التطبيقات

" تخطيط المشروعات ذات الطبيعة التكرارية "

" Planning of repetitive projects "

بما أن المشروعات ذات الطبيعة التكرارية هي المشروعات التي تتكون من مجموعة من الوحدات المتشابهة تماماً ومن ثم فإن مكونات كل وحدة من هذه الوحدات هي مجموعة من الأنشطة أو البنود أو الأعمال (Activities) المتكررة. ومن أوضح أمثلة هذه المشروعات هي (مشروعات خطوط الأنابيب – مشروعات الطرق – مشروعات الأنفاق – ومشروعات شق الترع والمصارف وغيرها مثل الأبراج السكنية التي بها عدد كبير من الأدوار المتكررة) .

ولشرح فكرة تخطيط المشروعات ذات الطبيعة التكرارية يستعان بالمثال التالي :

فمثلاً إذا رغبنا في تخطيط مشروع خط أنابيب طوله حوالي ٣٠ كم فيمكن تقسيم هذا المشروع إلى عدد من الوحدات كل وحدة طولها ½ كم ، وهذا يعني أن المشروع يتكون من ٦٠ وحدة كل منها يتكون من عدد (٥) خمسة بنود وهي :

١- بند التسوية : وزمن هذا البند يفترض أنه أسبوع واحد .
٢- بند الحفر : وزمن هذا البند يفترض أنه أسبوع واحد .
٣- بند وضع المواسير : وزمن هذا البند يفترض أنه أسبوعان.
٤- بند اختبار المواسير : وزمن هذا البند يفترض أنه ثلاثة أسابيع .
٥- بند الردم : وزمن هذا البند يفترض أنه أسبوع واحد .

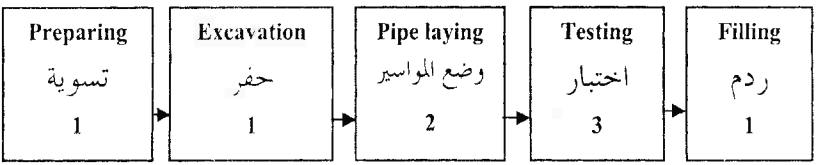
بمعنى أن معدل الإنتاج في كل بند ما يلي :

- البند الأول = تجهيز وتسوية المكان بمعدل ½ كم / أسبوع .
- البند الثاني = حفر الوحدة بمعدل ½ كم / أسبوع .

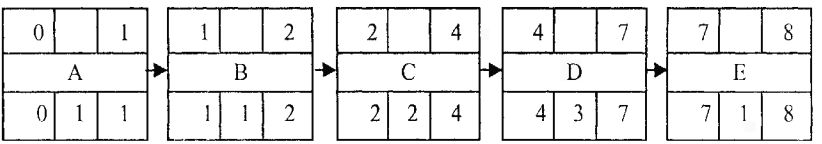
- البند الثالث = وضع المواسير وتثبيتها بمعدل ½ كم / أسبوعين .
- البند الرابع = اختبار المواسير بمعدل ½ كم / ثلاثة أسابيع .
- البند الخامس = أعمال ردم الوحدة بمعدل ½ كم / أسبوع .

ويمكن رسم تخطيطي لهذه الوحدة كما يلي :

الوحدة الأولى وطولها ½ كم يتم إنجازها من خلال الأعمال التالية من اليسار إلى اليمين



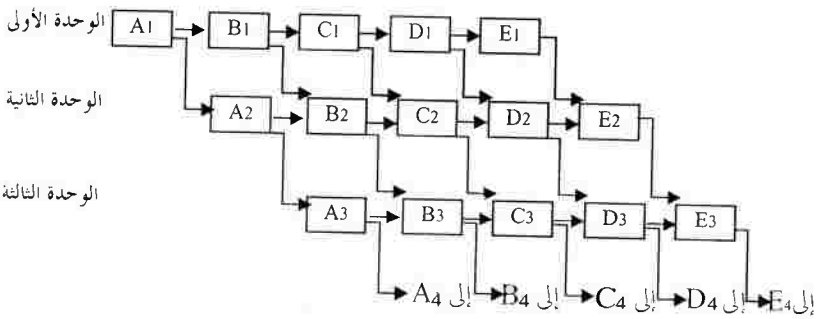
وبالتالي يمكن حساب زمن إنهاء الوحدة الأولى من المشروع على أنها ٨ أسابيع



وليس معنى ذلك أن زمن المشروع = زمن إنهاء الوحدة × عدد الوحدات

= ٨ × ٦٠ = ٤٨٠ أسبوعاً

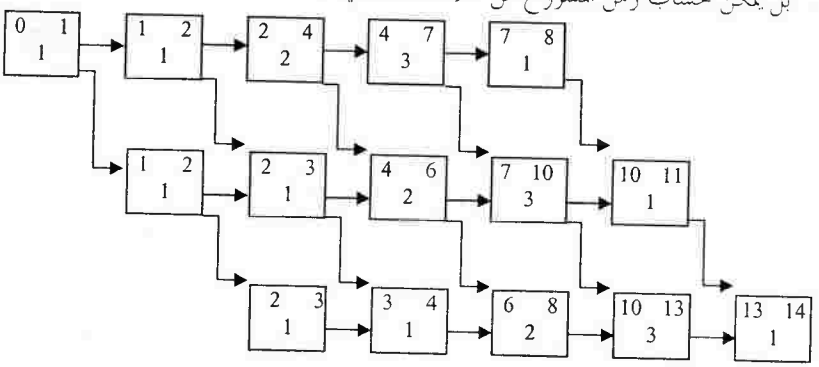
حيث يعني هذا أن تنفيذ الوحدات يتم بطريقة متتالية أي أن بدء تنفيذ الوحدة الثانية لا يبدأ إلا بعد الانتهاء من الوحدة الأولى وهذا يختلف عن الواقع حيث أن تنفيذ الوحدات يتم بالتوازي وليس بالتوالي وذلك واضح من الرسم التالي :



- يلاحظ أن طقم العمل في البند A_1 ينتقل للعمل في A_2 ثم A_3 وهكذا حتى A_{60}
- يلاحظ أن طقم العمل في البند B_1 ينتقل للعمل في B_2 ثم B_3 وهكذا حتى B_{60}
- يلاحظ أن طقم العمل في البند C_1 ينتقل للعمل في C_2 ثم C_3 وهكذا حتى C_{60}

وبالتالي لا يمكن أن نقول إن زمن تنفيذ المشروع وعدد وحداته ٦٠ وحدة هو ٦٠ × ٨ = ٤٨٠ أسبوعاً كما سبق ولكن بسبب أن هناك تداخلاً في العمل بين الوحدات .

بل يمكن حساب زمن المشروع من الملاحظات التالية :



- الوحدة الأولى تنتهي في الأسبوع الثامن .
- الوحدة الثانية تنتهي في الأسبوع الحادي عشر .
- الوحدة الثالثة تنتهي في الأسبوع الرابع عشر .
- الفرق بين تسليم كل وحدة وما قبلها = ثلاثة أسابيع وهو نفسه زمن أطول بند وهو البند D في هذه الحالة .

- وبالتالي يمكن حساب زمن تنفيذ المشروع من العلاقة التالية :

زمن المشروع = (٥٩ وحدة × ٣) + ٨ = ١٧٧ + ٨ = ١٨٥ أسبوعاً

أو زمن المشروع = (٦٠ × ٣) + (٨ — ٣) = ١٨٠ + ٥ = ١٨٥ أسبوعاً

ويمكن كتابة هذه العلاقة كما يلي :

زمن تنفيذ أي مشروع يتكون من عدد (N) من الوحدات

= زمن أطول بند في المسار الحرج من الوحدة × (عدد الوحدات — ١) + زمن إنهاء أول وحدة .

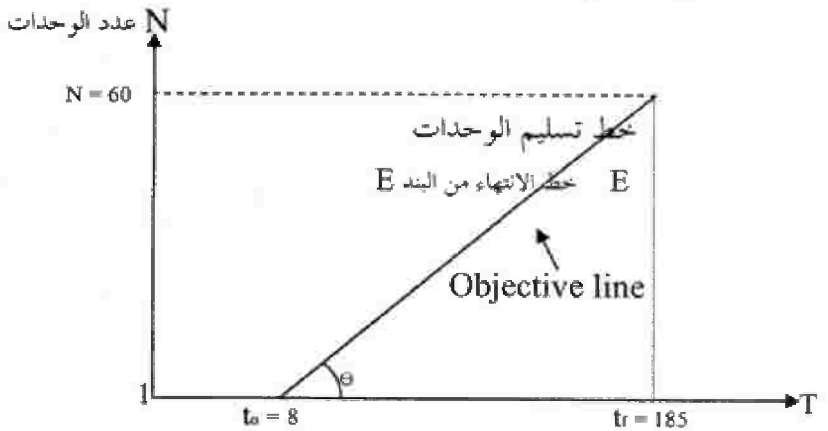
أو = زمن أطول بند في المسار الحرج من الوحدة × (عدد الوحدات) + مجموع أزمنة البنود السابقة واللاحقة لهذا البند في المسار الحرج من الوحدة .

فمثلاً إذا كان عدد الوحدات = ١٠٠ وحدة في المشروع السابق فإن زمن تنفيذ المشروع .

= ٣ × ٩٩ + ٨ = ٢٩٧ + ٨ = ٣٠٥ أسابيع .

أو = ٣ × ١٠٠ + ١ + ١ + ٢ + ١ = ٣٠٠ + ٥ = ٣٠٥ أسابيع .

شرط تطبيق هذه العلاقة هو أن العلاقات بين الأنشطة تكون Finish to Start وأن هناك طقم عمل واحد لكل بند ، أي أن رسم العلاقة بين الزمن وبين معدل إنهاء الأعمال يكون كما يلي :



ظل الزاوية = معدل التسليم = معدل الإنجاز = Tan θ

معدل التسليم = (معدل الانتهاء من الوحدات) = معدل إنجاز الوحدات

Rate of finishing = Rate of achieving = R

$$R = \tan\theta = \frac{N-1}{t_r - t_o}$$

حيث N = عدد الوحدات

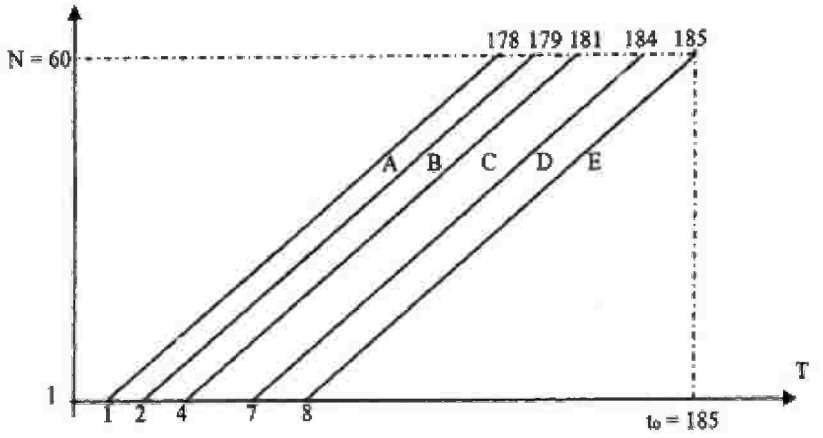
t_o = زمن تسليم الوحدة الأولى

t_r = زمن تسليم الوحدة الأخيرة (N)

وبالمثل يمكن رسم خطوط التسليم لباقي البنود كما يلي :

١- البند D : t_o = ٧ وهو زمن تسليم الوحدة الأولى

t_r = ١٨٥ - ١ = t_r للبند E - زمن تنفيذ البند E = ١٨٤



٢- البند C : t_o = ٤ وهو زمن تسليم الوحدة الأولى

t_r = ١٨١ = t_r للبند D – زمن تنفيذ البند D = ١٨٤ – ٣ = ١٨١

٣- البند B : t_o = ٢ وهو زمن تسليم الوحدة الأولى

t_r = ١٧٩ = t_r للبند C – زمن تنفيذ البند C = ١٨١ – ٢ = ١٧٩

٤- البند A : t_o = ١ وهو زمن تسليم الوحدة الأولى

t_r = ١٧٨ = t_r للبند B – زمن تنفيذ البند B = ١٧٩ – ١ = ١٧٨

ويلاحظ في هذا المثال أن معدل الإنجاز لجميع بنود العمل (A-B-C-D-E) متساوٍ لأي منهم

$$\frac{N-1}{t_r - t_o}$$

$$= \frac{60-1}{185-8} = \frac{60-1}{184-7} = \frac{60-1}{181-4} = \frac{60-1}{174-2} = \frac{60-1}{178-1} = \frac{59}{177} = 0.333$$

بمعنى ٣/١ وحدة لكل فترة زمنية أي أن إنجاز كل وحدة يستغرق ٣ وحدات زمنية ويمكن القول إن معدل إنهاء العمل هو كل نصف كم من العمل خلال ٣ أسابيع وذلك بعد تسليم الوحدة الأولى

أي أن زمن تسليم الوحدة الأولى هو الأسبوع الثامن

زمن تسليم الوحدة الثانية هو الأسبوع الحادي عشر

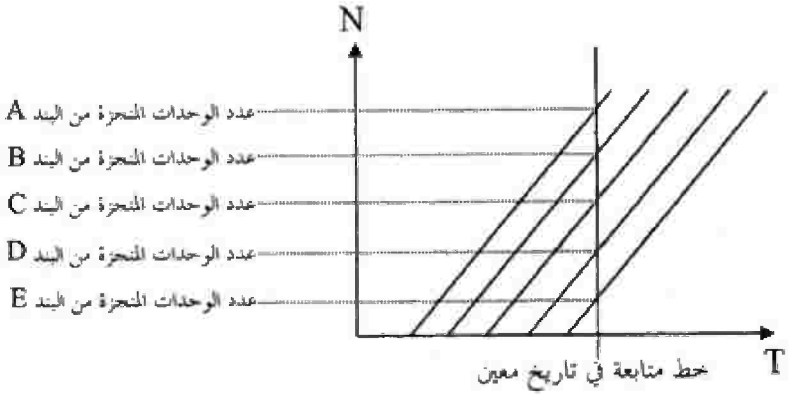
زمن تسليم الوحدة الثالثة هو الأسبوع الرابع عشر

وهذا يؤدي إلى أن تسليم المشروع سوف يتم في زمن ٨ + ٥٩ × ٣ = ١٨٥ وهي نفس النتيجة التي توصلنا إليها سابقاً .

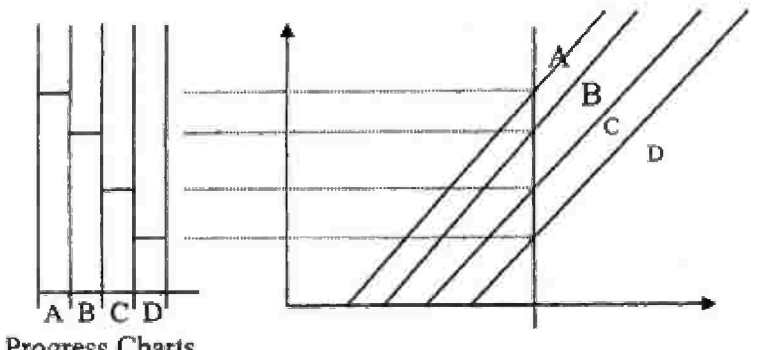
ويمكن القول إن الذي تحكم في تحديد هذا المعدل هو زمن أطول بند وهو في هذه الحالة البند D والذي له زمن ٣ أسابيع لإنجاز أعماله في كل وحدة ومن ثم ترتب على ذلك أن جميع الأعمال في البنود المختلفة تأثرت بهذا المعدل حيث إنه أبطأ بند.

فوائد التخطيط بطريقة خط الاتزان للمشروعات ذات الطبيعة التكرارية :

١- يمكن متابعة معدل الإنجاز وحجمه عند أي زمن كما هو بالرسم

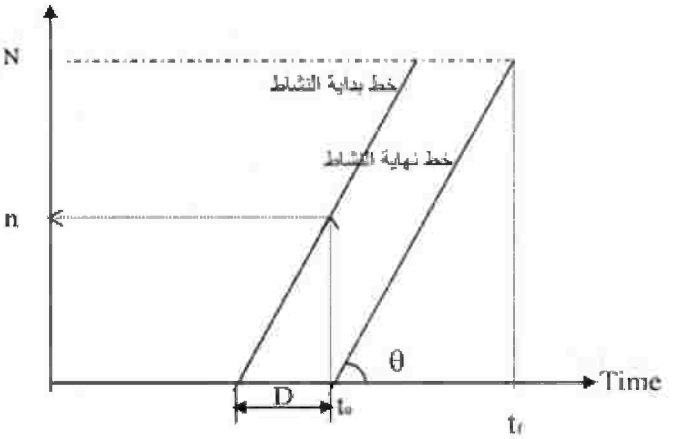


٢- يتم استنتاج مستوى ومعدل الأداء عند أي زمن خلال مرحلة التنفيذ ومقارنة تقدم العمل الفعلي ومدى الإنجاز Actual progress مع تقدم العمل ومستوى الإنجاز المخطط له Planned values كما في الرسم الحالي



٣- استنتاج بعض العلاقات المهمة من الرسم التالي:

N (عدد وحدات المشروع المتكررة)



t_o = تاريخ الانتهاء من عمل معين activity في الوحدة الأولى

t_f = تاريخ الانتهاء من عمل معين activity في الوحدة الأخيرة (N)

θ = زاوية ميل خط الهدف objective line

ظا θ = R = معدل الإنجاز = عدد الوحدات المنجزة / زمن الإنجاز

N = عدد الوحدات الكلي

n = عدد الوحدات الكلي المقابل لزمن t_o مع خط بداية النشاط

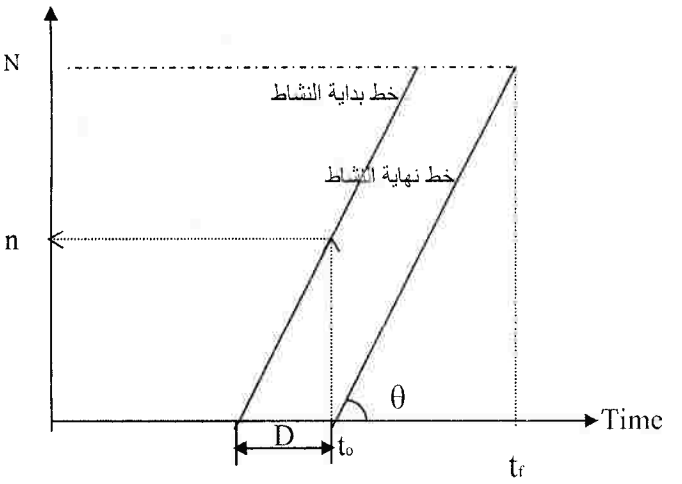
$$R = \frac{N-1}{t_f - t_o} \qquad (1)$$

$$t_f = t_o + \frac{N-1}{R}$$

$$t_o = t_f - \frac{N-1}{R}$$

٣- استنتاج بعض العلاقات المهمة من الرسم التالي:

N (عدد وحدات المشروع المتكررة)



t_o = تاريخ الانتهاء من عمل معين activity في الوحدة الأولى

t_f = تاريخ الانتهاء من عمل معين activity في الوحدة الأخيرة (N)

θ = زاوية ميل خط الهدف objective line

ظا θ = R = معدل الإنجاز = $\frac{\text{عدد الوحدات المنجزة}}{\text{زمن الإنجاز}}$

N = عدد الوحدات الكلي

n = عدد الوحدات الكلي المقابل لزمن t_o مع خط بداية النشاط

$$R = \frac{N - 1}{t_f - t_o} \qquad \text{..... (1)}$$

$$t_f = t_o + \frac{N - 1}{R}$$

$$t_o = t_f - \frac{N - 1}{R}$$

مثال:

إذا كان هناك بند عمل (activity) في أحد المشروعات ذات الطبيعة التكرارية والذي يتكون من عدد ٢٥ وحدة وكان تاريخ تنفيذ الوحدة الأولى هو الأسبوع الثالث (t_o) ومعدل الإنجاز هو وحدتان أسبوعياً فإن تاريخ إنجاز أخر وحدة وهي رقم ٢٥ يمكن حسابه من المعادلة التالية :

$$t_f = t_o + \frac{N - 1}{R}$$

$$= 3 + \frac{25 - 1}{2} = 3 + \frac{24}{2} = 3 + 12 = 15 \text{ weeks}$$

أما العلاقة الثانية المهمة فهي علاقة معدل الإنجاز (R) مع زمن تنفيذ البند (D) مع عدد أطقم العمل (Number of crews)

حيث إن :

$$R = \frac{\text{Number of crews}}{D} \qquad \text{.....(2)}$$

وهذا واضح جدا من الرسم السابق .

حيث إن :

$$\text{Tan } \theta = R = \frac{N - 1}{D} = \frac{\text{Number of crews}}{D}$$

يلاحظ فيما سبق أن هناك افتراضاً قد يكون نادر الحدوث وهو افتراض أن جميع بنود المشروع متساوية في معدل الإنجاز (R) وهذا افتراض غير واقعي وقد يبتعد كثيراً عن طبيعة تنفيذ مشروعات التشييد حيث إن معدلات الإنجاز في الأنشطة المختلفة تكون عادة متباينة وهذا يتطلب الحذر عند تخطيط المشروعات ذات الطبيعة التكرارية بمعنى أخذ تغير معدلات الأداء في الاعتبار عند تخطيط المشروعات بحيث إن البنود التي لها

فيجب تحريك خط إنهاء عمل البند B إلى اليمين مواز لنفسه حتى تكون t_{fB} على يمين t_{fA} بمسافة على الأقل تساوي زمن البند B (Duration of B) (D_B)

ويطلق على هذه المسافة buffer time

بمعنى إذا علم t_{fA} فإن t_{fB} يمكن حسابه بالعلاقة:

$$t_{fB} = t_{fA} + D_B$$

وبالتالي

$$t_{oB} = t_{fB} - \frac{N-1}{R_B}$$

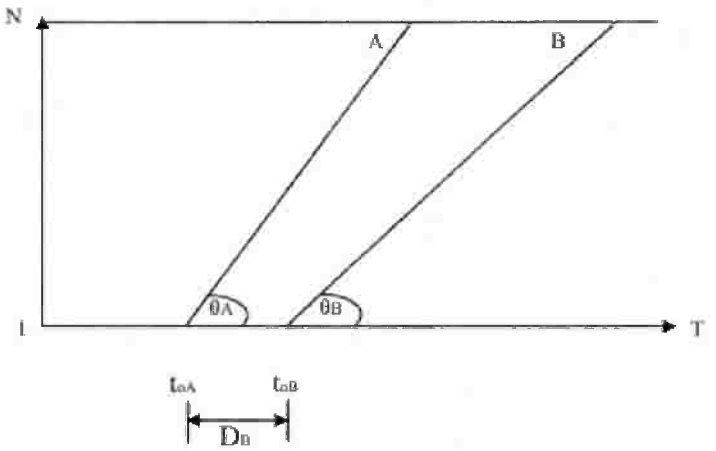
وهذه العلاقة تظهر في حالة ما إذا كان معدل إنجاز B أكبر من معدل إنجاز A

$$\theta_B > \theta_A \qquad R_B > R_A$$

وإذا كان معدل إنجاز B أقل من إنجاز A

$$\theta_B < \theta_A \qquad R_B < R_A$$

كما في الرسم التالي :



فيجب تحريك خط إنهاء عمل البند B إلى اليمين مواز لنفسه حتى تكون tf_B على يمين tf_A بمسافة على الأقل تساوي زمن البند B (Duration of B) (D_B)

ويطلق على هذه المسافة buffer time

بمعنى إذا علم tf_A فإن tf_B يمكن حسابه بالعلاقة:

$$tf_B = tf_A + D_B$$

وبالتالي

$$t_{oB} = tf_B - \frac{N - 1}{R_B}$$

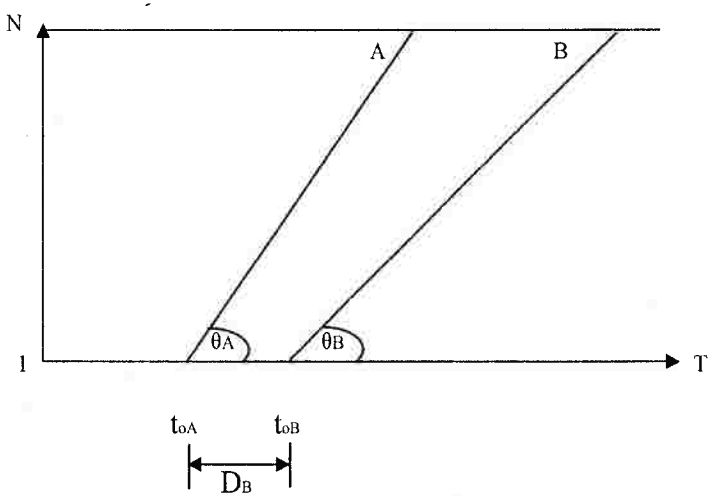
وهذه العلاقة تظهر في حالة ما إذا كان معدل إنجاز B أكبر من معدل إنجاز A

$$\theta_B > \theta_A \qquad R_B > R_A$$

وإذا كان معدل إنجاز B أقل من إنجاز A

$$\theta_B < \theta_A \qquad R_B < R_A$$

كما في الرسم التالي :



فيجب تحريك زمن إنهاء الوحدة الأولى للبند B إلى اليمين حتى تكون t_{OB} تبعد عن t_{OA} بمسافة على الأقل = D_B = زمن البند D

$$t_{OB} = t_{OA} + D_B$$

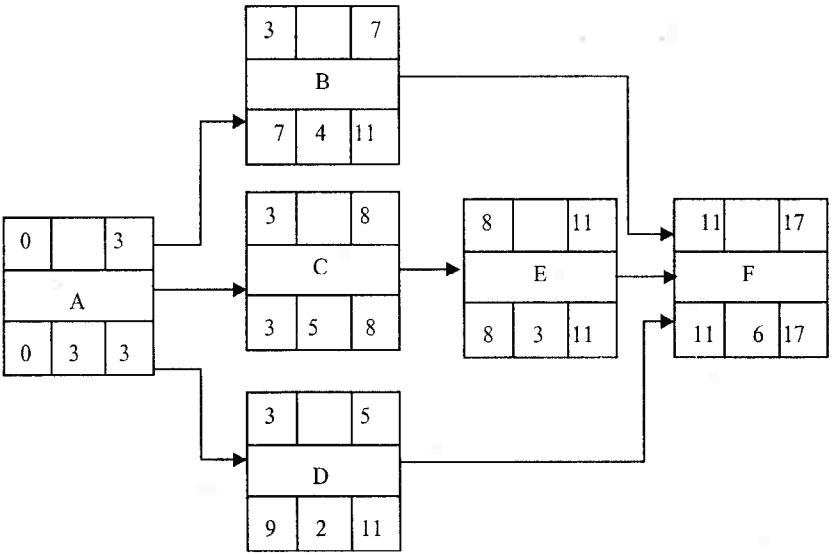
وبالتالي يمكن حساب t_{fB} كما يلي:

$$t_{fB} = t_{OB} + \frac{N-1}{R_B}$$

والأمثلة التالية توضح ذلك :

مثال (١) :

الشكل التالي يمثل التخطيط الشبكي لإحدى الوحدات التي تمثل مشروعاً عدد وحداته ٣٧ وحدة .



Activity A :

$t_o = 3 \longrightarrow t_f = t_o + \frac{N-1}{R} = 3 + \frac{37-1}{2} = 3 + 18 = 21$

Activity B :

$\because R_B > R_A \longrightarrow t_f$ for $B = 21 + 4 = 25$

$\longrightarrow t_o$ for $B = 25 - \frac{N-1}{R} = 25 - \frac{36}{3} = 13$

Activity C :

$\because R_C > R_A \longrightarrow t_f$ for $C = 21 + 5 = 26$

$\longrightarrow t_o$ for $C = 26 - \frac{N-1}{R} = 26 - \frac{36}{4} = 17$

Activity D:

$\because R_D = R_A \longrightarrow t_f$ for $D = 21 + 2 = 23$

$\longrightarrow t_o$ for $D = 3 + 2 = 5$ A // D

Activity E:

$\because R_E < R_C \longrightarrow t_f$ for $E = 17 + 3 = 20$

$\longrightarrow t_o$ for $B = 20 + \frac{N-1}{R} = 20 + \frac{36}{3} = 32$

Activity F:

$\because R_F = R_E \longrightarrow$ F // E $t_o = 26$ $t_f = 38$

Activity A :

$t_o = 3 \longrightarrow t_f = t_o + \frac{N-1}{R} = 3 + \frac{37-1}{2} = 3 + 18 = 21$

Activity B :

$\because R_B > R_A \longrightarrow t_f$ for $B = 21 + 4 = 25$

$\longrightarrow t_o$ for $B = 25 - \frac{N-1}{R} = 25 - \frac{36}{3} = 13$

Activity C :

$\because R_C > R_A \longrightarrow t_f$ for $C = 21 + 5 = 26$

$\longrightarrow t_o$ for $C = 26 - \frac{N-1}{R} = 26 - \frac{36}{4} = 17$

Activity D:

$\because R_D = R_A \longrightarrow t_f$ for $D = 21 + 2 = 23$

$\longrightarrow t_o$ for $D = 3 + 2 = 5$ A // D

Activity E:

$\because R_E < R_C \longrightarrow t_f$ for $E = 17 + 3 = 20$

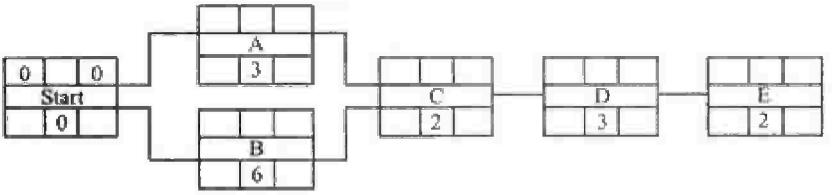
$\longrightarrow t_o$ for $B = 20 + \frac{N-1}{R} = 20 + \frac{36}{3} = 32$

Activity F:

$\because R_F = R_E \longrightarrow$ F // E $t_o = 26$ $t_f = 38$

مثال (٢) :

الشكل التالي يمثل التخطيط الشبكي لأحد الوحدات التي تمثل مشروعاً عدد وحداته ٦١ وحدة .



والجدول التالي يمثل معدل الإنجاز R لكل بند من بنود المشروع

Activity	A	B	C	D	E
Production rate unit / month (R)	3	5	5	2	3

المطلوب :

١- رسم منحنيات الإنجاز Objective chart للمشروع .

٢- تحديد موقف المشروع في نهاية الشهر السادس عشر .

الحل :

Activity A :

$$t_o = 3 \longrightarrow t_f = t_o + \frac{N-1}{R} = 3 + \frac{61-1}{3} = 23$$

Activity B :

$$t_o = 6 \longrightarrow t_f = t_o + \frac{N-1}{R} = 6 + \frac{61-1}{5} = 18$$

Activity C :

وحيث إن البند C يعتمد على كل من البندين A & B

لذلك نبدأ بمقارنة معدل إنجاز C مع كل من معدل إنجاز A & B

$\because R_C > R_A \quad \& \quad R_C = R_B$

بمقارنة البند C مع البند A وحيث $R_C > R_A$

فنبدأ بتحديد زمن تسليم أخر وحدة من البند C وهي t_f

$t_f = 23 + 2 = 25 \qquad t_o = 25 - \frac{60}{5} = 25 - 12 = 13$

بمقارنة البند C مع البند B وحيث $R_C = R_B$

$t_f = 18 + 2 = 20 \quad \& \quad t_o = 6 + 2 = 8$

وللتأكد من أن البند C لن يقطع أي من A أو B فإن :

$t_o = 13 \quad \& \quad t_f = 25$

Activity D :

هذا البند يعتمد على البند C

$\because R_D < R_C$

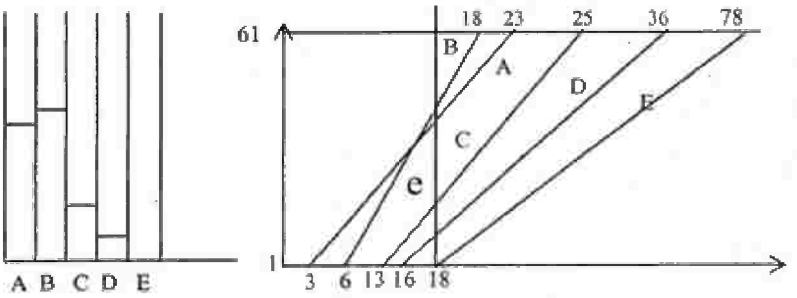
$\longrightarrow t_o = 13 + 3 = 16 \ \& \ t_f = 16 + \frac{60}{3} = 36$

Activity E :

بمقارنة معدل إنجاز E مع معدل إنجاز D

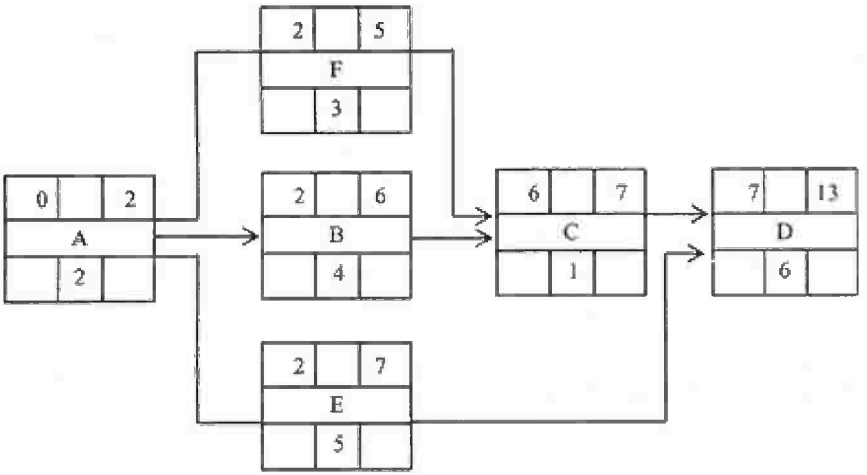
$\because R_E < R_D$

$\longrightarrow t_o = 16 + 2 = 18 \qquad \& \ t_f = 18 + \frac{60}{1} = 78$



مثال (٣) :

الشكل التالي يمثل التخطيط الشبكي لأحد الوحدات التي تمثل مشروع عدد وحداته ٢٥ وحدة .



لذلك نبدأ بمقارنة معدل إنجاز C مع كل من معدل إنجاز A & B

$\because R_C > R_A \quad \& \quad R_C = R_B$

بمقارنة البند C مع البند A وحيث $R_C > R_A$

فنبدأ بتحديد زمن تسليم أخر وحدة من البند C وهي t_f

$t_o = 25 - \frac{60}{5} = 25 - 12 = 13 \qquad t_f = 23 + 2 = 25$

بمقارنة البند C مع البند B وحيث $R_C = R_B$

$t_o = 6 + 2 = 8 \quad \& \quad t_f = 18 + 2 = 20$

وللتأكد من أن البند C لن يقطع أي من A أو B فإن :

$t_o = 13 \quad \& \quad t_f = 25$

Activity D :

هذا البند يعتمد على البند C

$\because R_D < R_C$

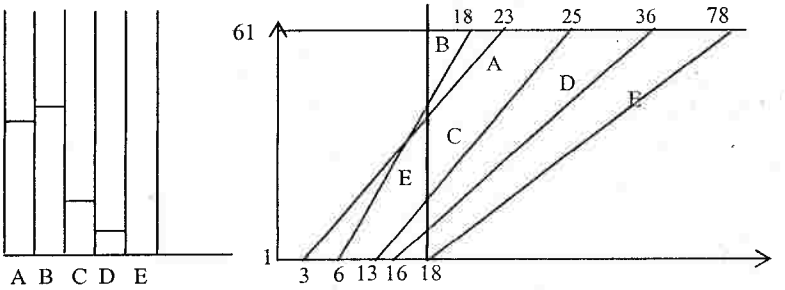
$\longrightarrow t_o = 13 + 3 = 16 \quad \& \quad t_f = 16 + \frac{60}{3} = 36$

Activity E :

بمقارنة معدل إنجاز E مع معدل إنجاز D

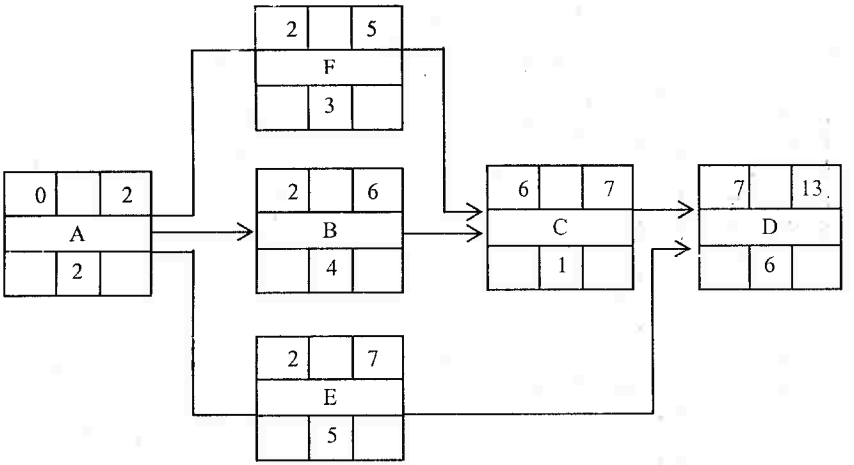
$\because R_E < R_D$

$\longrightarrow t_o = 16 + 2 = 18 \quad \& \quad t_f = 18 + \frac{60}{1} = 78$



مثال (٣) :

الشكل التالي يمثل التخطيط الشبكي لأحد الوحدات التي تمثل مشروع عدد وحداته ٢٥ وحدة .



والجدول التالي يمثل عدد أطقم العمل لكل بند من بنود المشروع

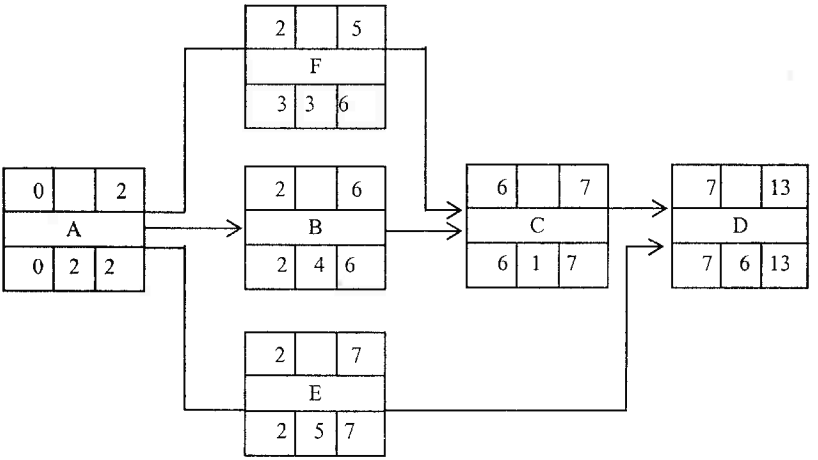
Activity	A	B	C	D	E	F
Max. No. of Crews	4	12	3	6	15	6

المطلوب :

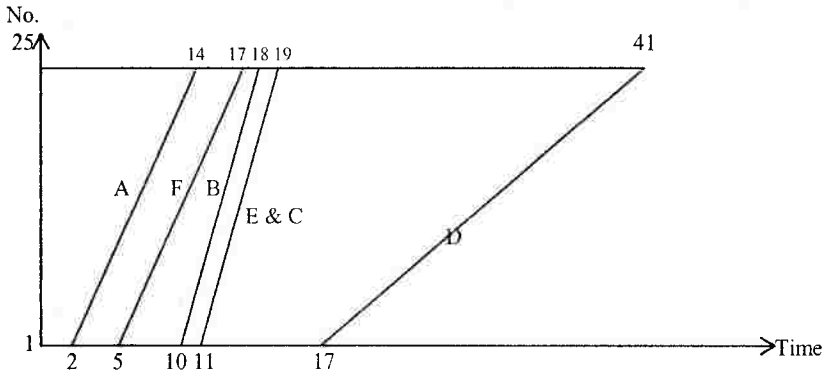
١- رسم منحنيات الإنجاز Objective chart للمشروع .

٢- احسب أقل عدد من أطقم العمل التي تعمل في البند E دون أن تسبب أي تأخير للمشروع .

الحل :



Activity	A	B	C	D	E	F
Max. No. of Crews	4	12	3	6	15	6
R = No. of Crews / Duration	2	3	3	1	3	2



Activity A :

$$tf_A = to_A + \frac{N-1}{R} = 2 + \frac{24}{2} = 2 + 12 = 14$$

Activity B:

$R_B > R_A$

Buffer between A&B should be at the unit 25

Buffer between A&B = time of B = 4 i,e at week 18

$to_B = tB_f - (n - 1) / R = 18 - 24 / 3 = 18 - 8 = 10$

Activity F :

RF = RA objective line of F // obj. line of A

With buffer of 3 which is the duration of F .

$\therefore to_F = 2 + 3 = 5$ & $tf_F = 14 + 3 = 17$

Activity E :

$R_E > R_A$ buffer between E & A should be at the upper limit (25 unit) (final unit) = duration of E = 5

$tf_E = 14 + 5 = 19$ $\therefore to = 19 - \frac{25-1}{3} = 11$

$t_{oE} = t_f - (n - 1) / R = 19 - 24 / 3 = 11$

Activity C :

$R_C = R_B$ buffer between C & B should be at the upper or lower say lower limit (unit one) (first unit) = duration of C = 1

i,e at $t_{oc} = 10 + 1 = 11$

$t_{fc} = t_{oc} + (n - 1) / R = 11 + 24 / 3 = 19$

E ينطبق على

Activity D :

$R_D < R_E$ buffer between D& E should at the lower limit = 6

$\therefore \quad t_o = 11 + 6 = 17$

$t_{fD} = 17 + 24 / 1 = 17 + 24 = 41$

E depends on A

$t_f = 41 - 6 = 35$ & $t_o = 2 + 5 = 7$

$t_f = t_o + (n - 1) / R$

$35 = 7 + 24 / R$

$24 / R = 35 - 7 = 28$

$R = 24 / 28$

no. of gangs $= 24 / 28 * 15 / 3 = 4.30$ crews ~ 5.0 crews

Early Finish	النهاية المبكرة للنشاط
Late Finish	النهاية المتأخرة للنشاط
Duration	زمن النشاط
Critical activity	البند الحرج
Total Floot	فترة السماح الكلي
Free Floot	فترة السماح الجزئي (الحر)
Cash Flow	منحنى التدفق المالي
Construction equipments	معدات التشييد
Productivity	الإنتاجية
Cycle time	زمن الدورة
Loading	تحميل المعدة
Acceleration	التعجيل
Discharge	التفريغ
Fixed time	الزمن الثابت
Variable time	الزمن المتغير
Efficiency of equipmert	كفاءة تشغيل المعدات

Standard specifications	المواصفات القياسية
Quantity surveys Takeoff	حساب الكميات
Negotiated contract	عقد التنافس
Site Overhead	إدارة الموقع
Headoffice overhead	الإدارة العامة
Risk	المخاطر
Profit	الربح
Insurance	التأمين
Bond	الضمان
Unit rate method	طريقة الوحدة المنتجة
Operational Method	الطريقة العملية
Tendering	عطاءات
Bidding	مناقصة
Planning	تخطيط
Bar Chart	الجدول البياني
Critical Path Method (CPM)	طريقة المسار الحرج
Arrow Diagram	التمثيل بالأسهم
Dummy Activity	النشاط الميت
Network	الرسم الشبكي
Early start	البداية المبكرة للنشاط
Late start	البداية المتأخرة للنشاط

Early Finish	النهاية المبكرة للنشاط
Late Finish	النهاية المتأخرة للنشاط
Duration	زمن النشاط
Critical activity	البند الحرج
Total Floot	فترة السماح الكلي
Free Floot	فترة السماح الجزئي (الحر)
Cash Flow	منحنى التدفق المالي
Construction equipments	معدات التشييد
Productivity	الإنتاجية
Cycle time	زمن الدورة
Loading	تحميل المعدة
Acceleration	التعجيل
Discharge	التفريغ
Fixed time	الزمن الثابت
Variable time	الزمن المتغير
Efficiency of equipmert	كفاءة تشغيل المعدات