة العمل الطبيعية للرسام هي ٦ دنانير/ساعة، وكلفة ساعة العمل الإضافية للرسام هي ٩ دنانير/ساعة. نظراً لأهمية المشروع فقد قرر مدير الشركة العمل بثلاث نوبات (Shifts) في اليوم (على مدار الساعة) وكل نوبة ٨ ساعات، فإذا كان عدد أيام العمل في الأسبوع خمسة أيام فأوجد ما يلي :

١ – الوقت والكلفة الطبيعيين.

٢ – الوقت والكلفة المضغوطين.

٣ – البدائل المتوفرة أمام مدير الشركة لإنهاء اللوحة.

الحـــل

كلفة المناوبة الطبيعية = (٨) (٦) = ٤٨ ديناراً.

كلفة المناوبة الإضافية = (٨) (٩) = ٧٢ ديناراً.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

ولإنهاء هذا النشاط يتوفر البدائل التالية :

البديل الأول : العمل بمناوبات عمل طبيعية فنكون بحاجة إلى ٥ أيام عمل وفي كل يوم مناوبة العمل طبيعية، أي :

الوقت الطبيعي = ٥ أيام.

الكلفة الطبيعية = (٥) (٤٨) = ٢٤٠ ديناراً.

البديل الثاني : العمل بمناوبة إضافية واحدة في اليوم فنكون بحاجة إلى ثلاث مناوبات طبيعية، ومناوبتين إضافيتين أي :

الوقت اللازم = ٣ أيام.

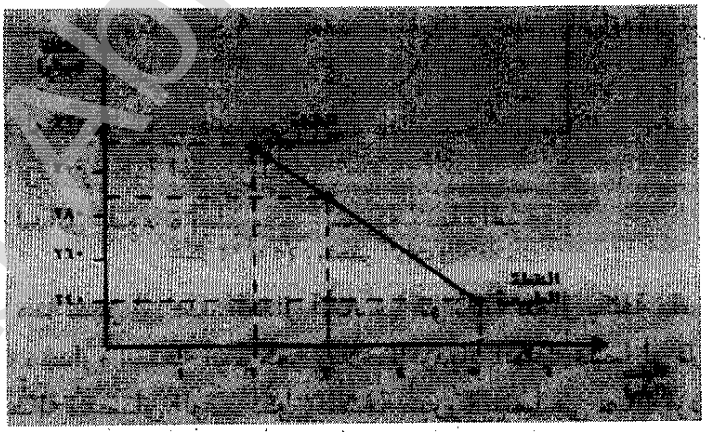
الكلفة = (٣) (٤٨) + (٢) (٧٢) = ٢٨٨ ديناراً.

البديل الثالث : العمل بمناوبتي عمل إضافيتين كل يوم فنكون بحاجة إلى مناوبتي عمل طبيعيتين وثلاث مناوبات عمل إضافية أي :

الوقت اللازم = ٢ يوم.

الكلفة = (٢) (٤٨) + (٣) (٧٢) = ٣١٢ ديناراً.

في الحالة الثالثة تم استغلال كامل الوقت المتاح (٢٤ ساعة) ويكون الوقت والكلفة في هذه الحالة هما الوقت والكلفة المضغوطين، لأنه مهما زدنا الكلفة فلن نستطيع إنهاء هذا النشاط في أقل من يومي عمل. الشكل (٩ – ٤) يلخص البدائل الممكنة لإنجاز اللوحة وهي إنجاز اللوحة في ٥ أيام أو ٣ أيام أو يومين بكلفة ٢٤٠ ديناراً أو ٢٨٨ ديناراً أو ٣١٢ ديناراً على التوالي .



الشكل (٩ – ٤) : منحنى الوقت والكلفة لنشاط إعداد اللوحة .

Ghaleb Abbas@gmail.com

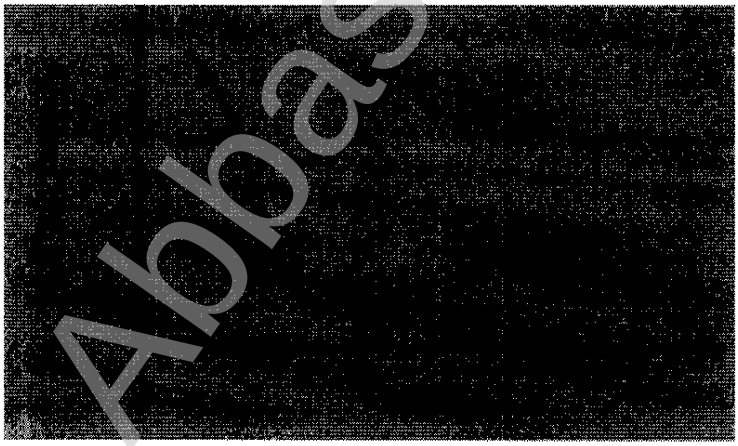
مثـــال ٩ – ٢

يراد تنفيذ نشاط أعمال الحفر في أحد المشاريع ومن الخبرة السابقة وجد أن الزمن اللازم لتنفيذ أعمال الحفر بالنسبة لعدد العمال المستخدمين هو كما في الجدول التالي، علماً بأن معدل أجر العامل الواحد هو خمسة دنانير لكل يوم عمل.

جدول (٩ – ١) : عدد العمال ومدة وكلفة التنفيذ .

عدد العمال	مدة التنفيذ (يوم)	كلفة التنفيذ (دينار)
١	٢٧	١٣٥
٢	١٢	١٢٠
٣ *	٧	١٠٥
٤	٦	١٠٢
٦	٥	١٥٠
٨	٤	١٦٠

الشكل التالي يوضح البيانات الواردة في الجدول السابق :



شكل (٩ – ٥) : منحنى الوقت والكلفة .

يلاحظ مما سبق أن عدد العمال المناسب هو ثلاثة عمال بكلفة مقدارها ١٠٥ دنانير وبوقت مقداره سبعة أيام كما ونلاحظ ازدياد الكلفة فيما لو قل الوقت أو ازداد، ففي حالة نقصان الوقت تكون الكلفة مبررة بينما في حالة ازدياد الوقت تكون الكلفة بمثابة مصروف زائد.

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

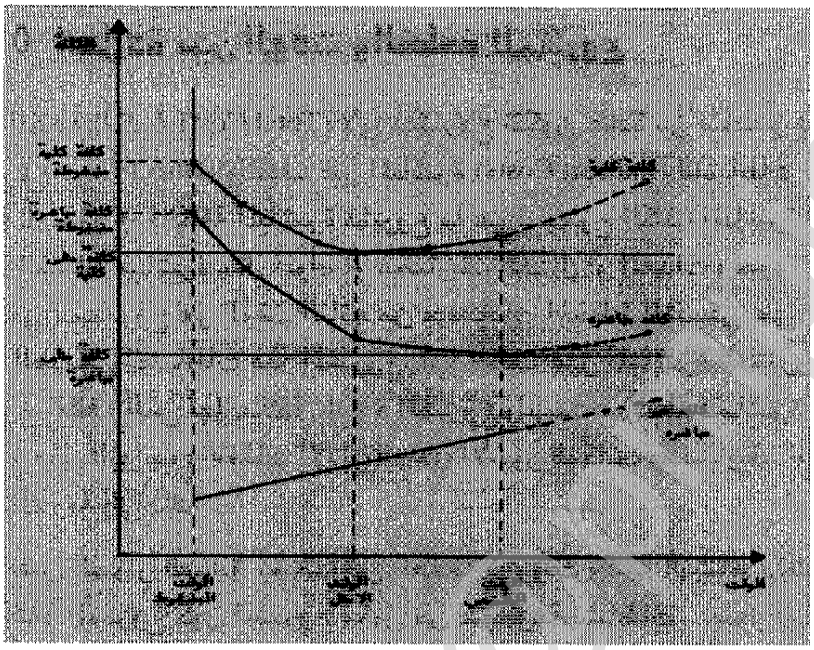
٩ - ٥ العلاقة بين الوقت والكلفة للمشروع

الكلفة الكلية (Total Cost) لأي مشروع تتكون عادة من مجموع الكلف المباشرة (Direct Costs) والكلف غير المباشرة (Indirect Costs) للنشاطات المختلفة المكونة للمشروع، فالكلفة المباشرة لمشروع ما هي مجموع الكلف المباشرة المتعلقة بتنفيذ النشاط مباشرة مثل المواد أو مصاريف العمال أو المعدات وغيرها والوقت الطبيعي للمشروع هو الوقت الناتج من حسابات المخطط الشبكي على أساس الوقت الطبيعي لنشاطات هذا المشروع، أما الكلف غير المباشرة للمشروع فهي مجموع الكلف التي لها علاقة بإدارة المشروع وليست مرتبطة مباشرة بتنفيذ النشاط مثل الرواتب والنفقات الإدارية وبدل الأجور للمكاتب ومصاريف الخدمات والنثريات وما إلى ذلك.

نفس الحوار السابق بخصوص العلاقة بين وقت وكلفة النشاط ينطبق على وقت وكلفة المشروع كون المشروع مكون من مجموعة نشاطات . جدير بالذكر أن العلاقة بين الكلفة المباشرة والكلفة غير المباشرة للمشروع تكاد تكون عكسية كما هو مبين في الشكل (٩ - ٦). ففي حالة ضغط مشروع ما (مجموعة نشاطات) فإن كلفته المباشرة تزداد بسبب الحاجة إلى تنفيذ النشاطات في وقت أقل بينما كلفة المشروع غير المباشرة قد تقل لأن نصيبها من المصاريف بالنسبة للزمن قد يقل (إلا في حالة ازدياد النفقات الإدارية)، الشكل (٩ - ٦) يبين العلاقة بين الكلفة الكلية وكل من الكلفة المباشرة وغير المباشرة لمشروع حيث نلاحظ أن الكلفة غير المباشرة تزداد مع الزمن بينما الكلفة المباشرة تقل مع الزمن ثم تبدأ بالزيادة . الوقت الأمثل (Optimum Time) لتنفيذ المشروع بالكلفة المثلى (Optimum Cost) يحصل عندما يتغير ميل منحنى الكلفة الكلية من سالب إلى موجب ، وهذه النقطة تقع عادة قبل الوقت الطبيعي للمشروع ، لذلك فلتخفيض الكلفة الكلية يجب محاولة إنهاء المشروع في الوقت الأمثل مع المحافظة على الاستخدام الأمثل للموارد ضمن الخطة .

إن معرفة طبيعة العلاقة بين الوقت والكلفة يساعد على الإجابة على العديد من الاستفسارات سواءً في حالة الرغبة بإنجاز المشروع بوقت أقل من الوقت الطبيعي أو في حالة تأخر المشروع ورغبة صاحب العمل بتسريع (Expedite) المشروع . بشكل عام فإن معرفة العلاقة بين الوقت والكلفة تمكننا من تنفيذ المشروع بأداء أفضل ضمن الإمكانيات والموارد المتوفرة .

Ghaleb.Abbas@omnio.com



الشكل (٩ – ٦) : علاقة الوقت والكلفة لمشروع .

٩ - ٦ تأثير تغيير وقت النشاط على المشروع

يمكن استخدام الطرق الرياضية كالبرمجة الخطية البارمترية (Parametric Linear Programming) لدراسة تأثير تغيير وقت النشاط على المشروع ومع ذلك فإن معرفة البرمجة الخطية البارمترية ليست متطلباً لإجراء عملية الضغط لشبكة.

إن تغيير وقت النشاط في المشروع ينتج عنه تغييرات في المشروع تختلف حسب قيمة هذا التغيير أو موقع النشاط أو كونه حرجاً أم لا، كما أن تغيير الوقت ينتج عنه تغيير قيم المرونة، ولدراسة تأثير تغيير وقت النشاط على المشروع يجب أولاً إيجاد الوقت والكلفة الطبيعيين ثم يمكن البدء بإجراءات ضغط المشروع.

٩-٦-١ الوقت والكلفة الطبيعيين

الوقت والكلفة الطبيعيين هما المتغيرين المفروض إنجاز المشروع في حدودهما في الظروف الطبيعية، ويتم إيجاد الوقت والكلفة الطبيعيان لكل مشروع كخطوة أولية، ومن ثم تجرى تحليلات لبدائل الوقت والكلفة.

Ghaleb.Abbasi@yahoo.com

مثـــال ٩ – ٣

الجدول التالي (٩ – ٢) يبين وصف لنشاطات مشروع معين والمطلوب :

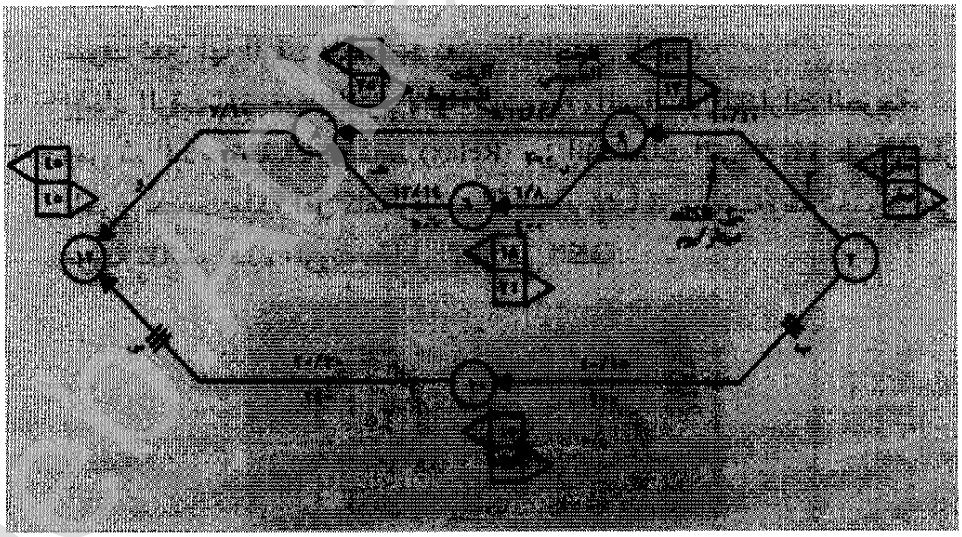
١ – إيجاد الوقت والكلفة الطبيعيين.

٢ – إيجاد الوقت والكلفة المضغوطين.

٣ – دراسة تأثير مبادلة الوقت والكلفة.

جدول (٩ – ٢) : وصف وكلف النشاطات .

اسم النشاط	النشاط السابق	الوقت (يـــوم)		كلفة النشاط (دينار)		ميل الخط
		طبيعي	مضغوط	طبيعي	مضغوط	د/ يوم
أ	–	١٠	١٠	٥٠٠٠	٥٠٠٠	–
ب	–	١٥	١٠	٣٠٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠
ج	أ	٢٠	١٦	٢٢٠٠	٣٠٠٠	٢٠٠
د	أ	٨	٦	١٠٠٠	١٨٠٠	٤٠٠
هـ	د	١٤	١٣	٣٠٠٠	٣٥٠٠	٥٠٠
و	ج، هـ	١٠	٧	١٧٥٠	٢٣٥٠	٢٠٠
س	ب	٣٠	٢٠	٢٣٥٠	٤٧٥٠	٢٤٠
			المجموع	١٨٣٠٠	٢٤٤٠٠	



شكل (٩ – ٧) : المخطط السهمي للوضع الطبيعي للمشروع .

Ghalasi@mpjo.com

جدول (٩ – ٣) : حسابات الوقت الطبيعي للمشروع .

اسم النشاط	الوقت الطبيعي (يوم)	وقت بداية		وقت نهاية		ملاحظات
		مبكر	متأخر	مبكر	متأخر	
أ	١٠	صفر	٣	١٠	١٣	–
ب	١٥	صفر	صفر	١٥	١٥	نشاط حرج
ج	٢٠	١٠	١٥	٣٠	٣٥	–
د	٨	١٠	١٣	١٨	٢١	–
هـ	١٤	١٨	٢١	٣٢	٣٥	–
و	١٠	٣٢	٣٥	٤٢	٤٥	–
س	٣٠	١٥	١٥	٤٥	٤٥	نشاط حرج

من الشكل (٩ – ٧) والجدول (٩ – ٣) نستطيع القول أن الوقت الطبيعي للمشروع هو ٤٥ يوماً بكلفة طبيعية مقدارها ١٨٣٠٠ ديناراً والمسار الحرج هو المسار المكون من النشاطات (ب) و (س) .

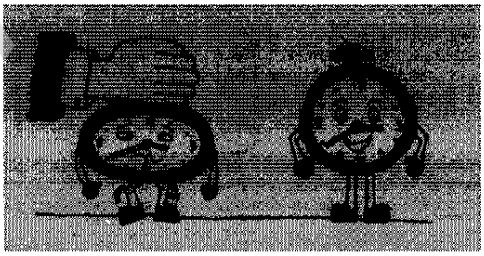
٩-٦-٢ الوقت والكلفة المضغوطين

لإيجاد الوقت المضغوط مباشرة بغض النظر عن أقل كلفة يجب اتباع الخطوات التالية :

١ – جميع النشاطات في المشروع بما في ذلك النشاطات على المسار الحرج سوف نعين لها الوقت المضغوط بغض النظر عن الكلفة.

٢ – إيجاد الوقت المضغوط اللازم لإنهاء المشروع والمسار أو المسارات الحرجة.

٣ – ومن ثم البدء بتخفيف الضغط (Relax) عن النشاطات التي لا تقع على المسار الحرج حسب مبدأ أقل كلفة وفي حالة وجود نشاطات مضغوطة تحتوي على مرونة تقايض هذه المرونة مقابل الوفر في الكلفة.



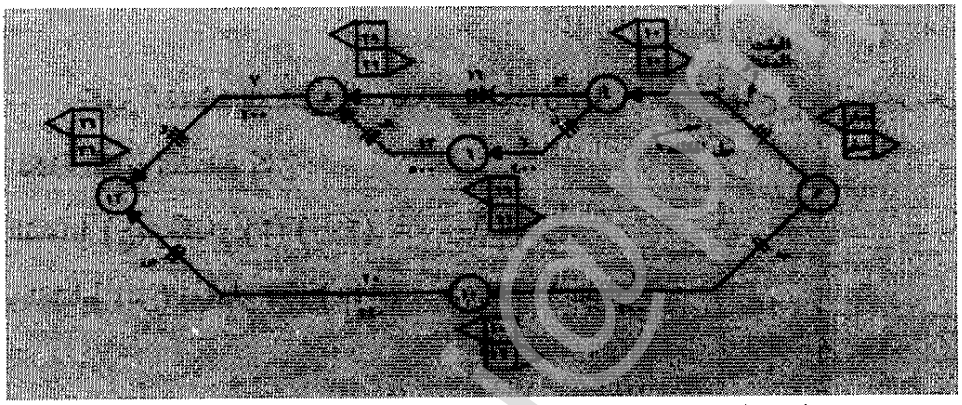
الشكل (٩ – ٨) : الوضع الطبيعي والوضع المضغوط ! !

Ghaleb.Anbass@gmail.com

مثـــال ٩ – ٤

لإيجاد الوضع المضغوط للمثال (٩ – ٣)، الذي حسبنا له الوضع الطبيعي نتبع نفس الخطوات السابقة كما يلي :

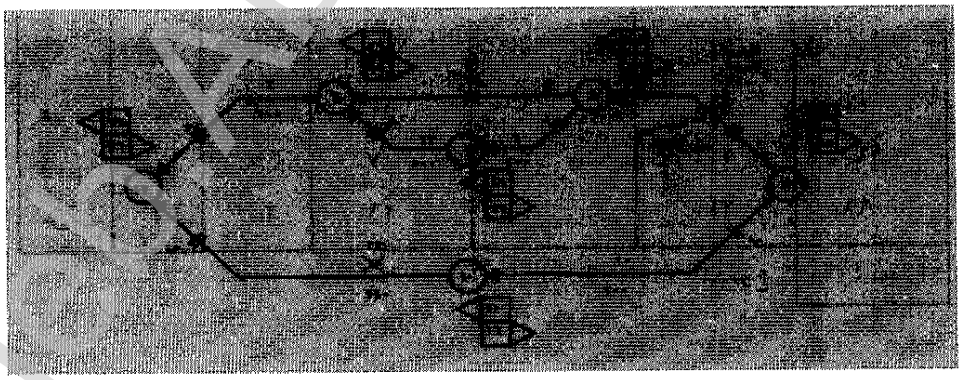
١ – نرسم المخطط الشبكي للمشروع ونضع عليه جميع الأوقات المضغوطة بغض النظر عن ميل الكلفة لكل منها .



شكل (٩ – ٩) : المخطط السهمي للوضع المضغوط قبل تخفيف الضغط عن النشاطات .

٢ – ثم نقوم بإيجاد الوقت المضغوط اللازم لإنهاء المشروع وهو ٣٦ يوماً والمسار الحرج هو (أ – د – هـ – و).

٣ – نلاحظ أن المسار (ب – س) له مرونة مقدارها ٦ أيام، كما أن النشاط (ج) له مرونة مقدارها ٣ أيام ومن الممكن مقايضة هذه المرونة مقابل خفض الكلفة على أساس أقل كلفة ممكنة، فيصبح الشكل النهائي :



شكل (٩ – ١٠) : المخطط السهمي النهائي للوضع المضغوط .

Ghalbybrasoftware.com

من المخطط السهمي في الشكل (٩ – ١٠) يلاحظ أن جميع المسارات في المشروع أصبحت حرجة وهذه المسارات هي (ب – س) و (أ – ج – و) و (أ – د هـ – و) والوقت المضغوط للمشروع هو ٣٦ يوماً والكلفة المضغوطة للمشروع كما يلي :

كلفة المشروع المضغوطة الكلية = الكلفة الطبيعية + كلفة الضغط .

= ١٨٣٠٠ + ٤٠٦٠ = ٢٢٣٦٠ ديناراً.

كلفة الضغط للمشروع مبينة في الجدول (٩ – ٤) ويتضح أن التوفير عن الكلفة الكلية للضغط كان :

للنشاط (ج) بمقدار (٣) (٢٠٠) = ٦٠٠ ديناراً.

وللنشاط (س) بمقدار (٦) (٢٤٠) = ١٤٤٠ ديناراً.

جدول (٩ – ٤) : حساب كلف ضغط المشروع .

النشاط (١)	الوقت (أيام) عادي (٢)	الوقت (أيام) مضغوط (٣)	الوقت المختار (يوم) (٤)	الفرق = (٣) – (٤) (٥)	(ميل الخط) دينار/ يوم (٦)	كلفة الضغط (٥)×(٦) = (٧)
أ	١٠	١٠	١٠	صفر	–	–
ب	١٥	١٠	١٠	٥	٢٠٠	١٠٠٠
ج	٢٠	١٦	١٩	١	٢٠٠	٢٠٠
د	٨	٦	٦	٢	٤٠٠	٨٠٠
هـ	١٤	١٣	١٣	١	٥٠٠	٥٠٠
و	١٠	٧	٧	٣	٢٠٠	٦٠٠
س	٣٠	٢٠	٢٦	٤	٢٤٠	٩٦٠
					المجموع	٤٠٦٠ ديناراً

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

٩-٦-٣ مبادلة الوقت والكلفة

قبل اللجوء إلى ضغط بعض النشاطات في المشروع لتقليل الوقت عن الوضع الطبيعي يجب إعادة دراسة خطة المشروع بتمعن على أمل إيجاد بدائل لتقليل الوقت دون اللجوء إلى زيادة الكلفة بسبب الضغط. قد نضطر إلى إعادة تصميم أو ترتيب بعض النشاطات المتوالية لتصبح متوازية حتى يمكن تنفيذها في نفس الفترة أو مراجعة الوقت اللازم للنشاطات المختلفة على أمل اختصار وقت بعضها، كل ذلك دون التأثير على مواصفات المشروع.

ففي حالة عدم القدرة على اختصار الوقت عن طريق إعادة دراسة خطة المشروع يمكن توكيل بعض الأعمال إلى متعهد فرعي (Subcontractor) وفي هذه الحالة يجب دراسة الكلفة الناجمة عن قيام المتعهد الفرعي بالعمل ومقارنتها بكلفة قيام المقاول بنفس العمل عن طريق ضغط المشروع ضمن الإمكانيات المتاحة.

في حالة فشل المحاولات السابقة لتقليل مدة المشروع نلجأ إلى ضغط نشاطات المشروع مقابل زيادة الكلفة حسب الخطوات التالية :

١ – نبدأ بضغط النشاطات على المسار الحرج ذات ميل الكلفة (Cost Slope) الأقل كون هذه النشاطات هي التي تتحكم بوقت المشروع (أطول مسار).

٢ – في حالة عدم إيفاء كامل المدة المطلوبة من خلال ضغط النشاطات الحرجة نلجأ إلى النشاطات غير الحرجة ونطبق مبدأ ميل الكلفة الأقل.

٣ – النشاطات المشتركة على أكثر من مسار يجب أن تأخذ أولوية في الضغط خصوصاً إذا كان ميل الكلفة قليل نسبة إلى باقي النشاطات.

٤ – بعد الوصول إلى الوقت المرغوب للمشروع نقوم بمراجعة الأوقات المضغوطة للنشاطات ومقارنتها بالأوقات الطبيعية ودراسة إمكانية توفير أي ضغط غير ضروري.

٥ – نقوم بجدولة المشروع وإيجاد الكلفة المضغوطة لهذا الوقت المضغوط.

بعد معرفة الوقت والكلفة الطبيعيين للمشروع في المثال (٩ – ٣) ومعرفة الوقت والكلفة المضغوطين من المثال (٩ – ٤) تتضح بدائل الوقت والكلفة المتوفرة أمام مدير المشروع لضغط هذا المشروع، فمن المخطط السهمي في الشكل (٩ – ٧) يتضح أنه يوجد ثلاثة مسارات للمشروع وهي :

Ghaleb.Abbas@mpio.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

المسار	الوقت الطبيعي	ملاحظات
ب – س	٤٥ يوما	حرج
أ – د – هـ – و	٤٢ يوما	–
أ – ج – و	٤٠ يوما	–

من الجدول أعلاه نستطيع تلخيص ما يلي :

- لضغط المشروع بثلاثة أيام أو أقل يجب ضغط المسار الحرج (ب – س).
- لضغط المشروع بأربعة أو خمسة أيام يجب ضغط المسارين (ب – س) و (أ – د – هـ – و) .
- لضغط المشروع بأكثر من خمسة أيام قد نحتاج إلى ضغط المسارات الثلاث للمشروع. يجدر القول أن ضغط المسار لا يعني ضغط جميع النشاطات على ذلك المسار ويمكن ضغط النشاطات المشتركة في أكثر من مسار.

الجدول (٩ – ٥) يبين طريقة تمثيل جدول لجميع البدائل المتوفرة لضغط المشروع من بين الوقت الطبيعي والوقت المضغوط مع توضيح البيانات الناتجة عن كل حالة.

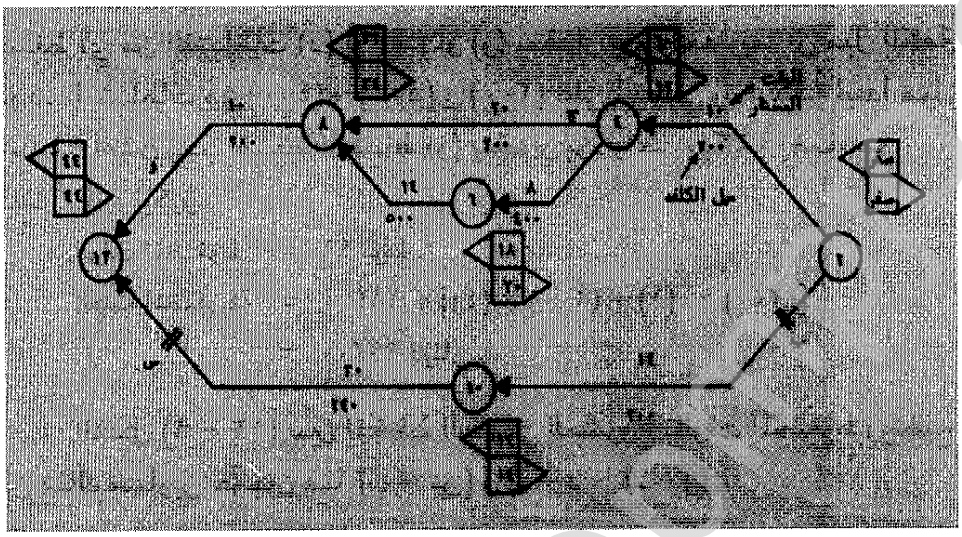
مثـــال ٩ – ٥

المطلوب ضغط المشروع في المثال (٩ – ٣) والمبين في الشكل (٩ – ٧) بمقدار يوم واحد لتصبح مدة المشروع ٤٤ يوما.

الحـــل

لضغط هذا المشروع بمقدار يوم واحد يجب ضغط المسار الحرج بمقدار يوم واحد، والنشاطات على المسار الحرج هي (ب) و (س) بميل كلفة مقداره (٢٠٠) و (٢٤٠) ديناراً على التوالي، وتطبيقاً لمبدأ الكلفة الأقل يجب ضغط النشاط (ب) بكلفة إضافية قدرها ٢٠٠ دينار ليصبح الوقت المضغوط للمشروع يساوي ٤٤ يوماً بكلفة كلية مضغوطة تساوي (١٨٣٠٠ + ٢٠٠) = ١٨٥٠٠ ديناراً . الشكل (٩ – ١١) يمثل المشروع بضغط مقداره يوم واحد .

Ghaleb Abbasi@omnjo.com



شكل (٩ – ١١) : المخطط السهمي – ضغط المشروع بمقدار يوم واحد .

مثـــال ٩ – ٦

المطلوب ضغط المشروع في المثال السابق (٩ – ٥) بمقدار أربعة أيام لتصبح مدة المشروع ٤١ يوما.

الحـــل

في هذه الحالة يجب ضغط المسار الحرج (ب – س) بمقدار أربعة أيام والمسار (أ – د – هـ – و) بمقدار يوم واحد.

لضغط المسار الحرج (ب – س) بمقدار أربعة أيام يجب ضغط النشاطات (ب) و (س) بما مجموعه أربعة أيام، وتطبيقاً لمبدأ ميل الكلفة الأقل يجب ضغط النشاط (ب) بمقدار أربعة أيام بكلفة مقدارها (٢٠٠) × (٤) = ٨٠٠ دينار.

ولضغط المسار (أ – د – هـ – و) بمقدار يوم واحد يجب ضغط نشاط واحد على هذا المسار بيوم واحد وبالنظر إلى جدول (٩ – ٢) والمخطط السهمي للمشروع المبين في الشكل (٩ – ٧) نجد أن النشاط (أ) غير قابل للضغط كما أن ضغط النشاط (ج) لن يؤدي إلى تقليل وقت المشروع، أي أن البدائل المتوفرة هي

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

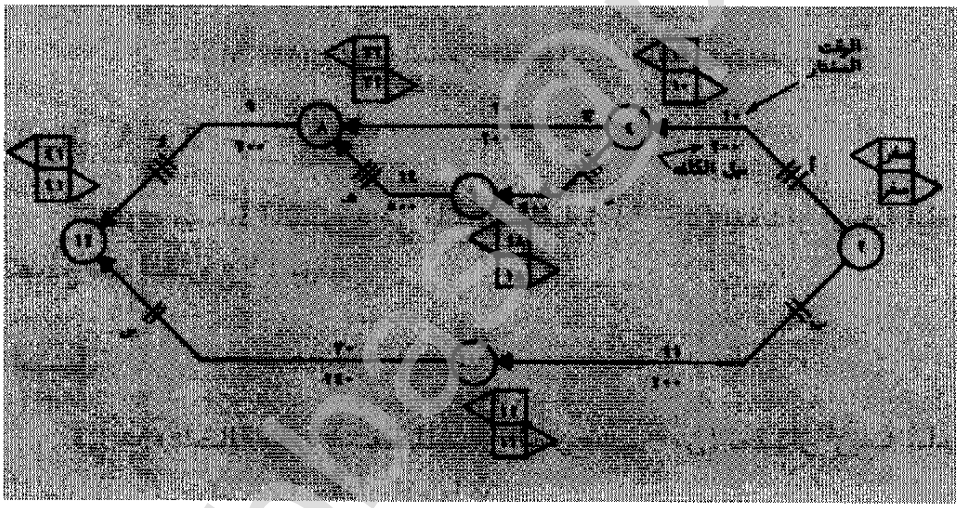
ضغط أي من النشاطات (د) أو (هـ) أو (و) بمقدار يوم واحد وبما أن ميل الكلفة لهذه النشاطات هو (٤٠٠) و (٥٠٠) و (٢٠٠) على التوالي وتطبيقاً لمبدأ ميل الكلفة الأقل يجب ضغط النشاط (و) بمقدار يوم واحد وبكلفة إضافية ٢٠٠ دينار/ يوم ليكون:

الوقت المضغوط = ٤١ يوما.

الكلفة المضغوطة = ١٨٣٠٠ + [(٤) × (٢٠٠) + (١) × (٢٠٠)]

= ١٩٣٠٠ دينار .

الشكل (٩ – ١٢) يبين المخطط السهمي للمشروع بالوقت المضغوط ويتضح أن هناك مسارين حرجين هما (ب – س) و (أ – د – هـ – و) .



شكل (٩ – ١٢) : المخطط السهمي – ضغط المشروع بمقدار أربعة أيام .

مثـــال ٩ – ٧

المطلوب بيان جميع البدائل الممكنة لضغط المشروع الذي ناقشناه في الأمثلة السابقة وتلخيصها في شكل جدول .

الحـــل

الجدول (٩ – ٥) يحتوي جميع البدائل المتوفرة لضغط المشروع ابتداءً من الوقت الطبيعي وحتى الوقت المضغوط مع الكلف ومعلومات النشاطات لكل حالة .

Ghaleb.Abdulsamad@yahoo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

جدول (٩ – ٥) مبادلة الوقت والكلفة .

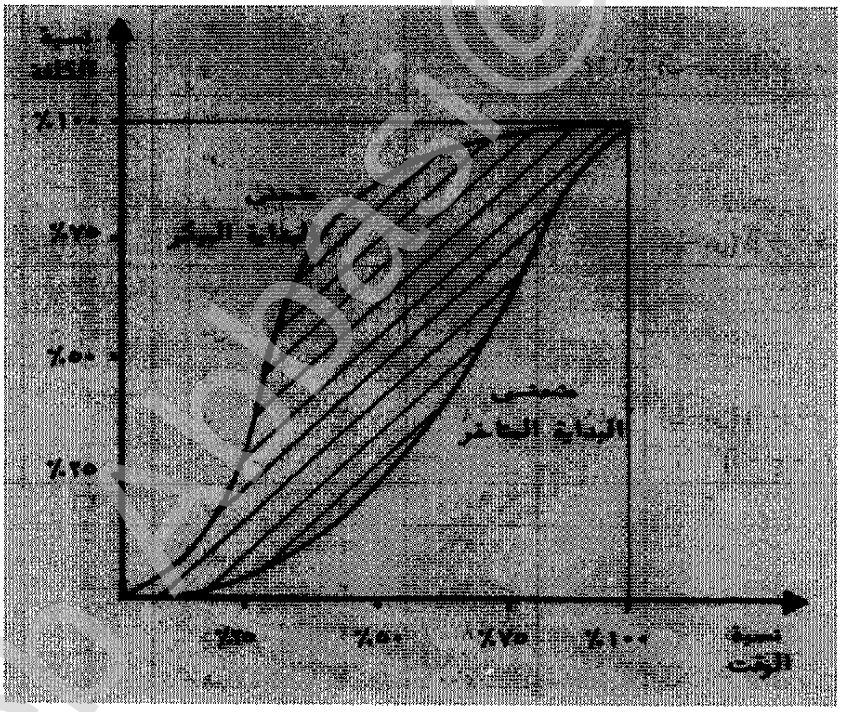
البديل	وقت إنهاء المشروع	ضغط أي نشاط ؟	عدد الأيام (لكل نشاط)	الكلفة الإضافية (دينار)	الكلفة الكلية (دينار)	المسارات الحرجة
١	٤٥	–	–	–	١٨٣٠٠	(ب – س)
٢	٤٤	ب	١	٢٠٠	١٨٥٠٠	(ب – س)
٣	٤٣	ب	٢	٤٠٠	١٨٧٠٠	(ب – س)
٤	٤٢	ب	٣	٦٠٠	١٨٩٠٠	(ب–س)،(أ–د–هـ–و)
٥	٤١	ب و	٤ ١	٨٠٠ ٢٠٠	١٩٣٠٠	(ب–س)،(أ–د–هـ–و)
٦	٤٠	ب و	٥ ٢	١٠٠٠ ٤٠٠	١٩٧٠٠	(ب–س)،(أ–د – هـ–و)
٧	٣٩	ب س و	٥ ٢ ٣	١٠٠٠ ٤٨٠ ٦٠٠	٢٠١٤٠	(ب–س)،(أ–د–هـ–و)
٨	٣٨	ب س و د	٥ ٢ ٣ ١	١٠٠٠ ٤٨٠ ٦٠٠ ٤٠٠	٢٠٧٨٠	(ب–س)،(أ–د–هـ–و)
٩	٣٧	ب س و د	٥ ٣ ٣ ٢	١٠٠٠ ٧٢٠ ٦٠٠ ٨٠٠	٢١٤٢٠	(ب–س)،(أ–د–هـ–و) (أ – ج – و)
١٠	٣٦	ب س و د هـ ج	٥ ٤ ٣ ٢ ١ ١	١٠٠٠ ٩٦٠ ٦٠٠ ٨٠٠ ٥٠٠ ٢٠٠	٢٢٣٦٠	(ب–س)،(أ–د–هـ–و) (أ – ج – و)

Ghaleb.Abbasi@pmpio.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٩ - ٧ منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع

يمثل الشكل (٩ – ١٣) منحنى الوقت والكلفة التراكمي لمشروع ما (S - Curve) ونلاحظ أن هناك منحنيين: الأول يمثل منحنى وقت البداية المبكر (Early Start Curve) للنشاطات والثاني يمثل منحنى وقت البداية المتأخر (Late Start Curve) للنشاطات والمساحة بين هذين المنحنيين تمثل النطاق أو المدى (Field) المفروض أن يقع تقاطع إحداثيي الوقت والكلفة ضمنه خلال فترة تنفيذ المشروع . يمثل المحور الأفقي في هذا المنحنى الوقت التراكمي كنسبة من الوقت الكلي ويمثل المحور الرأسي الكلفة التراكمية كنسبة من الكلفة الكلية، أو قد تمثل هذه المحاور الوقت التراكمي الفعلي كجزء من الوقت الكلي والكلفة التراكمية الفعلية كجزء من الكلفة الكلية، وسنتحدث عن هذا المنحنى بالتفصيل في الفصل القادم.



شكل (٩ – ١٣) : منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع .

المثال التالي يبين طريقة بناء منحنى الوقت والكلفة التراكمي لمشروع.

Ghaleb@pmpio.com

حالـة دراسـية

الجدول التالي (٩ – ٦) يبين النشاطات اللازمة لإنهاء مشروع معين كما يبين العلاقات بين هذه النشاطات والوقت المتوقع بالأشهر والموازنة الشهرية للكلف بالدينار.

جدول (٩ – ٦) : بيانات نشاطات المشروع .

اسم النشاط	النشاط السابق	الوقت المتوقع (بالأشهر)	الموازنة الشهرية (بالدينار)
أ	–	٢	٥٠٠٠
ب	–	٣	١٠٠٠٠
ج	أ	١	٣٠٠٠
د	ب	٣	٢٠٠٠
هـ	ب	٢	١٠٠٠٠
و	ج، د	٢	٥٠٠٠
ز	هـ	١	٨٠٠٠

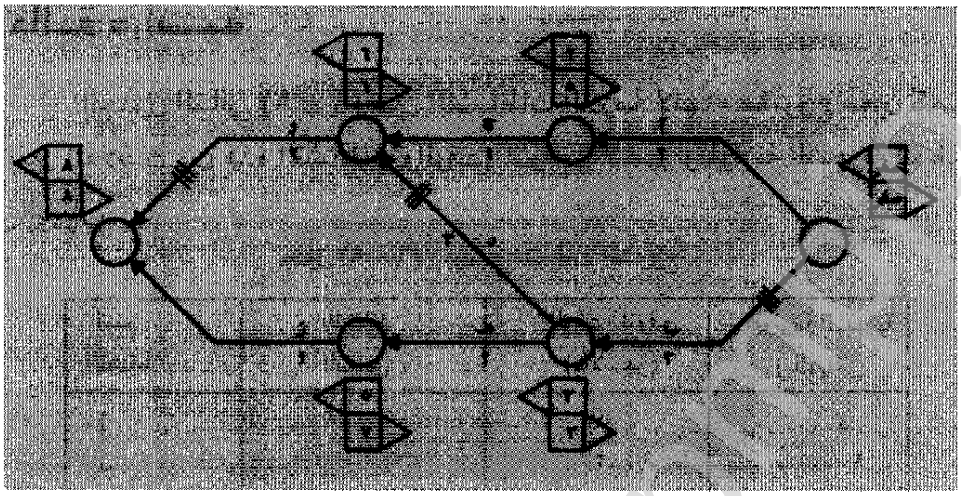
والمطلوب :

١ – تمثيل المخطط السهمي للمشروع.
٢ – جدولة المشروع وإيجاد الوقت اللازم لإنهائه.
٣ – بيان المسار الحرج والنشاطات الحرجة.
٤ – تمثيل بيانات المشروع الأساسية في جدول.
٥ – مخطط جانت باستخدام وقت البداية المبكر للنشاطات مع بيان الكلفة.
٦ – مخطط جانت باستخدام وقت البداية المتأخر للنشاطات مع بيان الكلفة.
٧ – منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع (S - Curve) .

الحـــل

الشكل (٩ – ١٤) يمثل المخطط السهمي وحسابات الجدولة للمشروع ويتضح من الشكل أن الوقت اللازم لإنهاء المشروع هو ثمانية أشهر والمسار الحرج هو المسار (ب – د – و) وبذلك تكون النشاطات الحرجة هي النشاطات (ب) و (د) و (و).

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com



شكل (٩ – ١٤) : المخطط السهمي للمشروع .

الجدول التالي (٩ – ٧) يبين أهم بيانات نشاطات المشروع :

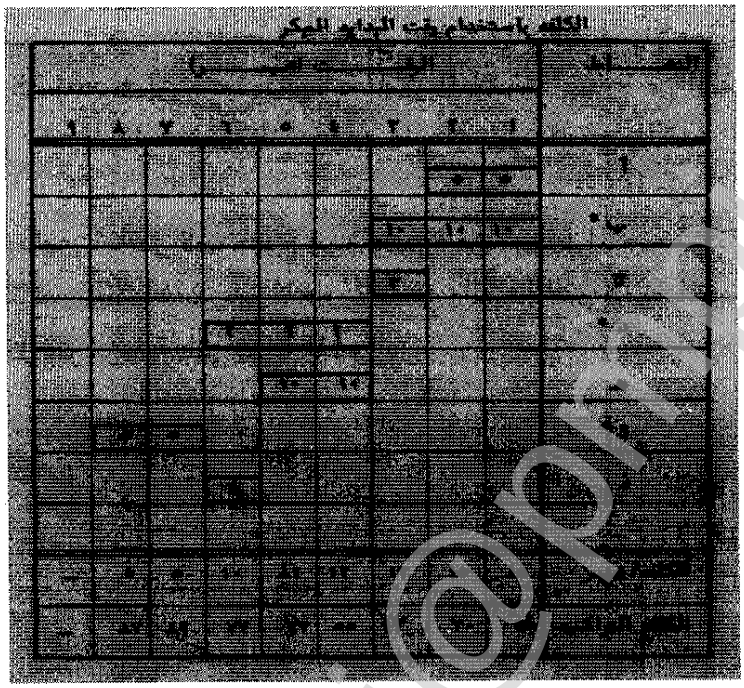
جدول (٩ – ٧) : بيانات الجدولة للمشروع .

رقم النشاط	اسم النشاط	الوقت المتوقع	وقت البداية		وقت النهاية		ملاحظات
			مبكر	متأخر	مبكر	متأخر	
١	أ	٢	صفر	٣	٢	٥	–
٢	ب	٣	صفر	صفر	٣	٣	حرج
٣	ج	١	٢	٥	٣	٦	–
٤	د	٣	٣	٣	٦	٦	حرج
٥	هـ	٢	٣	٥	٥	٧	–
٦	و	٢	٦	٦	٨	٨	حرج
٧	ز	١	٥	٧	٦	٨	–

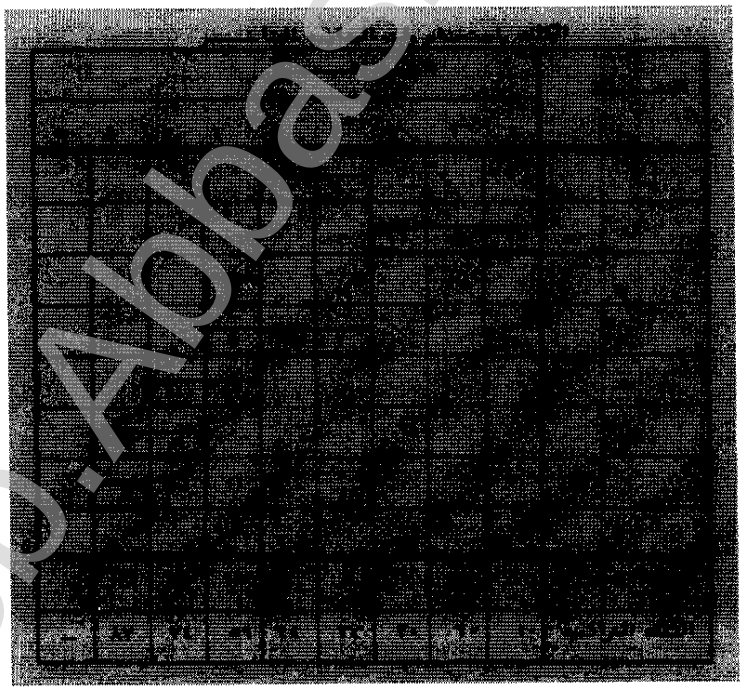
المخطط (٩ – ١٥) يمثل مخطط جانت باستخدام وقت البداية المبكر للنشاطات والجدول في نهاية المخطط يبين الكلفة لكل فترة زمنية والكلفة التراكمية بالدينار، بينما المخطط (٩ – ١٦) يمثل مخطط جانت باستخدام وقت البداية المتأخر للنشاطات والجدول في نهاية المخطط يبين الكلفة لكل فترة زمنية بالدينار، والكلفة التراكمية بالدينار.

Ghaleb Abbas@pdfxchange.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com



المخطط (٩ – ١٥) : مخطط جانت باستخدام وقت البداية المبكر للنشاطات والكلفة المصاحبة .

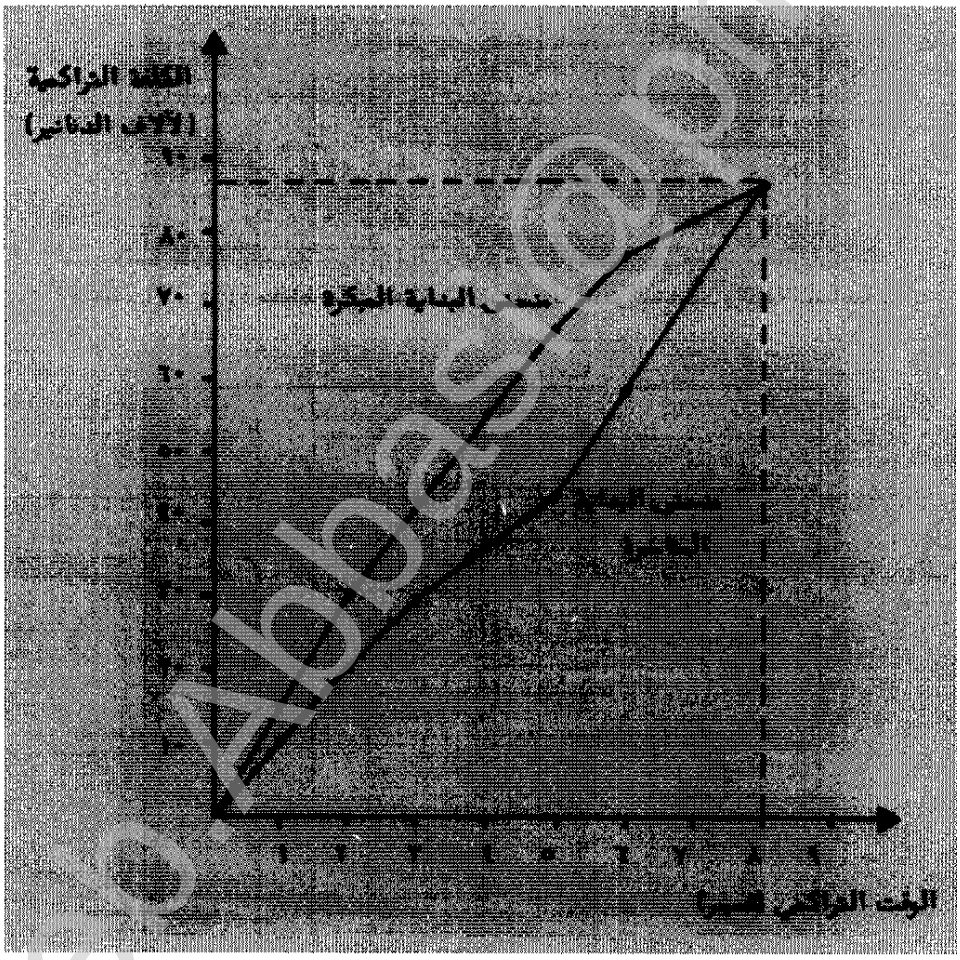


المخطط (٩ – ١٦) : مخطط جانت باستخدام وقت البداية المتأخر للنشاطات والكلفة المصاحبة .

Ghaleb.Abbas@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الشكل (٩ – ١٧) يمثل منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع (S - Curve) ، حيث إن منحنى البداية المبكر للمشروع عبارة عن النقاط المكونة من تقاطع وقت البداية المبكر للنشاطات على المحور الأفقي والكلفة التراكمية المصاحبة لها بالدينار لكل فترة زمنية حتى نهاية المشروع على المحور الرأسي. أما منحنى البداية المتأخر للمشروع فهو عبارة عن النقاط المكونة من تقاطع وقت البداية المتأخر للنشاطات على المحور الأفقي والكلفة التراكمية المصاحبة لها بالدينار لكل فترة زمنية حتى نهاية المشروع .



شكل (٩ – ١٧) : منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع (S - Curve) .

Ghaleb Abbas mo.com

تمارين

٩ – ١ ناقش فوائد تحليل الوقت والكلفة .

٩ – ٢ هل تختلف طريقة تحليل الوقت والكلفة في طريقة المخطط التصدري عنها في طريقة المخطط السهمي ؟ ناقش.

٩ – ٣ هل تختلف مبادئ تحليل الوقت والكلفة في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج عنهافي طريقة المخطط السهمي ؟ ناقش.

٩ – ٤ الجدول التالي يمثل الوقت الطبيعي والمضغوط بالأيام للنشاطات المتتالية كما يبين ميل الكلفة بالدينار لكل يوم ضغط لكل نشاط في المشروع.

اسم النشاط	الوقت (يوم)		ميل الكلفة دينار/يوم
	الطبيعي	المضغوط	
أ	٥	٣	١٠٠
ب	١٠	٧	٢٠٠٠
ج	٦	٤	٥٠٠

المطلوب :

١ – الوقت الطبيعي اللازم لإنهاء المشروع.

٢ – ما هي كلفة الضغط الإضافية لهذا المشروع في حالة رغبة الإدارة بإنهائه في ٢٠ أو ١٩ أو ١٨ أو ١٧ أو ١٦ أو ١٥ أو ١٤ أو ١٣ يوماً.

٩ – ٥ الجدول التالي يمثل الوقت الطبيعي والمضغوط بالأيام اللازم لكل نشاط كما يبين ميل الكلفة بالدينار لكل يوم ضغط لكل نشاط في المشروع :

اسم النشاط	الوقت (يوم)		ميل الكلفة دينار/يوم
	الطبيعي	المضغوط	
٢-١	١٠	٨	٢٠٠٠
٣-١	١٢	١٠	١٠٠٠
٣-٢	١٠	٦	١٥٠٠
٤-٢	٨	٦	١٠٠٠
٤-٣	١٠	٥	٨٠٠

Ghaleb.Abbasi@omnio.com

المطلوب :

١ – أوجد المسار الحرج والوقت الطبيعي للمشروع.

٢ – أوجد الوقت المضغوط والكلفة الإضافية للضغط.

٣ – أوجد الكلفة الإضافية في حالة الرغبة في إنهاء هذا المشروع في ٢٥ يوما.

٩ – ٦ الجدول التالي يمثل الوقت الطبيعي والمضغوط بالأسابيع لكل نشاط كما يبين الكلفة العادية والمضغوطة بالدينار لكل نشاط في المشروع :

النشاط	الوقت (أسابيع)		الكلفة (دنانير)	
	عادي	مضغوط	عادية	مضغوطة
١–٢	١٠	٧	١٠٠٠	١٦٠٠
١–٣	١٥	١٠	٢٠٠٠	٣٠٠٠
٢–٤	٨	٦	١٨٠٠	٢٦٠٠
٢–٥	٢٠	١٦	٤٥٠٠	٥٣٠٠
٣–٦	٣٠	٢٠	٧٢٠٠	٩٦٠٠
٤–٥	١٤	١٢	٥٠٠٠	٦٠٠٠
٥–٦	١٢	٩	٣٣٠٠	٤٥٠٠

المطلوب إيجاد :

١ – المسار الحرج والوقت الطبيعي للمشروع.

٢ – الكلفة الطبيعية للمشروع.

٣ – الوقت المضغوط والكلفة الإضافية للضغط.

٤ – المسارات الحرجة الجديدة.

٥ – جدول يبين البدائل المختلفة لضغط المشروع .

أهم المراجع :

الأرقام ٩، ٢٦، ٣٣ في قائمة المراجع.

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل العاشر
توزيع وتسوية الموارد

١٠ - ١ مقدمة

يمكن تعريف الموارد (Resources) على أنها كل ما يلزم لإنجاز النشاطات المختلفة في المشروع من مواد أو معدات أو ماكينات أو أيدي عاملة أو أموال وغيرها. أما توزيع وتسوية الموارد (Resources Allocation and Levelling) فهو العلم الذي يُعنى بالتوزيع الأولي للموارد على النشاطات على مدى عمر المشروع ثم محاولة الوصول إلى أفضل تسوية لهذه الموارد ضمن حدود قيود الوقت والكلفة والموجودية للموارد وللمشروع .

تعتبر **المواد** اللازمة لتنفيذ المشروع أحد الموارد الهامة والرئيسية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند جدولة المشروع، حيث يتم تحديد كمية المواد اللازمة لتنفيذ كل نشاط ومن واجبات مدير المشروع تنسيق عملية توريد هذه المواد إلى موقع المشروع بحيث تكون هذه المواد في المكان والزمان المناسبين وبالكمية المناسبة وعكس ذلك سيؤدي إلى زيادة زمن المشروع أو زيادةِ كلفته أو كليهما.

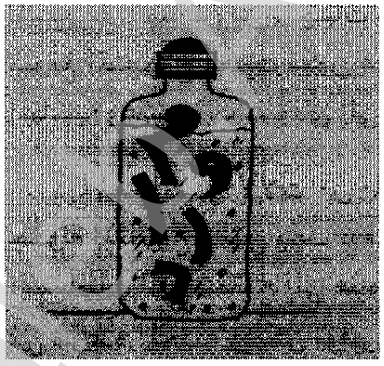
المعدات والآلات من الموارد المهمة التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند جدولة المشروع والتي يجب توفرها في الأوقات المناسبة وبالعدد الكافي لتنفيذ النشاطات التي تحتاج إلى هذه الآلات ضمن الوقت المتاح لضمان تنفيذ المشروع في موعده المحدد، ويمكن توفير الآلات والمعدات عن طريق شرائها أو استئجارها

Ghaleb Abbas@pdfbiz.com

أو بالطريقتين معاً. الأيدي العاملة أحد الموارد الرئيسية في المشاريع وفي معظم المشاريع تكون هناك حاجة لوجود أيدي عاملة فنية متخصصة لتنفيذ أعمال معينة، وفي هذه الحالة يجب توفير هذه الأيدي العاملة المتخصصة في الوقت المناسب وبالعدد الكافي والمؤهلات المطلوبة حتى لا يتأخر تسليم المشروع عن وقته المحدد.

من المتعارف عليه أنه لا يمكن تنفيذ أي مشروع دون توفر **الأموال** الكافية لدى الشركة المنفذة وفي العادة يتم تنفيذ المشروع على مراحل بحيث تستطيع الشركة المنفذة المطالبة بالمستحقات المترتبة لها عن تنفيذ كل مرحلة بعد الانتهاء منها وتسليمها إلى الجهة المخولة بالاستلام، ويجب أن يتوفر لدى الشركة المنفذة الأموال الكافية المضي في تنفيذ المرحلة المقبلة أو جزء منها على الأقل حتى لا يتوقف العمل في المشروع كون تسليم المرحلة واستلام المستحقات عنها قد يتطلب وقتاً. إذا كانت الشركة المنفذة لا تملك الأموال الكافية أو تأخر تسديد المستحقات عن إحدى المراحل فينبغي تأمين الأموال للاستمرار في تنفيذ المشروع عن طريق المؤسسات المالية أو أي جهة أخرى.

أما بالنسبة **للزمن** فهو أحد أهم الموارد في أي مشروع حيث تحتاج النشاطات إلى وقت من أجل تنفيذها وعملية تحديد الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط في المشروع عملية مهمة جدا لأن سوء التقدير لزمن النشاطات في المشروع سيؤدي إلى تأخير نشاطات وتقديم نشاطات أخرى، وقد تصبح بعض النشاطات غير الحرجة نشاطات حرجة، وتصبح بعض النشاطات الحرجة غير حرجة، وقد يتأخر تنفيذ المشروع. ومن الضروري عند القيام بتحليل المخططات الشبكية وجدولتها جدولة الموارد اللازمة لتنفيذ كل نشاط من النشاطات في المشروع وتوزيعها زمنياً بما يحقق الاستغلال الأمثل لها.



شكل (١٠ – ١) : تخزين الموارد !!

Ghalib Abasi@omnja.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١ - ٢ محدودية الموارد

الموارد محدودة بطبيعتها، فهي موجودة في هذا الكون بمقادير محدودة بعضها يستهلك ولا يمكن تعويضه كالبترول وبعضها له مقدار ثابت كالماء، ولكنه يتحول من شكل إلى آخر، يشح في منطقة ويزيد في أخرى وبعض الموارد متجددة ومتنامية كالأيدي العاملة وبشكل عام يوجد نوعان من الموارد وهما :

أولاً – موارد يمكن تخزينها وهي تلك الموارد التي إن لم تستخدم في فترة توفرها يمكن تخزينها لاستخدامها في فترات لاحقة ما لم يكن لها فترة صلاحية محددة للاستعمال مثل بعض أنواع المواد.

ثانياً – موارد لا يمكن تخزينها وهي تلك الموارد التي إن لم تستخدم في فترة توفرها لا يمكن تخزينها لاستخدامها في فترات لاحقة؛ مثل وقت الأيدي العاملة ووقت الآلات الإنتاجي.

بالنسبة للمشاريع بشكل خاص، فإن موارد المشروع محدودة وتحتاج إلى مال ووقت وكلاهما محدود؛ بمعنى أن هناك فترة زمنية محدودة يجب إنهاء المشروع خلالها وهناك ميزانية محدودة يجب إنجاز المشروع ضمنها وهذه الأموال تشكل حداً للموارد الأخرى اللازمة للمشروع مثل الأيدي العاملة والمواد والآلات وغيرها.

بالإضافة إلى ما سبق ذكره فإن بعض الموارد محدودة بطبيعتها؛ فعلى سبيل المثال الأيدي العاملة المتخصصة في مجال فني دقيق تكون قليلة أو نادرة في العادة، وعليه هناك حد لعدد العمال الفنيين المتخصصين في مجال معين والذين يمكن أن يعملوا في المشروع آخذين بعين الاعتبار منافسة مشاريع أخرى على استقطاب هذه الأيدي العاملة، ومن الأمثلة الأخرى البلدان التي تعاني من الجفاف وقلة الأمطار والمياه الجوفية، فالماء كمورد محدود جداً وبالتالي فإن المشاريع التي تعتمد على الماء كمورد رئيسي قد تواجه صعوبات كبيرة تؤدي إلى فشلها كذلك الأمر بالنسبة للطاقة الكهربائية في المناطق النائية.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

١٠ - ٣ الأسباب الموجبة لجدولة الموارد

تسمى عملية توزيع وتسوية الموارد بعملية جدولة الموارد؛ جدولة الموارد تُعنى بمعرفة كيفية توزيع استخدام الموارد المختلفة اللازمة لتنفيذ المشروع على مدى عمره وذلك ضمن الإمكانيات والموارد المتوفرة، وفيما يلي أهم الأسباب الموجبة لجدولة الموارد :

أولاً – محدودية الموارد : في حالة كون بعض الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع محدودة ، على مدير المشروع أن يأخذ ذلك في الاعتبار في مرحلة التخطيط؛ فعلى سبيل المثال إذا كان الحد الأقصى لعدد العمال الذين يمكن استخدامهم في المشروع هو ١٠ عمال فلا يمكننا تخطيط المشروع وجدولته على أساس توفر ١٥ أو ٢٠ عاملاً.

ثانياً – تجنب التذبذب في كمية الموارد اليومية المستخدمة : عدم الانتظام في توزيع الموارد على مدى عمر المشروع يسمى بتذبذب الموارد وقد يكون من الصعب الحصول على توزيع منتظم (Uniform) للموارد على طول عمر المشروع لكن المقصود هنا تسوية (Levelling) الموارد بحيث يقل تذبذب الموارد إلى أكبر حد ممكن، ومن الأفضل عند جدولة المشاريع تجنب التذبذب في كمية الموارد المستعملة من يوم إلى يوم قدر الإمكان خصوصاً بالنسبة للأيدي العاملة – كل من يعمل – حيث يحتاج العامل في العادة إلى فترة تدريب تختلف حسب طبيعة عمله ويكون العامل خلال هذه الفترة غير منتج ولا يعتمد عليه بل على العكس من ذلك يحتاج إلى رقابة وإشراف أكثر. وعليه فإن تعيين عدد كبير من الموارد يعني بالضرورة زيادة المصاريف كما أن أسلوب التعيين عند الحاجة والاستغناء عندما تقل الحاجة ثم إعادة التعيين إذا ازدادت الحاجة أمر مكلف جداً وغير عملي حيث من المكلف والصعب أحياناً إعادة استخدام الموارد ثم الاستغناء عنها.

ثالثاً – الاستغلال الأمثل للموارد : الاستغلال الأمثل للموارد سيؤدي حتماً إلى تخفيض كلفة المشروع وخصوصاً في حال كون هذه الموارد ثمينة أو مكلفة؛ فعلى سبيل المثال في حالة الحاجة إلى رافعة لتنفيذ بعض النشاطات في

Ghaleb.Abbasi@pmpo.com

مشروع فإنه من المنطقي استئجار الرافعة لا شرائها وحيث يتم استئجار الرافعة عند الحاجة لها ويتم الاستغناء عنها عند نهاية الحاجة لها، كل هذا مبني طبعاً على محاسبة الكلف. ومن الأفضل ترتيب النشاطات التي تحتاج إلى الرافعة بحيث يتم تشغيلها طوال فترة الاستئجار وإلا سنقوم بدفع بدل استئجار عن أوقات لم تستعمل فيها الرافعة مما قد يؤدي إلى زيادة كلفة المشروع.

مثال ١٠ – ١

الجدول (١٠ – ١) يبين البيانات لمشروعٍ مكون من ثماني نشاطات ، فإذا علمنا أن كل نشاط يحتاج إلى رجل واحد لكل يوم عمل ، المطلوب :

أولاً : مخطط جانت للمشروع .

ثانياً : جدول استخدام الموارد لكل يوم عمل .

ثالثاً : مخطط استخدام الموارد لكل يوم .

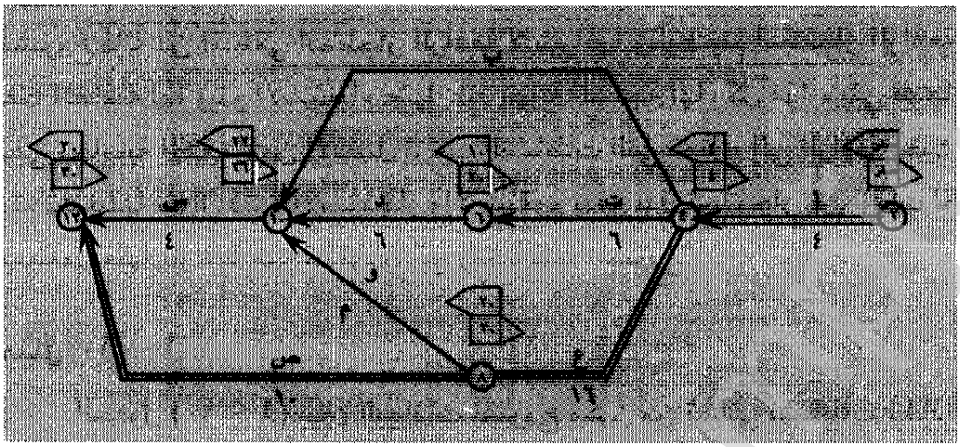
جدول (١٠ –١) : بيانات المشروع .

رقم النشاط	رمز النشاط	المدة (يوم)	يعتمد على	الموارد المطلوبة (رجل)	
				رجل/يوم	المجموع التراكمي
١	أ	٤	–	١	٤
٢	ب	٥	أ	١	٥
٣	ت	٦	أ	١	٦
٤	د	٦	ت	١	٦
٥	ع	١٦	أ	١	١٦
٦	و	٤	ع	١	٤
٧	ص	١٠	ع	١	١٠
٨	س	٤	و، ب، د	١	٤

الحـل

أولاً الشكل (١٠ – ٢) يبين المخطط السهمي للمشروع ، حيث يظهر أن مدة المشروع هي ٣٠ يوماً و أن المسار الحرج هو المسار (أ – ع – ص) .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com



الشكل (١٠ – ٢) : المخطط السهمي للمشروع .

الشكل (١٠ – ٣ – أ) يبين مخطط جانت للمشروع مع إظهار العلاقة بين النشاطات لمعرفة تأثير إزاحة أي نشاط غير حرج على النشاطات الأخرى التي تعتمد عليه .

ثانياً الشكل (١٠ – ٣ – ب) يبين جدول استخدام الموارد لكل فترة زمنية وكذلك المجموع التراكمي لهذه الموارد في المشروع .

ثالثاً الشكل (١٠ – ٣ – جـ) يبين مخطط استخدام الموارد/يوم على مدى عمر المشروع ، حيث يظهر من هذا الشكل إن عدد الموارد يبدأ من رجل واحد/يوم ثم في اليوم الخامس يرتفع إلى ثلاثة رجال/يوم وهكذا حتى ينتهي برجل واحد/يوم في اليوم الثلاثين .

١٠ - ٤ جدولة الموارد

تهدف جدولة الموارد إلى التوزيع الأفضل لكمية الموارد المتوفرة للاستخدام في المشروع، وذلك بالاستفادة من المرونة الحرة للنشاطات غير الحرجة، وذلك ببدء هذه النشاطات في الأوقات المناسبة حيث إنه ليس من الضروري بدء النشاطات غير الحرجة في أبكر وقت ابتداء لها.

ذكرنا في السابق أن تخطيط المشاريع باستخدام نظام التحليل الشبكي يستلزم معرفة الأمور التالية : أولاً العلاقات التتابعية والتزامنية التي تربط بين النشاطات في المشروع، ثانياً الفترة الزمنية اللازمة لتنفيذ كل نشاط في المشروع

Ghaleb.Abbas@gmail.com

الشكل (١٠ – ٣) :توزيع الموارد .

Ghaleb Abbas@yahoo.com

ونضيف إلى هذين المتطلبين أمرين آخرين يتعلقان بالموارد اللازمة لتنفيذ المشروع وهما معرفة :

- نوعية وكمية الموارد اللازمة لتنفيذ كل نشاط في المشروع والفترة الزمنية التي سوف يتم خلالها استخدام هذه الموارد.
- الموارد الإجمالية المتوفرة للمشروع والقيود التي قد تكون مفروضة على استخدام بعضها مثل القيود على الدفعات والقيود على التسهيلات البنكية واستقدام الأيدي العاملة من خارج البلاد وغيرها .

بالرغم من وجود الكثير من الاختلاف في وجهات النظر على تصنيف طرق جدولة الموارد إلا أنه يمكن تصنيفها كما يلي :

أولاً – أسلوب تقليل تفاوت الموارد (Resource Smoothing) : يستخدم في المشاريع الصغيرة ذات الموارد البسيطة حيث تستطيع إدارة المشروع توزيع وجدولة الموارد من خلال عمليات حسابية بسيطة.

ثانياً – الأساليب التنقيبية (Heuristic Procedures) : هناك تداخل بين الأسلوبين الأول والثاني ويمكن تقسيم هذا الأسلوب إلى مجموعتين من الطرق حسب محدودية الموارد، فالموارد إما أن تكون محدودة أو غير محدودة.

أ – الموارد غير محدودة (Unlimited Resources) : في هذه الحالة يكون وقت المشروع محدود والهدف من عملية الجدولة هو تقليل مستويات الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع إلى الحد الأدنى ضمن الوقت المفروض للمشروع ومن أكثر الطرق الشائعة في هذا المجال طريقة بيرجس (Burgess Algorithm) وطريقة العزم الأدنى (Minimum Moment Algorithm) وسنتناول هاتين الطريقتين في أجزاء لاحقة من هذا الفصل.

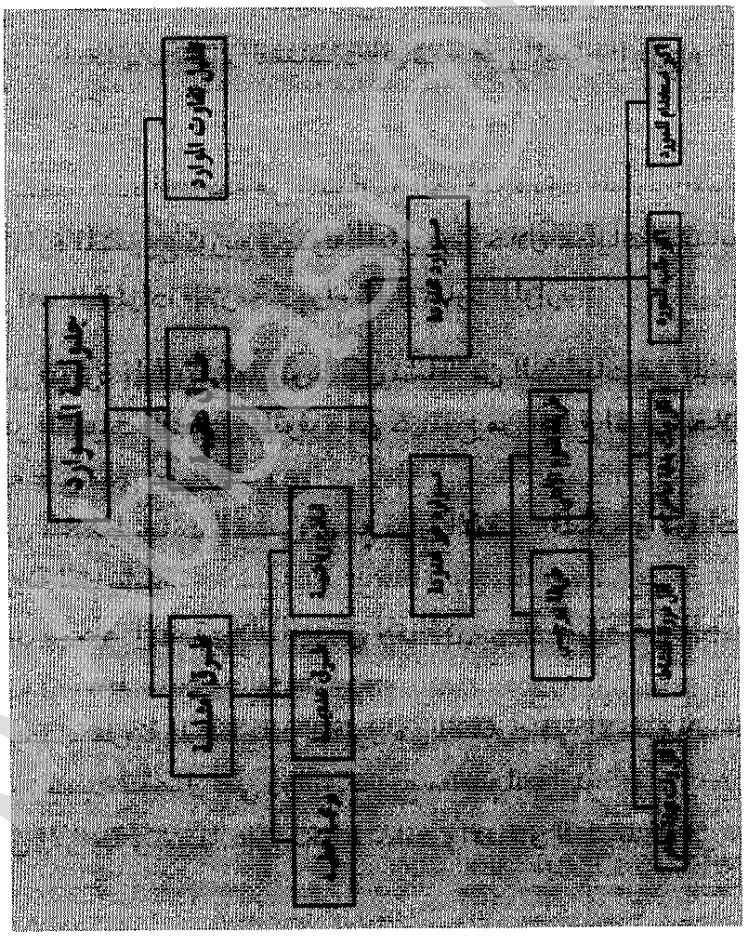
ب – الموارد محدودة (Limited or Fixed Resources) : في هذه الحالة يكون الحد الأعلى للموارد التي يمكن استعمالها محدوداً والهدف من عملية الجدولة تنفيذ المشروع في أقل وقت ممكن ضمن محدودية الموارد ويمكن الاستعانة بعدد كبير من الطرق التي سنأتي على ذكر بعضها في أجزاء لاحقة من هذا الفصل.

Ghaleb Abbas@omnjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الأساليب التنقيبية عبارة عن قوانين تعطي حلاً جيداً في بعض الحالات وتعطي حلاً سيئاً في حالاتٍ أخرى والعكس صحيح ، وقد أثبتت جميع الدراسات أنه ليس هناك أسلوب تنقيبي أو مجموعة أساليب تنقيبية تعطي نتائج أفضل في كل مرة .

ثالثاً – أساليب الأمثلة (Optimization Procedures) : حيث يمكن الحصول على الحل الأمثل باستخدام إحدى الطرق التالية وهي البرمجة الخطية (Linear Programming) والطرق العددية (Enumeration Techniques) والنماذج الرياضية (Mathematical Models) وهذه الطرق غير منتشرة لأنها تحتاج إلى أجهزة حاسوب كبيرة وذات قدرات عالية.



شكل (١٠ – ٤) : أساليب جدولة الموارد .

Ghaleb Jamjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١٠ - ٥ تقليل تفاوت الموارد

بعد التحميل الأولي للموارد لمعرفة الاحتياجات المختلفة من الموارد المتعددة لكل فترة زمنية على مدى عمر المشروع نقوم بتقليل تفاوت توزيع هذه الموارد (Resource Smoothing) من فترة لأخرى للحصول على انتظام أفضل لتوزيع الموارد .

في أسلوب تقليل تفاوت الموارد نحافظ على الوقت اللازم لإنهاء المشروع كما هو بلا زيادة أو نقصان، ونحاول العمل على تقليل التفاوت في استخدام الموارد للنشاطات على مدى عمر المشروع عن طريق استخدام المرونة الحرة لكل نشاط في المخطط الشبكي للوصول إلى أفضل توزيع لها خلال الفترة الزمنية المخصصة ، طبعاً باستثناء النشاطات الواقعة على المسار الحرج والتي لا تملك أي مرونة فتبقى كما هي.

تستخدم هذه الطريقة في المشاريع الصغيرة ذات الموارد البسيطة حيث تستطيع إدارة المشروع توزيع وجدولة الموارد من خلال عمليات حسابية بسيطة وفيما يلي أهم الخطوات اللازمة لإجراء تقليل تفاوت الموارد :

١ - حصر الموارد المطلوبة كماً ونوعاً لكل نشاط من النشاطات في المشروع.
٢ - حصر الكميات القصوى المتوفرة من كل نوع من أنواع الموارد خلال كل فترة زمنية على مدى عمر المشروع.
٣ - تمثيل مخطط جانت للمشروع مع بيان الأوقات المبكرة والأوقات المتأخرة والمرونة لكل نشاط.
٤ - تمثيل مخطط الاستهلاك اليومي لكل مورد بناءً على مخطط جانت ببداية مبكرة ومخطط جانت ببداية متأخرة .
٥ - استخدام مرونة النشاطات للتقليل من التفاوت في الاستهلاك اليومي من الموارد بحيث نحصل على أحسن توزيع منتظم للموارد.
٦ - توثيق الأزاحة وتثبيتها على مخطط جانت والانتقال للنشاط التالي .

Ghaleb Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مثال ١٠ – ٢

في المثال السابق (١٠ – ١) إذا كان الحد الأعلى لتوفر الموارد هو ٢ رجل/يوم فقط فباستخدام أسلوب تقليل تفاوت الموارد المطلوب :

أولاً : مخطط جانت الجديد للمشروع.

ثانياً : جدول استخدام الموارد/يوم.

ثالثاً : مخطط استخدام الموارد/يوم.

الحل

أولاً : بالنظر إلى الشكل (١٠ – ٣) وإذا اعتبرنا قيد الموارد المذكور نلاحظ إن هناك نقص في عدد الموارد المتوفرة من اليوم الخامس وحتى اليوم التاسع بينما هناك فائض من اليوم السابع عشر وحتى اليوم العشرين وكذلك في اليومين تسعة وعشرون وثلاثون . المطلوب هو تسوية الموارد إلى الحد الأقصى (٢ رجل/ يوم) لكي تصبح في مستوى متقارب عن طريق تقديم أو تأخير أوقات بدء النشاطات غير الحرجة دون التأثير على تاريخ انتهاء المشروع.

للتقليل من تفاوت الموارد نحافظ على الوقت اللازم لإنهاء المشروع كما هو ثلاثون يوماً كما نحافظ على المسار الحرج (أ – ع – ص) كون النشاطات (أ) و (ع) و (ص) لا تملك مرونة كونها حرجة. ومن ثم نستخدم المرونة للنشاطات غير الحرجة للوصول إلى أفضل توزيع للموارد خلال عمر المشروع حيث نلاحظ أن أفضل حل هو كما يلي :

١ – بدء النشاط (ب) في اليوم السادس عشر بدلاً من البدء المبكر .

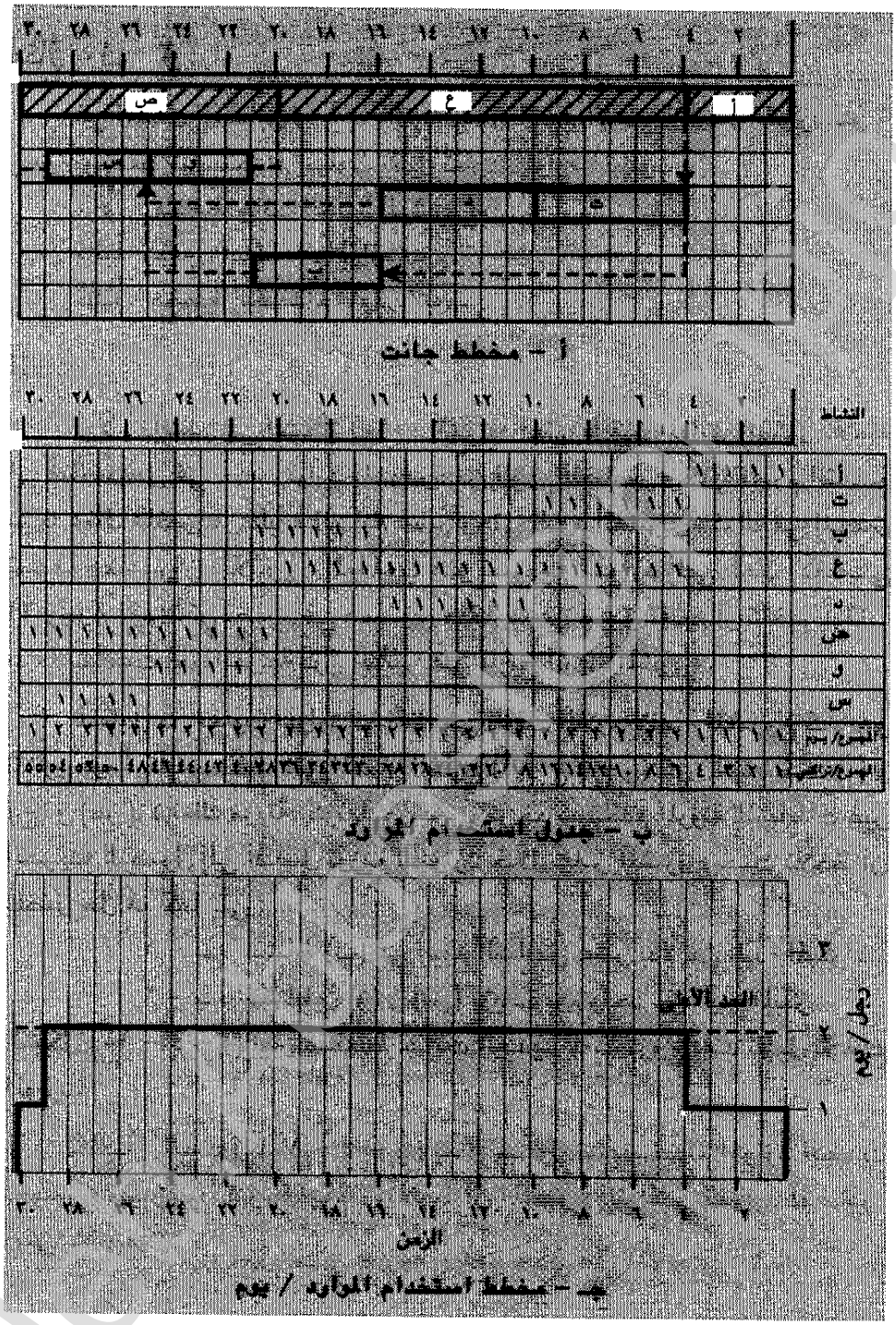
٢ – بدء النشاطين (و) و (س) بزيادة يوم واحد من البدء المبكر.

الشكل (١٠ – ٥ – أ) يبين مخطط جانت الجديد للمشروع بعد تقليل تفاوت الموارد.

ثانياً : الجدول (١٠ – ٥ – ب) يمثل جدول استخدام الموارد الجديد للمشروع ضمن قيد ٢ رجل/يوم ، ونلاحظ أن المجموع التراكمي للموارد لم يتغير، وبقي ٥٥ رجلاً .

ثالثاً : الشكل (١٠ – ٥ – جـ) يبين مخطط استخدام الموارد/يوم حيث نلاحظ ثبات الموارد بمعدل ٢ رجل/يوم لمعظم المشروع .

Ghaleb Abbas@gmail.com



الشكل (١٠ – ٥) : تقليل تفاوت الموارد .

١٠ - ٦ الأساليب التنقيبية - موارد غير محدودة

في هذه الحالة يكون وقت المشروع محدود والهدف من عملية الجدولة هو تقليل مستويات الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع إلى الحد الأدنى ضمن الوقت المفروض للمشروع. هناك عدة طرق لجدولة الموارد بالأساليب التنقيبية ومن أكثر الطرق الشائعة في هذا المجال طريقة برجس وطريقة العزم الأدنى، وفيما يلي سنتناول هاتين الطريقتين بالتفصيل .

١٠-٦-١ طريقة بيرجس

تعتمد طريقة بيرجس[٣٣] (Burgess Algorithm) على مجموع مربعات الموارد اليومية كمقياس لكفاءة استخدام الموارد، فبينما مجموع الموارد اليومية للمشروع ثابت لجميع التوزيعات الممكنة فإن مجموع مربعات الموارد اليومية يقل كلما وصلنا إلى توزيع أكثر انتظاماً ويصل مجموع المربعات للموارد اليومية إلى الحد الأدنى حين نصل إلى أقل توزيع يومي ثابت للموارد وهو التوزيع المثالي، ويمكن تلخيص عملية جدولة الموارد باستخدام طريقة بيرجس حسب التالي :

١ – عمل قائمة النشاطات للمشروع حسب اعتماديتها على بعضها بحيث يكون ترتيب (Sequence) أي نشاط في القائمة بعد النشاط أو النشاطات التي يعتمد عليها ويكون ترتيب النشاط بحيث يأخذ أبكر موقع يمكن أن يحتله في المخطط مع المحافظة على العلاقات الاعتمادية . يضاف إلى هذه القائمة زمن النشاط ووقت البداية المبكر ووقت البداية المتأخر والمرونة الكلية والمرونة الحرة لكل نشاط.

٢ – تمثيل مخطط جانت للمشروع إعتماداً على وقت البداية المبكر للنشاطات.

٣ – إيجاد الإحتياجات اليومية للمشروع من كل مورد.

٤ – إيجاد مجموع مربعات الإحتياجات اليومية من الموارد لكل مورد على حدة، ثم إيجاد المجموع لمجموع مربعات الإحتياجات اليومية من الموارد.

٥ – ابتداءً من آخر نشاط في مخطط جانت نؤجل بداية النشاط إلى أقصى مدة ممكنة بحيث نحصل على أقل مجموع لمجموع المربعات، ويجب أن لا تتجاوز مدة التأجيل المرونة الحرة للنشاط . إذا تساوى المجموع لمجموع المربعات

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

لمدتي تأجيل مختلفتين نختار المدة الأكبر لإعطاء النشاطات السابقة مرونة أكبر.

٦ – إذا أجلنا النشاط في الخطوة السابقة نعيد حسابات الجدولة للمشروع ثم ننتقل إلى الخطوة التالية، أما إذا لم يحدث أي تغيير على النشاط في الخطوة السابقة ننتقل إلى الخطوة التالية دون تعديل على جدولة المشروع.

٧ – نكرر الخطوتين ٥ و ٦ على النشاط التالي في القائمة.

٨ – نكرر الخطوة السابقة حتى نصل إلى أول نشاط في مخطط جانت.

٩ – إذا كانت النتائج التي حصلنا عليها غير مرضية نعيد الخطوات السابقة من ١ إلى ٨ ؛ أي أننا نعيد ترتيب النشاطات مع المحافظة على العلاقة الاعتمادية عند إعادة الترتيب .

١٠ – نكرر الخطوة السابقة عدداً من المرات حتى نحصل على نتائج مرضية.

١١ – نختار أفضل جدولة حصلنا عليها في الخطوات السابقة.

١٢ – نجري التعديلات النهائية التي اعتمدناها في الخطوة السابقة للاستفادة من العوامل الأخرى التي لم تؤخذ بعين الاعتبار في عملية الجدولة.

مثـــال ١٠ – ٣

الجدول (١٠ – ٢) يبين قائمة النشاطات لمشروع ما وحاجة كل نشاط من الموارد حيث يحتاج المشروع إلى نوعين من الموارد وهما المورد (س) والمورد (ص) والمطلوب :

١ – تمثيل المخطط السهمي للمشروع.

٢ – إيجاد أوقات النشاط الأربعة وقيم المرونة الكلية والحرة.

٣ – مخطط جانت للمشروع إعتماداً على الأوقات المبكرة والمتأخرة.

٤ – المخطط الذي يمثل الاستهلاك اليومي للموردين (س) و (ص) إعتماداً على وقت البداية المبكر ووقت البداية المتأخر.

٥ – المنحنى التراكمي للمشروع (S - Curve) للموردين إعتماداً على وقت البداية المبكر ووقت البداية المتأخر.

٦ – جدولة الموارد باستخدام طريقة بيرجس.

٧ – مخطط الاستهلاك اليومي للموردين (س) و (ص) بعد الجدولة بطريقة بيرجس.

Ghaleb Abassi@gmail.com

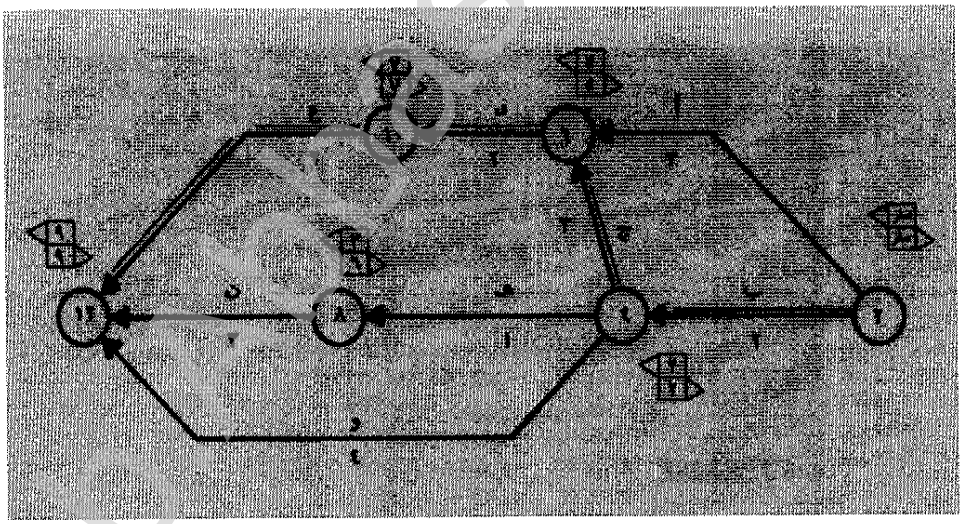
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

جدول (١٠ – ٢): بيانات المشروع .

النشاط	وقت النشاط (يـوم)	النشاطات السابقة	الموارد (وحدة/يوم)	
			س	ص
أ	٣	–	٣	٢
ب	٢	–	١	٢
ج	٣	ب	٢	٢
د	٢	أ، ج	٢	١
هـ	١	ب	١	١
و	٤	ب	–	٢
ن	٣	هـ	٢	٣
ع	٢	د	١	٣

الحـــل

أولاً : الشكل (١٠ – ٦) يمثل المخطط السهمي للمشروع .



شكل (١٠ – ٦) : المخطط السهمي للمشروع .

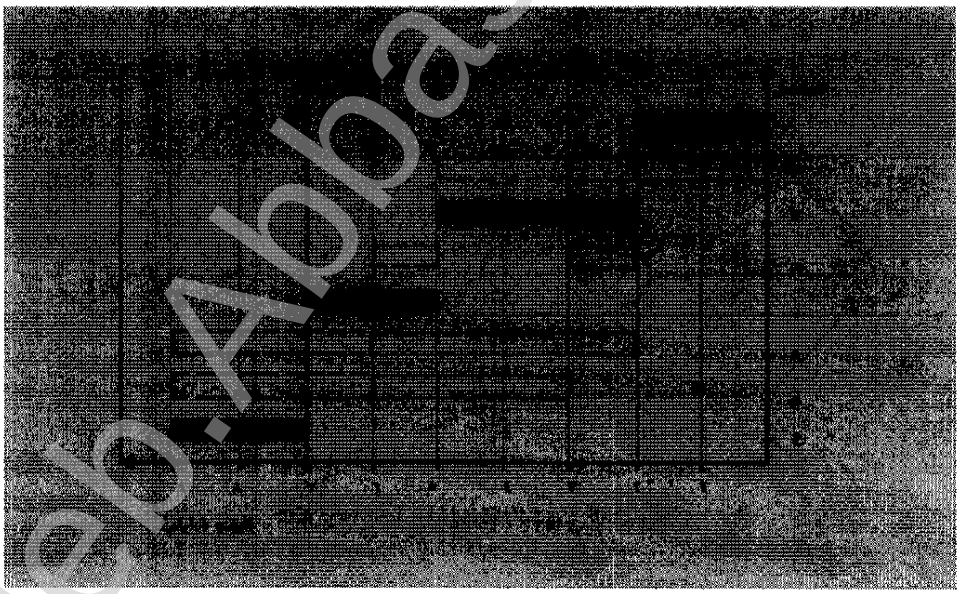
ثانياً : الجدول (١٠ – ٣) يبين حسابات الجدولة للمشروع كما شرحنا سابقاً .

Ghaleb@pmp.com

جدول (١٠ – ٣) : حسابات جدولة المشروع .

رمز النشاط	زمن النشاط (يـوم)	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		المرونـــة	
		إبتـداء	إنتهـاء	إبتـداء	إنتهـاء	الكليـة	الحـرة
أ	٣	صفر	٣	٢	٥	٢	٢
ب*	٢	صفر	٢	صفر	٢	صفر	صفر
ج*	٣	٢	٥	٢	٥	صفر	صفر
د*	٢	٥	٧	٥	٧	صفر	صفر
هـ	١	٢	٣	٥	٦	٣	صفر
و	٤	٢	٦	٥	٩	٣	٣
ن	٣	٣	٦	٦	٩	٣	٣
ع*	٢	٧	٩	٧	٩	صفر	صفر

ثالثاً : الشكل (١٠ – ٧) يبين مخطط جانت للمشروع وتظهر الأوقات المبكرة والمتأخرة لكل نشاط . النشاطات (ب) و (جـ) و (د) و (ع) هي نشاطات حرجة تحمل نفس وقت البداية المبكر والمتأخر ونفس وقت النهاية المبكر والمتأخر .



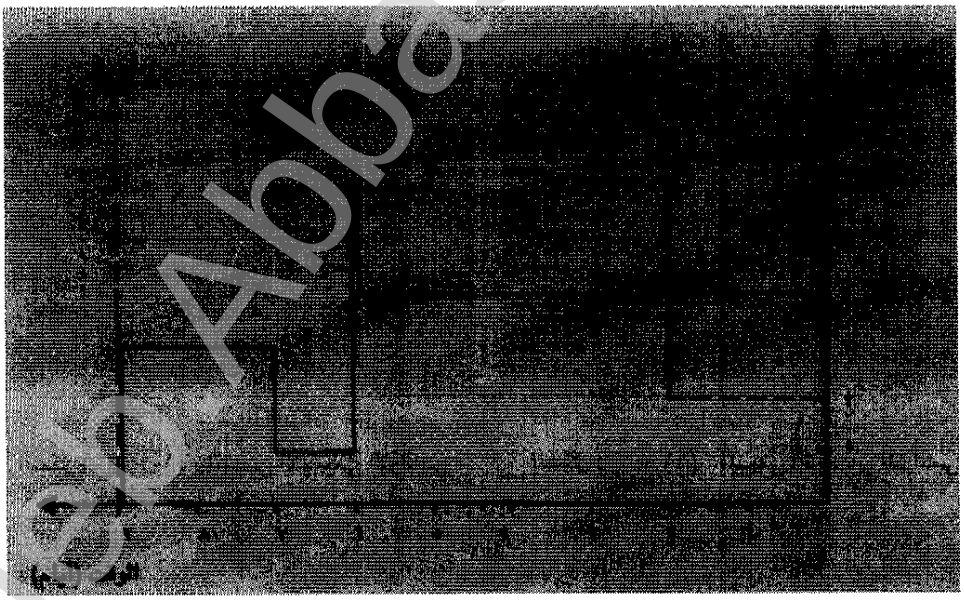
شكل (١٠ – ٧) : مخطط جانت للمشروع .

Ghaleb.Abbas@pmpic.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

رابعاً : الشكلان (١٠ – ٨) و (١٠ – ٩) يمثلان مخطط التحميل الأولي لاستهلاك الموردين (س) و (ص) لكل فترة زمنية (يوم) .

شكل (١٠ – ٨) : مخطط الاستهلاك اليومي للمورد (س) .



شكل (١٠ – ٩) : مخطط الاستهلاك اليومي للمورد (ص) .

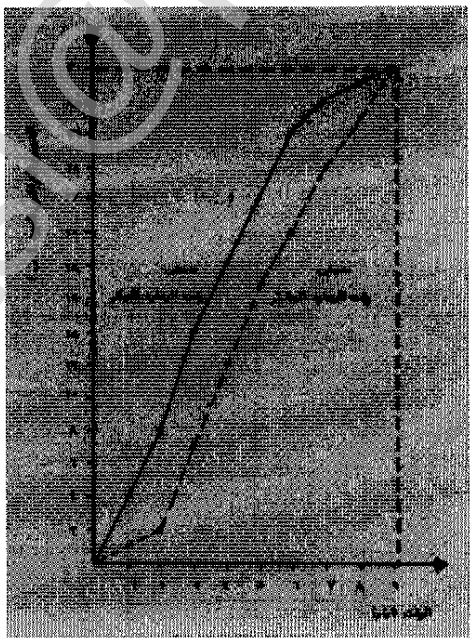
Ghada Abbasi@pmpio.com

خامساً : لتمثيل منحنى البداية المبكر التراكمي للمورد (س) نلخص البيانات التالية من مخطط جانت السابق :

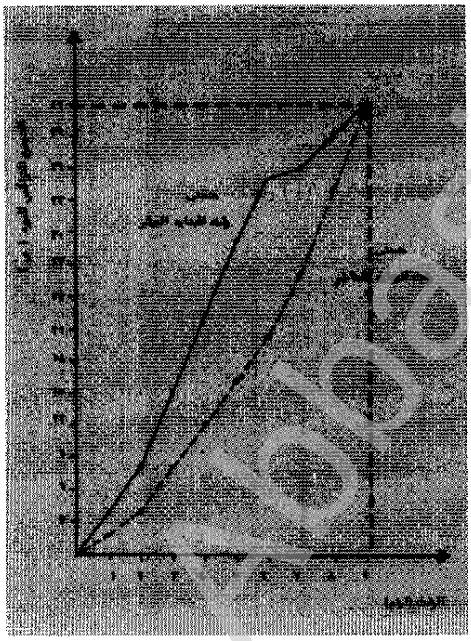
الجدول (١٠ – ٤) : الحاجة التراكمية للمورد (س) حسب البداية المبكرة .

اليوم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
مورد/يوم	٤	٤	٦	٤	٤	٤	٢	١	١
مورد تراكمي	٤	٨	١٤	١٨	٢٢	٢٦	٢٨	٢٩	٣٠

اعتماداً على الجدول (١٠ – ٤) نقوم برسم منحنى بين الأيام التراكمية والحاجة التراكمية للمورد حيث تكون آخر نقطة والتي تمثل نهاية المشروع بين تسعة أيام وثلاثين مورداً . بنفس الطريقة السابقة يمكن رسم منحنى البداية المتأخر للمورد (س) كما يظهر في الشكل (١٠ – ١٠) . الشكل (١٠ – ١١) يمثل المنحنى التراكمي للمورد (ص) بنفس الطريقة السابقة .



الشكل (١٠ – ١٠) : المنحنى التجميعي التراكمي للمورد (س) .



الشكل (١٠ – ١١) : المنحنى التجميعي التراكمي للمورد (ص) .

Ghaleb.obeidat@yahoo.com

سادساً : جدولة الموارد بطريقة بيرجس

باتباع الخطوات السابق ذكرها لتسوية الموارد ومتابعة الجدولين (١٠ – ٥) و (١٠ – ٦) حيث يظهر في أول سطر من كل جدول الحاجة اليومية قبل الجدولة للموردين (س) و (ص) على التوالي . قبل البدء بعملية الجدولة نوجد مجموع مربعات الاستهلاك اليومي وهي للمورد (س) = ١٢٢ ، وللمورد (ص) = ٢٣٤، وللموردين (س) و (ص) = ٣٥٦، ومن ثم نبدأ بتطبيق خطوات الجدولة بطريقة بيرجس كما يلي :

للمورد (س) :

خطوة (١) – النشاطات (ب) و (ج) و (د) و (ع) : لا تأجيل كونها نشاطات حرجة.

خطوة (٢) – النشاط (ن) : لهذا النشاط ٣ أيام مرونة كلية أي يمكن تأجيله يوماً أو يومين أو ثلاثة كما يلي :

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ١٢٢ أو ،

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ١١٨ أو ،

تأجيل ثلاثة أيام فيكون مجموع المربعات = ١١٤

إذاً من الممكن تحريك النشاط (ن) ٣ أيام.

خطوة (٣) – النشاط (و) : لأن عدد الموارد المطلوبة لهذا النشاط = صفراً، بمعنى أن مجموع المربعات لن يتغير بغض النظر عن مكانه .

خطوة (٤) – النشاط (هـ) : لهذا النشاط ٣ أيام مرونة كلية أي،

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ١٠٨ أو ،

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ١٠٨ أو ،

تأجيل ثلاثة أيام فيكون مجموع المربعات = ١٠٨

من الممكن تحريك النشاط (هـ) ٣ أيام.

خطوة (٥) – النشاط (أ) : لهذا النشاط يوما مرونة كلية أي،

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ١١٤ أو ،

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ١٢٠

يجب عدم تحريك النشاط (أ) كون مجموع المربعات ازداد عن ١٠٨

Ghaleb.Abbas@gmail.com

الجدول (١٠ – ٥) : الاستهلاك اليومي للمورد (س) .

الخطوة	اليـــــوم ١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	مجموع المربعات
البداية	٤	٤	٦	٤	٤	٤	٢	١	١	١٢٢
ن ← ٣				٢	٢	٢	٤	٣	٣	١١٤
و ← ١				٢	٢	٢	٤	٣	٣	١١٤
هـ ← ٣			٥			٣				١٠٨
النهاية	٤	٤	٥	٢	٢	٣	٤	٣	٣	١٠٨

للمورد (س) :

خطوة (١) – النشاطات (ب)و(ج)و(د)و(ع) : نشاطات حرجة لا يمكن تحريكها.

خطوة (٢) – النشاط (ن) : لهذا النشاط ٣ أيام مرونة كلية أي،

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ٢١٦ أو ،

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ٢١٠ أو ،

تأجيل ثلاثة أيام فيكون مجموع المربعات = ٢١٠

من الممكن تحريك النشاط (ن) ٣ أيام.

خطوة (٣) – النشاط (و) : لهذا النشاط ٣ أيام مرونة كلية أي،

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ٢٠٦ أو ،

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ٢٢٢ أو ،

تأجيل ثلاثة أيام فيكون مجموع المربعات = ٢٣٨

من الممكن تحريك النشاط (و) يوماً واحداً .

خطوة (٤) – النشاط (هـ) : لهذا النشاط ٣ أيام مرونة كلية أي،

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ٢٠٦ أو ،

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ٢٠٦ أو ،

تأجيل ثلاثة أيام فيكون مجموع المربعات = ٢٠٤

من الممكن تحريك النشاط (هـ) ٣ أيام.

خطوة (٥) – النشاط (أ) : لهذا النشاط يوما مرونة كلية أي يمكن،

تأجيل يوم واحد فيكون مجموع المربعات = ٢١٢ أو

تأجيل يومين فيكون مجموع المربعات = ٢٢٠ ؛

لا تحريك للنشاط (أ) كون مجموع المربعات ازداد عن ٢٠٤

Ghaleb.Abbas@omnia.com

جدول (١٠ – ٦) : الاستهلاك اليومي للمورد (ص) .

الخطوة	اليـــــــوم ١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	مجموع المربعات
البداية	٤	٤	٧	٧	٧	٦	١	٣	٣	٢٣٤
ن ← ٣				٤	٤	٣	٤	٦	٦	٢١٠
و ← ١			٥				٦			٢٠٦
هـ ← ٣			٤			٤				٢٠٤
النهاية	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٦	٦	٦	٢٠٤

مما سبق ، فإن مجموع المربعات في البداية كان ٣٥٦ ثم نقص إلى ٣٢٤ بعد أن حركنا (ن) ثلاثة أيام ، ونقص إلى ٣٢٠ بعد أن حركنا (و) يوماً واحداً . وأصبح أقل ما يمكن عندما حركنا (هـ) ثلاثة أيام وبذلك يجب إزاحة النشاطات (ن) و (و) و (هـ) بمقدار ثلاثة أيام ويوم وثلاثة أيام على التوالي .

على فرض أن الجدولة السابقة لم تكن مرضية، فإن الاحتمال الثاني والوحيد للترقيم لن يعطي شكلاً جديداً (أي ترتيباً جديداً) وعليه فإن النتيجة لن تتغير والجدول سيرتب على النحول التالي :

١ – النشاط (ب) أولاً لأن رأس السهم له أقل رقم حدث.

٢ – النشاطان (أ) و (ج) يشتركان بنفس رقم الحدث (٦) عند رأس السهم لكل منهما، ولكن رقم حدث مؤخرة السهم للنشاط (أ) وهو (٢) أكبر من رقم حدث مؤخرة السهم للنشاط (ج) وهو (٤) ، إذاً النشاط (أ) ثانياً ثم النشاط (ج) .

٣ – رأس السهم (د) يأتي رابعاً.

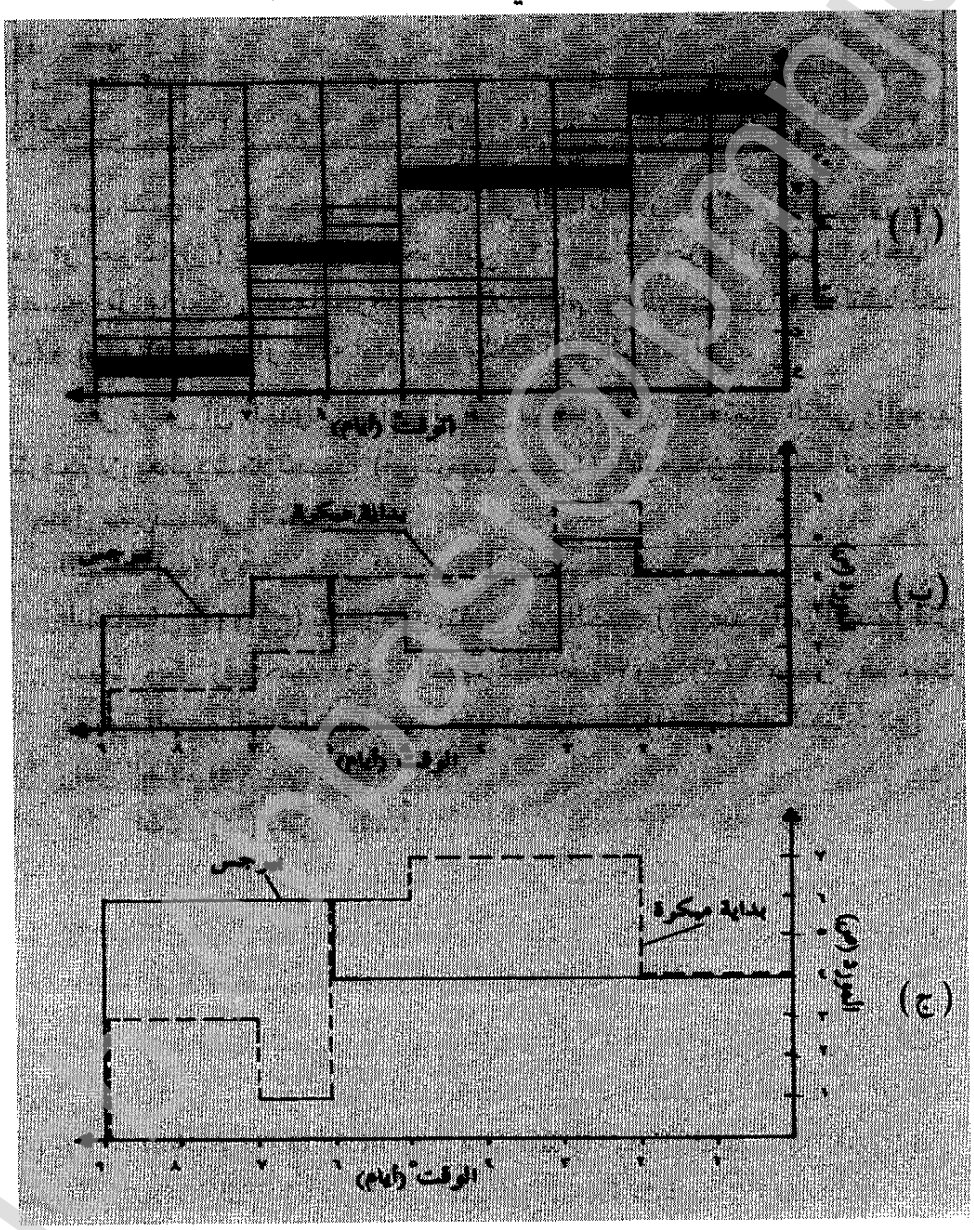
٤ – رأس السهم (هـ) يأتي خامساً.

٥ – النشاطات (ع) و (ن) و (و) لها نفس رقم الحدث عند رأس السهم ولكن رقم مؤخرة السهم للنشاط (و) هو الأقل ثم (ن) ثم (ع)، فيكون ترتيب النشاط (و) سادساً والنشاط (ن) سابعاً والنشاط (ع) ثامناً.

بعد الأخذ بعين الإعتبار أن النشاطات (ع) و (د) و (ج) و (ب) هي نشاطات حرجة أي لا تحريك، فعند بداية الجدولة يكون ترتيب النشاطات كما يلي : النشاط (ن) أولاً ثم النشاط (و) فالنشاط (هـ) فالنشاط (أ) وهذا الترتيب هو نفس ترتيب الطريقة السابقة لذلك فلن يحصل أي تغيير في تسوية الموارد.

Ghaleb.Abbas@gmail.com

سابعاً : باستخدام بيانات الجدولة بطريقة بيرجس نحصل على مخطط جانت الجديد للمشروع الممثل في الشكل (١٠ – ١٢) . الاستهلاك اليومي للموردين (س) و (ص) كما هو مبين في الشكلين (١٠– ١٢ – ب) و (١٠– ١٢ – جـ)، لاحظ الفرق بين الاستهلاك اليومي قبل جدولة الموارد وبعدها .



شكل (١٠ – ١٢) : تسوية الموارد باستخدام أسلوب بيرجس .

٢-٦-١٠ طريقة العزم الأدنى

تعتمد طريقة العزم الأدنى[٢٦] (Minimum Moment Algorithm) في جدولة الموارد على تقليل مجموع مربعات الاستهلاك اليومي من المورد عن طريق تأجيل وقت تنفيذ النشاطات غير الحرجة ضمن المرونة الحرة للنشاط. هذه الطريقة قد تعمل على ازدياد الحاجة إلى المورد في خلال فترة منتصف المشروع مقابل تقليل الطلب للمورد في نهاية المشروع .

يتم تحديد مدة التأجيل اعتماداً على معامل يدعى معامل التحسين (م ت) (Improvement Factor - IF) ويمكن حساب معامل التحسين باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{م ت}_{(\text{النشاط، ن})} = \text{ك} \left\{ \text{ح} \sum_{١}^{\text{ص}} - \text{م} \sum_{١}^{\text{ص}} \right\} - (\text{ك}) \times (\text{ص})$$

$$IF_{(Activity,\ S)} = r \left\{ \sum_{i=1}^{m} x_i - \sum_{i=1}^{m} w_i - mr \right\}$$

حيث أن :

م ت (النشاط ، ن) = معامل التحسين نتيجة لتأجيل نشاط لمدة (ن) وحدة زمنية .

ن = عدد الوحدات الزمنية لتأجيل النشاط = (s) .

و = الزمن اللازم للنشاط = (T) .

ص = الأصغر من [(ن) ، (و)] ; m = Minimum (s, T) .

ك = الاستهلاك اليومي للنشاط من المورد = (r) .

س = استهلاك المشروع اليومي من المورد .

$\sum_{١}^{\text{ص}}$ ح = مجموع استهلاك المشروع للموارد المالية والتي سوف تتأثر بتأجيل النشاط (ن) فترة زمنية إلى الأمام ، هذه القيمة سوف تنقص بمعدل (ك) لكل فترة زمنية .

$\sum_{١}^{\text{ص}}$ م = مجموع استهلاك المشروع للموارد المستقبلية والتي سوف تتأثر بتأجيل النشاط إلى الأمام بمقدار (ن) فترة زمنية ، هذه القيمة سوف تزداد بمعدل (ك) لكل فترة زمنية .

Ghaleb Abbasi@pmp.com

تعتمد جدولة الموارد باستخدام طريقة العزم الأدنى على دورة أمامية (Forward Cycle) ودورة خلفية (Backward Cycle) وفيما يلي تلخيص لخطوات الدورة الأمامية :

أولاً – التحضير (Setup)

١ – تمثيل المخطط السهمي وإجراء حسابات الجدولة ؛ وقت البداية المبكر ووقت النهاية المبكر والمرونة الكلية والمرونة الحرة لكل نشاط مع تحديد النشاطات الحرجة.

٢ – تمثيل مخطط جانت للمشروع اعتماداً على وقت البداية المبكر ويفضل وضع النشاطات الحرجة أولاً ثم النشاطات غير الحرجة حسب ترتيبها .

٣ – عمل قائمة بنشاطات المشروع حسب اعتمادها على بعضها البعض بحيث يكون ترتيب أي نشاط في القائمة بعد النشاطات التي يعتمد عليها كما وضحنا في طريقة بيرجس .

٤ – تحديد المورد الذي ستقوم بجدولته أولاً في حالة وجود أكثر من مورد واحد.

٥ – إيجاد الاستهلاك اليومي للمشروع من هذا المورد .

ثانياً – الإجراءات (Procedures)

تبدأ عملية الجدولة بالنشاطات التي تحمل أكبر وقت ابتداء حسب مخطط جانت ، أي من آخر نشاط حسب الخطوات التالية :

١ – نقوم بالإجراءات التالية لجميع النشاطات التي لها نفس الترتيب :

أ – نهمل النشاطات التي لا تملك مرونة حرة.

ب – نؤجل النشاطات التي لا تحتاج إلى المورد بمقدار المرونة الحرة لها حتى نعطي مرونة أكبر للنشاطات السابقة.

ج – نجد المرونة الحرة ومعامل التحسين لجميع الاحتمالات الممكنة للنشاطات التي تحتاج إلى موارد ؛ بمعنى أنه إذا كان النشاط (أ) يملك مرونة حرة مقدارها ٣ وحدات زمنية نجد م ت (أ ، ١) ، م ت (أ ، ٢) ، م ت (أ ، ٣) .

٢ – نختار النشاط الذي يملك أكبر معامل تحسين (م ت) حسب الأسس التالية :

أ – إذا كان أكبر معامل تحسين أقل من الصفر فلا نجري أي تعديل وننتقل إلى مجموعة النشاطات التي تحمل رقم التسلسل الأقل التالي.

Ghaleb Abbas@gmail.com

ب – إذا كان أكبر معامل تحسين صفراً أو أكبر وتساوي لأكثر من حالة لنفس النشاط نختار الحالة التي تعطي فترة تأجيل أكبر ؛ بمعنى أنه إذا كان م ت (أ ، ٢) = م ت (أ ، ٣) نؤجل النشاط (أ) لمدة ٣ أيام.

ج – في حالة تساوي أكبر معامل تحسين لأكثر من نشاط، نختار أحد هذه النشاطات حسب الأولويات التالية :

أولاً – النشاط الذي يحتاج إلى أكبر كمية من الموارد.

ثانياً – النشاط الذي يعطي أكبر مقدار من المرونة الحرة للنشاطات السابقة.

ثالثاً – النشاط الذي له أكبر وقت بداية متأخر.

رابعاً – النشاط الأول من حيث الترتيب.

٣ – نوثق التأجيل (الأزاحة) للنشاط ونثبتها على مخطط جانت .

٤ – نحسب الاستهلاك اليومي للمورد بعد التأجيل ونطرح كمية الموارد التي كان يحتاجها النشاط المؤجل في الأيام التي كانت تدخل في زمنه قبل التأجيل ونضيف هذه الكمية إلى الأيام التي أصبحت تدخل في زمن النشاط بعد التأجيل .

٥ – في حالة وجود أكثر من نشاط واحد غير حرج له نفس الترتيب نعيد الخطوات السابقة من واحد إلى ثلاثة، للتأكد فيما إذا كان هناك نشاطات أخرى يمكن تأجيلها ونكرر هذه الخطوة حتى لا يعود هناك نشاطات يمكن تأجيلها.

٦ – إذا تم تأجيل نشاط ما نقوم بعملية إعادة جدولة للمشروع.

٧ – نكرر الخطوات السابقة من واحد إلى ستة على النشاطات التي تلي النشاط الذي تمت جدولته .

٨ – نكرر الخطوات السابقة من واحد إلى سبعة حتى ننهي جميع نشاطات .

من الجدير بالذكر أن مجموع قيمة المورد اليومية للمشروع التي سوف تتأثر (تزداد أو تنقص) نتيجة لتأجيل نشاط يحتاج إلى (ك) مورد/فترة زمنية بمقدار (ن) وحدة زمنية هي [(ك) × (ص)] لكامل التأجيل مهما بلغ .

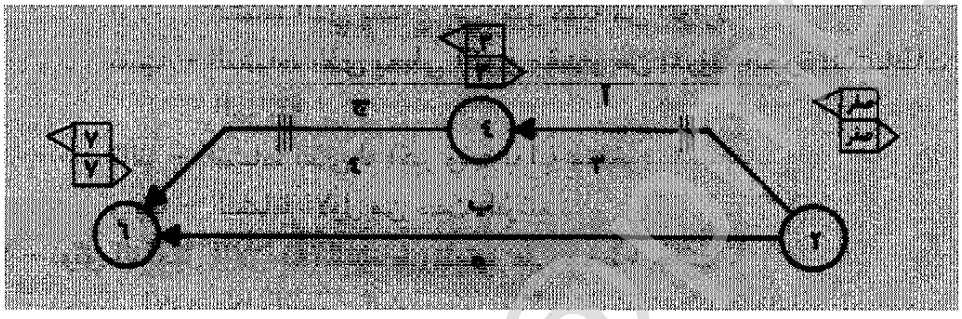
في حالة وجود أكثر من مورد واحد نقوم بجدولة هذه الموارد على التوالي مرتبة حسب الأولوية، أي نقوم بجدولة المورد الأهم أولاً ثم المورد الذي يليه من حيث الأهمية ثانياً، وهكذا .

Ghaleb Abbasi gmail.com

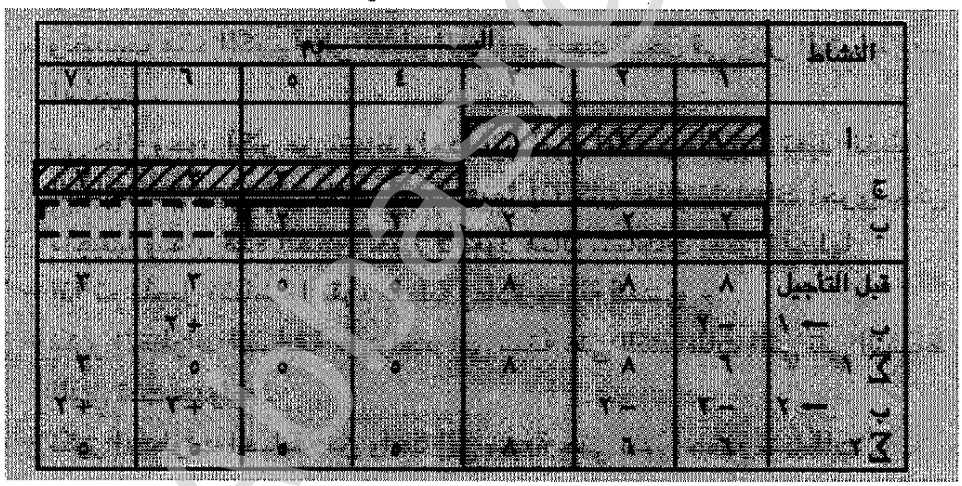
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مثـــال ١٠ – ٤

المطلوب جدولة الموارد للمشروع الممثل في الشكل (١٠ – ١٣) والمكون من ٣ نشاطات باستخدام الدورة الأمامية لطريقة العزم الأدنى حيث يحتاج المشروع إلى نوع واحد من الموارد كما هو مبين في الشكل (١٠ – ١٤) بطريقة العزم الأدنى.



شكل (١٠ – ١٣) : المخطط السهمي للمشروع .



شكل (١٠ – ١٤) : مخطط جانت وتوزيع الموارد .

من الشكل (١٠ – ١٤) نلاحظ أن النشاط (ب) يملك مرونة حرة مقدارها يومان وعليه نستطيع تأجيل النشاط (ب) لمدة يوم أو يومين حيث تكون قيمة معامل التحسين :

$$م\,ت_{(ب\,،\,١)} = ٢\,[٨ - ٣ - (٢)\,(١)] = ٦$$

$$م\,ت_{(ب\,،\,٢)} = ٢\,[١٦ - ٦ - (٢)\,(٢)] = ١٢$$

بناءً على النتائج التي حصلنا عليها نؤجل النشاط (ب) مدة يومين .

Ghaleb.Alrabadi@yahoo.com

مثـــال ١٠ – ٥

بالعودة إلى المشروع الذي تمت جدولته في المثال (١٠ – ٣) بطريقة بيرجس المطلوب جدولة المورد (ص) باستخدام الدورة الأمامية لطريقة العزم الأدنى.

الحـــل

باستخدام المخطط السهمي في الشكل (١٠ – ٦) والجدولين (١٠ – ٢) و (١٠ – ٣) اللذين يلخصا بيانات الجدولة حيث يظهر أن النشاط (هـ) لا يملك أي مرونة حرة فيمكن أهماله والنشاطات (ب) و (ج) و (د) و (ع) يمكن إهمالها أيضاً كونها نشاطات حرجة فيبقى هناك مجال لتحريك النشاطات (ن) و (و) و (أ) ضمن مرونتها الحرة ، وباتباع الخطوات السابق ذكرها لطريقة العزم الأدنى يمكن حساب معامل التحسين كما يلي :

للنشاط (ن)

م ت (ن ، ١) = ٣ [٧ – ١ – (٣) (١)] = ٩

م ت (ن ، ٢) = ٣ [١٤ – ٤ – (٣) (٢)] = ١٢

م ت (ن ، ٣) = ٢ [٢٠ – ٧ – (٣) (٣)] = ١٢، حرك النشاط (ن) ٣ أيام.

للنشاط (و)

م ت (و ، ١) = ٢ [٧ – ٤ – (٢) (١)] = ٢

م ت (و ، ٢) = ٢ [١١ – ١٠ – (٢) (٢)] = – ٦

م ت (و ، ٣) = ٢ [١٥ – ١٦ – (٣) (٢)] = – ١٤، حرك النشاط (و) يوماً واحداً.

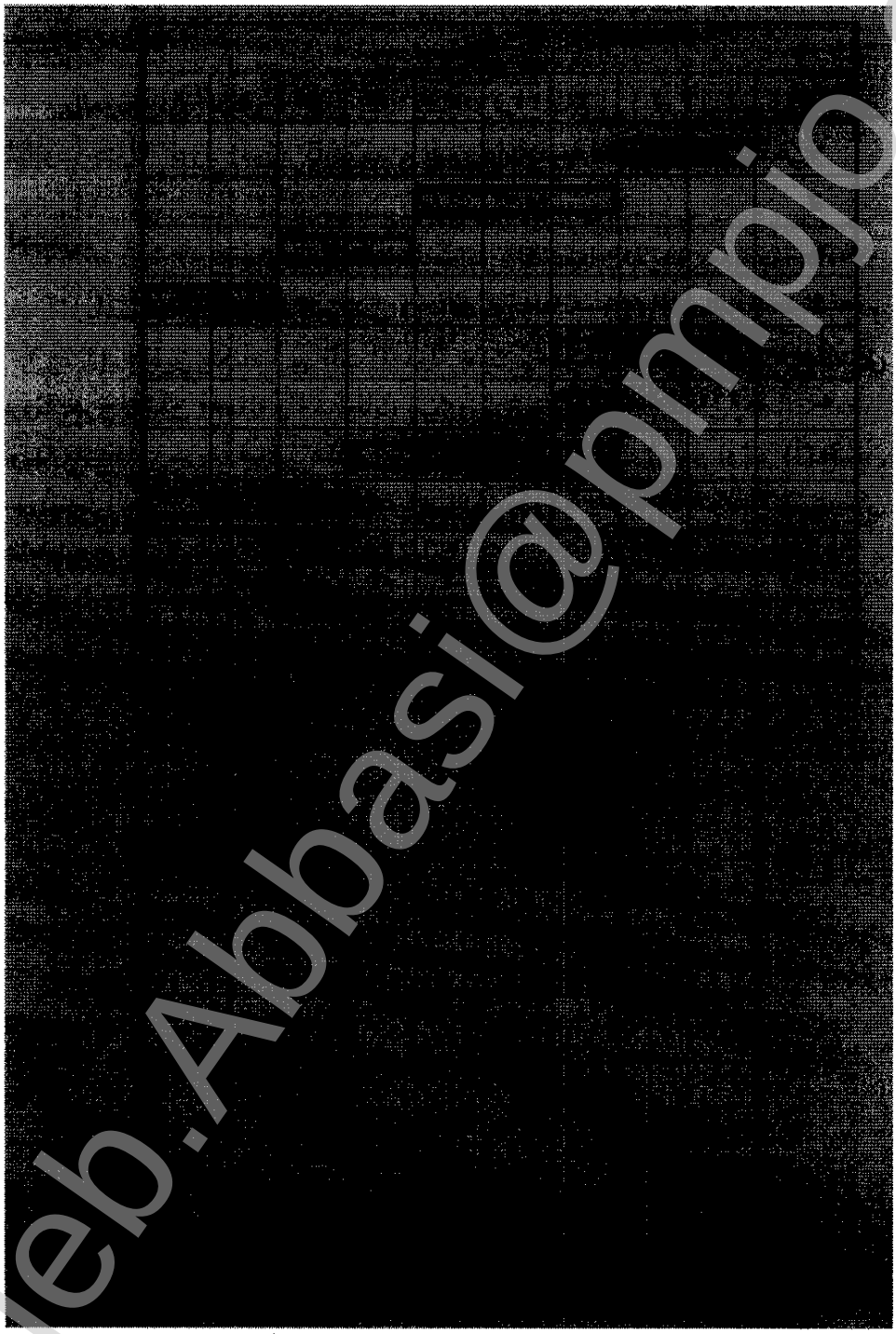
للنشاط (أ)

م ت (أ ، ١) = ٢ [٤ – ٤ – (٢) (١)] = – ٤

م ت (أ ، ٢) = ٢ [٨ – ٨ – (٢) (٢)] = – ٨، لا تحرك النشاط (أ).

الشكل (١٠ – ١٥) يبين مخطط جانت الجديد ومخطط توزيع المورد (ص) حيث يظهر أن كمية الموارد قد انخفضت من ٧ باستخدام طريقة البداية المبكرة إلى ٥ موارد. يجدر الملاحظة أن جدولة المورد لهذا المشروع باستخدام طريقة بيرجس أعطت توزيعاً أكثر انتظاماً .

Ghaleb Abbasi@Gmail.com



شكل (١٠ – ١٥) : مخطط جانت للمشروع ومخطط توزيع المورد (ص) باستخدام طريقة العزم الأدنى .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

١٠ - ٧ الأساليب التنقيبية - موارد محدودة

في حالة استخدام تسوية الموارد بالأساليب التنقيبية – موارد محدودة فإن إنهاء المشروع خلال الوقت المخصص ليس هو الهدف الأهم في إنجاز المشروع، وإنما الأهم هو إعادة تنظيم تسلسل نشاطات المشروع بما يتوافق مع الموارد المطلوبة ومع ما هو متوفر منها بحيث يتوازن الفائض والناقص من الموارد خلال مراحل المشروع المختلفة مع مراعاة عدم تجاوز مقادير الموارد المخصصة للمشروع بحيث لا يتم تجاوز كمية الموارد المخصصة (Allocated) للنشاطات وفي نفس الوقت يجب تقليل الزيادة في وقت المشروع إلى أدنى حد ممكن.

في هذه الحالة يكون الحد الأعلى للموارد التي يمكن استعمالها محدود ومعرَّف والهدف من عملية الجدولة تنفيذ المشروع في أقل وقت ممكن ضمن محدودية الموارد ويمكن الاستعانة بواحدة أو أكثر من الطرق التالية [٣٣] :

١ – أقل وقت بداية متأخر (Minimum Late Start Time - LST) حيث تعطى الأولوية في عملية الجدولة للنشاطات ذات أقل وقت بداية متأخر.
٢ – أقل مرونة للنشاط (Minimum Activity Slack - MINSLK) حيث تعطى الأولوية في عملية الجدولة للنشاطات ذات أقل مرونة كلية كون هذه النشاطات أكثر أهمية من النشاطات التي تملك مرونة كلية أكبر.
٣ – أكبر طلب للموارد (Greatest Resource Demand - GRD) حيث تعطى الأولوية في عملية الجدولة للنشاطات التي تستهلك أكبر مقدار من الموارد.
٤ – أكبر استغلال للموارد (Greatest Resource Utilization - GRU) حيث تعطى الأولوية في عملية الجدولة للنشاطات التي تؤدي إلى أعلى درجة من الإستغلال للموارد بحيث تكون الموارد غير المستغلة أقل ما يمكن.
٥ – طريقة جدولة الموارد (Resource Scheduling Method - RSM) حيث تعطى الأولوية للنشاطات إعتماداً على مقارنة وقت النهاية المبكر ووقت البداية المتأخر للنشاطات بحيث يتم جدولة النشاطات ذات أقل وقت نهاية متأخر أولاً.
٦ – أقصر زمن للنشاط (Shortest Imminent Operations - SIO) حيث تعطى

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

الأولوية للنشاطات التي تستغرق أقصر زمن بحيث يتم إنجاز أكبر عدد من النشاطات في أقل وقت ممكن.

٧ – أكثر النشاطات إمكانية (Most Jobs Possible - MJP) حيث تعطى الأولوية لأكبر مجموعة من النشاطات الممكن إنجازها خلال فترة معينة ويمكن الإستفادة من البرمجة الخطية للأعداد الصحيحة (Integer Linear Programming) في تحديد هذه المجموعة من النشاطات .

٨ – الاختيار العشوائي للنشاط (Random Activity Selection - RAS) وتعطى الأولوية للنشاطات عشوائياً بشرط توفر الموارد الكافية لتنفيذ تلك النشاطات.

من الطرق السابقة فإن طريقة أقل مرونة للنشاط أثبتت حسب الدراسات التي أجريت على هذه الطرق أنها تعطي نتائج أفضل أكثر الأوقات .

عند القيام بتسوية الموارد نعد قائمة بالنشاطات التي ستنجز أو تحت التنفيذ لكل فترة زمنية من فترات المشروع ومن ثم يتم تعديل القائمة بحيث يتم ترتيب النشاطات المنوي تنفيذها خلال تلك الفترة، إعتماداً على الطريقة المختارة، وهناك نوعان من طرق تسوية الموارد، أولاً التسوية المتتالية (Series Levelling) وفي هذه الطريقة ينظر للمشروع كأجزاء مقسمة إلى فترات أو وحدات زمنية محددة ومعرَّفة ومن ثم نقوم بدراسة هذه الوحدات الزمنية كل على انفراد وفي عزلة مما سبق ومما سيتبع من فترات للقيام بالنشاطات اللازمة في المخطط الشبكي. أما الطريقة الثانية فهي التسوية المتوازية (Parallel Levelling) وتعتمد هذه الطريقة على افتراض أن المشروع متكامل حيث يتم تخصيص الموارد اللازمة لكل نشاط وتحديد تاريخ الإنتهاء المتوقع له وعند إنتهاء أي نشاط يطرح ما خصص له من الموارد المتاحة ليتم تخصيصها لنشاطات أخرى، وهكذا. بعد ذلك يتم إعداد جدول لمختلف نشاطات المشروع التي تبدأ في نفس الوقت ويتم تخصيص الموارد اللازمة لكل منها وفي حالة عدم كفاية الموارد تؤجل بعض النشاطات حسب جداول الأولوية التي سنتعرض لها لاحقاً حيث يتم تخصيص الموارد للنشاطات الواردة في تلك الجداول واحدة تلو الأخرى، وفيما يلي ملخص للخطوات الرئيسية لتوزيع وتسوية الموارد بأي من الطرق السابقة الذكر :

Ghaleb.Abbas@gmail.com

١ – تمثيل المخطط السهمي الذي يمثل المشروع.
٢ – معرفة وتبويب الموارد المطلوبة كماً ونوعاً.
٣ – تمثيل مخطط جانت الذي يمثل المشروع اعتماداً على وقت البداية المبكر مع بيان الموارد المطلوبة لكل نشاط.
٤ – معرفة وحصر وتبويب مجموع الموارد المتوفرة أو المتاحة لكل فترة زمنية.
٥ – إختيار الطريقة المناسبة لتسوية الموارد من الطرق المذكورة سابقاً .
٦ – تخصيص الموارد اللازمة للنشاط الأول حسب الطريقة المختارة.
٧ – تحديد النقص في مقابلة الموارد المطلوبة إن كان هناك نقص أو اعتبار النشاط التالي في حالة الكفاية.
٨ – إستخدام المرونة لتوزيع وإعادة توزيع الموارد في حالة نقص الموارد.
٩ – بعد الإنتهاء من النشاط الحالي تخصص الموارد اللازمة للنشاط التالي في جدول الأولوية وهكذا حتى نهاية النشاطات .
١٠ – عندما تنفذ الموارد ولا يزال هناك نشاط أو أكثر لم يخصص له موارد بعد يتم تأجيل ذلك النشاط حتى تتوفر الموارد المطلوبة له ومن ثم يتم تعديل جميع النشاطات اللاحقة بما يتلاءم والتعديل الذي أجريناه وتعاد برمجة الوقت والموارد اعتماداً على ذلك.
١١ – إذا كانت النتائج التي حصلنا عليها غير مرضية يجب إعادة دراسة المخطط وصحة الفرضيات المطروحة مبدئياً وإعادة دراسة كمية ونوع الموارد المطلوبة لكل نشاط في المخطط .
١٢ – تكرار الخطوات السابقة حتى تنتهي جميع النشاطات في المشروع ونصل إلى الحل المناسب.
١٣ – إعادة تمثيل وجدولة المخطط بناءً على الظروف والفرضيات الجديدة.

١٠-١-٧-١ طريقة أقل وقت بداية متأخر

طريقة أقل وقت بداية متأخر [٣٣] (Minimum Late Start Time) إحدى طرق جدولة الموارد المحدودة حيث تتم عملية الجدولة حسب الخطوات التالية :

١ – نحسب أبكر وقت ابتداء وآخر وقت ابتداء لكل نشاط في المشروع ونضيف له واحد للتغلب على قيمة الصفر التي نفرضها عادة لبداية المشروع .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

٢ – نحدد الوقت (و) تساوي واحد (و = ١) لبداية عملية الجدولة.

٣ – نبدأ من اليوم الأول للمشروع ونحدد مجموعة النشاطات المسموحة (م ن م) (Eligible Activity Set - EAS) التي يمكن أن نبدأ بتنفيذها في ذلك اليوم.

٤ – من مجموعة النشاطات المسموحة (م ن م) السابقة نعين النشاطات التي يمكن جدولتها بالترتيب وتسمى هذه بمجموعة الجدولة المرتبة (م ج م) (Ordered Scheduling Set - OSS) وذلك حسبما يلي:

أ – يجب أن يكون (و ب ب) ≥ (و) للإيفاء بقيود المشروع .

ب – أقل وقت بداية متأخر .

ج – أقل مدة لازمة للنشاط .

٥ – نبدأ بتوزيع الموارد المتاحة على مجموعة الجدولة المرتبة (م ج م) ونطرح كمية الموارد التي تم توزيعها على النشاط من كمية الموارد المتاحة لكل يوم من أيام عمر النشاط .

٦ – نُخرج النشاط الذي تم توزيع الموارد عليه من مجموعة النشاطات المسموحة (م ن م) ونكرر هذه العملية حتى ننهي جميع النشاطات في القائمة وننتقل إلى الخطوة السابعة أو تصبح الموارد المتاحة غير كافية لتنفيذ النشاط التالي في القائمة فننتقل إلى النشاط الذي يليه ونكرر العملية حتى لا تبقى موارد متاحة أو تصبح الموارد المتاحة غير كافية لتنفيذ أي نشاط آخر في القائمة.

٧ – نؤجل جميع النشاطات التي لم يتم توزيع الموارد عليها حتى اليوم الذي يلي يوم نهاية النشاط ذي أقل وقت انتهاء من النشاطات التي تم توزيع الموارد عليها.

٨ – ننتقل إلى اليوم الذي يلي نهاية النشاط أو النشاطات التي تعتمد على النشاط أو النشاطات التي انتهت مع مراعاة أسس الترتيب السابقة للنشاطات المضافة ونضيف كمية الموارد التي كانت تستهلكها النشاطات المنتهية إلى كمية الموارد المتاحة.

٩ – نكرر الخطوات من ٤ إلى ٨ حتى لا يبقى نشاطات في (م ن م).

من الممكن جدولة أكثر من مورد واحد في نفس الوقت، أي أن هذه الطريقة تستطيع جدولة الموارد للمشروع على التوازي كما يبين المثال التالي .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

مثـــال ١٠ – ٦

بالعودة إلى المشروع الذي تمت جدولته في المثال (١٠ – ٣) بطريقة بيرجس المطلوب جدولة هذا المشروع بطريقة أقل وقت بداية متأخر علماً بأن الحد الأقصى المتاح من الموارد هو أربع وحدات للمورد (س) وأربع وحدات من المورد (ص) أيضاً.

الحـــل

باستخدام المخطط السهمي في الشكل (١٠ – ٦) والجدول (١٠ – ٣) الذي يبين البيانات للنشاطات يمكن تلخيص ما يلزم لهذه الطريقة في الجدول (١٠ – ٧) أدناه . لاحظ زيادة واحد لكل من وقت البداية المبكر (و ب ب) ووقت البداية المتأخر (و ب م) كون المشروع سيبدأ من صباح اليوم الأول وليس صفراً .

جدول (١٠ – ٧)

النشاط	زمن النشاط	النشاطات السابقة	و ب ب + ١	و ب م + ١	الموارد المطلوبة	
					س	ص
أ	٣	–	١	٣	٣	٢
ب	٢	–	١	١	١	٢
ج	٣	ب	٣	٣	٢	٢
د	٢	أ، ج	٦	٦	٢	١
هـ	١	ب	٣	٦	١	١
و	٤	ب	٣	٦	صفر	٢
ن	٣	هـ	٤	٧	٢	٣
ع	٢	د	٨	٨	١	٣

بتطبيق الخطوات المذكورة سابقاً مع ملاحظة أن قيد الموردين (س) و (ص) هو أربعة لكل منهما ومتابعة مخطط جانت في الشكل (١٠ – ١٧) يمكن تفصيل خطوات الجدولة كما هو مبين بالتفصيل في الشكل (١٠ – ١٦) حيث ينتهي المشروع في اليوم الثاني عشر بدلاً من اليوم التاسع بسبب محدودية الموارد .

Ghaleb Abbasi@gmail.com

و = ١

م ن م = أ ب
و ب ب = ١ ١
و ب م = ١ ٣
م ج م = ب أ

جدول (ب) من ١ إلى ٢ ، وجدول (أ) من ١ إلى ٣ ونزيلهما من (م ن م) ونضيف النشاطات (ج) و (د) و (و) و (د) .

و = ٢

م ن م = ج هـ و د
و ب ب = ٣ ٣ ٣ ٦
و ب م = ٣ ٦ ٦ ٦
م ج م = لا يوجد كون و ب ب > و .

و = ٣

م ن م = ج هـ و د
و ب ب = ٣ ٣ ٣ ٦
و ب م = ٣ ٦ ٦ ٦
م ج م = ج هـ و

لا يمكن جدولة (ج) في الفترة ٣ بسبب قيد الموارد (س) ، ولذلك جدول (هـ) في الفترة ٣ ونزيلها ولا يبقى موارد لجدولة (و) . أدخل النشاط (ن) .

و = ٤

م ن م = ج و د ن
و ب ب = ٣ ٣ ٦ ٤
و ب م = ٣ ٦ ٦ ٧
م ج م = ج و ن

جدول النشاط (ج) من ٤ إلى ٦ ، وجدول النشاط (و) من ٤ إلى ٧ ونزيلهما ولن يبقى موارد كافية للنشاط (ن) حتى اليوم السابع .

و = ٧

م ن م = د ن
و ب ب = ٦ ٤
و ب م = ٦ ٧
م ج م = د ن

جدول النشاط (د) ن من ٧ إلى ٨ ونزيله ولا يبقى موارد كافية للنشاط (ن) . أدخل النشاط (ع) .

و = ٨

م ن م = ن ع
و ب ب = ٤ ٨
و ب م = ٧ ٨
م ج م = ن ع

جدول النشاط (ن) من ٨ إلى ١٠ وأزيله من (م ن م) ولا يوجد موارد كافية للنشاط (ع) حتى اليوم الحادي عشر .

و = ١١

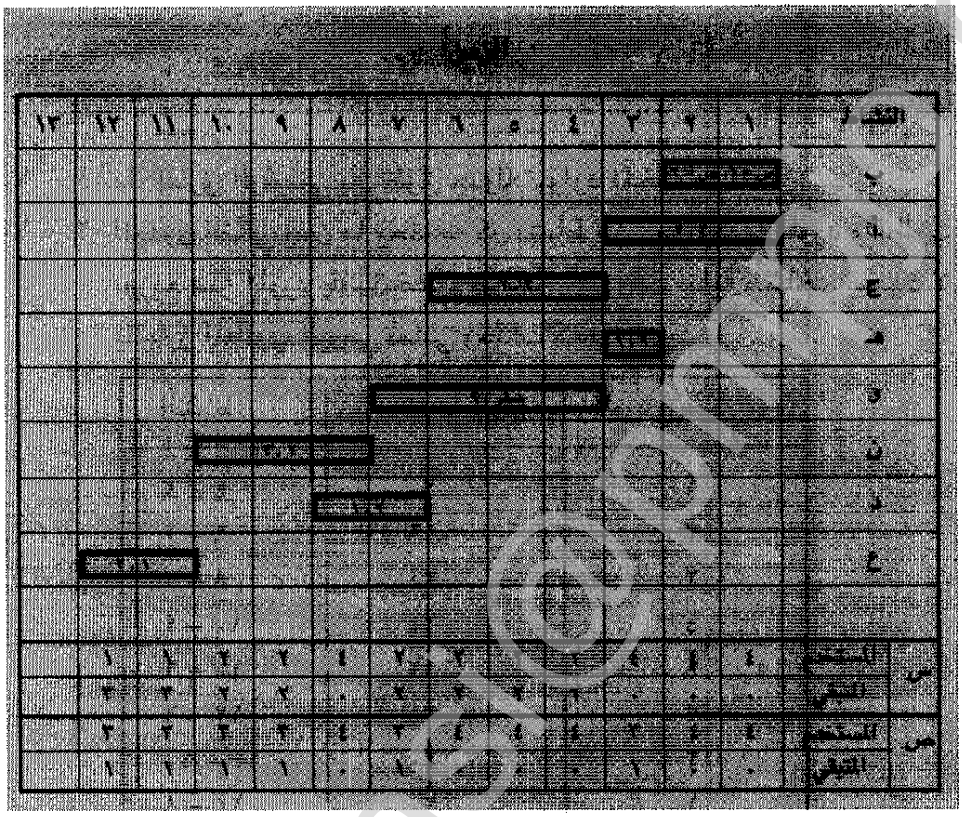
م ن م = ع
و ب ب = ٨
و ب م = ٨
م ج م = ع

جدول النشاط (ع) من ١١ إلى ١٢ وبذلك لا يبقى نشاطات في (م ن م) .

ينتهي المشروع في اليوم الثاني عشر بدلاً من اليوم التاسع بسبب محدودية الموارد .

شكل (١٠ – ١٦) : جدولة الموارد باستخدام طريقة أقل وقت بداية متأخرة .

Ghaleb.Abbasi@pmpro.com



شكل (١٠ – ١٧) : مخطط جانت للمشروع وجدول توزيع الموردين (س) و (ص)
باستخدام طريقة أقل وقت بداية متأخر .

بالإمكان تطبيق الخطوات السابق ذكرها في طريقة أقل وقت بداية متأخر في أيٍّ من الأساليب التنقيبية في حالة الموارد المحدودة مع تغيير الأولويات وتعريفها حيث يعاد تحديد النشاطات في مجموعة الجدولة المرتبة (م ج م) حسب الأولويات الجديدة .

للوصول إلى أفضل توزيع للموارد قد نضطر إلى محاولة أكثر من طريقة ، وهذه المهمة تتناسب طردياً مع حجم المشروع وتصبح صعبة جداً بل أحياناً مستحيلة في المشاريع الكبيرة ، إذ لا بد من استخدام برمجيات الحاسوب المناسبة للقيام بهذه المهمة بدقة وسرعة وكفاءة عالية .

Ghaleb Abbas @ gmail.com

تمارين

١٠ – ١ ما الفارق الرئيسي بين طرق جدولة الموارد المختلفة ؟ ناقش.

١٠ – ٢ الجدول التالي يبين ما يحتاجه كل نشاط من زمن وكمية المورد والمطلوب توزيع هذا المورد باستخدام طريقة أقل وقت بداية متأخر بحيث لا يتجاوز المطلوب اليومي ثماني وحدات كحد أعلى :

النشاط	زمن النشاط (يوم)	المورد (وحدة/اليوم)
٢ – ٤	٢٠	١
٢ – ٦	١٦	٣
٢ – ٨	٣٤	٢
٤ – ١٠	٢٤	٥
٦ – ١٠	١٢	٤
٦ – ١٢	٢٤	٣
١٠ – ١٤	٤٠	٢
٨ – ١٤	٢٠	١
١٢ – ١٤	٣٢	١

١٠ – ٣ الجدول أدناه يبين بيانات مشروع ما والمطلوب :

١ – تمثيل المشروع باستخدام طريقة المخطط السهمي وإيجاد وقت المشروع والمسار الحرج.

٢ – جدول يبين أوقات النشاط الأربعة والمرونة بأنواعها .

٣ – مخطط جانت باستخدام الأوقات المبكرة والمتأخرة.

٤ – المخطط التراكمي للإستهلاك اليومي لكل مورد.

٥ – المنحنى التجميعي التراكمي للموردين.

٦ – جدولة موارد المشروع باستخدام طريقة بيرجس.

٧ – جدولة موارد المشروع باستخدام طريقة العزم الأدنى .

Ghaleb.Abbasi@mpjo.com

٨ – جدولة موارد المشروع باستخدام طريقة أقل وقت بداية متأخر علماً بأن الحد الأعلى المتوفر من الموردين (س) و (ص) هو أربع وخمس وحدات على التوالي.

٩ – هل هناك فروق في توزيع الموارد بين الطرق السابقة ؟ ناقش.

النشاط	يعتمد على	زمن النشاط (بالأيام)	المورد (س)	المورد (ص)
أ	–	٧	٢	٢
ب	–	١٢	١	١
ج	–	٥	٣	٢
د	أ	٤	٢	١
هـ	ب	٦	١	٣
و	أ	٦	٢	–
ز	أ ، ج	٨	٣	١
ح	ب ، و	٥	٢	٣
ط	ز	١	١	١
ي	و	٤	–	٢
ك	د	٥	٢	٤

١٠ – ٤ باستخدام لغة برمجة مناسبة، المطلوب برمجة الطرق التالية :

١ – طريقة تقليل تفاوت الموارد.

٢ – طريقة بيرجس.

٣ – طريقة أقل عزم.

٤ – طريقة أقل وقت بداية متأخر.

١٠ – ٥ من تمارين الفصول السابقة وبعد فرض موارد مناسبة تأكد من البرامج التي طورتها في التمرين السابق.

أهم المراجع :

الأرقام ٢٦ ، ٣٣ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الباب الثالث

تنفيذ ومراقبة المشاريع

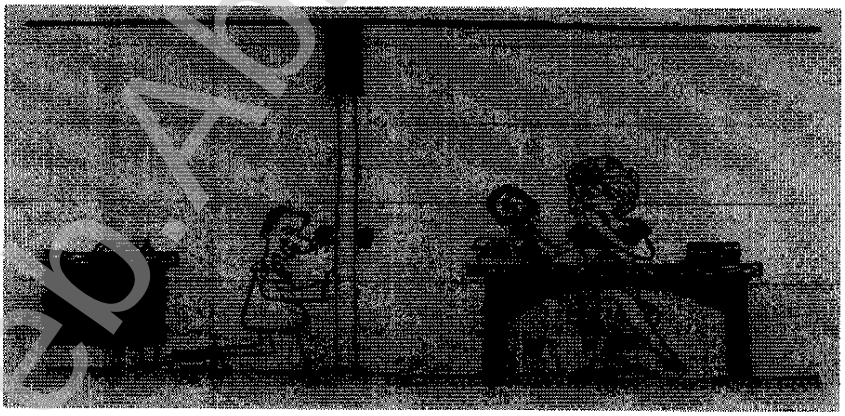
Ghaleb.Abdullah@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الحادي عشر
المراقبـــة

١١ - ١ مقدمـة

إن كبر حجم المشاريع وازدياد تعقيدها في مختلف القطاعات وخصوصاً قطاعي الإنشاءات (Construction) والصناعة (Industry) زاد الحاجة إلى أنظمة إدارية متكاملة وإيفاءً بهذه الاحتياجات فقد تطور علم الإدارة بحيث أصبح يعنى بالمشروع من لحظة التفكير به إلى حين إنهائه كما هو مبين في دورة حياة المشروع في الشكل (٣ – ١٣) وكما تحدثنا في الفصول الماضية عن تخطيط وجدولة المشروع من ناحية الوقت والموارد ، أي أن المشروع الآن جاهز للتنفيذ وفي هذا الفصل سنبحث مراقبة المشروع خلال فترة التنفيذ وحتى النهاية.



شكل (١١ – ١) : مراقبة العمل !!

Ghaleb Abbas@pdfbox.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الهدف الرئيسي من مراقبة المشروع هو وضع خطة متكاملة بغرض التأكد من إنجاز المشروع ضمن الكلفة والمدة والمواصفات المطلوبة، وهذه الخطة عادة 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 كلفة ووقت ممكنين وضمن المواصفات.

١١ - ٢ الحاجة إلى مراقبة المشروع

إن طبيعة المشاريع التي نتعامل معها في هذه الأيام بحاجة إلى أسلوب ديناميكي (Dynamic) لمراقبة المشروع وكشف الانحراف عن الخطة بأسرع وقت ممكن واستيعابه لتقليل تأثيره على باقي نشاطات المشروع ومن أهم العوامل التي تجعل مراقبة المشروع ضرورية ما يلي :

١ – طبيعة النشاطات المختلفة للمشروع الواحد ناهيك عن طبيعة اختلاف المشاريع أنفسها.

٢ – ظروف مواقع العمل غير المتشابهة مما يجعل التعامل مع كل مشروع خبرة جديدة.

٣ – تنوع الأيدي العاملة وعدم ديمومتها.

٤ – شح الموارد.

٥ – الظروف الخارجة عن إرادة الإدارة مثل الإضرابات وظروف الطقس وانقطاع المواد وغيرها .

إن أهمية التخطيط تتأتى من القدرة على التحضير للمستقبل بما يحمل من متغيرات ومفاجآت وكلما كانت خطة المشروع مفصلة ومدروسة وأقرب إلى الواقع كلما قل الجهد المطلوب للمراقبة وازداد تطابق الخطة مع الواقع.

١١ - ٣ وسائل الإتصال في المشروع

من الطبيعي أن هرمية التنظيم الإداري تعتبر من الوسائل الإدارية اللازمة لأي عمل إداري أو مشروع، فمن خلال هذه الهرمية يستطيع كل مسؤول أن يعرف حدود مسؤوليته وصلاحيته بحيث لا يتدخل في أمور ليست من اختصاصه، وقد تحدثنا عن هذا التنظيم في الفصل الأول في الشكل (١ – ٢)، أما عن أهم وسائل

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

الاتصال (Communication) في أي مشروع فيمكن تقسيمها إلى ما يلي :

١ – تقارير بشكل جداول (Tables) وهي الأكثر إستخداماً في هذا المجال ومن حسناتها أنها واضحة ومتصلة وتسهل قراءتها ومتابعتها وتشكل هذه التقارير حلقة وصل بين الإدارة العليا والوسطى .

٢ – التمثيل بالرسم مثل المخططات الشبكية (Network Diagrams) ومخطط جانت (Gantt Chart) وقد سبق أن تحدثنا بالتفصيل عن كل منها.

٣ – المخططات السهمية ذات مقياس الرسم (Time-Scaled Network) ومن حسناتها أنها توضح العلاقة بين النشاطات المتواصلة وتبين المرونة، ولكنها تزداد تعقيداً بازدياد حجم المشروع كما أنها تحتاج إلى وقت طويل لإنجازها وتحديثها.

٤ – تعليمات شفهية ومن حسناتها أنها بسيطة وسهلة الفهم لكنها غير موثقة وتحتاج إلى تعديلات باستمرار ولا تستخدم في المشاريع التي بحاجة إلى توثيق الأعمال .

٥ – التصوير الفوتوغرافي والفيديو .

١١ - ٤ مستويات المراقبة

تتفاوت المشاريع في حجمها (Size) وطبيعتها (Structure) وظروف العمل (Work Conditions) والميزانية (Budget) وأهمية وحرج الوقت (Urgency) وأهمية التقيد بالمخططات، وبناءً على هذه المتغيرات وغيرها تختلف خطة المراقبة للمشروع، فكلما ازداد حجم المشروع مثلاً ازدادت أهمية المراقبة وازدادت الحاجة إلى مراقبة مجموعة متغيرات أكبر من المشروع الصغير. يمكن تصنيف خطط المراقبة للمشاريع بغرض تصميم خطة مراقبة لمشروع معين إلى ثلاثة مستويات وهي : صغيرة ومتوسطة وكبيرة.

المشاريع الصغيرة هي مشاريع ذات كلفة ومدة قليلتين وفي هذا النوع من المشاريع نحتاج إلى مخطط شبكي مفصّل ونظام مراقبة يتكون من مخطط يبين كمية العمل المنجز وحجم العمل المتبقي ومخطط آخر يبين الكلفة المعروفة فعلاً (Actual Cost) والميزانية المتوقعة (Expected Budget) ويمكن اعتبار المشروع الصغير مرحلة (Milestone) .

Ghaleb Abbasi@omjo.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

في المشاريع المتوسطة يكون عدد النشاطات حوالي ٣٠٠ نشاطاً [٣٦] والمراقبة بحاجة إلى نظام أكثر تقدماً من المشاريع الصغيرة، ويقسم هذا النوع من المشاريع إلى عدة مراحل (Milestones) حسب طبيعة المشروع وتعامل كل مرحلة كمشروع صغير، وفي هذا النوع من المشاريع نحتاج إلى مخطط إجمالي (Master Network) ومخططات جزئية (Subnetworks) وذلك للإيفاء بحاجة مختلف مستويات الإدارة. كما نقوم بتفصيل للحرف (Crafts) المختلفة في المشروع كأعمال النجارة والحدادة والدهان وبناء الحجر والبرمجة وغيرها .

أما المشاريع الكبيرة فتتميز بوقت طويل وميزانية ضخمة لإنجازها وتحتاج المشاريع الكبيرة إلى نظام متكامل للمراقبة ، ويمكن النظر إليها كعدة مشاريع صغيرة أو مراحل متداخلة، ومن هنا تأتي أهمية الربط بين الأجزاء المختلفة للمشروع لضمان تكاملها (Integration) ووحدة أهدافها لتحقيق أهداف المشروع ، وفي المشاريع الكبيرة نحتاج إلى مخططات إجمالية وجزئية وتفصيل للحرف المختلفة في المشروع وتقارير عن تقدم سير العمل في النشاطات المختلفة وتقارير عن العمالة والمواد والمعدات والكلفة .

١١ - ٥ نظام المراقبة لمشروع

إن تصميم نظام مراقبة متكامل لمشروع يعني تحقيقه لما يلي :

١ – الحرص على تقدم العمل ضمن الخطة والميزانية وحسب المواصفات عن طريق المتابعة وقياس العمل.

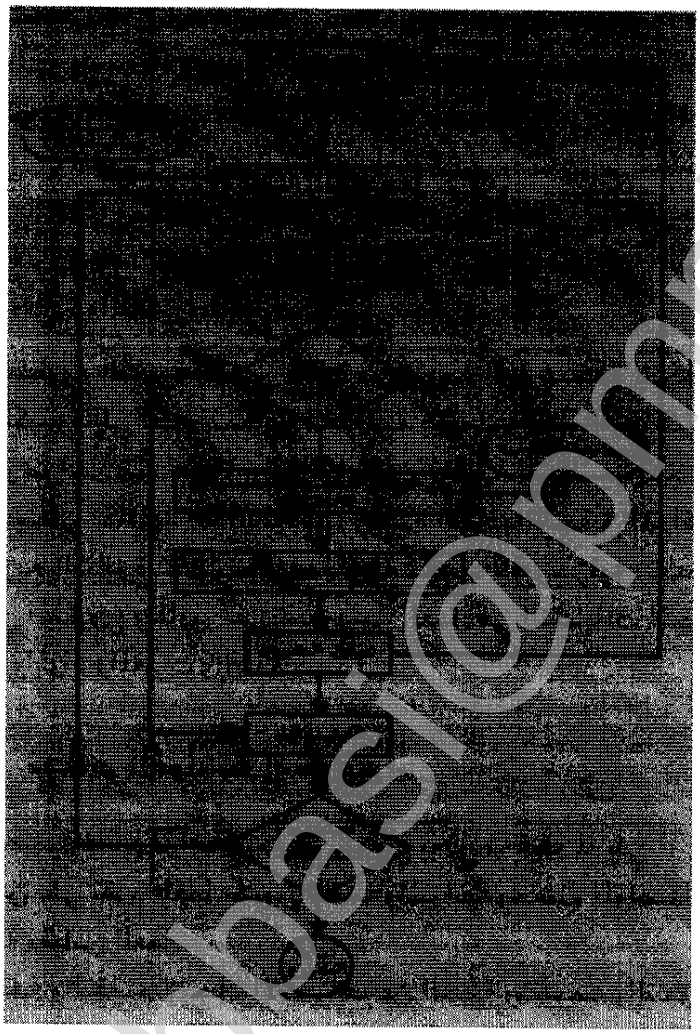
٢ – المراجعة والتقييم لإيجاد الانحراف عن الخطة وتقييمه والتنبؤ بتأثير هذا الإنحراف على المشروع من جميع النواحي .

٣ – إيجاد السبل الكفيلة بتقويم هذا الانحراف وإعادة المشروع إلى الطريق الصحيح وبأقل كلفة ووقت مع المحافظة على المواصفات.

٤ – توثيق المراحل المختلفة التي مر بها المشروع وحفظها للإستعانة بها في المستقبل في مشاريع مشابهة أو إذا دعت الحاجة للجوء إلى القضاء .

الشكل (١١ – ٢) يبين نظام المراقبة لمشروع ما بحيث يحقق الأهداف السابقة ، هذا الشكل يبين تفصيل لمرحلة المراقبة والتي سبق أن تحدثنا عنها في الفصل الأول في الشكل (١ – ٩).

Ghaleb Abbasi@gmail.com



الشكل (١١ – ٢) : نظام المراقبة للمشروع .

١١-٥-١ المتابعة وقياس العمل

المتابعة وقياس العمل تعنى بالحصول على معلومات عن وضع المشروع، وهذه المعلومات تدل على حال سير العمل لكل نشاط في المشروع ما تم منه وما تبقى وكيف وصل إلى هذه الحالة. يتم الحصول على هذه المعلومات عن طريق قياس العمل المنجز بواحدة أو أكثر من الطرق التالية حسب أهمية وحجم المشروع وطبيعة النشاط :

Ghaleb.Abbasi@mpjo.com

١ – باستخدام **مخطط جانت** : وهو من أكثر الطرق شيوعاً لسهولة استخدامه من قبل جهاز الإدارة وجهاز التنفيذ، ويمتاز بفعالية عالية في المشاريع التي تحتاج إلى فترات مراقبة قصيرة . في هذه الطريقة ترسل الإدارة إلى المشرف على المشروع مخطط جانت للنشاطات لفترة معينة، ويقوم المشرف بالتأشير على هذا المخطط لبيان ما تم إنجازه خلال الفترة الماضية ، باستخدام لون مختلف ومن ثم يعاد هذا المخطط إلى الإدارة لمراجعة وتقييم العمل. الشكل (١١ – ٣) يبين مخطط جانت .

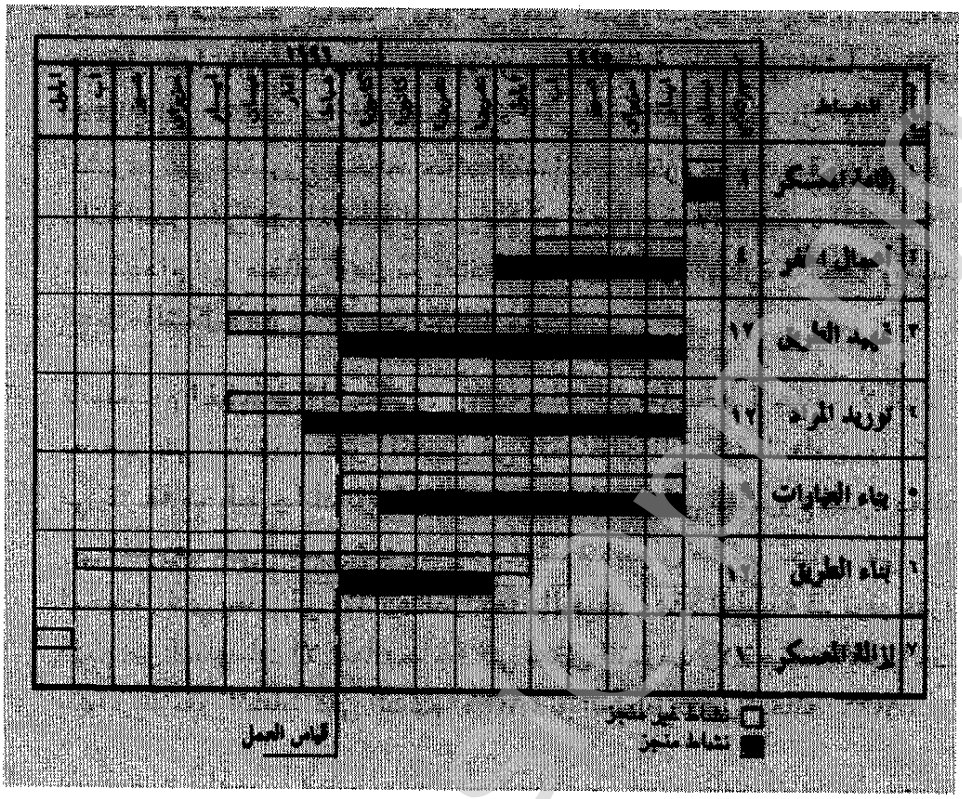
٢ – باستخدام **المخطط الشبكي** : وتشبه هذه الطريقة مخطط جانت إلا أنه قد يصعب على الشخص غير المتمرس في المخططات الشبكية التعامل بها. كما في طريقة مخطط جانت ترسل الإدارة المخطط الشبكي للمشروع لفترة معينة إلى المشرف على المشروع حيث يقوم المشرف ببيان ما تم إنجازه على هذا المخطط الذي يعاد إلى الإدارة للمراجعة والتقييم، وهذه الطريقة قد توفر قدراً أكبر من المعلومات إلا أنها بحاجة إلى بعض التدريب ولا تختلف الإجراءات سواء بطريقة النشاط على السهم (AOA) أو النشاط داخل الخانة (AON).

٣ – باستخدام **قائمة الأعمال** الواجب القيام بها والملاحظات الهامة لكل نشاط يقوم المشرف على المشروع بكتابة ملاحظاته على هذه القائمة المرسلة إليه من قبل الإدارة، ومن ثم إعادتها إلى الإدارة للمراجعة والتقييم ونستخدم هذه الطريقة كما في حالة مخطط جانت لفترات المراقبة القصيرة.

٤ – باستخدام **التصوير** سواء بصور عادية أو أفلام فيديو. بعض المشاريع قد تحتاج إلى هذه الطريقة خصوصاً للتوثيق ومن مساوئ هذه الطريقة عدم قدرتها على إظهار مدى الإنجاز لبعض النشاطات.

ليس هناك طريقة أفضل من أخرى بشكل مطلق، ولكن كل حالة قد تحتاج إلى طريقة أو أكثر، ففي المشاريع الهامة قد نلجأ إلى أكثر من طريقة لتكامل المعلومات عن المشروع.

Ghaleb.Abbas@gmail.com



شكل (١١ – ٣) : مخطط جانت الذي يعكس حالة المشروع .

جدول (١١ – ١) : التقرير عن سير العمل المستنبط من الشكل ١١ – ٣

الرقم	النشاط	حالة النشاط		
		البداية	النهاية	ملاحظات
١	إقامة المعسكر	بدء	انتهى	حسب المخطط
٢	أعمال الحفر	بدء	انتهى	متأخر شهر
٣	تمهيد الطريق	بدء	لم ينتهِ بعد	حسب المخطط
٤	توريد المواد	متقدم	متقدم	–
٥	بناء العبارات	بدء	لم ينتهِ بعد	قد يؤخر المشروع
٦	بناء الطريق	متأخر	لم ينتهِ بعد	قد يؤخر المشروع
٧	أزالة المعسكر	لم يبدأ بعد	–	–

Ghaleb.Abbas@yahoo.com

١١-٥-٣ المراجعة والتقييم

المعلومات التي حصلنا عليها في المرحلة السابقة – مرحلة المتابعة وقياس العمل – تستخدم مع بيانات المخطط الأصلي للمشروع بهدف التعرف على الصعوبات والمشاكل التي تواجه المشروع. فالهدف في هذه المرحلة هو دراسة بيانات المشروع الحالية ومقارنتها بالخطة الموضوعة أصلاً تمهيداً لتقييم التقدم وتحديد المشاكل إن وجدت، وفيما يلي أهم الأدوات المستخدمة لهذا الغرض :

١ – **مخطط جانت** : بناءً على المعلومات الجديدة الواردة من الموقع والخطة الأصلية للمشروع يقوم الفريق المختص بدراسة الوضع الحالي وتقييم الانحراف عن الخطة إن وجد . الشكل (١١ – ٣) يبين مخطط جانت لمشروع يظهر عليه وقت القياس كما ويبين النشاطات المنتهية والنشاطات المنتهي جزء منها والنشاطات التي لم تبدأ بعد .

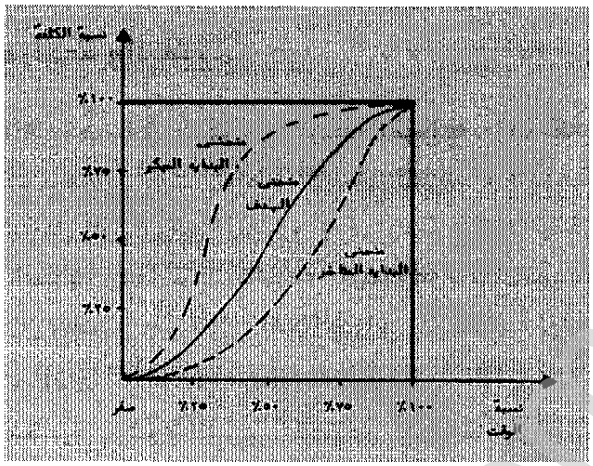
من الجدول (١١– ١) قد نستنتج أن المشروع سيتأخر من شهر إلى شهرين ما لم تتخذ الإجراءات الكفيلة بتسريع العمل ، ومن الجدير بالذكر أنه قبل الحكم بشكل قطعي من نسب الإنجاز ينقصنا معلومات عن محاسبة الكلف .

٢ – **المخطط الشبكي** : كما في مخطط جانت تضاف المعلومات إلى المخطط ويعاد دراسة المشروع حسب المعلومات الجديدة لمعرفة تأثير التأخير على المسار الحرج وعلى مختلف النشاطات في المشروع إن وجد، ويجب إعادة عملية جدولة المشروع وجدولة الموارد حسب الوقت المتبقي والجزء المتبقي من النشاطات.

٣ – **منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع** : تحدثنا في الفصل التاسع عن منحنى الوقت والكلفة التراكمي لمشروع كما هو مبين في الشكل (٩ – ١٣) وهذا المنحنى هو تمثيل بياني للكلفة التراكمية على مدى عمر المشروع ويستخدم للمراقبة في حالة المشاريع الكبيرة ذات الميزانية المحدودة.

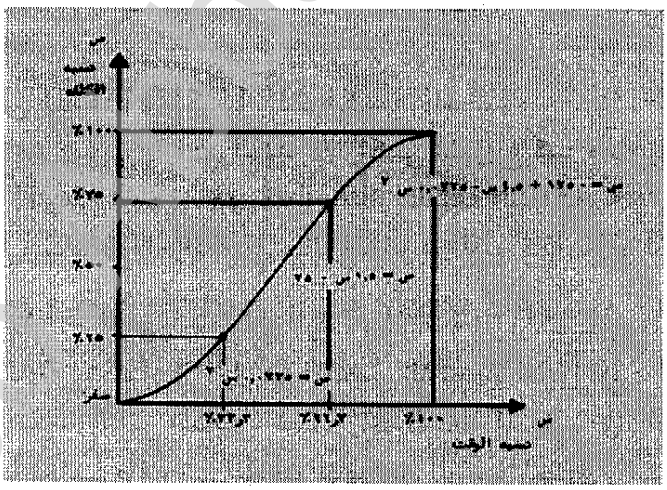
الشكل (١١ – ٤) يبين منحنى الوقت والكلفة التراكمي لمشروع وكما ذكرنا هناك ثلاثة منحنيات؛ الأول هو المنحنى الناتج من جدول وقت البداية المبكر والكلف المصاحبة، والثاني المنحنى الممثل لوقت البداية المتأخر، والكلف المصاحبة، والثالث هو ما يسمى بالمنحنى الهدف الناتج من الوقت المجدول والكلفة المصاحبة والمفروض أن يسير العمل في المشروع ضمنها .

Ghaleb.Abbas@mpic.com



شكل (١١ – ٤) : منحنى الوقت والكلفة التراكمي لمشروع .

اقترح ميلر (Miller) [٣٢] نقطتين للمراقبة ؛ الأولى عند ثلث الوقت وربع الكلفة، والثانية عند ثلثي الوقت وثلاثة أرباع الكلفة، وافترض ميلر وجود العلاقة التالية بين هاتين النقطتين ونقطتي البداية والنهاية ؛ الجزء الواصل بين النقطة الأولى ونقطة البداية عبارة عن منحنى متكافىء (Parabolic Curve) معادلته (ص = ٠,٠٢٢٥ س^{٢}). أما الجزء الواصل بين النقطة الأولى والثانية فهو منحنى خطي (Linear) معادلته (ص = ١,٥ س – ٢٥) والجزء الثالث منحنى معادلته (ص = – ١٢٥ + ٤,٥ س – ٠,٠٢٢٥ س^{٢}) ، ويصل حتى نقطة النهاية ، الشكل (١١ – ٥) يبين المنحنى التراكمي الذي افترضه ميلر.



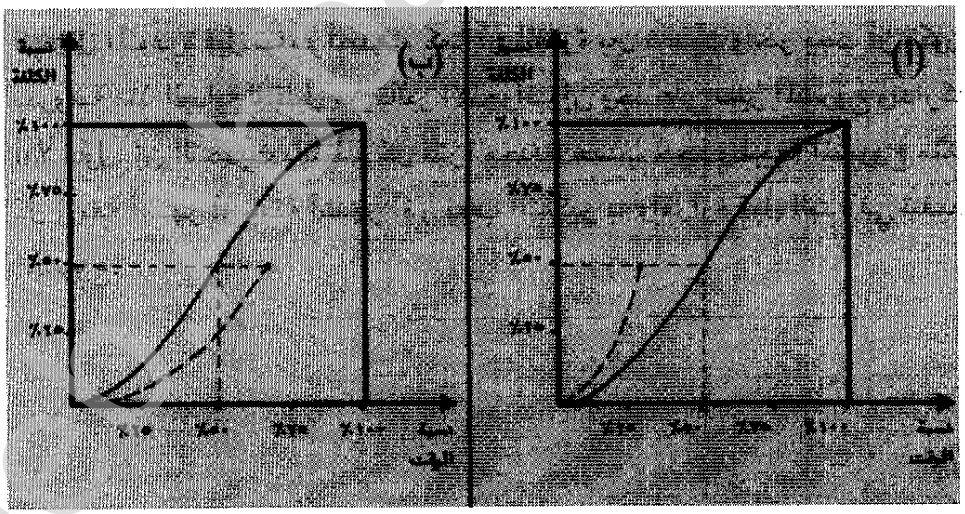
شكل (١١ – ٥) : منحنى الوقت والكلفة التراكمي – ميلر .

Ghaleb Hassan Obeidat

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الجدير بالذكر أن المتعهد يحاول دائماً أن يظهر أن العمل في المشروع يسير وفق منحنى وقت البداية المبكر ويحاول تحصيل الكلفة على أساس منحنى وقت البداية المبكر لكي يحصل على أكبر قدر من الكلفة في أول مراحل المشروع بينما يرغب صاحب العمل عكس ذلك ومن هنا نشأت الحاجة إلى وجود منحنى متوسط بين هذين المنحنيين وهو ما يسمى المنحنى الهدف.

بناءً على حجم المشروع يدخل يفضل استخدام أية أداة لوحدها للمراقبة وتقييم العمل ، ففي حالة استخدام منحنى الوقت والكلفة التراكمي كأداة وحيدة للمراقبة قد يعطي تنبؤات غير صحيحة في معزل عن معلومات المشروع الأخرى، فإذا نظرنا إلى الشكل (١١ – ٦أ) قد نظن أنه قد تم صرف ٥٠٪ من الكلفة الكلية في أقل من ٥٠٪ من الوقت الكلي، وبناءً على ذلك قد نتنبأ بنهاية مبكرة للمشروع كون المبلغ قد تم صرفه في وقت أقل، في مثل هذه الحالة يجب عدم التسرع بالحكم على المشروع ككل واللجوء إلى معلومات أخرى عن مدى إنجاز النشاطات لمعرفة إذا ما كان فعلاً سوف ينتهي المشروع نهاية مبكرة أم لا. أما في الشكل (١١ – ٦ ب) فقد نتنبأ بعكس الحالة السابقة كون الإنفاق كان ٥٠٪ من الكلفة الكلية أيضاً لكن في وقت أطول من ٥٠٪ من الوقت أي أن المشروع قد ينتهي نهاية متأخرة، وأيضاً في مثل هذه الحالة يجب دراسة مدى الإنجاز للنشاطات .



شكل (١١ – ٦) : المراقبة ومنحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع .

٣-٥-١١ التحديث

مرحلة المراقبة لا تكتمل إلا بالتحديث حسب المعطيات الجديدة، وفي حالة وجود إنحراف عن الخطة فالتحديث يعني تعديل الخطة بمعالجة الإنحراف في المشروع بغرض إنهائه بأقل كلفة ووقت ممكنين وضمن المواصفات. تحديث المشروع عملية مهمة جداً وقد تحتاج إلى خبرة طويلة ووقت وجهد كبيرين ذلك أن هذه المهمة يجب أن تقوم على التنبؤ بكافة البدائل الممكنة المبنية على المعلومات التي تم جمعها من المشروع في المرحلتين السابقتين مع بيانات المشروع أصلاً وقد تحتاج عملية التحديث إلى دراسة مبادلة الوقت والكلفة للمشروع وفي معظم الأحيان قد نحتاج إلى أن نضحي بأحدهما قبل إنهاء المشروع.

من الجدير بالذكر أن التحديث لا ينتج دائماً عن خطأ في سير المشروع، فقد ترغب الإدارة في تغيير أو تعديل بعض النشاطات في المشروع بناءً على معطيات جديدة بعد البدء في تنفيذ المشروع، أو قد يرغب صاحب العمل بإضافة أو إدخال تعديلات على المشروع، ومن الطبيعي أن تتحمل الإدارة كلفة التحديث في الحالة الأولى أما الكلفة في الحالة الثانية فهي من نصيب صاحب العمل.

كما أسلفنا، من الضروري النظر للتحديث من ناحية إقتصادية ودراسة كافة البدائل المتوفرة قبل تنفيذ أحدها، كما أن الفترة بين تحديث وآخر يجب أن تكون مدروسة منذ البداية للتقليل من تأثير الانحراف إن وجد على سير المشروع وتداركه أولاً بأول. إن التحديث بانتظام كل فترة محددة حسب حجم وطبيعة المشروع مثلاً كل أربعة أشهر أو ستة أشهر أمر يجب التفكير به وإقراره قبل البدء في تنفيذ المشروع.

Ghaleb.Abbas@bmrp.com

تمارين

١١ – ١ ناقش أهمية المراقبة في إدارة المشاريع.

١١ – ٢ ارسم مخططاً سهمياً بمقياس زمني للتمرين (٥ – ٤).

١١ – ٣ ما هي أهمية نقاط المراقبة التي اقترحها ميلر ؟

١١ – ٤ ما هي وسائل الإتصال في المشاريع ؟ ناقش أهميتها وطرق استخدامها.

١١ – ٥ هل يمكن استخدام منحنيات الكلفة التراكمية كأداة وحيدة للمراقبة والتقييم ؟ ناقش.

١١ – ٦ الجدول التالي يبين المعلومات المتعلقة بمشروع ما :

النشاط	يعتمد على	الزمن (بالأيام)	ميل الكلفة (دينار/يوم)
أ	–	١	١٠٠
ب	–	٥	١٥٠
ج	أ	٣	٢٠٠
د	أ، ب	٧	٥٠
هـ	أ، ب	٢	١٠٠
و	ج	٣	٣٠٠
ز	د	١	٢٥٠
ط	هـ، و	٣	٤٠٠
ي	ط	٢	٥٠

والمطلوب :

١ – تمثيل منحنيات الكلفة التراكمية (S Curve) المبكرة والمتأخرة والهدف.

٢ – المنحنى الناتج إذا بدأ كل نشاط في الوقت المبكر فيما عدا النشاطات (د) و (هـ) التي بدأت في الوقت المتأخر.

٣ – بعد مضي خمسة أيام من بداية المشروع كانت الكلفة التراكمية ٣٠٠٠ دينار، فما هي توقعاتك لكلفة المشروع بعد عشرة أيام ؟

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١١ – ٧ الجدول التالي يبين بيانات مشروع ما :

النشاط	يعتمد على	الزمن (أسبوع)
أ	–	١
ب	–	٢
ج	–	٣
د	أ	٣
هـ	ب ، ج	٢
و	هـ	٢
ط	د ، هـ	٤
ي	هـ	٦
ك	و ، ط	٣
ل	ي ، د	١
م	ك ، ل	٢

وبعد مضي سبعة أسابيع من العمل كان تقرير العمل كما يلي :

١ – النشاط (د) تأخر أسبوعين عن نهايته المبكرة.
٢ – النشاط (ج) تأخر أسبوعين عن بدايته المبكرة.
٣ – النشاطان (أ) و (ب) تم إنجازهما في الوقت المحدد.
٤ – النشاط (هـ) استغرق أسبوعاً واحداً فقط.
٥ – النشاط (ط) بحاجة إلى مورد معين في بداية الأسبوع الثالث ولا يمكن توفير هذا المورد قبل الأسبوع التاسع من المشروع.
٦ – تبين أن النشاط (م) يعتمد على النشاطين (ي) و (ط) بدلاً من (ك) و (ل).

المطلوب :

١ – إيجاد الأوقات الأربعة والمرونة وتحديد المسار الحرج بناءً على البيانات في بداية المشروع.
٢ – تمثيل مخطط جانت للمشروع.
٣ – تحديث المشروع وإيجاد الأوقات الأربعة والمرونة وتحديد المسار الحرج بناءً على بيانات تقرير العمل.

أهم المراجع :

الأرقام ٢٦ ، ٣٠ ، ٣٢ ، ٣٦ في قائمة المراجع .

Ghaleb Abbas@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الثاني عشر

مراقبة الموازنة

١٢ - ١ مقدمة

إستعرضنا طرق الجدولة في الفصول السابقة وهي ذات بعد زمني ومالي يمكن من خلالها القيام بعملية ضبط ومراقبة سير المشروع ومدى مطابقة ذلك للمخططات المعدة مسبقا ، وللقيام بعملية ضبط ومراقبة الكلفة لمشروعٍ مجدول لا بد من البحث في مجموعة أمور أساسية أهمها :

١ – المصاريف الفعلية حتى وقت معين .
٢ – مدى مطابقة الكلفة الفعلية مع الكلفة المجدولة حتى ذلك الوقت .
٣ – النشاطات التي تم إنجازها من المشروع .
٤ – الكلفة الفعلية المتوقعة بناءً على ما تم إنفاقه سواء في حالة زيادة الإنفاق عن الكلفة (Overrun) أو النقص عن الكلفة (Underrun) .
٥ – تطبيق البنود السابقة على مختلف مستويات المشروع ومراحله .
٦ – دراسة النشاطات التي أدت إلى زيادة الكلفة إذا حصلت ومحاولة معالجتها إن كان ذلك ممكناً .

إن كلفة المشروع تتضمن المصاريف والثمن اللازم لإنجاز أي نشاط أو مجموعة نشاطات وقد يتضمن ذلك أموالاً أو ممتلكات أو جهوداً أو أوقات بهدف تحقيق غاية قريبة أو بعيدة وننظر للكلفة الكلية للنشاط على أنها تمتد بشكل منتظم على مدى عمر النشاط المتوقع .

Ghaleb.Abbas@pmp.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

إن علم محاسبة الكلفة (Cost Accounting) من العلوم الهامة التي تساعد في مراقبة الكلفة أثناء فترة التنفيذ بحيث تتم متابعة المشروع مالياً وعلى فترات محددة سواءً لكل نشاط أو حزمة عمل أو حتى للمشروع ككل لمعرفة مدى انسجام المخطط المالي والواقع العملي .

تقوم الرقابة المالية على أساس مراكز المسؤولية التي تتلاءم مع التنظيم الإداري للمشروع حيث يتم تجميع وحساب الكلفة لكل مركز لتسهيل أهداف الرقابة واستمرار تلاؤم المخطط مع الواقع ولتحديد المسؤولية في حالة اختلاف الكلفة خلال فترة التنفيذ ، هناك بعض الملاحظات التي يمكن الإهتداء بها وهي كما يلي:

١ – إذا كان المنفذ مسؤولاً عن طلب توريد المواد وتقديم الخدمات فهو المسؤول عن كلفها .
٢ – إذا كان المنفذ لا يستطيع التأثير مباشرة على مقدار كلفة نشاط ما فهو مسؤول عن كلفة ذلك البند كونه يملك تأثيراً غير مباشر .
٣ – إذا كان المنفذ لا يملك التأثير على المسؤولين عن الكلفة فمع ذلك فهو المسؤول عن أي اختلاف فيها .

لإنجاح عملية ضبط الكلفة لا بد لنا من معرفة أساليب إعداد الموازنة للمشاريع ومن ثم طريقة تطبيقها في كل مرحلة من مراحل المشروع المختلفة حيث أن الهدف من استعمال المخططات الشبكية في عملية ضبط الكلفة هو الحصول على معلومات مفصلة وتسهيل مراقبتها وقد بدأ الإهتمام بطرق متابعة الكلفة في المخططات الشبكية في عام ١٩٥٩ من قبل المؤسسات الأمريكية وخاصة وزارة الدفاع ودائرة الأبحاث الفضائية (NASA) حيث أصدرت نظاماً موحداً لطرق حسابات شبكات الكلفة وفي سنة ١٩٦٣ أصبحت طريقة تقييم ومراجعة برنامج الكلفة (PERT/Cost) والتي اعتمدت على هيكل تقسيم العمل (WBS) إلزامية في مشاريع الجيش الأمريكي ، بمشاركة العديد من المؤسسات ظهرت طرق جديدة منها طريقة (الكلفة / أسس نظام مراقبة الجدول) (Cost / Schedule Control System Criteria) والتي سنناقشها في الفصل القادم .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

١٢ - ٢ إعداد موازنة المشروع

يعتبر إعداد الموازنة لمشروعٍ ما هي الخطوة الأولى والأساسية لعملية مراقبة الكلفة حيث تظهر أهميتها لما يترتب عليها من سهولة ويسر في تزويد المشروع بالأموال وتوفير الإمكانات اللازمة مستقبلاً للمساعدة على سهولة الإتصال بين مختلف المستويات الإدارية من الناحية المالية وعلى استمرار سير العمل في المشروع دون أي تأخير أو إرباك . يتم وضع السياسة العامة للموازنة من قبل الإدارة العليا حيث تتولى مهمة إعداد مشروع الموازنة لجنة يرأسها في معظم الأحيان المدير العام أو من يمثله وتتولى اللجنة مهمة الإتصال بالمدراء الفرعيين وأصحاب الإختصاصات المختلفة لجمع المعلومات الضرورية المتوفرة لإعداد مشروع الموازنة.

تستخدم عدة طرق لإعداد موازنة المشروع أهمها المنهج التاريخي ومنهج البدء من الصفر والمنهج المتوافق أو الوسط وسنتناول هذه المناهج فيما يلي :

١٢-٢-١ منهج تاريخي

يعتمد المنهج التاريخي (Historical Approach) على الإستفادة من المعلومات المتوفرة عن المشاريع السابقة لوضع تقديرات موازنة المشاريع المستقبلية، وعلى فرض أن الموازنة تتعلق بإنشاء مشروع أو بإنتاج مصنع أو شركة ما فقد تستفيد هذه المؤسسة من تجاربها السابقة في مواضيع مشابهة . من أمثلة ذلك أن تكون هذه المؤسسة قد أنفقت مبلغ معين كأجور معدات وآليات وما إلى ذلك فتتوقع أن تنفق مبلغ يقارب هذا المبلغ خلال الفترة القادمة مع الأخذ بعين الإعتبار الأحوال الإقتصادية والموارد المتاحة والظروف الأخرى المصاحبة كارتفاع الأسعار أو زيادة الطلب مما قد يتسبب في الحاجة إلى زيادة الإنتاج .

يمتاز هذا الأسلوب بسهولة إستخدامه مع إعطائه نتائج مقبولة إذا ما تم دراسة الظروف بشكل جيد ، إلا أنه قد يعطي معلومات غير دقيقة كما في الحالات التالية :

Ghaleb.Abbasi@pmpip.com

- الموازنة السابقة غير دقيقة كونها بينت الأموال التي أنفقت لإنجاز الأعمال ولم تبين المبالغ التي كان يجب إنفاقها فعلاً وخصوصاً إذا ما اشتمل الإنفاق على سوء ومبالغة في المصروفات .
- عدم إعطاء النشاطات حقها من ناحية النوعية والجهد وبالتالي ظهرت المصروفات بمعدل أقل مما يجب .
- نفذت النشاطات بمستوى أعلى أو أقل من المطلوب بسبب الظروف السابقة.

في مثل هذه الحالات لا بد من دراسة الوضع المتوقع بناءً على الظروف الماضية والحالية والمستقبلية ومقارنتها بأكبر قدر ممكن من معلومات وخبرات المؤسسة.

١٢-٢-٢ منهج البدء من الصفر

يقوم منهج البدء من الصفر (Zero-Base Budget Approach) على أساس إعداد الموازنة وفقاً لما يجب عمله وتوفيره بهدف إنهاء نشاطات المشروع المختلفة ولذلك فهو يعتمد على الكلفة والإحتياجات المطلوبة الضرورية لتحقيق أهداف المشروع ، وحتى يتحقق التقدير الصحيح لكلفة أي نشاط لا بد للمكلف بإعداد الموازنة من مراعاة مجموعة من الأمور أهمها :

١ – المستوى المطلوب لإنجاز النشاط .
٢ – النشاطات الفرعية الضرورية بما في ذلك المعدات والخبرات وغيرها.
٣ – الكلفة المتوقعة بناءً على ما سبق .
٤ – مقدار الربح المتوقع من كل نشاط ضمن الموازنة .

هذا المنهج بحاجة إلى خبرة ومقدرة من القائمين على العمل لدراسة الأوضاع القائمة والمتوقعة عند البدء بتنفيذ المشروع كما ويعتمد على مدى دقة المعلومات المتوفرة حول السبل الكفيلة لإنجاز كل جزء من المشروع بالمستوى المقرر ولذلك يحتاج العاملون في هذا المنهج إلى درجة من التدريب والكفاءة والخبرة وخاصة في مجال تبادل ونقل المعلومات .

Ghaleb Abbas@mpjo.com

١٢-٢-٣ المنهج المتوافق أو الوسط

هذا المنهج (Compromise Approach) يعتمد على دمج المنهجين السابقين بغرض الإستفادة من مزاياهما ، حيث تستعمل طريقة المنهج التاريخي لوضع الموازنة لمدة سنة ويتم إستعمال منهج البدء من الصفر في وضع الموازنة لمدة خمس سنوات والتي تحتاج إلى الإعتماد على التنبؤ في التخطيط مما قد يساعد في تخفيف الأعباء عن المسؤولين بالإضافة إلى تحقيق وضع متوازن أقرب إلى الواقع لتحقيق الغايات والأهداف المتوقعة للمؤسسة بحيث يتم ربط الكلف بالعائد المتوقع سواءً للنشاط أو للمشروع بأكمله .

١٢ - ٣ أنواع الموازنات

هناك عدة طرق لعمل موازنة المشروع لأغراض المراقبة أهمها الموازنة الثابتة والموازنة المرنة وسنناقش هذه الطرق وكيفية ربطها مع النشاطات المختلفة :

١٢-٣-١ الموازنة الثابتة

هي التي يتم إعدادها لمستوى واحد من مستويات النشاط أو التشغيل وهو المستوى المتوقع للفترة القادمة . تستعمل هذه الموازنة لأغراض الرقابة عن طريق إعداد تقارير حول الأداء إلا أنها ذات فائدة محدودة في مجال الرقابة كونها لا تميز بين أسباب الإنحرافات بين الفترات المختلفة وقد تعطي نتائج مضللة خاصة إذا كان المستوى الذي تم تقدير الموازنة عليه لا يتلاءم والواقع التنفيذي للنشاط أو مجموعة النشاطات ، فمثلا إذا حددت كلفة الإنتاج خلال السنة القادمة بـ ١٠٠٠٠٠ ديناراً للكلفة المتغيرة والثابتة، وعند تنفيذ العمل تبين أن كلفة الإنتاج بلغت ٩٠٠٠٠ ديناراً فعند المقارنة المطلقة قد نستنتج أن هناك تحسن في الأداء والكفاءة الفنية للعاملين بسبب نقصان الكلفة بينما في الواقع قد تكون الأسباب الحقيقية بعيدة كل البعد عن ذلك مثل تدني الإنتاج أو استعمال مواد أقل كفاءة وما إلى ذلك. لذلك فلا بد قبل استخدام هذه الطريقة من عمل دراسة وافية دون الإعتماد على الأرقام المطلقة كون الكلفة الثابتة لا تتأثر بمستوى النشاط بينما الكلفة المتغيرة مرتبطة بمستوى النشاط، ولمعرفة نصيب الوحدة الإنتاجية من الكلفة المتغيرة يمكن تحليل الكلفة التقديرية وبالتالي تحديد مدى صحة الحكم .

Ghaleb.Abbasi@mmpro.com

مثال ١٢ - ١

تقوم الشركة الحديثة للحديد والصلب بتنفيذ مشروع لتصنيع منتج ما على مرحلتين ويتم قياس النشاط بساعات العمل المباشرة ، فإذا كانت الوحدات المراد إنتاجها ١٠٠٠ وحدة وقدرت المصاريف للمرحلة الأولى والثانية على النحو التالي :

جدول (١٢ - ١) : الكلف المقدرة .

البيان	مرحلة ١	مرحلة ٢
الكمية المتوقعة (وحدة)	١٠٠٠	١٠٠٠
ساعات العمل المباشرة المتوقعة	١٤٠٠	٢٦٠٠
أجور مباشرة (دينار)	٧٠٠	١١٠٠
أجور غير مباشرة (دينار)	٥٥٠	١٢٠٠
مصاريف متغيرة (دينار)	٢٠٠	٣٠٠
المجموع (دينار)	١٤٥٠	٢٦٠٠

وبعد أن تم الإنتاج ظهرت البيانات الفعلية وهي كما يلي :

جدول (١٢ - ٢) : الكلف الفعلية .

البيان	مرحلة ١	مرحلة ٢
الكمية المنتجة (وحدة)	١١٠٠	٩٥٠
ساعات العمل الفعلية	١٥٠٠	٢٣٥٠
أجور مباشرة (دينار)	٨٠٠	١٠٠٠
أجور غير مباشرة (دينار)	٦٠٠	١١٠٠
مصاريف متغيرة (دينار)	٢٠٠	٢٠٠
المجموع (دينار)	١٦٠٠	٢٣٠٠

والمطلوب معرفة مدى كفاءة الأداء في الإنتاج ؟

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

الحـــل

في ظل الموازنات الثابتة يكون التحليل كما يلي :

جدول (١٢ – ٣) : تحليل الكلف .

البيـان	مرحلة ١			مرحلة ٢		
	فعلية	موازنة	الإنحراف	فعلية	موازنة	الإنحراف
مستوى النشاط (ساعة)	١٥٠٠	١٤٠٠	١٠٠	٢٣٥٠	٢٦٠٠	٢٥٠
أجور مباشرة (دينار)	٨٠٠	٧٠٠	١٠٠	١٠٠٠	١١٠٠	١٠٠
أجور غير مباشرة (دينار)	٦٠٠	٥٥٠	٥٠	١١٠٠	١٢٠٠	١٠٠
مصاريف (دينار)	٢٠٠	٢٠٠	–	٢٠٠	٣٠٠	١٠٠
المجموع (دينار)	١٦٠٠	١٤٥٠	١٥٠	٢٣٠٠	٢٦٠٠	٣٠٠

بالنظر إلى المرحلة الأولى نجد أن مستوى النشاط الفعلي يزيد عن التقديري بـ ١٠٠ ساعة كما أن الإنتاج زاد بمقدار ١٠٠ وحدة إلا أن المصاريف زادت بمقدار ١٥٠ ديناراً فهل كان الأداء جيداً إذا أنتج ١١٠٠ وحدة بدلاً من ١٠٠٠ وحدة ؟

الواقع أن الإجابة على هذا التساؤل تصبح صعبة باستعمال الموازنة الثابتة حيث أن الموازنة وضعت كقيمة ثابتة لـ ١٠٠٠ وحدة وليس ١١٠٠ وحدة وبالتالي استخدام المعايير التي تخص ١٤٠٠ ساعة (١٠٠٠ وحدة) للحكم على كفاءة ١٥٠٠ ساعة يعتبر استعمالاً لأداة رقابية فعالة بطريقة غير دقيقة إلا أنه يمكن استعمال متوسط الكلفة / وحدة كما يلي :

جدول (١٢ – ٤) : مستوى النشاط .

	عدد الوحدات	مستوى النشاط (ساعة)	المجموع (دينار)
موازنة	١٠٠٠	١٤٠٠	١٤٥٠
فعلية	١١٠٠	١٥٠٠	١٦٠٠

التحليل السابق ينطبق على المرحلة الثانية حيث لا يمكن الحكم من خلال البيانات المتوفرة وبالتالي فنحن بحاجة إلى طرق أخرى أكثر دقة للحكم على الأداء وتقييم التطبيق الفعلي للنشاطات ومن هذه الطرق الموازنة المرنة .

GhalebAbbas@gmail.com

١٢-٣-٢ الموازنة المرنة

تعتمد هذه الموازنة على تقدير مستويات متعددة لتنفيذ النشاط حتى يتم تحديد الكلفة التقديرية لمستوى التشغيل الفعلي حيث يتم تحديد عدة مستويات لتشغيل النشاط ويتم إعداد الموازنة لهذه التقديرات وفقاً لمدى التقلبات المتوقع حدوثها خلال الفترة القادمة وتأخذ شكل علاقة إقترانية بين عناصر الكلفة المتغيرة وحجم النشاط وتسمى معادلة الموازنة المرنة ، وغالباً ما يتم إعتماد ثلاثة مستويات تقديرية إقتصادية وهي الرواج والكساد والإستقرار أو بمعنى آخر حالات متشائمة ومتوسطة ومتفائلة بحيث يتم إعداد ثلاث مجموعات من قوائم الكلفة تحتوي على التقديرات المختلفة للموازنة لكل نشاط . إن إعداد ثلاث مستويات تقديرية للكلفة مشابهة لمبدأ جدولة المشروع بطريقة تقييم ومراجعة البرنامج .

تفضل هذه الطريقة على طريقة الموازنة الثابتة في عملية الرقابة حيث أنها تمكن من تحديد أسباب الإختلاف في الكلفة التي قد تنشأ بين الموازنة المتوقعة والكلفة الفعلية دون الحاجة إلى تعديل الموازنة ، ولا بد من الإشارة هنا إلى إمكانية حدوث ظروف قاهرة وخارجة عن الأوضاع الطبيعية بشكليها المتشائم والمتفائل وفي هذه الحالة تؤخذ هذه العوامل والظروف بالحسبان عند القيام بعملية الرقابة والحكم على مستوى الأداء .

مثال ١٢ – ٢

باستعمال المثال السابق (١٢ – ١) للشركة الحديثة للحديد والصلب والتي تحتاج إلى مرحلتين لإنجاز المشروع سنأخذ المرحلة الأولى من الإنتاج لتوضيح استعمال طريقة الرقابة باستخدام الموازنة المرنة .

يمكن تحديد ثلاثة مستويات للنشاطات متشائم و متوسط ومتفائل كما هو مبين في الجدول (١٢ – ٥) .

Ghaleb.Abbas@pmpio.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

جدول (١٢-٥) : الموازنة المرنة للمرحلة الأولى .

البيـــان (دينار)	مستويات النشاط المحتملة		
	١٤٠٠ ساعة (متشائم)	١٥٠٠ ساعة (متوسط)	١٦٠٠ ساعة (متفائل)
أجور مباشرة	٧٠٠	٧٥٠	٧٧٥
أجور غير مباشرة	٥٥٠	٦١٠	٦٢٠
مصاريف متغيرة	٢٠٠	٢٣٠	٢٥٥
المجموع	١٤٥٠	١٥٩٠	١٦٥٠

بناءً على البيانات الفعلية التي سبق إيرادها في المثال السابق (١٢ - ١) يمكن إعداد تقرير الموازنة للمرحلة الأولى كما يلي :

جدول (١٢ - ٦) : تقرير الموازنة المرنة .

مستوى النشاط المتوسط	=	١٥٠٠ ساعة .
مستوى النشاط المسموح به	=	١٦٠٠ ساعة عمل .
مستوى النشاط الفعلي	=	١٥٠٠ ساعة .
حجم الإنتاج الفعلي	=	١١٠٠ وحدة .

البيـــان (دينار)	كلفـــة فعلية لـ ١٥٠٠ ساعة	إنحراف الإنفاق عن متوسط ١٥٠٠ ساعة	الكلفة المتوسطة لمستوى النشاط (الموازنة)
أجور غير مباشرة	٨٠٠	+ ٥٠	٧٥٠
أجور مباشرة	٦٠٠	- ١٠	٦١٠
مصاريف اخرى	٢٠٠	- ٣٠	٢٣٠
المجموع	١٦٠٠	+ ١٠	١٥٩٠

نلاحظ أن الموازنة المرنة تتيح المجال للمقارنة بين المستوى الملائم للنشاط ومستوى الإنفاق الفعلي في المستقبل ويمكن عمل علاقة لكل فترة من الفترات بين المستوى المتوقع للنشاط والكلفة الفعلية بحيث يتم استعمالها كمرجع، ففي المثال

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

السابق فإن مستوى ١٥٠٠ ساعة هو المستوى المهم في المقارنة لأنه يمثل المدة التي احتاجها النشاط في المرحلة الأولى ونلاحظ أن الإنحراف قد ينشأ لعدة عوامل كتقلبات الأسعار في المصاريف المتغيرة أو عدم دقة التخطيط وغيرها ولا بد قبل الحكم على مدى نجاح تقدير الإدارة في مثل هذه الحالة من دراسة مجموع هذه الأسباب بما يكفل فرض رقابة فعالة . أما المقارنة ببقية التقديرات (١٤٠٠ و ١٦٠٠ ساعة) فليس لها دلالة كبيرة سوى أنها توضح أن تقدير مستوى النشاط كان غير موفق لعدم مطابقته للواقع وللكلفة الفعلية .

تمارين

١٢ – ١ ما هي الأسس التي تقوم عليها عملية مراقبة الكلفة ؟

١٢ – ٢ ما الفرق بين الموازنة المرنة والموازنة الثابتة ؟

١٢ – ٣ ناقش أهمية مراقبة الموازنة لمشروع ؟ ما هي أهم الكلف الواجب متابعتها ؟

١٢ – ٤ كيف يمكن استخدام هيكل تقسيم العمل في مراقبة موازنة المشروع ؟ اشرح .

١٢ – ٥ ما هي أهم الطرق المستخدمة في إعداد موازنة مشروع ؟ اذكر طرق أخرى غير التي ذكرناها مع إيراد أمثلة ؟

أهم المراجع :

الأرقام ٣ ، ٣٠، ٣٣ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbas@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الثالث عشر
المراقبة وإدارة المشاريع

١٣ - ١ مقدمـــة

تواجه عملية توظيف المخططات الشبكية في المراقبة المالية مجموعة من الصعوبات حيث تعتبر هذه الأنظمة تحت التطوير المستمر ويمكن إجمال المشاكل الرئيسية التي تواجه نظام المراقبة[٣٣] بصعوبات مرتبطة بالناحية التنظيمية وأخرى مرتبطة بالفعالية اللازمة للنظام ككل .

فالمشكلة التنظيمية تكمن في التعارض بين مبادئ محاسبة الكلفة وخطواتها المتبعة في المؤسسة وتلك المبادئ المتبعة في إدارة المشاريع والمرتبطة بالكلفة. فللقيام بعمل موازنة لمشروع مكون من مجموعة نشاطات لا بد من إدخال الكلفة على كل نشاط وذلك بحساب المدخلات والنواتج والمصاريف الفعلية للنشاط وبالتالي تطبيق قواعد وخطوات محاسبة الكلفة لكل نشاط أو مجموعة نشاطات، بنفس الوقت فإن النواتج لنظام المراقبة للمشروع يجب أن تكون موجهة لإعطاء ملخص مرتبط بالفترات الزمنية وبالمراكز الإدارية والتقسيمات الفنية للمشروع.

أما مدى فعالية استخدام أنظمة المحاسبة في الرقابة باستخدام المخططات الشبكية فتبرز بسبب كثرة التفاصيل التي توفرها المخططات الشبكية للإدارة، وبالتالي تكون مهمة المسؤول عن تصميم النظام تحديد مدى التفصيل اللازم

Ghaleb.Abbasi@pmpio.com

وتكامل بيانات المشروع مع باقي البيانات المتوفرة للمؤسسة بحيث يتم الحصول في النهاية على أكبر دخل أو ربح من الإستثمار . ومن الطبيعي أن يحتاج المخطط إلى المعلومات والكميات اللازمة لحسابات الكلفة إلا أنها إذا لم تكن منظمة بشكل مبسط ومختصر بالدرجة الضرورية فإنها قد تعطي مردوداً عكسياً، ومن الجدير ذكره هنا أن استعمال طريقة المخططات التصدرية والتي تختصر عدد النشاطات يمكن أن تكون أكثر فاعلية في الرقابة على الكلفة وتطبيق أنظمة المحاسبة.

المشكلة الكبرى في عملية الرقابة على الكلفة بواسطة المخططات الشبكية هي الحاجة إلى تفصيل المعلومات والنشاطات ووضع النظام المحاسبي المناسب ليتماشى مع أنظمة محاسبة الكلفة المعروفة والمتداولة في المؤسسة. فأنظمة محاسبة الكلفة مصممة لتخطيط الموازنة ومقارنتها بالكلفة الفعلية إما بواسطة الوحدات التنظيمية (حزم العمل) أو المشروع ككل وتسمح تلك الأنظمة بعمل تقرير بأقل ما يمكن من التفصيل لاستعمال الإدارة.

قبل استخدام المخططات الشبكية كأداة للمراقبة المالية يجب الإجابة على عدة استفسارات بخصوص نشاطات المشروع ونذكر بعضها فيما يلي :

١ – ما هو السعر الذي يوضع للوقت ؟ كانتظار الموافقة على المخططات مثلاً ؟

٢ – آلة في أحد المشاريع الإنشائية تستعمل في عملية البناء لنشاطات مختلفة، فما هي طريقة توزيع استهلاكها على مدى عمر المشروع ؟

٣ – الكلفة المتعلقة بالإدارة للمشروع هل هي نشاطات أو كلفة غير مباشرة ؟

٤– هل تضاف الكلفة غير المباشرة للشبكة أم لا ؟ وهل تحسب لكل نشاط بنفس الطريقة ؟

مثل هذه الاستفسارات تظهر لأن استعمال المخططات الشبكية للرقابة على الكلفة يختلف عن استعمال العناصر التي تحدد كلفة المشروع بالرغم من تداخل الكلفة للنشاطات والكلفة المتعددة المباشرة وغير المباشرة، وكما ذكرنا فإن بعض النشاطات لا تحتاج لكلفة مباشرة مع أنها بحاجة لوقت لإنجازها، وقد تم وضع عدة حلول لمثل هذه النشاطات من خلال أنظمة محاسبة الكلفة والتي سنتعرض لها فيما بعد.

Ghaleb Abbas@gmail.com

١٣ - ٢ طريقة المسار الحرج في الرقابة على الكلفة

لنجاح أسلوب محاسبة الكلفة في طريقة المسار الحرج لا بد من التعرف أولاً على الأساليب المتبعة لحساب كلفة النشاطات وكيفية ربطها بالمشروع ككل سواءً الكلفة المباشرة أو غير المباشرة.

تعتبر عملية استخدام النشاطات كوحدة كلفة هي الأساس في مراقبة كلفة المشروع، ولتحقيق التفاهم ما بين الإدارة والمحاسبة لا بد لمحاسب الكلفة من الدراية بطريقة استعمال المخططات الشبكية، وكذلك لا بد للإدارة من معرفة مبادئ محاسبة الكلفة حتى تتم الاستفادة المثلى من طريقة المسار الحرج. تعتمد فلسفة المراقبة باستخدام طريقة المسار الحرج على تقسيم كل نشاط ليتناسب مع فترات الكلفة (Costing Periods) وبعد ذلك يمكن المقارنة مع الكلفة الفعلية بعد إكمال التقسيمات الثانوية للنشاطات، ويمتاز هذا الأسلوب بالدقة العالية وتوفير إجابات سريعة سواءً للمنفذين أو المصممين.

هناك عدة طرق لتحقيق المراقبة المطلوبة في حالة الأعمال الصناعية أو المشاريع الإنشائية حيث تتم المقارنة بين الكلفة الفعلية (Actual) والكلفة المقدرة (Estimated) ويتم استنتاج الفرق عن طريق تحليل العمل ودراسته.

لتسهيل حسابات الكلفة عادة ما تؤخذ مدة التحليل بين أسبوع وأسبوعين مع إمكانية الأخذ بمدة أطول للنشاطات التي تفرض طبيعتها ذلك، مثل نشاطات التوصية وتوريد المواد للمشروع. وخلال عملية الجدولة يتم تحديد عدد العمال ومهاراتهم والآليات والمواد اللازمة لكل نشاط، وبالتالي تحديد الكلفة المباشرة (بدون ربح) المتعلقة بالأثمان والأجور والكلف غير المباشرة والمتغيرة (بدون ربح) وبإضافة الربح يمكن الحصول على كلفة المشروع المتوقعة من أيجاد :

١ – كلفة العمال .
٢ – كلفة المنشآت والآلات .
٣ – كلفة المواد والخدمات .
٤ – الكلفة غير المباشرة .

فيما يلي نستعرض هذه العناصر .

Ghaleb Abbasi@mjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١٣-٢-١ كلفة العمال

للقيام بعملية الرقابة يقوم مشرف المشروع (المباشر أو غيره) بالاحتفاظ بسجل لساعات العمل لكل نشاط كالمعتاد ثم يتم تجميع ذلك لمدة زمنية كأسبوع مثلاً ويسجل المجموع الكلي على نماذج محاسبية خاصة لكل نشاط بحيث يتم حساب كلفة العمالة الأسبوعية لكل نشاط بناءً على عدد الساعات، بعد ذلك تضاف هذه الكلفة لباقي الكلف من المصادر الأخرى للمقارنة مع الموازنة ولحساب الانحرافات إن وجدت .

ركزت طريقة المسار الحرج على الوقت كوحدة أساسية لحسابات الكلفة وإضافة معدل العمل (Work Rate) وحجم فريق العمل (Size) لكل مهارة (Skill) في المشروع وبذلك يمكن إيجاد كلفة كل مهارة في المشروع ، وهذا ليس الهدف هنا، وإنما الهدف هو القدرة على تحليل ساعات العمل بالأضافة لملاحظة قيمة الفرق والكلفة الكلية بهدف رصد أي اختلاف إن وجد في معدل كلفة العمالة الكلية للمشروع ومقارنة الكلفة المتوقعة والفعلية. لأغراض المراقبة عادة ما يتم تحويل ساعات العمل إلى ما يعادلها من كلفة مالية باستعمال معدل كلفة العمالة (Labor Cost Rate) للمشروع التي نفذت خلاله حيث يمكن الحصول على كشف مصروفات يظهر مجموعة من الأمور التي تستعمل للتقييم والتنبؤ لمدة النشاط المتبقية سواء من حيث الربح أو الخسارة وهي كما يلي :

١ – وقت النشاط المتوقع .
٢ – الوقت المنصرم حتى هذه اللحظة.
٣ – الوقت المتبقي للنشاط.
٤ – الوقت اللازم لإنهاء النشاط للإستمرار على المعدل الحالي.
٥ – الربح أو الخسارة بناءً على وقت النشاط المتوقع.
٦ – الربح أو الخسارة الفعلية على وقت النشاط عند إنهائه ونسبة تأثير ذلك على العمالة الكلية للمشروع.

$$\text{ساعات العمل اللازمة لإنجاز العمل} = \frac{\text{(ساعات العمل التراكمية) (نسبة غير المنجز)}}{\text{(نسبة الإنجاز)}} .$$

ساعات العمل المتبقية = ساعات العمل الكلية المخططة – ساعات العمل التراكمية .

Ghaleb.Abbas@mpo.com

أما الخسارة أو الربح سواءً متوقعة كانت أو فعلية فهي عبارة عن الفرق بين ساعات العمل اللازمة وساعات العمل المتبقية للنشاط فإذا كانت ساعات العمل اللازمة أكبر من ساعات العمل المتوقعة كان هناك خسارة متوقعة أو فعلية بناءً على مدى نسبة إنجاز النشاط المبينة والعكس صحيح .

الجدول (١٣ – ١) يمثل نموذجاً مقترحاً لكشف المصروفات الفعلية والمتوقعة خلال عملية المراقبة باستخدام ساعات العمل لكل فترة زمنية، والذي يتيح المجال لإعادة التنبؤ خلال التنفيذ للمدة المتبقية من النشاطات بناء على المبالغ المصروفة حتى تاريخ معين

بتطبيق المعادلات السابقة على البيانات في الجدول (١٣ – ١) يمكن معرفة إذا ما كان هناك خسارة أو ربح سواءً متوقعة أو فعلية؛ فمثلاً من الجدول (١٣ – ١) نلاحظ أن هناك خسارة متوقعة لكل من النشاطين أعمال الهيكل وأعمدة الطابق الأول بينما هناك ربح متوقع لنشاط الحفريات، أما النشاطين المنجزين وهما جدران استنادية وطمم فقد كان هناك ربح فعلي لنشاط الجدران الاستنادية وخسارة فعلية لنشاط الطمم، ومن الممكن الحصول على صافي الربح والخسارة المتوقعة والفعلية بجمع البيانات الخاصة بكل عامود، ومن ثم معرفة نسبة صافي الربح \ الخسارة للنشاطات التي لا تزال تحت الإنجاز أو المنجزة.

ويعتبر الجزء المتعلق بالتنبؤ بكلفة العمالة الأصعب بالنسبة للمخططين، لذلك فهم يستعينون بكثرة بمحاسب الكلفة، وتعتبر الكلفة الحقيقية هي عدد ساعات العمل اللازمة لإنجاز نشاط ما، وتساعد طريقة المسار الحرج على تسجيل كلفة العمل بدقة لكل نشاط، وذلك لاحتواء نظام المخطط الشبكي على تفاصيل كافية للنشاطات.

١٣-٢-٢ كلفة المنشآت والآلات

كما هو الحال في العمالة يتم حساب الساعات الإنتاجية للآلات لكل نشاط بشكل يومي ومن ثم يتم حساب الساعات للفترة الزمنية تحت الدراسة، وتسجل مديونية كل نشاط على نماذج المحاسبة الخاصة به. أما كلفة المنشآت سواء كانت

Ghaleb.Abbas@mpo.com

ملخص سير العمل الأسبوعي

المشروع _____ الموقع _____ الفترة من _____ إلى _____

البيان	النقاط: بداية	النقاط: نهاية	بيانات العمل: الكمية المتكاملة	بيانات العمل: الأثر السريع	بيانات العمل: الأثر المالي	بيانات العمل: التراكمي	نسبة الانجاز	بيانات العمل: الآلية	بيانات العمل: اليدوية	الخسارة: اليدوية	الخسارة: الآلية	الربح: التوقع	الربح: الفعلي	ملاحظاتهم
	٥	١٠	٦٠٠	٣٦٠	١٢٠	٤٨٠	٧٠	٢٠٦	٢١٠	٨	—	—	—	
	١٥	٢٠	٢٠٠	١٠٠	٥٠	١٥٠	١٠	١٠٠	٥٠	٥٥	—	—	—	
	٢٠	٥٥	٣٠٠	٦٠٠	٦٠	١٢٠	١٥	١٢	٢٠	—	—	٢٦	—	
	٣٠	٦٠	١٢٠	—	٢٠	١٥٠	١٠٠	—	—	—	—	—	٢٠	
	٦٠	٨٠	٣٥٠	٢٠	١٠٠	٤٠٠	١٠٠	—	—	—	٥٠	—	—	
			المجموع			المجموع				المجموع		المجموع		
											المجموع			

جدول (١٣ – ١) : نموذج مقترح لكشف المصروفات الفعلية والمتوقعة .

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

مملوكة أو مستأجرة فتحسب ويتم تحميل كلفتها على نشاطات المشروع خلال فترة العمل الفعلية بغض النظر عن طريقة دفع الأجرة، ومن ذلك يتم حساب الكلفة الكلية لاستعمال المنشأة أو الآلة خلال المشروع بأكمله وإيجاد مدى الإنحراف عن الكلفة المتوقعة.

في معظم الأحيان تعتبر عملية التنبؤ بكلفة المنشآت أكثر دقة من التنبؤ بكلفة العمالة ولذلك غالباً ما تضاف إلى الوحدات التقليدية للأسعار مثل متر مكعب من الخرسانة أو متر مربع من مادة معينة، وهناك العديد من النشاطات التي لا يمكن حساب كلفة الآلات فيها بالوحدة التقليدية وبهذه الحالات يصبح استعمال أسلوب المسار الحرج في حساب الكلفة وتحميلها للأعمال أو النشاطات هو أفضل طريقة لعملية المراقبة والمحاسبة أو قد يتم تحويل كلفة المنشآت إلى كلفة مرتبطة بساعة العمل ليتم إضافتها للنشاطات المختلفة ولإتمام عملية المراقبة والمتابعة للكلفة نتبع الخطوات المذكورة في الجدول (١٣ - ١) فيما يتعلق بالمباني والآلات وغيرها من الموارد الثابتة .

١٣-٢-٣ كلفة المواد والخدمات

عند طلب المواد والخدمات يجب مراعاة أن لا تزيد المصروفات للشراء عن الموازنة المتوقعة للمشروع، فعند استخدام طريقة المسار الحرج، فإن طلب الشراء يتم توزيعه على مجموعة النشاطات اللازمة والتي عادة ما تظهر في جداول تبين الكميات الكلية والأسعار المطلوبة وموعد التسليم والموازنة اللازمة لكل نشاط، وكذلك التمويل الكلي لمواد المشروع، ولا بد لكل طلب شراء أن يحتوي العناصر الثلاثة الأولى ليكون المورد والمتعهد الفرعي على علم بالمتطلبات اللازمة للنشاطات. عند استلام المواد في الموقع يتم توزيع المواد والخدمات على النشاطات بحيث تظهر الكمية اللازمة لكل نشاط من الكمية الكلية، وبعد التأكد من المشتريات توزع أسعارها مباشرة على النشاطات وتستعمل تلك الأسعار لعمل مدينونية النشاط وحساب الانحرافات عن السعر المتوقع، ويمكن حساب الكمية الكلية التراكمية لمواد معينة على فترات زمنية وحفظها حيث يتم مناقشة الانحرافات خلال تنفيذ المشروع لضبط الكميات المقررة والكميات المستهلكة فعلاً.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١٣-٢-٤ الكلفة غير المباشرة

تتضمن عملية تقسيم المشروع إلى نشاطات وضع نشاطات غير إنتاجية، ومن أمثلتها الأعمال الأولية للمشروع أو الخدمات أو الضيافة والتي تظهر تحت بند الكلفة غير المباشرة. ويمكن معاملة تلك النشاطات كغيرها من حيث تحديدها كبند محاسبي ووضع موازنة لها ومراقبة ما تستهلكه فعلاً خلال التنفيذ ومقارنته مع المتوقع.

ليس من الضروري عند وضع نشاطات الكلفة غير المباشرة أن يتم تفصيل لكل الأعمال إلا إذا كان ذلك ضرورياً للتنبؤ بالمشاريع المستقبلية المشابهة أو لعملية المراقبة، ويمكن أن يشمل النشاط عدة أعمال كالضيافة أو الخدمات أو النظافة أو أن يحتوي على عمل واحد كبعض الأعمال الأولية للمشروع، ومثل هذا التفصيل يساعد مدراء المشاريع على دقة متابعة تلك النشاطات وبالرغم من قلة المعلومات المتعلقة بالكلفة غير المباشرة إلا أن تأثيرها يظهر بوضوح خاصة في المشاريع الكبيرة ويرجع ذلك إلى إهمال إبراز التفصيل المناسب لهذه الكلفة كوحدات مستقلة ومحاولة اختصارها إلى نشاط واحد في المخطط الشبكي.

١٣ - ٣ كلفة\أسس نظام مراقبة الجدول (ك\أ ن م ج)

تعتمد طريقة الكلفة\أسس نظام مراقبة الجدول – ك\أ ن م ج (Cost/Schedule Control System Criteria) على هيكل تقسيم العمل (WBS) والذي تم تقديمه في الفصل الثالث ، وكما ذكرنا فإن هيكل تقسيم العمل هو الطريقة المثلى لتقسيم المشروع إلى مجموعات منفصلة على أدنى مستوى، والتي قد تكون نشاطات (Activities) أو حزم عمل (Work Packages) ويعتبر هيكل تقسيم العمل أدنى مستوى لأغراض محاسبة الكلفة. فباستخدام الكلفة المناسبة لمستوى الأداء تتم المقارنة بين كلفة العمل المتوقعة وكلفة العمل الفعلية على مختلف المستويات في هيكل تقسيم العمل حسب ما تراه الإدارة مناسباً وحيثما تتطلب خطة المراقبة.

من الجدير بالذكر أن طريقة ك\أ ن م ج تقوم على تحليل القيمة المكتسبة (Earned Value) مع الإستفادة من طريقة تقييم ومراجعة البرنامج\كلفة (PERT/Cost) وحديثاً بدأت هذه الطريقة تعكس الممارسات في مجال الصناعة في

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

محاولة لربط الوقت وانحراف الكلفة مع كفاءة التنفيذ [٣١] وتختلف عملية محاسبة الكلفة من مؤسسة لأخرى حسب نوع المشروع وتوزيع المهام والمسؤوليات وإمكانيات وكفاءة الجهاز المسؤول عن المحاسبة، ولاستعمال طريقة المراقبة بواسطة (ك\أ ن م ج) لا بد من معرفة ثلاثة أمور رئيسية :

أولاً – كلفة العمل المنجز الفعلية (ك ع ن ف) (ACWP) : وهي تمثل المبلغ الفعلي الذي تم إنفاقه خلال فترة زمنية معينة.

ثانياً – كلفة العمل المنجز من الموازنة (ك ع ن م) (BCWP) : وهي الكلفة للعمل المنجز بناءً على الموازنة المعدة للمشروع وللنشاطات والأعمال التي تم إنجازها حتى وقت معين.

ثالثاً – كلفة العمل المجدول من الموازنة (ك ع ج م) (BCWS) : وهي الكلفة المتوقعة حسب الجدول المعد للمشروع وحسب الموازنة الموضوعة لتلك النشاطات حتى وقت معين.

ولتطبيق طريقة الكلفة\أسس نظام مراقبة الجدول على مدير المشروع اتباع الخطوات التالية :

١ – تقسيم المشروع بواسطة هيكل تقسيم العمل إلى مجموعات منفصلة ؛ نشاطات أو حزم عمل .

٢ – جدولة المشروع بإحدى الطرق السابقة وإيجاد الأوقات المبكرة والمتأخرة.

٣ – تعيين موازنة لكل مجموعة منفصلة بحيث تكون كلفة الحزم بالإضافة إلى كلفة إدارة المشروع وقيمة الربح المضافة تساوي القيمة الثابتة لكلفة العقد (Total Contract Cost) .

٤ – تمثيل منحنى الوقت والكلفة التراكمي لكلفة العمل المجدول حسب الموازنة (ك ع ج م) وهي الموازنة حسب الخطة المجدولة عند بداية المشروع.

٥ – إيجاد وتجهيز الكلف وجمعها للحصول على الكلفة التراكمية حسب الموازنة للعمل الذي تم إنجازه حسب العقد وهي كلفة العمل المنجز من الموازنة (ك ع ن م) الذي تم إنجازه حسب العقد وتحسب هذه القيمة من الموازنة للنشاطات التي تم إنجازها سواء كلياً أو جزئياً وليس الكلفة الفعلية.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

٦ – تزويد الإدارة بتقارير دورية – عادة ما تكون شهرية – خلال مدة العقد تقارن كلفة العمل المنجز الفعلية (ك ع ن ف) وكلفة العمل المنجز من الموازنة (ك ع ن م) وكلفة العمل المجدول من الموازنة (ك ع ج م) وترتبط بمدى التفصيل المتبع في المخطط الشبكي.

يمكن بعد الحصول على المعلومات السابقة لفترة معينة حساب الانحرافات في الكلفة والإنجاز كما يلي :

١ – انحراف الكلفة = ك ع ن م – ك ع ن ف

Cost Variance = BCWP – ACWP

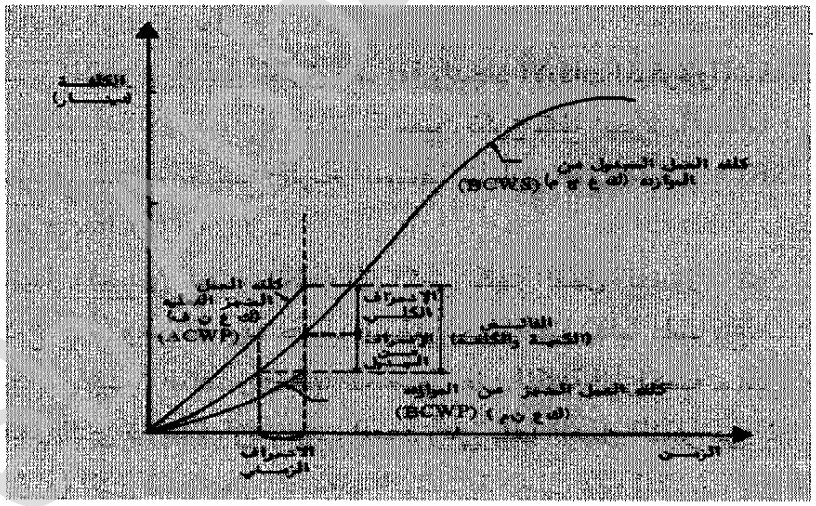
٢ – انحراف الجدول \ الإنجاز = ك ع ن م – ك ع ج م

Schedule/Performance Variance = BCWP – BCWS

٣ – الانحراف الكلي = ك ع ن ف – ك ع ج م

Total Variance = ACWP – BCWS

وباستعمال انحراف الكلفة وانحراف الجدول يصبح لدينا معلومات منفصلة عن الكلفة\الزمن والتي تعطي فكرة واضحة عن مدى الإنجاز بالمقارنة مع المبالغ المصروفة، وبالتالي نتأكد أن كلاً من موازنة المشروع والجدول الزمني مبنيان على نفس الأسس من الحقائق والبيانات. الشكل (١٣ – ١) يبين كيفية أداء الكلفة والجدول لغاية وقت معين بناءً على المعلومات الثلاث السابقة.



شكل (١٣ – ١) : أداء الكلفة والجدول .

Ghaleb@pmjo.com

يمكن كذلك حساب التجاوز (Overrun) أو النقص (Underrun) عن الموازنة من المعلومات السابقة وذلك لأي فترة يتم تحديدها وبالتالي يتم حساب نسبة العجز أو الفائض كما يلي :

$$\text{نسبة التجاوز (النقص)} = \frac{\text{ك ع ن ف} - \text{ك ع ن م}}{\text{ك ع ن م}} \times ٪١٠٠$$

$$\%\ \text{Overrun (Underrun)} = \frac{\text{ACWP} - \text{BCWP}}{\text{BCWP}} \times 100\%$$

ويمكن تسهيل عملية المتابعة والمراقبة والحسابات برسم المعلومات السابقة مقابل الزمن من بداية العمل بالمشروع وإلى نهايته بحيث يظهر مسار الكلفة الفعلية والكلفة المقدرة حسب الموازنة سواء إلى التاريخ المعين أو حسب النشاطات المنجزة ، وكذلك الفائض والعجز لكل فترة مقررة كما هو مبين في الشكل (١٣- ١)، ويمكن بالإضافة لما سبق حساب معامل كلفة الإنجاز (Cost Performance Index - CPI) :

$$\text{معامل كلفة الإنجاز} = \text{م ك ن} = \frac{\text{ك ع ن م}}{\text{ك ع ن ف}} \qquad \text{CPI} = \frac{\text{BCWP}}{\text{ACWP}}$$

فإذا كانت قيمة (م ك ن) أقل من ١,٠٠ فإن الكلفة الفعلية تكون قد تجاوزت الموازنة أما إذا ازدادت عن ١,٠٠ فيعني ذلك أن الكلفة الفعلية أقل من الموازنة المرصودة. ولمعرفة مدى التقدم أوالتأخر في برنامج العمل يمكن حساب معامل أداء الجدول (Schedule Performance Index - SPI) :

$$\text{معامل أداء الجدول} = \text{م أ ج} = \frac{\text{ك ع ن م}}{\text{ك ع ج م}} \qquad \text{SPI} = \frac{\text{BCWP}}{\text{BCWS}}$$

فإذا كانت قيمة (م أ ج) أكبر من ١,٠٠ يكون الإنجاز متقدما عن البرنامج المجدول، عند وجود إنحراف كبير عن الموازنة أو الزمن فلا بد للإدارة من اتخاذ كافة الإجراءات الضرورية لإعادة المشروع إلى الاتجاه الصحيح حسب الخطة المجدولة المالية والزمنية، ومن الممكن أن يكون جزءٌ من تلك الإجراءات إقتطاع أموال من النشاطات التي تسير بشكل أفضل من المتوقع أو الاجتماع مع فريق العمل بالمشروع لتدارس البدائل المكنة أو مجرد إعلام صاحب العمل .

Ghaleb.Abbas@ompjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مثـــال ١٣ - ٢

تقوم إحدى المؤسسات بتنفيذ مشروع كلفته ٣٣٦٠٠٠٠ ديناراً، ومع إنتهاء السنة الأولى كانت النتائج كما هي في الجدول (١٣ - ٢)، والمطلوب تقييم وضع المشروع الحالي ومدى التقدم بالعمل علماً بأن كلفة العمل الفعلية للفترة السابقة كانت ٩٠٠٠٠٠ ديناراً.

جدول (١٣ - ٢) : حالة المشروع مع انتهاء السنة الأولى .

حزمة العمل	الجدول الزمني	الكلفة حسب الموازنة	حالة النشاط	كلفة الإنجاز	الكلفة المتبقية للنشاط
أ	١	١٠٠٠٠٠	انتهى	١٠٠٠٠٠	-
ب	١	٢٠٠٠٠٠	انتهى	٢٠٠٠٠٠	-
ج	١	٣٠٠٠٠٠	انتهى	٣٠٠٠٠٠	-
د	١	١٥٠٠٠٠	بقي ٦٠٪	٦٠٠٠٠	٩٠٠٠٠
هـ	١	٢٥٠٠٠٠	لم يبدأ	-	٢٥٠٠٠٠
و	٢	١٣٠٠٠٠٠	لم يبدأ	-	١٣٠٠٠٠٠
ز	٣	٧٠٠٠٠٠	لم يبدأ	-	٧٠٠٠٠٠
المجموع		٣٠٠٠٠٠٠		٦٦٠٠٠٠	٢٣٤٠٠٠٠

الحـــل

باستخدام المعادلات السابقة نستطيع إيجاد ما يلي :

$$\text{نسبة الإنجاز} = \frac{٦٦٠٠٠٠}{٣٠٠٠٠٠٠} = ٢٢٪$$

المردود للسنة الأولى = (٠,٢٢) (٣٣٦٠٠٠٠) = ٧٣٩٢٠٠ ديناراً.

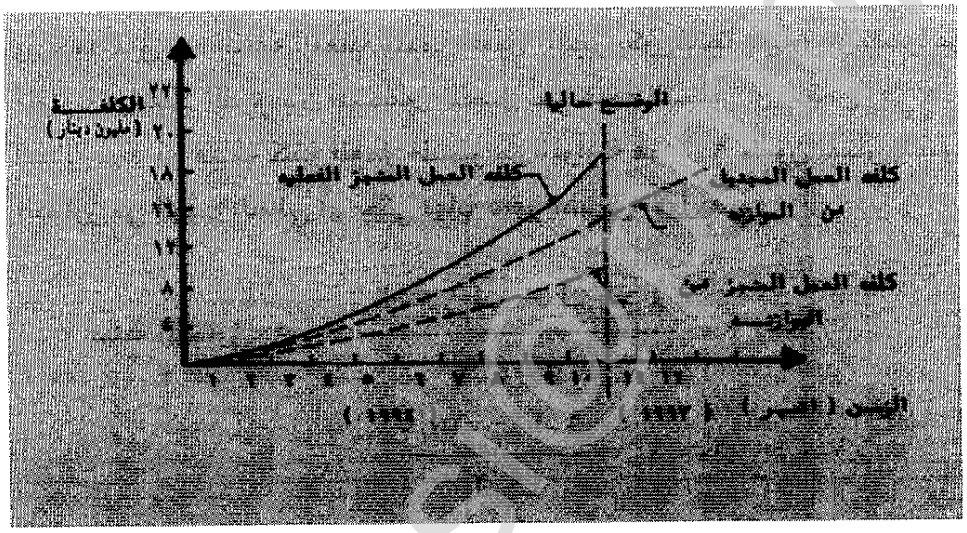
صافي الخسـارة = ٩٠٠٠٠٠ - ٧٣٩٢٠٠ = ١٦٠٨٠٠ ديناراً.

من الجدول والحسابات السابقة نستنتج أنه في نهاية السنة الأولى كانت نسبة الإنجاز ٢٢٪ وكان صافي خسارة المشروع ١٦٠٨٠٠ ديناراً. إن دلت هذه المعلومات على شيء فإنما تدل على مستقبل سير العمل في المشروع إن استمر الحال على ما هو عليه .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

مثـــال ١٣ – ٣

قـامت إدارة أحـد المشـاريع باتبـاع طريقـة (ك\أ ن م ج) بحيث تم رسم الموازنة والكلفة مقابل الزمن بالأشهر فكانت النتائج عند نهاية شهر تشرين أول كما هو موضح في الشكل (١٣ – ٢) والمطلوب تقييم النتائج المترتبة على الوضع الحالي ومدى مطابقة الموازنة المجدولة والزمن للواقع.



شكل (١٣ – ٢) : كلفة العمل المنجز الفعلية وكلفة العمل المجدول حسب الموازنة .

الحـــل

نلاحـظ أنه قد تم رسـم المجموع التراكمي لكلفـة العمـل المنجـز الفعليـة (ك ع ن ف) وكلفـة العمل المجدول من الموازنة (ك ع ج م) وكذلك كلفة العمل المنجز من الموازنة (ك ع ن م) للفترة التي نقوم بمتابعتها لتقييم مدى تقدم العمل عند نهايتها، ويظهر التقرير أن المصاريف المتوقعة من الموازنة (ك ع ج م) هي ١٤,٤ مليون دينـار حتى نهايـة شهـر تشريـن أول. أما المصاريف الفعلية (ك ع ن ف) فكانت ١٨,٤ مليون دينار، وقد تجاوزت المصاريف الفعلية الموازنة المرصودة أو المتوقعة خلال الأشهر الماضية.

هذه المعلومات عادة ما تحتويها التقارير التقليدية إلا أنها في الواقع لا تفي بالغرض وحدها، بل قد تقود إلى استنتاجات غير صحيحة، فعلى سبيل المثال قد

نستنتج أن المشروع متقدم عن البرنامج نتيجة للأرقام السابقة نظراً لزيادة حجم المصروفات عن الموازنة حتى نهاية تشرين أول ولكامل الفترة. إذاً لا بد لاستكمال المعلومات من معرفة النشاطات التي تم إنجازها حتى التاريخ المطلوب وكلفة تلك النشاطات حسب الموازنة، وبالتالي مجموعها التراكمي لتتم المقارنة على أساسها والمبينة في الشكل (١٣-٢) كمنحنى كلفة العمل المنجز من الموازنة (ك ع ن م)، وبوجود فرق بين الكلفة الفعلية وقيمة العمل المنجز يكون لدينا تجاوز أو نقص عن الموازنة وبإيجاد الفرق بين المنحنيين نحصل على قيمة التجاوز أو النقص وفي هذه الحالة نجد أن قيمة كلفة العمل المنجز من الموازنة هو ٩,٢ مليون دينار ونسبة التجاوز في الوقت الحالي أي حتى نهاية شهر تشرين الأول هي :

$$\text{نسبة التجاوز} = \frac{\text{ك ع ن ف} - \text{ك ع ن م}}{\text{ك ع ن م}} \times ٪١٠٠$$

$$= \frac{١٨,٤ - ٩,٢}{٩,٢} \times ٪١٠٠ = ٪١٠٠$$

نلاحظ أن منحنى قيمة العمل المنجز يقع تحت منحنى الكلفة المجدولة مما يشير إلى أن المشروع قد تأخر عن الجدول الزمني المعد سابقاً، ويمكن إيجاد مدة التأخير من الشكل بمد خط أفقي من منحنى قيمة العمل المنجز إلى منحنى الكلفة المجدولة فتكون الفترة المقابلة للفرق بين النقطتين على المنحنيين هي فترة التأخير المطلوبة، وفي هذا المثال نجد أن كلفة النشاطات المنجزة كانت ٩,٢ مليون دينار، إلا أن هذه القيمة التي حصلنا عليها في الشهر العاشر تكافئ قيمة العمل المجدول حسب المنحنى الواقع بالوسط في منتصف الشهر الثامن أي أن هناك تأخيراً في برنامج العمل بمقدار شهرين ونصف، ويلاحظ تزايد مدة التأخير مع تقدم المشروع.

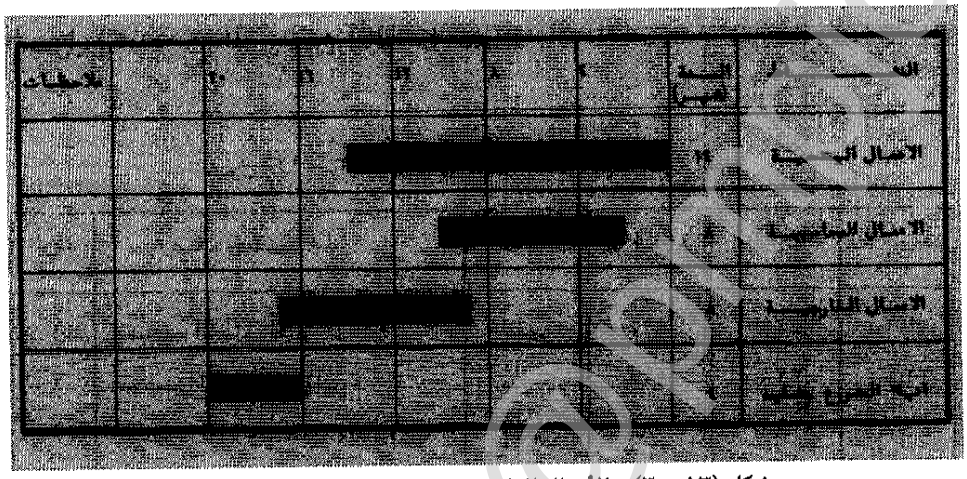
كما ذكرنا سابقاً فإنه يمكن الاستفادة من التقرير لمراقبة الأعمال الرئيسية أو الفرعية أو حزم العمل ولتوضيح ذلك نستعين بالمثال التالي .

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

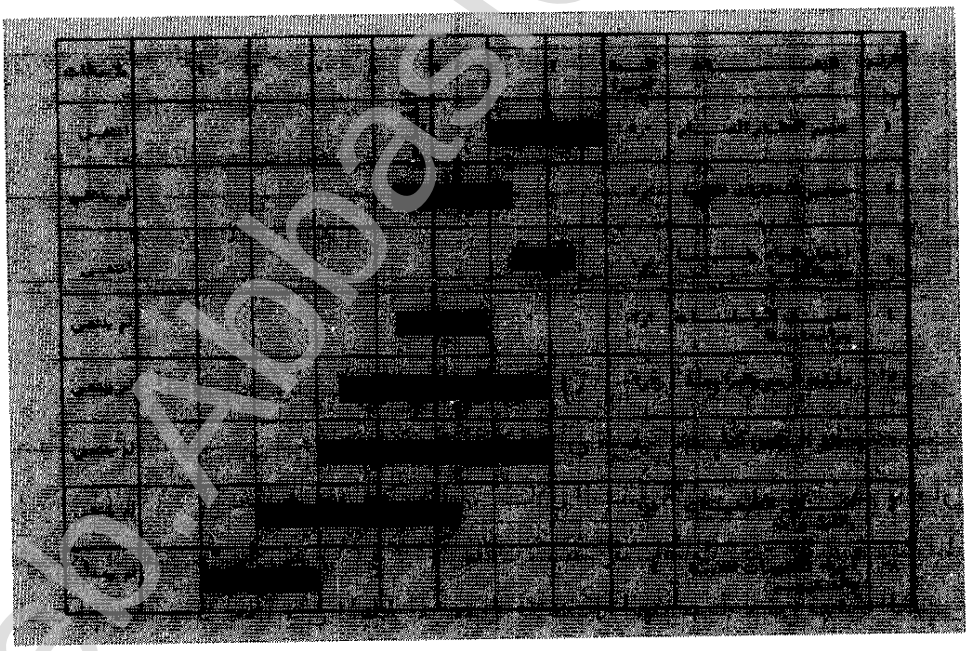
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مثـــال ١٣ – ٤

الشكل (١٣ – ٣) يبين الأعمال الرئيسية لفترة العشرين شهراً الأولى للمثال السابق، والشكل (١٣ – ٤) يعطي تفصيلاً للأعمال الهندسية والتي تتكون من ثمانية نشاطات فرعية.



شكل (١٣ – ٣) : الأعمال الرئيسية في المشروع للمثال ١٣ – ٣.



شكل (١٣ – ٤) : الأعمال التفصيلية للأعمال الهندسية للمشروع .

Ghaleb Abbas

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

المطلوب إجراء تقييم للأعمال الهندسية التي تم تنفيذها خلال الستة أشهر الأولى إذا كانت الكلف للأعمال المنجزة حتى ذلك التاريخ كما هو موضح في الجدول (١٣ – ٣) الذي يبين حالة كل نشاط .

جدول (١٣ – ٣) : الأعمال الهندسية عند نهاية ستة أشهر .

الرقم	وصف النشـــاط	الحالة	ك ع ج م	ك ع ن م	ك ع ن ف
١	تصميم النظام العام	إنتهى	٥٢٤	٥٢٤	٥٧٦
٢	تحضير المتطلبات الثانوية	بدأ	٥٢٨	٣٢٨	٣٣٦
٣	اختيار المواد وفحصها واستلامها	إنتهى	٨٨	٨٨	٩٠
٤	تطبيق المواصفات ومراجعتها	بدأ	٨٨	٦٠	٦٢
٥	عمليات الرسم والمراجعة	بدأ	٣٨٨	٢٣٦	٢٣٦
٦	تنفيذ الهيكل العام	بدأ	٥١٦	٣٦٨	٤١٦
٧	إكمال التشطيبات والديكور	بدأ	٨٤	٨٤	٨٤
٨	إجراء الفحوصات والتقييم	لم يبدأ	–	–	–
	المجموع (آلاف الدنانير)		٢٢١٦	١٦٨٨	١٨٠٠

يشير الخط العمودي المتقطع في الشكل (١٣ – ٤) إلى وقت إعداد التقرير بعد ستة أشهر من بدء العمل ومن المتوقع أن تبلغ كلفة الأعمال الهندسية [(٣٠٦٠) (١٠ ٣)] ديناراً عند انتهائها. خلال الستة أشهر السابقة تم إنجاز نشاطين فرعيين وهما رقم (١) و (٣) وهناك خمسة نشاطات تحت التنفيذ ونشاطٌ واحدٌ لم يبدأ بعد علماً بأن المبلغ المرصود للأعمال الهندسية حتى نهاية الشهر السادس كان [(٢١٧٦) (١٠ ٣)] ديناراً والمطلوب تعديل خطة العمل لمراقبة النشاطات التي انحرفت كلفها عن الموازنة.

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الحـل

من الجدول (١٣ – ٣) يلاحظ أن هناك عجزاً في موازنة النشاطات رقم (١) و(٢) و (٣) و (٤) و (٦) كما يلي : ٥٢ ألف دينار للنشاط الأول ، وثمانية آلاف دينار للنشاط الثاني ، وألفي دينار للنشاطين الثالث والرابع و ٤٨ ألف دينار للنشاط السادس مما أدى إلى زيادة كلفة الأعمال الهندسية من [(١٦٨٨) (10^3)] ديناراً إلى [(١٨٠٠) (10^3)].

قبل البدء في تعديل خطة العمل يجب أولاً دراسة الوضع الحالي للمشروع بناءً على المعلومات السابقة، ومن ناحية منطقية يجب أن يكون الاهتمام الأكبر بالنشاطات التي تنفذ حالياً (أي التي بدأت ولم تنته بعد) إذ من الممكن تقدير الموازنة المحدَّثة اللازمة لتنفيذ هذه النشاطات، وكذلك النشاطات التي لم تبدأ بعد حيث نستطيع التنبؤ بطبيعة سير العمل بها بناءً على سير المشروع حتى تلك اللحظة، أما النشاطات التي انتهت فنستخلص منها العبر للمستقبل كوننا لا نستطيع تغيير الماضي.

الجدول (١٣ – ٤) يبين حالة كل نشاط بناءً على المعلومات من الجدول (١٣ – ٣) حيث نلاحظ أن الأعمال الهندسية متأخرة عن الجدول الزمني، وإذا ما استمر العمل بنفس المعدل الحالي فإن الكلفة الكلية ستكون عند انتهاء المشروع تساوي [(٣٢٦٣) (10^3)] ديناراً بدلاً من [(٣٠٦٠) (10^3)] ديناراً كما هو مبين أدناه.

$$\text{الكلفة المتوقعة عند الإنتهاء} = \frac{\text{(مجموع كلفة العمل المنجز الفعلية)}}{\text{(مجموع كلفة العمل المنجز حسب الموازنة)}} \times \text{(الكلفة الكلية)}.$$

$$\text{الكلفة المتوقعة عند الإنتهاء} = \frac{(1800)(10^3)}{(1688)(10^3)} \quad (3060)(10^3) = (3263)(10^3) \text{ ديناراً}.$$

Ghaleb Abbas@gmail.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

جدول (١٣ – ٤) : وضع نشاطات الأعمال الهندسية الرئيسية
التي تنفذ حالياً والتوقعات عند الإنتهاء .

الرقم	النشـــاط	ك ع ج م	ك ع ن م	ك ع ن ف	وضع النشـــاط
٢	تحضير المتطلبات الثانوية	٥٢٨	٣٢٨	٣٣٦	متأخر عن البرنامج وزائد عن الكلفة المتوقعة.
٤	تطبيـق المواصفـــات ومراجعتها	٨٨	٦٠	٦٢	متأخر عن البرنامج وزائد عن الكلفة المتوقعة
٥	عمليـــات الرســـم	٣٨٨	٢٣٦	٢٣٦	متأخر عن البرنامج وزائد عن الكلفة المتوقعة
٦	أعمال الهيكل العام	٥١٦	٣٦٨	٤١٦	متأخر عن البرنامج وزائد عن الكلفة المتوقعة
٧	إكمـــال التشطيبات والديكور	٨٤	٨٤	٨٤	موافق للبرنامج والكلفة المتوقعة

مما سبق نستنتج أن الأعمال الهندسية الرئيسية متأخرة عن الجدول وأن الكلفة ازدادت عن المتوقع، وبناءً على ذلك فلا بد أن يتم تعديل خطة العمل بحيث يتم تعديل انحراف الكلفة والزمن بقدر الإمكان، وكذلك دراسة الأسباب التي أدت للزيادة في الوقت والكلفة تمهيداً لمحاولة معالجتها كما أوضحنا سابقاً.

من خلال الأمثلة السابقة لاحظنا كيفية استعمال طريقة (ك \ أ ن م ج) التي تعتبر وسيلة فعالة لضبط ومراقبة الكلفة والزمن خلال التنفيذ ولاستكمال التقرير المالي يمكن البحث في وضع الأعمال المختلفة لمعرفة مدى الفائض أو العجز في الموازنة من حيث الربح والخسارة المتوقعين عند الإستمرار على نفس مستوى التنفيذ .

Ghaleb Abbasi@pmp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١٣ - ٤ التقارير الدورية للمحاسبة والكلفة

تُقدم التقارير الدورية للإدارة في نهاية كل فترة محددة حيث تعتمد تلك التقارير النشاط كوحدة محاسبية، وتحتوي هذه التقارير على المعلومات الرئيسية عن المشروع مثل الكلفة حتى التاريخ المعين حسب الموازنة المرصودة وحسب سير العمل والكلفة المتوقعة لإنهاء النشاطات التي تحت التنفيذ حتى تتم مقارنة الكلفة التراكمية المتوقعة بعد انتهاء النشاطات بناء على الوضع الحالي ليتم معرفة مدى الربح أو الخسارة الحالية والمتوقعة مستقبلاً.

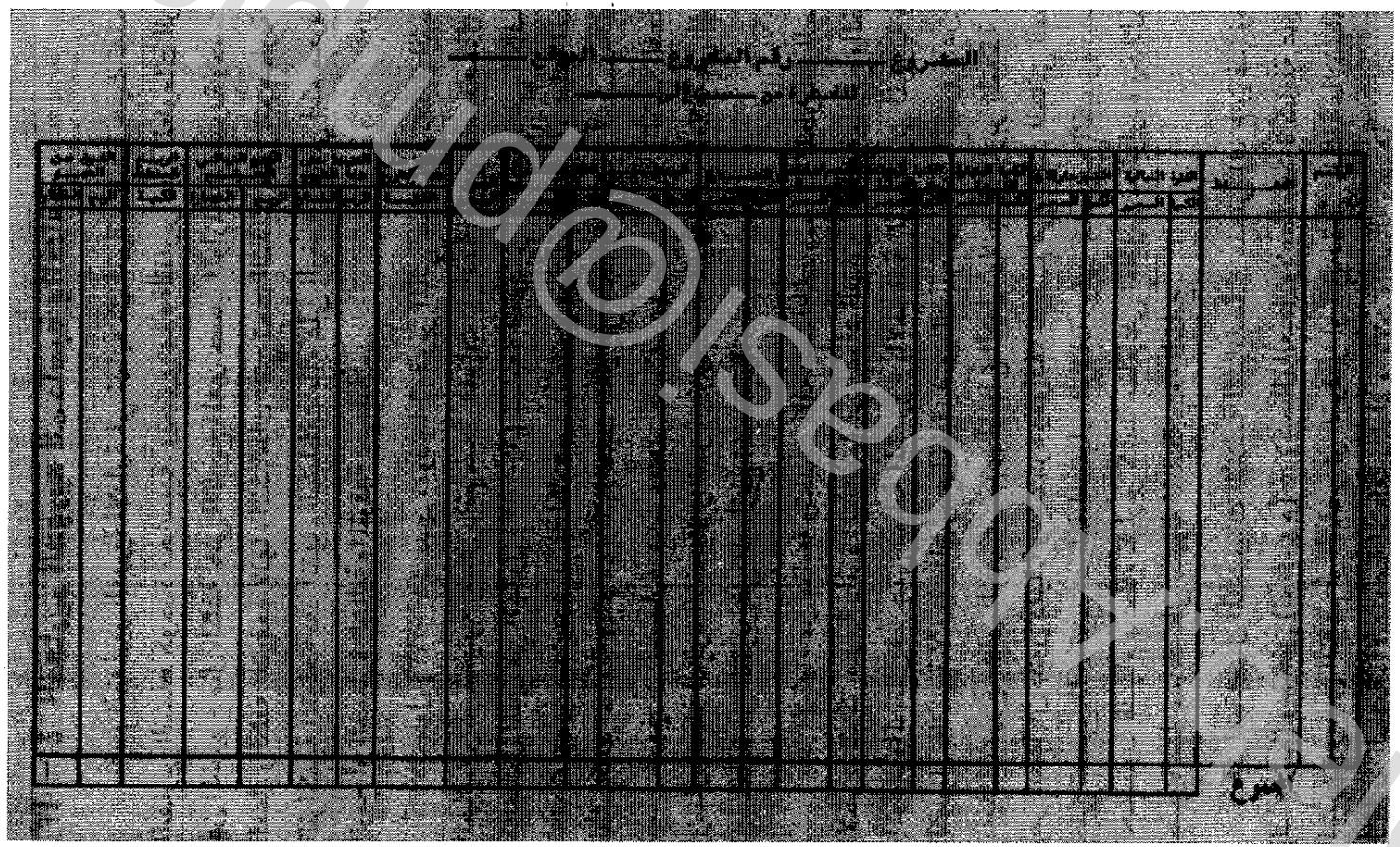
الجدول (١٣ - ٥) يبين نموذجاً للتقرير المالي حيث يتم تعديل التقديرات الحالية والمستقبلية بشكل دائم خلال فترات المراقبة، ويمكن استعمال نموذج كالجدول المبين في الجدول (١٣ - ١) لمتابعة التوفير أو الزيادة في الكلفة، ويتم تحديث عملية محاسبة الكلفة لكل فترة (أسبوع مثلاً) ويتم إجراء عملية المحاسبة للنشاطات المنتهية وتتم موازنتها حيث تنقل إلى الجداول الكلية لمحاسبة المشروع لبيان الربح أو الخسارة، وعند وجود اختلاف ما بين الموازنة والكلفة الفعلية يتم إرسال نسخة لدائرة التخطيط والتنبؤ إن وجدت أو للجهة ذات العلاقة في المؤسسة للإستفادة من التقرير في المشاريع المستقبلية.

بعد الإنتهاء من متابعة وتحديث كلفة النشاطات وتجميع المعلومات الضرورية الأخرى تتركز مهمة دائرة المحاسبة في إعداد النتائج المتعلقة بالربح والخسارة والموارد والمصاريف حتى نهاية المشروع بالإضافة إلى تقارير الموازنة وتوزيع التمويل بالنسبة لأجزاء المشروع المتبقية، وبذلك يتمكن مدير المشروع من ضبط تنفيذ المشروع بغض النظر عن مدى اتساع العمل. ولا بد للتقارير المتعلقة بالكلفة ومراقبتها أن تكون دقيقة ومستمرة وموافقة للوضع في الوقت الحالي للمشروع حتى تصبح ذات قيمة فعلية لعمليات الرقابة، وفي المشاريع الكبيرة يستعمل الحاسوب للقيام بإعطاء تقارير كاملة بناءً على المعلومات الواردة وخلال فترة قصيرة مما يساعد على سهولة المتابعة ودقة النتائج.

قد تستعمل المنحنيات الثلاثة السابقة - منحنى (ك ع ن ف) ومنحنى (ك ع ن م) ومنحنى (ك ع ج م) - لإكمال العمل ولإعطاء فكرة كاملة عن وضع المشروع ومدى التقدم أو التأخر أو التوفير أو الزيادة في الكلفة بالإضافة إلى التقارير اليومية والأسبوعية المتعلقة بالمواد والآلات والعمالة وغيرها.

Ghaleb.Abbasiomrio.com

جدول (١٣ – ٥) : نموذج لتقرير المحاسبة .



١٣ - ٥ ضبط الإنفاق

التخطيط للإنفاق باستعمال طرق إدارة المشاريع المختلفة كما هو الحال في التخطيط للمشروع يعطي نتائج أكثر دقة خصوصاً في مراحل المراقبة والمتابعة. عندما يتم عمل حسابات المشروع والتنبؤ بشكل خاطئ فإن ذلك يظهر بسهولة عند مقارنة التقدير والكلفة الفعلية للنشاط، وبالتالي بالإمكان من خلال التقارير التي أشرنا إليها في الجدولين (١٣ - ١) و (١٣ - ٥) أن يتم تحديث المعلومات وإعادة تقييم النشاطات بحيث نصل إلى تنبؤ أدق للإنفاق المطلوب لنهاية النشاط أو مجموعة النشاطات بناءً على المعلومات الدقيقة التي تم جمعها حتى نهاية فترة معينة.

التخطيط والتنبؤ بالمستقبل دائماً عرضة لحدوث أمور طارئة أو اختلافات في الظروف القائمة، ويجب على مدير المشروع تعديل الخطة وتغيير الإستراتيجية للمشروع بناءً على عملية التنبؤ قبل تفاقم الأمور أو الوصول لوضع غير قابل للإصلاح، فعلى سبيل المثال لنفرض أن السيولة النقدية لأحد المشاريع أصبحت حرجة، فإنه وباستخدام المخطط الشبكي للمشروع يمكن الاستفادة من مرونة النشاطات بحيث يتم تأخير بعض النشاطات المكلفة أو توزيع السيولة المتوفرة على النشاطات الحرجة أو إجراء أي تغيير تراه الإدارة مفيداً لسير المشروع بهدف تقليل أو تأخير السيولة المطلوبة في الوقت الحاضر على الأقل مما قد يساعد على ضبط المصروفات اللازمة وبالتالي ضبط الإنفاق.

تحتوي تقارير العمل على الكلفة بالإضافة إلى تقدير الوضع المالي مستقبلاً مما يتيح المجال لمراقبة الوضع المالي للمشروع، ويمكن استعمال النماذج السابقة لمراقبة مشروع أو مجموعة من المشاريع التي تشرف عليها مؤسسة معينة حيث تلخص مثل هذه التقارير وضع النشاطات المختلفة لتتم مراجعتها من قبل الإدارة العليا ويمكن استعمال الرسم البياني بين الفعلي والمتوقع للسرعة والوضوح في المقارنة.

عند احتواء نشاطات المشروع على نوع من الإحتمالية لعدم وجود مشاريع مشابهة أو قلة مصادر المعلومات كما هي الحالة في طريقة تقييم ومراجعة البرنامج

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

(PERT) يمكن الأخذ بثلاثة مستويات للكلفة مما يساعد على وجود تصور أدق للتفاوت في الإنفاق مما قد يسهل عملية اتخاذ القرار خلال العمل والإتجاه نحو فعالية أكبر.

١٣ - ٦ فعالية المراقبة

إن عملية مراقبة الكلفة بواسطة المخططات الشبكية تعتمد على متابعة وتحديث الجدول الزمني للعمل والجدول المالي ومحاسبة الكلفة حيث تستعمل المعلومات المتوفرة خلال مرحلة التنفيذ لتعديل أوضاع النشاطات التي لم تكتمل بعد أو لمراجعة كامل خطة الموازنة إذا تبين وجود انحرافات كبيرة في النشاطات المنفذة أو التي تحت التنفيذ مما يعطي الإدارة وسيلة مرنة وواقعية لضبط سير المشروع بواسطة المخططات الشبكية وبالتالي تحسين أداء المؤسسة.

ان استعمال المخططات الشبكية المرتبطة بالكلفة للرقابة يتطلب إجراء تعديلات على أسلوب محاسبة الكلفة في المؤسسة ولكافة المشاريع التي تقوم الشركة بتنفيذها ولا بد لنجاح ذلك من استعمال طرق حديثة لعملية معالجة البيانات والمعلومات وعمليات التحديث للحصول على أفضل مردود وأهمها استخدام الحاسوب كوسيلة دقيقة وسريعة لمعالجة الإنحرافات.

وكما رأينا سابقاً فإن عملية المراقبة تعتمد على استعمال الجداول التي تحتوي تفصيلاً للنشاطات ولكل فترة، وكذلك استعمال التمثيل البياني كما في طريقة الكلفة\أسس نظام مراقبة الجدول التي تساعد على متابعة ومراقبة المشروع بسهولة وواقعية مع الأخذ بعين الإعتبار درجة التفصيل في التقارير المالية المناسبة للمستوى الإداري الذي يقوم باستخدامها. وقد أخذت مبادئ المحاسبة بواسطة المخططات الشبكية ومراقبة الكلفة في البداية طريقها في المشاريع في الدول المتقدمة، ثم بدأت تنتقل الآن إلى الدول النامية حيث يتوقع أن يطرأ تطوير على نظام الكلفة المرتبطة بالمخططات الشبكية في هذه الدول خلال السنوات القادمة.

Ghaleb Abbas Omrio.com

تمارين

١٣ – ١ تواجه عملية توظيف المخططات الشبكية لمراقبة الكلفة مشاكل تنظيمية. ناقش أبعاد هذه المشاكل ومدى تأثير أنظمة المحاسبة المستخدمة على المؤسسة.

١٣ – ٢ ما هي أهم العناصر التي تؤثر على كلفة المشروع ؟

١٣ – ٣ طريقة الكلفة\أسس نظام مراقبة الجدول (ك\أ ن م ج) توظف عدة عناصر لمراقبة الكلفة. ناقش كلا منها وعلاقتها ببعضها البعض وما هي الفترات التي يتم فيها قياس وتبويب تلك البيانات ؟

١٣ – ٤ بعد مرور تسعة أشهر على بداية مشروع كانت حالة النشاطات كما في الجدول التالي :

النشاط	الحالة	ك ع ج م	ك ع ن م	ك ع ن ف
أ	إنتهى	١٢١	١٢١	١٣٣
ب	بدأ	١٢٢	٧٦	٧٨
ج	بدأ	٢٠	١٤	١٤
د	إنتهى	٢٠	٢٠	٢٠
هـ	لم يبدأ	–	–	–

وكانت المصاريف المتوقعة حسب الموازنة حتى نهاية المشروع هي ٣٤٠ ألف دينارٍ والمطلوب :

١ – أوجد مقدار العجز بالنسبة لكل نشاط ونسبة العجز الكلي.

٢– ما هي حالة كل نشاط بناء على التقرير السابق.

٣ – ما هو تقديرك للكلفة المتوقعة عند نهاية المشروع بناءً على الوضع الحالي (أي بعد تسعة أشهر من بداية المشروع).

أهم المراجع :

الأرقام ٣، ١٥، ٣١، ٣٣ ، ٣٦ في قائمة المراجع .

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

الفصل الرابع عشر

أهمية الحاسوب في إدارة المشاريع

١٤ - ١ مقدمة

في الفصول السابقة استعرضنا الطرق اليدوية للقيام بإدارة المشروع وفي هذا الفصل سوف نستعرض أهمية الحاسوب للقيام بهذا العمل حيث من الممكن وببساطة إجراء الحسابات الأولية للمشروع يدوياً إذا كان عدد النشاطات قليلاً وبدون استخدام الحاسوب إلا أن مراقبة المشروع ومتابعته بطريقة فعالة تزداد صعوبة حسب حجم المشروع ، فإدارة المشروع الصغير لا تمثل عادة أي عائق ابتداءً من مراحله الأولى وحتى النهاية أما المشروع الكبير فمن المستحسن استخدام الحاسوب لإدارته وخصوصاً عند الحاجة إلى التعديل أو التحديث حيث لا يخلو مشروع من ذلك .

من الممكن برمجة عمليات جدولة المشاريع السابق ذكرها باستخدام لغات برمجة مختلفة إعتماداً على عدة أمور من أهمها حجم المشروع ونوع المخطط الشبكي وكمية الموارد والتقارير المطلوبة ومستوى التحليل وغيرها. من أمثلة ذلك البرمجيات الموجودة في الملاحق (٢) و (٣) و (٤) في نهاية الكتاب . قامت بعض الشركات المتخصصة بتطوير برمجيات (Software Packages) جاهزة للقيام بعمليات إدارة ومراقبة المشاريع وإعداد التقارير حيث تتوفر هذه البرمجيات في الأسواق وعلى درجات متفاوتة سواءً بمستواها أو بأسعارها فهناك البرمجيات

Ghaleb Abbas@pdf.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

التي تفي بحاجة الشركات الصغيرة وهناك البرمجيات التي تفي بحاجة الشركات الكبيرة وتحتاج إلى نظم معلومات ، كما أن البرمجيات الجاهزة متوفرة أيضاً لمختلف أنواع الأجهزة سواءً الحاسوب الشخصي (Personal Computer) أو الحاسوب الكبير (Mainframe Computer) ومن الأمثلة على تلك البرمجيات : (Microsoft Project) و (Primavera) و (Time Line) و (Harvard Project) وغيرها وسنورد مثالا على استخدام إحدى هذه البرمجيات في نهاية الفصل .

١٤ - ٢ الإتجاهات في برمجيات الحاسوب

التطور في برمجيات إدارة المشاريع جاء نتيجة عدة عوامل من أهمها :

- مرور الوقت وتطور الأساليب في معالجة مشاكل المسار الحرج .
- متطلبات السوق وديناميكية الإحتياجات .
- تطور الحاسوب بشكل عام .
- النظرة المتكاملة لمكونات المشاريع المختلفة .

كل ذلك أسهم في هذا التطور منذ بداية الستينات عندما كان تطوير برامج الحاسوب متروكاً للطلبة الجامعيين في الدراسات العليا حيث كانت البرامج الأولى في تلك الفترة معقدة نوعا ما مقارنة باليوم أما في الفترة الأخيرة فقد أصبح التطور والتوجه في برامج الحاسوب يأخذ بعين الإعتبار أموراً كثيرة من أهمها :

١ - **خطة العمل المطلوبة في المشروع** : فبناءً عليها يمكن إختيار البرمجية المناسبة للإيفاء بالغرض .

٢ - **الرسومات كتقرير ناتج من الحاسوب** : ففي معظم البرمجيات أصبح هنالك مجال لتحويل جميع المعلومات التي تنتج من الحاسوب إلى رسومات بأشكال مختلفة حسب الحاجة ونوع الحاسوب المستخدم وأصبحت التقارير التي تصل إلى الإدارة موثقة بمثل هذه الوسائل للمساعدة على اتخاذ قرارات إدارية أفضل .

٣ - **تحديد وتوزيع الموارد المستخدمة في أي مشروع** : على الرغم من غياب عنصر توزيع الموارد في البرمجيات الأولى إلا أن معظم البرمجيات الحديثة توفرالبدائل المختلفة لتوزيع وتسوية الموارد .

Ghaleb Abbasi compio.com

٤ - **التقدم في مجال أجهزة وبرمجيات الحاسوب** : ففي حين كانت مثل هذه البرمجيات الخاصة في المسار الحرج تستخدم الحواسيب ذات القدرة المتوسطة إلى العالية أصبح التوجه الآن إلى استخدام الحاسوب الشخصي .

٥ - **مستوى الإستخدام** : فخلال فترة الستينات كانت معظم البرمجيات الخاصة بالمخططات الشبكية متوفرة من خلال شركات تجارية كبرى أما في السبعينات فقد كان التوجه نحو تحسين برمجيات الحاسوب للبيع أو التأجير مما أدى إلى ظهور شركات متخصصة في مجال تطوير البرمجيات الجاهزة ، ثم جاءت فكرة الوقت المشترك في استخدام الحاسوب وبرمجياته ومن هنا برزت في الثمانينات الشبكات المحلية (Local Area Networks - LAN) حيث أصبح من الممكن أن تشارك مجموعة من الأفراد في استخدام نفس البرمجيات في نفس الوقت .

١٤ - ٣ فوائد استخدام الحاسوب

من الفوائد الواضحة لاستخدام الحاسوب قدرة هذه الآلة على معالجة مجموعة كبيرة من البيانات بكفاءة عالية وفي أقصر وقت مما يساعد على إدارة المشروع بالسرعة والدقة المطلوبة واللتين لا يمكن الحصول عليهما بأية طريقة أخرى . فعند الحاجة لتغيير بيانات المشروع وإجراء أي تعديل عندها يصبح المطلوب عمله هو تغذية الحاسوب بالبيانات الجديدة ومن ثم الحصول على معلومات محدثة للمشروع ؛ فمثلا المخطط الشبكي أو مخطط جانت بناءً على البيانات المعدلة يمكن إيجاده بواسطة الحاسوب في وقت قصير جداً مقارنة بالطرق اليدوية حيث أن المعدل الطبيعي للتفكير والحساب اليدوي لا يمكنهما منافسة سرعة ودقة الحاسوب .

للحاسوب قدرة فائقة على جمع وتبويب المعلومات بالشكل والترتيب المطلوبين وهي قوة قد تقدر بثمن باهظ. فالمستخدم للحاسوب يقرر عادة مع الأشخاص القائمين على استخدام الحاسوب شكل التقرير المطلوب والبيانات الملحقة به كما يمكن عمل تقارير عن بعض أو جميع النشاطات الموجودة ويمكن الحصول على المتطلبات الخاصة بالموارد واستخدامها لضبط الكلفة . ومن الجدير بالذكر أنه يمكن ربط المعلومات الخاصة بمشروع معين مع عدة مشاريع في آن واحد ومع باقي أقسام المؤسسة بواسطة البرمجيات المناسبة . وللحاسوب عدة مزايا في

Ghaleb Abbas@omnio.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

التعامل مع نظام التحليل الشبكي مقارنة بالحل اليدوي نذكر أهمها فيما يلي :

١ – يمكن حفظ وتخزين بيانات نشاطات المشروع بعدة طرق بحيث تعطي معلومات مفيدة عن المشروع مثل المسار الحرج والبدايات المبكرة والمتأخرة والموارد وتوزيعها .

٢ – بمجرد تخزين المعلومات عن المشروع يمكن مراجعة وتعديل وتحديث البيانات بناءً على معلومات جديدة تمثل سير المشروع وتقدمه .

٣ – يقوم الحاسوب بأمور تحليلية أخرى بعد إعطاء البيانات الأولية للمشروع مثل معادلة الوقت والكلفة وتوزيع الموارد ومراقبة الكلفة كما يساعد الحاسوب على التعامل مع المستقبل والتنبؤ بسير المشروع .

وبالرغم من هذه المزايا فإن استخدام الحاسوب يتطلب جهداً وكلفة ووقتاً حتى يمكن إدخال بيانات المشروع وقبل كل ذلك فإن رغبة المستخدم من أهم العوامل لنجاح استخدام الحاسوب في إدارة المشروع كما أن ارتفاع كلفة التشغيل قد تجعل استخدام الحاسوب في بعض المشاريع غير مجدي أو غير عملي. ومن وجهة نظر الإدارة فإن استخدام الحاسوب يمكنه أن يحدث نوعاً من التوتر أو ردة فعل عكسية أحياناً ، فمن المعروف أنه عند الشروع في تطبيق طريقة جديدة للعمل فإن هنالك مقاومة لهذا الإجراء الجديد من قبل أصحاب المهارات القديمة والإجراءات الاعتيادية، فالحاسوب عادة يحاط بهالة من الغموض تزول مع ازدياد المعرفة بكيفية تشغيله، ومن المعروف أن للحاسوب القدرة على إعطاء تقارير كاملة ومطبوعة ومفصلة ومكتوبة في جداول بحيث يزيل عبئاً وجهداً كبيرين عن كاهل الإدارة، ويسهل على الإداريين عملية متابعة وضبط المشروع.

١٤ - ٤ استخدام الحاسوب

إن القرار باستخدام الحاسوب في إدارة المشروع عادة ما يكون قراراً تتخذه الإدارة العليا وتحكم هذا القرار أمور كثيرة من أهمها :

١ – **حجم المشروع** : فكلما كبر حجم المشروع كلما ازدادت الحاجة إلى استخدام الحاسوب، وبالرغم من ذلك فإنه لا يوجد عدد معين ثابت من

Ghaleb Abbasi@ompjo.com

النشاطات التي يجب أن يحتويها المشروع بحيث نقرر جزماً وجوب استخدام الحاسوب .

٢ – **توفر الحاسوب** : إذ من المهم وجود الحاسوب المناسب والبرمجية المناسبة وبالسعر الملائم.

٣ – **الحاجة إلى تقييم المعلومات** : فإذا كان هدف المشروع أساساً هو التخطيط ولا يوجد تفكير لإعادة تقييم المعلومات المخزونة مستقبلاً فإن استخدام الحاسوب قد لا يكون مناسباً على الرغم من حجم المشروع.

٤ – **النتائج المرغوب الحصول عليها** : يصبح الحاسوب ذا فائدة عندما نريد الحصول على معلومات مطبوعة أو الحصول على أمور تحليلية أو تصنيفية عن المشروع أو الحصول على برنامج للعمل مثل بداية عمل كل نشاط والنشاطات السابقة واللاحقة المختلفة وما إلى ذلك من معلومات.

٥ – **تحليل المشروع** : عند الرغبة في الحصول على معلومات إحصائية وتحليلية معينة عن المشروع مثل مبادلة الوقت والكلفة أو مراقبة الكلفة أو جدولة موارد المشروع وغيرها.

٦ – **تحويل معلومات المشروع إلى رسومات بيانية** : حيث يكون الرجوع إلى الحسابات اليدوية معقداً ومضيعة للوقت وعندها يجب استخدام الحاسوب .

إن استخدام الحاسوب في إدارة المشروع لا يعتمد على المشروع فحسب بل على عدة عوامل أهمها المستخدمين الذين يقع على عاتقهم تفعيل وإنجاح هذه العملية، وفيما يلي بعض الأمثلة العملية التي تناقش فيما إذا كان استخدام الحاسوب ضرورياً في الظروف المختلفة :

١٤ - ٥ اختيار البرمجية الجاهزة المناسبة

مصطلح برمجية (Software) يستخدم للدلالة على التعليمات أو الأوامر التي تعطى لجهاز الحاسوب للقيام بالمهام الموكولة إليه والمعادلات المطلوب تنفيذها بما

Ghaleb.Abbas@omnio.com

في ذلك قراءة المعلومات الداخلة إليه (Input) أو تصحيح الأخطاء (Update) أو تجهيز المعلومات الخارجة (Output) وكذلك حسابات التصنيف وطباعة التقارير وأمور أخرى كثيرة، وبعد قيام الحاسوب بالعمليات الحسابية الأساسية اللازمة لإدارة المشروع يمكن تخزين ملف (File) المشروع على شريط ممغنط منتظراً تحديث البيانات الأولية حسب سير العمل في الواقع وتكون عملية تحديث بيانات المشروع نتيجة للتقدم في إنجاز المشروع مع الوقت وتعكس حالة المشروع حالياً ومستقبلاً .

قبل أن تتم جدولة المشروع بواسطة الحاسوب فإن على مدير المشروع معرفة المعلومات اللازمة والمطلوبة لإنجاز المشروع وهل يمكن تقديمها من خلال البرمجية المتوفرة أم لا، ومن أهم هذه الاستفسارات التي يجب الإجابة عليها ما يلي:

١ – هل البرمجة ذات سعة مناسبة وكافية ؟
٢ – هل البرمجية مناسبة للقيام بالعمل ؟
٣ – هل يتوفر لدى المؤسسة كفاءات قادرة على تشغيل برمجية الحاسوب للقيام بالمهام المطلوبة لتحليل المشروع ؟
٤ – هل هناك خدمات مساندة ومن يستطيع الإجابة على الأسئلة أو تصنيف المعلومات بخصوص مشاكل معينة قد تظهر أثناء استخدام البزمجية ؟

من المهم إيجاد الحاسوب ذي السعة المناسبة الذي يفي بالأغراض الحالية والمستقبلية، وقد يكون الحاسوب المناسب مرتفع الثمن وبحاجة إلى طاقم مساند وبيئة مناسبة كأجهزة التكييف والغرف المحكمة وما إلى ذلك من مصاريف إضافية. ومن البديهي وجود شركات غير قادرة على شراء مثل هذه الأجهزة أو القيام بمثل هذه الترتيبات على الرغم من حجم المشاريع التي تتعامل معها، مثل هذه الشركات تستطيع استخدام حاسوب بدون الحاجة لشراء الجهاز من خلال مبدأ المشاركة في استخدام الحاسوب مع الغير بطرق مختلفة ومتعددة.

إن اختيار البرمجية الجاهزة المناسبة لمشروع ما بحاجة إلى كثير من الدراسة والتحليل بدءً من مواصفات جهاز الحاسوب المناسبة وانتهاءً بالمعلومات التي ترغب الإدارة في الحصول عليها من البرمجية، فإذا افترضنا وجود جهاز الحاسوب المناسب فما هي مواصفات البرمجية التي يمكن أن تفي بالأغراض

Ghaleb.Abbas@gmail.com

الإدارية لمؤسسة ما ؟ هناك عدد كبير من البرمجيات الجاهزة في الأسواق تختلف في صفاتها ومواصفاتها ومكوناتها من حيث :

١ – نوع المخطط الشبكي :

هناك عدة أنواع من المخططات الشبكية سواء من ناحية التمثيل أو طريقة الحل، فمن ناحية التمثيل هناك طريقة النشاط على السهم (AOA) أو طريقة النشاط داخل الخانة (AON) أو كلاهما، أما من ناحية طرق الحل فهناك الطريقة الاحتمالية والطريقة المؤكدة.

٢ – الحدث :

- عدد الأحرف الممكن استخدامها سواء أكانت رقمية أو اسمية أو كليهما ؟
- أكبر عدد من الأحداث المسموح بها ؟

٣ – النشاطات :

- عدد النشاطات التي يمكن للبرمجية أن تتعامل معها ؟
- هل يمكن تقسيم النشاطات (Split) ؟
- كم حرفاً يمكن استخدامه لوصف النشاط ؟
- هل يمكن تصنيف النشاطات إلى رئيسة وفرعية لإعداد تقارير منفصلة وما هي المستويات المختلفة لإعداد التقارير ؟

٤ – الأوقات المجدولة :

هل يمكن جدولة المشروع باستخدام أوقات غير الأوقات المبكرة ؟ أو هل يجب فرض قيود على نهايات وبدايات النشاطات ؟ وإذا استخدمت هذه الأوقات فكيف يمكن للبرمجية أخذها بعين الاعتبار نسبةً إلى الأوقات الناتجة عن التحليل الزمني للمشروع ؟

٥ – المشاريع الجزئية :

- هل يمكن للبرمجية قبول أكثر من مشروع في آن واحد، وكيف يمكن التعامل مع المشروع المجزأ ؟
- كيف يمكن تحديد الأفضلية للموارد المشتركة ؟
- هل هناك علاقة بين أرقام الأحداث ، أم هي منفصلة تماماً في المشاريع

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

الجزئية وإذا تكرر رقم حدث في مشروعين فما تأثير ذلك ؟

- عدد المشاريع الجزئية التي يمكن السماح بها وعدد النشاطات في كل مشروع ؟

٦ – **الخدمات** :

مدى سهولة تعليمات إدخال البيانات وهل يمكن إدخال بيانات جديدة لتعديل أو تحديث المشروع بسهولة ؟

٧ – **هيكلية المعلومات** :

هل يمكن للبرمجية تلخيص معلومات المشروع باستخدام طرق مثل هيكل تقسيم العمل (WBS) أو غيرها بهدف تبسيط المعلومات عن طريق جمع وتصنيف البيانات لتسهيل عملية متابعة ومراقبة المشروع ؟

٨ – **الكلفة** :

- هل تقبل البرمجية معلومات عن كلفة النشاط ؟
- هل يمكن بيان الكلفة لكل مورد ؟
- نوع التقارير التي يمكن إعدادها ؟

٩ – **الموارد** :

- هل يمكن للبرمجية تنفيذ عملية توزيع الموارد للنشاطات وما هي الأولويات والأنظمة التي تحكم هذه العملية ؟
- عدد الموارد المختلفة التي يمكن تخصيصها للنشاط الواحد ؟
- عدد الوحدات التي يمكن جمعها لكل نوع من الموارد وهل يجب أن تكون الموارد مستخدمة بمعدل ثابت ؟
- هل يمكن تحديد كمية الموارد المستخدمة لكل نشاط ؟

١٠ – **المعلومات الناتجة** :

- هل يمكن طباعة جداول النشاطات وتمثيل المنحنيات والرسومات البيانية وجداول الموارد والتمثيل البياني لتوزيع الموارد ؟
- هل يمكن وصل آلة رسم (Plotter) مع جهاز الحاسوب ؟ هل يمكن للمخطط إدخال تعديلات على شكل التقرير النهائي ؟

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

١١ - تصنيف البيانات :

- ما هي العوامل المحددة لتصنيف المعلومات ؟ فبعض البرمجيات بإمكانها تصنيف المعلومات بحسب الرموز الخاصة أو النشاطات السابقة واللاحقة أو أوقات البداية والنهاية أو أوقات المرونة وما إلى ذلك .

١٢ - الكشف عن الأخطاء :

- فعالية الطرق المستخدمة في الكشف عن الأخطاء ؟
- هل يمكن قراءة التقارير الخاصة بالأخطاء بسهولة ؟

يجب أن لا ننسى أنه يمكن دائماً شراء الخدمة من الخارج وأن أية خدمة يمكن الحصول عليها من أي مكتب تعتمد على كفاءة هيئة العمل في المكتب ونوع وحجم الحاسوب المستخدم والبرمجيات المتوفرة، ولو كان للمخطط المجال للوصول إلى أجهزة الحاسوب المتوفرة في قسمه فيجب عليه أيضاً أخذ اللائحة السابقة بعين الاعتبار.

ما سبق كان أهم العوامل التي يجب التأكد منها عند اختيار برمجية ما للإيفاء بالتحليل الضروري لمشروع، ويمكن إضافة أية عوامل أخرى نتيجة لخبرة المخطط للقائمة السابقة بحيث يمكن تحسين وتوسيع نظام إدارة المشروع.

تمارين

١٤ - ١ ناقش فوائد استخدام الحاسوب في إدارة المشاريع .

١٤ - ٢ هل هناك مجال لاستخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروع ؟

١٤ - ٣ اذكر أسماء بعض البرمجيات الجاهزة التي استخدمتها وقارن بين نوعية ما تقدمه من تقارير .

١٤ - ٤ باستخدام إحدى لغات البرمجة التي تعرفها مثل (BASIC) أو (Pascal) أو (C) اكتب برمجية لتمثيل أي من عمليات إدارة المشاريع السابقة.

١٤ - ٥ حل بعض تمارين الفصول السابقة باستخدام أية برمجية جاهزة وقارن ذلك بطريقة الحل اليدوية .

أهم المراجع :

الأرقام ٣٠ ، ٣٣ ، ٣٥ ، ٣٧ في قائمة المراجع

Ghaleb.Abbas@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

قائمة المراجع

١ – أحمد سالم ، مترجم ، " تقويم ومتابعة البرامج الزمنية للمشروعات " ، مؤسسة الكهرباء الإتحادية بالولايات المتحدة ، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ، ١٩٧٠ .

٢ – أحمد نجار ، " مبادىء التخطيط الإقتصادي " ، منشورات جامعة حلب ، حلب، ١٩٨٥/١٩٨٦.

٣ – حمدي المعاز ، " أنظمة الرقابة الحديثة في منشآت الأعمال" ، دار النهضة العربية، القاهرة ، ١٩٨٥ .

٤ – ربيع صادق دحلان ، " الإتجاهات المعاصرة في إدارة المشروعات العامة : التحول إلى القطاع الخاص" ، الطبعة الأولى ، دار البلاد للطباعة والنشر ، جدة ، ١٩٨٨.

٥ – زكي حنوش ، "وظائف الإدارة"، منشورات جامعة حلب، حلب، ١٩٨١/١٩٨٢.

٦ – زكي حنوش ومروان سمان ، " الرقابة والتخطيط في المشروع "، منشورات جامعة حلب ، حلب ، ١٩٨١ .

٧ – سيد الهواري ، " عناصر الإدارة للمبتدئين وغير التجاريين "، مكتبة عين شمس ، القاهرة ، ١٩٧٠ .

٨ – عاطف عبيد، "أصول التنظيم والإدارة"، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٧٢.

٩ – عامر الدجاني ، " طريقة المسار الحرج في إدارة المشاريع الإنشائية " ، دار المستقبل العربي ، مصر الجديدة ، القاهرة ، ١٩٨٥ .

١٠ – عبد الكريم الشامي ، " تكنولوجيا الإنشاءات "، الجزء الثاني ، منشورات جامعة حلب ، حلب ، ١٩٨٤/١٩٨٥ .

١١ – علي بكر ، مترجم ، تأليف لندول أورفيك ، " عناصر الإدارة " ، دار الفكر العربي، القاهرة ، ١٩٦٥ .

١٢ – غالب عباسي ، " إدارة المشاريع "، معهد الإدارة العامة ، عمان ، الأردن ، أيلول ١٩٩٠.

Ghaleb.Abbasi@pmpro.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

١٣ – كوكر الأسدي ومحمد العزي وشاكر صالح ، " إدارة المشاريع الإنشائية " ، مطبعة مؤسسة المعاهد الفنية ، بغداد ، ١٩٨٤ .

١٤ – محمد الجار الله وجمال نوارة ، " إدارة المشاريع الهندسية " ، دار جون وايلي وابنائه ، الناشر جامعة الملك سعود، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ١٩٨٤.

١٥ – محمد الفيومي محمد ، " أصول محاسبة التكاليف " ، النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨٨ .

١٦ – محمد الناشد ، " المدخل إلى إدارة الأعمال " ، الطبعة الثانية ، منشورات جامعة حلب ، حلب ، ١٩٨٠/١٩٨١.

١٧ – محمود صبحي أبو صالح وعدنان محمد عوض ، " مقدمة في الإحصاء " دار جون وايلي وأبنائه ، نيويورك ، ١٩٨٣ .

١٨ – وليد ماضي ، مترجم ، تأليف هيد سيفن ، " تسيير المشاريع " ، دار المعرفة، دمشق ، ١٩٨٨ .

19 - Antill, James M. and Woodhead, Ronald W., *Critical path Methods In Construction Practice,* 4th Ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 1990 .

20 - Bedworth, David and Bailey James, *Integrated Production Control Systems,* 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 1987.

21 - Choudhury, S., *Project management,* Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1988.

22 - Clough, Richard H. and Sears, Glenn A., *Construction Project Management,* 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 1972.

23 - Dannenbring, David G. and Starr, Martin K., *Management Science: An Introduction,* McGraw-Hill Inc., New York, U.S.A., 1981.

24 - DeGarmo, E. Paul, Sullivan, William G. and Bontadell, James A., *Engineering Economy,* 8th Ed. Macmillan Publishing Co., New York, U.S.A., 1988 .

25 - Hampton, David R., *Management,* 3rd Ed., McGraw-Hill Inc., New York, U.S.A., 1987 .

26 - Harris, Robert B., *Precedence And Arrow Networking Techniques For Construction,* John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 1978 .

Ghaleb.Abbasi@gmail.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

27 - Harrison, F. L., *Advanced Project Management,* Gower Pulishing Company, England, 1981.

28 - Jain, K. C. and Aggarwal, L. N., *PERT and CPM,* 2nd Ed., Khanna Publishers, Delhi, India, 1985 .

29 - Jain, K. C. and Aggarwal, L. N., *Production Planning, Control And Industrial Management,* 4th Ed., Khanna Publishers, Delhi, India, 1985 .

30 - Kerzner, Harold, *Project Management: A Systems Approach To Planning, Scheduling And Controlling,* 3rd Ed., Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A., 1989 .

31 - Merdith , Jack R. and Samuel J. Mantel, JR., *Project Management; A Managerial Approach,* 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, U.S.A., 1989 .

32 - Miller, Lawrence C., *Successful Management for Contractors.* McGraw-Hill Co., New York, U.S.A. , 1962 .

33 - Moder, J. and Phillips, C. and Davis, E., *Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming,* 3rd Ed., Van Nostrand Reinhold Company, New York, U.S.A., 1983 .

34 - Mulvaney, J., *Analysis Bar Charting: A Simplified Critical Path Analysis Technique.* The World Bank, U.S.A., 1969 .

35 - Murdick, Robert G., *MIS Concepts and Design,* Prentice-Hall Inc., New Jersey, U.S.A., 1980 .

36 - Palmer, Colin F., *Network Planning and Control,* Gee And Co., London, U.K. , 1980 .

37 - *Primavera Project Planner Training Manual,* Bala Cynwad, Pennselvania, U.S.A. , March 1991 .

38 - Rosenou, Milton, *project Management For Engineers,* Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A., 1984 .

39 - Srinath, L. S., *PERT and CPM: Principles And Applications,* 2nd Ed., Affiliated East-West Press Private ltd., New Delhi, 1975 .

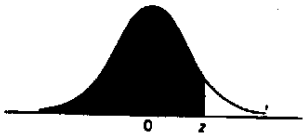
40 - Taha, Hamdy, *Operations Research : An Introduction* , 4th Ed., Macmillan Publishing Company, New York, U.S.A. , 1987 .

41 - Tenah, Kwaku A., *The Construction Management Process,* Reston Publishing Company, Virginia , U.S.A. , 1985 .

42 - Walpole , Ronald E. and Myers, Raymond H., *Probablity and Statistics for Engineers and Scientists,* 3rd Ed., Macmillan Publishing Company, New York , U.S.A. 1985.

GhalebAbbasi@gmail.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com



ملحق (ا)

جدول التوزيع الطبيعي

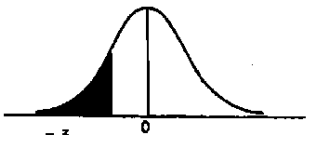
Areas Under The Normal Curve

ع (Z)	,٠٠	,٠١	,٠٢	,٠٣	,٠٤	,٠٥	,٠٦	,٠٧	,٠٨	,٠٩
٠,٠	,٥٠٠٠	,٥٠٤٠	,٥٠٨٠	,٥١٢٠	,٥١٦٠	,٥١٩٩	,٥٢٣٩	,٥٢٧٩	,٥٣١٩	,٥٣٥٩
٠,١	,٥٣٩٨	,٥٤٣٨	,٥٤٧٨	,٥٥١٧	,٥٥٥٧	,٥٥٩٦	,٥٦٣٦	,٥٦٧٥	,٥٧١٤	,٥٧٥٣
٠,٢	,٥٧٩٣	,٥٨٣٢	,٥٨٧١	,٥٩١٠	,٥٩٤٨	,٥٩٨٧	,٦٠٢٦	,٦٠٦٤	,٦١٠٣	,٦١٤١
٠,٣	,٦١٧٩	,٦٢١٧	,٦٢٥٥	,٦٢٩٣	,٦٣٣١	,٦٣٦٨	,٦٤٠٦	,٦٤٤٣	,٦٤٨٠	,٦٥١٧
٠,٤	,٦٥٥٤	,٦٥٩١	,٦٦٢٨	,٦٦٦٤	,٦٧٠٠	,٦٧٣٦	,٦٧٧٢	,٦٨٠٨	,٦٨٤٤	,٦٨٧٩
٠,٥	,٦٩١٥	,٦٩٥٠	,٦٩٨٥	,٧٠١٩	,٧٠٥٤	,٧٠٨٨	,٧١٢٣	,٧١٥٧	,٧١٩٠	,٧٢٢٤
٠,٦	,٧٢٥٧	,٧٢٩١	,٧٣٢٤	,٧٣٥٧	,٧٣٨٩	,٧٤٢٢	,٧٤٥٤	,٧٤٨٦	,٧٥١٧	,٧٥٤٩
٠,٧	,٧٥٨٠	,٧٦١١	,٧٦٤٢	,٧٦٧٣	,٧٧٠٤	,٧٧٣٤	,٧٧٦٤	,٧٧٩٤	,٧٨٢٣	,٧٨٥٢
٠,٨	,٧٨٨١	,٧٩١٠	,٧٩٣٩	,٧٩٦٧	,٧٩٩٥	,٨٠٢٣	,٨٠٥١	,٨٠٧٨	,٨١٠٦	,٨١٣٣
٠,٩	,٨١٥٩	,٨١٨٦	,٨٢١٢	,٨٢٣٨	,٨٢٦٤	,٨٢٨٩	,٨٣١٥	,٨٣٤٠	,٨٣٦٥	,٨٣٨٩
١,٠	,٨٤١٣	,٨٤٣٨	,٨٤٦١	,٨٤٨٥	,٨٥٠٨	,٨٥٣١	,٨٥٥٤	,٨٥٧٧	,٨٥٩٩	,٨٦٢١
١,١	,٨٦٤٣	,٨٦٦٥	,٨٦٨٦	,٨٧٠٨	,٨٧٢٩	,٨٧٤٩	,٨٧٧٠	,٨٧٩٠	,٨٨١٠	,٨٨٣٠
١,٢	,٨٨٤٩	,٨٨٦٩	,٨٨٨٨	,٨٩٠٧	,٨٩٢٥	,٨٩٤٤	,٨٩٦٢	,٨٩٨٠	,٨٩٩٧	,٩٠١٥
١,٣	,٩٠٣٢	,٩٠٤٩	,٩٠٦٦	,٩٠٨٢	,٩٠٩٩	,٩١١٥	,٩١٣١	,٩١٤٧	,٩١٦٢	,٩١٧٧
١,٤	,٩١٩٢	,٩٢٠٧	,٩٢٢٢	,٩٢٣٦	,٩٢٥١	,٩٢٦٥	,٩٢٧٨	,٩٢٩٢	,٩٣٠٦	,٩٣١٩
١,٥	,٩٣٣٢	,٩٣٤٩	,٩٣٥٧	,٩٣٧٠	,٩٣٠٢	,٩٣٩٤	,٩٤٠٦	,٩٤١٨	,٩٤٢٩	,٩٤٤١
١,٦	,٩٤٥٢	,٩٤٦٣	,٩٤٧٤	,٩٤٨٤	,٩٤٩٥	,٩٥٠٥	,٩٥١٥	,٩٥٢٥	,٩٥٣٥	,٩٥٤٥
١,٧	,٩٥٥٤	,٩٥٦٤	,٩٥٧٣	,٩٥٨٢	,٩٥٩١	,٩٥٩٩	,٩٦٠٨	,٩٦١٦	,٩٦٢٥	,٩٦٣٣
١,٨	,٩٦٤١	,٩٦٤٩	,٩٦٥٦	,٩٦٦٤	,٩٦٧١	,٩٦٧٨	,٩٦٨٦	,٩٦٩٣	,٩٦٩٩	,٩٧٠٦
١,٩	,٩٧١٣	,٩٧١٩	,٩٧٢٦	,٩٧٣٢	,٩٧٣٨	,٩٧٤٤	,٩٧٥٠	,٩٧٥٦	,٩٧٦١	,٩٧٦٧
٢,٠	,٩٧٧٢	,٩٧٧٨	,٩٧٨٣	,٩٧٨٨	,٩٧٩٣	,٩٧٩٨	,٩٨٠٣	,٩٨٠٨	,٩٨١٢	,٩٨١٧
٢,١	,٩٨٢١	,٩٨٢٦	,٩٨٣٠	,٩٨٣٤	,٩٨٣٨	,٩٨٤٢	,٩٨٤٦	,٩٨٥٠	,٩٨٥٤	,٩٨٥٧
٢,٢	,٩٨٦١	,٩٨٦٤	,٩٨٦٨	,٩٨٧١	,٩٨٧٥	,٩٨٧٨	,٩٨٨١	,٩٨٨٤	,٩٨٨٧	,٩٨٩٠
٢,٣	,٩٨٩٣	,٩٨٩٦	,٩٨٩٨	,٩٩٠١	,٩٩٠٤	,٩٩٠٦	,٩٩٠٩	,٩٩١١	,٩٩١٣	,٩٩١٦
٢,٤	,٩٩١٨	,٩٩٢٠	,٩٩٢٢	,٩٩٢٥	,٩٩٢٧	,٩٩٢٩	,٩٩٣١	,٩٩٣٢	,٩٩٣٤	,٩٩٣٦
٢,٥	,٩٩٣٨	,٩٩٤٠	,٩٩٤١	,٩٩٤٣	,٩٩٤٥	,٩٩٤٦	,٩٩٤٨	,٩٩٤٩	,٩٩٥١	,٩٩٥٢
٢,٦	,٩٩٥٣	,٩٩٥٥	,٩٩٥٦	,٩٩٥٧	,٩٩٥٩	,٩٩٦٠	,٩٩٦١	,٩٩٦٢	,٩٩٦٣	,٩٩٦٤
٢,٧	,٩٩٦٥	,٩٩٦٦	,٩٩٦٧	,٩٩٦٨	,٩٩٦٩	,٩٩٧٠	,٩٩٧١	,٩٩٧٢	,٩٩٧٣	,٩٩٧٤
٢,٨	,٩٩٧٤	,٩٩٧٥	,٩٩٧٦	,٩٩٧٧	,٩٩٧٧	,٩٩٧٨	,٩٩٧٩	,٩٩٧٩	,٩٩٨٠	,٩٩٨١
٢,٩	,٩٩٨١	,٩٩٨٢	,٩٩٨٢	,٩٩٨٣	,٩٩٨٤	,٩٩٨٤	,٩٩٨٥	,٩٩٨٥	,٩٩٨٦	,٩٩٨٦
٣,٠	,٩٩٨٧	,٩٩٨٧	,٩٩٨٧	,٩٩٨٨	,٩٩٨٨	,٩٩٨٩	,٩٩٨٩	,٩٩٨٩	,٩٩٩٠	,٩٩٩٠
٣,١	,٩٩٩٠	,٩٩٩١	,٩٩٩١	,٩٩٩١	,٩٩٩٢	,٩٩٩٢	,٩٩٩٢	,٩٩٩٢	,٩٩٩٣	,٩٩٩٣
٣,٢	,٩٩٩٣	,٩٩٩٣	,٩٩٩٤	,٩٩٩٤	,٩٩٩٤	,٩٩٩٤	,٩٩٩٤	,٩٩٩٥	,٩٩٩٥	,٩٩٩٥
٣,٣	,٩٩٩٥	,٩٩٩٥	,٩٩٩٥	,٩٩٩٦	,٩٩٩٦	,٩٩٩٦	,٩٩٩٦	,٩٩٩٦	,٩٩٩٦	,٩٩٩٧
٣,٤	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٧	,٩٩٩٨

Ghaleb A Bashiti@pjp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

تابع ملحق (١)



جدول التوزيع الطبيعي

Areas Under The Normal Curve

ع (Z)	,٠٠	,٠١	,٠٢	,٠٣	,٠٤	,٠٥	,٠٦	,٠٧	,٠٨	,٠٩
- ٣,٤	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٣	,٠٠٠٢
- ٣,٣	,٠٠٠٥	,٠٠٠٥	,٠٠٠٥	,٠٠٠٤	,٠٠٠٤	,٠٠٠٤	,٠٠٠٤	,٠٠٠٤	,٠٠٠٤	,٠٠٠٣
- ٣,٢	,٠٠٠٧	,٠٠٠٧	,٠٠٠٦	,٠٠٠٦	,٠٠٠٦	,٠٠٠٦	,٠٠٠٦	,٠٠٠٥	,٠٠٠٥	,٠٠٠٥
- ٣,١	,٠٠١٠	,٠٠٠٩	,٠٠٠٩	,٠٠٠٩	,٠٠٠٨	,٠٠٠٨	,٠٠٠٨	,٠٠٠٨	,٠٠٠٧	,٠٠٠٧
- ٣,٠	,٠٠١٣	,٠٠١٣	,٠٠١٣	,٠٠١٣	,٠٠١٢	,٠٠١٢	,٠٠١١	,٠٠١١	,٠٠١٠	,٠٠١٠
- ٢,٩	,٠٠١٩	,٠٠١٨	,٠٠١٧	,٠٠١٧	,٠٠١٦	,٠٠١٦	,٠٠١٥	,٠٠١٥	,٠٠١٤	,٠٠١٤
- ٢,٨	,٠٠٢٦	,٠٠٢٥	,٠٠٢٤	,٠٠٢٣	,٠٠٢٣	,٠٠٢٢	,٠٠٢١	,٠٠٢١	,٠٠٢٠	,٠٠١٩
- ٢,٧	,٠٠٣٥	,٠٠٣٤	,٠٠٣٣	,٠٠٣٢	,٠٠٣١	,٠٠٣٠	,٠٠٢٩	,٠٠٢٨	,٠٠٢٧	,٠٠٢٦
- ٢,٦	,٠٠٤٧	,٠٠٤٥	,٠٠٤٤	,٠٠٤٣	,٠٠٤١	,٠٠٤٠	,٠٠٣٩	,٠٠٣٨	,٠٠٣٧	,٠٠٣٦
- ٢,٥	,٠٠٦٢	,٠٠٦٠	,٠٠٥٩	,٠٠٥٧	,٠٠٥٥	,٠٠٥٤	,٠٠٥٢	,٠٠٥١	,٠٠٤٩	,٠٠٤٨
- ٢,٤	,٠٠٨٢	,٠٠٨٠	,٠٠٧٨	,٠٠٧٥	,٠٠٧٣	,٠٠٧١	,٠٠٦٩	,٠٠٦٨	,٠٠٦٦	,٠٠٦٤
- ٢,٣	,٠١٠٧	,٠١٠٤	,٠١٠٢	,٠٠٩٩	,٠٠٩٦	,٠٠٩٤	,٠٠٩١	,٠٠٨٩	,٠٠٨٧	,٠٠٨٤
- ٢,٢	,٠١٣٩	,٠١٣٦	,٠١٣٢	,٠١٢٩	,٠١٢٥	,٠١٢٢	,٠١١٩	,٠١١٦	,٠١١٣	,٠١١٠
- ٢,١	,٠١٧٩	,٠١٧٤	,٠١٧٠	,٠١٦٦	,٠١٦٢	,٠١٥٨	,٠١٥٤	,٠١٥٠	,٠١٤٦	,٠١٤٣
- ٢,٠	,٠٢٢٨	,٠٢٢٢	,٠٢١٧	,٠٢١٢	,٠٢٠٧	,٠٢٠٢	,٠١٩٧	,٠١٩٢	,٠١٨٨	,٠١٨٣
- ١,٩	,٠٢٨٧	,٠٢٨١	,٠٢٧٤	,٠٢٦٨	,٢٦٢	,٠٢٥٦	,٠٢٥٠	,٠٢٤٤	,٠٢٣٩	,٠٢٣٣
- ١,٨	,٠٣٥٩	,٠٣٥٢	,٠٣٤٤	,٠٣٣٦	,٠٣٢٩	,٠٣٢٢	,٠٣١٤	,٠٣٠٧	,٠٣٠١	,٠٢٩٤
- ١,٧	,٠٤٤٦	,٠٤٣٦	,٠٤٢٧	,٠٤١٨	,٠٤٠٩	,٠٤٠١	,٠٣٩٢	,٠٣٨٤	,٠٣٧٥	,٠٣٦٧
- ١,٦	,٠٥٤٨	,٠٥٣٧	,٠٥٢٦	,٠٥١٦	,٠٥٠٥	,٠٤٩٥	,٠٤٨٥	,٠٤٧٥	,٠٤٦٥	,٠٤٥٥
- ١,٥	,٠٦٦٨	,٠٦٥٥	,٠٦٤٣	,٠٦٣٠	,٠٦١٨	,٠٦٠٦	,٠٥٩٤	,٠٥٨٢	,٠٥٧١	,٠٥٥٩
- ١,٤	,٠٨٠٨	,٠٧٩٣	,٠٧٧٨	,٠٧٦٤	,٧٤٩	,٠٧٣٥	,٠٧٢٢	,٠٧٠٨	,٠٦٩٤	,٠٦٨١
- ١,٣	,٠٩٦٨	,٠٩٥١	,٠٩٣٤	,٠٩١٨	,٠٩٠١	,٠٨٨٥	,٠٨٦٩	,٠٨٥٣	,٠٨٣٨	,٠٨٢٣
- ١,٢	,١١٥١	,١١٣١	,١١١٢	,١٠٩٣	,١٠٧٥	,١٠٥٦	,١٠٣٨	,١٠٢٠	,١٠٠٣	,٠٩٨٥
- ١,١	,١٣٥٧	,١٣٣٥	,١٣١٤	,١٢٩٢	,١٢٧١	,١٢٥١	,١٢٣٠	,١٢١٠	,١١٩٠	,١١٧٠
- ١,٠	,١٥٨٧	,١٥٦٢	,١٥٣٩	,١٥١٥	,١٤٩٢	,١٤٦٩	,١٤٤٦	,١٤٢٣	,١٤٠١	,١٣٧٩
- ٠,٩	,١٨٤١	,١٨١٤	,١٧٨٨	,١٧٦٢	,١٧٣٦	,١٧١١	,١٦٨٥	,١٦٦٠	,١٦٣٥	,١٦١١
- ٠,٨	,٢١١٩	,٢٠٩٠	,٢٠٦١	,٢٠٣٣	,٢٠٠٥	,١٩٧٧	,١٩٤٩	,١٩٢٢	,١٨٩٤	,١٨٦٧
- ٠,٧	,٢٤٢٠	,٢٣٨٩	,٢٣٥٨	,٢٣٢٧	,٢٢٩٦	,٢٢٦٦	,٢٢٣٦	,٢٢٠٦	,٢١٧٧	,٢١٤٨
- ٠,٦	,٢٧٤٣	,٢٧٠٩	,٢٦٧٦	,٢٦٤٣	,٢٦١١	,٢٥٧٨	,٢٥٤٦	,٢٥١٤	,٢٤٨٣	,٢٤٥١
- ٠,٥	,٣٠٨٥	,٣٠٥٠	,٣٠١٥	,٣٠١٥	,٢٩٨١	,٢٩٤٦	,٢٩١٢	,٢٨٤٣	,٢٨١٠	,٢٧٧٦
- ٠,٤	,٣٤٤٦	,٣٤٠٩	,٣٣٧٢	,٣٣٣٦	,٣٣٠٠	,٣٢٦٤	,٣٢٢٨	,٣١٩٢	,٣١٥٦	,٣١٢١
- ٠,٣	,٣٨٢١	,٣٧٨٣	,٣٧٤٥	,٣٧٠٧	,٣٦٦٩	,٣٦٣٢	,٣٥٩٤	,٣٥٥٧	,٣٥٢٠	,٣٤٨٣
- ٠,٢	,٤٢٠٧	,٤١٦٨	,٤١٢٩	,٤٠٩٠	,٤٠٥٢	,٤٠١٣	,٣٩٧٤	,٣٩٣٦	,٣٨٩٧	,٣٨٥٩
- ٠,١	,٤٦٠٢	,٤٥٦٢	,٤٥٢٢	,٤٤٨٣	,٤٤٤٣	,٤٤٠٤	,٤٣٦٤	,٤٣٢٥	,٤٢٨٦	,٤٢٤٧
- ٠,٠	,٥٠٠٠	,٤٩٦٠	,٤٩٢٠	,٤٨٨٠	,٤٨٤٠	,٤٨٠١	,٤٧٦١	,٤٧٢١	,٤٦٨١	,٤٦٤١

Ghaleb Abbasi@pmp.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

ملحق (٣)
برمجية لطريقة المخطط التصدري (مؤكدة)

هذا البرنامج بلغة (Fortran) يستخدم طريقة المخطط التصدري لإيجاد أوقات البداية المبكرة والمتأخرة والمرونة الكلية والحرة ومدة المشروع والمسار الحرج التي قدمت في الفصل السادس . كما ذكرنا هذه الطريقة تستخدم أسلوب النشاط داخل الخانة (AON) لتمثيل المشاريع المؤكدة ويمكن تحويل هذا البرنامج بسهولة لحل المشاريع الممثلة بطريقة النشاط على السهم (AOA) .

```
c   ------------------------------------------------------------------
c         INPUT                                   OUTPUT
c   ------------------------------------------------------------------
c
c       Number of activities                  ESD,LSD,EFD,LFD,
c       Activities                            FF,TF,
c       Node number                           Project Duration
c       Activity Duration                     Critical Act.
c       Dependency

c   ------------------------------------------------------------------
c   THE PARAMETERS USED IN THIS PROGRAM ARE AS FOLOWS:
c         J       THE NUBEER OF ACTIVITIE ON ARC
c         NO      OF ACTIVITIES
c         DUR     ACTIVITY DURATION
c         IPR     NO. OF CPRECEDING ACTIVITY
c         IACT    DESCRIPTION OF ACTIVITY
c         NPR     NO OF PRECEDING ACTIVITY
c         ESD     EARLY START DATE
c         EFD     EARLY FINISH DATE
c         LSD     LATE START DATE
c         LFD     LATE FINISH DATE
c         TF      TOTAL FLOAT
c         FF      FREE FLOAT
c         IBAR,ICAT,IBR,IBLANK,IDOT,ISTAR HEPING LOGIC SYMPOLS

c   ------------------------------------------------------------------

      DIMENSION J(250),NPR(250),IPR(250,10),DUR(250),ESD(250),EFD(250)
      DIMENSION IBAR(250,650),ICAT(30,300),IBR(650,50),IA(50)
      DIMENSION LSD(250),LFD(250),TF(250),FF(250),IACT(300,30)
      DATA IBLANK/' '/IDOT/'*'/,ISTAR/'0'/
      CHARACTER IACT,ICAT
      INTEGER DUR,ESD,EFD,TF,FF
      OPEN(1,FILE='EXAM.DAT',STATUS='OLD')
      OPEN(3,FILE='OUTPUT.OUT',STATUS='NEW')
      DO 88 KN=1,50
      DUR(KN)=0
      J(KN)=0
      NPR(KN)=0
      ESD(KN)=0
      EFD(KN)=0
      FF(KN)=0
      TF(KN)=0
      LFD(KN)=9990
      LSD(KN)=0
      DO 77 KB=1,3
      IPR(KN,KB)=0
 77   CONTINUE
 88   CONTINUE
c   ------------------------------------------------------------------
c                READ  ACTIVITIES INFORMATION
c   ------------------------------------------------------------------
      READ(1,11)NO
      WRITE(3,12)NO
 11   FORMAT(1X,I3)
 12   FORMAT(/,'(CPM PROGRAM)'/,2X,80('*'),/,'ACTIVITY NO=',I3)
      DO 99 IN=1,NO
      READ(1,1)DUR(IN),J(IN),NPR(IN),(IACT(IN,LV),LV=1,25),IA(IN)
```


Ghalib.Abbasi@pmp.com

```
 1      FORMAT(1X,3(I3,1X),25A1,I5)
        WRITE(3,1)DUR(IM),J(IM),NPR(IM),(IACT(IM,LW),LW=1,25)
        IKK=NPR(IM)
        READ(1,2)(IPR(IM,LL),LL=1,IKK)
        WRITE(3,2)(IPR(IM,LY),LY=1,IKK)
 2      FORMAT(1X,3(I3,1X))
 99     CONTINUE
c   ------------------------------------------------------------------
c                 ESD  &  EFD
c   ------------------------------------------------------------------
        IPR(1,1)=0
        DO 16 K1=1,NO
        MAX=0
        MMM=NPR(K1)
        IF(NPR(K1).GE.1)GOTO 3
        ESD(K1)=0
        EFD(K1)=DUR(K1)
        GOTO 16
 3      DO 15 N1=1,MMM
        DO 13 IC=1,NO
        IF(IPR(K1,N1).EQ.J(IC))GO TO 14
        GOTO 13
 14     IF(EFD(IC).GE.MAX)MAX=EFD(IC)
        ESD(K1)=MAX
        EFD(K1)=ESD(K1)+DUR(K1)
        FF(IC)=ESD(K1)-EFD(IC)
 13     CONTINUE
 15     CONTINUE
 16     CONTINUE
c   ------------------------------------------------------------------
c                 LSD  &  LFD
c   ------------------------------------------------------------------
        LFD(NO)=EFD(NO)
        LSD(NO)=EFD(NO)
        MIN=9999
        DO 30 K=1,NO
        NX=NO-K+1
        MNN=NPR(NX)
        DO 10 N=1,MNN
        DO 19 I1=1,NO
        IF(IPR(NX,N).EQ.J(I1))GOTO 7
        GOTO 19
 7      IF(LSD(NX).GE.LFD(I1))GOTO 19
        LFD(I1)=LSD(NX)
        LSD(I1)=LFD(I1)-DUR(I1)
 19     CONTINUE
 10     CONTINUE
 30     CONTINUE
c   ------------------------------------------------------------------
c                 TF
c   ------------------------------------------------------------------
        DO 190 NR=1,NO
        TF(NR)=LFD(NR)-EFD(NR)

 190    CONTINUE
c   ------------------------------------------------------------------
c                 RESULTS
c   ------------------------------------------------------------------
        WRITE(3,55)
 55     FORMAT('1'/80('*'),/,29X,9X,'EARLY',3X,'LATE',5X
     +  ,/,'  NO    ACTTIVITY  ','   PRE'
     +  ,/,9X,'                    DUR NO ESD EFD LSD LFD  FF  TF',5X,
     +  'NOTE' ,/,80('=')//)
        PA=0
        DO 65 IE=1,NO
        PA=PA+1
        IF(TF(IE).LE.0)GOTO 66
        WRITE(3,6)IE,(IACT(IE,LN),LN=1,25),DUR(IE),J(IE),ESD(IE),EFD(IE)
     +  ,LSD(IE),LFD(IE),FF(IE),TF(IE)
 6      FORMAT(I3,25A1,I3,1X,I3,1X,I3,1X,I3,4I4)
        GOTO 85
 66     WRITE(3,4)IE,(IACT(IE,LN),LN=1,25),DUR(IE),J(IE),ESD(IE),EFD(IE)
     +  ,LSD(IE),LFD(IE),FF(IE),TF(IE)
 4      FORMAT(I3,25A1,I3,1X,I3,1X,I3,1X,I3,4I4,5X,'****')
 85     LC=NPR(IE)
        WRITE(3,17)(IPR(IE,KH),KH=1,LC)
 17     FORMAT(20X,I4,',')
        WRITE(3,820)
 820    FORMAT(80('.'))
        IF(PA.GE.16)WRITE(3,55)
        IF(PA.GE.16)PA=0
 65     CONTINUE
        WRITE(3,80)
 80     FORMAT(//'    ****       MEANS CRITICAL ACT.'/80('*')///)
c       GOTO 2000
```


Ghalenbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

ملحق (٣)
برمجية لتمثيل مخطط جانت

هذا البرنامج بلغة (Fortran) يرسم مخطط جانت (Gantt Chart) بناءً على النتائج التي نحصل عليها من الملحق (٢). وقد قدمنا هذه الطريقة في الفصل الرابع واستخدمناها بإسهاب في الفصل العاشر.

```
c   ------------------------------------------------------------------
c              Input                          Output
c   ------------------------------------------------------------------
c
c     ESD,EFD,LSD,LFD                    GANTT CHART
c     Activity duration
c     Activity Floats
c   ------------------------------------------------------------------
c
        DO 210 KS=1,50
        DO 2202 KC=1,65
        IBAR(KS,KC)=IBLANK
        IBR(KC,KS)=IBLANK
        DO 514 KR=1,50
        ICAT(KR,KS)=IACT(KS,KR)
 514    CONTINUE
 2202   CONTINUE
        KOPO=ESD(KS)
        KOMO=EFD(KS)-1
        IF(ESD(KS).EQ.0)KOPO=KOPO+1
        IF(ESD(KS).EQ.0)KOMO=EFD(KS)
        DO 359 KCC=KOPO,KOMO
        IBAR(KS,KCC)=ISTAR
 359    CONTINUE
        KOPO=EFD(KS)
        KOMO=LFD(KS)-1
        IF(ESD(KS).EQ.0)KOPO=KOO+1
        IF(ESD(KS).EQ.0)KOMO=LFD(KS)
        DO 459 KRS=KOPO,KOMO
        IF(TF(KS).EQ.0)GOTO 210
        IBAR(KS,KRS)=IDOT
 459    CONTINUE
 210    CONTINUE
        WRITE(3,105)
        DO 600 NC=1,10
        WRITE(3,601)(ICAT(NC,IL),IL=1,12)
 601    FORMAT(8X,44(1X,A1))
 600    CONTINUE
c   ==================================================================
c                GANTT CHART
c   ==================================================================
        WRITE(3,78)
 78     FORMAT(' ZERO TIME',80('-'))
        N=0
        K=0
        NOPRO=(NO/60)+1
        DO 110 L=1,NOPRO
        DO 109 I=1,50
        K=K+1
        ITIME=ESD(NO)
        DO 108 JJ=1,ITIME
        LTS=NO+1
 108    IBR(JJ,I)=IBAR(K,JJ)
 109    CONTINUE
        DO 107 I=1,ITIME
        N=N+1
        IF(N.NE.ITIME)GO TO 107
        WRITE(3,105)
 105    FORMAT('1',////30X,'BARCHART DRAWING',//,80('='))
        N=0
 107    WRITE(3,104)I,(IBR(I,IKV),IKV=1,15),I
 104    FORMAT(5x,I3,15(1X,A1),I3)
 110    CONTINUE
 2000   STOP
        END
```


Ghalib.Abbasi@pmpjo.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

ملحق (٤)

برمجية لطريقة تقييم ومراجعة البرنامج (احتمالية)

هذا البرنامج بلغة (Fortran) يستخدم طريقة تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) بناءً على تمثيل المشروع باستخدام طريقة النشاط على السهم (AOA) لإيجاد الأوقات المبكرة والمتأخرة ، ومدة المشروع ، ومقدار التباين والانحراف المعياري للنشاطات والمسارات ، وقد قدم هذا الموضوع في الفصل الثامن .

```
c   ------------------------------------------------------------------------
c         INPUT                              OUTPUT
c   ------------------------------------------------------------------------
c     Number of activities          ESD,EFD,LSD,LFD,FF,TF
c     Activities                    Project duration
c     Node number                   Activity stanard deviation
c     Activity 3 time dur.          Activity variance
c     Dependency                    Pathes variance
c     Pathes
c   ------------------------------------------------------------------------
c  THE PARAMETERS USED IN THIS PROGRAM ARE AS FOLOWS:
c         J      THE NUBEER OF ACTIVITIE ON ARC
c         NO     OF ACTIVITIES
c         DUR    ACTIVITY DURATION
c         IPR    NO. OF CPRECEDING ACTIVITY
c         IACT   DESCRIPTION OF ACTIVITY
c         NPR    NO OF PRECEDING ACTIVITY
c         ESD    EARLY START DATE
c         EFD    EARLY FINISH DATE
c         LSD    LATE START DATE
c         LFD    LATE FINISH DATE
c         Q      STANDARD DEVIATION OF ACTIVITY
c         SL     SLACK
c         VAR    VARIANCE
c         IBAR,ICAT,IBR,IBLANK,IDOT,ISTAR HEPING LOGIC SYMPOLS
c   ------------------------------------------------------------------------

      DIMENSION J(250),NPR(250),IPR(250,10),DUR(250),ESD(250),EFD(250)
      DIMENSION IBAR(250,650),ICAT(30,300),IBR(650,50),IA(50)
      DIMENSION LSD(250),LFD(250),TF(250),FF(250),IACT(300,30)
      DIMENSION DOP(100),DPS(100),DM(100),EQ(100),EQQ(100)
      DIMENSION IPP(30,30),MEX(30),DUH(30)
      DATA IBLANK/' '/IDOT/'*'/,ISTAR/'0'/
      CHARACTER IACT,ICAT
      INTEGER DUR,ESD,EFD,TF,FF,DOP,DPS,DM,IPT,DUH,MEX
      OPEN(1,FILE='ISPT.DAT',STATUS='OLD')
      OPEN(3,FILE='OPUT.OUT',STATUS='NEW')
      DO 88 KN=1,50
      DO 89 JY=1,30
      IPP(KN,JY)=0
   89 CONTINUE
      DUH(KN)=0
      MEX(KN)=0
      DUR(KN)=0
      DOP(KN)=0
      DPS(KN)=0
      DM(KN)=0
      J(KN)=0
      NPR(KN)=0
```


Ghaleb@pmp.com

```
      ESD(KN)=0
      EFD(KN)=0
      FF(KN)=0
      TF(KN)=0
      LFD(KN)=9990
      LSD(KN)=0
      DO 77 KB=1,3
      IPR(KN,KB)=0
77    CONTINUE
88    CONTINUE
      READ(1,11)NO
      WRITE(3,12)NO
11    FORMAT(1X,I3)
12    FORMAT(/,'(CPM PROGRAM)'/,2X,80('*'),/,'ACTIVITY NO=',I3)
      DO 99 IM=1,NO
*     READ(1,1)DOP(IM),DM(IM),DPS(IM),J(IM),NPR(IM),(IACT(IM,LV),
     +  LV=1,25),IA(IM)
1     FORMAT(1X,5(I3,1X),25A1,I5)
      WRITE(3,1)DOP(IM),DM(IM),DPS(IM),J(IM),NPR(IM),(IACT(IM,LV),
     +  LV=1,25),IA(IM)
*     DUR(IM)=(DOP(IM)+4*DM(IM)+DPS(IM))/6
      WRITE(3,1)DOP(IM),DM(IM),DPS(IM),J(IM),NPR(IM),
     +  (IACT(IM,LW),LW=1,25)
      DM(IM)=(DPS(IM)-DOP(IM))*100/6
      DPS(IM)=DM(IM)*DM(IM)
      IKK=NPR(IM)
      READ(1,2)(IPR(IM,LL),LL=1,IKK)
      WRITE(3,2)(IPR(IM,LY),LY=1,IKK)
2     FORMAT(1X,3(I3,1X))
99    CONTINUE
C     ------------------------------------------------------------------
C           ESD  &  EFD
C     ------------------------------------------------------------------
      IPR(1,1)=0
      DO 16 K1=1,NO
      MAX=0
      MMM=NPR(K1)
      IF(NPR(K1).GE.1)GOTO 3
      ESD(K1)=0
      EFD(K1)=DUR(K1)
      GOTO 16
3     DO 15 N1=1,MMM
      DO 13 IC=1,NO
      IF(IPR(K1,N1).EQ.J(IC))GO TO 14
      GOTO 13
14    IF(EFD(IC).GE.MAX)MAX=EFD(IC)
      ESD(K1)=MAX
      EFD(K1)=ESD(K1)+DUR(K1)
      FF(IC)=ESD(K1)-EFD(IC)
13    CONTINUE
15    CONTINUE
16    CONTINUE
C     ------------------------------------------------------------------
C           LSD  &  LFD
C     ------------------------------------------------------------------
      LFD(NO)=EFD(NO)
      LSD(NO)=EFD(NO)
      MIN=9999
      DO 30 K=1,NO
      NX=NO-K+1
      MNN=NPR(NX)
      DO 10 N=1,MNN
      DO 19 I1=1,NO
*     IF(IPR(NX,N).EQ.J(I1))GOTO 7
      GOTO 19
7     IF(LSD(NX).GE.LFD(I1))GOTO 19
      LFD(I1)=LSD(NX)
      LSD(I1)=LFD(I1)-DUR(I1)
19    CONTINUE
*     10    CONTINUE
30    CONTINUE

      DO 190 NR=1,NO
      TF(NR)=LFD(NR)-EFD(NR)
190   CONTINUE

C     ------------------------------------------------------------------
C           STANDARD DEVIATION
C     ------------------------------------------------------------------
      DO 177 KI=1,5
     READ(*,*)(IPP(KI,KS),KS=1,6)
```


Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

```
 51     FORMAT(1X,7I3)
       WRITE(*,*)(IPP(KI,KS),KS=1,6)
 177   CONTINUE
       IPR(1,1)=0
 300   DO 115 NU=1,6
       DO 113 IHC=1,6
       DO 171 II=1,NO
       IF(IPP(NU,IHC).EQ.J(II))GOTO 114
       GOTO 171
 114   MEX(NU)=MEX(NU)+DPS(II)
       DUH(NU)=DUH(NU)+DUR(II)
 171   CONTINUE
 113   CONTINUE
 115   CONTINUE
C  ------------------------------------------------------------------
C           RESULTS
C  ------------------------------------------------------------------

       WRITE(3,55)
 55    FORMAT('1'/80('*'),/,29X,9X,'EARLY',3X,'LATE',5X
     +  ,/,'  NO   ACTTIVITY  ','   PRE'
     +  ,/,9X,'                    DUR NO ESD EFD LSD LFD  SL   Q   QQ',3X,
     +  '    NOTE' ,/,80('=')//)
       PA=0
       DO 65 IE=1,NO
       PA=PA+1
       IF(TF(IE).LE.0)GOTO 66
       WRITE(3,6)IE,(IACT(IE,LN),LN=1,25),DUR(IE),J(IE),ESD(IE),EFD(IE)
     +  ,LSD(IE),LFD(IE),FF(IE),DM(IE),DPS(IE)
 6     FORMAT(I3,25A1,I3,1X,I3,1X,I3,1X,I3,4I4,I6)
       GOTO 85
 66    WRITE(3,4)IE,(IACT(IE,LN),LN=1,25),DUR(IE),J(IE),ESD(IE),EFD(IE)
     +  ,LSD(IE),LFD(IE),FF(IE),DM(IE),DPS(IE)
 4     FORMAT(I3,25A1,I3,1X,I3,1X,I3,1X,I3,4I4,I6,'    **** ')
 85    LC=NPR(IE)
       WRITE(3,17)(IPR(IE,KH),KH=1,LC)
 17    FORMAT(20X,I4,/)
       WRITE(3,820)
 820   FORMAT(80('.'))
       IF(PA.GE.16)WRITE(3,55)
       IF(PA.GE.16)PA=0
 65    CONTINUE
       WRITE(3,80)LFD(NO)
 80    FORMAT(/'PROJECT DUR.=',I8,//,
     +  //,'    ****       MEANS CRITICAL ACT.'/80('*')///)
       DO 59 IX=1,5
       WRITE(*,*)MEX(IX),DUH(IX)
 58    FORMAT(2X,I6,'PATH DUR= ',I6,'PATH ST.DEV.= ',I6)
 59    CONTINUE
       STOP
       END
```


Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com

فهرس المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	رقم الصفحة	المصطلح باللغة الإنجليزية
(أ)		
إتخاذ القرار	٢٠	Making Decision
إحتمال	١٧٧ ، ١٨٤	Probability
إدارة تنفيذية	٦	Executive Management
إدارة عليا	٧	Upper Management
إدارة وسطى	٧	Middle Management
أساليب تنقيبية	٢٣٦ ، ٢٤١	Heuristic Procedures
التنبؤ	٢٨	Forecast
إنحراف معياري	١٨٢، ١٨٧، ١٩١	Standard Deviation
أساليب أمثلة	٢٣٧	Optimization
(ب)		
برنامج	٣٩	Program
برمجة خطية	٢٣٧	Linear Programming
برامترية	٢١٢	Parametric Linear Programming
برمجية	٣١٤ ، ٣١٩	Software
(ت)		
تأكد	١٧٧	Certainty
تباين	١٨٢ ، ١٨٧	Variance
تتابع رئيسي	٥	Major Sequence
تحديث	٢٧٨	Updating
تحليل الوقت والكلفة	٢٠٣	Time-Cost Analysis
تخطيط	٢٥	Planning
عناصر	٢٧	Elements
مراحل	٣١	Stages
هرمية	٧ ، ٣٣	Pyramid
أهداف	٣٤	Objectives
أسباب فشل	٣٥	
تخفيف	٢١٤	Relax
تسريع	٢٠٣ ، ٢١١	Expedite
تسوية الموارد	٢٢٩	Resource Leveling
تقييم المشروع	٢٧٥	Project Evaluation
تقليل التفاوت	٢٣٦ ، ٢٣٨	Resource Smoothing
تلكؤ الاتصال	١٥٤ ، ١٥٨	Link Lag

Ghaleb.Abbasi@pmio.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

Organization		تنظيم
Product	٤٢	حسب المنتج
Informal	٤١	غير رسمي
Matrix	٤٣	مصفوفي
Functional	٤١	وظيفي
Formal	٤٠	رسمي
Implementation	١٦	تنفيذ
Normal Distribution	١٨٤ ، ٣٢٦	توزيع طبيعي
Continuous Distribution	١٨١	توزيع متصل
		(ج)
Scheduling	١٦، ١٠٠، ١١٢، ١٩١	جدولة
		(ح)
Computer	٣١٤ ، ٣١٦	حاسوب
Event	١٠ ، ٨٠	حدث
Craft	٢٧١	حرفة
		(خ)
Node	١٤ ، ١٣٧	خانة (أنظر عقدة)
Straight Line	٢٠٦	خط مستقيم
		(د)
Management Cycle	٢١	دورة الإدارة
Project Life Cycle	٥٧	دورة حياة المشروع
		(ر)
Unique Number	١٤٧	رقم فريد
		(س)
Arrow	١٤ ، ٨٠	سهم
		(ش)
Overlapping Networks	١٦٥	شبكات متداخلة
		(ص)
Decision Maker	٢٠ ، ١٠٠	صانع القرار
		(ض)
Crashing, Expediting	٢٠٥ ، ٢١٢	ضغط المشروع
		(ط)
		طرق
Probabilistic Methods	٩ ، ١٧٧ ، ١٨٤	احتمالية
Heuristic Methods	٢٣٦ ، ٢٤١ ، ٢٥٧	تنقيبية
Enumeration Techniques	٢٣٧	عددية
Deterministic Methods	٩ ، ١٧٧	مؤكدة

Ghaleb.Abbasi@pmpio.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

طريقة

Minimum Late Start Time Method	أقل وقت بداية متأخر	٢٥٧ ، ٢٥٩
Minimum Moment Alogritm	العزم الأدنى	٢٤١ ، ٢٥١
Precedence Diagramming Method(PDM)	المخطط التصدُّري	١١ ، ١٣ ، ١٣٧
Arrow Diagramming Method (ADM)	المخطط السهمي	١٠ ، ٧٩
Critical Path Method (CPM)	المسار الحرج	٤ ، ١٢٥ ، ١٥٩
Activity On Node (AON)	النشاط داخل الخانة (انظر المخطط التصدُّري)	
Activity On Arrow (AOA)	النشاط على السهم (انظر المخطط السهمي)	
Burgess Alogrithm	بيرجس	٢٣٦ ، ٢٤١ ، ٢٤٧
PERT	تقييم ومراجعة البرنامج	٨ ، ١٧٦

(ع)

Uncertainty	عدم التأكد	١٧٧
Node	عقدة (انظر خانة)	١٤ ، ١٣٧
Dependency Relationships	علاقات إعتمادية	١٥٣ ، ١٦٧
Start To Start (STS)	البداية إلى البداية	١٧٠
Start To Finish (STF)	البداية إلى النهاية	١٧٢
Finish To Start (FTS)	النهاية إلى البداية	١٦٩
Finish To Finish (FTF)	النهاية إلى النهاية	١٧١
Burst	الإنفلاق	٨٢
Merge	التداخل	٨٢
Cross	التقاطع	٨٢

(ف)

Duration	فترة	١٦
Project Duration	فترة المشروع	١٦، ١٠٠، ١٤٨، ١٩١

(ق)

Project Constraints	قيود المشروع	١٨

(ك)

كلفة

Opportunity Cost	بديلة	٢٠٤
Normal Cost	طبيعية	٢٠٣ ، ٢٠٥
Indirect Cost	غير مباشرة	٢١١
Total Cost	كلية	٢١١
Direct Cost	مباشرة	٢٠٣ ، ٢١١
Optimum Cost	مثلى	٢١١
Crashed Cost	مضغوطة	٢٠٥ ، ٢١٤

(م)

Continuous	متصل	١٨١ ، ١٨٤

Ghaleb.Abbasi@pmpro.com

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.tracker-software.com

مخطط		
إجمالي	١٣	Master Network
انسيابي	٧١	Flow Chart
تصدري	١٣٦	Precedence Diagram
جانت	٣ ، ٦٥	Gantt Chart
جزئي	١٣	Sub - Network
سهمي	٧٩	Arrow Diagram
ذي مقياس زمني	٩٤	Time Scaled Network
شبكي	١٠	Network Diagram
الخانات	١٣٦	
مدى	١٨٢	Range
مراقبة	١٦ ، ٢٦٨	Control
مرحلة	٢٧١	Milestone
مرور أمامي		Forward Pass
مخطط سهمي	١٠٢	Arrow Diagram
مخطط تصدري	١٤٩	Precedence Diagram
مرور خلفي		Backward Pass
مخطط سهمي	١٠٧	Arrow Diagram
مخطط تصدري	١٥٠	Precedence Diagram
مرونة	١١٥	Float
حرة	١١٧ ، ١٥٥	Free
كلية	١١٦ ، ١٥٥	Total
متداخلة	١١٧ ، ١٥٦	Interfering
مستقلة	١١٧ ، ١٥٧	Independent
مسار حرج	١٢٥ ، ١٥٩ ، ١٩٤	Critical Path
مشروع		Project
تعريف	٣٨	Definition
تنظيم	٣٩	Organization
مقاييس التشتت	١٨٢	Measures of Dispersion
مقاييس النزعة المركزية	١٧٨	Measures of Central Tendency
ميل الكلفة	٢٠٧	Cost Slope
منتظم المستوى	٢٣٢	Uniform Level
منحنى الوقت والكلفة التراكمي	٢٢٢	S - Curve
منحنى خطي متصل	٢٠٧	Continuous Linear Curve
منحنى متكافئ	٢٧٦	Parabolic Curve
منطق	١٦٩	Logic
منوال	١٧٨	Mode
مورد	١٨ ، ٢٢٩	Resource

Ghaleb.Abbasi@pmpio.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.tracker-software.com

(ن)

Activity		نشاط
Precdecessor	٨١	سابق
Successor	٨١	لاحق
Dummy	٨٣ ، ٨٤	وهمي
		نشاطات
Production Activities	٤٦	الإنتاج
Procurement Activitie	٤٦	الإمداد
Ladder/Repetitive Activities	٩٦ ، ١٦٠	سُلمّية (أو متكررة)
Management Decision Activities	٤٦	القرار الإداري
Redundant Dummies	٨٤	وهمية زائدة
Network System Analysis	١٦	نظام التحليل الشبكي
Project Control System	٢٧١	نظام المراقبة لمشروع
Central Limit Theorey		نظرية أساسية في تقارب
	١٨٧	التوزيعات الاحصائية
Mathematical Models	٢٣٧	نماذج رياضية
		(هـ)
Work Breakdown Structure - (WBS)	١٦ ، ٥٢ ، ٢٨٢	هيكل تقسيم العمل
		(و)
Arithmetic Mean	١٧٨	وسط حسابي
Median	١٧٨	وسيط
Link	١٤ ، ١٥٤	وصلة
Task	١٤	وظيفة
		وقت
Late Start Time		البداية المتأخرة (انظر المرور الخلفي)
Early Start Time		البداية المبكرة (انظر المرور الأمامي)
Most Probable Time	١٨٦	أكثر احتمالاً
Early Event Time	١١٢	الحدث المبكر
Late Event Time	١١٢	الحدث المتأخر
Early Finish Time		النهاية المبكرة (انظر المرور الأمامي)
		النهاية المتأخرة (انظر المرور الخلفي)
		Late Finish Time
Pessimistic Time	١٨٦	تشاؤمي
Optimistic Time	١٨٦	تفاؤلي
Normal Time	٢٠٤	طبيعي
Expected Time	١٨٧	متوقع
Scheduled Time		مجدو ل (انظر جدولة)
Crashed Time	٢٠٥ ، ٢١٤	مضغوط

Ghaleb.Abbasi@pmpjo.com