الفصل الرابع

إدارة الموارد (Resource Management)

obeikandl.com

محتويات الفصل:

٤-١ مقدمة.

٤-٢ إدارة الموارد (Management of Resources).

٤-٣ توزيع الموارد (Resource Allocation).

٤-٤ تسوية الموارد (Resource Leveling).

٤-٤-١ الحل اليدوي في تسوية الموارد.

(Manual Solution for Resource Leveling)

٤-٥ توزيع الموارد في حالة عدم توافرها.

(Allocation of Limited Resources)

٤-٥-١الطريقة المتتالية (Series Method).

٤-٥-٢ الطريقة المتوازية (Parallel Method).

٤-٥-٣ الحل اليدوي لتوزيع الموارد.

(Manual Solution for Resource Allocation)

٤-٦ الخلاصة (Summary).

obeikandl.com

٤-١ مقدمة:

تبدأ عملية التخطيط الزمني لأي مشروع بتقسيم هذا المشروع إلى مجموعة من الأنشطة(Activities)، ويمكن تعريف النشاط بأنه جزء من المشروع ينفذ بواسطة كم معين من الموارد (Resources) في زمن معين، ويوجد علاقة مباشرة بين كمية الموارد التي ينفذ بواسطتها النشاط وبين زمن تنفيذ النشاط، هذه العلاقة تتمثل في أن حجم العمل الذي يحتويه النشاط أو كمية الموارد الكلية اللازمة لإنجاز النشاط ثابتة وتساوي حاصل ضرب عدد أو كمية الموارد لوحدة الزمن في زمن التنفيذ فإذا قل الزمن زادت كمية الموارد لوحدة الزمن ولو قلت كمية الموارد المتاحة لوحدة الزمن زادت الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز النشاط.

مثال للإيضاح: إذا كان إنتاج محطة الخلط ١٠٠ متر مكعب يومياً والمطلوب إنتاج ١٠٠٠ متر مكعب للعمل عشرة أيام، أما إذا زادت الإنتاجية إلى ٢٠٠ متر مكعب فإن المدة تصبح خمسة أيام وهكذا..

إن الموارد في أي مشروع تشييد لا تخرج عن كونها المواد والعمالة والمعدات والمال، وقد تكون بعض الموارد غير متوفرة بالقدر المطلوب، مما يضطرنا إلى تعديل البرنامج، ولا بد من دراسة الأمر وإجراء تحليل تفصيلي للموارد من مبادئ التخطيط الزمني بواسطة طريقة المسار الحرج وأن يتم البدء في تحديد الفترة الزمنية اللازمة لكل نشاط ودراسة الموارد المطلوبة لكل نشاط على حده وعمل التسلسل المنطقي بين الأنشطة وإجراء حسابات الجدولة الزمنية بدون النظر إلى ما قد ينتج عن تزامن عدة أنشطة تستعمل نفس المورد من عدم إمكانية توفيرها في نفس الوقت، فالتسلسل الذي يجب أن تتبعه النشاطات يجب أن يعكس العلاقات الطبيعية بين أنشطة الشبكة بغض النظر عن مدى إتاحة وتوافر الموارد اللازمة لهذه الأنشطة، وقد يحدث التطرق لحدود الموارد أثناء عمل التسلسل المنطقي لأنشطة الشبكة، كمثال على ذلك، قد توضح شبكة الأعمال في مبنى متعدد الطوابق عدم إمكانية تنفيذ أعمال السيراميك بالدور الثاني إلا بعد انتهاء أعمال سيراميك الدور الأول، ومن منظور المنطق البحت

فإن النشاطين يعتبران مستقلان إلا أن القائم على الجدولة قد يضع افتراض وجود فريق عمل واحد لتركيب السيراميك مما يجعله يرتب تسلسل النشاطات في كل دور على حدة، وكما تم مناقشته سابقا فإن احتواء الشبكة على العديد من القيود قد يؤدي إلى تطويل مدة المشروع دون ضرورة لذلك، الشائع الأن هو ان تعد الدراسة الأولية و تحدد الشبكة و إجراء التحليل الزمني ثم يتم دراسة الموارد اللازمة لأنجاز العمل ثم مدى توفرالموارد ومدى الإستغلال لها ويتم تعديل الجدول لمراعاة ذلك.

٤-٢ إدارة الموارد (Management of Resources):

يمكن تعريف الإدارة عموما بأنها: استخدام الموارد والوسائل المتاحة بكفاءة وفعالية لتحقيق الأهداف المرجوة، وبغض النظر عن القيود التي تفرضها الموارد، وفي حالة وجود بعض الموارد المحدودة فإنه يجب علينا إدارتها والتحكم فيها عن طريق إجراء بعض التعديلات بالبرنامج الزمني باستعمال الفوائض الزمنية للأنشطة غير الحرجة وإعادة توزيع الموارد بغرض الاستعمال الأمثل لها.

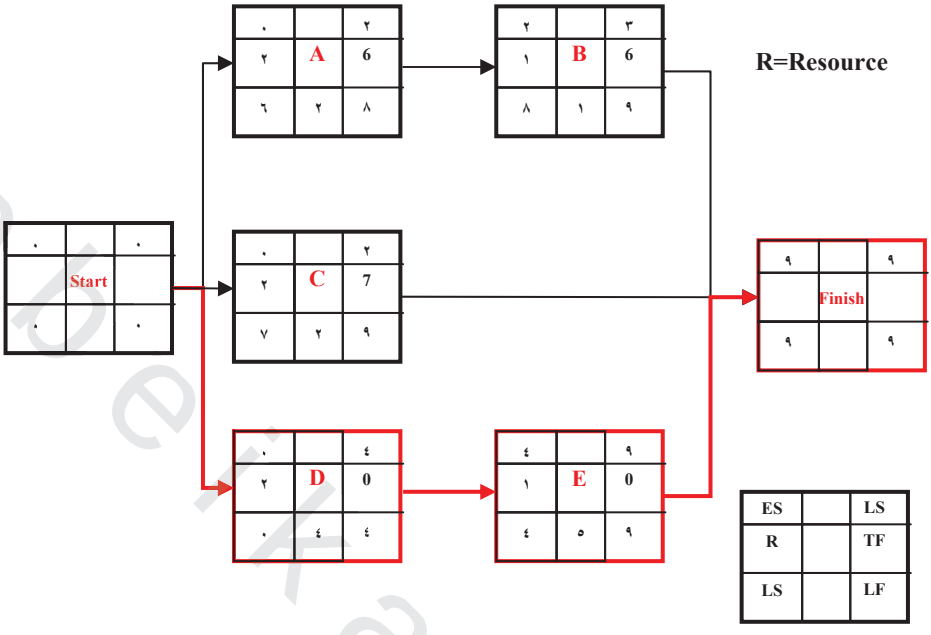
الموارد التي يجب أن يتم دراستها وتوضع في الاعتبار هي تلك الموارد الهامة التي تفرض الكثير من القيود على البرنامج الزمني نتيجة عدم توافرها، أو من الممكن أن تكون متوافرة ولكن اقتصاديات المشروع تحتم ترشيد استخدام الموارد وتلافي الإستغلال غير المتوازن للموارد، مع ضمان المتطلبات الضرورية للمشروع والتقليل من الوقت الضائع بدون استخدام هذه الموارد. وكمثال على ما سبق، في حالة تخصيص رافعه حمولتها ٢٠٠ طن لمشروع معين، وتم تسلسل النشاطات بطريق ما بحيث أصبح من الضروري استخدام رافعه أخرى لعدة أيام، وبما أنه من غير المنطقي وغير الاقتصادي استخدام رافعه إضافية لعدة أيام فقط وبالتالي يجب إجراء بعض التعديلات ليتوافق مع وجود رافعة واحدة تقوم بأداء جميع النشاطات.

تعتبر العمالة اللازمة للمشروع (Crews) من الموارد الشائع إدارتها حيث أن إنتاجية فرق عمل المشروع سواء كانت نجارة أو سباكة أو حدادة أو أي مهنة أخرى ستكون أعلى إذا تم الحفاظ على حجم فريق عمل ثابت طوال فترة المشروع، ولكن تأجير فرق عمل إضافية لفترات زمنية قصيرة سيتطلب توجيهاً إضافياً من المشرف، وبالتالي لن تكون معدلات إنتاجهم عالية كما هو الحال مع الفريق الدائم.

تعتبر المواد (Material) أيضا من الموارد الأخرى التي يجب إدارتها، ففي بعض الأحيان يعتبر هذا المورد محدودا، كمثال: إذا كان الجدول الزمني يتطلب صب ٦٠٠ متر مكعب خرسانة يومياً بينما كمية الخرسانة الممكن إرسالها للموقع يومياً تعتبر محدودة، فيجب إدارة توريد الخرسانة وتعديل البرنامج الزمني بناءً على ذلك.

يعتبر التمويل أيضا من الموارد التي من الممكن أن تكون محدودة، ويجب إدارتها وتعديل البرنامج الزمني ليعكس القدرة التمويلية للمشروع مع الزمن، وكمثال بعد الانتهاء من البرنامج الزمني وجد أن متوسط المصروفات الشهرية ١,٠٠٠,٠٠٠ (مليون) دولار ولكن التمويل الشهري للمشروع لا يمكن أن يتعدى مبلغ ٨٠٠,٠٠٠ دولار شهريا لذا يجب في هذه الحالة تعديل البرنامج الزمني وإطالة الفترة الزمنية للمشروع حتى ينتج متوسط تكلفة ٨٠٠,٠٠٠ دولار شهريا.

دراستنا في هذا الموضوع كما سبق توضيحه المراد منها هو إدارة الموارد الهامة والتي تفرض الكثير من القيود على الجدول، وبسبب عدم توافرها أو كونها محدودة أو من الممكن أن تكون متوافرة ولكن اقتصاديات المشروع تحتم استخدام الحد الأمثل من هذه الموارد بأقصى كفاءة ممكنة، وكذا عرض كيفية توزيع وتسوية الموارد في المشاريع الهندسية وكذلك في حالة عدم توفر الموارد كيفية إعادة التوزيع بغرض الحد من إطالة مدة المشروع عن المدة المقررة ثم تسوية الموارد في هذه الحالة. وسيتم توضيح ذلك بالمثال التالي.



شكل(٤-١) شبكة الأعمال

تحديد عدد الموارد لكل نشاط:

- على افتراض أن الأنشطة كلها تشترك في نوعية العمل نفسه وبالتالي تحتاج لنوع واحد من العمالة (مثال: تركيب الأرضيات).

نأخذ النشاط A على سبيل المثال:

- مساحة الأرضية للنشاط A =40 م٢.
- إنتاجية العامل = ١٠ م٢ في اليوم الواحد.
- مدة النشاط = يومين (عاملين في اليوم الواحد للانتهاء في المدة المحددة).
- تحتاج إلي ٤ عمال لمدة يومين فيكون الاحتياج للعمال كما يلي:

العمالة المطلوبة للنشاط A = مدة النشاط X العمالة اليومية المطلوبة

A =2 X 2=4 وكذلك لباقي الأنشطة.

B =1 X 1=1

4=2 X 2= C
8=2 X 4= D
5=5 X 1= E

مجموع العمالة المطلوبة للمشروع = ٢٢ يوم عماله.

فيكون السؤال المطروح هو ما هي العمالة اللازمة يومياً لهذا المشروع فأحد الحلول هو جدولة المشروع على أساس البداية المبكرة (E.S) وتحديد الموارد وفقاً لذلك وهو ما سيتم إيضاحه فيما يلي.

٤-٣ توزيع الموارد (Resource Allocation)) (ES:

أولاً: توزيع الموارد على البداية المبكرة (Early Start)

الخطوات:

١- حساب مدة المشروع = ٩ أيام (ط.م.ح CPM).

٢- تحديد الأنشطة التي تبدأ في اليوم الأول وحساب عدد الموارد لكل منها.

obeikandl.com

عدد الموارد	
اليوم الأول	النشاط
٢	A
٢	C
٢	D
٦	المجموع

٣- تحديد الأنشطة التي تبدأ في اليوم الثاني وحساب عدد الموارد لكل منها:

عدد الموارد		
اليوم الثاني	اليوم الأول	النشاط
٢	٢	A
٢	٢	C
٢	٢	D
٦	٦	المجموع

٤- تكرار الخطوة رقم (٣) لليوم الثالث إلى اليوم التاسع (نهاية المشروع) وتكون النتيجة كما يلي.

عدد الموارد									
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
A	٢	٢							
B			١						
C	٢	٢							
D	٢	٢	٢	٢					
E					١	١	١	١	١
المجموع	٦	٦	٣	٢	١	١	١	١	١

جدول (٤-١)

توزيع الموارد على أساس البداية المبكرة

obeikandi.com

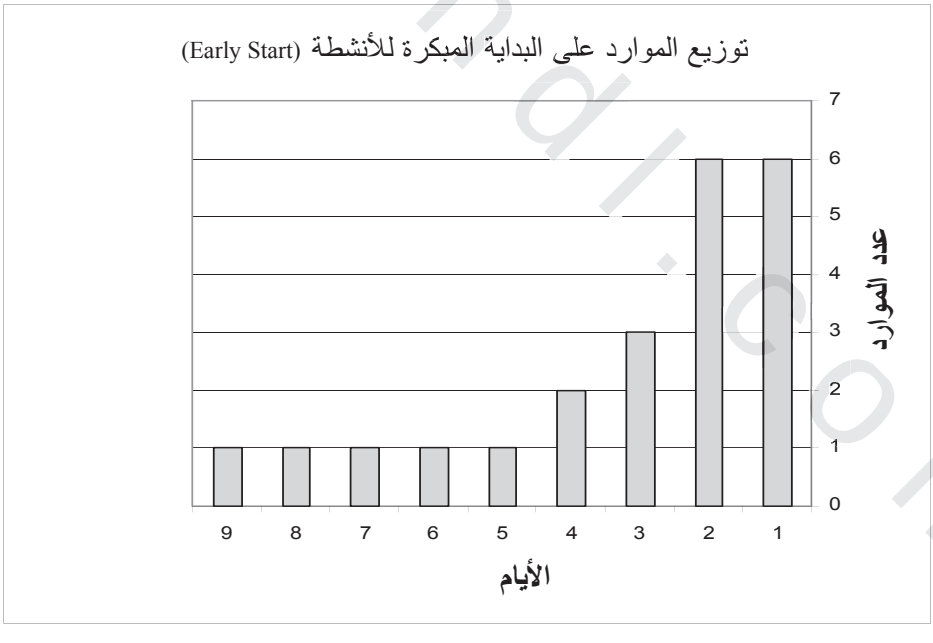
مجموع عدد العمال طوال فترة المشروع = ٦ + ٦ + ٣ + ٢ + ١ + ١ + ١ + ١ + ١ = ٢٢ يوم عمالة.

معدل احتياج المشروع من العمال = مجموع العمال طوال فترة المشروع / عدد أيام المشروع.

= ٢٢/ ٩ = (٢ -٣) عامل لكل يوم.

ملاحظات على توزيع البداية المبكرة:

استهلاك كبير للموارد مع بداية المشروع مما يؤدي إلى ضياع قدر كبير من الميزانية في بداية المشروع لأي سبب من الأسباب. مما يؤدي الى إهدار الأموال. إذا اضطر المقاول إلى الالتزام بنفس عدد العمالة طوال مدة المشروع وتوفير هذا الكم الكبير من العمالة بدون مبرر إلا أنه يلاحظ أن الفوائض الزمنية للأنشطة لم تستغل.ويبين الشكل التالي توزيع الموارد على البداية المبكرة للأنشطة.



شكل (٤-٣)

obeikandl.com

توزيع الموارد علي البداية المبكرة للأنشطة (Early Start)

ثانيا: توزيع الموارد على البداية المتأخرة (Late Start):

الخطوات :

١- حساب مدة المشروع شكل (٤-١).

٢- تشغيل الأنشطة التي تبدأ في اليوم الأول وحساب عدد الموارد لكل منها :

عدد الموارد	
اليوم الأول	النشاط
٢	D

٣- تشغيل الأنشطة التي تبدأ في اليوم الثاني وحساب عدد الموارد لكل منها:

عدد الموارد		
اليوم الأول	اليوم الثاني	النشاط
٢	٢	D

٤- تكرار الخطوة (٣) لليوم الثالث إلى اليوم التاسع (نهاية المشروع) :

عدد الموارد									
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	النشاط
	٢	٢							A
١									B
٢	٢								C
					٢	٢	٢	٢	D
١	١	١	١	١					E
٤	٥	٣	١	١	٢	٢	٢	٢	المجموع

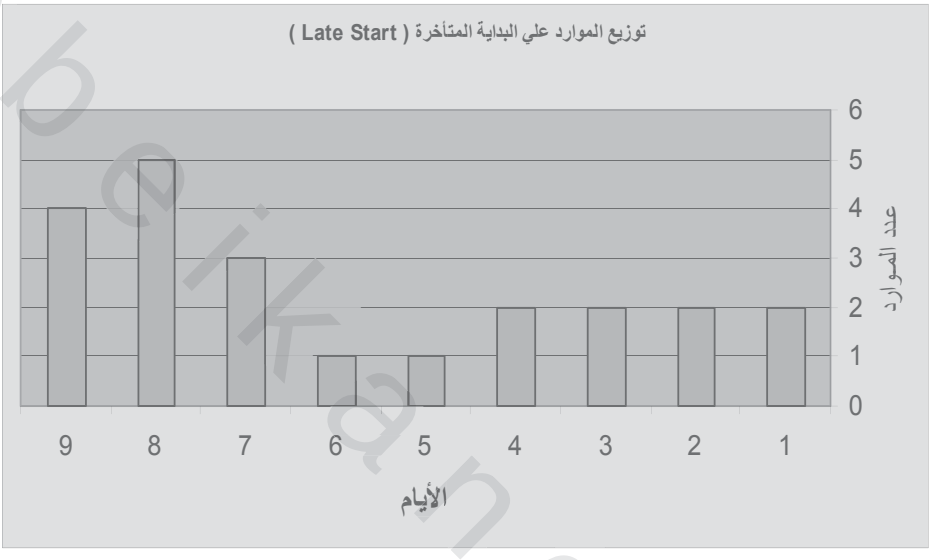
obeikandi.com

جدول (٤-٣)
توزيع الأعمال على البداية المتأخرة

obeikandl.com

الملاحظات:

يوجد تفاوت كبير في عدد الموارد طوال فترة المشروع مما يسبب استغلالاً غير جيد لها وضياع المال على الموارد التي لا حاجة لها. ويبين الشكل التالي توزيع الموارد على البداية المتأخرة وبذلك تتحول الأنشطة الى أنشطة حرجة و هذه مخاطرة يترتب عليها تأخر المشروع.



شكل (٤-٣)

توزيع الموارد على البداية المتأخرة

ولعلاج العيوب المترتبة على استعمال الجدولة المبكرة أو المتأخرة، فإنه يجب تسوية الموارد على فرض أنه يجب الالتزام على مدة المشروع الأصلية وتوفر الموارد المطلوبة وسوف يتم شرح ذلك في الفقرة التالية.

٤-٤ تسوية الموارد(Resource Leveling) :

تعرف عملية تسوية الموارد لمورد معين بأنها الطريقة الفعالة لتسهيل عملية استخدام الموارد بأقصى كفاءة بدون تغيير توقيت المشروع، عن طريق اختزال كمية المورد في الأيام المطلوب لها كمية كبيرة من الموارد وأيضا زيادة كمية المورد في الأيام المطلوب لها كمية قليلة طبقاً لحسابات شبكة المسار الحرج.

وعادة لا تكون الموارد محدودة بشكل مطلق، ولكن من الممكن ببساطة أن يتسبب زيادة مقدار الموارد عن الحد العادي لها وقتاً معيناً من المشروع في زيادة التكلفة بشكل واضح.

أي أنه حين تتحدد الفترة الزمنية للمشروع بدون مراعاة حدود الموارد المتاحة، بحيث لا يمكن إطالة الفترة الزمنية للمشروع، تصبح عملية تسوية الموارد عملية إستراتيجية فعالة لإنجاز المشروع في الوقت المخطط له بأقل تكلفة إضافية.

عملية تسوية الموارد لا تتقيد بمحدودية الموارد فقط، ولكن الهدف منها تقليل أقصى احتياج لمورد معين في فترة زمنية معينة، أو يوم معين بالإضافة إلى محاولة جعل متوسط معدل الاحتياج لمورد معين ثابت تقريباً، وبالتالي استمرارية العمل مما يفيد في زيادة الإنتاجية بشكل واضح.

ويمكن الاستفادة من عملية تسوية الموارد وخاصة بالنسبة للعمالة، لأنه يساعد على تجنب أو تقليل الحاجة إلى تأجير أيدي عاملة لفترة قصيرة من الوقت، خاصة إذا كان من الصعب الحصول على عمالة ماهرة ويستلزم الأمر إعطاء العمال الجدد دورات تدريبية في حرفهم وتدريباً إضافياً، كما تعتبر العمالة المؤجرة حديثا أقل كفاءة في أداء العمل، بالإضافة للتكاليف غير المباشرة المرتبطة بكل عامل يؤجر أو يفصل، كما تفيد عملية تسوية الموارد في تقليل الحاجة لفصل بعض العمال بغرض تقليل موارد العمالة في وقت محدد، وكما هو معلوم فإنه بفصل أي عمالة سينتج تثبيط لمعنويات وهمة باقي فرقة العمل في المشروع وبالتالي ضعف الإنتاجية، ويمكن التقليل والحد من هذه السلبيات عن طريق عملية تسوية الموارد.

إن طريقة تسوية الموارد التي سيتم وصفها تلبي احتياجات الموارد الضرورية عن طريق استخدام فترات السماح(T.F)، حيث إنه يمكن إعادة ترتيب أنشطة المشروع بشكل ما بحيث تكون متطلبات الموارد أكثر انتظاما طوال الفترة الزمنية للمشروع.

يفترض عند تسوية الموارد أنه بمجرد بدء النشاط لا يمكن مقاطعته، ويراعى عدم الإخلال بتسلسل الأنشطة المبين في المخطط الشبكي، وأن استهلاك أعداد ومعدلات الموارد يعتبر ثابتا طوال الفترة الزمنية للنشاط،

ويراعى أيضا عدم تغيير مدد الأنشطة باعتبار أن هذه الأعداد والمدد تعطي أفضل معدل إنتاج.

من الممكن استخدام عدد من الطرق المختلفة لتسوية الموارد، وجميع الطرق سيكون لها نفس الهدف وهو استخدام فترات السماح المتاحة للوصول إلى تسوية للموارد مع الحفاظ على الفترة الزمنية للمشروع ثابتة.

٤-٤-١ الحل اليدوي في تسوية الموارد:

(Manual Solution for Resource Leveling)

يستعمل الحل اليدوي لتسوية الموارد للشبكات البسيطة فقط من منظور الوقت والجهد. وبالرغم من أن الحسابات الآلية تستطيع حل هذه المشاكل بسهولة وهو المستعمل في الحياة العملية إلا أن هدف هذا التمرين ببساطة هو تقديم المبادئ الأساسية لحسابات تسوية الموارد. وكما تم ذكره فمن المفترض أن النشاطات لا تؤدى معا، ويتم تسوية مورد واحد فقط في كل خطوه، وتسوية باقي الموارد على حده بنفس الأسلوب، ويعتبر من الصعب أيضا تسوية الموارد يدويا لمشروع ذي موارد متعددة في نفس الوقت، وحيث إن الفترة الزمنية للمشروع ثابتة إذن فلن يكون هناك تغيير في توقيت الأنشطة الحرجة ويمكن فقط التغيير في أوقات البدء للنشاطات ذات فترات السماح وهي التي من الممكن تسويتها وتعديلها.

تبدأ العملية بجدول للخطوط الشريطية يوضح البرنامج الزمني لجميع أنشطة الشبكة في أوضاع أوقات بدايتهم المبكرة ويتم ترجمة البرنامج الزمني للشبكة إلى برنامج للموارد ويكون ذلك عن طريق الإسقاط، وهو توزيع الموارد خلال مدة تنفيذ كل نشاط ثم التجميع الرأسي خلال كل شريحة زمنية من عمر المشروع لكل نوع على حدة من الموارد الهامة، ويظهر إجمالي الموارد لكل فترة زمنية أسفل جدول الخطوط الشريطية ويسمى خط الحساب، وذلك كما تم شرحه في طريقة توزيع الموارد، ويتم رسم شكل بياني لكل نوع يوضح المعدلات المطلوبة من هذه الموارد والفترة الزمنية المقابلة لتلك المعدلات وهو ما يعرف بـ . "هستوجرام" (Histogram) الموارد، وهو يوضح معدل استخدام الموارد كما يوضح ما إذا كان هناك تزايدا غير مقبول في احتياجات الموارد

خلال الفترة الزمنية للمشروع، وبالتالي يتم استنتاج الحاجة لإجراء تسوية لبعض الموارد الهامة من عدمه.

يتم عمل محاولات تسوية الموارد وتسجيل نتائج كل محاولة حيث يظهر على خط الحساب أسفل جدول الخطوط الشريطية العدد الكلي للموارد لكل وحدة زمنية في كل مرة يتغير فيها ميعاد بدء النشاط، ويوضع في الاعتبار جميع الأنشطة التي من الممكن أن تجدول لتتواجد في كل يوم من أيام جدول الخطوط الشريطية. ويتم حساب العدد المثالي لأيام السماح التي ستستخدم لكل نشاط حسب كل تغيير حادث في تاريخ البداية، فإذا كان السماح الحر للنشاط ٣ أيام، فيمكن استخدام تاريخ البدء ليوم واحد من أيام السماح الحر، أو استخدام يومين من السماح الحر،أو استخدام جميع أيام السماح الحر.

يوجد العديد من الطرق لإجراء عملية التسوية وأسهلهم الطريقة النظرية (بمجرد النظر) وفيها يتم مراعاة الأمور التالية:

١- عدم الإخلال بتسلسل الأنشطة المبين في الجدول.

٢- التقيد بإنهاء المشروع في التاريخ الذي سبق تحديده باستعمال حسابات المسار الحرج باعتباره التاريخ الملزم.

٣- عدم تغيير أعداد أو كميات الموارد أو مدد الأنشطة باعتبار أن الأعداد والمدد التي سبق تحديدها تعطي أكبر معدل إنتاج ويمكن في حالات خاصة التساهل في هذا الشرط.

٤- ويمكن التوصل للتسوية عن طريق إعادة تنظيم البرنامج على أساس عدم تجاوز السماح الكلي لأي نشاط ومراعاة الأمور السابقة.

٥- ويجب ملاحظة أن هذه الطريقة تستخدم للمشروعات البسيطة، ولشرح كيفية إجراء التسوية وأنها تعطي حلولا لتسوية للموارد ومع ذلك قد لا يكون الحل مثاليا.

يوجد العديد من الحلول تستخدم في شبكات الأعمال الكبيرة وفي حالة استخدام الحاسب الآلي يتم دراسة الأنشطة المتداخلة في فترة التنفيذ والتي تستخدم نفس المورد ويتم البدء بالنشاط ذي أكبر عدد من الموارد في اليوم الواحد، وإذا استمر وجود زيادة في عدد الموارد عن المسموح، يتم اختيار

النشاط الذي له عدد أقل من أيام السماح الحر، وإذا استمر التشابه في عدد أيام السماح الحر يتم اختيار النشاط ذي أقل عدد من السماح الكلي ثم أبكر بداية مبكرة، وإذا استمر التشابه تعطى الأولوية للنشاطات على أساس ترتيب الإدخال، وينبغي عند عمل تسوية الموارد عدم الإخلال بتسلسل الأنشطة المبين في المخطط الشبكي، وعدم تغيير أعداد ومعدلات الموارد ومدد الأنشطة باعتبار أن هذه هي المعطيات الواجب الالتزام بها.

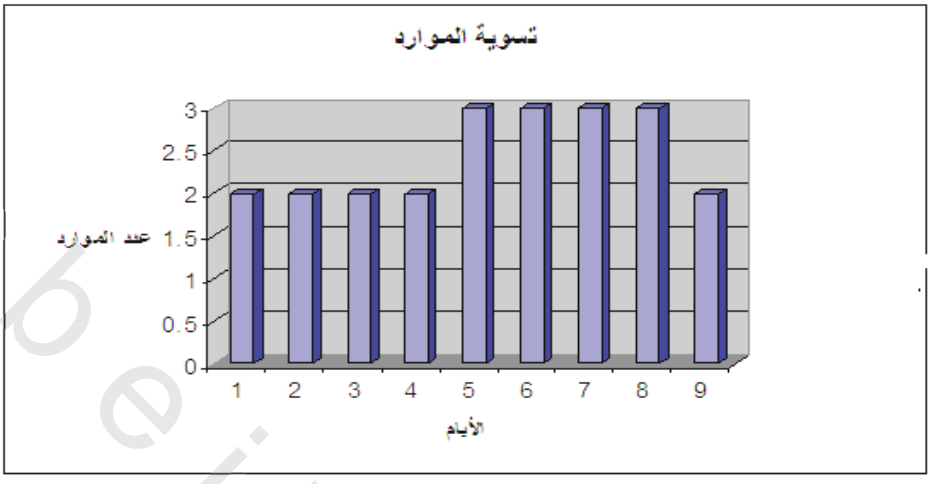
يمكن تطبيق تسوية الموارد على المثال السابق وذلك كما هو موضح في الجدول والشكل التالي:

عدد الموارد									
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
A					٢	٢			
B									١
C							٢	٢	
D	٢	٢	٢	٢					
E					١	١	١	١	١
المجموع	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٢

جدول (٤-٣)

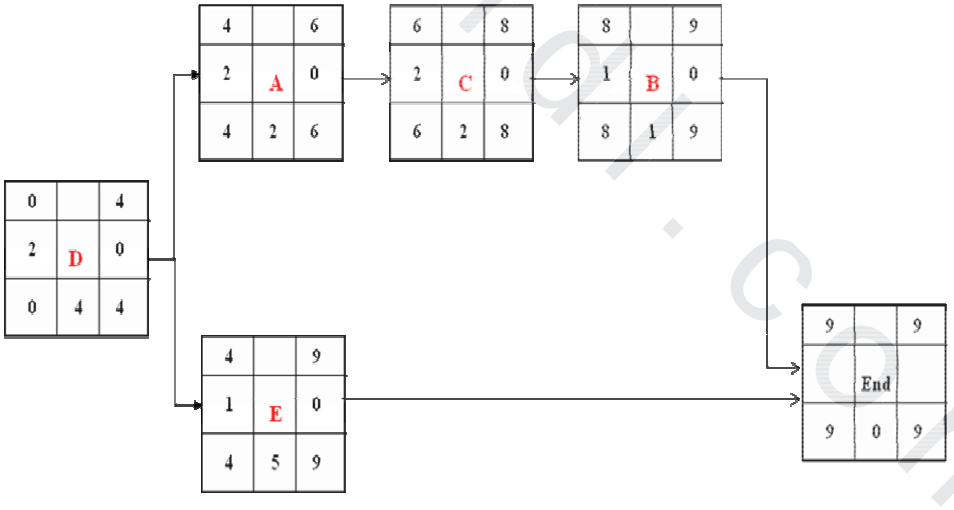
تسوية الموارد

openkandil.com



شكل(٤-٤)

تسوية الموارد



شكل(٤-٥)

شبكة الأعمال بعد تسوية الموارد

obeikandi.com

من الواضح من هذا التوزيع أن جميع الأنشطة أصبحت حرجة و ذلك لندرة ومحدودية الموارد فيستغل المقاول الفوائض الزمنية و يستفيد منها في إعادة جدولة الأنشطة وفقاً للموارد المتاحة و كما وضح في هذا المثال أن الأنشطة أصبحت كلها حرجة و يصبح لدينا برنامجاً جديداً وفقاً للموارد المتاحة.

٤-٥ توزيع الموارد في حالة عدم توافرها:

(Allacatian of Limited Resources)

في بعض الحالات تكون الموارد غير متوفرة لإنهاء المشروع خلال المدة المحدودة،فتصبح عملية توزيع وجدولة الموارد عبارة عن إعادة تنظيم برنامج تنفيذ المشروع تحت القيود التالية:

١- حال حدوث نقص في الموارد المطلوبة، فإنه ينتج عنه تمديد مدة المشروع عن المدة الأصلية.

٢- يجب أن يكون تمديد مدة المشروع أقل ما يمكن، خاصة لأن تمديد المدة يزيد من التكاليف.

٣- عدم الإخلال بتسلسل الأنشطة المبين في المخطط الشبكي.

٤- التقيد بإعداد الموارد المتاحة والمدة لكل نشاط حسب ما سبق تحديده باعتبار أن ذلك يعطي أفضل معدل إنتاج للنشاط.

سوف نستعرض طريقتين أساسيتين للتوزيع وهما الطريقة المتتالية والطريقة المتوازية،مع العلم بأنه يوجد العديد من الطرق الأخرى تعتمد على الافتراضات أو القيود الإضافية التي تفرض على توزيع الموارد.

نستخدم شبكة الأعمال عند توزيع الموارد كأساس للحل، ومن الممكن توزيع أي عدد من الموارد المحدودة لنفس المشروع إلا أن حل الشبكة اليدوي سيصبح مجهدا كلما زاد عدد الموارد المطلوب إعادة توزيعها، إلا أنه يمكن التغلب على ذلك باستخدام البرمجيات الجاهزة للجدولة وقد أتاحت هذه البرمجيات إمكانية عمل تسوية لأي عدد مطلوب للموارد المحدودة. وسوف يتم شرح كل طريقة لاحقاً.

٤-٥-١ الطريقة المتتالية:(Series Method)

في هذه الطريقة يتم جدولة النشاط على أن يبدأ بمجرد انتهاء الأنشطة التي تسبقه، ويتم الاستمرار بالعمل إلى أن يتم إنجازه بالكامل وفي هذه الطريقة يتم توزيع الموارد كما يلي:

١- تحديد اليوم الذي يود أن توزع الموارد عنده ويتم حصر الأنشطة والمواد المتاحة في هذا اليوم التي يمكن أن تبدأ في ذلك اليوم وحصر الموارد المتاحة في ذلك اليوم(أقل E.S).

٢- إعطاء الأولوية للنشاط ذي أقل مدة للسماح الكلي(أقل T.F).

٣- إذا تساوت قيم السماح الكلي فسيتم البدء بالنشاط الذي يحتاج أكبر عدد من ذلك المورد المحدود لكل وحدة زمنية (R).

٤- إذا تساوى عدد الموارد المطلوبة لنشاط فيتم إعطاء الأولوية للنشاط ذي أكبر عدد كلي من الموارد أي تشغيل الموارد أطول مدة ممكنة(R.D) .

٥- وإذا تساوى جميع ما سبق، يتم إعطاء الأولوية إلى النشاط الأكثر ملائمة من حيث الترتيب الطبيعي للأعمال، وذلك النشاط الأولى للبداية المبكرة في شبكة الأعمال الأساسية قبل البدء بعملية توزيع الموارد.

ومن الممكن تعريف قواعد أخرى ولكن الترتيب السابق للأولويات يعطى حلاً مقبولاً بوجه عام.

و سيتم تطبيق الطريقة المتتالية على المثال السابق على فرض عدد الموارد المتاحة = ٢ (عامل / يوم) وبذلك يجب :

١- حساب مدة المشروع و تحديد فائض الوقت الكلي (Total Float) لكل نشاط.

٢- بدأ توزيع الموارد في اليوم الأول بعد حصر الأنشطة التي يمكن أن تبدأ في هذا اليوم وهى: A,D, C.

ثم تحديد الأولويات للنشاط الذي له أقل (TF):

الحل:

النشاط	T F	الأولوية
A	٦	٢
C	٧	٣
D	٠	١

يتم تشغيل D لمدة ٤ أيام إلى أن تنتهي ولا يوجد هناك موارد للعمل في نشاط A,C ولذلك تكون الأولوية للنشاط D .

عدد الموارد									
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
A									
B									
C									
D	2	2	2	2					
E									

جدول (٤-٤)أ

٣- إعادة حساب مدة المشروع و TF لكل نشاط حسب تطورات العمل بعد اليوم الرابع على أساس مرور أربعة أيام من المشروع تم انجاز النشاط D فيها.

٤- حصر الأنشطة التي يمكن أن تبدأ في اليوم الخامس وهي A, C, E.

٥- في حالة وجود أكثر من نشاط ننتقل للخطوة التالية كما في هذه الحالة.

ثم تحديد الأولوية حسب النشاط الذي له أقل (TF).

النشاط	T F	الأولوية
A	٢	٢
C	٣	٣
E	٠	١

ملاحظة : النشاط E يحتاج إلى عامل واحد فقط،إذ بالإمكان تشغيل نشاط آخر في نفس الوقت كي يمكن أن يستغل المورد المتبقي، حيث أن الأنشطة المتبقية تحتاج إلى موردين على الأقل لكي تعمل.

عدد الموارد									
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
A									
B									
C									
D	٢	٢	٢	٢					
E					١	١	١	١	١

جدول (٤-٤)ب

٦- إعادة حساب مدة المشروع و TF لكل نشاط حسب تطورات العمل في اليوم العاشر.

٧- تشغيل النشاط ذي الأولوية حسب القواعد:

حصر الأنشطة التي يمكن أن تعمل في هذا اليوم وهي: A,C

النشاط الذي له أقل (TF).

الحل:

الأولوية	T F	النشاط
١	٠	A
٢	١	C

عدد الموارد											
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
A										٢	٢
B											
C											
D	٢	٢	٢	٢							
E					١	١	١	١	١		

جدول(٤-٤)ج

٨- إعادة حساب مدة المشروع و TF لكل نشاط حسب تطورات العمل في اليوم الثاني عشر ويستعمل النشاط ذي الأولوية حسب القواعد والأنشطة التي يمكن أن تعمل في هذا اليوم وهي B,C. وتحديد الأولويات حسب TF

الأولوية	T F	النشاط
١	٠	C
٢	١	B

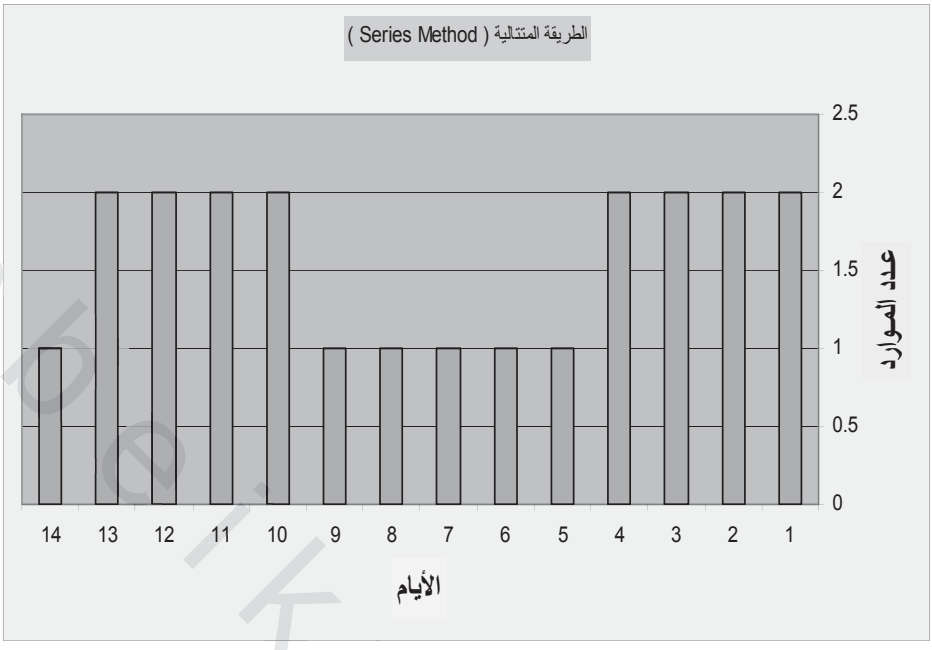
٩- تشغيل النشاط المتبقي و هو B.

الحل يمكن كما يلي:

عدد الموارد														
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
A										٢	٢			
B														١
C												٢	٢	
D	٢	٢	٢	٢										
E					١	١	١	١	١					
المجموع	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	١

جدول (٤-٤)د

obeikandl.com



شكل (٤-٥)

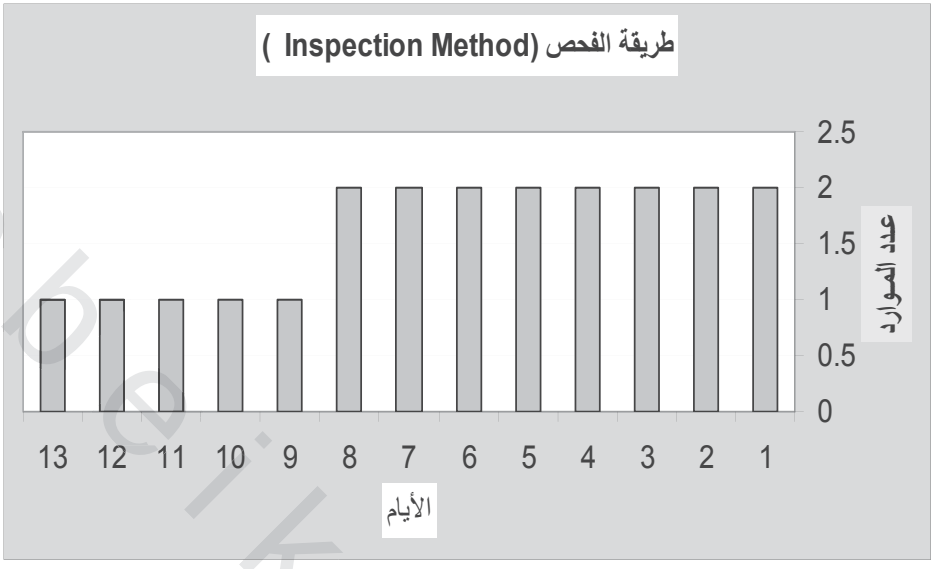
الطريقة المتتالية

إلا أنه يمكن توزيع الموارد بشكل أفضل باستعمال التسوية اليدوية للموارد، وكما سبق فإن الطريقة المتتالية تعتمد على افتراض أنه بمجرد بدء النشاط لا يمكن مقاطعته ويعتبر هذا الافتراض عمليا في حالات كثيرة لأنه ببساطة من الممكن أن تتأثر الإنتاجية بشكل كبير في حالة قطع تنفيذ النشاط ثم إعادة استكماله بعد فترة، وكمثال على ذلك ما يلي:

	عدد الموارد												
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
A					٢	٢							
B									١				
C							٢	٢					
D	٢	٢	٢	٢									
E									١	١	١	١	١
المجموع	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١

جدول (٤-٤هـ)

هذا الحل وفر يوماً واحداً بالإضافة إلى توزيع أفضل للعمال.



شكل(٤-٦)

طريقة الفحص

٤-٥-٢ الطريقة المتوازية (Parallel Method):

تتشابه الطريقة المتوازية مع الطريقة المتتالية إلا أن هناك فارقا واحدا أساسيا بينهما وهو أن الطريقة المتوازية تسمح بتوقف النشاط ثم استمراره بينما كما سبق بيانه لا تسمح الطريقة المتوالية بذلك.

١- حصر الأنشطة التي يمكن أن تبدأ في اليوم الذي يجري توزيع الموارد عنده.

٢- تعطى الأولوية للنشاط ذي أقل مدة سماح كليTF.

٣- إذا تساوى السماح الكلي TF تُعطى الأولوية للنشاط الجاري العمل فيه وإذا تساوت في ذلك الأنشطة،فتعطى الأولوية للنشاط ذي أكبر عدد من تلك الموارد المحدود لكل وحدة زمنية.

obeikandi.com

٤- إذا استمر وجود تساوي في عدد الموارد لكل وحدة زمنية، فتعطى الأولوية للنشاط ذي أكبر عدد كلي من تلك الموارد.

٥- إذا لم يتم اختيار أي نشاط باستخدام القواعد السابقة، فنبدأ بالنشاط الذي يتواجد أولا في ترتيب إدخال النشاطات.

سيتم تطبيق الطريقة المتوازية على المثال السابق، وسيكون عدد الموارد المتاحة = ٢عامل / يوم ويجب إتباع الخطوات التالية في الحل :

١- حساب مدة المشروع

٢- تحديد أنشطة اليوم الأول:

الحل: A, C, D

٣- حساب TF لكل نشاط منها

الحل :

الأولوية	T F	النشاط
٢	٦	A
٣	٧	C
١	٠	D

نختار النشاط (D) لأنه يحتوي على أقل TF وسوف تستغل كافة الموارد.

٤- حساب مدة المشروع (Duration) لليوم الثانيTF والفوائض الزمنية لليوم الثاني.

٥- تحديد أنشطة اليوم الثاني:

الحل A , C, D .

وتحديد الأولوية بناءا على حساب TF لكل نشاط منها.

الحل :

الأولوية	TF	النشاط
٢	٥	A
٣	٦	C
١	٠	D

obeikandl.com

٦- تكرار الخطوة (٤) حتى اليوم الرابع ويبقى النشاط D هو صاحب الأولوية.

عدد الموارد				
٤	٣	٢	١	النشاط
				A
				B
				C
٢	٢	٢	٢	D
				E

جدول(٤-٥) أ

٧- نعيد حساب مدة المشروع لليوم الخامس.

٨- تحديد أنشطة اليوم الخامس:

الحل: A , C,E .

٩- حساب TF لكل نشاط منها:

الحل

الأولوية	TF	النشاط
٢	٢	A
٣	٣	C
١	٠	E

نختار النشاط (E) لأنه يحتوي على أقل TF .

الحل :

عدد الموارد					
٥	٤	٣	٢	١	النشاط
					A
					B
					C
	٢	٢	٢	٢	D
١					E

obeikandl.com

جدول(٤-٥) بـ

١٠- تكرار الخطوة السابقة إلى نهاية اليوم السابع:

عدد الموارد							
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
A							
B							
C							
D	٢	٢	٢	٢			
E					١	١	١

جدول (٤-٥) جـ

١١- حساب مدة المشروع بالنسبة لليوم الثامن.

١٢- تحديد أنشطة اليوم الثامن:

الحل: A , C,E

١٣- حساب TF لكل نشاط منها:

الحل:

النشاط	TF	الأولوية
A	٠	١
C	١	٢
E	١	٢

نختار النشاط (A) لأنه يحتوي على أقل TF.

عدد الموارد								
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
A								٢
B								
C								
D	٢	٢	٢	٢				
E					١	١	١	

جدول(٤-٥) دـ

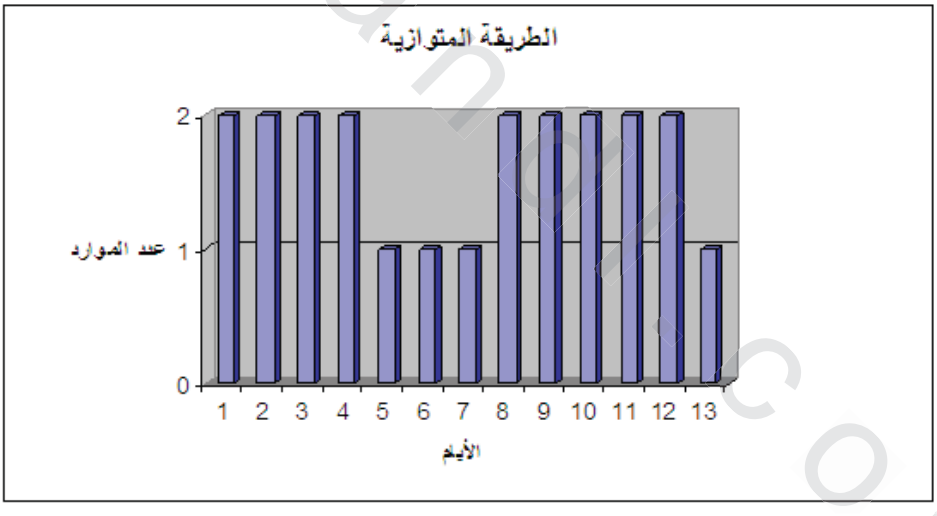
obeikandl.com

١٤- إعادة الخطوة السابقة إلى نهاية المشروع :

الحل:

عدد الموارد													
النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
A								٢	٢				
B											١		
C										٢		٢	
D	٢	٢	٢	٢									
E					١	١	١				١		١
المجموع	٢	٢	٢	٢	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	١

جدول (٤-٥)هـ



شكل(٤-٧)

الطريقة المتوازية

الملاحظات:

١- النشاط E اشتغل بفترات متقطعة مما قد يكون مستحيلاً في بعض الأنشطة التي تتطلب استمرارية في العمل.

٢- مدة المشروع في (Parallel Method) أقصر من مدة المشروع باستخدام (Serial Method).

٣- من عيوب (Parallel Method) عدم استمرارية عمل كل نشاط.

إلا أنه يمكن الحصول على حل أفضل كما هو موضح بالشكل السابق

٤-٥-٣ الحل اليدوي لتوزيع الموارد:

(Manual Solution for Resource Allocation)

نظراً للاستخدام الواسع للحاسبات في المشاريع الإنشائية، أصبح من المنطقي إجراء حسابات الجدولة الزمنية ومن ثم عملية توزيع الموارد باستخدام الحاسبات، وقد تم بيان الطريقة الحسابية لتوزيع الموارد لإعطاء فكرة أوضح عن كيفية إجرائها، باستخدام شبكة أعمال بسيطة لشرح الحل اليدوي.

بالرغم من السهولة الواضحة لهذه المهمة إلا أن المشاريع التي تستلزم عدداً كبيراً من الأنشطة والموارد المحدودة تمثل صعوبة واضحة للحل اليدوي لا يستهان بها، وتستخدم عينة توضيح شبكة بسيطة ذات مورد محدود ويتم حل شبكة الأعمال بطريقة المسار الحرج كما سبق بيانه وذلك لتحديد الأزمنة المبكرة والمتأخرة ومدة السماح الكلي والحر لكل نشاط ومدة المشروع الكلية والأنشطة الحرجة والمسار الحرج وحساب كمية الموارد الكلية المطلوبة لكل وحدة زمنية للمشروع لمعرفة الحاجة لإجراء توزيع الموارد من عدمه.

بعد حل شبكة الأعمال وإجراء حسابات توزيع الموارد، يتم إدراج جميع الأنشطة في الجدول مع متطلبات كل نشاط من الموارد والإطار الزمني لكل نشاط، وسيتم كذلك تحديد الأنشطة المؤهلة للعمل وجدولتها كلياً بالفعل ويبدأ توزيع الموارد كلها.

ترجمة برنامج التنفيذ إلى برنامج للموارد، ويكون ذلك عن طريق الإسقاط ثم التجميع الرأسي للموارد محسوبة لكل يوم أو فترة زمنية معينة مجمعة رأسياً خلال كل شريحة زمنية من عمر المشروع لكل نوع على حده من الموارد وخاصة الموارد الهامة. وإعادة توزيع الموارد في حالة وضعها للاستعمال

الأمثل وإذا وجد أن هناك تزامناً عكسياً في الموارد لا يمكن توفرها يتم إعادة توزيع الموارد مما قد يفضي إلى زيادة مدة المشروع كما تم إيضاحه.

٤-٦ الخلاصة (Summary):

يعتبر التحكم الكفء في الموارد أساسياً لجدولة المشروع بنجاح، وبالرغم من أن الاهتمام في الجدولة ينصب على الوقت إلا أننا يجب أن نضع في الاعتبار أن الفترة الزمنية للنشاط تستنتج عن طريق الموارد المطلوبة مقارنة بالمواد المتاحة لإنجاز النشاط، وقد تشمل الموارد، المواد الأولية، العمالة، المعدات، المقاولين من الباطن، المال بالإضافة إلى الوقت ذاته.

بالرغم من أن الجدولة الطبيعية لعمل النشاطات قد تتطلب معرفة حدود بعض القيود الواضحة للموارد إلا أن هذا ليس الحال دائماً، حيث إن الموارد قد تكون مكلفة أو نادرة، وهذا يلزم فريق الجدولة لتوجيه اهتمامهم بالأخص لهذه القيود. ومن الممكن استخدام الحاسب الآلي لحل قيود الموارد والاستخدام الأمثل،ومن المهم لمستخدم هذه البرمجيات أن يتعرف على نظم الحسابات المختلفة التي قد تستخدم من قبل هذه البرمجيات. ولا يمكن تجاهل قيود الموارد، حيث سينتج عن ذلك برنامج زمني غير واقعي، والجداول الواقعية فقط هي الجداول التي تكون لها قيمة في مواقع الإنشاء بينما تفقد الجداول غير المبنية على أسس سليمة مصداقيتها.

Orekandi.com