



CPAS

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية

CENTER OF PLANNING AND ARCHITECTURE STUDIES

الدورة التدريبية الرابعة

"ادارة عمليات التشييد والبناء"

مجموعة محاضرات

م. عادل محمد خضر

عام ١٤٠١ - ١٩٨١ م

14, EL SOBKY ST., M. EL-BAKRY—HELIOPOLIS—CAIRO—EGYPT.
P.O.B. : 6 SARAY-EL-KOBBA — CABLE : ARPLANEC
TEL. : 603843 — 603397 — TELEX : 93243 CPAS UN

٤٤) في السبكي منشية البكري - هليوبوليس - القاهرة - ج. ٢٠٣ -
من. ب : ٦ سراي القبة - تلفونيا : اريلانك .
ت : ٦٢٣٩٧ - ٦٠٣٨٤٣ نوكس : ٩٣٢٤٢ CPAS UN

بسم الله الرحمن الرحيم

وفى مجال محاضراتنا :

Construction Industry

١- صناعة الاعمال

C.M

وقد

Construction
Management

٢- تعريف

٣- اهمية البرامج

٤- البرامج تعتمد على التفاصير اليومية والاسبوعية بالموقع.

٥- اعتبار البرنامج على تحديد الوقت والأنشطة.

Man Hour

ويتم طلب ذلك معرفة الوقت

Estimator's General Construction Man Hour

ويستخدم

Pert CPM

٦- تعريف بأساليب العالمية الحديثة

Linear Programming استخدام البرمجة الخطية في تحقيق أعلى نسبة ربح

Transportation Problem

مشكلة النقل

Site Manager

وظيفة

٧- اعداد الموقع

٨- تكلفة معدات البناء هل يتم التجير او يتم الشراء واي نوع معدة تشتري

٩- وتكلفة الاهلاك ، ولكن الدكتور عبد الهادى تكلم في هذا الموضوع.

Quality Control

١٠- مراقبة الجودة .

تعتبر صناعة الاعمال (قطاع الاعمال) من اهم القطاعات التي تستحوذ على اموال الاستثمارات في جميع انحاء العالم . وعلى مستوى الدول المتقدمة في العالم العربي تستحوذ على حوالى ٤٠٪ من اجمالي الاستثمارات ، وفي الدول العربية تتفاوت النسبة من ٤٠٪ في مصر الى ٥٥٪ في السعودية الى اقل من ذلك في باقي الدول العربية .

وإذا نظرنا لقطاع الاعمال في الدول ذات النظام الحر فاننا نجد ان نمو

(١)

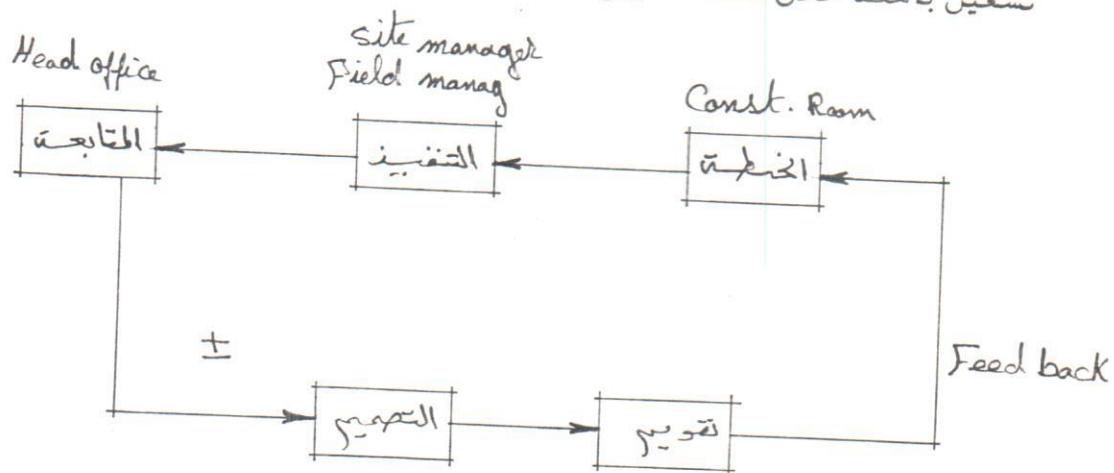
الشركات المقاولات وتطويرها يعتمد على المنافس الرأسمالية ولهذا نجد ان البنية والنمو يعود بالفائدة المباشرة على مستوى Micro لوحدة سواء كانت شركة المقاولات او العميل (صاحب المشروع) .

وفي النظام الاقتصادي الموجة او التي تتدخل في سياسة الشركات سواء كانت شركات مقاولات او شركات صناعية او شركات زراعية . نجد ان قيام شركات المقاولات لتنفيذ برامج الدولة او خطط المشروعات القومية .

وعلى النظام الاقتصادي للدولة يعود بالفائدة على الشركة ذاتها (الوحدة) ككل .

فمثلا اذا كانت الدولة تضع برامج لتنفيذ خطة استثمارية لانشاء عدد من المصانع خلال مدة زمنية ٣ سنوات مثلاً ، ومع اغتنام توفر الاعتدادات المتاحة .

وتوكيل عبء تنفيذ هذه المشروعات الى شركات المقاولات وقيام شركات المقاولات بتنفيذ المشروعات في مواعيدها ، اي تحقق خطة الدولة في الاستثمارات ، فاذا نأخذ تنفيذ هذه المشروعات بسبب سوء التخطيط والادارة لشركات قطاع الاعمال ، واصبح فان شركات المقاولات التي تقوم بتنفيذ هذه المشروعات تتحمل بمصاريف ادارية ومصاريف تشغيل باهظة خلال هذه السنين .



(٢)

تحصل الدولة في هذه الحالة لتأخير تنفيذ برنامج الخطة خسائر بالغة .

وإذا كان التموين على سبيل قرض من أحد الدول الأجنبية أو قرض من أحد البنوك الفرضية تتحمل الدولة مسؤولية سداد ثمن المعدات والآلات مع عدم استعمال المنشأ والآلات وتحمّل بعثالة ثابتة قد تم تعينها لإدارة هذه المصانع وتُخسر الدولة وغير قطاع الصناعة العائد الاقتصادي المتوقع من تنفيذ هذه المشروعات .

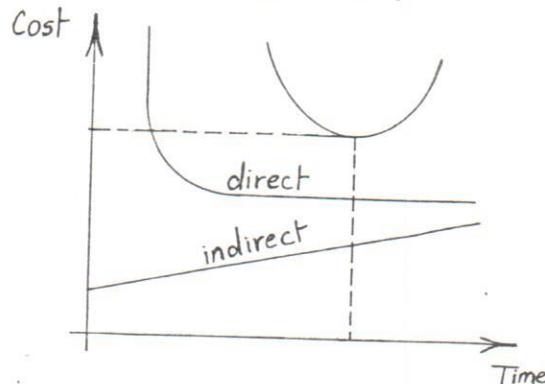
فمثلاً إذا كان بضم إسمنت بحلوان تأخذ ستة شهور وانتاجية السنوية ٣ مليون طن الخسائر تكون $5 \text{ ملليون طن} \times 30 \text{ مليون جنية مصرى} = 150 \text{ مليون جنية عائد اقتصادى للدولة}$ كانت من الممكن أن يضاف للناتج القومي .

وما يستتبع ذلك من توفير نقد أجنبي للدولة يستخدم في استيراد الإسمنت المستورد تشغيل عمالية ٤٠٠٠٠ الخ .

أهمية التخطيط في قطاع البناء باستخدام الأساليب العلمية:

- ١ - تطوير نظام التخطيط والمتابعة في قطاع البناء حتى لا يمثل قطاع البناء نقطة احتقان في تنفيذ مشروعات القطاعات الأخرى كالصناعة ومشروعات الأمن الغذائي والسكن .
- ٢ - استخدام الطاقات الانتاجية المتاحة أفضل استخدام ممكن ودون مبالغة أو اهدرار للموارد المتاحة .

٣ - إمكانية استيعاب قطاع البناء لعدد أكبر من المشروعات وتنفس الطاقات المتاحة



وبالتالي رفع معدلات التنمية للدولة .

زيادة استخدام الاساليب العلمية الحديثة:

١- مساعدة الادارة على اتخاذ المستويات سواء المديرين للتعرف على ما يجب انجازه اطراف المشروعات المختلفة في الاوقات المحددة او تنفيذ في الموقع للتعرف على المراحل المختلفة لمشروعه والمعروفة بالمحتملة .

٢- تقدير احتياجات المشروع من عماله وآلات وراس مان ومواد خام .

٣- اعطاء تصوّر على الاحتمالات المتوقعة .

٤- ايجار امش تكلفة ممكنة للمشروع والوفتالمناظر لها .

٥- ايجار اقى وقت ممكن للمشروع والتكلفة المناظرة .

أسلوب ترتيب وضبط تنفيذ المشروعات

وكلية استخدامه :

PERT

تحليل أسلوب ترتيب وضبط المشروعات

١ - نشأة الأسلوب ومزاياه :

قبل أن ينشأ أسلوب **CPM** أو أسلوب **PERT** كان الأسلوب الأمثل **Gantt chart** ومع أن هذا الأسلوب مفيد في التخطيط وضع البرنامج هو كبير من الحالات ، الا أن هذا الأسلوب لا يظهر العلاقات المختلفة بين الأنشطة المختلفة ومراحل العمل المتالية .

ولهذا فإنه من غير الممكن الاستنتاج من **Gantt Chart** أن النشاط **X** يجب أن ينتهي حتى يبدأ النشاط **Y** أو أن العلاقة بين النشاط **Y** والنشاط **Z** غير أساسية .

ويوجه علم فان المشروعات الصغيرة يعتبر هذا غير أساس على أساس أن واسع البرنامج أو المخططين يستطيعوا تذكر العلاقات المختلفة بين الأنشطة ومراحل المدة والانتها ، ولكن في المشروعات الكبيرة فان عملية تذكر العلاقات بين الأنشطة تعتبر مستحيلة حيث أن بعض الأنشطة تبلغ حوالي ٥٠٠٠ نشاط ولهذا فإن **Gantt Chart** يعتبر محدود للغاية في هذه المشروعات . وذلك لعدم توضيح العلاقة بين المراحل المختلفة ومدى ارتباط كل مرحلة بالمرحلة السابقة . و اذا تأخر تنفيذ اي مرحلة من المراحل فلا يمكن التعبير بهذه الطريقة عن مدى تأثير هذا التأخير على المراحل التي تليها .

ففي منتصف الخمسينيات من هذا القرن بدء الانطلاق والاهتمام بهذه المسألة .

فنجد في المملكة المتحدة أن مجموعة بحوث العمليات البريطانية المختصة بقسم توليد الكهرباء والمركيز تقوم بدراسة عملية تجديد محطة توليد كهرباء .

وفي عام ١٩٥٢ توصلت مجموعة بحوث العمليات الى طريقة الاختصار وقت المشروع ، وفي عام ١٩٥٨ تم تنفيذ هذه الطريقة لعملية تجديد محطة توليد الكهرباء وتم اختصار الوقت الى ٤٢ % من الوقت السابق لنفس العمل .

وفي عام ١٩٦٠ تم اختصار الوقت الى ٣٢ % من الوقت السابق لنفس العمل .

وفي نفس الوقت في الولايات المتحدة الأمريكية تحصل مكتب المشروعات الخاصة للبحرية الأمريكية في فبراير ١٩٥٨ الى اسلوب لمعالجة المشروعات الكبيرة والمعقده وأطلق على هذا الاسلوب

(PERT . Program Evaluation Research Task)

وفي يوليو ١٩٥٨ نشرت أول نشرة عن (PERT) واصبح الاسم

(Program Evaluation and Review Technique)

وفي اكتوبر ١٩٥٨ تم تطبيق نظام PERT لتطوير برنامج الصواريخ الأمريكية طراز بولاريس وتم اختصار عامين كاملين في انتاج هذا الطراز من الصواريخ . وكانت الانشطة تبلغ حوالي ٥٠٠٠ نشاط .

(E.I du Pont de Nemours Co.) وفي نفس الوقت في عام ١٩٥٨ كانت شركة تستخدم اسلوب اطلق عليه CPM لتنظيم وضبط المشروعات الضخمة خلال العام الأول لتطبيق هذا الاسلوب تم توفير ما يزيد عن مليون دولار للشركة .

وسوف نوضح على سبيل المثال وليس المقصود بعض تطبيقات PERT في المجالات المختلفة :

١ - الإنشاءات :

الساكن - البانى (المعطيات وتصميم النشاط) .

٢ - الاعمال المدنية :

الطرق - الكهارى - السدود .

٣ - التسيير :

دراسة احتياجات السوق - الانتاج - تنظيم شركات الدعاية .

٤ - بناء السفن :

تصميم وانشاء السفن .

٥ - التصنيع :

تصميم السيارات - الالات - الاسلحه .

٦ - الاتصالات :

(data processing plant).

برامج تنظيم المعلومات .

PERT

مزايا أسلوب تحليل الشبكات :

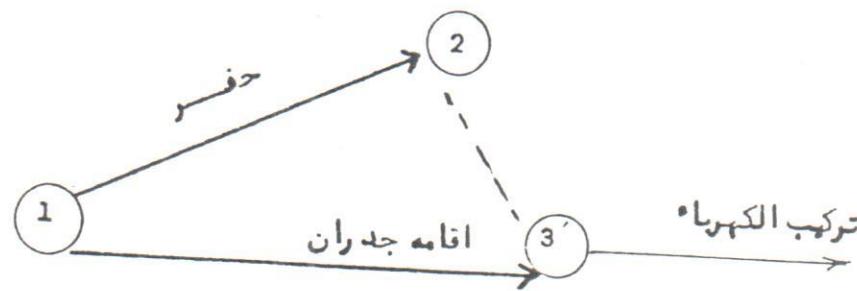
١ - مساعد الاداره على اختلاف المستويات سواء المديرين للتعرف على ما يجب لإنجاز أهداف

المشروعات المختلفة في الأوقات المحددة .

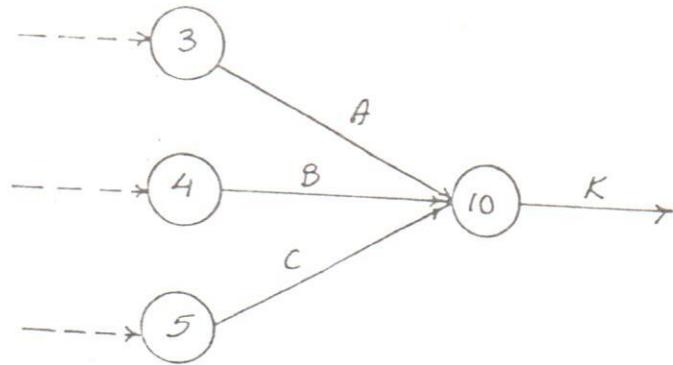
أو مدير التنفيذ في الموقع لتعرف على البرا حل المختلف لمشروعه والمعوقات المحتمله .

النشاط الوضعي هو نشاط ليس له زمان أو احتياجات .
 فمثلاً لو أنه هناك مرتبتين عمل مختلفتين ولكنه المردله الثالث يعتمد على الانتهاء منه
 فمثلاً لو أن لدينا ٣ أنشطة .

- ١ - حفر أساسات وصبهها .
- ٢ - إقامة جدران مهانى .
- ٣ - تركيب كهرباء .



- | | |
|--------|--|
| النشاط | ١ - ٢ حفر أساسات |
| النشاط | ١ - ٣ إقامة جدران |
| الحدث | ٣ هو بداية أعمال تركيبات الكهرباء التي تبدأ بعد الانتهاء |
| النشاط | ٢ - ٣ ويظهر النشاط ٣ - ٢ وهو النشاط وهمي لا زمان له . |



يعنى اذا كان الحدث 10 هو بداية اعمال البياض لا يحدث الا اذا تمت الانشطه

- اعمال المبانى 3 - 10
- اعمال الخرسانه المسلحة 4 - 10
- تركيب التجاره أبواب وشبابيك 5 - 10

٢ - لا يبدأ نشاط الا اذا تم ظهور حدث البداية الخاص به .

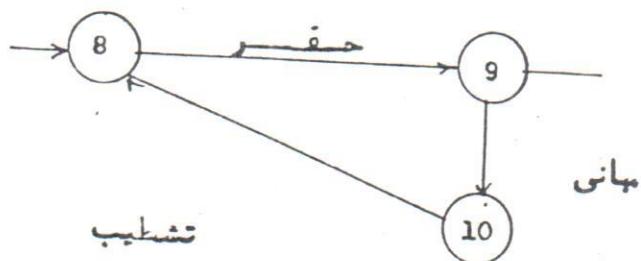


النشاط 11 - 10 وهو اعمال البياض حتى يتم الوصول الى الحدث 10

عند رسم الشبكة Network يجب مراعاة تجنب الاختلاط التالية :

Looping (circuit).

١ - الدائمه المعلقة



An Event

الحدث :

الحدث هو نقطة زمنية محددة في بداية أو نهاية نشاط أو مجموعة من الأنشطة . وليس

circle



مجال زمني ويرمز للحدث على الشبكة برمز

An Activity

النشاط :

النشاط هو جزء من المشروع يتم إنجازه في فترة محددة من الزمن ويبدأ النشاط من وقوع حدث بداية هذا النشاط وقد يعود إلى إنجازه إلى وقوع حدث آخر (حدث النهاية) . ويرمز

Arrow



للنشاط على الشبكة بشكل سهم →

يجب مراعاة التالي عند رسم الشبكة (باللغة الانجليزية) .

١ - الوقت يسير من الشمال إلى الجنوب

Tail event

دائماً بها رقم أكبر من

Head Event

- ٢

الخواص الأساسية للأحداث والأنشطة :

١ - الحدث لا يمكن أن يتم إلا إذا تمت جمع الأنشطة المؤدية له .

ونجد أن مرحله وضع البرنامج لمشروع ما (الانشطه المكونه له وترتيبها) تتم قبل البدء في تنفيذ المشروع وبوضع البرنامج الخاص به **DEPT** (رسم الشبكه واختبارها) وبدا مرحلة التنفيذ وظهور العقبات خلال التنفيذ وقد تكون عقبات ناشئه عن تصور في كميات الحديد او الاستناد او اعطال ميكانيكيه في المعدات التي تستخدم فى أعمال الحفر او الخرسانه تقوم المتابعة بنقل التغيرات الى واسع البرنامج (المخطط) ويتم تقييم مراحل التنفيذ وعمل الخطة البديلة وذلك لانجاز المشروع في وقته المحدد أو تعديل الوقت اللازم لانهاء المشروع وقد يتطلب ذلك تعديل المسار الحالى للمشروع وبطلق على هذه العملية **Updating**

- ٢ - تنفيذ المشروع الى بعض الشبكات الجزئية والمنابع بها بوجه خاص .
- ٣ - تدبير احتياجات المشروع من عماله و الات و رأس مال و مواد خام .
- ٤ - اعطاء تصور على الاحتمالات المتوقعة .
- ٥ - ايجاد أقل تكلفة ممكنة للمشروع والوقت المناظر لها .
- ٦ - ايجاد أقل وقت ممكن للمشروع والتكلفة المناظرة له .

استخدامات الاسلوب PERT و خواصه :

- ١ - يمكن استخدام او تطبيقه على جميع المستويات التخطيطية .

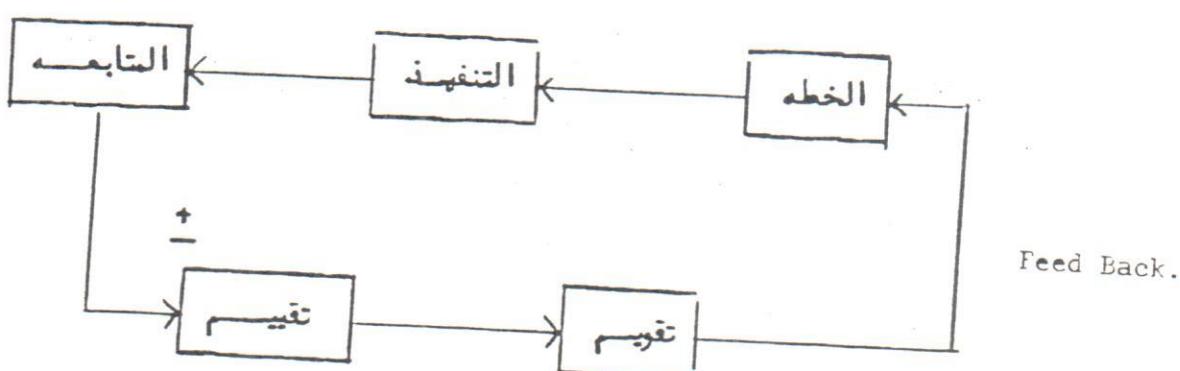
- | | |
|--------------|--|
| (Macro) | ١ - المستوى القومى أو التجميسي (المركزى) |
| (Sectoral) | ٢ - المستوى القطاعى (النوع) |
| (Regional) | ٣ - المستوى الاقليمى (المكانى) |
| (Micro) | ٤ - الوحدة الانتاجيه (النسخاء) |

الخطه القوميه هي مجموع خطط الأقاليم او مجموع خطط القطاعات المختلفه . لذلك لابد

من وجود خطط متكامله ومتراابطة بين القطاعات المختلفه وعلى جميع المستويات .

Planning cycle

ب - يمكن استخدامه وتطبيقه في جميع مراحل الدورة التخطيطية

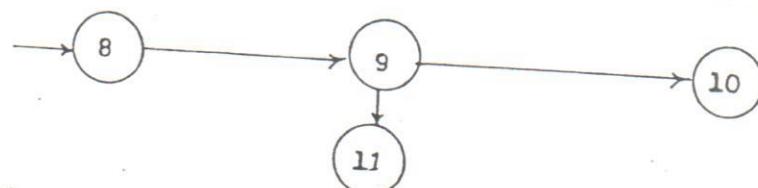


هل الشكل يبين وضع غير مقبول وغير صحيح . فالحدث 10 ببداية أعمال التشطيب يعتمد على الحدث 9 ببداية أعمال المبانى والحدث 9 يعتمد على الحدث 8 ببداية أعمال الحفر والحدث 8 يعتمد على الحدث 10 ببداية أعمال التشطيب .

وهكذا ينذر أن الشبكة ليس لها معنى . حيث إن لا يقل أى يعتمد الحفر على إنهاء

• التشطيب .

٢ - مناصير تظرفه في الشبكة



النشاط 9-11 ليس له معنى حيث أنه لا ينتهي إلى حدث النهاية .
ولهذا فيراعى عند رسم الشبكة الآتى :-

- أن الشبكة لا تحتوى أى ترم من حدث ببداية واحدة وحدث نهاية واحدة .
- أن جمجم الأحداث ما عدا حدث البداية وحدث النهاية . يجب أن يكون لها على الأقل نشاط واحد يدخل لها ونشاط واحد يخرج منها .
- جميع الأنشطة يجب أن تبدأ وتنتهي بحدث .

السار الحرج : Critical Path

هو اطول سار زمني في الشبكة من حدث البداية في المشروع الى حدث النهاية فيه ويزمنه
ساوى زمن المشروع وأهمية المسار الحرج تتلخص في جميع الأنشطة أو الأعمال الواقعه عليه يجب
أن تتم في المواعيد المحددة حتى يتم تنفيذ المشروع في الوقت المحدد لأنها تعتبر أنشطة حرجـة
Critical Activities.

وأى تغيير في زمن أى نشاط حرج يؤدي إلى تغيير زمن المشروع لكل .

ولهذا فإنه يجب أن نبدأ ونتهي كل نشاط من هذه الأنشطة في موعدها المحدد والا فـان
الزمن الكل للمشروع قد يزيد أو ينقص . ويمكن أن يوجد في هذه الشبكة أكثر من سار حرج واحد .

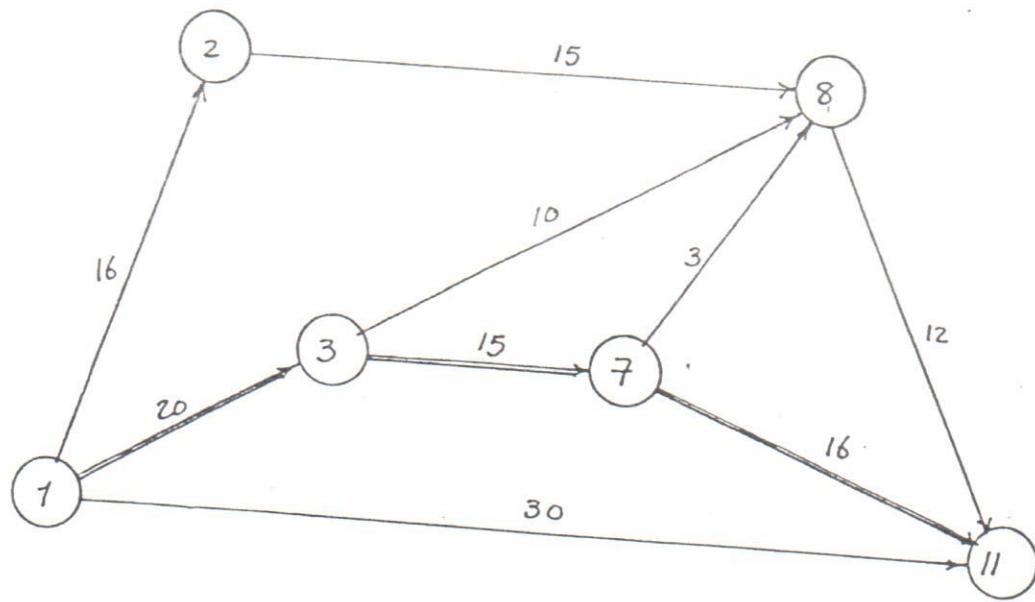
ولتعيين المسار الحرج فـان ذلك يتطلب تعرف نوعيه آخرين من الأزمنه يلزم حسابهما
عند كل حدث على شبكة المشروع وهما .

Earliest Start Time

١ - أكثر الأوقات تبكيـرا للحدث في تنفيـذ حدث :

وهو أقصى وقت يمكننا فيه البدء في تنفيـذ هذا الحدث من تاريخ بدء التنفيـذ
في المشروع . فإذا أفترضنا حدثين i و j وكان الحدث i يسبق الحدث j
فـأن أكثر الأوقات تبـكـيرا $T_E^j = T_E^i + D_{ij}$ لتنفيذ الحدث j يعطـي من المعادله .

$$T_E^j = T_E^i + D_{ij}$$



فإذا أفترضنا أن زمن البداية صفر
ونبدأ نحدد الزمن الكلى اللازم للبدء في كل حدث من الأحداث الموجودة في الشبكة

0	الزمن المبكر للحدث
16	الزمن المبكر للحدث
20	الزمن المبكر للحدث
35	الزمن المبكر للحدث
7	الزمن المبكر للحدث

ونجد أن الحدث 8 لا يمكن البدء في تنفيذه قبل الانتهاء من النقطة الموصدة إليه
 $(2-8)$, $(3-8)$, $(7-8)$
وهي

$$T_L^i = \min_j (T_L^j - D_{ij})$$

Event No.	Latest Time.
1	0
2	24
3	20
7	35
8	39
11	51

شكل جدول من الزمن الباكر والزمن المتأخر لكل الأحداث

Event No.	Time
-----	earliest latest
-----	-----
1	0 0
2	16 24
3	20 20
7	35 35
8	38 39
11	51 51

ويتحقق الشرطين السابعين للأنشطة الحرجه نجد أن

1 - 3 - 7 - 11

السار الحرج هو

ويوجد في هذا المثال سار حرج واحد °

السماح

الأنشطة غير المدرجة تتميز بدرجة تأخير أو تكثير محدد عند بدايتها أو انتهائـها منها بدون
 التأثير على الزمن الكلى اللازم لتنفيذ المشروع ويعرف الزمن السمح به بالسماح

• بالسماح لا يشاطر على المسار الحرج بساوى صفر .

• وهناك أنواع من السماح منها .

TF	Total Float	السماح الكلى
FF	Free Float	السماح الحر
IF	Independent Float	السماح المستقل

السماح الكلى Total Float
 وهو يساوى أقصى وقت سماح لنهاية تنفيذ أي نشاط مطروحا منه الزمن اللازم لتنفيذ هذا النشاط .

$$TF^{ij} = T^j - T^i - D^{ij}$$

فمثلاً النشاط 2 - 1 في المثال السابق

$$TF = \frac{2}{L} - \frac{1}{E} - 16 \\ = 24 - 0 - 16 = 8$$

السماح الحر

السماح الحر يكون أيضاً لآي نشاط غير حرج وهو يساوى كل أو جزء من السماح الكلى ويستخدم
 السماح الحر في زيادة زمن النشاط وذلك لتقليل التكاليف الخاصة بهذا النشاط وبالتالي تقليل التكاليف
 الإجمالية للمشروع وهو يسمح للمخطط بحرية الحركة في زيادة وقت النشاط .

السماح الحر \geq السماح الكل

$$FF = \frac{T_j}{E} - \frac{T_i}{E} - \frac{D_{ij}}{L}$$

$$= 16 - 0 - 16 = 0 \quad 1-2$$

بالنسبة للنشاط

السماح المستقل Independent Float

وهو الزمن الذى يمكن أن يتأخر النشاط بدون التأثير على الأنشطة الأخرى ويعطى

$$IF = \frac{T_j}{E} - \frac{T_i}{L} - \frac{D_{ij}}{L}$$

$$= 16 - 0 - 16 = 0$$

بالنسبة للنشاط .

من الملاقة

PERT / Cost

فيما سبق تم التعرف على الأنشطة الدوارة والوحدات التي تقع على السار الحرن والستى
تتطلب غاياته خلاصه وانها المشروع في الوقت المحدد .

Pert/cost توضح تأثير التغير في الزمن الكل لتنفيذ مشروع على التكاليف
وطبيعة
الثانية المصاحبة له هنا الزمن .

مثلا لو أننا نفترض إنشاء فندق ضخم أو سجن فقس المؤكدة أن لو اسرغنا في تنفيذ الفندق
وضيق الوقت اللازم لإنشاءه مع زيادة التكاليف الكلية للمشروع زيادة ثانية فنجد يكون المائدة
الاقتصادي من تعميل الفندق كمشروع استثماري يعتبر ساديا أن لم يكن أكبر من فرق زيادة
التكاليف الثانية .

كما أننا لا نعقل هنا أن الفندق دخل مجال المنافسة في السوق مبكرا وكذلك الوضع
في عملية إنشاء صناعي فإن دخول السمعة التي ينتجها الصناع في المجال السوق يدخل فصيحة مروءة
إلى حدوده الصناع على الرياح في مجال المنافسة وقدرتها على نحو الصناع السريع .

وسوف نرى تأثير الزيادة أو النقص في الزمن الكل لتنفيذ مشروع ما على التكاليف الكلية بالزيادة
أو النقص .

ويفترض أنا سويف نقوم بعملية صبخرسانه (نشاط) واحد البهانى والزمن الباقي لإنهاه هذا
النشاط هو ٤ أيام باستعمال خلاط خرسانة واحد وعدد عمال خمسة ولا يجاري اليوم للخلاط ٢٠ جنيه
الاجر اليومى للعامل ٣ جنيه ، التكاليف الكلية الباهضة لتنفيذ هذا النشاط فى زمنه الطبيعي .

$$= 3 \times 5 \times 6 \times 20 =$$

= 120 بتنفسه

لتفرض الآن أنه تم استئجار خلاط آخر وزيادة عدد العمال لضمان الانتهاء من هذا النشاط في ٣ أيام .

$$\begin{aligned} \text{التكليف الكلبة المباشرة} &= 3 \times 10 \times 3 + 20 \times 2 \times 3 \\ &= 60 + 120 = 180 \text{ جنيه} \end{aligned}$$

وإذا افترضنا مره أخرى أنه يمكن عمل أضافي للعمال باجر مقاعد المدة يومين وللانتهاء من النشاط خلال ٤ أيام .

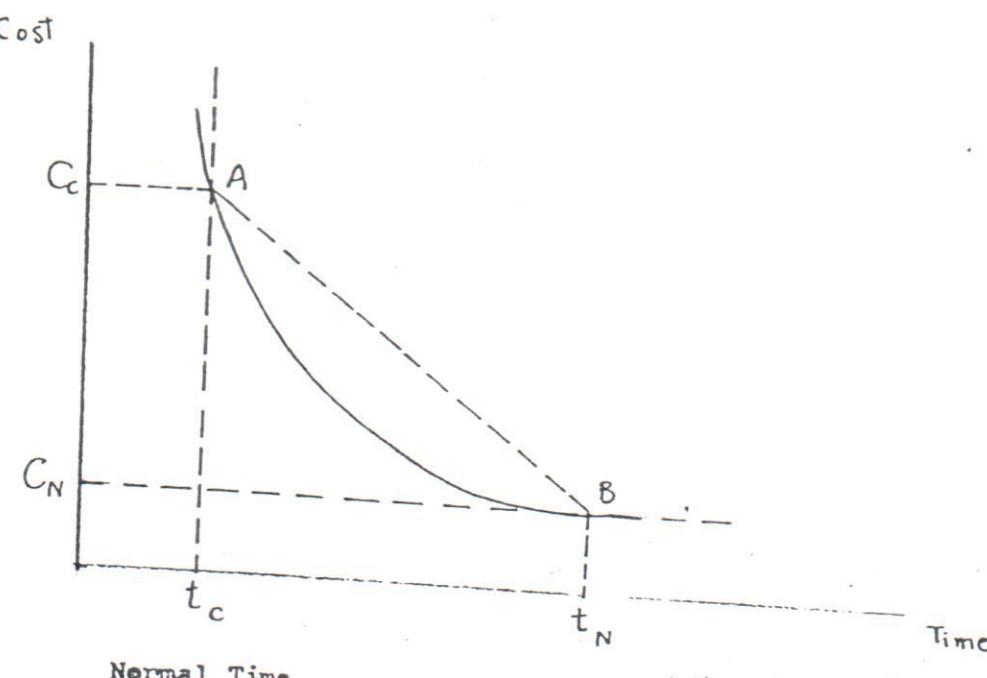
$$\begin{aligned} \text{تكميل عمل عادمة} &= 3 \times 0 \times 4 + 20 \times 4 \\ &= 30 \text{ جنيه} \\ \text{أجر مقاعد المدة يومين} &= 3 \times 5 \times 2 \\ &= 30 \text{ جنيه} \\ \text{أيجار أضافي لـ ماكينة التشغيل الإضافي} &= 20 \text{ جنيه} \\ \hline & 110 \text{ جنيه} \end{aligned}$$

الزمن يوم	التكليف جنيه
٣	١٨٠
٤	١٩٠
٥	١٢٥

وما سبق يوضح أن التكليف الكلبة المباشرة لتنفيذ نشاط ما تزيد أو تقل تبعاً لزمن تنفيذه هذا النشاط بزيادة أو النقصان .

Direct Cost.

ويمكن تمثيل هذه العلاقة بالشكل التالي الذي يوضح التكلفة المباشرة (تكلفة العمال - استئجار الآلات) .



Normal Time

t_N = الزمن الطبيعي

Normal cost

C_N = التكلفة الطبيعية

Crash time

t_c = الزمن المتسارع

Crash Cost

C_c = التكلفة المتسارعة

ونلاحظ من الشكل انه نزيد الزمن الطبيعي t_N فأن التكلفة المتسارعة لـ t_c تقل عن التكلفة الطبيعية بشك ملحوظ وسوف تصبح ابته لا تتغير مهما زاد الزمن .

كذلك نلاحظ انه اذا قل الزمن عن الزمن المتسارع t_c فأن التكلفة المتسارعة سوف تصبح مالا نهاية .

وبطبيعته من الشكل الباقي ان اي زمان يقع بين هذين الزمنين يمكن اعتباره نقطة على الخط المستقيم الذي يصل بين هاتين النقطتين .

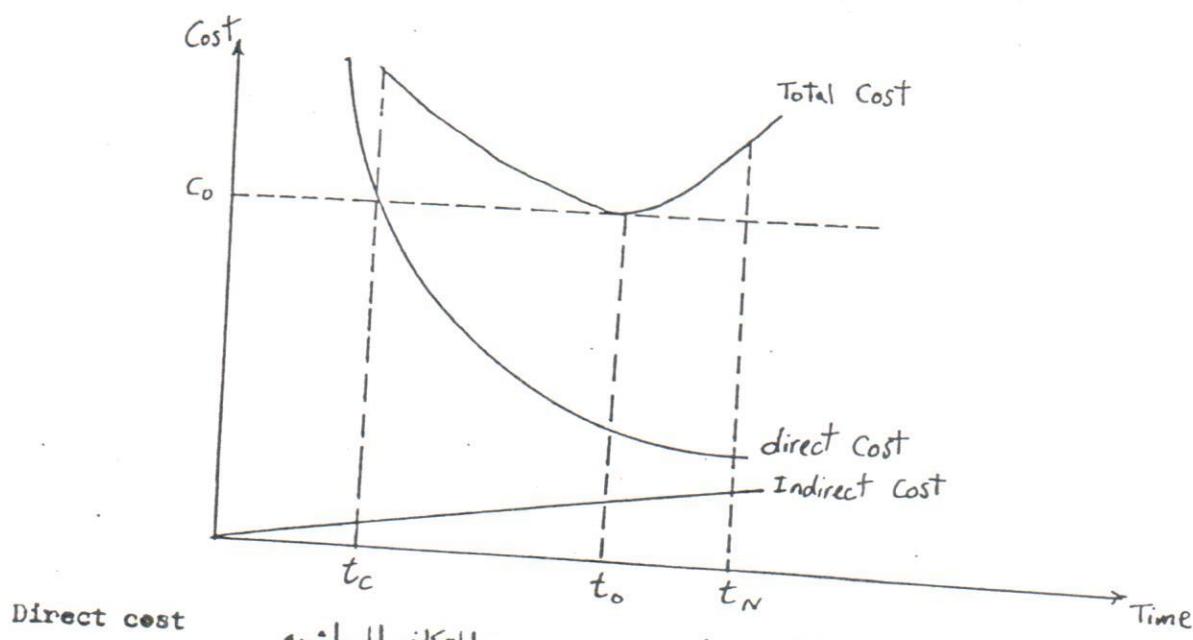
Cost slope

ويميل هذا الخط يسمى بميل التكلفة

$$\text{ميل التكلفة} = \frac{\text{التكلفة المتسارعة} - \text{التكلفة الطبيعية}}{\text{الزمن المتسارع} - \text{الزمن الطبيعي}}$$

والقيمة المثلية لهذا الميل يمثل الزيادة في التكلفة المباشرة لنشاط ما عند انفصال زمان تنفيذه
هذا النشاط وحدة زمان واحدة . كما سنوضح فيما بعد .

ويميل التكلفة يستخدم لاختصار الزمن الكلى تنفيذ المشروع مع زيادة التكليف أقل ما يمكن



عند أي زمان هو مجموع التكلفة المباشرة
عند هذا الزمان من منحني التكلفة الكلية

والتكلفه الكليه

رائد التكلفه الغير مباشرة
يمكن استنتاج بيانيا :

minimum cost

أو

Optimum cost

التكلفه المثلى

زمان التكلفه المثلى

إى يمكن تحديد

minimum cost c_0 وكذلك تحديد t_c minimum time t_c

Linear Programming

Doors , Windows

ورشة نجارة لتصنيع الباب والشباك
 ولدينا ٣٠٠ م/ط اخشاب من قطاع معين
 ولدينا عدد ساعات عمل ١١٠ ساعة
 ٦ بوصة × ٢

والجدول التالي يبين عدد ساعات ، وكمية الاخشاب لكل وحدة والربح الناتج عن تصنيع كل وحدة

Resource	Unit Requirements		Amount Available
	Door	Windows	
Wood (m)	30	20	300
Labor (hours)	5	10	110
Unit profit	6	8	???

$x_t = x_D$ = number of doors made

$x_c = x_W$ = number of windows made.

Constraint القيود

Wood for doors + wood for windows \leq Available wood
 manhours for doors + mh for windows \leq Available hours.

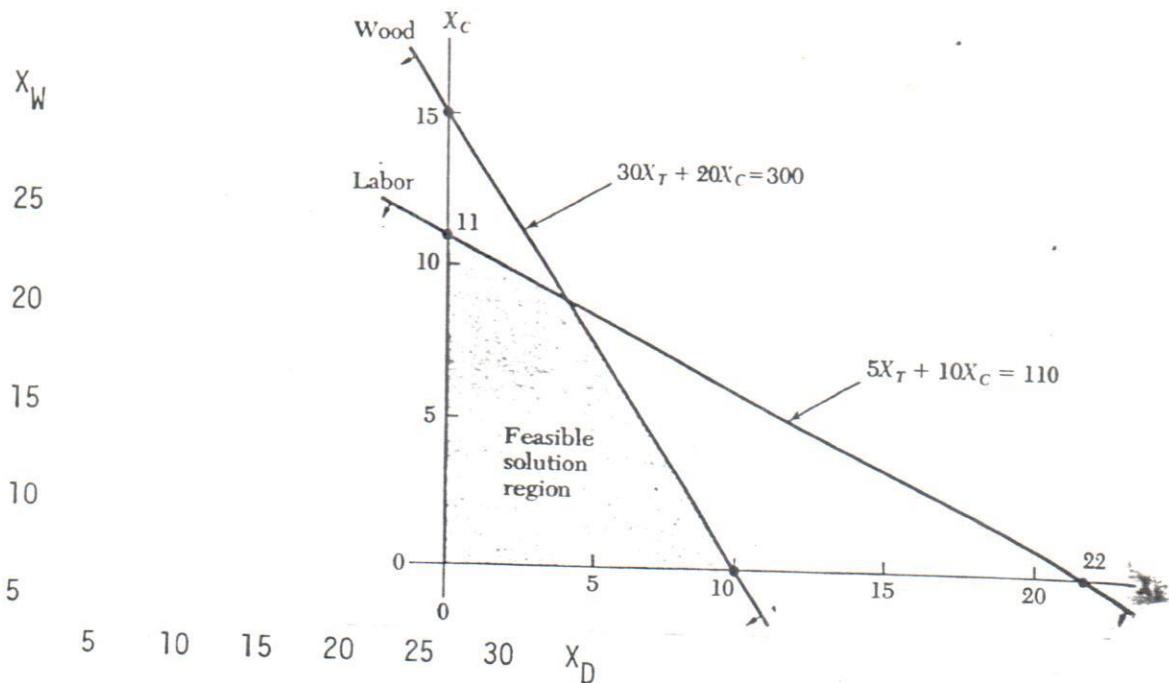
$$30 x_D + 20 x_W \leq 300 \quad (1) \text{ wood}$$

$$5 x_D + 10 x_W \leq 110 \quad (2)$$

$$P = 6 x_D + 8 x_W \quad (3)$$

$$\text{Maximum } P = 6 x_D + 8 x_W \text{ (Objective)}$$

where $x_D, x_W \geq 0$ (non negativity)



$$30 X_D + 20 X_W \leq 300$$

بافتراض المتابعة (١)

$$30 X_D + 20 X_W = 300$$

انه حالة خاصة بحيث الطرفين متساوين.

$$X_W = 6$$

$$\therefore X_D = \frac{300}{30} = 10$$

$$X_D = 0$$

$$\therefore X_D = \frac{300}{20} = 15$$

بافتراض القيد الثاني في المعادلة (٢)

$$5 X_D + 10 X_W = 110$$

$$X_W = 0$$

$$\therefore X_D = \frac{110}{5} = 22$$

$$X_D = 0$$

$$\therefore X_W = \frac{110}{10} = 11$$

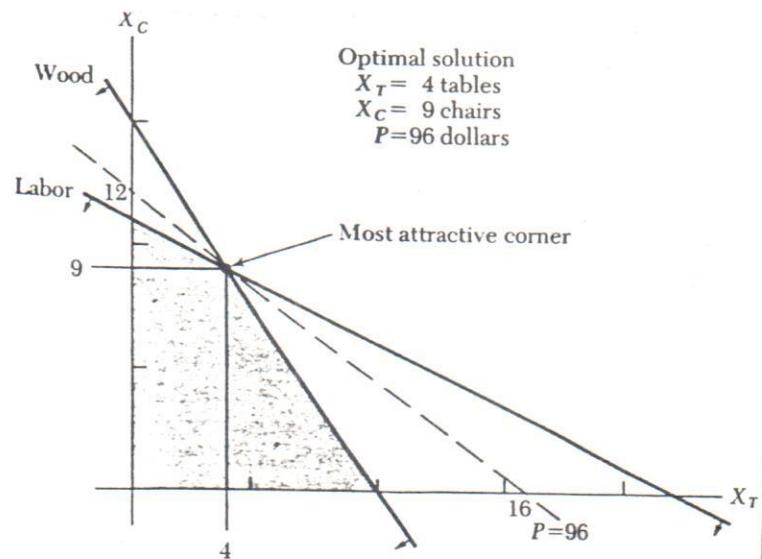
Most attractive corner

(4,9)

$$X_D = 4$$

$$X_W = 9$$

$$P = 24 + 72 = 96 \text{ L.E.}$$



مثال (٢) :

مقاول لديه حفار ميكانيكي ، وبلدوزر ، وعمال عاديين ولدية موقعين اخره هما ارس طينية والاخرى ارس تربة رملية ومن خبرة المقاول السابقة وجد انه يكسب ٥٠ جنية كل ٤١٠٠٠ م^٣ من الطين ويكسب ٦٠ جنية كل ٤١٠٠٠ م^٣ من الحفر في التربة رملية .

ومن دراسة المعدات وجد ما يلى

لحرف ٤١٠٠٠ م^٣ من الطين تحتاج الى ٨ ساعات عمل للحفار .

٤ ساعات للبلدوزر .

٥ ساعة للعمال العاديين .

ولحرف ٤١٠٠٠ م^٣ من التربة الرملية تحتاج الى ٤ ساعات من الحفار .

٥ ساعات من البلدوزر .

١٣ ساعة من العمال العاديين .

مع العلم انه متاح له ٤٠ ساعة عمل للحفار ، ٤٠ ساعة عمل للبلدوزر ، ٤٠ ساعة عمل للعامل العادي وهو الحل الامثل للمقاول حتى يستطيع ان يعمل على اكبر ربح ممكن .

$$X_1 = \text{افترسان} \quad 41000 \text{ م}^3 \text{ طين}$$

$$X_2 = \text{ارسل} \quad 41000 \text{ م}^3 \text{ رمل}$$

$$P = 50 X_1 + 60 X_2$$

	x_1	x_2	Hours
الحجارة	8	4	40
البلدوزر	4	5	40
العمال	50	12	$5 \times 40 = 200$

Constraints:

$$8x_1 + 4x_2 \leq 40 \quad (1)$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 40 \quad (2)$$

$$50x_1 + 12x_2 \leq 200 \quad (3)$$

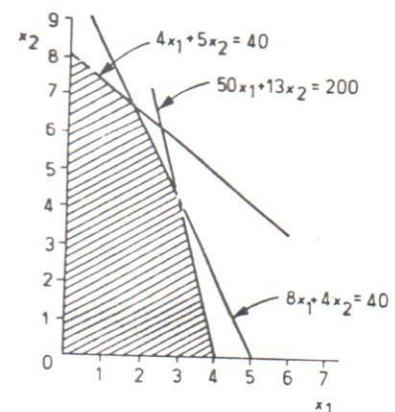
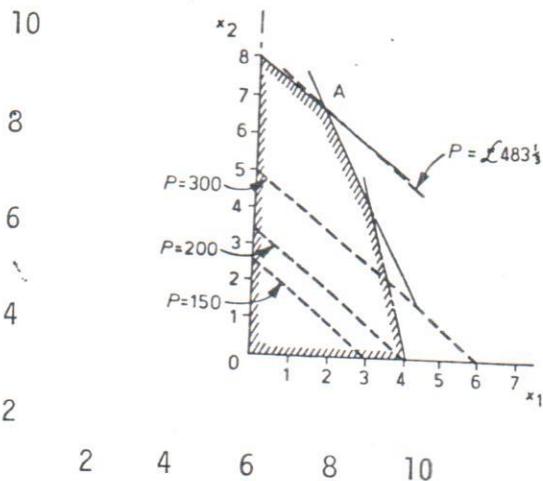
$$x_1 \geq 0 \quad (4)$$

$$x_2 \geq 0 \quad (5)$$

From equ 1 assume $x_1 \geq 0$ $\therefore x_2 = \frac{40}{4} = 10$
 $x_2 \geq 0$ $\therefore x_1 = \frac{40}{8} = 5$

14

12



from equ 2 $x_1 = 0 \quad x_2 = \frac{40}{5} = 8 \quad , \quad x_2 = 0 \quad x_1 = 10$

from equ 3 $x_1 = 0 \quad x_2 = \frac{200}{12} = 16.67 \quad , \quad x_2 = 0 \quad x_1 = \frac{200}{50} = 4$

$x_1 = 1.67 \quad , \quad x_2 = 6.67 \quad P = 483\frac{1}{3}$

1667 of clay , 6667 of ballast

	B_1	B_2	B_3	B_4	Available	diff
A_1	1 c_{11}^6	c_{12}^8	c_{13}^{10}	$c_{14}^?$	1	2
A_2	c_{21}^4	c_{22}^7	c_{23}^{11}	1 c_{24}^6	1	2
A_3	c_{31}^8	1 c_{32}^4	0 c_{33}^5	c_{34}^7	1	1
A_4	c_{41}^9	c_{42}^2	1 c_{43}^1	c_{44}^5	1	1
Need	1	1	1	1	4	
Diff	2, 2, 2	2, 3, 1	4, 5, 1	1, 1, 3		

اذا اردنا نقل اربع معدات لدی الخوازین من اماکن وجودها الاربعة الحالية A_i ($i=1,2,3,4$)
 الى اربع اماكن بناء جديدة B_j ($j=1,2,3,4$) تحتاج الى معدات ومن الخوازین
 ومطلوب نقل المعدات باقل تكاليف .
 مصفوفة التكاليف للنقل كالاتى :

$$(x_{ij} = \text{Min } (a_i - b_j))$$

طريق فوجل للتقریب

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Available	Difference
A ₁	12	10	3 8	11	3	2,3
A ₂	12	8 10	14	10 14	18	2,4,0
A ₃	6 8	8	2 11	1 13	9	0,3,2
Need	6	8	6	11	30	
	4	2	3	2,1		

$$C_{11} - C_{13} = 10 - 8 = 2$$

(ا) بالنسبة للصنوف تحسب الفروقات كل صنف في كل عمود

$$C_{21} - C_{22} = 12 - 10 = 2$$

$$C_{31} - C_{32} = 8 - 8 = 0$$

$$C_{21} - C_{31} = 12 - 8 = 4$$

بالنسبة للاعمدة

$$C_{22} - C_{32} = 10 - 8 = 2$$

$$C_{33} - C_{13} = 11 - 8 = 3$$

$$C_{34} - C_{14} = 13 - 11 = 2$$

(ب) واضح انه اكبر فرق هو اربع وحدات ويوجد في العمود الاول كما ان الخلية ذات اقل

تكليف في هذا العمود هي الخلية A₃ B₁ حيث التكاليف قيمتها ثمانى وحدات فقط.

(ج) نماء الخلية $A_3 B_1$ ذات اقل تكاليف بالكمية *

$$X_{31} = \text{Min} (a_3, b_1) = \text{Min} (9, 6) = 6$$

(د) بناء على ذلك يتم حذف العمود الاول وحساب قيمة الباقي

$$a_3^1 = a_3 - X_{31} = 9 - 6 = 3$$

(ه) نكرر الخطوات السابقة ابتداء من حساب الفروق الجديدة للجدول بعد حذف العمود

الاول وواضح ان الفروق لن تختلف في حسابها بالنسبة لاعادة الامر ،اما بالنسبة

للصنوف فسوف تختلف بصفة عامة حيث :

$$c_{12} - c_{13} = 10 - 8 = 2$$

$$c_{23} - c_{22} = 4 - 10 = 4$$

$$c_{33} - c_{32} = 11 - 8 = 3$$

٠٠ اكبر الفروق جميعا يقع في الصف الثاني والذى يتضمن الخلية $A_2 B_2$ ذات اقل

تكاليف *

$$X_{22} = \text{Min} (a_2, b_2) = \text{Min} (18, 8) = 8$$

$$a_2^1 = a_2 - X_{22} = 18 - 8 = 10$$

بناء على ذلك يتم حذف العمود الثاني من الجدول *

نكرر العمل السابق حتى يتم الحصول على الحل البديهى والموضح بالجدول

$$\begin{aligned} Z &= 8(3) + 10(8) + 14(10) + 8(6) + 11(2) + 13(1) \\ &= 327 \end{aligned}$$

السيد / المهندس عادل خضر محمود خضر.

السيد المهندس / عادل خضر محمود خضر.

الاسم : _____

٠١٩٥١/١/١٠

تاريخ الميلاد : _____

- * دبلوم معهد التخطيط القومي ١٩٨٠
- * بكالوريوس هندسة كهرباء قوى - القاهرة ١٩٧٤

الشهادات الحاصل عليها : _____

مهندس حفر - بشركة خضر للانشاءات.

الوظيفة الحالية : _____

- * اعمال مقاولات من ١٩٧٢ - ١٩٨١
- * ضابط في الاعمال العسكرية ثلاثة سنوات ١٩٧٤ -

الخبرة السابقة : _____

٠١٩٧٧

٨ (ب) شارع عزيز المصري - منشية البكري القاهرة

السكنى : _____

٠٨٦٤٦٦٦

تلفون : _____