Remove Watermark Wondershare PDFelement

Catalog

Lec.8 Transportation problems ..... 1
Lec.9 Assignment problems ..... 22
Lec.10 Network analysis ..... 32
Lec.11 Time study ..... 41
Lec.12 Sequences models ..... 50
Lec.13 Inventoery ..... 60
Lec.1 Feasibility Study ..... 74
Lec.2 Break Event Point ..... 84
Lec.3 Dprecieation and Forecastng ..... 94
Lec.4 Linear Programming ..... 102
Lec.5 Linear Programming Model ..... 111
Lec.6 Graphical Method ..... 118
Lec.7 Simplex Method ..... 133

Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

# Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture: 8

## مسائل النقل والتخصيص

## Transportation & Assignment

***Transportation Problem Model موديل مشكلة النقل***

***Tuesday 2 / 2 / 2021***

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# مسائل النقل Transportation

يعتبر مجال النقل احد اوجه تطبيقات البرمجة الخطية التي ساعدت على اتخاذ القرارات على مساعدة الادارة في تسهيل تدفق السلع من المنافذ الانتاجية او التسويقية الرئيسية الى الوحدات الاصغر وبما يجعل تكاليف النقل الى ادنى حد ممكن .كما يمكن ان يستخدم تكنيك النقل بين الوحدات الانتاجية نفسها في ايجاد ترابط العلاقة بين الوحدات القائمة او بين المشاريع المتوقع اقامتها مستقبلا . ان الية العمل في برمجة النقل تبدأ من ايجاد حل اولي للمشكلة ثم الانتقال في مرحلة تالية للتحقق من كون هذا الحل هو الامثل الذي يحقق ادنى مستوى من التكاليف.

ان نموذج النقل لا يقتصر استخدامه على ضغط الكلفة عندما تكون دالة الهدف Min بل ممكن اجراء بعض التغيرات البسيطة عندما يستهدف متخذ القرار دالة الربح وتعظيمها .Max من خلال ذلك يتوجب على المستثمر معرفة كميات الانتاج التي ستوجه من وحدات الانتاج الى مراكز التوزيع بحيث تكون التكاليف اقل ما يمكن . ويمكن حل مشاكل النقل بأحدى الطرق التالية :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

غربي:

تعد هذه الطريقة من اسهل الطرق على الاطلاق اذ لايستخدم فيها اي منطق علمي لتوزيع الكميات المتوفرة في المصادر(المعامل) لتلبية احتياجات الطلبات .اذ تبدأ عملية ايجاد الحل الاساسي الاولي من الزاوية الشمالية الغربية و لذلك سميت هذه الطريق بهذا الاسم . ويتلخص عمل هذه الطريقة فيما يأتي:

من جدول في نماذج النقل نقارن الكمية المطلوبة عند (D1 Demand) بالكمية المتاحة عند (S1 Source or S1 Supply ) ونضع في هذه الحالة اقل الكميتين , ثم ننتقل الى الكمية الثانية على نفس الصف وهي الخلية S1D1 وايضا نقارن هذه الكمية المتبقية عند D2 ونختار اقل كمية وبذلك نكون قد استهلكنا او نقلنا كل الكميات المتاحة عند المصدر S1 لذلك ننتقل الى الصف الثاني على نفس العمودD2 اي عند الخلية S2D2ونقارن ايضا الكمية المتبقية الستيفاء متطلبات D2 بالكمية المتاحة عند بالكمية المتاحة عند S2 ونختار اقل كمية ,ونكرر هذا العمل حتى نفي بكل االحتياجات عند الغايات وبذلك ننقل كل الكميات المتاحة عند المصادر.

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مثال : استخدم طريقة الركن الشمالي الغربي لايجاد الحل الاساسي لمشكلة النقل المبينة في الجدول التالي

| المخازن / المصانع | w | X | y | Z | العرض |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 5 | 9 | 12 | 1000 |
| B | 9 | 7 | 11 | 13 | 1500 |
| C | 16 | 16 | 12 | 14 | 600 |
| الطلب | 650 | 550 | 1650 | 250 | 3100 / 3100 |

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

خطوات الحل :

1 -يجب ان يكون العرض مساوي للطلب والا لا يمكن حل السؤال

2 -ان مربع الشمال الغربي محصور بين القيم) 1000 و650 ) حيث ان ال 650 هي الاصغر لذلك نضعها في الخلية ونلغيها من الصف الاخير

3 -نطرح 350= 650-1000 ثم نقارنها مع ال 550 توضع في الخلية المجاورة في نفس الصف

4 -اما الصف الثاني نطرح 200= 350-550 نقارنها مع القيمة في نفس الصف 1500 نجد ان القيمة الصغرى هي 200 نضعها في الخلية الثانية من الصف الثاني

5 -نطرح 1300= 200-1500 نقارنها مع القيمة 1500 ثم نختار القيمة الصغرى وهي 1300 نضعها

في الخلية الثالثة من الصف الثاني

6 -اما الصف الثالث بعد ان نطرح 350=1300-1650 نقارنها مع 600 ثم نختارها النها اقل كمية ثم نطرح 250=350-600 ونقارنها مع 250 معناه تساوي صفر

اذن هذا هو الحل النهائي

من اجل ايجاد الكلفة الكلية

T.C=1(650)+5(350)+7(200)+11(1300)+12(350)+14(250)=25800

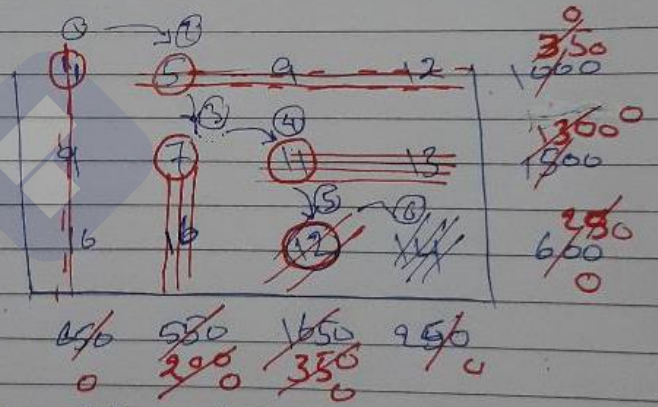
Remove Watermark Wondershare PDFelement

| المخازن / المصانع | w | X | y | Z | العرض |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 1<br>650 | 5<br>350 | 9 | 12 | 1000<br>350<br>0 |
| B | 9 | 7<br>200 | 11<br>1300 | 13 | 1500<br>1300<br>0 |
| C | 16 | 16 | 12<br>350 | 14<br>250 | 600<br>250<br>0 |
| الطلب | 650<br>0 | 550<br>200<br>0 | 1650<br>350<br>0 | 250<br>0 | 3100<br>3100 |

Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

| المصانع \ المخازن | W | X | Y | Z | العرض (S) Source |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 5 | 9 | 12 | 1000 |
| B | 9 | 7 | 11 | 13 | 1500 |
| C | 16 | 16 | 12 | 14 | 600 |
| الطلب (D) Demand | 650 | 550 | 1650 | 950 | 3100 / 3100 |




التكلفة: ① $X_{11} = 1 \times 650 = 650$

② $X_{12} = 5 \times 350 = 1750$

③ $X_{22} = 7 \times 900 = 14000$

④ $X_{23} = 11 \times 1300 = 14300$

⑤ $X_{33} = 12 \times 350 = 4200$

⑥ $X_{34} = 14 \times 250 = 3500$

$\Sigma = 25,800$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

-طريقة الاقل كلفة :

ان طريقة الاقل كلفة هي الطريقة المفضلة على طريقة الركن الشمالي الغربي حيث يتم اختيار وتوزيع الخلايا المشغولة على اساس اقل كلفة ,حيث يتم مشاهدة جدول التكاليف وايجاد اقل الكلف وبعد ذلك يتم تخصيص الكمية المطلوبة في الغاية مقابل المربع او الخلية الذي يحتوي اقل كلفة ,وبعد ان ننتهي من تخصيص الاحتياجات المطلوبة او انتهاء ما تحويه المصادر ,نقوم بملاحظة جدول الكلف مرة اخرى ورصد اقل كلفة اخرى لم يتم اختيارها ويتم توزيع ما تبقى من المصادر من كميات وحسب احتياجات الغايات بالطريقة نفسها

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مثال:

استخدم طريقة الاقل كلفة لايجاد الحل الاساسي لمشكلة النقل المبينة في الجدول التالي:

| المخازن / المصانع | بابل | قادسيه | بغداد | بصره | العرض |
|---|---|---|---|---|---|
| لبنان | 12 | 13 | 20 | 17 | 80 |
| عمان | 25 | 26 | 21 | 15 | 90 |
| سوريا | 17 | 15 | 14 | 15 | 115 |
| الطلب | 50 | 60 | 70 | 95 | 285 / 275 |

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

خطوات الحل :

1 -تستخدم هذه الطريقة عندما يكون العرض لا يساوي الطلب وفي مثالنا اعلاه نجد ان مجموع العرض 285ومجموع الطلب 275

2 -نعمل عمود جديد وتكون احدى خلاياه ذات قيمة 10 من اجل ان يتساوى العرض مع الطلب

3 -نختار اقل خلية وهي 12 وان العرض لها 80 نقاطعها مع الطلب الجديد 10 ثم نضع العدد الاقل وهو 10 في الخلية الاولى من العمود الجديد ثم نعود ال قل خلية وهي 12 من اجل ان نقارن ال 70مع ال50 ثم نختار القيمة الصغرى وهي 50 الباقي من 20= 50-70 بعدها نقارن ال20 مع ال60

نختار االصغر وهو 20 نضعها في الخلية الثانية 13ال نها ثاني اصغر خلية بعد ال 12

4 -نذهب الى الخلية رقم 14 نختار القيمة الدنيا بين 70 , 115 وهي 70 عدها نجد الفرق 115-70=45

5 -بعد خلية 14 نذهب الى خلية 15 واذا كانت هنالك عدة ارقام متشابه)في مثالنا اعاله الرقم 15 )نختار

اي واحدة منها

6 -نقارن ال 40 و 45 نختار ال 40 ال نها االصغر 5=40-45

7 -نذهب الى الخلية 15 الثانية ثم نقارن ال 90و95 نختار ال90 ال نها االصغر 5=90-95

8 -نذهب الى الخلية 15 الثالثة نجد تساوي 5 مع 5 ونضعها في الخلية

Remove Watermark Wondershare PDFelement

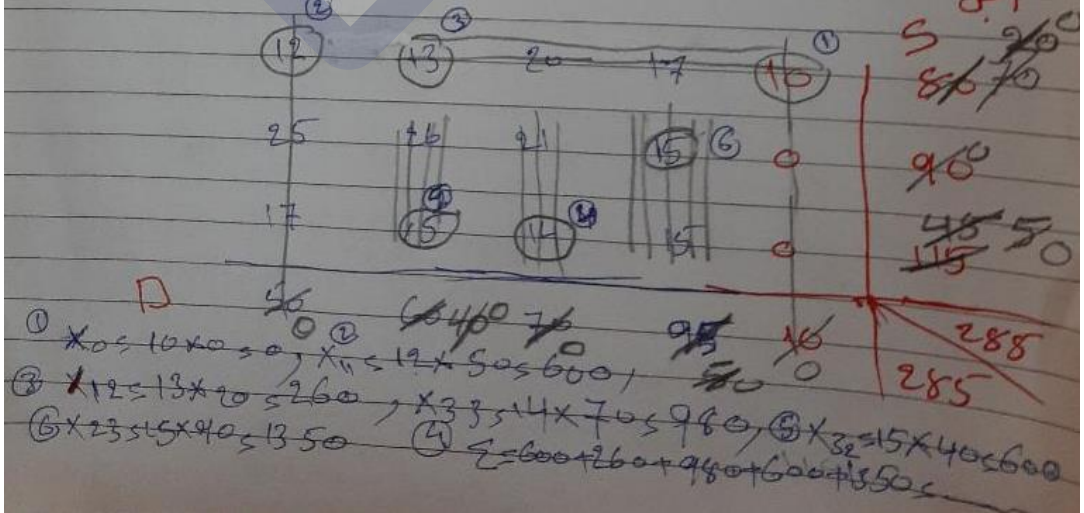
| المخازن / المصانع | بابل | قادسيه | بغداد | بصره | | العرض |
|---|---|---|---|---|---|---|
| لبنان | 12<br>50 | 13<br>20 | 20 | 17 | 0<br>10 | ~~80~~<br>~~70~~<br>~~20~~<br>0 |
| عمان | 25 | 26 | 21 | 15<br>90 | 0 | ~~90~~<br>0 |
| سوريا | 17 | 15<br>40 | 14<br>70 | 15<br>5 | 0 | ~~115~~<br>~~45~~<br>~~5~~<br>0 |
| الطلب | ~~50~~<br>0 | ~~60~~<br>~~40~~<br>0 | ~~70~~<br>0 | ~~95~~<br>~~5~~<br>0 | ~~10~~<br>0 | 285<br>285 |

من اجل ايجاد الكلفة الكلية

T.C=12(50)+3(20)+14(70)+15(40)+15(5)+5(90)=2765

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

| المصانع \ المخازن | بابل | قادسية | بغداد | بصرة | العرض Supply |
|---|---|---|---|---|---|
| لبنان | 12 | 13 | 20 | 17 | 80 |
| عمان | 25 | 26 | 21 | 15 | 90 |
| سوريا | 17 | 15 | 14 | 15 | 115 |
| الطلب Demand | 50 | 60 | 70 | 95 | 285 / 275 |



Remove Watermark Wondershare PDFelement

ان هذه الطريقة تستلزم تحديد الفرق بين اقل كلفتين في كل صف وكل عمود ,وبعد ذلك يجب اختيار الفرق الاكبر من فروق الصفوف والاعمدة ,وتبعا لذلك سوف يتم تحديد صف او عمود الذي يقابل اكبر الفروق بعد هذا يتم اختيار المربع الذي يحتوي على اقل كلف في الصف او العمود المختار في الخطوة السابقة ,بعدها يتم تخصيص اكبر كمية متيسرة لتسديد احتياجات الغاية او نفاذ موجودات المصدر يجب الغاء مرحليا الصف او العمود الذي يتم استيفاء كل احتياجاته او نفاذ كل ما موجود في غاية العمود ,ونكرر العمل بالجدول الجديد حتى يتم امتلاء كافة الخلايا اتي تستخدم في نقل ما موجود في المصدر الى تسديد احتياجات الغايات .

تعد طريقة فوجيل من اهم طرق تحديد الحل الاساسي المبدئي على االطالق لم تتميز به هذه الطريقة من القدرة للوصول الى الحل الامثل او الحل القريب من الحل الامثل , ونادرا ما تكون طريقتي اقل كلفة والشمالي الغربي افضل من طريقة فوجيل ,ويقصد بالافضلية هو الوصول الى الحل بأسرع وقت ممكن وهنا الطريقة تحتاج الى عمليات حسابية اطول.

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مثال:اوجد الحل الاساسي المبدئي لمشكلة النقل الاتية مستعينا بطريقة فوجيل

| | 1 | 2 | 3 | 4 | العرض |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 16 | 10 | 8 | 17 | 50 |
| B | 13 | 14 | 10 | 15 | 60 |
| C | 20 | 8 | 11 | 12 | 40 |
| الطلب | 30 | 20 | 70 | 30 | 150 / 150 |

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

خطوات الحل:

1. يجب ان يكون العرض مساوي للطلب
2. نأخذ اقل قيمة في الصف Aوهي 8 ثم نطرحها من اقرب قيمة لها وهي 10 تكون النتيجة 2 ونضعها في صف الفرق وهكذا مع بقية الصفوف
3. نأخذ الاعمدة حيث ان 13 هي اقل قيمة بالعمود ثم نطرحها من اقرب قيمة وهي 16 نضعها في عمود الفرق وهكذا مع بقية الاعمدة
4. نأخذ اعلى الفروق بالنسبة للصفوف والاعمدة فنجد الرقم 3 ثم نأخذ الصف Bاقل قيمة فيه 10 والصف Cاقل قيمة 8 اما الاعمدة حيث نجد العمود الاول ان اقل قيمة فيه هو 13 والعمود الرابع اقل قيمة 12 نختار من هذه الارقام للصف Cلانه اقل قيمة فيه 8 اقل من بقية الصفوف والاعمدة
5. الخلية 8 موجودة بين 20و40 اذن نشغل الخلية ب20 لانها اقل من 40 في هذه الحالة نلغي العمود رقم 2
6. الصف Aاقل قيمة فيه 8 نطرحها من اقرب قيمة لها 16وهكذا بالنسبة الى كل من C,Bنتبع نفس الخطوات بالنسبة لالعمدة
7. نذهب الى اعلى فرق جديد وهو8 واقعة بين 70,50 نشغل الخلية ب50 بعدها نلغي الصف A
8. نأخذ الصف Bنجد الفرق بين اقل قيمة 10 واقربها 13 هو 3 اما الصف Cنأخذ الفرق بين 12,11 هو1

Remove Watermark Wondershare PDFelement

9. نأخذ العمود رقم 1 نجد الفرق بين اقل قيمة 13 مع اقربها 20 يكون الفرق 7 وهكذا مع بقية الاعمدة

10- نأخذ اعلى فرق جديد بالنسبة للصفوف والاعمدة وهو الرقم 7 ثم نذهب الى اقل خلية وهي محصورة بين 30,60

11 - نأخذ الصف B نجد الفرق بين 15,10 هو 5 وكذلك الفرق في الصف C بين12,11هو 1

12- نأخذ العمود 3 الفرق بين 11,10هو1 كذلك العمود 4 الفرق بين 15,12 هو 3

13- نأخذ اعلى فرق جديد بين الصفوف واالعمدة هو 5 ثم نذهب الى الخلية الاقل كلفة 5 هو 10ونشغلها في 20 لانها اقل من 30

14- الصف B يبقى لديه 10 نضعها في الخلية 15 اما الصف Cيبقى لديه 20 نضعها في الخلية 12

Remove Watermark Wondershare PDFelement

| الى / من | 1 | 2 | 3 | 4 | العرض | الفرق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 16 | 10 | 8<br>50 | 17 | ~~50~~<br>0 | 2 8 |
| B | 13<br>30 | 14 | 10<br>20 | 15<br>10 | ~~60~~<br>~~30~~<br>~~10~~<br>0 | 3 3 3 5 |
| C | 20 | 8<br>20 | 11 | 12<br>20 | ~~40~~<br>~~20~~<br>0 | 3 1 1 1 |
| الطلب | ~~30~~<br>0 | ~~20~~<br>0 | ~~70~~<br>~~20~~<br>0 | ~~30~~<br>0 | 150 | |
| الفرق | 3 3 7 | 2 | 2 2 1 1 | 3 3 3 3 | | |

Wondershare PDFelement

# طريقة فوجل التقريبية

| | 1 | 2 | 3 | 4 | العرض | الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 16 | 10 | (8) | 17 | ~~50~~ 0 | 2 8 |
| B | 13 | 14 | (10) | 15 | ~~60~~ 40 | 3 3 3 2 |
| C | 20 | (8) | 11 | 12 | ~~40~~ 20 | 3 1 1 8 |
| الطلب | 30 | ~~20~~ 0 | ~~50~~ ~~40~~ 0 | 30 | 150 / 150 | |
| | 3 3 3 7 2 | | 2 2 2 | 3 3 3 5 | | |

$X_{32} = 8 \times 20 = 160$ , $X_{13} = 8 \times 50 = 400$ , $X_{23} = 10 \times 20 = 2000$ ,

نكمل بقية الحل

١- نجد ان مجموع العرض يساوي الطلب
٢- نأخذ اقل قيمة في الصف A (8) ونطرحها من اقرب قيمة لها (10)
ونضعها في عمود الفروق وهكذا بالنسبة لبقية الصفوف
٣- " " " " العمود (1) وهو (13) ونطرحه من اقرب قيمة (16)
" " عمود الفروق " " الاعمدة
٤- نأخذ اعلى الفروق بالنسبة للصفوف والاعمدة وهو (3)
~~[illegible]~~

٥- نلاحظ ان اعلى فرق (3) الصف (B) نأخذ منه اقل قيمة هي 10
" (C) " " " " " 8
العمود (1) " " " " " 13
" (4) " " " " " 12
لقد تم اختيار اقل هذه الارقام وهو (8) من الصفوف والاعمدة وللصف C
٦- الخلية 8 تقابلها الكمية (40) حكومن وهو كطلب ثم نحذف العمود الذي
يقابل 20 الكمية الاقل

٧- تكرر الحالة لبقية الحل للاعمدة والصفوف

Remove Watermark Wondershare PDFelement

الثلاثة $S_1, S_2, S_3$ يمكنها ضخ **15** ، **20** و **25** مليون لتر ماء صافي يومياً تمد الأربعة مدن $C_1, C_2, C_3, C_4$ وإحتياجاتها **8** ، **10** ، **12** و **15** مليون لتر ماء صافي يومياً . المطلوب التوصل إلى ترتيب نقل الماء الصافي بين الخزانات الثلاثة والمدن الأربعة بأقل التكاليف الكلية للنقل ( بفرض إن تخزين الماء الفائض عن الحاجة لايسبب أية كلفة ) إستناداً لكلف النقل (لكل مليون لتر )المبينة في الجدول أدناه :

| | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $S_2$ | 3 | 2 | 5 | 2 |
| $S_3$ | 4 | 1 | 2 | 3 |

الحل : بسبب عدم التوازن لأن مجموع كميات الضخ $(25+20+15=60)$ أكبر من مجموع كميات الطلب $(8+10+12+15=45)$ ، لذا نضيف مدينة وهمية $C_5$ تكون كلف نقل الماء الصافي إليها مساوي للصفر وكمية تجهيزها $(60-45=15)$ مليون لتر ماء صافي .

**1**- إيجاد الحل الأولي **S.B.F.S.** – نستخدم إحدى الطرق الأربعة التالية :

- طريقة الركن الشمالي الغربي –

| | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ | $C_5$ | Supply |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 2 **8** | 3 **7** | 4 | 5 | 0 | **15** |
| $S_2$ | 3 | 2 **3** | 5 **12** | 2 **5** | 0 | **20** |
| $S_3$ | 4 | 1 | 2 | 3 **10** | 0 **15** | **25** |
| Demand | **8** | **10** | **12** | **15** | **15** | **60** |

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ب- بإستخدام طريقة الأقل كلفة :

| | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ | $C_5$ | Supply |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 2 **0** | 3 | 4 | 5 | 0 **15** | **15** |
| $S_2$ | 3 **5** | 2 | 5 | 2 **15** | 0 | **20** |
| $S_3$ | 4 **3** | 1 **10** | 2 **12** | 3 | 0 | **25** |
| Demand | **8** | **10** | **12** | **15** | **15** | **60** |

وعليه فإن الكلفة الإجمالية للنقل ستكون :

$$T.T.C. = 2*0 + 0*15 + 3*5 + 2*15 + 4*3 + 1*10 + 2*12 = 91$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ج- بإستخدام طريقة فوجل *VAM* :

| | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ | $C_5$ | Supply | P.C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 2 **0** | 3 | 4 | 5 | 0 **15** | **15** | 2 1 1 3 |
| $S_2$ | 3 **5** | 2 | 5 | 2 **15** | 0 | **20** | 2 0 0 1 1 |
| $S_3$ | 4 **3** | 1 **10** | 2 **12** | 3 | 0 | **25** | 1 1 2 1 1 |
| Demand | **8** | **10** | **12** | **15** | **15** | **60** | |
| P.C. | 1<br>1<br>1<br>1<br>1 | 1<br>1<br>1 | 2<br>2<br>2 | 1<br>1<br>1<br>1<br>1 | 0 | | |

وعليه فإن الكلفة الإجمالية للنقل ستكون :

$$T.T.C. = 2*0 + 0*15 + 3*5 + 2*15 + 4*3 + 1*10 + 2*12 = 91$$

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

# Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

### Lecture: 8

### مسائل النقل و التخصيص

### Assignment

**Assignment Problem Model موديل مشكلة التخصيص**

**Tuesday 16 / 2 / 2021**

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Assignment Problem مسألة التخصيص

تعد حالة خاصة من حالات النقل وتتمثل بوجود ***n*** من الأعمال (المهام) ***Jobs*** يمكن تمثيل كلٍ منها بواسطة أي من الإمكانيات المتاحة (المكائن ***(machines*** البالغ عددها ***m*** المختلفة فيما بينها في كلفة أو وقت أو ربح او كفاءة التمثيل لكل عمل او مهمة إذ يطلب إختيار أحد الإمكانيات المتاحة المناسبة لتنفيذ كل مهمة بأدنى كلفة أو وقت ممكن أو بأعلى ربح او كفاءة ممكنة وهكذا.

يوجد اكثر من طريقة لحل مشكلة التخصيص ولكننا سنركز على أهم هذه الطرق ألا وهي الطريقة الهنكارية ، وكخطوة أولى لهذه الطريقة يجب تحقيق توازن المصفوفة ( عدد المهام = عدد الإمكانيات ) أي إن ***m = n*** وبخلافه نضيف ***(m – n)*** من المهام الوهمية إذا كانت ***(n<m)*** أو نضيف ***(n-m)*** من الإمكانيات الوهمية إذا كانت ***(n>m)*** .أما الكلف أو الربح لهذه المهام أو الإمكانيات الوهمية فتكون أصفار .

أما الخوارزمية المتبعة في هذه الطريقة فهي :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

أ- في حالة التصغير ***minimized*** : نتبع الخطوات التالية :

1. نطرح اصغر قيمة فى كل صف من قيم هذا الصف فنحـصل علـى مـصفوفة الفـرص الضائعة من تخصيص هذا الصف لأي من أعمدة المصفوفة .
2. نطرح أصغر قيمة في كل عمود من قيم هذا العمود فنحـصل علـى مـصفوفة الفـرص الضائعة من تخصيص هذا العمود لأى من صفوف المصفوفة .
3. نغطي اصفار المصفوفة كافة بأقل عدد ممكن من الخطوط الأفقية أو العمودية أو كليهما، فإذا كان عدد تلك الخطوط مساوياً لعدد صفوف (أعمدة) المصفوفة فالتخصيص سـيكون أمثل .
4. إذا كان عدد هذه الخطوط أقل من عدد الصفوف (الأعمدة) نختار أقل قيمة فى المصفوفة من القيم غير المغطاة بالخطوط ويطرح من كل قيمة من القيم غير المغطاة ويضاف إلـى كل قيمة تقع عند ملتقى الخطين الأفقى والعمودى . أما بقية القـيم (المغطـاة ولاتمثـل التقاطع) فتترك كما هي .
5. تعاد الخطوة (2) حتى يتحقق التوزيع الأمثل .

ب- في حالة التعظيم ***maximized*** : يمكن تحويلها إلى حالة التصغير من خلال طرح كل قيمة من قيم المصفوفة من أكبرقيمة فيها ونستمر بالخوارزمية السابقة لإيجاد التخصيص الأمثل .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

التالية توضح كلف توزيع أربعة مهام على خمسة مكائن :

| jobs | machines | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
| J1 | 10 | 11 | 4 | 2 | 8 |
| J2 | 7 | 11 | 10 | 14 | 12 |
| J3 | 5 | 6 | 9 | 12 | 14 |
| J4 | 13 | 15 | 11 | 10 | 7 |

المطلوب : إيجاد التخصيص الأمثل لتقليل الكلف .

الحل : لعدم توازن مصفوفة الكلف ولكون عدد المهام = 4 < عدد المكائن = 5 ، لـذا نـضيف مهمـة خامسة كلفها مساوية للصفر وعليه فالمصفوفة ستكون :

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| J1 | 10 | 11 | 4 | 2 | 8 |
| J2 | 7 | 11 | 10 | 14 | 12 |
| J3 | 5 | 6 | 9 | 12 | 14 |
| J4 | 13 | 15 | 11 | 10 | 7 |
| J5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

بطـرح أقـل كلفة في كـل صف →

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| J1 | 8 | 9 | 2 | 0 | 6 |
| J2 | 0 | 4 | 3 | 7 | 5 |
| J3 | 0 | 1 | 4 | 7 | 9 |
| J4 | 6 | 8 | 4 | 3 | 0 |
| J5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

بطرح أقل كلفة في كل عمود من قيم العمود نفسه تبقى المصفوفة كما هي .

إن أقل عدد للمستقيمات الأفقية والعمودية التى تغطى الأصـفار = 4 < عـدد الـصفوف (الأعمـدة) للمصفوفة = 5 . لذا نطرح أقل قيمة من القيم المغطاة (أي يطرح 1) من القيم غير المغطـاة وتـضاف إلى التقاطعات فقط . فتصبح المصفوفة :

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

| | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ | $M_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $J_1$ | 10 | 11 | 4 | 2 | 8 |
| $J_2$ | 7 | 11 | 10 | 14 | 12 |
| $J_3$ | 5 | 6 | 9 | 12 | 14 |
| $J_4$ | 13 | 15 | 11 | 10 | 7 |

(1)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 11 | 4 | 2 | 8 |
| | 7 | 11 | 10 | 14 | 12 |
| | 5 | 6 | 9 | 12 | 14 |
| | 13 | 15 | 11 | 10 | 7 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(2)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 9 | 2 | 0 | 6 |
| 0 | 4 | 3 | 7 | 5 |
| 0 | 1 | 4 | 7 | 9 |
| 6 | 8 | 4 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 0 | 6 |
| 0 | 3 | 0 | 4 |
| 0 | 1 | 4 | 9 |
| 7 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

(4)

| | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ | $M_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $J_1$ | 9 | 9 | 2 | 0 | 7 |
| $J_2$ | 0 | 3 | 2 | 0 | 5 |
| $J_3$ | 0 | 0 | 3 | 0 | 9 |
| $J_4$ | 6 | 7 | 3 | 2 | 0 |
| $J_5$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| Jobs | machin |
|---|---|
| $J_1$ | $M_4$ |
| $J_2$ | $M_1$ |
| $J_3$ | $M_1, M_2$ |
| $J_4$ | $M_5$ |
| $J_5$ | $M_2, M_3, M_4$ |

Remove Watermark Wondershare PDFelement

| | M1 | M2 | M3 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| J1 | 9 | 9 | 2 | 0 | 7 |
| J2 | 0 | 3 | 2 | 6 | 5 |
| J3 | 0 | 0 | 3 | 6 | 9 |
| J4 | 6 | 7 | 3 | 2 | 0 |
| J5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

قل عدد من المستقيمات = عدد الصفوف = 5

حل أمثل وعليه فإن توزيع الأصفار يكون :

| Jobs | Machines |
|---|---|
| J1 | M4 |
| J2 | M1 |
| J3 | M1 , M2 |
| J4 | M5 |
| J5 | M2 , M3 , M4 |

بحذف الماكنة 1 من المهمة 3 لأنها أشغل من قبل المهمة 2 وكذلك حذف الماكنتين 2 و 4 من المهمة 5 لأنها اشغلت من قبل المهمتين 3 و 1 على التوالي . لذا فالتخصيص الأمثل للمهام سيكون :

تنجز المهمة 1 على الماكنة 4 وبكلفة 2

تنجز المهمة 2 على الماكنة 1 وبكلفة 7

تنجز المهمة 3 على الماكنة 2 وبكلفة 6

تنجز المهمة 4 على الماكنة 5 وبكلفة 7 ← إجمالي الكلف 22 .

أي بأقل كلفة إجمالية هي 22 علما بأن الماكنة 3 لاتعطى لها أي مهمة .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

الية تمثل ربح توزيع أربعة مهام على أربعة مكائن :

| Jobs | Machines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| J1 | 10 | 3 | 2 | 4 |
| J2 | 9 | 4 | 1 | 3 |
| J3 | 8 | 5 | 1 | 5 |
| J4 | 7 | 6 | 2 | 6 |

المطلوب : إيجاد التخصيص الأمثل للمهام على المكائن لتحقيق أعلى ربح ممكن .

الحل : بطرح جميع قيم المصفوفة من أكبر قيمة فيها (أي **10**) لتحويلها إلى حالة التـصغير ، فتكـون المصفوفة الجديدة :

| Jobs | Machines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| J1 | 0 | 7 | 8 | 6 |
| J2 | 1 | 6 | 9 | 7 |
| J3 | 2 | 5 | 9 | 5 |
| J4 | 3 | 4 | 8 | 4 |

بطرح أقـل قيمةفي كل صف ←

| Jobs | Machines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| J1 | 0 | 7 | 8 | 6 |
| J2 | 0 | 5 | 8 | 6 |
| J3 | 0 | 3 | 7 | 3 |
| J4 | 0 | 1 | 5 | 1 |

بطرح أقل قيمة في كل عمود ←

| Jobs | Machines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| J1 | 0 | 6 | 3 | 5 |
| J2 | 0 | 4 | 3 | 5 |
| J3 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| J4 | 0 | 0 | 0 | 0 |

أقل عدد من المستقيمات **2** < عدد الصفوف (الأعمدة) **4** . لذا تطرح **2** من القيم المغطاة وتضاف إلى التقاطع وعليه فالمصفوفة الجديدة ستكون :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

| Jobs | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| J1 | 0 | 4 | 1 | 3 |
| J2 | 0 | 2 | 1 | 3 |
| J3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J4 | 2 | 0 | 0 | 0 |

أقل عدد من المستقيمات = 3 < عدد الصفوف (الأعمدة) = 4 ، لذا نطرح 1 من القيم غير المغطـاة وتضاف لقيم التقاطع ، فتكون المصفوفة الجديدة :

| Jobs | Machines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| J1 | 0 | 3 | 0 | 2 |
| J2 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| J3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| J4 | 3 | 0 | 0 | 0 |

أقل عدد من المستقيمات = عدد الصفوف (الأعمدة) = 4 ، لذا فالحل أمثل وعليه فالتخصيص الأمثـل سيكون :

| Jobs | Machines |
|---|---|
| J1 | M1 , M3 |
| J2 | M1 , M3 |
| J3 | M2 , M3 , M4 |
| J4 | M2 , M3 , M4 |

| Jobs | Mach. | profit | | Jo. | Ma. | Pr. | | Jo. | Ma. | Pr. | | Jo. | Mach. | Pr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| J1 | M1 | 10 | | J1 | M1 | 10 | | J1 | M3 | 2 | | J1 | M3 | 2 |
| J2 | M3 | 1 | | J2 | M3 | 1 | | J2 | M1 | 9 | | J2 | M1 | 9 |
| J3 | M2 | 5 | or | J3 | M4 | 5 | or | J3 | M2 | 5 | or | J3 | M4 | 5 |
| J4 | M4 | 6 | | J4 | M2 | 6 | | J4 | M4 | 6 | | J4 | M2 | 6 |
| ∑ | | 22 | | ∑ | | 22 | | ∑ | | 22 | | ∑ | | 22 |

أي وجود أربعة تخصيصات مثلى للمهام على المكائن لتحقيق أعلى ربح ممكن وقدره 22 وحدة نقدية وكما مثبتة أعلاه .

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

max.

| | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $J_1$ | 10 | 3 | 2 | 4 |
| $J_2$ | 9 | 4 | 1 | 3 |
| $J_3$ | 8 | 5 | 1 | 5 |
| $J_4$ | 7 | 6 | 2 | 6 |

نطرح كل عمود بالصفوف من اليمين لليسار (لأن) min هي 0

①

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 7 | 8 | 6 |
| 1 | 6 | 9 | 7 |
| 2 | 5 | 9 | 5 |
| 3 | 4 | 6 | 4 |

نطرح أقل قيمة من كل صف

②

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 7 | 8 | 6 |
| 0 | 5 | 8 | 6 |
| 0 | 3 | 7 | 3 |
| 0 | 1 | 5 | 1 |

نطرح أقل قيمة من كل عمود

③

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 6 | 3 | 5 |
| 0 | 4 | 3 | 5 |
| 0 | (2) | (2) | (2) |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

عدد المستقيمات يساوي عدد الصفوف/الأعمدة

نختار أقل قيمة غير مغطاة ونلتف (2) نطرح هذه القيمة من القيم الغير مغطاة ونضيف إلى التقاطعات

④

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 4 | 1 | 3 |
| 0 | 2 | 1 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 |

عدد المستقيمات 3 < عدد الصفوف (الأعمدة) 4

نختار القيمة غير المغطاة (1) ونطرح من غير المغطاة ونضيف عند كل تقاطع

| | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $J_1$ | 0 | 3 | 0 | 2 |
| $J_2$ | 0 | 1 | 0 | 2 |
| $J_3$ | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $J_4$ | 2 | 0 | 0 | 0 |

عدد المستقيمات = عدد الصفوف (الأعمدة) ⇐ الحل الأمثل للتخصيص هو

$J_1$ عند $M_1$ ، $J_2$ عند $M_3$ بكلفة 2 ... $J_3$ عند $M_1$ ، $M_3$ : نختار $M_1$ بكلفة 1

$M_2$ ، $J_4$ عند $M_2$ ... $M_4$ ، $M_3$ نختار $M_4$ بكلفة 6 ... $J_4$ عند $M_2$ ، $M_3$ ، $M_4$ نختار $M_2$ بكلفة 5

الكلفة الكلية 22

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# النشاط السابع

الصف: الرابع الشعبة (أ + ب)  الموضوع: الهندسة الصناعية  المحاضرة 8 : البرمجة الخطية

الثلاثاء 17/ 2/ 2021

أوجد التخصيص الأمثل لتوزيع المهام على المكائن للمصفوفتين : a) تقليل الكلف, b) تعظيم الارباح

a)

| Jobs | machines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| J1 | 10 | 5 | 5 | 2 |
| J2 | 9 | 8 | 4 | 3 |
| J3 | 7 | 7 | 6 | 4 |
| J4 | 8 | 7 | 5 | 5 |

b)

| Jobs | Machines | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
| J1 | 3 | 8 | 2 | 10 | 3 |
| J2 | 8 | 7 | 2 | 9 | 7 |
| J3 | 6 | 4 | 2 | 7 | 5 |
| J4 | 8 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| J5 | 9 | 10 | 6 | 9 | 10 |

**ملاحظة**: يرجى حل النموذج كواجب بيتي من قبل كل طالب على حدة مع التوضيح وتقييم آلية الحل كما في المثال المرفق في المحاضرة المسجلة في الصف. يرسل الواجب البيتي الى نهاية يوم الثلاثاء القادم (2/3/2021) . . . مع التحية

2021 /2 /16

مدرس المادة : د. ايمان قاسم

قسم الهندسة الميكانيكية

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# *Department of Mechanical Engineering*

# *Fourth Class*

## *Subject: Industrial Engineering*

### *Lecture: 10*

### تحليل شبكات الاعمال

### *Network Analysis*

***Tuesday 23 / 2 / 2021***

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# تحليل شبكات الاعمال

## *Network Analysis*

- تستخدم هذه المخططات بشكل واسع للسيطرة على مراحل إقامة المشاريع وتنفيذها وكذلك في مراحل تصنيع أو تجميع السلع ويجري ذلك من خلال تحليل وتنسيق النشاطات والفعاليات الضرورية للإنتاج على هيئة شبكات أعمال مترابطة وجداول لأجل توجيه تنفيذ هذه الأعمال. وبشكل عام فإن عناصر رسم وتكوين المخططات الشبكية وإعداد الجداول الزمنية للمتابعة وفرض الرقابة هي:

- الحدث Event: ويشار إليه بدائرة يرقم كلٍ منها برقم خاص لا يجوز تكراره ويدل على ترتيب الحدث فقط ولكل شبكة حدث بداية واحد وحدث نهاية واحد ولا يحتاج الحدث إلى وقت او موارد لتنفيذه.

- النشاط Activity: ويشار إليه بسهم واحد ولا يجوز أيضًا تمثيل أي نشاط بأكثر من سهم ، وإن أي نشاط يحتاج لوقت وموارد لأجل تنفيذه ويوضع الوقت اللازم لإنجاز النشاط Duration عادة فوق كل سهم ، مع ملاحظة إنه لا توجد علاقة بين طول السهم والفترة اللازمة لتنفيذه . يكون لكل نشاط حدث بداية وحدث نهاية ويمكن أن يشترك نشاطان في نفس حدث البداية ولكن حدث النهاية يكون مختلف لكلٍ منهما ، أو يمكن ان يشترك نشاطان في نفس حدث النهاية ولكن حدث البداية يكون مختلف لكلٍ منهما ، ولايجوز أن يشترك نشاطان في نفس حدث البداية ونفس حدث النهاية.

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

Network Model

(Nodes) والخطوط (Ares) تمثل النقاط بحيث

تمثل النقاط بالاحداث اما الخطوط فتستخدم بالانشطة

فائدة عمل شبكة الاعمال هو حساب الزمن المتوقع لانجاز المشروع او انجاز اي

جزء من اجزاءه ودفعه من اجل السيطرة على المشروع - المثال التالي يوضح كيفية تشكيل

شبكة الاعمال

مثال :- اركب شبكة مشروع انشاء بيت صغير حيث كانت انشطة واحداثه

فعالياته هي :-

١ - تسوية الارض ، ٢ - عمل الخطوط ، ٣ - حفر الاساسات ، ٤ - بناء الاعمدة ،

٥ - بناء جدران الواجهة ، ٦ - بناء السقف ، ٧ - عمل التمديدات الداخلية

٨ - عمل التوصيلات الكهربائية ، ٩ - تركيب تمديدات المياه والمجاري ، ١٠ - حفر

السقف والجدران ، ١١ - تركيب بلاط الارض ، ١٢ - تركيب الابواب والشبابيك ، ١٣ - الطلاء الخارجي

١٤ - الطلاء الداخلي ، ١٥ - طلاء الابواب والشبابيك ، ١٦ - التشطيبات النهائية

خطوات تكوين شبكة الاعمال في برنامج وندوز

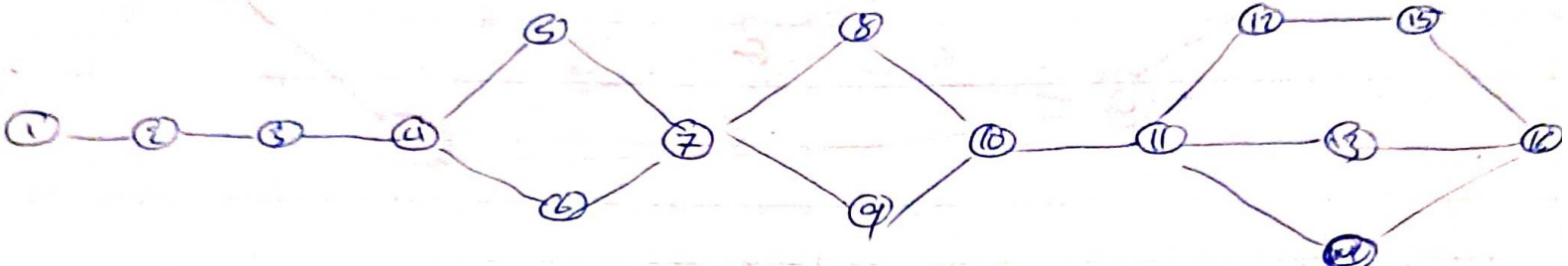
١- معرفة بداية الشبكة - الحدث الاول في الشبكة هو الحدث الاول

٢- معرفة الحدث النهائي للحدث الاخير للانشطة

٣- معرفة الاحداث السابقة والمتزامنة كالاحداث (٤، ٢) هي احداث سابقة

و (٦، ٥) عندما تكون متزامنة اي تحدث في نفس الوقت

٤- وصل الاحداث حسب ترتيبها وتسلسلها وصل بينهما بخطوط الاسهم حسب سابقها ولاحقها



Remove Watermark
Wondershare PDFelement

في كل مشروعات الإنشاء

١- المسار الحرج Critical Path

٢- تقييم ومراجعة المسار الحرج / شبكة بيرت (Pert Model)

المسار الحرج Critical Path Method

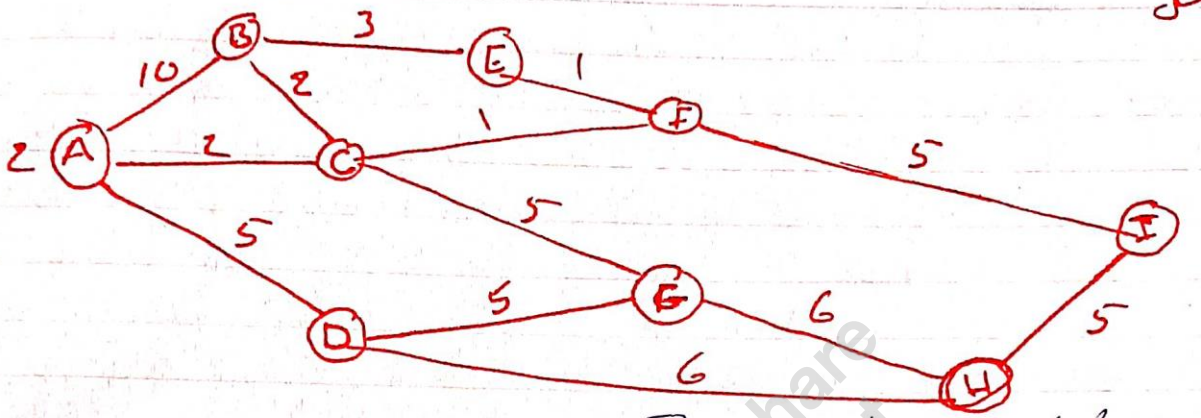
يعرف المسار الحرج على انه اطول مسارات الشبكة زمنا والمسار الحرج هو المسار المتضمن الأنشطة ذات المرونة الصفرية في الشبكة. وهناك طريقتان لحساب المسار الحرج

١- طريقة حساب كل المسارات والأنشطة في الشبكة وتحديد أطول مسار الحرج وهو المسار الأطول زمنا

مثال :- المثال التالي يمثل أحد مشروعات الإنشاءات المطلوب إنهاؤه بالأسبوع لكل حدث:

| الحدث | الحدث السابق | الزمن بالأسبوع |
|---|---|---|
| A | - | 2 |
| B | A | 10 |
| C | A و B | 2 |
| D | A | 5 |
| E | B | 3 |
| F | E, C | 1 |
| G | D و C | 5 |
| H | G و D | 6 |
| I | F, H | 5 |

Remove Watermark
Wondershare PDFelement




ب- حدد كل المسارات الممكنة في الشبكة وقيمها:

المسار الأول

A → B → E → F → I
2 + 10 + 3 + 1 + 5 = 21

A → B → C → F → I
2 + 10 + 2 + 1 + 5 = 20

A → B → C → G → H → I
2 + 10 + 2 + 5 + 6 + 5 = **30**

المسار الأطول = الأبعد

A → C → F → I
2 + 2 + 1 + 5 = 10

A → C → G → H → I
2 + 2 + 5 + 6 + 5 = 20

A → D → G → H → I
2 + 5 + 5 + 6 + 5 = 23

A → D → H → I
2 + 5 + 6 + 5 = 18

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

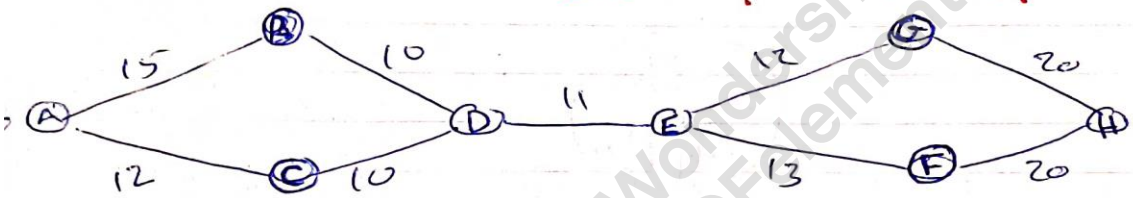
الإزاحة المباشرة والمتأخرة لأحدان المستوى وحسب أن
زمن البدء المبكر للحدث + الإزاحة السابقة للحدث
الإزاحة = زمن البدء المبكر للحدث + زمن الحدث نفسه
وأيضاً علينا أن نأخذ زمن البدء للحدث وزمن الإنجاز المبكر للحدث السابق

Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

| العقدة | العقدة السابقة | الزمن بالدقائق |
|---|---|---|
| A | — | 0 |
| B | A | 15 |
| C | A | 12 |
| D | B, C | 10 |
| E | D | 11 |
| F | E | 13 |
| G | E | 12 |
| H | F, G | 20 |

احسب أقل زمن لعبور الرحلات المستوحى




زمن البدء للعقدة A = صفر

زمن البدء للعقدة B = 15

" " " C = 12

" " " D = 22

" " " E = 25 وهو أقل زمن

زمن البدء لـ F = 35

" " " G = 37

" " " H = 45

0 + 12 = 22
0 + 15 = 25
0 + 15 + 10 = 35
0 + 12 + 10 = 32
0 + 10 + 15 + 10 = 46
0 + 10 + 12 + 10 = 43

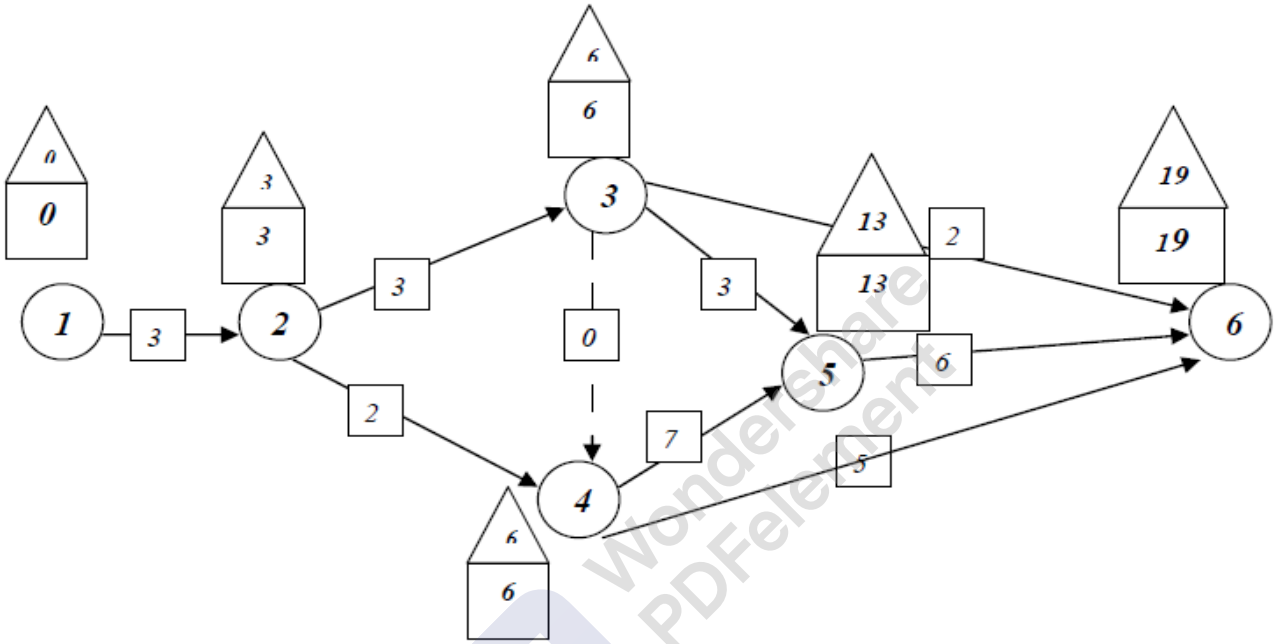
وهكذا حيث زمن البدء لـ H هو الحل وهو 46

" " " " H " " " 59

عليك تمثيل ذلك بالجدول التالي

Remove Watermark Wondershare PDFelement

| activity | 1-2 | 2-3 | 2-4 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 4-5 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_{ij}$ | 3 | 3 | 2 | 0 | 3 | 2 | 7 | 5 | 6 |




| Forward pass | Backward pass |
|---|---|
| $ES_1 = 0$ | $LC_6 = 19$ |
| $ES_2 = 0 + 3 = 3$ | $LC_5 = 19 - 6 = 13$ |
| $ES_3 = 3 + 3 = 6$ | $LC_4 = min. \{ 13-7, 19-5 \} = 6$ |
| $ES_4 = max. \{ 3+2,6+0 \} = 6$ | $LC_3 = min. \{ 6-0, 13-3, 19-2 \} = 6$ |
| $ES_5 = max. \{ 6+3, 6+7 \} = 13$ | $LC_2 = min. \{ 6-3, 6-2 \} = 3$ |
| $ES_6 = max. \{ 6+2, 6+5, 13+6 \} = 19$ | $LC_1 = 3 - 3 = 0$ |

لذا فالمسار الحرج لتصنيع السلعة هو : 1-2-3-4-5-6 بالأنشطة الحرجة :

(1,2) , (2,3) , (3,4) , (4,5) , (5,6) والزمن الحرج Critical time هو 19 .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# النشاط العاشر

## الصف: الرابع الشعبة (أ + ب) الموضوع: الهندسة الصناعية المحاضرة 10 : شبكة الاعمال

## الثلاثاء 23/ 3/ 2021

أوجد المسار الحرج للمشروع التالي :

| *activity* | *Preceding activity* | *Duration* |
|---|---|---|
| *A* | --- | *14* |
| *B* | *A* | *12* |
| *C* | *B* | *16* |
| *D* | *B* | *7* |
| *E* | *B* | *12* |
| *F* | *C* | *20* |
| *G* | *C* | *18* |
| *H* | *C* | *6* |
| *I* | *F , G* | *4* |
| *J* | *E , H , I* | *2* |
| *K* | *D , J* | *3* |

**ملاحظة**: يرجى حل النموذج كواجب بيتي من قبل كل طالب على حدة مع التوضيح وتقييم آلية الحل كما في المثال المرفق في المحاضرة. يرسل الواجب البيتي الى نهاية يوم الثلاثاء القادم (31/3/2021) . . . مع التحية

2021 /3 /23

مدرس المادة : د. ايمان قاسم

قسم الهندسة الميكانيكية

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# *Department of Mechanical Engineering*

# *Fourth Class*

## *Subject: Industrial Engineering*

## *Lecture: 12*

## دراسة الوقت

## *Time Study*

***Tuesday 13 / 4/ 2021***

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

Time study

دراسة الوقت: الإجراء المعمول به لتحديد الوقت القياسي للعملية بواسطة قياس زمن ياسر و ملكة التوسيع المعتمد كي يتمكن تحسين طريقة إنجازه أثناء قياس الوقت

Work Measurement:

قياس العمل: هو تحليل الوقت المستغرق بواسطة العناصر البشرية وغير البشرية من العملية، الآلية، المختلفة

Standard Time

الوقت القياسي: - هو الوقت الإجمالي المصروف من قبل عامل متوسط يعمل وقت دوام كامل اعتيادية وذو مهارة ادائه متوسطين لإنجاز وحدة واحدة من العمل وبوتيرة مقبولة.

Rating

تقدير الأداء: هو الإجراء الذي بواسطته يتم تصحيح خلل دراسة الوقت مقارنة أداء العامل وقت الملاحظة.

الوقت العادي Normal Time: هو الوقت الذي يستغرقه عامل متوسط لإنجاز العمل اذا ما اشتغل بمعدل عادي

الحالات:

الوقت المصروف أثناء الدراسة: الوقت المصروف أثناء قياس الوقت أو أداء العمل وتتراوح الاستراحات المتقطعة وغير المتقطعة التي يحتاجها العامل حيث تختلف من عامل لآخر وهي

أ- عطل آلية وتصليحها
ب- صيانة آلية
ج- تأخير وصول العمل للآلية أو العامل
د- تأخير وصول العدد أو الأدوات

= 5 %

ه- استراحات شخصية: وهي الوقت المستغرق من قبل العامل خارج أوقات الإنتاج

= 25 دقيقة للراحة الإنتاجية

الكلل أو الملل: من الصعب العمل بشكل متواصل أثناء العمل = 25 - 30 دقيقة للراحة الإنتاجية

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

٣- تحديد البرامج الزمنية و أعداد فرق الإنتاج.
٢- تحميل قائمة التوزيع على الماكينات بالمصنع
٤- تحديد مناولة المادة وحدد المكان الذي يستطيع عامل واحد تشغيل أو الإشراف عليه
٥- تحديد الورقات القياسية التي ينبغي أن تستعمل كأساس لتقييم الجوانب الفنية للعمال القياسيين
٦- " " " " " " " " " " " " " " "
العمر القياسي
٧- " " " " " " " " " " لضبط خلفة العمالة

محددات قياس الوقت

١- ساعة توقيت ، ٢- آلة تصوير سينمائية ، ٣- مكان تسجيل الوقت ،
٤- معدات لتسجيل الكتروني ، ٥- لوحة ملاحظة ، ٦- معدات أخرى مساعدة أو ملحقة بها

مراحل تحديد الوقت القياسي :-

١- مراحل التحضير ، ٢- مراحل تحليل الإنتاج ، ٣- مراحل الملاحظة والتوقيت ، ٤- مراحل البيانات الإعتيادية .

مراحل تسجيل الوقت القياسي :-

١- التوقيت المستمر ، ٢- التوقيت المتقطع ، التوقيت بالعينات

الصيغة الرياضية :-

الوقت القياسي = (وق) = الوقت الإعتيادي (وم) ( ١ + السماحات )

الوقت الإعتيادي (وم) : مجموع وقت الماكينة (بمكان) * كفاءة كل منهم +
مجموع وقت العمالة (بمكان) * كفاءة كل منهم

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

$\% 16 = \% 5 \text{ A} \frac{20+25}{60 \times 8}$

مثال :- في عملية خاصة لتجميع منتاج لكهربائي أظهر العامل اداء مستقل خلال مدة الدراسة بطاقة وقته الجاهز وقت الدورة المنتظر ب و ك ( 0.80 ) دقيقة المطلوب حساب الوقت القياسي اذا علم ان العامل يعطي (75٪) وان السماحات الصديقة استغلت لها :

السماح بسبب التعب = 24 دقيقة
السماحات الاخرى = 72 دقيقة } لوحدة عمل واحدة (8 ساعات)

الحل :- ( 60 × 8 ) = 480 دقيقة لوحدة واحدة

السماحات = 24 + 72 = 96 دقيقة

النسبة المئوية للسماحات لوحدة عمل واحدة (8) ساعات =

$20\% = \frac{96}{480}$

الوقت القياسي = الوقت العادي ( 1 + السماحات )

$= 0.80 * \frac{75}{100} + 0.80 \times \frac{75}{100} \times 20\% = 072$ دقيقة

مثال (2) :-

الوقت المستهدف : هو الوقت الذي يستغرقه المشرف في عناصر العملية على حدة وذلك بتسجيل ما يوازي الى عدد الرقائق والثواني في نفس الوقت الذي يعاد فيه العضو الى الصفر ليبدأ في قياس وقت العنصر التالي قبل العملية التالية

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

| L | M | L | M | L | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | العنصر / الدورة |
| 0.73 | 0.51 | 0.33 | 0.62 | 0.14 | 1 |
| 0.26 | 0.50 | 0.26 | 0.58 | 0.14 | 2 |
| 0.24 | 0.55 | 0.36 | 0.59 | 0.13 | 3 |
| 0.25 | 0.49 | 0.37 | 0.61 | 0.18 | 4 |
| 0.27 | 0.45 | 0.34 | 0.60 | 0.22 | 5 |

١- الحصول (2) و (4) فقط = حذف سطره أعمدة

٢- ومثل الزيادة او النقصان N عن (25%) عند متوسط صبح الموظفين كل عنصر بجميع دورات

٣- السماحات المقررة للراحة لكل واحدة (8 ساعات) السماح بشغل = 30 دقيقة

كما السماح بسبب العوامل الضرورية = 36 دقيقة، السماح بسبب الجنس 5%

٤- معامل رصيد الأداء العامل 120%

٥- الهدف العادي ٢ دنانير لكل قطعة حسبة على اساس العمل المباشر للقطعة

٦- كلفة المواد (0.150) دينار / القطعة

٧- الزكاة من الضريبة = 30% مع العلم أن كلفة المكافأة للعمالة المباشرة وكلفة المواد المباشرة

المطلوب: كم عدد القطع التي ينتجها العامل خلال ضبة عمل واحدة وكلفة انتاج القطعة الواحدة

| L | M | L | M | L | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1.25 | 2.5 | 1.60 | 3.000 | 0.81 | الوقت الإجمالي = 4 ← |
| 0.25 | 0.5 | 0.32 | 0.60 | 0.162 | معدل الوقت الحقيقي = ← |
| 0.0625 | 0.125 | 0.08 | 0.15 | 0.0405 | (25%) هامش الوقت الضروري ← |
| | | 0.08 | | | |
| 0.3125 | 0.625 | 0.40 | 0.75 | 0.2025 | + |
| 0.1875 | 0.375 | 0.24 | 0.45 | 0.1215 | - |
| 0.25 | 0.5 | 0.35 | 0.6 | 0.15 | ← معدل الوقت الإجمالي المعياري |

الوقت المعياري = 0.15 + 0.35 + 0.25 + 0.6 + 0.5 + 0.6 = 2.10 دقيقة للقطعة الواحدة

السماحات المقررة للسماحات للراحة الواحدة ← $\frac{30+76}{480} \times 100 = 16.6\% + 5\% = 21.6\%$

الوقت الضروري = الوقت المعياري * (1 + السماحات) = 2.10 * 1.216 = 2.332 دقيقة للقطعة الواحدة

الانتاج = $\frac{60}{2.332} = 25.714$ قطعة بالساعة * 8 = 205.717 قطعة / الوردية

0.116665 = 3 / 25.714 دينار / كلفة العمالة للقطعة الواحدة

كلفة المواد المباشرة للقطعة الواحدة = (0.150 + 0.116665) 0.80 + (0.150 + 0.116665) 0.50 = 0.479 دينار

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

الوقت القياسي باستعمال الحاسبات الآلية.
تستعمل هذه الطريقة عند توفر وقت طويل لعرض الدراسة

مثال :- اجريت دراسة على العينات عمل تكراري لمدة خمسة ايام ولعدل
وجد عمل واحد في اليوم بمعدل ٨ ساعات وكانت النتائج كالآتي
العدد الاجمالي للملاحظات (٢٥٠٠) فتح ٨٠٪ انتاجية وان ٧٥٪ عمل
يدوي و٢٥٪ مستعلى عليه بالآلة. تم انتاج (٧٥٠٠) قطعة خلال
الفترة المذكورة وان معدل كفاءة الآلة ٨٥٪ ومعدل كفاءة العامل ٨٠٪
وان عدد الملاحظات التأخيرية ٢٠٪ المطلوب احتساب الوقت القياسي ؟
وهل ان عدد الملاحظات كافية ، وان لم تكن فاحسب عددها؟

Time = 5 * 8 * 60 = 2400 min
No. of observations = 2500
No. of Production observation = 0.80 * 2500 = 2000
Labour Time = 75%
machine Time = 25%
No. of Pieces = 7500
eff. of machi.. = 85 %
eff. of labour = 80%
delay observations = 20 % * 2500 = 500

---

Time of produc. = 2400 * 0.8 = 1920 min
Time of labour = 1920 * $\frac{0.75}{7500}$ = 0.192 $\frac{min}{pc.}$

Time of machine = 1920 * $\frac{0.25}{7500}$ = 0.064 $\frac{min}{pc.}$

$\Sigma$ ot. = (0.192 * 0.80) + (0.064 * 0.85) = 0.2 min/pc

allowances = $\frac{\text{delay observations}}{\text{production observations}}$ = $\frac{500}{2000}$ * 0.25

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

$\therefore S.T. = O.T.(1+\text{allowances}) = 0.2(1+0.25)$

$S.T. = 0.25 \text{ min/pc.}$

$\text{No of Pieces} = \frac{5*8*60 \text{ min}}{0.25 \text{ min/pc}} = 9600 \text{ pc/day}$

$\text{productivity} = \frac{7500}{9600} = 78.125\%$

| Production | no. of observation |
|---|---|
| 7500 | 2500 |
| 960 | X |

$X = \frac{12000 * 2500}{7500} = 3200$ no. of required observation

مثال ② سؤال الكتاب:

اجريت دراسة على عينات عمل تكراري لمدة اثني عشر يوما لتحليل وقت عمل العاملين في اليوم (8 ساعات) حيث اظهرت النتائج التالية

العدد الاجمالي للملاحظات = 2400

الملاحظات الانتاجية = 2160

النسبة المئوية = 75%

نسبة الكفاءة = 125%

العدد الاجمالي للقطع المنتجة اثناء الدراسة = 9264 (pc)

وقت التنظيم والاستراحة = 12%

عدد الملاحظات للتأخيرات العشوائية = 192

المطلوب احتساب الوقت القياسي

---

الحل: العناصر التي تقع تحت سيطرة العامل

نسبة العمل الطبيعي للوقت الانتاجي

$1620 = 2160 * 0.75$

$540 = 2160 * 0.25$

$90\% = \frac{2160}{2400}$

الوقت الكلي الذي استغرقته الدراسة

$12 \text{ يوم} * 8 \text{ ساعة باليوم} * 60 \text{ دقيقة بالساعة} = 5760 \text{ دقيقة}$

وقت الاستجابة الكلي = 0.90 * 5760 = 5184 دقيقة

الوقت الفعلي للوصول للجهاز = 5184 دقيقة / 9264 = 0.56 دقيقة/صفحة

وقت العامل = 0.56 * 1620/2160 = 0.42 دقيقة/صفحة

وقت المالك = 0.56 * 540/2160 = 0.14 دقيقة/صفحة

الوقت الإضافي الوسطي للوصول للجهاز = (1.12 * 0.42) + (1.0 * 0.14)

= 0.6104 دقيقة

النسبة المئوية للوقت المعوقات السعودية = 192/2400 = 8%

النسبة المئوية للسماح عن المعوقات البنائية = 192/2160 = 8.88%

الوقت القياسي = الوقت العادي (1 + السماح)

= 0.6104 (1 + 0.0888)

= 0.6646

Remove Watermark Wondershare PDFelement



## دراسة الوقت

## الثلاثاء 13/ 4/ 2021

مثال (4)

اظهرت دراسة الوقت لورشة عمل الاوقات الفعلية في الجدول الاتي 0 وقد حدد المحلل معدل الكفاءة 90% , وتسمح الشركة بالسماحات التالية لكل (8) ساعات باليوم 0

الوقت الشخصي 20 دقيقة

الوقت المتأخر 30 دقيقة

| الوقت (دقيقة / دورة ) | | |
|---|---|---|
| العمال | الماكنة | الاجمالي |
| 2,30 | 0,80 | 3,1 |
| 1,80 | 0,80 | 2,6 |
| 2,00 | 0,80 | 2,8 |
| 2,20 | 0,80 | 3,0 |
| 1,90 | 0,80 | 2,7 |
| 10,20 | 0,80 | 2,7 |
| 10,20 | 0,80 | 11,0 |
| 2,20 | 0,80 | 3,0 |
| 1,80 | 0,80 | 2,6 |

فالمطلوب ايجاد الوقت القياسي ؟

**ملاحظة:** يرجى حل النموذج كواجب بيتي من قبل كل طالب على حدة مع التوضيح وتقييم آلية الحل كما في المثال المرفق في المحاضرة المسجلة في الصف. يرسل الواجب البيتي الى نهاية يوم الثلاثاء القادم (27/ 4/ 2021). . . مع التحية

2021 /4 /13

مدرس المادة : د. ايمان قاسم

قسم الهندسة الميكانيكية

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

## Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

### Lecture: 13

### نماذج التتابع

### Sequencing models

*Tuesday 20 / 4/ 2021*

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# نماذج التتابع [2] *Sequencing models*

تهدف نماذج التتابع ( التعاقب) *Sequencing models* بصورة عامة إلى إيجاد التسلسل الأمثل لتنفيذ المهام المختلفة خلال مرورها بـ $m$ من المكائن (إذ إن $m = 1, 2, 3, \ldots$) بالإضافة إلى الحصول على أقل وقت كلي للتنفيذ وإيجاد الوقت الضائع ( العاطل) *idle time* لكل ماكنة من هذه المكائن .

أما الإفتراضات العامة التي تعتمدها نماذج التتابع هي :

1- لكل مهمة بداية ونهاية .

2- يمكن إنجاز مهمة واحدة فقط على ماكنة معينة في وقت محدد .

3- يجب إكمال المهمة قبل أن يبدأ تنفيذ المهمة التي تليها .

4- وجود ماكنة واحدة فقط من كل نوع .

5- يجب تهيئة المهمة بالكامل عندما يحين وقت بداية تنفيذها .

6- يمكن إهمال الوقت المطلوب لنقل المهمة من ماكنة إلى أخرى .

7- يفترض عدم وجود أي عطل من شأنه أن يعطل او يوقف العمل كالصيانة أو تغيير في وجبات العمل او عدم توفر أي من عوامل الإنتاج .

لذا فهذه النماذج ستأخذ الحالات التالية :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

1- إنجاز $n$ من المهام على ماكنة واحدة *Processing n jobs through 1 machine* :

يتم في هذه الحالة إنجاز $n$ من المهام خلال مرورها بماكنة واحدة فقط ضمن الخوارزمية التالية:

أ- ترتيب المهام حسب الزمن المستغرق تصاعدياً أو تنازلياً .

ب- نجد أقصر وقت تشغيل *Shortest processing time (S.p.t.)* بقسمة مجموع أوقات إنتهاء المهام للترتيب التصاعدي على عدد المهام .

ج- نجد أطول وقت تشغيل *Largest processing time (L.p.t.)* بقسمة مجموع أوقات إنتهاء المهام للترتيب التنازلي على عدد المهام .

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

م تنجز على ماكنة واحدة وأوقاتها المستغرقة (ساعة) لكل مهمة هي :

| Jobs | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Time | 8 | 6 | 2 | 7 | 10 | 4 |

أوجد أقل زمن مستغرق لإنجاز جميع المهام وفقاً لمقياسيي :

أ) أقصر وقت للتشغيل *Spt* ، ب) أطول وقت للتشغيل *Lpt* .

الحل :

أ)حسب الترتيب التصاعدي :

| sequence | jobs | time | Processing | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Start | Finish |
| 1 | C | 2 | 0 | 2 |
| 2 | F | 4 | 2 | 6 |
| 3 | B | 6 | 6 | 12 |
| 4 | D | 7 | 12 | 19 |
| 5 | A | 8 | 19 | 27 |
| 6 | E | 10 | 27 | 37 |
| ∑ | | | | 103 |

$Spt = 103/6 = 17.16$ hrs.

ب) حسب الترتيب التنازلي :

| Sequence | jobs | time | Processing | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Start | Finish |
| 1 | E | 10 | 0 | 10 |
| 2 | A | 8 | 10 | 18 |
| 3 | D | 7 | 18 | 25 |
| 4 | B | 6 | 25 | 31 |
| 5 | F | 4 | 31 | 35 |
| 6 | C | 2 | 35 | 37 |
| ∑ | | | | 156 |

$Lpt = 156/6 = 26$ hrs

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ملاحظة : يمكن إيجاد التتابع الأمثل للمهام إذا كانت هناك ترجيحات مختلفة لكل مهمة وذلك بإيجاد الزمن المعدل من خلال قسمة الزمن المستغرق لكل مهمة $t_i$ على الترجيحات المقابلة لتلك المهمة $W_i$ والترتيب التصاعدي للزمن المعدل هو التتابع الأمثل .

مثال-2 : أوجد التتابع الأمثل للمهام التالية المنجزة على ماكنة واحدة وأوقات تشغيلها (ساعة) هي :

| *Jobs* | *A* | *B* | *C* | *D* | *E* | *F* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Time* $t_i$ | *10* | *6* | *5* | *4* | *2* | *8* |
| *Weight* $W_i$ | *5* | *10* | *5* | *1* | *3* | *5* |

الحل : الزمن المعدل $\bar{t}$ هو :

| $\bar{t}$ | Jobs |
|---|---|
| 10/5 = 2 | A |
| 6/10 = 0.6 | B |
| 5/5 = 1 | C |
| 4/1 = 4 | D |
| 2/3 = 0.67 | E |
| 8/5 = 1.6 | F |

وعليه فالتتابع الأمثل هو : $B-E-C-F-A-D$ .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## ***Processing n jobs through 2 machines*** :ام على ماكنتين

تأخذ هذه الحالة الخوارزمية التالية :

1- يحدد الزمن الأقل من كل مهمة .

2- يبدأ بتسلسل المهام حسب التسلسل الزمني التصاعدي للماكنة الأولى (أي من الزمن الأقل إلى الزمن الأعلى ) وفي حالة تساوي أقل زمنين نختار أولاً الزمن الذي له فرق أكبر مع زمنه الأخر للماكنة الثانية أو نختار الزمن الذي له أقل فرق مع زمنه الأخر للماكنة الأولى .

3- نستمر بتسلسل المهام حسب التسلسل الزمني التنازلي للماكنة الثانية ( أي من الزمن الأكبر إلى الزمن الأقل).

4- إستناداً لتسلسل المهام نجد زمن البداية والنهاية لكل مهمة للماكنة الأولى .

5- لنفس تسلسل المهام نجد زمن البداية والنهاية لكل مهمة للماكنة الثانية إذ يعتمد زمن البداية على القيمة الأكبر بين نهاية المهمة السابقة على الماكنة الثانية ونهاية المهمة الحالية على الماكنة الأولى .

6- يحسب أقل زمن كلي مستغرق لإنجاز جميع المهام على الماكنتين هو زمن إنجاز المهمة الأخيرة على الماكنة الثانية .

7- الزمن الضائع (العاطل) *idle time* للماكنة الأولى هو الفرق بين زمني الإنتهاء على كلتا الماكنتين .أما الزمن الضائع للماكنة الثانية هو مجموع الفروق بين وقت بداية ونهاية كل مهمة على الماكنة الثانية .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مهام تنجز على ماكنتين $A$ , $B$ وتسلسل العمل هو $A$ ثم $B$ ، الـ زمن الـ مستغرق (ساعة) لكل مهمة هو :

| *Jobs* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Mach. A* | *3* | *12* | *5* | *2* | *9* | *11* |
| *Mach. B* | *8* | *10* | *9* | *6* | *3* | *1* |

المطلوب : إيجاد التتابع الأمثل بأقل زمن كلي مستغرق لإنجاز جميع المهـ ـام وكـ ذلك إيجـ ـاد الوقت الضائع لكلتا الماكنتين .

الحل :

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 **3** | **12** | 3 **5** | 1 **2** | **9** | **11** |
| **8** | 4 **10** | **9** | **6** | 5 **3** | 6 **1** |

*The optimal sequencing is : 4 – 1 – 3 – 2 – 5 – 6*

| | *Mach. A* | | | *Mach. B* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *jobs* | *Time* | *Start* | *Finish* | *time* | *Start* | *Finish* | *Idle* |
| *4* | *2* | *0* | *2* | *6* | *2* | *8* | *2* |
| *1* | *3* | *2* | *5* | *8* | *8* | *16* | *0* |
| *3* | *5* | *5* | *10* | *9* | *16* | *25* | *0* |
| *2* | *12* | *10* | *22* | *10* | *25* | *35* | *0* |
| *5* | *9* | *22* | *31* | *3* | *35* | *38* | *0* |
| *6* | *11* | *31* | *42* | *1* | *42* | *43* | *4* |
| $\Sigma$ | | | | | | | *6* |

أقل زمن كلي مستغرق لإنجاز جميع المهام هو *43* ساعة .

الوقت الضائع للماكنة $A$ هو : $43 - 42 = 1\ hr.$

الوقت الضائع للماكنة $B$ هو : $6\ hrs.$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

تنجز على ماكنتين $A$ ثم $B$ ، الزمن المستغرق (ساعة) هو :

| *jobs* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Mach. A* | *3* | *12* | *15* | *6* | *10* | *11* | *9* |
| *Mach. B* | *8* | *10* | *10* | *6* | *12* | *1* | *3* |

المطلوب : حدد التتابع الأمثل لتقليل الزمن الكلي المستغرق لإنجاز المهام مع تحديد الوقت الـ ضائع لكلا الماكنتين .

الحل :

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 **3** | **12** | **15** | 2 **6** | 3 **10** | **11** | **9** |
| **8** | 5 **10** | 4 **10** | **6** | **12** | 7 **1** | 6 **3** |

*The optimal sequencing is : 1 – 4 – 5 – 3 – 2 – 7 – 6*

| | *Mach. A* | | | *Mach. B* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *jobs* | *time* | *Start* | *finish* | *time* | *Start* | *finish* | *idle* |
| *1* | *3* | *0* | *3* | *8* | *3* | *11* | *3* |
| *4* | *6* | *3* | *9* | *6* | *11* | *17* | *0* |
| *5* | *10* | *9* | *19* | *12* | *19* | *31* | *2* |
| *3* | *15* | *19* | *34* | *10* | *34* | *44* | *3* |
| *2* | *12* | *34* | *46* | *10* | *46* | *56* | *2* |
| *7* | *9* | *46* | *55* | *3* | *56* | *59* | *0* |
| *6* | *11* | *55* | *66* | *1* | *66* | *67* | *7* |
| $\sum$ | | | | | | | *17* |

أقل زمن كلي مستغرق لإنجاز جميع المهام هو *67* ساعة .

الوقت الضائع للماكنة $A$ هو : $67 - 66 = 1\ hr.$ .

الوقت الضائع للماكنة $B$ هو : $17\ hrs$ .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## *Processing n jobs through 3 machines* على ثلاثة مكائن :

في هذه الحالة يجب تحقق أحد الشرطين على الأقل :

أ- أقل وقت على الماكنة الأولى ≤ أكبر وقت على الماكنة الثانية .

أو ب- أقل وقت على الماكنة الثالثة ≤ أكبر وقت على الماكنة الثانية .

أما خوارزمية الحل فتكون :

1. نقوم بتحويل الثلاثة مكائن إلى ماكنتين وهميتين $G , H$ أوقات إشتغالهما تكون :

$$G_i = A_i + B_i \quad , \quad H_i = B_i + C_i$$

2. نجد التتابع الأمثل للماكنتين $G , H$ .
3. نعتمد تسلسل المهام حسب التتابع الأمثل ونجد وقت بداية ونهاية كل عملية لكل ماكنة من المكائن الأصلية وحسب الطريقة السابقة .
4. إن الزمن الضائع لكلا الماكنتين الأولى والثالثة تحتسب بنفس الطريقة السابقة ، ولكن الإختلاف هو في حساب الوقت الضائع على الماكنة $B$ ، إذ تحتسب من العلاقة :

زمن إنتهاء المهمة الأخيرة ( حسب التسلسل الأمثل للمهام) على الماكنة الثالثة – زمن إنتهاء المهمة الأخيرة على الماكنة الثانية + الوقت الضائع المحتسب للماكنة الثانية .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مهام تنجز على ثلاثة مكائن $A, B, C$ ، حسب التسلسل $ABC$ . أوجد التتابع
مثل لإنجاز المهام بأقل وقت كلي مستغرق والوقت الضائع لكل ماكنة ، إذا علمت إن
الزمن المستغرق لكل عملية على كل ماكنة (ساعة) هو :

| *Jobs* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Mach. A* | *3* | *12* | *5* | *2* | *9* | *11* |
| *Mach. B* | *8* | *6* | *4* | *6* | *3* | *1* |
| *Mach. C* | *13* | *14* | *9* | *12* | *8* | *13* |

الحل : تحقق الشرط الثاني : أقل وقت على الماكنة الثالثة ≥ اكبر وقت على الماكنة الثانية .

لذا يمكننا حل النموذج بإستخدام الخوارزمية أعلاه :

بإفتراض إن : $G_i = A_i + B_i \quad , \quad H_i = B_i + C_i$

| *jobs* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Mach. G* | *11* 3 | *18* 5 | *9* 2 | *8* 1 | *12* | *12* 4 |
| *Mach. H* | *21* | *20* | *13* | *18* | *11* 6 | *14* |

*The optimal sequencing is : 4 – 3 – 1 – 6 – 2 – 5*

| | *Mach. A* | | | *Mach. B* | | | | *Mach. C* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *jobs* | *t.* | *S.* | *F.* | *t.* | *S.* | *F.* | *I.* | *t.* | *S.* | *F.* | *I.* |
| *4* | *2* | *0* | *2* | *6* | *2* | *8* | *2* | *12* | *8* | *20* | *8* |
| *3* | *5* | *2* | *7* | *4* | *8* | *12* | *0* | *9* | *20* | *29* | *0* |
| *1* | *3* | *7* | *10* | *8* | *12* | *20* | *0* | *13* | *29* | *42* | *0* |
| *6* | *11* | *10* | *21* | *1* | *21* | *22* | *1* | *13* | *42* | *55* | *0* |
| *2* | *12* | *21* | *33* | *6* | *33* | *39* | *11* | *14* | *55* | *69* | *0* |
| *5* | *9* | *33* | *42* | *3* | *42* | *45* | *3* | *8* | *69* | *77* | *0* |
| ∑ | | | | | | | *17* | | | | *8* |

أقل زمن ممكن لإنجاز جميع المهام هو : *77 hrs.* .

الوقت الضائع على الماكنة *A* هو : *77 – 42 = 35 hrs.* .

الوقت الضائع على الماكنة *B* هو : *77 – 45 +17 = 49 hrs* .

الوقت الضائع على الماكنة *C* هو : *8 hrs* .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# السيطرة على الخزين

## تعاريف عامة

**الخزين**

قيمة البضائع المادية الموجودة.

**السيطرة على المواد**

الأجراء المتخذ لتوفير المواد المخزنية بالكميات و النوعيات المطلوبة وفي الوقت و المكان المعين على أن يتم ذلك بأقل مقدار ممكن من استثمار و دون اللجوء إلى الخزن العالي أو الواطئ.

**تخطيط الخزين**

تحديد مستويات الخزين التي يكون الاحتفاظ بها اقتصاديا، أي يؤدي إلى أدنى مستوى من التكاليف.

**معدل الاستعمال**

الاستعمال المتوقع مستقبلا لجزء أو مادة معينة.

**فترة الانتظار للتزود بالخزين**

معدل الفترة المنقضية بين تثبيت الطلب و استلام المواد من أقسام الإنتاج أو المجهزين.

**نقطة إعادة الطلب**

كمية الاستهلاك المتوقعة أثناء فترة الانتظار للتزود بالخزين مضاف إليها كمية الخزين الاحتياطي.

**الخزين الاحتياطي**

كمية الخزين الإضافية التي تحتفظ بها الشركة لتأمين الاستهلاك الإضافي و الأكثر من المعتاد أثناء فترة الانتظار للتزود بالخزين أو يكون معدل الاستهلاك لفترة انتظار أطول من المعتاد أو اقتران كلا الاحتمالين.

**كمية الطلب الاقتصادية**

الكمية الأكثر اقتصادا للطلب أو الخزن مع الأخذ بنظر الاعتبار كافة العوامل التي تتحكم في اتخاذ القرار.

**التكاليف السنوية الثابتة**

التكاليف التي يبقى مقدارها السنوي ثابتا مهما كان حجم وجبة الشراء أو وجبة الصنع مع افتراض عدم توفر خصم على المشتريات أو التغير في تكاليف التنظيم للمكائن أو المعدات المستعملة في التصنيع.

**التكاليف السنوية المتناقصة**

التكاليف التي تشجع الشركة على الاحتفاظ بالخزين بمستوى عال من الخزين. تتناسب هذه التكاليف عكسيا مع حجم وجبة الشراء أو الصنع.

**التكاليف السنوية المتزايدة**

التكاليف التي لا تشجع الشركة على الاحتفاظ بمستوى عال من الخزين. تتناسب هذه التكاليف طرديا مع حجم وجبة الإنتاج أو وجبة الشراء.

**المنافع المترتبة عن الاحتفاظ بالخزين**

١. مواجهة الحالات الطارئة
يكون ذلك للأسباب: ارتفاع الطلب عن مستواه، تعذر المجهزين عن تزويد الشركة بالكميات المطلوبة، انقطاع المواصلات، عطل المعدات و المكائن الإنتاجية، تغيب العمال، تأخر وصول المواد و العدد للانتاج.

٢. الاستفادة القصوى من المكونات الإنتاجية
و ذلك بسبب تذبذب الطلب، مما يؤدي بالشركة إلى خزن المنتجات و الاستفادة منها عند الحاجة.

٣. الالتزام بالحجم الاقتصادي
حيث أنه هنالك علاقة طردية واضحة بين مستوى الخزين من جهة و حجم الوجبة من جهة أخرى و أن الالتزام بالحجم الاقتصادي يعني حدوث حالة الخزن.

٤. الأرباح المتزايدة مع تصاعد أسعار السوق.

**المشاكل المترتبة عن الاحتفاظ بالخزين**

١. تجميد رؤوس الأموال : خسارة الفائدة التي يمكن جنيها من توظيف الرأسمال.

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ن المطلوبة و أدارتها بما في ذلك الإيجار و الخدمات و الرواتب و الأجور للعاملين الإضافيين و مكافآتهم.

٣. كلفة التلف و التقادم : للمواد المخزونة، حيث لربما تتجاوز فترة نفاذيتها.

٤. الضرائب و التأمين بالإضافة إلى المناولة و تصليح المنتجات.

**دورة الرأسمال المستثمر بالخزين**

= قيمة المنتج / قيمة متوسط الخزين

أو

= مستلزمات الإنتاج / متوسط الخزين

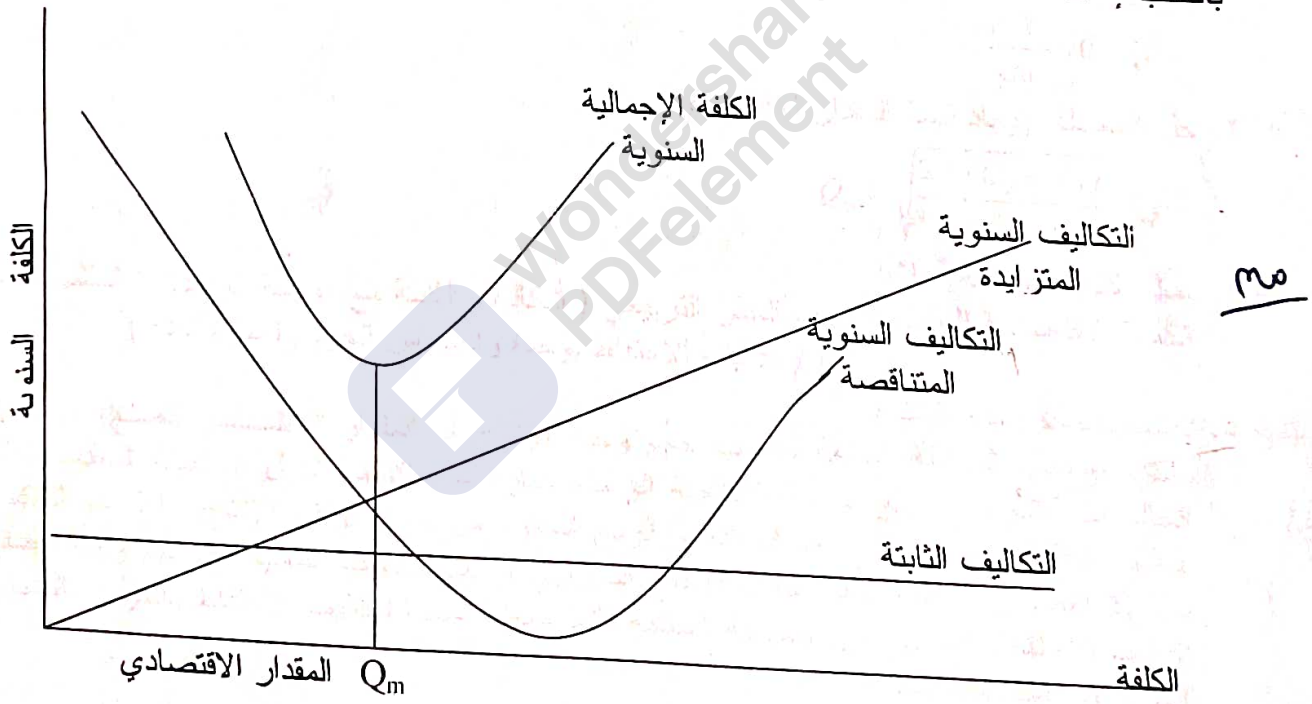
كلما أرتفع هذا المؤشر، انخفضت مستويات الخزين و انخفضت كلفة الاحتفاظ بالخزين. المؤشر المرتفع يدل على دورة إنتاج اقصر مع كافة التوفيرات المتضمنة.

**تكاليف الخزين**

١. تكاليف الحصول على البضائع: بواسطة الشراء أو الصنع( كلفة الأعداد و التهيئة لعملية الشراء أو الصنع). أنها كلفة ثابتة للوجبة الواحدة.

٢. كلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من الخزين : و تتضمن تكاليف مساعدة مثل كلفة المال المصروف لأنتاج الجزء و الخزن و المناولة و إهمال الاستعمال و التلف و التأمين و الضرائب.

٣. كلفة العجز : أو كلفة المبيعات المفقودة و التي ترتبط بالتأخير عن الإيفاء بالطلب أو عدم القدرة على الإيفاء بالطلب إطلاقا.




م٣

**تحديد الحجم الاقتصادي**

الكلفة الإجمالية السنوية = التكاليف السنوية الثابتة + التكاليف السنوية المتناقصة + التكاليف السنوية المتزايدة

أي $TC = FC + C_1 + C_2$

حيث أن :

التكاليف السنوية الثابتة = الطلب السنوي × سعر شراء الوحدة الواحدة = $FC = R \times C_p$

التكاليف السنوية المتناقصة = ( الطلب السنوي على المادة / حجم الوجبة الواحدة ) / (تكاليف الطلبية الواحدة + كلفة نقل الطلبية الواحدة) = $C_1 = \frac{R}{q}(C_p + C_t)$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

- التكاليف السنوية المتزايدة = معدل الخزين اليومي ( كلفة التلف و التقادم للوحدة المخزونة سنويا + كلفة الاستثمار للوحدة المخزونة سنويا + كلفة الخزن للوحدة الواحدة المخزونة سنويا) =

$$C_2=\frac{q}{2}(C_s+I_n+C_w)$$

- حيث أن $I_n=C_n\times i$

و أن $i$ تمثل الفائدة السنوية.

- أي $$TC=R\times C_n+\frac{R}{q}(C_p+C_t)+\frac{q}{2}(C_s+I_n+C_w)$$

**لغرض أيجاد الحجم الاقتصادي :**

١. أيجاد مشتقة معادلة الكلفة الإجمالية السنوية بالنسبة لحجم الوجبة، إذ تكون هذه المشتقة بمثابة تعبير عام لميل منحني الكلفة الإجمالية السنوية.

أي $$\frac{dTC}{dq}=\frac{1}{2}(C_p+C_t)-\frac{R}{q^2}(C_s+I_n+C_w)$$

٢. وضع هذه المشتقة مساوية للصفر، لأن ميل منحني الكلفة الإجمالية السنوية يكون صفرا في نقطة الحد الأدنى.

أي $$\frac{dTC}{dq}=0$$

٣. حل المعادلة لإيجاد قيمة المقدار الاقتصادي

أي $$Q_m=\sqrt{\frac{2R(C_p+C_t)}{C_s+I_n+C_w}}$$

٤. يمكن كتابة المعادلة أعلاه

الكمية الاقتصادية للطلب = تحت الجذر التربيعي ( التكاليف الثابتة مع الوجبة الواحدة × الطلب السنوي × ٢) / تكاليف الاحتفاظ بوحدة واحدة من الخزين لسنة واحدة )

٥. احتساب حجم وجبة الإنتاج

يمكن استعمال المعادلة السابقة لحساب حجم وجبة الإنتاج أو المقدار الاقتصادي للصنع، إذ تكون بهذه الحالة التكاليف الثابتة مع الوجبة الإنتاجية الواحدة عبارة عن تكاليف تبديل أو تهيئة المعدات للإنتاج و تتضمن تكاليف تنظيف و ضبط الماكنة و الربح المفقود من جراء توقف الإنتاج إذا كانت الماكنة تعمل بطاقتها القصوى و كلفة التلف خلال الإنتاج التجريبي و التي تتناسب عكسيا مع حجم وجبة الصنع. أما تكاليف الاحتفاظ بالخزين من البضاعة المنتجة فأنها مماثلة أساسا لتكاليف الاحتفاظ بالخزين بالنسبة للمواد المشتراة. وتمثل بالمعادلة التالية:

- $$Q_m=\sqrt{\frac{2\times R\times C_h}{C_w+I_n+C_s}}$$

- حيث أن $C_h$ يمثل كلفة التبديل للإنتاج للوجبة الواحدة.

- ٦. حساب عدد الطلبات

$$n=\frac{R}{Q_m}$$

- ٧. حساب الوقت بين الطلبات

- $$t=\frac{1}{n}$$

**مثال**

Remove Watermark Wondershare PDFelement

تشتري إحدى الشركات احتياجها السنوي البالغ ( ٧٥٠٠٠ ) قطعة من منتج معين لسد احتياجها في عمليات التجميع النهائي، بسعر (٥٠٠) دينار للقطعة الواحدة، بغض النظر عن الكمية المطلوبة بكل مرة. أن كلفة وضع الطلبية و استلامها تبلغ (٥٠٠٠) دينار، بينما تبلغ كلفة النقل للطلبية الواحدة (١٥٠٠) دينار. تقدر كلفة التلف و التقادم الحاصلة للوحدة الواحدة المخزونة سنة كاملة (٧٠) دينار، بينما تبلغ كلفة الخزن للوحدة الواحدة (٢٠) دينار سنويا. هذا و أن الفائدة السنوية تبلغ (١٠%) للمبالغ المستثمرة. **المطلوب احتساب: أ. الكمية الاقتصادية للطلب، ب. عدد الطلبات السنوية، و ج. الفترة بين الطلبات؟**

$Q_m = \sqrt{\frac{2R(C_p+C_t)}{C_s+I_n+C_w}}$

**الحل**

أ. الكمية الاقتصادية

نستعمل المعادلة في (٣) أعلاه:

$$Q_m = \sqrt{\frac{2\times 75000\times (5000+1500)}{70+50+20}}$$

$$\therefore Q_m = 2638.9933 = 2639$$

ب. عدد الطلبات السنوية = ٧٥٠٠٠ / ٢٦٣٩ = ~~٢٨٤٠~~ مرة

ج. الفترة بين الطلبات = ١ / ~~٢٨٤٠~~ = ٠,٠٣٥١

أي = ٠,٠٣٥١ × ٣٦٥ = ١٢,٨ أي حوالي ١٣ يوم.

**الخصم بالسعر**

في الحالة السابقة تم افتراض أن السعر ثابت مهما اختلفت الكميات التي تشتريها الشركة أو تنتجها لسد الاحتياجات. بطبيعة الحال أن هذه ليست بالحالة العامة حيث أن السعر يختلف باختلاف الكميات المشتراة أو المصنعة. ففي حالة الطلبات الكبيرة يقوم المجهز في إعطاء خصما معينا للمشتري يتناسب مع حجم الكمية، و بالتالي فقد يؤثر هذا "الخصم" على قرار الشركة الإنتاجية فيما يخص حجم الطلبية. و عندما يكون حجم المقدار الاقتصادي أعلى من حجم الوجبة الذي يمكن الشركة من الحصول على الخصم فانه ليس هنالك مشكلة، إذ يؤدي الالتزام بالمقدار الاقتصادي بهذه الحالة إلى تخفيض التكاليف الإجمالية السنوية إلى حد أكبر. ولكن في بعض الأحيان يكون المقدار الذي يفسح به المجال للحصول على الخصم بالسعر أكبر من الكمية الاقتصادية، أو أن يقدم المجهز عدة نسب تصاعدية للخصم بالسعر حيث تمنح كل نسبة مع حجم معين للوجبة و تكون بعض الأحجام على الأقل اكثر من المقدار الاقتصادي المحتسب.

# المنافع المترتبة عن الخصم

١. خفض سعر *الوحدة المشتراة*، و بالتالي الانخفاض بكلفة الشراء السنوية، إذ يتحدد هذا الانخفاض بنسبة الخصم مضروبا بكلفة الشراء السنوية قبل الاستفادة من الخصم.
٢. تقليل عدد *الطلبات*، و بالتالي الانخفاض في كلفة التجهيز السنوية نظرا إلى تقليل عدد الوجبات بالسنة بسبب زيادة حجم الوجبة.

# المشاكل المترتبة على الخصم

١. زيادة حجم وجبات الشراء
٢. زيادة كلفة الاحتفاظ بالخزين
٣. زيادة كلفة التلف و التقادم
٤. زيادة كلفة الاستثمار.

**# يقبل الخصم بالسعر فقط عند زيادة المنافع عن الخسارة.**

**مثال**

تحتاج إحدى الشركات إلى (٥٠٠) قطعة شهريا من مادة معينة بسعر (٦٠) دينار. كانت كلفة وضع الطلبية و استلامها (١٠٠٠) دينار، و قدرت كلفة الاحتفاظ بالخزين لسنة واحدة ب (٢٠%) من قيمة الخزين. **ما هو تكرار الطلب؟** إذا قدم المجهز خصما مقداره (٥%) على الطلبات التي تتراوح كمياتها ما بين (٣٠٠ الى ٩٠٠ ) قطعة. و خصما مقداره (١٠%) للكميات التي تبلغ أو تزيد عن (١٠٠٠) قطعة. **هل تستطيع الشركة تخفيض تكاليفها بالاستفادة من أحد نسب الخصم؟**

Remove Watermark Wondershare PDFelement

الحل

كمية الوجبة الاقتصادية = $Q_m$

$$\sqrt{\frac{2 \times 500 \times 1000}{0.2 \times 60}}$$

= 289

**حجم وجبة تساوي (٣٠٠) قطعة و خصم مقداره (٥%)**

التوفير للقطعة الواحدة = كلفة شراء القطعة × النسبة المئوية للخصم

= ٠,٠٥ × ٦٠

= ٣ دينار

التوفير في الطلب السنوي = ٥٠٠ × ٣ = ١٥٠٠ دينار

التوفير المتعلق بعدد الوجبات = ( (الطلب السنوي / كمية الوجبة الاقتصادية) - ( الطلب السنوي / كمية الوجبة المشتراة)) × (كلفة وضع و استلام الطلبية + كلفة النقل)

= ((٥٠٠ /٢٨٩) - (٣٠٠/٥٠٠)) × ( ٠ + ١٠٠٠)

= ٧٦ دينار

أذن مجموع التوفير = ١٥٠٠ + ٧٦ = ١٥٧٦ دينار

الخسارة = التكاليف الجديدة ( الاحتفاظ بالخزين × ) - التكاليف القديمة (الاحتفاظ بالخزين + التلف و التقادم + الاستثمار)

= ((٢/٣٠٠) × ٦٠ × ٢٠% × ٩٥%) - ( ٢/٢٨٩) × (٦٠ × ٢٠%)

= - ٢٤

**أي يقبل الخصم بسبب المنافع أعلى من الخسارة.**

**حجم وجبة (١٠٠٠) قطعة أو اكثر**

التوفير في الطلب السنوي نفسه و يساوي (١٥٠٠) دينار.

التوفير المتعلق بعدد الوجبات: عدد الوجبات الجديدة = ١٠٠٠/٥٠٠ = ٠,٥

اذن التوفير المتعلق بعدد الوجبات = ( ٢,٠٧٦ - ٠,٥) × ١٠٠٠ = ١٥٧٦ دينار

الخسارة = ((٢/١٠٠٠)× ٦٠ × ٠,٢ × ٠,٩ ) - (٢/٢٨٩) × ( ٦٠ × ٠,٢)

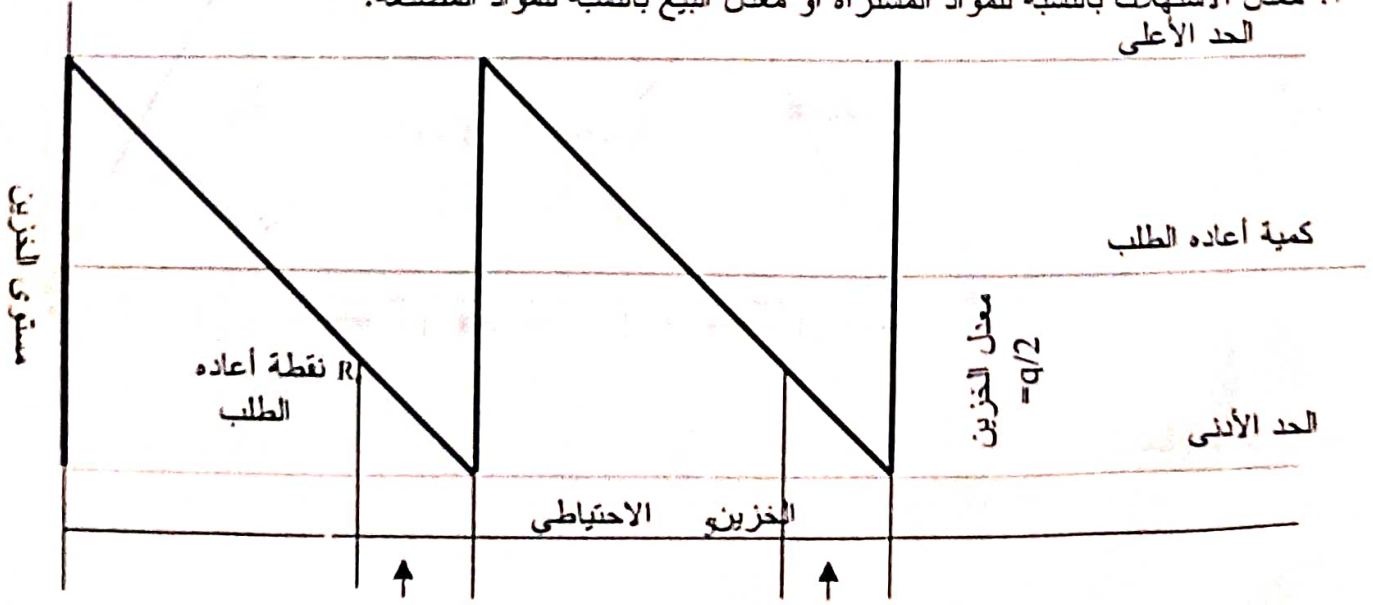
= ٣٦٦٦

**أي أن الخصم الذي مقداره (١٠%) لا يمكن قبوله بسبب أن الخسارة أكبر من التوفير.**

## نقطة أعاده الطلب

لغرض احتساب نقطة إعادة الطلب ينبغي معرفة الأتي:

١. الخزين الاحتياطي الذي ترغب الشركة الاحتفاظ به.
٢. فترة الاستلام بالنسبة للمواد المشتراة أو الفترة الإنتاجية بخصوص السلع المصنعة.
٣. معدل الاستهلاك بالنسبة للمواد المشتراة أو معدل البيع بالنسبة للمواد المصنعة.



Remove Watermark Wondershare PDFelement

يستند النموذج أعلاه على الفرضيات التالية:

١. تستلم الوجبة بوقت واحد.

٢. معدل الاستلام ثابت

٣. زمن الانتظار للتزود بالخزين ثابت.

نقطة إعادة الطلب = الحد الأدنى للخزين + ( فترة الانتظار × معدل الاستهلاك)

الحد الأعلى للخزين = الحد الأدنى + المقدار الاقتصادي

معدل الخزين = (الحد الأعلى للخزين + الحد الأدنى للخزين) / ٢

**الطلب المعلوم**

في حالة التجهيز و بمعدل منتظم و خلال فترة زمنية محددة. علما بان زمن الإنتاج مهمل و لا يحدث تأخير بتحقيق الطلب و لهذا السبب فان وجبة إنتاج جديدة تبدأ متى اصبح الخزين مساويا لصفر، و أن كلفة الاحتفاظ الخزين تتناسب طرديا مع كمية الخزين و الزمن الذي يحتفظ به.

وعليه تصبح الكمية الاقتصادية $Q_m = \sqrt{\frac{2 \times C_3 \times R}{C_1}}$

حيث $C_1$ = كلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من الخزين لوحدة زمنية واحدة.

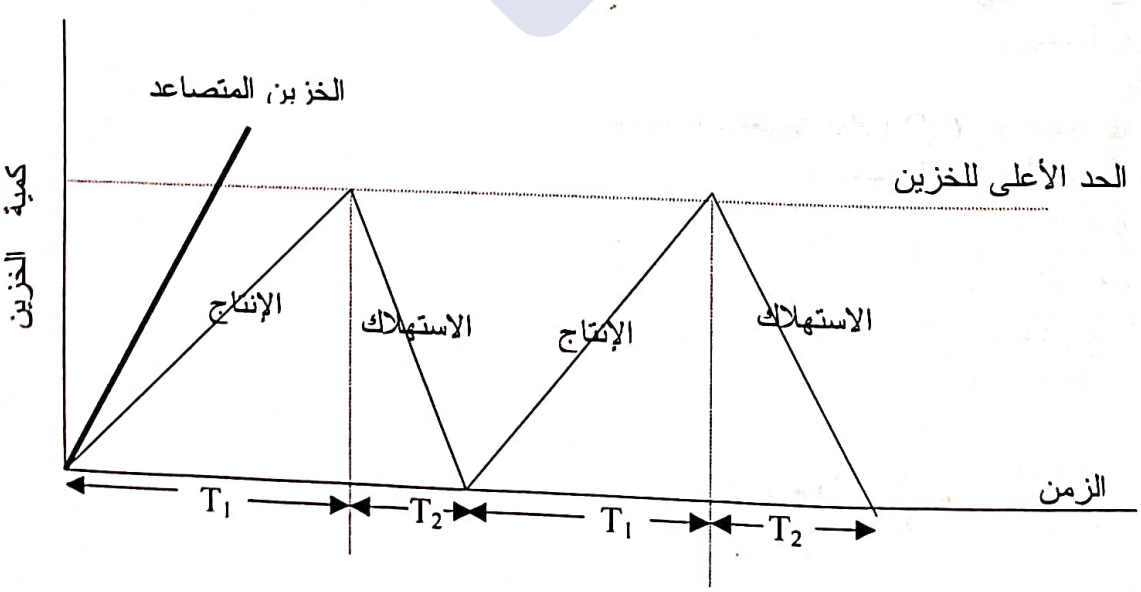
$C_3$ = كلفة الأعداد و التهيئة.

و الوقت بين الطلبات $t = \sqrt{\frac{2 \times C_3}{C_1 \times R}}$

و الكلفة الأدنى = $\sqrt{2 \times C_1 \times C_3}$

**نموذج حجم وجبة الإنتاج**

في هذا النموذج تكون كمية الإنتاج اكبر من كمية الاستهلاك و بالتالي تزداد كمية الخزين.




يلاحظ من الرسم أعلاه:

Remove Watermark Wondershare PDFelement

الفترة الزمنية ($T_1$).
معدل الاستهلاك أو الطلب ( D ).

٣. ولو أن الفقرات تنتج أثناء الفترة الزمنية ($T_1$) الا أنها تكون مطلوبة أيضا أثناء ذات الفترة الزمنية و لهذا فان النمو الصافي للخزين = P-D.

٤. لا تنتج الفقرات أثناء الفترة الزمنية ( $T_2$ ) لكنها تسحب من الخزين لإشباع الطلب بمعدل يساوي ( D ).

٥. تستعمل المعادلة التالية لإيجاد الكمية الاقتصادية:

$$Q_m = \sqrt{\frac{2 \times C_3 \times R}{C_1 \times (1-\frac{R}{K})}}$$

**مثال**

يجهز متعهد (١٠٠٠٠) قطعة يوميا إلى إحدى المصانع. يستطيع المجهز إنتاج (٢٥٠٠٠) قطعة عندما يبدأ الوجبة الإنتاجية. كلفة الاحتفاظ بقطعة واحدة من الإنتاج سنة كاملة تساوي (٢٠) دينار، بينما كلفة الأعداد و التهيئة للوجبة الإنتاجية فقد خمنت ب (١٨) دينار. **المطلوب أيجاد الفترة الزمنية بين وجبات الإنتاج؟**

**الحل**

باستعمال المعادلة المشار أليها أعلاه، نجد:

$$Q_m = \sqrt{\frac{2 \times 18 \times 10000}{\frac{20}{365} \times (1-\frac{10000}{25000})}}$$

$$\therefore Q_m = 3309$$

وأيضا

$$t = \frac{Q_m}{R}$$

$$\therefore t = \frac{3309}{10000} = 0.3309$$

**نموذج الاستهلاك اكبر من الإنتاج**

في هذه الحالة يحدث نقص في الخزين مما يؤدي إلى:

١. السحب من الخزين الاحتياطي
٢. الشراء من السوق المحلي
٣. أو المبيعات المفقودة.

مما يؤدي إلى كلفة إضافية تدعى ( $C_2$ ) كلفة المبيعات المفقودة.

و تستعمل المعادلات التالية لأغراض الحسابات:

$$t = \sqrt{\frac{2 \times C_3 \times (C_1 + C_2)}{C_1 \times C_2 \times R}}$$

$$z = \sqrt{\frac{2 \times C_2 \times C_3 \times R}{C_1 \times (C_1 + C_2)}}$$

$$c = [\frac{C_1 \times z^2}{2 \times R} + \frac{C_2 (t \times R - z)^2}{2 \times R}] + \frac{C_3}{t}$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

معدل الخزين خلال فترة الإنتاج = $T_c = \frac{1}{2}(Q + Q_0)$

وعليه تكون كلفة الخزين الكلية = $\frac{I}{2 \times a_c} \times Q \times (1 + \gamma)$

حيث أن $a_c$ تمثل كمية الاستهلاك.

و أن $\gamma$ تمثل نسبة كية الاستهلاك إلى كية الإنتاج ( $a_p$ ).

ث. وعليه تكون الكلفة الإجمالية =

$$Y = c + \frac{s}{Q} + \frac{Q}{2 \times a_c}[(1+\gamma) \times I + 2 \times B]$$

B= كلفة الخزين لقطعة واحدة لسنة كاملة

وعلية يمكن كتابة المعادلة كالأتي:

$$Y = c + \frac{s}{Q} + K \times Q$$

حيث أن K = $\frac{I(1+\gamma) + 2 \times B}{2 \times a_c}$

ج. و بعد أخذ المشتقة و جعلها مساويا للصفر، نحصل على

$$Q_m = \sqrt{\frac{2 \times a_c \times s}{I(1+\gamma) + 2 \times B}}$$

ح. و أن الكلفة الأدنى لكل لتشغيل الوجبة الإنتاجية =

$$Ym = c + 2 \times K \times Q_m$$

**مثال:**

يباع أحد المنتجات بمعدل (٥٠٠) قطعة يوميا، بينما ينتج بمعدل (٢٥٠٠) قطعة يوميا. أن كلفة التنظيم و التهيئة للمكائن و المعدات تبلغ (١٠٠٠) دينار و كلفة تخزين قطعة واحدة سنويا ($١,٥ \times ١٠^{-٣}$) دينار . الكلفة كل قطعة لكل من العمالة (٣,٢) دينار و كلفة المواد المستعملة (٢,١) دينار بينما التكاليف الأخرى (٤,١) دينار. أما كلفة الفائدة السنوية فتبلغ (٨%) سنويا للمبالغ المستثمرة. **المطلوب أيجاد حجم وجبة ذات الكلفة الأقل وكلفة إنتاجها؟**

أ. حجم وجبة الإنتاج

$\gamma$ = ٢٥٠٠/٥٠٠ = ٠,٢

i= ٨% × (٣٠٠/١) = $٢,٦٧ \times ١٠^{-٤}$ دينار

c= ٣,٢ + ٢,١ + ٤,١ = ٩,٤ دينار لكل قطعة

∴ I = $٢,٦٧ \times ١٠^{-٤}$ × ٩,٤ = $٢,٥ \times ١٠^{-٣}$ دينار لكل قطعة يوميا.

$$\therefore Qm = \sqrt{\frac{2 \times 500 \times 1000}{25 \times 10^{-3} \times 1.2 + 2 \times 1.5 \times 10^{-3}}}$$

∴ $Q_m$ = **١٣٠٠٠ قطعة**

ب. الكلفة الكلية لأنتاج قطعة واحدة = ٢٠٠٠/ ١٣٠٠٠ + ٩,٤

= ٩,٥٥ دينار للقطعة

أذن كلفة إنتاج الوجبة الإنتاجية = ١٣٠٠٠ × ٩,٥٥

= ١٢٤٠٠٠ دينار

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ى مصنع بمعدل (٢٥) ماكنة يوميا. تجد الشركة أن كلفة الاحتفاظ بالخزين لماكنة واحدة تقدر بـ (١٦٠٠) دينار شهريا. يلزم العقد دفع غرامة تاخيرية بمقدار (١٠٠٠) دينار يوميا. كلفة الأعداد و التهيئة للوجبة الإنتاجية (١٠٠٠٠) دينار. **ما هي الفترة الزمنية بين وجبات الإنتاج و ما ينبغي عليه مستوى الخزين الابتدائي حين اكتمال كل وجبة؟**

**الحل**

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 10000 \times (\frac{1600}{30} + 1000)}{\frac{1600}{30} \times 1000 \times 25}}$$

$$\therefore t = 7$$

$$z = \sqrt{\frac{2 \times 1000 \times 10000 \times 25}{\frac{1600}{30} \times (\frac{1600}{30} + 1000)}}$$

$$\therefore z = 94$$

$$c = \frac{1}{7}[\frac{\frac{1600}{30} \times (94)^2}{2 \times 25} + \frac{1000(25 \times 7 - 94)^2}{2 \times 25} + 10000]$$

$$\therefore c = 21520.73$$

## حجم وجبة الإنتاج

أن أهم ما يجب أخذه بنظر الاعتبار عند احتساب حجم وجبة الإنتاج يتلخص بما يلي:

١. كلفة أعداد و تهيئة (كلفة التنظيم) للمكائن و المعدات التي تحتاجها الوجبة الإنتاجية.
٢. حجم الاستهلاك أو المبيعات.
٣. حجم الإنتاج.
٤. الفائدة السنوية
٥. كلفة الخزن السنوية للقطعة الواحدة
٦. سعر بيع القطعة الواحدة.

وهنالك عدة طرق ليجاد حجم وجبة الإنتاج، منها:

أ. الكلفة الأدنى
ب. تعظيم الربحية.

### أولا: الكلفة الأدنى

كلفة إنتاج القطعة الواحدة تتكون من:

أ. الكلفة الثابته لكل قطعة (c)، والتي تتكون من:
١. كلفة المواد الداخلة في التصنيع (m)،
٢. كلفة العمالة المشتركة في التصنيع (l)،
٣. الكلف الإضافية التي تحتاجها العمليات الإنتاجية ككلف الطاقة، المواد المساعدة، أجور و رواتب المساعدين في العملية الإنتاجية (o).

$$\therefore c = m + l + o$$

ب. كلفة التنظيم (s) للوجبة الإنتاجية.
ت. كلفة الفائدة المدفوعة عن المبالغ المستثمرة لشراء المواد الداخلة في التصنيع و من ضمنها المواد المخزونة لأغراض التصنيع (I) = i × c لكل قطعة للوحدة الزمنية الواحدة.

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مثال:

يشتري أحد المصانع (10000) وحدة سنوياً من مادة معينة من مجهز خارجي حيث يبلغ سعر الوحدة الواحدة (500) دينار، بغض النظر عن الكمية المطلوبة في كل مرة وكلفة طلبية واستلامها مبلغ (50000) دينار، وكانت كلفة تقل البضاعة (15000) دينار، بغض النظر عن كمية الطلبية وتقدر كلفة الإتلاف والتقادم والحاجة للوحدة المخزونة سنة واحدة (20) دينار، وقد قدرت كلفة حجز الوحدة لمدة سنة واحدة بـ (200) دينار، وقدرت كلفة الاحتفاظ بالمخزون لسنة واحدة بـ (5%) من قيمة المخزون، كما أن المصنع يمتلك المال الكافي للاستثمار ولكنه يعتقد أنه سيشتغل في مجالات أخرى حيث يحصل على فائدة قدرها (10%) سنوياً.

- إذا علمت أن المقدار الاقتصادي للشراء، إذا علمت أن المجهز يعطي خصماً قدره (7%) من سعر الشراء على الوحدات التي تبلغ (15000) وحدة أو أكثر. هل ينبغي على المصنع قبول العرض المقدم؟ وما هي أقل مستوى من المخزون الاحتياطي؟

الحل:

$$Q_m = \sqrt{\frac{2R(C_p + C_T)}{I_n + C_s + C_w}} \quad \text{where } I_n = Q_n \times i$$

مقدار الشراء الاقتصادي

$$Q_m = \sqrt{\frac{2 \times 10000 (50000 + 150000)}{20 + 200 + 500 + \frac{10}{100}}} \Rightarrow 3849 \text{ Pc}$$

وحدة

- حجم وجبة الشراء = 15000 وحدة مع خصم مقداره 7%

- التوفير للفترة الواحدة = كلفة الشراء للفترة الواحدة بالسنة المؤهلة للخصم
= 500 × 7% ⇐ 35 دينار

- التوفير السنوي الحاصل على سعر الوحدة = 10000 وحدة سنوياً × 35
= 350000 دينار

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

- محاسبة التوفير السنوي الكامل من تقليل حدل الطلبات هو :-

( الطلب السنوي / المقدار الاقتصادي لكل طلبية − الطلب السنوي / حجم الوحدة ) × كلفة وضع واستلام الطلبية

$$= 50000 \times \left( \frac{10000}{15000} - \frac{10000}{3849} \right) = 96603$$

وبذلك يكون
التوفير الإجمالي السنوي = التوفير الكامل على المدى الطويل + التوفير الكامل من تقليل حدل الطلبات

$$= 350000 + 96603 = 446600 \text{ دينار}$$

محاسبة
- الكلف السنوية المتوقعة = الكلف الجديدة للاحتفاظ بالمخزون − الكلف القديمة للاحتفاظ بالمخزون

= (معدل التخزين × كلفة الفترة الواحدة × 500 × 93%) − (معدل التخزين × كلفة الفترة الواحدة × 500 × 70%)

$$= \left( 70\% \times 500 \times \frac{15000}{2} \right) - \left( 70\% \times 500 \times \frac{3849}{2} \right)$$

= 505050 دينار

- التوفير الإجمالي السنوي أقل من الكلف السنوية المتوقعة
- الخصم بمقدار 7% غير مقبول

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# السياسة على المخزون

## الحسابات الرياضية

١- تحديد حجم الاستيراد :-

التكلفة الإجمالية السنوية لتكاليف السنوية الثابتة + لتكاليف السنوية المتغيرة + لتكاليف السنوية المتزايدة اي

$$Tc = Fc + C_1 + C_2$$

حيث ان:

- التكاليف السنوية الثابتة = الطلب السنوي * سعر شراء الوحدة الواحدة

$$Fc = R * C_u$$

- التكاليف السنوية المتغيرة المتناقصة = (الطلب السنوي على العادة / حجم الوحدة الواحدة) * (تكاليف الطلبية الواحدة + كلفة نقل الطلبية الواحدة)

$$C_1 = \frac{R}{q}(C_p + C_t)$$

- التكاليف السنوية المتزايدة = معدل المخزون اليومي * كلفة التلف والتقادم للوحدة المخزونة سنويا + كلفة الاستثمار للوحدة المخزونة سنويا + كلفة المخزون للوحدة الواحدة المخزونة سنويا) =

$$C_2 = \frac{q}{2}(C_s + I_u + C_w)$$

حيث ان $I = C_u * i$

وان : عمل المعادلة السنوية .

اي

$$Tc = R * C_u + \frac{R}{q}(C_p + C_t) + \frac{q}{2}(C_s + I_u + C_w)$$

ولديها قيمة لمقدار الاستيراد :-

- الكمية الاقتصادية للطلب = (كلفة التزبيت (التكاليف الثابتة مع الوحدة الواحدة * الطلب السنوي * ٢) / تكاليف الاحتفاظ بالوحدة الواحدة من المخزون لسنة واحدة

$$Q_m = \sqrt{\frac{2R(C_p + C_t)}{C_s + I_u + C_w}}$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

* لحساب الحجم الأمثل للإنتاج

$$\therefore Q_{mS} = \sqrt{\frac{2 * R * C_h}{C_w + I_n + C_s}}$$

حيث $C_h$ : تكلفة التبديل للإنتاج للوحدة الواحدة

- حساب عدد الطلبيات

$$n = \frac{R}{Q_m}$$

- حساب الفترة بين الطلبيات

$$t = \frac{1}{n}$$

نقطة إعادة الطلب في حالة الطلب المعلوم عند التجهيز وخلال فترة زمنية محددة، وفي الإنتاج المحلي وبدون تأخير في نقطة الطلب

لذا فإنه وفي الإنتاج الجديد يتم الأخذ في الاعتبار كمية التخزين + الجزء الذي يتم الاحتفاظ به كتخزين احتياطي مع تحديد التخزين والمسار الذي يتم اتباعه

$$Q_{mS} = \sqrt{\frac{2 * C_3 * R}{C_1}}$$

حيث $C_1$ : تكلفة الاحتفاظ بالوحدة من التخزين لوحدة زمنية واحدة

$C_3$ : تكلفة إعداد التجهيز

والفترة بين الطلبيات هو

$$t_S = \sqrt{\frac{2 * C_3}{C_1 \times R}}$$

والكمية المثلى = $C_4 = \sqrt{2 \times C_1 * C_3}$

∴

- نقطة إعادة الطلب = الحد الأدنى للتخزين + (فترة الانتظار * معدل الاستهلاك)

- الحد الأعلى للتخزين = الحد الأدنى للتخزين + المقدار الاقتصادي

- معدل التخزين = (الحد الأعلى للتخزين + الحد الأدنى للتخزين) / 2

Remove Watermark Wondershare PDFelement

- إذا كان المنتج الكمي هو المستهلك الثاني

$$Q_m = \sqrt{\frac{2 * C_3 * R}{C_1 * (1 - \frac{R}{K})}}$$

حيث R: كمية الطلب
K: كمية الإنتاج

$$t = \frac{Q_m}{R}$$

- إذا كان المستهلك الثاني هو المنتج الخام

$$E = Q_m = \sqrt{\frac{2 \times R * C_2 * C_3}{C_1 \times (C_1 + C_2)}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * C_3 * (C_1 + C_2)}{C_1 * C_2 * R}}$$

حيث ($C_2$) الكمية المبيعات المفقودة

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

## Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture: 1

## دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية للمشاريع الصناعية

## Technical and Economical Feasibility Study of Industrial Projects

Dr. Iman Alsaffar

***Tuesday 15/ 12 / 2020***
***1:30 PM***

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## ...نية والإقتصادية لجدوى المشاريع

إن إتخاذ القرار المناسب لإقامة أي مشروع صناعي يتوجب أن يستند على المؤشرات التي تـ ضمن تحقيق أهداف خطط التنمية والمتمثلة بالحالة العامة في زيادة الدخل القومي ورفـ ع مـ ستوى الـ دخل الفردي وتحقيق الإستخدام وإعادة التوازن الإقتصادي والإجتماعي بين المناطق المختلفة بالإضافة إلـ ى تحقيق التكامل الصناعي بين مجمل فروع وقطاعات الإقتصاد . أما المؤشر الرئيسي الـ ذي يـ ستهدفه القطاع الخاص عند إقامة أي مشروع هو تحقيق أعلى ربح .

للحصول على موافقة تنفيذ أي مشروع والتأكد من نجاحه يجب إعداد وإحتساب :

1- الطلب المتوقع وتحديد الطاقة الإنتاجية للمشروع .

2- وصف موجز لمراحل الإنتاج .

3- رأس المال المستثمر – ويتضمن قيمة :

أ- المكائن والمعدات الإنتاجية .

ب- الأدوات الإحتياطية .

ج- الأبنية بمختلف أنواعها .

4- رأس المال التشغيلي – يتضمن :

أ- كلفة المواد الأولية والمساعدة والتكميلية الضرورية للعمليات التصنيعية .

ب- اجور الأيدي العاملة بمختلف أنواعها ومستوياتها الوظيفية .

ج- المصاريف الصناعية ( مثل الماء ، الكهرباء ، الزيوت ...إلخ ).

Remove Watermark Wondershare PDFelement

5- الكلفة الإجمالية للإنتاج – تتضمن :

أ- الكلفة الثابتة .

ب- الكلفة المتغيرة .

6- الربح السنوي = قيمة المبيعات الكلية – الكلفة الإجمالية للإنتاج .

7- القيمة المضافة الإجمالية – تتضمن :

أ- الاجور والضمان .

ب- الإندثارات .

ج- الفوائد والتأمين .

د- الأرباح .

القيمة المضافة الصافية = القيمة المضافة الإجمالية – الإندثارات .

8- النسبة المئوية لربحية المشروع = الربح السنوي للمشروع / رأس المال المستثمر * 100%

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

$$\text{9- حجم نقطة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{سعر الوحدة الواحدة – التكاليف المتغيرة للوحدة الواحدة}}$$

$$\text{قيمة نقطة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{1 - \frac{\text{التكاليف المتغيرة}}{\text{قيمة المبيعات}}}$$

$$\text{النسبة المئوية لحد الأمان} = \frac{\text{المبيعات الفعلية – قيمة نقطة التعادل}}{\text{المبيعات الفعلية}} * 100\ \%$$

$$\text{10- مدة إطفاء ( إسترداد ) المشروع} = \frac{\text{رأس المال المستثمر}}{\text{الربح السنوي + الإندثارات}}$$

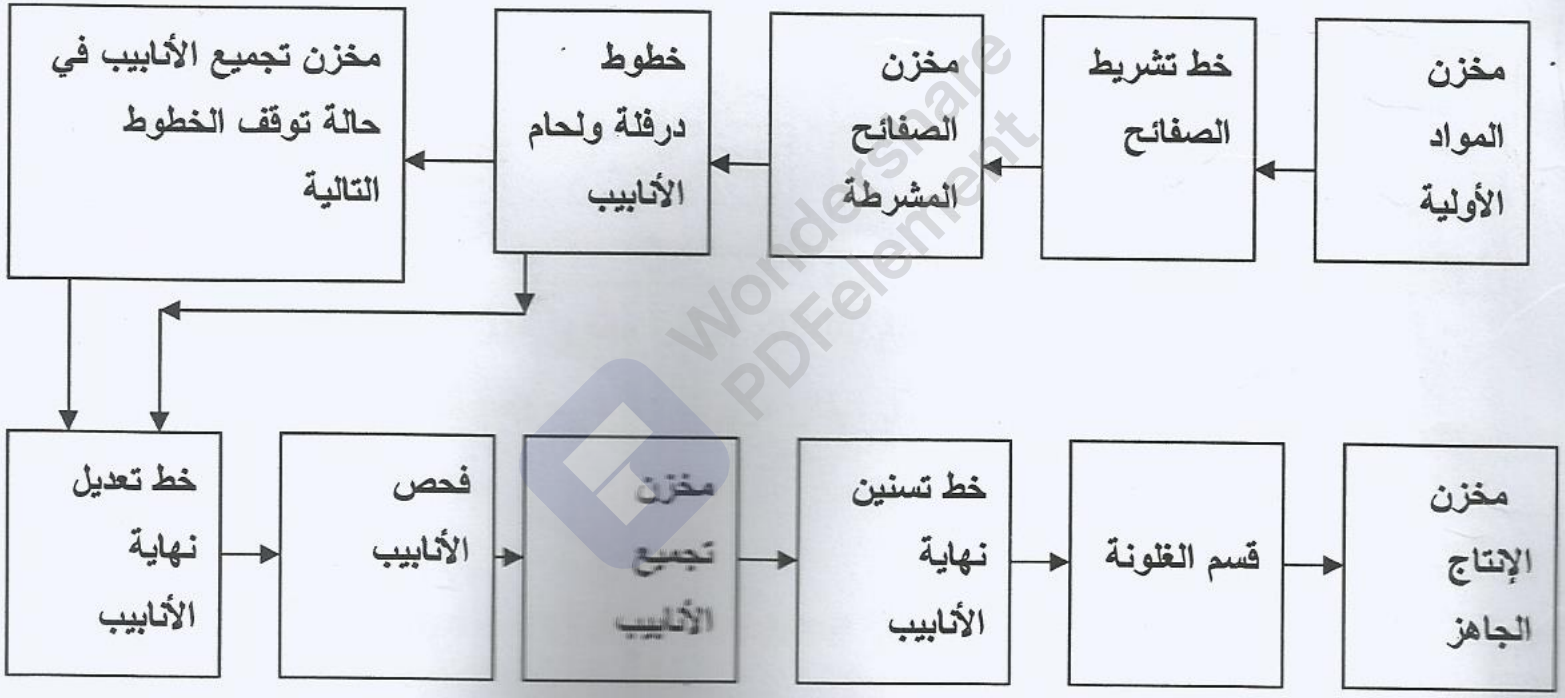
يكون عادة المشروع مجدي من الناحية الإقتصادية ، إذا كانت ربحية المشروع أعلى من 25 %

ومدة إطفاء المشروع أقل من 4 سنوات .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

1- في مشروع لإنتاج الأنابيب الفولاذية ونتيجة للطلب العالي على إستخدامها بسبب إزدياد حركة البناء والتشييد ، لذا قُرر إقامة المشروع بطاقة إنتاجية قدرها *50000* طن للنوعيات المطلوبة وبحجوم تتراوح بين *0.5 – 4* إنجات.

2- الهيكل التنظيمي لمراحل إنتاج الأنابيب الفولاذية المختلفة يكون:




3- رأس المال المستثمر- ويتمثل بما يلي :

أ- المكائن والالآت والمعدات الإنتاجية وقدرت بحوالي *5850000* دينار وتشتمل على مكائن الشريط وربط الأشرطة وأجهزة ومكائن خطوط إنتاج الأنابيب الصغيرة والمتوسطة والكبيرة

Remove Watermark Wondershare PDFelement

مكائن قسمي إنتاج الموصلات والغلونة ومعدات النقل والحركة الداخلية ومكائن الصيانة والمختبر وقسم الخدمات العامة.

ب- الأدوات الإحتياطية وقدرت قيمها بمبلغ *585000* دينار سنوياً وتشتمل على الأدوات والدرافيل الإحتياطية لقسم التشريط واللحام وكذلك للمكائن والمعدات لمدة سنتين .

ج- الأبنية والمنشآت وقدرت قيمتها بحوالي *2250000* دينار لإحتياج المشروع إلى مساحات كبيرة لإنشائه فبلغ *15000* م$^2$ تشتمل على الأقسام الإنتاجية ، المخازن ، المكائن وغرفة المرجل .

لذا فإن مجموع رأس المال المستثمر يكون :

$$5850000 + 585000 + 2250000 = 8685000$$

4- رأس المال التشغيلي- ويشتمل على :

أ- المواد الأولية وقدرت بحوالي *6600000* دينار وتتمثل بالأشرطة الفولاذية والمواد المساعدة اللازمة لإنتاج الأنابيب .

ب- الأيدي العاملة – إذ بلغت الأيدي العاملة للمشروع بوجبتي عمل *234* فرداً وبإجور سنوية قدرها *400500* دينار بضمنها الضمان الإجتماعي ، وموزعة كالآتي :

| الإختصاص | العدد | الأجر السنوي | الإختصاص | العدد | الأجر السنوي |
|---|---|---|---|---|---|
| مدير معمل | 1 | 4800 | مأمور مخزن | 7 | 8400 |
| مهندس | 10 | 36000 | كتاب طابعة | 3 | 3240 |
| م.ملاحظ فني | 30 | 72000 | عمال خدمات | 9 | 9180 |
| طبيب | 1 | 1800 | عمال | 125 | 135000 |
| مضمد | 1 | 1200 | حراس | 5 | 4800 |
| إدارة وذاتية | 8 | 9600 | سواق | 24 | 34560 |
| حسابات | 7 | 10080 | نفقات الضمان | ___ | 65520 |
| مشتريات وتدقيق | 3 | 4320 | المجموع | 234 | 400500 |

ج- المصاريف الصناعية – قدرت بمبلغ *79500* ديناراً سنوياً موزعة كالآتي :

ماء *3500* دينار ، كهرباء *57000* دينار ،زيوت وشحوم وسوائل تبريد وكافة أنواع الوقود *19000* دينار.

لذا فمجموع رأس المال التشغيلي يكون :

$$6600000 + 400500 + 79500 = 7080000$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ج- وتتكون من :

أ- التكاليف الثابتة - تضمنت :

- إندثار المكائن والمعدات بمعدل 10% من قيمتها سنوياً ،أي إنها :

$$5850000 * 0.10 = 585000$$

- صيانة المكائن بمعدل 5% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :

$$5850000 * 0.05 = 292500$$

- إندثار المباني بمعدل 5% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :

$$2250000 * 0.05 = 112500$$

- صيانة المباني بنسبة 2% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :

$$2250000 * 0.02 = 45000$$

- التأمين على المكائن ضد الحريق بمعدل 0.5% من قيمتها ، أي إنها :

$$5850000 * 0.005 = 29250$$

- الفائدة على رأس المال الثابت بمعدل 8% سنوياً ، أي إنها :

$$(5850000 + 2250000 + 585000) * 0.08 = 694800$$

لذا فمجموع التكاليف الثابتة تكون :

$$585000 + 292500 + 112500 + 45000 + 29250 + 694800 = 1759050$$

ب- التكاليف المتغيرة- تضمنت :

- قيمة المواد الأولية 6600000 دينار.
- أجور الأيدي العاملة بضمنها الضمان الإجتماعي 400500 دينار.
- المصاريف الصناعية 79500 دينار.

لذا فمجموع التكاليف المتغيرة = 7080000 ديناراً.

ومجموع تكاليف الإنتاج الكلية السنوية بلغت :

$$1759050 + 7080000 = 8839050$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ج السنوي :

أ- كلفة إنتاج الطن الواحد يكون : $\frac{8839050}{50000} = 177$

ب- سعر بيع الطن الواحد قدر بحوالي 225 ديناراً.

ج- قيمة المبيعات السنوية تكون : $50000 * 225 = 11250000$

د- ربح المشروع السنوي يكون : $11250000 - 8839050 = 2410950$

7- القيمة المضافة الإجمالية تتضمن مجموع مردودات عناصر الإنتاج التالية :

الإجـ ـور والـ ـضمان (400500) + الإهـ ـدثارات ( 585000+112500=697500 ) + الفوائـ ـد والتأمين ( 724050 ) + الأرباح (2410950 ) = 4233000 ديناراً.

أما صافي القيمة المضافة تكون : $4233000 - 697500 = 3535500$

8- ربحية المشروع تكون : $\frac{2410950}{7685000} * 100\% = 31.4\%$

9- قيمة نقطة التعادل تكون : $\frac{1759050}{1 - \frac{7080000}{11250000}} = 4745638$

حجم نقطة التعادل يكون : $\frac{1759050}{225 - \frac{7080000}{50000}} = 21092$

النسبة المئوية لحد الأمان : $\frac{11250000 - 4745638}{11250000} * 100\% = 58\%$

10- مدة إطفاء المشروع (سنة ): $\frac{8685000}{2410950 + 697500} = 2.79 \cong 3$

لكون ربحية المشروع أعلى من 25% ومدة الإطفاء أقل من 4 سنوات لذا فالمشروع مجدي مـ ـن الناحية الإقتصادية .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## نتاج :

تعتبر مسألة خفض كلفة الإنتاج مع المحافظة على النوعية المطلوبة لأجل تحقيق العوائد المستهدفة المشكلة الأساسية لأية منشأة صناعية . وإن أسباب إرتفاع كلفة المنتجات متعددة ومتداخلة فيما بينها ، ومن أهمها :

1- الإرتفاع الدائم لأسعار مختلف المواد الأولية والتكميلية اللازمة للإنتاج إضافة إلى إرتفاع كلف الشحن والنقل .

2- عدم ربط الإجور والرواتب المدفوعة مع القيمة الحقيقية للجهود المبذولة في العمل .

3- عدم الإهتمام بالسيطرة النوعية المفروضة على الإنتاج .

4- ضعف مستوى الإشراف والسيطرة الفعلية على عمليات الإنتاج .

5- قلة الأيدي العاملة الماهرة الضرورية لإدارة المكائن والألات الإنتاجية .

6- ضعف التخطيط والتنظيم الصائب على المستويات الإدارية والإنتاجية .

تقسم التكاليف إلى ثلاثة عناصر رئيسية :

1- المواد : تتضمن كافة المواد الأولية الأساسية والتكميلية التي يستلزمها الصنع في عمليات الإنتاج ليتم تحويلها إلى سلع جاهزة ، إضافة إلى الزيوت والوقود والأدوات الإحتياطية ومواد التعبئة والتغليف التي تستعمل للأغراض التسويقية .

2- الإجور : تمثل قيمة قوة العمل المبذولة في عمليات الإنتاج التي يدفع مقابلها للعاملين أجراً نقدياً لقاء ما يقدمونه من خدمة بضمنها المزايا العينية كالتأمين الصحي والضمان الإجتماعي والسكن والنقل وغيرها .

3- المصروفات : تتضمن كافة النفقات التي تتحملها المنشأة الصناعية لأجل الحصول على الخدمات التي تحتاجها عمليات الإنتاج مثل مصاريف الصيانة والإدامة والإعلان والإستشارات الفنية إضافة إلى إندثارات الموجودات الثابتة .

ويتم تصنيف عناصر الإنتاج حسب علاقتها مع :

1- وحدة الإنتاج : إذ تصنف إلى :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

- تكاليف مباشرة : تتعلق بكافة العناصر الخاصة بالمنتج الواحد .
- تكاليف غير مباشرة : تتعلق بأكثر من منتج .

2- حجم الإنتاج : إذ تصنف إلى :

- تكاليف ثابتة : هي نفقات إيجاد الطاقة الإنتاجية إستعداداً للإنتاج وتحسب على أساس زمني ولاتتغير مع حجم الإنتاج وتشمل الرواتب الشهرية وأقساط التأمين والإندثار وفوائد القروض السنوية والمصروفات الإدارية .
- تكاليف متغيرة : هي جميع مصاريف إستخدام الطاقة الإنتاجية لعمليات الإنتاج والتسويق فهي تتغير مع تغير حجم الإنتاج وتشتمل على قيمة المواد الأولية والمساعدة والتكميلية وإجور العمال الإنتاجيين والنفقات الصناعية والمصاريف التسويقية .

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

## Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture:2

## تحليل نقطة التعادل

## Analyzing of Break Event Point

Dr. Iman Alsaffar

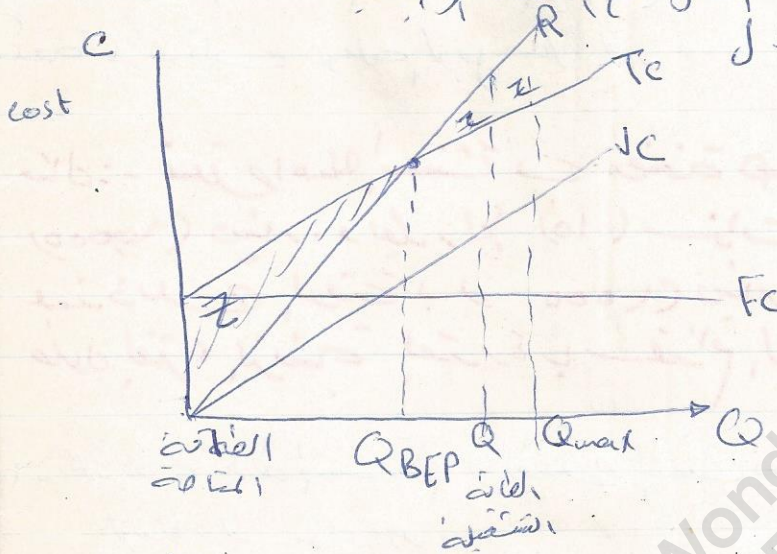
**Tuesday 22/ 12 / 2020**

**1:30 PM**

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

BEP Break-Even point نقطة التعادل

وهي النقطة التي يتساوى عندها الدخل مع التكلفة الإجمالية
وبالتالي عند نقطة التعادل




$R = Tc$ --- ①

$Q_{BEP} \times a = Fc + Vc$

$= Fc + Q_{BEP} \times b$

$Q_{BEP} \times a = Fc + Q_{BEP} \times b$ --- ②

$\therefore Q_{BEP} = \frac{Fc}{a-b}$ --- ⑧

$a - b = \varphi$

$Q_1$ عند أي $Q$ وليكن

$Z_1 = R - Tc$ --- ④

$Z_1 = aQ_1 - Fc - Vc$

$\therefore Z_1 = aQ_1 - Fc - bQ_1$ --- ⑤

$Z_1 = Q_1(a-b) - Fc$

$Q_1 = \frac{Fc + Z}{a-b}$ --- 6

حيث

$R$ = الدخل، $Tc$ = التكلفة الإجمالية، $Fc$ = التكلفة الثابتة، $Vc$ = التكلفة المتغيرة

$a$ = سعر الوحدة، $b$ = تكلفة إنتاج الوحدة، $Q$ = عدد الوحدات

مثال: تنتج احدى الشركات (50) قطعة في اليوم بكلفة (300) دينار، وتبيعها بسعر (400) دينار، علما ان تكاليف الصنع (2) مليون دينار، وما لدى الشركة (5) سؤال. فما هو الربح والنقطة التعادل (التكاليف)؟

$$Fc_s = \frac{2*10^6}{10} = 2*10^5 \text{ ID/year}$$

الحل

$$Z_1 = Q(a-b) - Fc \Rightarrow Z_1 = 50(400-300) - \frac{2*10^5}{250} = 4200 \text{ ID/day}$$

$$= 4200 * 250 = 1050000$$

$$Q_{BEP} = \frac{Fc}{a-b} \Rightarrow Q_{BEP} = \frac{2*10^5/250}{(400-300)} = 8 \text{ Pice/day}$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

مثال: بلغت التكاليف الثابتة للإنتاج في احد المصانع (250) الف دينار، اذا علمت ان انتاج احدى السيارات متوقع بكلفة متغيرة تبلغ (180) دينار، وسعر بيع السيارة (250) دينار، للقطعة الواحدة احسب نقطة التعادل والربح الصافي للمنشأة في الحالتين التاليتين في حالة: 1. زيادة التكاليف الثابتة بنسبة 10%، الكمية المباعة سنويا 100 سيارة، والتكاليف المتغيرة بنسبة 25%؟ 2. زيادة سعر بيع السيارة الواحدة (325) دينار، للقطعة الواحدة وتقليل الكلفة المتغيرة الى (160) دينار، للقطعة الواحدة؟

$Fc = 250\,000$
$b = 180$ ID
$a = 250$ ID
$Q = 100$ /day
$Q_{BEP} = ?$
$Z = ?$

$Z = (a-b)Q - Fc \Rightarrow Z = (250-180)100 - \frac{250000}{250} = 6000$ ID/day

$Q_{BEP} = \frac{Fc}{a-b} = \frac{250000}{250(250-180)} \Rightarrow Q_{BEP} = 14.285$ /day

1) $Fc = 250000 \times 1.1 = 2750000$
$Q = 125$
$b = 180 \times 1.2 = 216$

1) $Z = (a-b)Q - Fc \Rightarrow Z = (250-216)125 - \frac{275000}{250}$
$Z = 3150$ /day

$Q_{BEP} = \frac{Fc}{a-b} \Rightarrow \frac{275000}{(250)(250-216} = 32.352$ /day

2) $a = 325$
$b = 160$

2) $Z = (325-160)100 - \frac{250000}{250} = 15500$ ID/day

$Q_{BEP} = \frac{250\,000}{250(325-160} = 6.06$ /day

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

$Z_1 = \psi_1 Q_1 - Fc$

where $\psi = a - b$

$Z_2 = \psi_2 Q_2 - (Fc + S)$

$Z_2 > Z_1$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\psi_1}{\psi_2}\left(1 + \frac{Z_1}{Fc + S}\right)$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\psi_1}{\psi_2}\left(\frac{Z_2 + S + Fc}{Z_1 + Fc}\right)$$

$$Q_2 = \frac{Z_2 + Fc + S}{\psi_2}$$

$$d = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\psi_1}{\psi_2}\left(1 + \frac{S}{Z_1 + Fc}\right)$$

الصنف الجديد : راضيا

الصنف الحالي ←

الصنف الجديد ←

S : تكاليف ادخال الصنف الجديد

في حالة ←

حالة $Z_1 = Z_2$

و $Z_2 > Z_1$

$$Q_1 = \frac{Z_1 + Fc}{\psi_1}$$

مثال -

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

[illegible] (50 000) دينار سنويا
وبكلفة (500) وحدة يوميا. علما انه كلفة انشاء المصنع بالغت (5) مليون
دينار على مدى عشر (10) سنوات. تتوقع الشركة زيادة ارباحها من خلال
ادخال مكائن جديدة بقيمة (400000) دينار، تتوقد عمرها بثلاث سنوات
اذا علمت ان سنة الاساس الحجم سوف تزداد بنسبة 5% سنويا مما هي
الكمية الجديدة للانتاج مع العلم ان الكلفة الثابتة في حالة P- بقاء نفس السنة
ب- زيادة السنة 10% اضافية المبلغ المستثمر سنويا بالاضافة الى السنة السابقة

$Z_1 = 50\,000$ ID 1year

$Q = 500 * 250 = 125000$ pc/year

$Fc = 5000000 \div 10 = 500000$ ID 1year

$S = \frac{400000}{3} = 133333.333$ ID 1year

$Q_2 = 1.05\, Q_1$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{Q_1}{Q_2}\left(1 + \frac{S}{Z_1 + Fc}\right) = \frac{1}{1.05}\left(1 + \frac{133333.333}{500000 + 500000}\right)$$

$Q_2 = 125000 * 1.18326 \Rightarrow Q_2 = 147907.647$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

$Z_{21} = 50\,000 + 10\,\% * 400\,000 = 90\,000$

$$Q_{21} = Q_1 \frac{\psi_1}{\psi_2}\left(\frac{Z_{21}+Fc+S}{Z_1+Fc}\right) = 125000 * \frac{1}{1.05}\left(\frac{90000+500000+133333.33}{50000+500000}\right)$$

$Q_{21} = 156565.65$ /year

$Z_{22} = 50000 + 10\% 266666.66 = 76666.66$

$$Q_{22} = Q_1 \frac{\psi_1}{\psi_2}\left(\frac{Z_{22}+Fc+S}{Z_1+Fc}\right) = 125000 * \frac{1}{1.05}\left(\frac{76666.66+500000+133333.33}{50000+500000}\right)$$

$= 153679.65$ /year

$Z_{23} = 50000 + 10\% * 133333.33 = 63333.33$

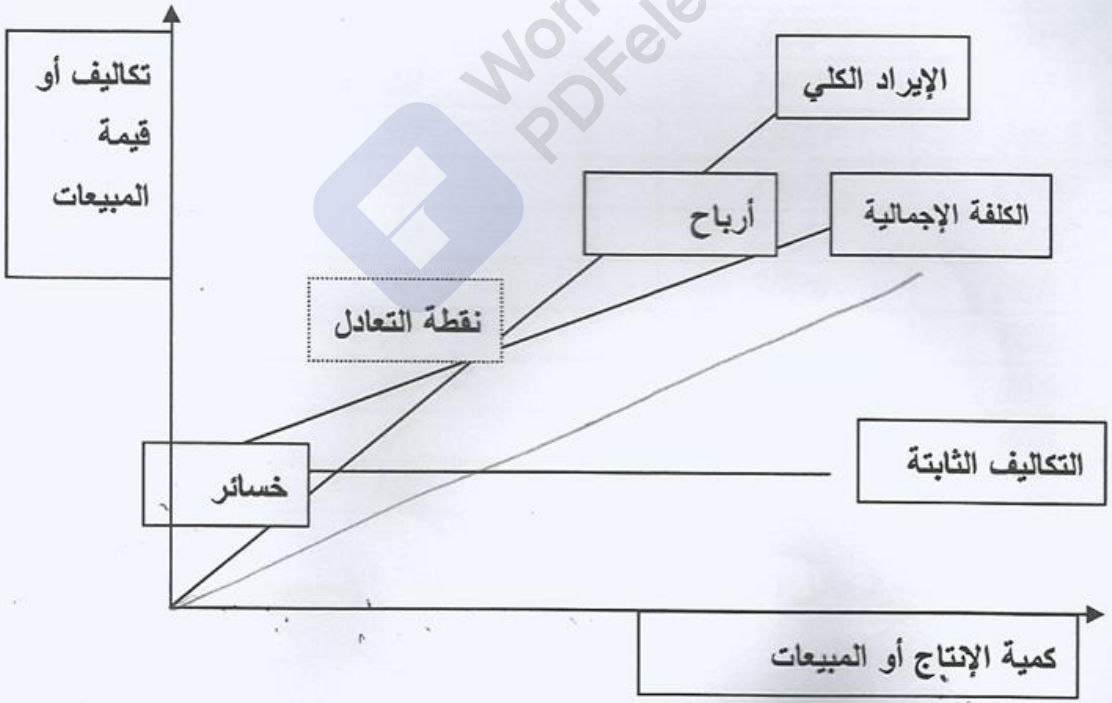
$$Q_{23} = Q_1 \frac{\psi_1}{\psi_2}\left(\frac{Z_{23}+Fc+S}{Z_1+Fc}\right) = 125000 * \frac{1}{1.05}\left(\frac{63333+500000+133333.33}{500000+50000}\right)$$

$= 150793.64$ /year

Remove Watermark Wondershare PDFelement

2-2-1- تحليل التعادل :

تهدف إدارة أي منشأة صناعية إلى تحقيق الإستغلال الأمثل للموارد المتاحة ، ولهذا فهي تسعى دائماً إلى إتخاذ القرارات الصائبة في مجال الإنتاج والبيع والشراء ، وبالطريقة التي تحقق الهدف . وتعد دراسة التكاليف أمراً في غاية الأهمية بالنسبة لإتخاذ بعض القرارات الإدارية المتعلقة بتخطيط الأرباح أو ما يسمى بتحليل التعادل . تتحدد نقطة التعادل ( فيما بين الأرباح والخسائر ) من نقطة تقاطع خط ( منحنى ) الكلفة الإجمالية مع خط (منحنى) الإيراد الكلي .



Remove Watermark
Wondershare PDFelement

مصانع أستغلت طاقة المكائن والمعدات الإنتاجية بحدود 70% وبلغت قيمة صافي المنتجة 7000 دينار وقد صرفت المبالغ التالية(بالدينار) في العمليات التشغيلية : مواد أولية 2500 ، إجور مباشرة 750 ، أقساط التأمين 320 ، فوائد القروض 250 ، الرواتب 500 ، مصروفات إدارية 230 ، إندثارات 200 ، نفقات صناعية 150 ، مصاريف التسويق 100 .

لإيجاد قيمة نقطة التعادل :

التكاليف الثابتة = الرواتب + التأمين + إندثار + مصروفات + الفوائد

= 500 + 320 + 200 + 250 + 230 = 1500 دينار .

التكاليف المتغيرة = المواد الأولية + الإجور المباشرة + نفقات صناعية + مصاريف التسويق

= 2500 + 750 + 150 + 100 = 3500 دينار .

$$\text{قيمة نقطة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{1 - \frac{\text{التكاليف المتغيرة}}{\text{المبيعات}}}$$

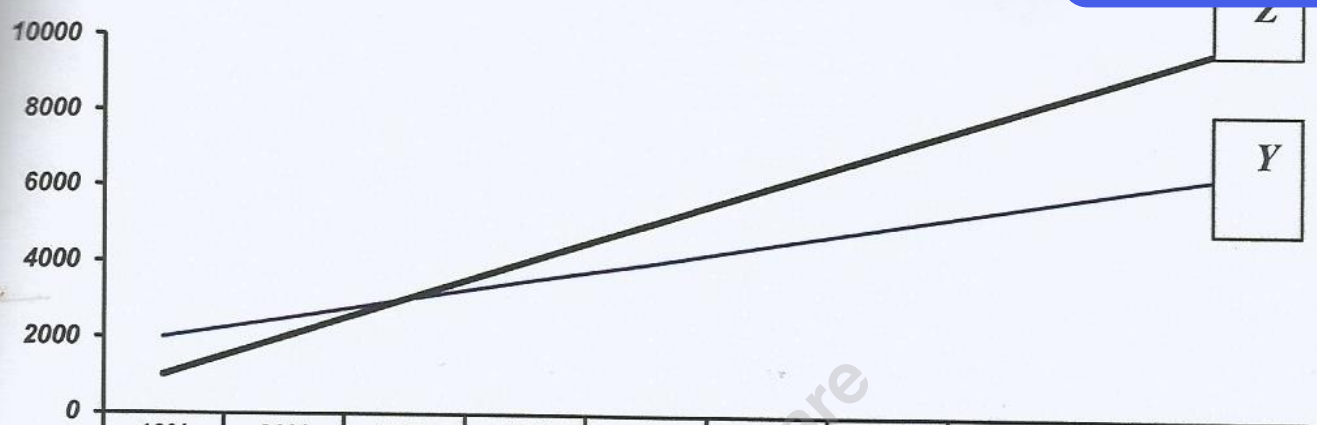
$$P.O.E. = \frac{1500}{1 - \frac{3500}{7000}} = 3000$$

ولرسم منحنى التعادل بشكل دقيق لذا يجب تحديد الكلفة المتغيرة والمبيعات حسب الحالات المختلفة لإستغلال الطاقة الإنتاجية . بإفتراض إن المصنع قد أستغلت طاقته المتاحة بنسبة 80% فإن الكلفة المتغيرة ستعادل $\frac{3500}{70} * 80 = 4000$ ، أما المبيعات فستكون $\frac{7000}{70} * 80 = 8000$ والجدول أدناه يبين الحالات الأخرى :

| النسبة المئوية لإستغلال الطاقة % | الكلفة المتغيرة | قيمة المبيعات |
|---|---|---|
| 10 | 500 | 1000 |
| 20 | 1000 | 2000 |
| 30 | 1500 | 3000 |
| 40 | 2000 | 4000 |
| 50 | 2500 | 5000 |
| 60 | 3000 | 6000 |
| 70 | 3500 | 7000 |
| 80 | 4000 | 8000 |
| 90 | 4500 | 9000 |
| 100 | 5000 | 10000 |

ومن الشكل أدناه نلاحظ إن نقطة التعادل تكون نسبة 30% من الطاقة الإنتاجية وبكلفة 3000 دينار .

Remove Watermark
Wondershare PDFelement




| | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 |
| Z | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 |

إذ إن $Y$ تمثل التكاليف الكلية وإن $Z$ تمثل المبيعات .

ولتحديد أفضل السياسات الإنتاجية الناجحة ومعرفة مدى قدرة المصنع لمواجهة الظروف الإنتاجية يتعين إحتساب نسبة حد الأمان :

نسبة حد الأمان = المبيعات الفعلية – قيمة نقطة التعادل / المبيعات الفعلية

$$L.O.S. = \frac{7000 - 3000}{7000} * 100\% = 57\%$$

وكذلك يمكن إيجاد الربح المتوقع بموجب الحالات المختلفة لمستويات إستغلال الطاقة الإنتاجية ، فإذا أستغل المصنع **90%** من طاقته المتاحة فسيكون الربح :

$$Profit = 9000 - (1500 + 4500) = 3000$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

## Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture:3

## الاندثار والتنبؤ

## Depreciation&Forecasting

Dr. Iman Alsaffar

Tuesday 29/ 12 / 2020

1:30 PM

Wondershare PDFelement

# الاندثار (الاستهلاك بالاستعمال)

Depreciation
LEC (4)

الاندثار:

هو نقص القيمة بسبب الاستعمال وهو اسلوب لتوزيع كلفة الموجودات طويلة الاجل على العمر (السنوات المقدرة) لاستعمال تلك الموجودات.

## طرق حساب الاندثار

Calculation Methods OF Depreciation

يحسب الاندثار حسب التصنيف الاتي:

مثال:

تمتلك احدى الشركات مصنع حديد وتبلغ كلفته الاصلية عند شرائها (11000) دينار. وتقدر لها (5) سنوات خدمة و تبلغ قيمتها المتبقية عند ذلك الوقت (1000) دينار. المطلوب حساب مقدار الاندثار خلال القترة الزمنية المقدرة باستخدام

1. طريقة الخط المستقيم. Straight-line Method
2. = ضعف نسبة الاستعمال. Double Declining Balance Method
3. = مجموع ارقام السنوات. Sum-of-Years digits Method

## طريقة الخط المستقيم

تحسم مقدار الاندثار السنوي للموجودات (الاصول) من الكلفة الاصلية (الاولى) كما في العلاقة:

$$\text{معدل الخط المستقيم} = \frac{100\% - \text{النسبة المئوية المتبقية}}{\text{العمر التقديري للخدمة بالسنوات}}$$

$$= \frac{100\% - \frac{100 \times 1000}{11000}\%}{5} = 18.18\%$$

مقدار الحسم السنوي للاندثار = الكلفة الاصلية × معدل الخط المستقيم

$$11000 \times 18.18\% = 2000 \text{ ID}$$

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

ساب الإندثار السنوي بدوث استخدام معدل الاندثار (18.18%) كما يأتي:

الاندثار السنوي = (الكلفة الأصلية − القيمة المتبقية) / العمر التقديري للخدمة

أي:

$$D_2 = \frac{P - S}{n} =$$

$$BV_2 = P - 2D_2$$

حيث ان:

$D_2$ = الاندثار السنة (2)
$P$ = الكلفة الأصلية
$S$ = القيمة المتبقية التقديرية
$n$ = العمر التقديري للخدمة
$BV_2$ = القيمة الدفترية بعد انقضاء سنة (2) وحسم اندثار سنة (2)

$$D_2 = \frac{11000 - 1000}{5} = 2000 \text{ ID}$$

وعليه نضيع القيمة المدونة في الدفاتر (الدفترية) بعد انقضاء سنة الأولى:

$$BV_2 = 11000 - 1 \times 2000 = 9000 \text{ ID}$$

## طريقة خفض نسبة الاستهلاك

إذا استخدمت هذه الطريقة في حساب الاندثار لأغراض ضريبة الدخل، أي انه المعدل الأقصى الذي يستعمل لاستهلاك الموجودات هو خفض الطريقة الأولى وكما يأتي:

$$f = \frac{200\%}{n}$$

وكيفية إيضاح حساب القيمة الدفترية عند نهاية سنة معين لاستهلاك أية سنة كما يأتي:

$$BV_2 = P.(1-f)^{n*}$$

$$D_2 = f(BV_2 - 1) = (BV_2 - BV_{2-1})$$

حيث ان:

$f$ = النسبة المئوية لاستهلاك
$n$ = العمر التقديري
$BV_2$ = القيمة الدفترية بعد سنة 2

$P$ = الكلفة الأصلية
$D_2$ = الاندثار السنة 2

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

-3-

$$f = \frac{200\%}{5} = 40\%$$

$$BV_2 = P(1-f)^2$$
$$= 11000(1-40\%)^1$$
$$= 11000 - (1-40\%) = 6600 \text{ ID}$$

$$D_2 = f(BV_{2-1}) = \frac{P - BV_{n}}{n}$$
$$= 11000 - 6600 = 4400 \text{ ID}$$

طريقة مجموع الأرقام لسنوات الاندثار

$$k = \frac{n(n+1)}{2}$$ مجموع الأرقام لسنوات (k)

$$C = \frac{(P-S)}{k}$$

$$D_2 = (n+1-2)\,C$$

$$BV_2 = P - C\left[kn - \frac{(n-2)(n-2+1)}{2}\right]$$

$$= P - C(kn - kn - 2)$$

وعليه تكون مجموع الأرقام لسنوات k:

$$k = \frac{5(5+1)}{2} = 15$$

وتكون الاندثار ($D_2$) عند نهاية السنة الأولى:

$$C = \frac{11000-1000}{15} = 666\text{-}666 \text{ ID}$$

$$D_2 = (5+1-1)\,666\text{-}666 = 3333$$ دينار

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

وتصبح القيمة الحقيقية $BV_2$ :

$$BV_2 = 11000 - 666.666 - \frac{(5+1)(5+1-1)}{2}$$

$$BV_2 = 11000 - 666.666\left[15 - \frac{(5-1)(5-1+1)}{2}\right]$$

$$= 7667 \text{ ID}$$

ملاحظة:

١- تتصف طريقة الخط المستقيم إذا استقطع مبلغ منتظم في كل سنوات عمر الموجودات (الأصول).

٢- إنه طريقة تضع السنيد وتجميع الأعباء سنوات تتدنى إذا استقطع مبلغ أكبر في بداية سنوات الأولى لعمر الموجودات (الأصول) أكثر من سنوات الأخيرة.

Forecast

التنبؤات او الاستشراف المستقبلي استنادا على المعلومات السابقة
في حال توفرها او المعلومات المتاحة في حال عدم توفرها

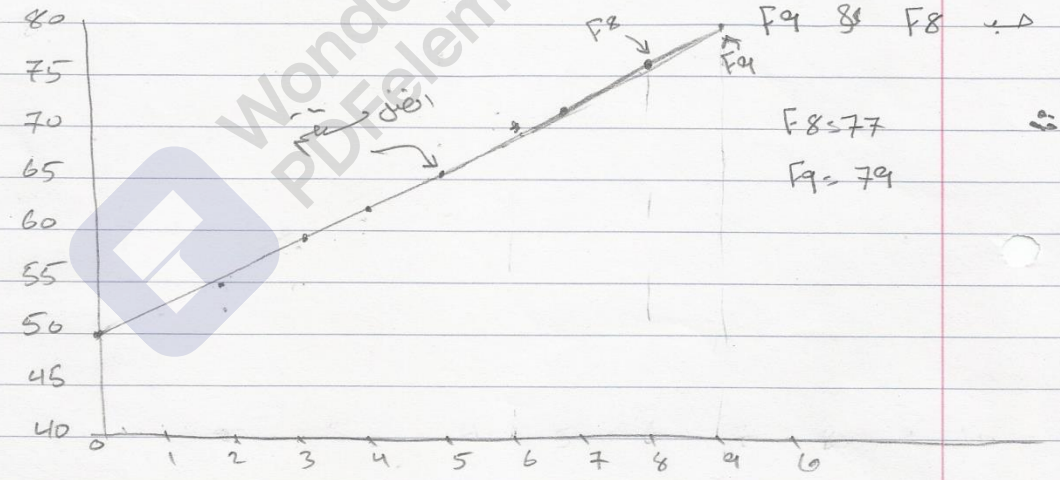
طرق التنبؤ: ١- الطريقة البيانية ، ٢- طريقة الانحدار ، ٣- الطريقة الحسية
٤- السلسلة الزمنية

① الطريقة البيانية: Graphical Method

مثال:

| السنة: | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الكمية: | 50 | 52 | 54 | 58 | 62 | 67 | 72 | 72 |
| عن السنة: | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

ب- F8 F9 F8 F9




∴ F8=77

F9= 79

② الانحدار الخطي: Linear Regression

$y = a + bx$ ، $y = a + bx$

$$a = \frac{\Sigma y \Sigma x^2 - \Sigma x \Sigma xy}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad , \quad b = \frac{n\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

| year : | 015 | 016 | 017 | 016 | 019 | 020 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المبيعات بالمليون y : | 50 | 54 | 60 | 65 | 72 | 81 | 382 |
| x : | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 15 |
| $x^2$ : | 0 | 1 | 4 | 9 | 16 | 25 | 55 |
| xy : | 0 | 1 | 120 | 195 | 288 | 40 | 1062 |

$$a = \frac{\Sigma y \Sigma x^2 - \Sigma x \Sigma xy}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{(382 * 55) - (15 * 1062)}{6 * 55 - (15)^2} = 48.381$$ : أول

$$b = \frac{n\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{(6 * 1062) - (15 * 382)}{6 * 55 - (15)^2} = 6.14$$

$\therefore y = a + bx + e \rightarrow Y = a + bx \Rightarrow 48.381 - 6.14x$

: كمية المبيعات لسنة 2021 ، 2022 ، 2023

$y_{2021} = 48.381 + 6.14 * 6 = 85.221$

$y_{2022} = 48.381 + 6.14 * 7 = 91.361$

$y_{2023} = 48.381 + 6.14 * 8 = 97.501$

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# Moving Average

مثال: حيث المبيعات للسنوات السابقة كانت كما يلي

| السنة | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 | 019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المبيعات | 50 | 52 | 54 | 58 | 65 | 70 | 78 |
| السنة | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

أ)

$$F_{2020} = \frac{\text{مجموع المبيعات السابقة}}{\text{عدد السنوات}} = \frac{50+52+54+\cdots+78}{7} = 61.0 \text{ وحدة}$$

$$F_{2021} = \frac{52+\cdots+78+61}{7} = 62.5$$

$$F_{2022} = \frac{54+\cdots+F_{2020}+F_{2021}}{7} = 64.081$$

(4) الطريقة البسيطة:

بالرجوع إلى المثال السابق فإن

$$W = \frac{2}{n+1} \Rightarrow \frac{2}{8} = 0.25$$

$$1 - W = 0.75$$

$$d_{n+1} = d_n(1-w) + d_{n-1}(1-w)w + d_{n-2}(1-w)(w)^2 + d_{n-3}(1-w)w^3 + \cdots + d_{n-R}(1-w)(w)^R$$

$$\therefore d_{n+1} = 78(0.75) + 70(0.75)(0.25) + 65(0.75)(0.25)^2 + \cdots 50(0.75)(0.25)^6 = 75$$

2020 → (8)

$$d_{n+2} = d_n(1-w) + d_{n+1}(w) \Rightarrow 78(0.75) + 75(0.25) = 77.25$$

2021 → (9)

$$d_{n+3} = d_n(1-w) + (d_{n+2})w \Rightarrow 78(0.75) + 77.25*(0.25) =$$

2022 → (10)

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

# Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture:4

## Linear Programming البرمجة الخطية

***Tusesday 5/ 1/ 2021***

***1:30 PM***

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# البرمجة الخطية Linear Programming

**البرمجة الخطية: *Linear programming* : هي طريقة علمية تهدف إلى إستخدام الموارد المحدودة أفضل إستخدام لتحقيق هدف معين .**

المستلزمات الأساسية للبرمجة الخطية هي:

1- وجود هدف معين مطلوب تحقيقه (كأقصى ربح أو أدنى كلفة ...إلخ ).

2- وجود بدائل مختلفة للوصول إلى الهدف .

3- وجود الموارد المستخدمة يجب أن تكون محدودة.

4- وجود وجوب العلاقة بين المتغيرات .

5- وجود التعبير عن دالة الهدف والقيود بمعادلات أو متباينات خطية.

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Linear Programming Forms صيغ البرمجة الخطية

1- الصيغة العامة **General Form** تأخذ النموذج التالي :

دالة الهدف **Objective function**

$$\max .or \min . \quad Z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

القيود **Constra int s**

Subjected to **S.t.**

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \begin{Bmatrix} \leq \\ \geq \\ = \end{Bmatrix} b_i$$

$$i = 1,2,...,m$$

$$j = 1,2,...,n$$

إذ إن $C_j$ تمثل الكلفة أو الزمن أو الربح أو الإيراد ...إلخ. للوحدة الواحدة.

$X_j$ تمثل متغيرات القرار **Decision variables** .

$a_{ij}$ تمثل المعاملات الفنية **Technical coefficients** .

$b_i$ تمثل الكميات المتاحة للإستخدام **Availability amounts** .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Linear Programming Forms صيغ البرمجة الخطية

## 2- الصيغة القانونية Canonical Form

النموذج العام لهذه الصيغة:

$$\max. \quad Z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j \qquad \text{Objective function} \qquad \text{دالة الهدف}$$

Subjected to

$$S.t. \quad \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad \text{Constra int s} \qquad \text{القيود}$$

$$X_j \ge 0 \qquad \text{nonnegative constra int s} \qquad \text{تحقيق عدم السالبية}$$

أي إنها تمتاز بالخصائص الآتية :

1- جميع متغيرات القرار تكون غير سالبة ( $X_j \ge 0$ ) .

2- جميع القيود تكون من نوع أصغر أو يساوي( $\le$ ) .

3- تعظيم *maximized* دالة الهدف فقط .

كما يمكن تحويل الصيغة العامة إلى الصيغة القانونية بإستخدام القواعد التالية :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

*minimized* لدالة الهدف الى حالة التعظيم *maximized* وبالعكس بواسطة ضرب دالة الهدف (Z) في (-1) اي ان :

$$Max.\ Z = Min.\ (-Z)$$

2- يمكن تحويل قيد أكبر من أو يساوي ≥ إلى أصغر من أو يساوي ≤ بضرب المتباينة في (-1) اي ان:

$$\Sigma aij\ X j \geq bi \quad \Leftrightarrow \quad -\Sigma aij\ X j \leq bi$$

3- يمكن تحويل قيد المساواة (=) إلى قيدين من نوع أصغر من أو يساوي ≤ وبالشكل التالي:

$$\sum a_{ij} X_j = b_i \quad \Leftrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum a_{ij} X_j \leq b_i \\ -\sum a_{ij} X_j \leq -b_i \end{array} \right\}$$

4- يمكن تحويل قيد القيمة المطلقة ***absolute value*** إلى قيدين من نوع أصغر من أو يساوي ≤ وبالشكل التالي :

$$\left|\sum a_{ij} X_j\right| \leq b_i \quad \Leftrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum a_{ij} X_j \leq b_i \\ -\sum a_{ij} X_j \leq b_i \end{array} \right\}$$

$$or \quad \left|\sum a_{ij} X_j\right| \geq b_i \quad \Leftrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} -\sum a_{ij} X_j \leq -b_i \\ \sum a_{ij} X_j \leq -b_i \end{array} \right\}$$

5- يمكن تحويل المتغير غير المقيد في الإشارة ***unrestricted sign*** إلى متغيرين غير سالبين ، وكما في العلاقة أدناه :

$$X_i = X_i' - X_i'' \quad and \quad X_i', X_i'' \geq 0$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Linear Programming Forms الصيغ المختلفة للبرمجة الخطية

## 3- الصيغة القياسية Standard Form

***الشكل العام لهذه الصيغة لها الخصائص التالية :***

**1-** جميع القيود تكون معادلات ( القيود من نوع مساواة **(=)** ) ماعدا قيد عدم السالبية ***nonnegative*** إذ يبقى متباينة من نوع أكبر من أو يساوي ( أي إن $X_j \geq 0$ )

**2-** الطرف الأيمن للقيود يكون غير سالب ( أي إن $b_i \geq 0$ )

**3-** دالة الهدف تكون إما تصغير ***Min.*** او تعظيم ***Max.***

يمكن تحويل الصيغة العامة إلى الصيغة القياسية وبالإضافة إلى ما طرح في الصيغة القانونية ، كذلك يمكن تحويل قيود المتباينات إلى معادلات وكما يلي :

- في حالة المتباينة اصغر او يساوي تحول الى معادلة حيث يضاف $S_i$
- في حالة المتباينة اكبر او يساوي تحول الى معادلة حيث يطرح $S_i$

$$\sum a_{ij}X_j \leq b_i \quad \Leftrightarrow \quad \sum a_{ij}X_j + S_i = b_i$$
$$\sum a_{ij}X_j \geq b_i \quad \Leftrightarrow \quad \sum a_{ij}X_j - S_i = b_i$$

حيث: $S_i$ تمثل متغيرات الركود ***Slack variables*** وهي متغيرات وهمية وتكون غير سالبة (أي ان $S_i \geq 0$ )

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

## ... حول الصيغة العامة للبرمجة الخطية إلى الصيغة القانونية والصيغة القياسية

دالة الهدف $\Rightarrow$ $\min. Z = 2X_1 + 3X_2 + 5X_3$

القيد الأول ① $X_1 + X_2 - X_3 \geq -5$

القيد الثاني ② $-6X_1 + 7X_2 - 9X_3 = 15$

القيد الثالث ③ $|19X_1 - 7X_2 + 5X_3| \leq 13$

شرط عدم السالبية $\Rightarrow$ $X_1, X_2 \geq 0$ where $X_3$ unrestricted (غير مقيدة بإشارة)

---

الحل ١

بإستخدام: $X_3 = X_3' - X_3''$ حسب النقطة (٥) في الصيغة القانونية

أولاً: التحويل إلى الصيغة القانونية حسب البرنامج المتبعة لها

دالة الهدف ستكون: $\max. Z = -X_1 - 3X_2 - 5(X_3' - X_3'')$

هنا الضرب × (-١) تحولت من min. $\Leftarrow$ max. (تصير تعظيم)

القيود ستكون وحسب الصيغة القانونية

s.t.

$-X_1 - X_2 + (X_3' - X_3'') \leq 5$ ... ① القيد الأول

$-6X_1 + 7X_2 - 9(X_3' - X_3'') \leq 15$ ... ② $\Leftarrow$ $\geq$ $\Leftarrow$ $\leq$

$6X_1 - 7X_2 + 9(X_3' - X_3'') \leq -5$ ... ③ القيد الثاني

كون المساواة $\Leftarrow$ أو تحويلها $\Leftarrow$ (١) *

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

كذلك نحول المعادلة في الصيغة القانونية

هنا نطلق بالمعادلة بقولنا ③ ... $19x_1 - 7x_2 + 5(x_3' - x_3'') \leq 13$

" " " بقولنا ④ ... $-19x_1 + 7x_2 - 5(x_3' - x_3'') \leq 13$

where: $x_1, x_2, x_3', x_3''$ كل حدود بقولنا

ثانيا :- التحويل الى الصيغة القياسية وحسب شروط التالية

- دالة الهدف تبقى نفسها اما التصغير او التعظيم

Min. $Z = 2x_1 + 3x_2 + 5(x_3' - x_3'')$

- القيود: ستكون حسب الصيغة القياسية:

s.t. $-x_1 - x_2 + (x_3' - x_3'') + s_1 = 5$ ... ①

- هنا القيد الاول تم تحويله من متباينة الى معادلة وعلى شرطين :-

- ضرب المتباينة بـ (-1) وتحويلها من $\geq$ الى $\leq$

- تحويل المتباينة ذات ($\leq$) الى معادلة واضافة ($s_1$)

- تبقى كما هي $-6x_1 + 7x_2 - 9(x_3' - x_3'') = 15$ ... ②

$19x_1 - 7x_2 + 5(x_3' - x_3'') + s_2 = 13$ ... ③

هنا نطلق موجب ولان المتراجحة $\leq$ نضيف المتغير الراحد $s_2$ او

$-19x_1 + 7x_2 - 5(x_3' - x_3'') + s_3 = 13$ ... ④

هنا نطلق في طالة بقولنا

where: $x_1, x_2, x_3', x_3'', s_1, s_2, s_3$ كل حدود بقولنا

Remove Watermark Wondershare PDFelement

حول النماذج التالية إلى الصيغتين القانونية والقياسية :

1) $max.$ $Z = X_1 - 3X_2$

$s.t.$ $-X_1 + 2X_2 \leq 5$

$X_1 + 3X_2 = 10$

$X_1, X_2$ *unrestricted in sign*

2) $min.$ $Z = 3X_1 - 3X_2 + 7X_3$

$s.t.$ $X_1 + X_2 + 3X_3 \leq 40$

$X_1 + 9X_2 - 7X_3 \geq 50$

$2X_1 + 3X_2 = 20$

$|5X_2 + 8X_3| \leq 100$

$X_1, X_2 \geq 0,$ $X_3$ *unrest.*

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

## Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture:5

## Linear Programming البرمجة الخطية

### Formulation Linear Programming Model صياغة نموذج البرمجة الخطية

Tuesday 12/ 1/ 2020

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Formulation Linear Programming Model صياغة نموذج البرمجة الخطية

يمكن صياغة النموذج الرياضي للبرمجة الخطية حسب المعطيات المتوفرة للحالة، كما موضحة في المثال التالي:

مثال : مصنع ينتج ثلاثة منتجات $C$ و $B$، $A$ وكل منتوج ينجز من خلال ثلاثة عمليات مختلفة, الزمن المستغرق (دقيقة) لإنتاج وحدة واحدة من كل منتوج والطاقة المتاحة لكل عملية (دقيقة/ يوم) وربح الوحدة الواحدة لكل منتوج (ألف دينار) كانت كالآتي :

| العملية | الزمن المستغرق (دقيقة) | | | الطاقة المتاحة |
|---|---|---|---|---|
| | $A$ | $B$ | $C$ | |
| $I$ | 1 | 2 | 1 | 430 |
| $II$ | 3 | 0 | 2 | 460 |
| $III$ | 1 | 4 | 0 | 420 |
| الربح | 3 | 2 | 5 | . . . |

المطلوب: صياغة النموذج الرياضي للبرمجة الخطية للمسألة أعلاه لتعظيم الربح الكلي . ثم أعد صياغة النموذج لكل حالة من الحالات التالية :

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Formulation Linear Programming Model صياغة نموذج البرمجة الخطية

أ- بإفتراض منتوج رابع أضيف للعملية الإنتاجية والزمن المستغرق في العمليات الثلاثة هو (1, 5, 3) على التوالي وربح الوحدة الواحدة هو 6 الآف دينار ، وإن الطاقة المتاحة للعملية الثالثة تستغل بكاملها .

ب- بإفتراض إن مجموع الطاقات المتاحة غير المستغلة للعمليات الثلاثة يجب أن لاتزيد عن 10 دقائق / يوم .

ت- بإفتراض إن دراسات السوق أشارت إلى أن نسبة عدد الوحدات المنتجة من المنتوج $A$ الى عدد الوحدات المنتجة من المنتوجين $B$ و $C$ يجب أن لاتقل عن 0.4

الحل : بإفتراض إن $X_1$ ، $X_2$ و $X_3$ تمثل عدد الوحدات المنتجة يوميًا من المنتجات A, B, C على التوالي فالنموذج الرياضي المبدأي عند الرجوع الى الجدول سيكون بالشكل التالي:

$$max. \quad Z = 3X_1 + 2X_2 + 5X_3$$

$$s.t. \quad X_1 + 2X_2 + X_3 \le 430$$

$$3X_1 + 2X_3 \le 460$$

$$X_1 + 4X_2 \le 420$$

$$X_1, X_2, X_3 \ge 0$$

| العملية | الزمن المستغرق (دقيقة) | | | الطاقة المتاحة |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | |
| I | 1 | 2 | 1 | 430 |
| II | 3 | 0 | 2 | 460 |
| III | 1 | 4 | 0 | 420 |
| الربح | 3 | 2 | 5 | . . . |

Remove Watermark Wondershare PDFelement



**اما للحالة أ سيكون النموذج الرياضي بالشكل التالي:**

**أ- بإفتراض منتوج رابع أضيف للعملية الإنتاجية والزمن المستغرق في العمليات الثلاثة هو (1, 5, 3) على التوالي وربح الوحدة الواحدة هو 6 الآف دينار ، وإن الطاقة المتاحة للعملية الثالثة تستغل بكاملها .**

$$max. \quad Z = 3X_1 + 2X_2 + 5X_3 + 6X_4$$
$$s.t. \quad X_1 + 2X_2 + X_3 + 3X_4 \le 430$$
$$3X_1 + 2X_3 + 5X_4 \le 460$$
$$X_1 + 4X_2 + X_4 = 420$$
$$X_1, X_2, X_3, X_4 \ge 0$$

**وفي حالة ب سيكون النموذج الرياضي بالشكل التالي:**

**ب- بإفتراض إن مجموع الطاقات المتاحة غير المستغلة للعمليات الثلاثة يجب أن لاتزيد عن 10 دقائق / يوم**

$$430 - (X_1+2X_2+X_3) + 460 - (3X_1+2X_3) + 420 - (X_1+4X_2) \le 10$$
$$\rightarrow \quad 5X_1 + 6X_2 + 3X_3 \ge 1300$$

لذا فالنموذج الرياضي سيكون :

$$max. \quad Z = 3X_1 + 2X_2 + 5X_3$$
$$s.t. \quad X_1 + 2X_2 + X_3 \le 430$$
$$3X_1 + 2X_3 \le 460$$
$$X_1 + 4X_2 \le 420$$
$$5X_1 + 6X_2 + 3X_3 \ge 1300$$
$$X_1, X_2, X_3 \ge 0$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

بالنسبة لحالة ت سيكون النموذج الرياضي بالشكل التالي:

ت- بإفتراض إن دراسات السوق أشارت إلى أن نسبة عدد الوحدات المنتجة من المنتوج $A$ الى عدد الوحدات المنتجة من المنتوجين $B$ و $C$ يجب أن لاتقل عن 0.4

$$\frac{X_1}{X_2+X_3} \geq 0.4 \Rightarrow \quad X_1 - 0.4X_2 - 0.4X_3 \geq 0$$

لذا فالنموذج الرياضي سيكون :

$$\begin{aligned} max. \quad & Z = 3X_1 + 2X_2 + 5X_3 \\ s.t. \quad & X_1 + 2X_2 + X_3 \leq 430 \\ & 3X_1 + 2X_3 \leq 460 \\ & X_1 + 4X_2 \leq 420 \\ & X_1 - 0.4X_2 - 0.4X_3 \geq 0 \\ & X_1, X_2, X_3 \geq 0 \end{aligned}$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Formulation Linear Programming Model الخطية

تنتج شركة المكائن الالكترونية نوعين من المكائن الكهربائية B و A وتحقق ربحا مقداره (10) دينار في الوحدة الواحدة المنتجة من A وربحا مقداره (8) في الوحدة الواحدة من المنتج B. وان كمية المواد الخام اللازمة لانتاج وحدة واحدة من كلا النوعين هي 3 و 5 وحدة من المادة الخام على التوالي. وعدد الساعات اللازمة لانتاج وحدة واحدة لكلا النوعين هي 4 و 6 ساعة على التوالي كما وان كمية مواد الخام المتاحة هي 420 وحدة وعدد الساعات العمل هي 240 ساعة. المطلوب: صياغة نموذج رياضي لتحقيق اعلى ربح.

**الحل:**

| | A | B | المواد المتاحة |
|---|---|---|---|
| المواد الخام | 5 | 3 | 420 |
| ساعات العمل | 6 | 4 | 240 |
| الربح في الوحدة المنتجة بالدينار | 10 | 8 | |

نفرض $X_1$ عدد الوحدات المنتجة من A

نفرض $X_2$ عدد الوحدات المنتجة من B

$$Max(z)=10X1 + 8\ X2$$

Subject to :

$5X1+3X2 \leq 420$ قيد المواد الخام

$6X1+4X2 \leq 240$ قيد ساعات العمل

$X1\ ,\ X2 \geq 0$ عدم سالبية قيم المتغيرات

Remove Watermark Wondershare PDFelement

**واجب بيتي للمحاضرة الالكترونية الثانية / يرجى الاجابة على السؤال التالي؟**

الصف الرابع/ المادة: الهندسة الصناعية/ الموضوع البرمجة الخطية

الثلاثاء:19/ 1/ 2021

- مصنع ينتج أربعة منتجات $A, B, C, D$ بإستخدام ماكنتين $M_1, M_2$ ، الزمن المستغرق وكلفة إنتاج وحدة واحدة على كل من الماكنتين والوقت المتاح للإشتغال لكل ماكنة وسعر البيع للوحدة الواحدة لكل منتج موضحة في الجدول أدناه :

| machines | Time per unit ( hours/unit) | | | | Cost (I.D./hour) | Availability hours |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | | |
| $M_1$ | 2 | 3 | 4 | 2 | 10 | 500 |
| $M_2$ | 3 | 2 | 1 | 2 | 15 | 380 |
| Sales price (I.D./unit) | 65 | 70 | 55 | 45 | . . | . . |

علماً إن الكلفة الكلية لإنتاج وحدة واحدة تعتمد مباشرة على زمن إشتغال الماكنة . المطلوب صياغة نموذج رياضي للبرمجة الخطية للمسألة أعلاه لتحقيق :

أ) أقل كلفة إجمالية. و ب) أعلى صافي ربح كلي .

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

# Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture: 6

## Linear Programming البرمجة الخطية

### Solving Methods of Linear Programming طرق حل البرمجة الخطية

### Graphical Method الطريقة البيانية

Tuesday 19/ 1/ 2021

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Linear Programming Solving Method طرق حل البرمجة الخطية

1- الطريقة البيانية ***Graphical Method:*** تعتبر طريقة الرسم البياني طريقة سهلة وبسيطة وواضحة في معالجة مشاكل البرمجة الخطية خاصة تلك المشاكل التي لا يزيد فيها عدد المتغيرات عن اثنين والتي تحتوي على عدد بسيط من القيود وتفيد طريقة الرسم البياني كمقدمة لدراسة طرق وأساليب أخرى أكثر تعقيدا في حل مشاكل البرمجة الخطية مثل السمبلكس.

تستند هذه الطريقة على رسم القيود من نقطتي تقاطعهم مع محوري الإحداثيات ، ومن ثم تحددالمنطقة المشتركة بين هذه القيود والتي تسمى بمنطقة الحلول المقبولة ***Feasible Solutions Region (F.S.R.)*** إذ إن زوايا هذه المنطقة تمثل النقاط المتطرفة ***Extreme Points*** التي منها نحصل على القيم المثلى ***Optimal values*** للمتغيرين بحيث يحققان غاية دالة الهدف .

# Linear Programming Solving Method الخطية

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## خطوات الحل

1. نحول القيود من متباينات الى معادلات
2. نعوض بأحد المتغيرات في المعادلة الواحدة بقيمة صفر لاستخراج قيمة المتغير الثاني، ثم نكرر ذلك بالنسبة للمتغير الاخر، وبذلك تصبح لدينا نقطتين لكل معادلة(مستقيم) وبوساطة هاتين النقطتين يمكن رسم المستقيم الذي تمثله المعادلة.
3. بعد رسم جميع المستقيمات التي تمثل القيود يتم تحديد منطقة الحل الممكن والتي تسمى بالمنطقة المحددة.
4. تحدد منطقة الحل الاساسي الابتدائي المقبول (منطقة الحلول المقبولة) اذ تحقق هذه المنطقة جميع القيود في وقت واحد.
5. تحدد منطقة الحل الامثل التي تمثل احدى النقاط على الاقل الواقعة على تقاطعات المستقيمات الممثلة لمنطقة الحل الاساسي الابتدائي المقبول التي تسمى بنقاط التطرف التي تجعل الارباح اعظم ما يمكن اذا كانت دالة الهدف تعظيم او اقل ما يمكن اذا كانت دالة الهدف متدنية.
6. نرسم على مستوى الاحداثي (الافقي والعمودي) ليمثل احدهما المتغير X1 وكميته ويمثل الاخر X2وكميته

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## Example

Find the optimal solution for the following LP model by using graphical method:

**O. F.** Max $z=\$10X_1+\$40X$

S.t $1X_1+2X_2 \leq 100$

$1X_1+5X_2 \leq 150$

**Non negative** $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$

## Solution:

(1) Transfer restrictions to equal as follows

The straight first $x_1+2x_2=100$

The straight second $x_1+5x_2=150$

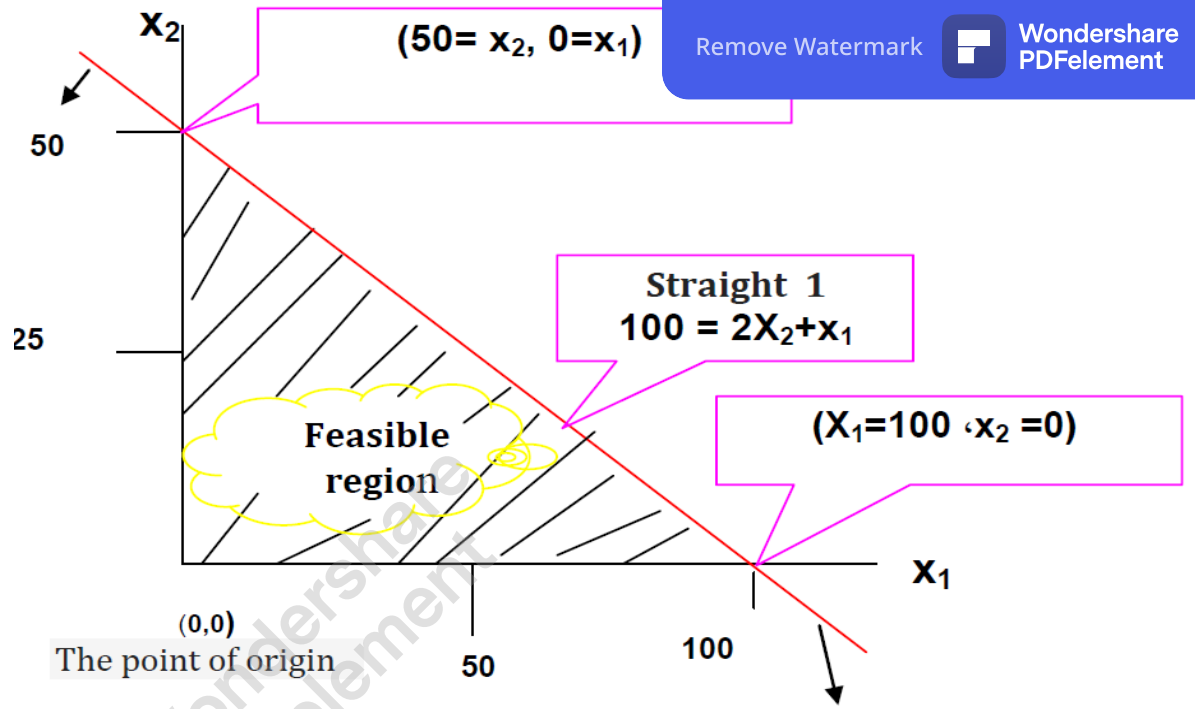
- determine of two points for each straight :

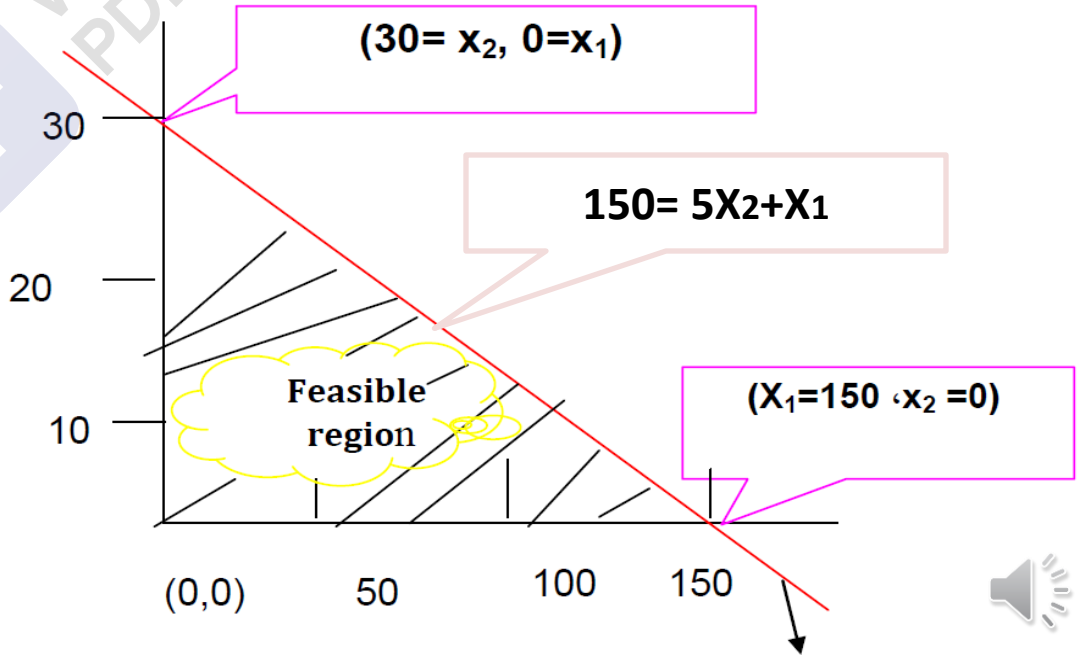
| Straight 1 | |
|---|---|
| $X_2$ | $X_1$ |
| 50 | 0 |
| 0 | 100 |

| Straight 2 | |
|---|---|
| $X_2$ | $X_1$ |
| 30 | 0 |
| 0 | 150 |

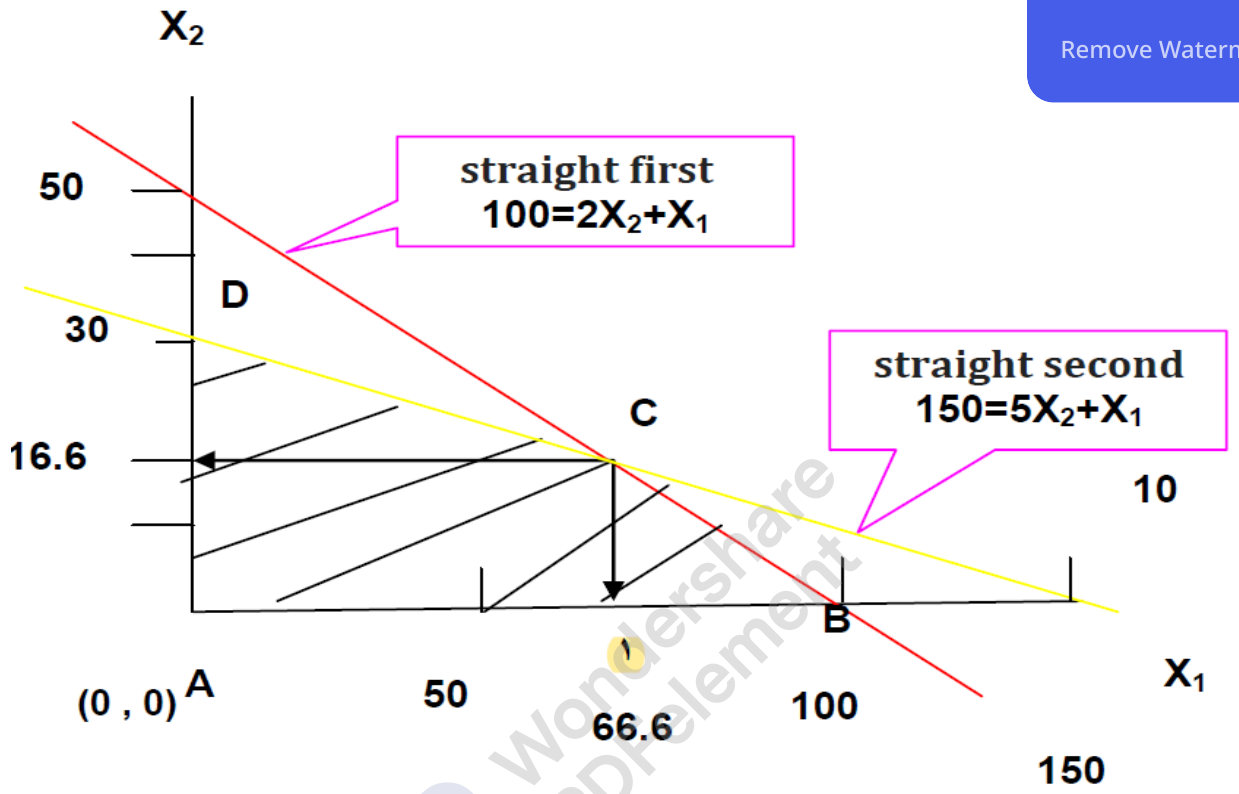
Remove Watermark
Wondershare PDFelement

**Can be drawn straight first and the straight second**



Remove Watermark Wondershare PDFelement




The joint solution, an area ( A B C D ) shaded The objective function is tested at these points, (A B C D)**:**

**( Extreme Points ) Point (**C)

Point to the representation of the intersection of the straight 1 and the straight 2.

$$x1+2x2=100$$
$$x1+5x2=150$$

Previous solving equations using any method (deletion of compensation, matrices, determinants, etc. :

$$x1=200\backslash 3=66.67 \qquad x2=50\backslash 3=16.67$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

**To find the optimization Solution for the Feasible Solutions Region (F.S.R.)**

**For Max. Z we have as illustrated in table below:**

| Point | $X_1$ | $X_2$ | $Z=\$10\ x_1+\$40\ x_2$ | The result ($ |
|---|---|---|---|---|
| B | 100 | 0 | 0 ×40 + 100 ×10 | 1000 |
| C | 66.7 | 16.7 | 16.7 ×40 +66.7 ×10 | 1335 |
| D | 0 | 30 | 30 ×40 +0 ×10 | 1200 |

**So, the F.S.R. at point C: X1 = 66.7 X2 = 16.7 Z= 1335**

ملاحظة : في حالة التصغير لدالة الهدف نأخذ اقل قيمة ل Z

Remove Watermark Wondershare PDFelement

**Example 2:** Find the optimal solution for (school books and booklets draw) by the graph method the graph

**Max.** $Z = \$12\,x_1 + \$14\,x_2$

**S.t.:** $2x_1 + 3x_2 \leq 24$

$2x_1 + 1x_2 \leq 16$

$x_1 \leq 7$

$x_2 \leq 6$

$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0$

**Solution:** The same steps as in the first example:

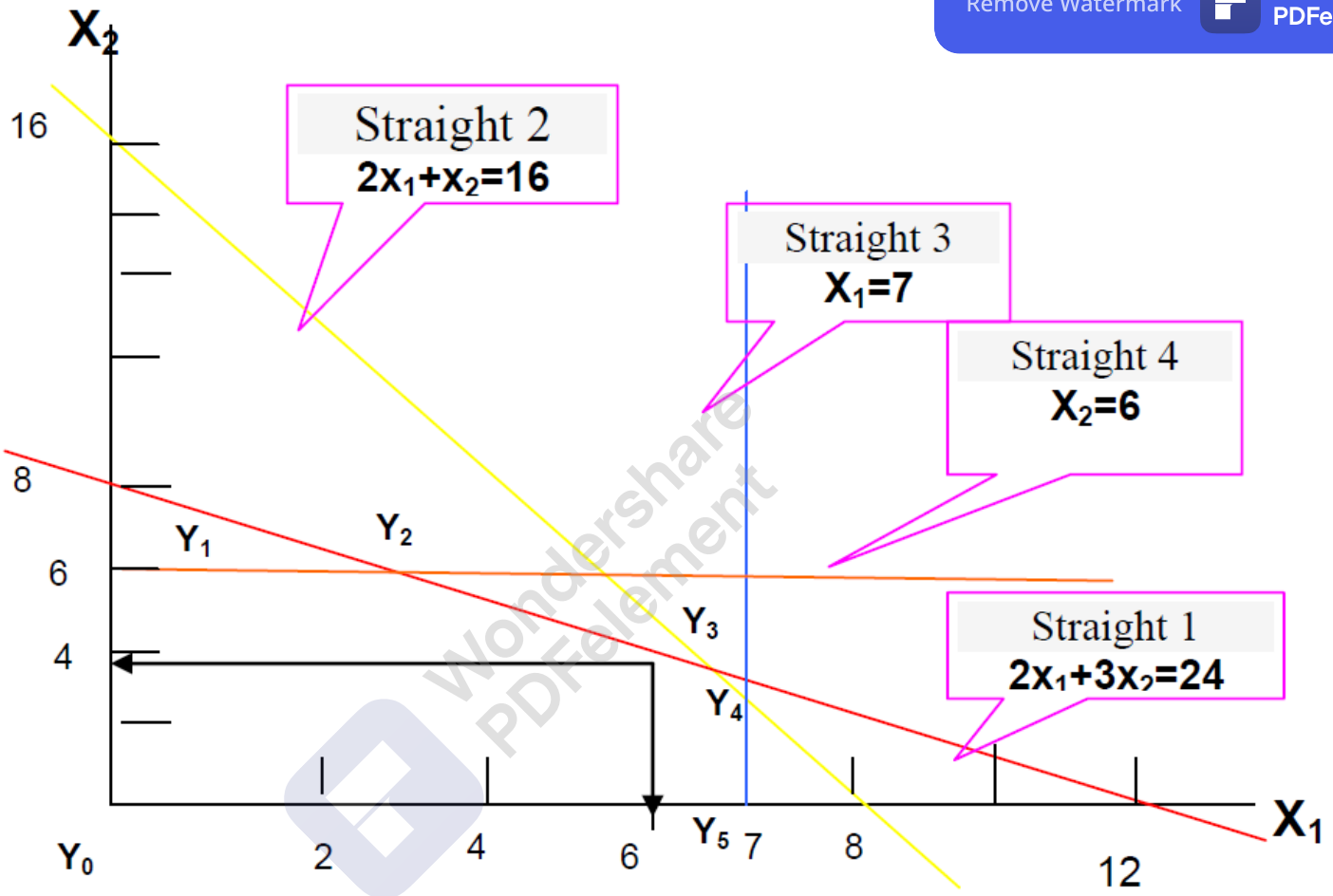
| Straight 4 |
|---|
| $X_2=6$ |
| $X_2$ |
| 6 |
| — |

| Straight 3 |
|---|
| $X_1=7$ |
| $X_1$ |
| 7 |
| — |

| Straight 2 | |
|---|---|
| $2X_1 + X_2 = 16$ | |
| $X_2$ | $X_1$ |
| 16 | 0 |
| 0 | 8 |

| Straight 1 | |
|---|---|
| $2X_1 + 3X_2 = 24$ | |
| $X_2$ | $X_1$ |
| 8 | 0 |
| 0 | 12 |

Remove Watermark Wondershare PDFelement




The joint solution, an area ($Y_2\,Y_3\,Y_4$) shaded

Find extreme points ($Y_2\,Y_3\,Y_4$):

Remove Watermark Wondershare PDFelement

Point (Y4) represents the intersection of 2 straight and t

$$2x_1+x_2=16 \qquad x_1 = 7$$

$$2(7)+x_2=16$$

$$x_2=16-14 \longrightarrow x_2=2$$

Point (Y2 ) represents the intersection of 2 straight and the 4 straight:

$$2x_1+3x_2=24 \qquad x_2 = 6 \longrightarrow$$

$$x_1 = 3 \qquad x_2=6$$

Point (Y3) represents the intersection of 1 straight and the 2straight

$$2x_1+3x_2=24 \qquad 2x_1+x_2=16 \longrightarrow$$

$$x_1 = 6 \qquad x_2=4$$

So Max z = \$12$X_1$ + \$14$X_2$

| Point | $X_1$ | $X_2$ | $Z=\$12x_1+\$14x_2$ | The result \$ |
|---|---|---|---|---|
| $Y_2$ | 3 | 6 | 6×14 +3 ×12 | 120 |
| $Y_3$ | 6 | 4 | 4×14 +6 ×12 | 128 |
| $Y_4$ | 7 | 2 | 2×14 +7 ×12 | 112 |

highest return at the point Y3, must produce ( 6 writing books, 4 draw) to achieve a return of \$ 128

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# Special Cases in Graphical Method

## 1- Multiple Optimal Solution

**Example**

Solve by using graphical method

Max Z = 4x1 + 3x2

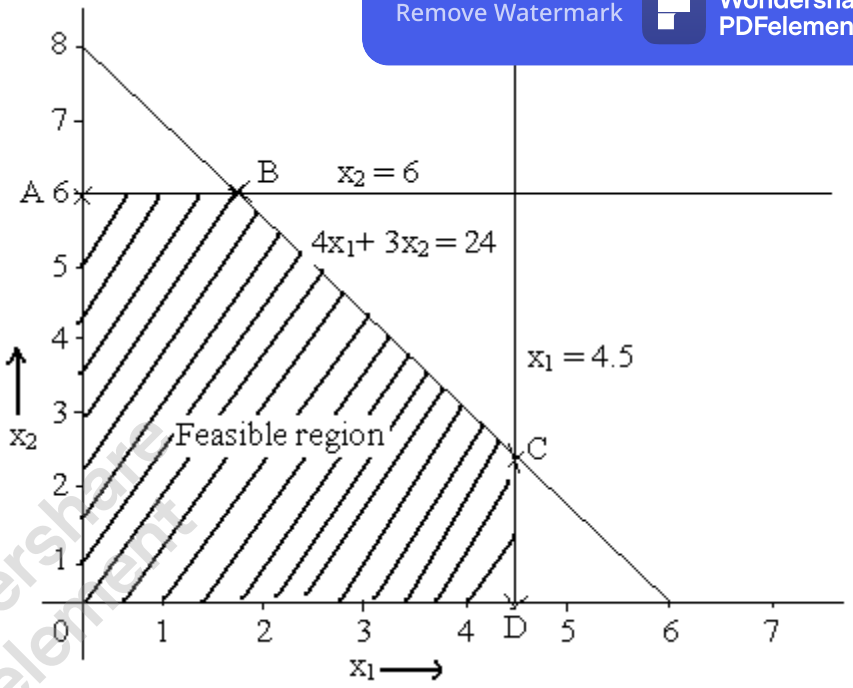
Subject to

4x1+ 3x2 ≤ 24

x1 ≤ 4.5

x2 ≤ 6

x1 ≥ 0 , x2 ≥ 0




**Solution**

The first constraint 4x1+ 3x2 ≤ 24, written in a form of equation

4x1+ 3x2 = 24

Put x1 =0, then x2 = 8

Put x2 =0, then x1 = 6

The coordinates are (0, 8) and (6, 0)

The second constraint x1 ≤ 4.5, written in a form of equation

x1 = 4.5

The third constraint x2 ≤ 6, written in a form of equation

x2 = 6

The corner points of feasible region are A, B, C and D. So the coo

Remove Watermark Wondershare PDFelement

corner points

are

A (0, 6)

B (1.5, 6) (Solve the two equations 4x1+ 3x2 = 24 and x2 = 6 to get the coordinates)

C (4.5, 2) (Solve the two equations 4x1+ 3x2 = 24 and x1 = 4.5 to get the coordinates)

D (4.5, 0)

We know that Max Z = 4x1 + 3x2

At A (0, 6)

Z = 4(0) + 3(6) = 18

At B (1.5, 6)

Z = 4(1.5) + 3(6) = 24

At C (4.5, 2)

Z = 4(4.5) + 3(2) = 24

At D (4.5, 0)

Z = 4(4.5) + 3(0) = 18

Max Z = 24, which is achieved at both B and C corner points. It can be achieved not only at B and C but every point between B and C.

Hence the given problem has multiple optimal solutions.

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

**2- No Optimal Solution**

**Example:**

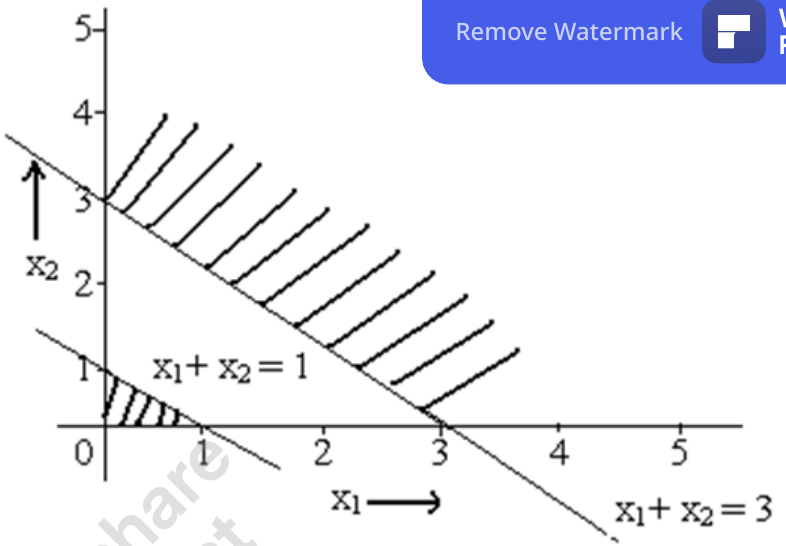
Max Z = 3x1 + 2x2

Subject to

x1+ x2 ≤ 1

x1+ x2 ≥ 3

x1 ≥ 0 , x2 ≥ 0




**Solution**

The first constraint x1+ x2 ≤ 1, written in a form of equation

x1+ x2 = 1

Put x1 =0, then x2 = 1

Put x2 =0, then x1 = 1

The coordinates are (0, 1) and (1, 0)

The first constraint x1+ x2 ≥ 3, written in a form of equation

x1+ x2 = 3

Put x1 =0, then x2 = 3

Put x2 =0, then x1 = 3

The coordinates are (0, 3) and (3, 0)

There is no common feasible region generated by two constraints together i.e. we cannot identify even a single point satisfying the constraints. Hence there is no optimal solution.

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# 3- Unbounded Solution

**Example:** Solve by graphical method

Max Z = 3x1 + 5x2

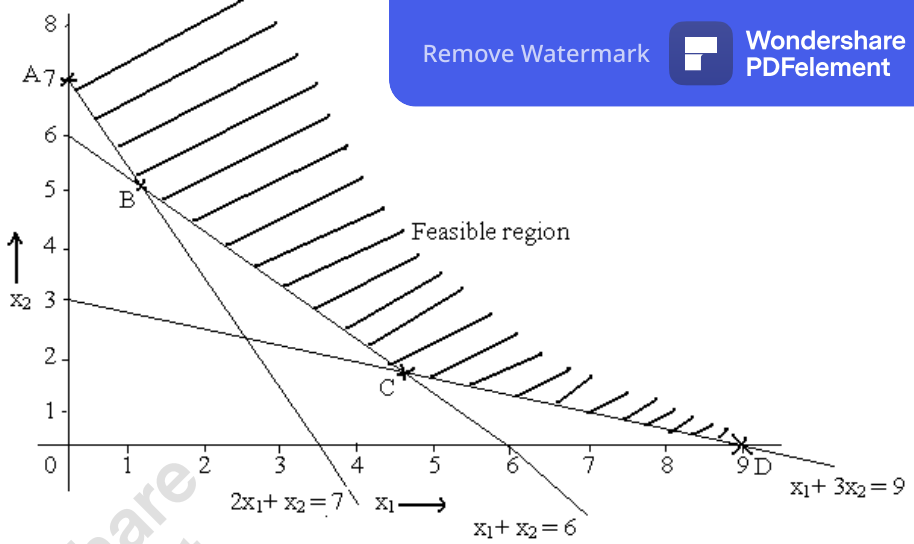
Subject to

2x1+ x2 ≥ 7

x1+ x2 ≥ 6

x1+ 3x2 ≥ 9

x1 ≥ 0 , x2 ≥ 0




**Solution**

The first constraint 2x1+ x2 ≥ 7, written in a form of equation

2x1+ x2 = 7

Put x1 =0, then x2 = 7

Put x2 =0, then x1 = 3.5

The coordinates are (0, 7) and (3.5, 0)

The second constraint x1+ x2 ≥ 6, written in a form of equation

x1+ x2 = 6

Put x1 =0, then x2 = 6

Put x2 =0, then x1 = 6

The coordinates are (0, 6) and (6, 0)

The third constraint x1+ 3x2 ≥ 9, written in a form of equation

x1+ 3x2 = 9

Put x1 =0, then x2 = 3

Put x2 =0, then x1 = 9

The coordinates are (0, 3) and (9, 0)

Remove Watermark Wondershare PDFelement

The corner points of feasible region are A, B, C and D. So the coord
points are

A (0, 7)

B (1, 5) (Solve the two equations $2x1+ x2 = 7$ and $x1+ x2 = 6$ to get the coordinates)

C (4.5, 1.5) (Solve the two equations $x1+ x2 = 6$ and $x1+ 3x2 = 9$ to get the coordinates)

D (9, 0)

We know that Max $Z = 3x1 + 5x2$

At A (0, 7)

$Z = 3(0) + 5(7) = 35$

At B (1, 5)

$Z = 3(1) + 5(5) = 28$

At C (4.5, 1.5)

$Z = 3(4.5) + 5(1.5) = 21$

At D (9, 0)

$Z = 3(9) + 5(0) = 27$

The values of objective function at corner points are 35, 28, 21 and 27. But there exists infinite number of points in the feasible region which is unbounded. The value of objective function will be more than the value of these four corner points i.e. the maximum value of the objective function occurs at a point at $\infty$. Hence the given problem has unbounded solution.

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# Department of Mechanical Engineering

# Fourth Class

## Subject: Industrial Engineering

## Lecture: 7

## Linear Programming البرمجة الخطية

### Solving Methods of Linear Programming طرق حل البرمجة الخطية

### Simplex Method الطريقة المبسطة

Tuesday 26 / 1 / 2021

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# سمبلكس

- وتمتاز طريقة السمبلكس بأنها – عكس الطريقة البيانية – قادرة على تناول أنواع مختلفة من مشاكل البرمجة الخطية ذات المتغيرات المتعددة، ولا يحدها عموما سوى سعة ذاكرة الحاسب الإلكتروني الذي يستخدم في حل المشكلة وإجراء العمليات الحسابية لها. وفي الحياة العملية نجد أن طريقة السمبلكس هي أكثر الطرق شيوعاً واستخداماً في حل مشاكل البرمجة الخطية سواء في المشروعات الحكومية أو غير الحكومية التجارية أو المالية أو الصناعية

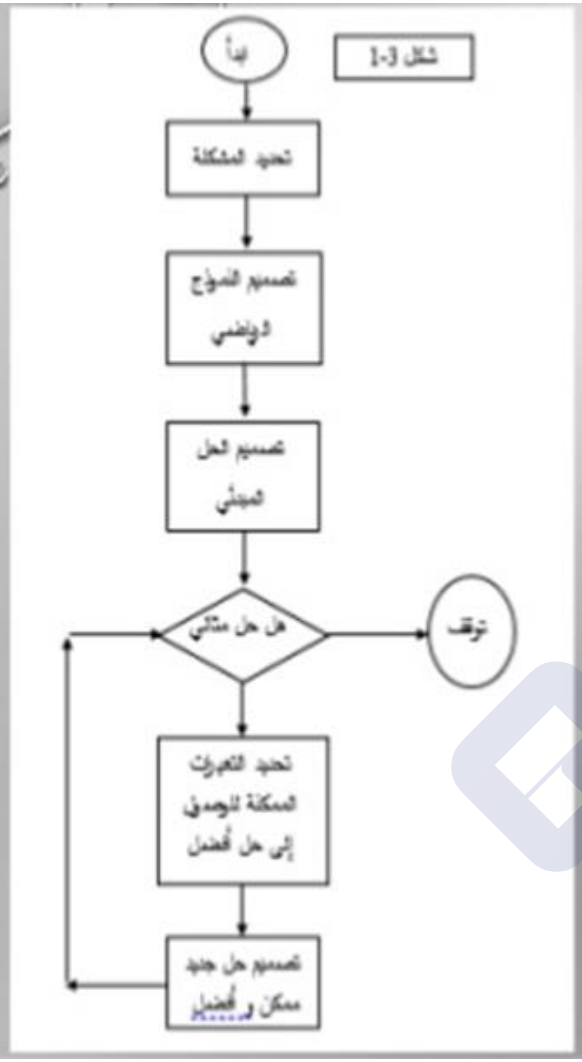
تقوم طريقة السمبلكس على مبدأين:

١-مبدأ الحلول الممكنة FEASIBLE SOLUTIONS

٢-مبدأ الامثلية OPTIMALITY

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# خطوات طريقة السمبلكس




Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

- تنتج شركة صناعية سلعتين A، B خلال قسمين للإنتاج أحدهما للتصنيع والآخر للتجميع. الطاقة الإنتاجية المتاحة شهرياً في هذه الأقسام محدودة.
- قسم التصنيع ٧٢٠ أسبوعاً.
- قسم التجميع ٥٧٠ أسبوعاً.
- تحقق الشركة هامش ربح قدره ١٢ جنيها من بيع كل وحدة من السلعة A ومبلغ عشرة جنيهات من بيع كل وحدة من السلعة B.
- الاحتياجات الفنية من الساعات الإنتاجية للوحدة من كل سلعة في الأقسام المختلفة وملخص لبيانات المشكلة تظهر في جدول (٢-١)
- ترغب الشركة في تصميم برنامج إنتاجي يسمح بتعظيم الأرباح وفي نفس الوقت لا يحتاج إلى موارد أكثر من المتاحة حالياً – أي مطلوب وضع برنامج إنتاج أمثل.

## مثال لمشاكل برمجة خطية

| الأقسام الإنتاجية | المنتجات | | الطاقة القصوى بالساعات |
|---|---|---|---|
| | A | B | |
| تصنيع | ٤ | ٣ | ٧٢٠ |
| تجميع | ٢ | ٣ | ٥٧٠ |
| هامش الربح للوحدة | ١٢ ج | ١٠ ج | |

Remove Watermark Wondershare PDFelement

١-وضع البيانات الفنية في شكل متباينات: (النموذج)

$$Max\ z = 12x_1 + 10x_2$$

$$ST$$

$$4x_1 + 3x_2 \le 720$$

$$2x_1 + 3x_2 \le 570$$

$$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0$$

٢-تحويل المتباينات إلى معادلات:

$$Max\ z = 12x_1 + 10x_2 \longrightarrow z = 12x_1 + 10x_2 + 0s_1 + 0s_2$$

$$z - 12x_1 - 10x_2 - 0s_1 - 0s_2 = 0$$

$$ST$$

$$4x_1 + 3x_2 \le 720 \longrightarrow 4x_1 + 3x_2 + s_1 = 720$$

$$2x_1 + 3x_2 \le 570 \longrightarrow 2x_1 + 3x_2 + s_2 = 570$$

$$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0$$

Remove Watermark Wondershare PDFelement

ل المتباينات إلى معادلات:

$$z - 12x_1 - 10x_2 - 0s_1 - 0s_2 = 0$$

$$S\,T$$

$$4x_1 + 3x_2 + s_1 = 720$$

$$2x_1 + 3x_2 + s_2 = 570$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, s_1 \geq 0, s_2 \geq 0$$

## ٣- تصميم الحل المبدئي:

$$z - 12x_1 - 10x_2 - 0s_1 - 0s_2 = 0$$

$$S\,T$$

$$4x_1 + 3x_2 + s_1 = 720$$

$$2x_1 + 3x_2 + s_2 = 570$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, s_1 \geq 0, s_2 \geq 0$$

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | | | | | | |
| $s_1$ | | | | | | |
| $s_2$ | | | | | | |

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

## الحل المبدئي:

$$z - 12x_1 - 10x_2 - 0s_1 - 0s_2 = 0$$
$$ST$$
$$4x_1 + 3x_2 + s_1 = 720$$
$$2x_1 + 3x_2 + s_2 = 570$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, s_1 \geq 0, s_2 \geq 0$$

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | | | | | | |
| $s_2$ | | | | | | |

## ٣- تصميم الحل المبدئي:

$$z - 12x_1 - 10x_2 - 0s_1 - 0s_2 = 0$$
$$ST$$
$$4x_1 + 3x_2 + s_1 = 720$$
$$2x_1 + 3x_2 + s_2 = 570$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, s_1 \geq 0, s_2 \geq 0$$

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | | | | | | |

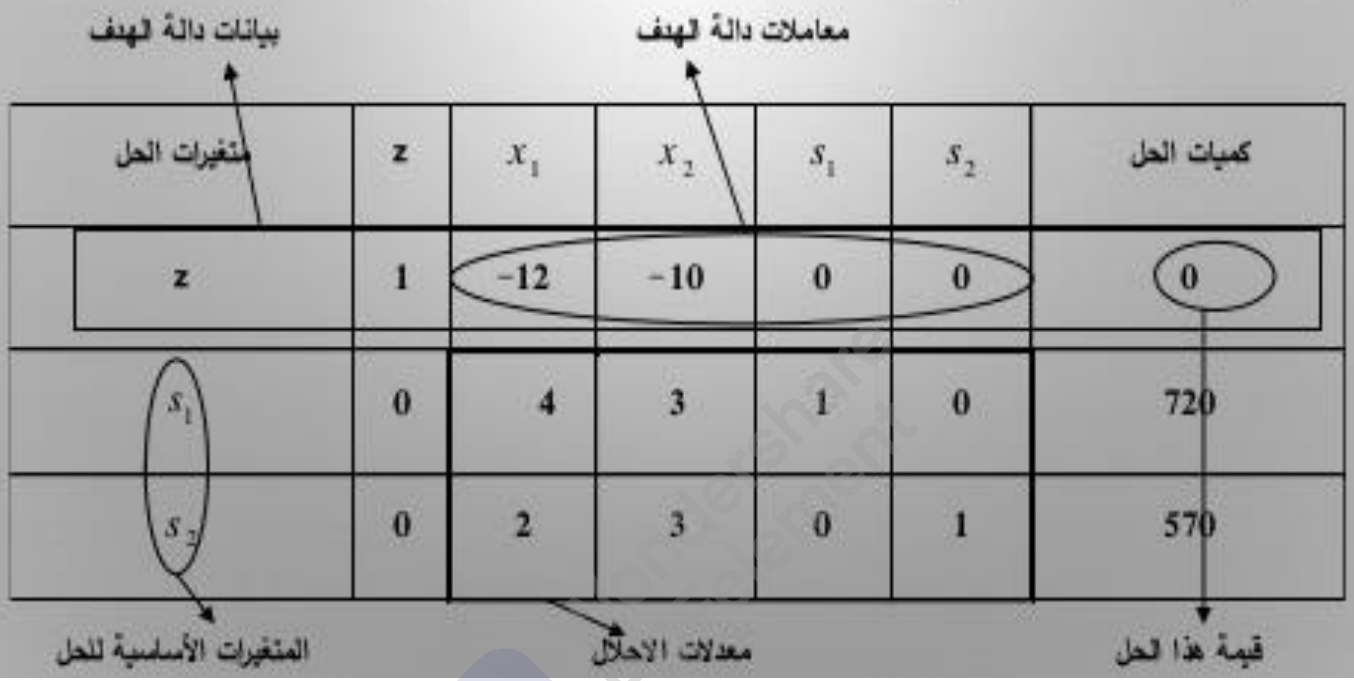
## ٣- تصميم الحل المبدئي:

$$z - 12x_1 - 10x_2 - 0s_1 - 0s_2 = 0$$
$$ST$$
$$4x_1 + 3x_2 + s_1 = 720$$
$$2x_1 + 3x_2 + s_2 = 570$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, s_1 \geq 0, s_2 \geq 0$$

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

## المبدئي:




## ٤- اختبار مثالية الحل:

أولاً: إذا كانت المشكلة تتعلق بتعظيم الربح فإن الحل الأمثل يشترط فيه أن يحتوي صف التقييم (Z) على قيم موجبة أو أصفار فقط. أما إذا كانت إحدى قيم هذا الصف سالبة فمعنى ذلك أننا لم نصل إلى الحل الأمثل.

ثانياً: إذا كانت المشكلة تتعلق بتخفيض التكاليف فإن الحل الأمثل يشترط فيه أن يحتوي صف التقييم (Z) على قيم سالبة أو أصفار فقط، أما إذا كانت إحدى القيم في هذا الصف موجبة فإن الحل ليس حل أمثل.

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# ٣- تصميم الحل المبدئي:

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

- حل غير أمثل لوجود قيم سالبة في صف Z

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

## ات المطلوبة لتحسين الحل:

أولاً: ترشيح متغير آخر من المتغيرات غير الأساسية يحل محل أحد المتغيرات الأساسية الحالية:

المتغير الداخل

هو المتغير المقابل لأكبر قيمة ذات إشارة سالبة في صف Z

عمود المفتاح هو العمود الذي يحتوي على أكبر قيمة سالبة في صف Z.

## عمود المفتاح

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

Remove Watermark Wondershare PDFelement

## ت المطلوبة لتحسين الحل:

ثانياً: تحديد المتغير الأساسي الذي يحل محل المتغير الجديد:

المتغير الخارج

هو المتغير المقابل لأقل قيمة موجبة تنتج من قسمة قيمة هذا المتغير على معدل الإحلال المقابل في عمود المتغير

صف المفتاح بأنه الصف الذي به المتغير الأساسي الذي يعطي أقل قيمة موجبة تنتج من قسمة قيمة هذا المتغير على معدل الإحلال المقابل في عمود المتغير المرشح للدخول في البرنامج الجديد.

## صف المفتاح

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 | |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 | 720/4 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 | 570/2 |

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

# رقم المفتاح

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | −12 | −10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

عمود المفتاح — رقم المفتاح — صف المفتاح

Wondershare PDFelement

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

## الحل الأفضل - الجدول الجديد للحل الثاني:

- أولا: تحويل بيانات صف المفتاح:

تتلخص قاعدة تحويل بيانات صف المفتاح فيما يلي:

| الصف الجديد (صف المتغير الداخل) | = | الصف القديم (صف المفتاح) / رقم المفتاح |
|---|---|---|

جدول (3-1) البرنامج الأول – الحل المبدئي

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | | | | | | |
| $x_1$ | | | | | | |
| $s_2$ | | | | | | |

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

جدول (3–1) البرنامج الأول – الحل المبدئي

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | −12 | −10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | | | | | | |
| $x_1$ | | 4/4 | ¾<br>=¾ | ¼<br>=¼ | 0/4<br>-0 | 720/4<br>-180 |
| $s_2$ | | | | | | |

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# ٦- جدول الحل الأفضل - الجدول الجديد للحل الثاني:

- ثانيا:

## تحويل بيانات الصفوف الأخرى:

تتلخص القاعدة المستخدمة في تحويل بيانات الصفوف الأخرى بما فيها صف دالة الهدف z (صف التقييم) في المعادلة التالية:

| | | |
|---|---|---|
| الصف الجديد | = | الصف القديم – (صف المتغير الداخل الجديد × معامل الصف القديم في عمود المفتاح) |

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

الصف القديم – (صف المتغير الداخل الجديد × معامل الصف القديم في عمود المفتاح)

جدول (3-1) البرنامج الأول – الحل المبدئي

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | -12 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| $s_1$ | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 720 |
| $s_2$ | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |

| | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| صف $s_2$ القديم | | 2 | 3 | 0 | 1 | 570 |
| $x_1$ صف المتغير الداخل الجديد | | 1 | ¾ | ¼ | 0 | 180 |
| معامل $s_2$ في عمود المفتاح والعمليات الحسابية | 2 | 2-<br>2x1 | 3-<br>2x¾ | 0-<br>2x¼ | 1-<br>2x0 | 570-<br>2x180 |
| صف $s_2$ الجديد | | 0 | 3/2 | -1/2 | 1 | 210 |

Remove Watermark
Wondershare PDFelement

## الثاني:

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | 0 | −1 | 3 | 0 | 2160 |
| $x_1$ | 0 | 1 | 3/4 | 1/4 | 0 | 180 |
| $s_2$ | 0 | 0 | 3/2 | −1/2 | 1 | 210 |

- حل غير أمثل لوجود قيم سالبة في صف Z

نكرر نفس الخطوات السابقة حتي نصل للحل الامثل

شكل (3-4) تحديد رقم المفتاح للحل الثاني

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | 0 | −1 | 3 | 0 | 2160 |
| $x_1$ | 0 | 1 | 3/4 | 1/4 | 0 | 180 |
| $s_2$ | 0 | 0 | 3/2 | −1/2 | 1 | 210 |
| صف المفتاح | | | عمود المفتاح | | | رقم المفتاح |

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# جدول الحل الثالث

جدول (3-3) الحل الثالث

| متغيرات الحل | z | $x_1$ | $x_2$ | $s_1$ | $s_2$ | كميات الحل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | 1 | 0 | 0 | 8/3 | 2/3 | 2300 |
| $x_1$ | 0 | 1 | 0 | 1/2 | -1/2 | 75 |
| $x_2$ | 0 | 0 | 1 | 1/3 | 2/3 | 140 |

- حل أمثل لعدم وجود قيم سالبة في صف Z

Wondershare PDFelement

Remove Watermark Wondershare PDFelement

# النشاط الخامس

الصف: الرابع الشعبة (أ + ب)  الموضوع: الهندسة الصناعية  المحاضرة 5 : البرمجة الخطية

الاثنين 4/ 5/ 2020

**حل النموذج الرياضي للبرمجة الخطية بإستخدام الطريقة المبسطة Simplex Method:-**

Use the simplex method to solve the following problem:

$$\text{Max } Z = 7x_1 + 10x_2$$

$$\text{S. t } 3x_1 + 5x_2 \leq 1800$$

$$2x_1 + 7x_2 \leq 2300$$

$$3x_1 + 5x_2 \leq 400$$

$$5x_2 \leq 300$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

**ملاحظة:** يرجى حل النموذج كواجب بيتي من قبل كل طالب على حدة مع التوضيح وتقييم آلية الحل كما في المثال المرفق في المحاضرة المسجلة في الصف. يرسل الواجب البيتي الى نهاية يوم الثلاثاء القادم 19/5/2020) . . . مع التحية

2020 /5 /4

مدرس المادة : د. ايمان قاسم

قسم الهندسة الميكانيكية