

الفصل الخامس عشر

برهجة الأهداف المتعددة

ركز هذا الفصل على التعريف بالأهداف المتعددة لدالة الهدف وكيفية صياغة هذا النوع من المشاكل والذي يحتاج إلى فهم أكثر لمعطيات المسائل ووضعها في أتماط خطية والتي يمكن حلها بواسطة طريقة السمبلكس الجبرية.

15

الفصل الخامس عشر

برمجة الأهداف المتعددة Goal Programming

15.1 مقدمة:

في مجالات الحياة التطبيقية المهمة في اتخاذ القرارات يتعذر أحياناً أن تحقق كل الأهداف المرجوة وتحقق كل القيود المحيطة أو المتاحة، وهذا يلزمنا بأن نختار هدف واحد مثال تحقيق أعظم ربح ممكن أو أقل تكاليف ممكنة، ولكن أحياناً يتطلب الأمر إلى أن تحقق أكثر من هدف في مؤسسة صناعية أينا مثال تحقيق أعظم ربح ممكن مع المحافظة على الطاقة البشرية وتقليل زيادة الأسعار ... الخ.

برمجة الأهداف Goal Programming يعتبر امتداد للبرمجة الخطية مع احتوائه على نفس دالة الهدف ومع احتوائه على أهداف متعددة. وعند صياغة مسألة برمجة الأهداف، يجب أن تعرف المتغيرات الأساسية x_1, x_2, \dots, x_n تم تحديد الإدارة أهمية هذه المتغيرات.

إن برمجة الأهداف عبارة عن البرمجة الخطية مع خاصية الحصول على تحقيق أكثر من هدف أنياً حتى ولو كانت هذه الأهداف أحياناً متكاملة، وذلك بوضع هدف لكل متغير لإمكانية الوصول إليه.

15.2 برمجة الأهداف المتعددة

استخدمت لأول مرة بواسطة Chares, Cooper and Ferguson in 1955 وأن أول تطبيق هندسي لبرمجة الأهداف Ignicio by (1962).

مثال (1):

مصنع ينتج نوعان من المتوجات: هيكل جهاز الحاسوب وصندوق حمل الاسطوانات، ويرغب المصنع في اتخاذ قرار إما الاستمرار في إنتاج هيكل الحاسوب أو صندوق الاسطوانات، حيث أن إنتاج أحد المتوجين يستغرق ساعة إنتاجية وأن الزمن المتاح للإنتاج 10 ساعات يومياً، فإن عدد أجهزة الحاسوب التي يمكن بيعها يومياً 6 عدد صناديق حمل الاسطوانات 8 في اليوم، وسعر البيع 80 د.ل للأول و 40 د.ل للثاني. الساعات الإضافية المسموح بها يومياً 2 ساعة في اليوم، ومبرر الإنتاج يرغب في تحقيق الأهداف الآتية:

- 1- لا يرغب في تخفيض ساعات الإنتاج اليومية وفق الطاقة التصميمية لخط الإنتاج.
 - 2- لا يرغب في زيادة الساعات الإضافية.
 - 3- يرغب في بيع أكثر عدد من المنتجين.
 - 4- يرغب في تصغير الوقت الإضافي إلى الحد الأدنى.
- المطلوب: صياغة المسألة ببرمجة الأهداف.

الحل:

الشركة تنتج عدد 2 منتج x_1 ، x_2 .
 الزمن اللازم لإنتاج هيكل جهاز الحاسوب = ساعة واحدة.
 الزمن اللازم لإنتاج صندوق حمل الاسطوانات = ساعة واحدة.
 الزمن المتاح للإنتاج يومياً = 10 ساعات.
 حجم المبيعات المتوقع $x_1 = 6$.
 حجم المبيعات المتوقع $x_2 = 8$.
 ثمن بيع هيكل جهاز الحاسوب = 80 د.ل.
 ثمن بيع صندوق حمل الاسطوانات = 40 د.ل.
 x_1 هيكل جهاز الحاسوب.
 x_2 صندوق حمل الاسطوانات.

قيود المسألة:

1- قيد زمن الإنتاج المتاح:

$$x_1 + x_2 + d_2^- - d_1^+ = 10$$

حيث: d_1^- = الزمن الذي لم يتم استخدامه من زمن الإنتاج المتاح يومياً.
 d_{1+}^+ = الزمن الذي يمكن استخدامه فوق زمن الإنتاج المتاح يومياً.

2- قيد المبيعات:

$$x_1 + d_2^- = 6$$

$$x_2 + d_3^- = 8$$

حيث: d_2^- = كمية المبيعات التي لا تحقق في x_1 .

d_3^- = كمية المبيعات التي لا تحقق في x_2 .

3- الزمن الإضافي:

$$d_1^+ + d_4^- - d_4^+ = 2$$

حيث: d_4^- = الزمن الغير مطلوب من الزمن الإضافي المتاح.

d_4^+ = الزمن المطلوب أكثر من الزمن الإضافي المتاح.

إذ يمكن صياغة نمط برمجة الأهداف على النحو التالي:

$$\text{Minimize } z = P_1 d_1^- + P_2 d_4^+ + (2P_3 d_2^- + P_3 d_3^-) + P_4 + d_1^+$$

S.T

$$x_1 + x_2 + d_1^- - d_1^+ = 10$$

$$x_1 + d_2^- = 6$$

$$x_2 + d_3^- = 8$$

$$d_1^+ - d_4^- - d_4^+ = 2$$

مع مراعاة الآتي: $x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_3^-, d_4^-, d_4^+ \geq 0$

وأن P_1, P_2, P_3, P_4 هي مستويات الأفضلية بداية من الأحسن إلى الأسوأ.

وأن الهدف الأول $P_1 d_1^-$ هو الهدف الأول

$P_2 d_4^-$ هو الهدف الثاني.

$(2P_3 d_2^- + P_3 d_3^-)$ هو الهدف الثالث.

$P_4 d_1^+$ هو الهدف الرابع.

مثال (2):

مدير إنتاج في مصنع ما واجه بعض المشاكل في تخصيص أعمال لفريقي الإنتاج في المصنع حيث أن نسبة الإنتاج للفريق الأول 8 وحدات/ الساعة، ونسبة الإنتاج للفريق الثاني 5 وحدات/ الساعة وأن ساعات العمل المتاحة لكل فريق 40 ساعة/ أسبوعياً، ويرغب مدير الإنتاج في اختياراته لتحقيق الأهداف التالية:

1- $P_1 =$ لا يرغب في أن يحقق مستوى الإنتاج عن 550 وحدة.

2- $P_2 =$ الزمن الإضافي للفريق الأول لا يزيد عن 5 ساعات.

3- $P_3 =$ الزمن الإضافي للفريقين يجب أن يكون في الحد الأدنى.

4- $P_4 =$ لا يسمح بأي إخفاقات في تحقيق الإنتاج المرغوب في الزمن العادي

المتاح للإنتاج ويمكن يخضع ذلك لحسابات الإنتاجية.

المطلوب: صياغة المسألة ببرمجة الأهداف.

الحل:

x_1 زمن الإنتاج للفريق الأول أسبوعياً.

x_2 زمن الإنتاج للفريق الثاني أسبوعياً.

نسبة الإنتاج للفريق الأول 8 وحدات/ الساعة.

نسبة الإنتاج للفريق الثاني 5 وحدات/ الساعة.

الزمن متاح بالإنتاج لكل فريق 40 ساعة/ أسبوعياً.

1- قيد حجم الإنتاج:

$$8x_1 + 2x_2 + d_1^- - d_1^+ = 550$$

حيث: d_1^- الإنتاج غير المحقق من الإنتاج المستهدف.

d_{2+} الإنتاج المحقق من الإنتاج المستهدف.

2- قيد زمن الإنتاج للفريقين:

$$x_1 + d_2^- - d_2^+ = 40$$

حيث d_2^- ، d_2^+ الزمن الناقص والزائد من زمن الإنتاج المحدد أسبوعياً للفريق الأول.

$$x_2 + d_3^- - d_3^+ = 40$$

حيث d_3^- ، d_3^+ الزمن الناقص والزائد عن الزمن المحدد للزمن الإضافي أسبوعياً.

وبهذا تكون صياغة المسألة برمجة الأهداف:

$$\text{Minimize } z = P_1d_1^- + P_2d_4^+ + (P_3d_2^+ + P_3d_3^+) + (8P_4d_2^- + 5P_4d_3^-)$$

S.T

$$8x_1 + 5x_2 + d_1^- - d_1^+ = 550$$

$$x_1 + d_2^- - d_2^+ = 40$$

$$x_2 + d_3^- - d_3^+ = 40$$

$$d_2^+ + d_4^- - d_4^+ = 5$$

$$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_3^-, d_4^-, d_4^+ \geq 0$$

وأن:

$$P_1d_1^- \quad \text{Goal 1}$$

$$P_2d_4^- \quad \text{Goal 2}$$

$$P_1d_1^- \quad \text{Goal 3}$$

$$P_2d_4^- \quad \text{Goal 4}$$

15.3 طريقة حل برمجة الأهداف المتعددة بواسطة طريقة السمبلكس:

Simplex Method To Solving Programming

يمكن استخدام طريقة السمبلكس التي نوقشت في الفصل الخامس لحل مماثل لبرمجة الأهداف يعد إضافة بعض التطويرات عليها والتي يمكن إبرازها على النحو الآتي:

- 1- تفسير الجزء الذي لم يحقق الهدف إلى الحد الأدنى، والذي يمكن الحصول عليه بتفسير d_5 أو الميول عن الهدف. ويمكن تمثيله بقيم Z_C في الجدول التالي.
- 2- Z_C لا يمكن إبرازها في صف واحد وتصبح جداول السمبلكس في صورة مصفوفة حجمها $(m \times n)$ حيث $(m \times n)$ imperative factors (number of decision variables + number of deviational variables)

مثال (3):

ابعد حل المسألة التالية:

$$\text{Minimize } z = P_1 d_1^- + P_2 d_4^+ + (2P_3 d_2^- + P_3 d_3^-) + P_4 d_3^+$$

S.T

$$x_1 + x_2 + d_1^- - d_1^+ = 10$$

$$x_1 + d_2^- = 6$$

$$x_2 + d_3^- = 8$$

$$d_4^+ + d_4^- - d_4^+ = 2$$

$$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_3^-, d_4^-, d_4^+ \geq 0$$

في المعادلات السابقة x_1, x_2 تعتبر المتغيرات الأساسية لاتخاذ القرار وباقي المتغيرات تعتبر متغيرات ثانوية تؤثر بميول في اتخاذ القرار.

والجدول 15.1 يوضح الحل الابتدائي.

Table 15.1 Initial Table

	C_j	0	0	P_1	$2P_3$	P_3	0	P_4	P_2		
CB_i	Basic variable	x_1	x_2	d_{1-}	d_{2-}	d_{3-}	d_{4-}	d_{1+}	d_{4+}	Solution	Ratio
P_1	d_{1-}	1	1	1	0	0	0	-1	0	10	10
$2P_3$	d_{2-}	1	0	0	1	0	0	0	0	6	6
P_3	d_{3-}	0	1	0	0	1	0	0	0	8	-
0	d_{4-}	0	0	0	0	0	1	1	-1	2	-
$C_j - Z_j$	p_4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	p_3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	20	
	p_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	p_1	-1**	-1	0	0	0	0	1	0	10	

* Key row ** column

حيث $Z_j - C_j$ تكونت على النحو الآتي:

The computation of the values for the criterion matrix is:

$$C_1 - Z_1 = 0 - (p_1 + 2p_3) = -p_1 - 2p_3$$

$$C_2 - Z_2 = 0 - (p_1 + p_3) = -p_1 - p_3$$

$$C_3 - Z_3 = p_1 + p_1 = 0$$

$$C_4 - Z_4 = 2p_3 - 2p_3 = 0$$

$$C_5 - Z_5 = p_3 - p_3 = 0$$

$$C_6 - Z_6 = 0 - 0 = 0$$

$$C_7 - Z_7 = p_4 - (-p_1) = p_4 + p_1$$

$$C_8 - Z_8 = p_2 - 0 = p_2$$

وتكون مؤثرات العمود على النحو الآتي: $10 p_1 + 20 p_3$

يعد ذلك، المعاملات الداخلة $C_j - Z_j$ والحل للعمود للخلية المصفوفة $C_j - Z_j$ موضحة في الجدول 15.1.

طريقة اختيار العمود:

- 1- اختيار رقم $Z_j - C_j$ التي تقع في دائرة الحل.
- 2- إيجاد أكبر قيمة موضحة، فمثلاً $P_1 = 1Q$
 $P_3 = 20$ للمسألة (minimization)
- 3- اختيار أقل قيمة سالبة في المصفوفة ولتكن (-1) تحت العمود x_1, x_2 وباعتبار تكرار عند x_2 إذا تخطت x_2 لأن أكثر قيمة سالبة (-2) والتي تقع في العمود x_1 .
- 4- عليه يتم اختيار العمود x_1 .
- 5- يتم اختيار الصف التي يحقق أقل نسبة موجبة وتميل ذلك الصف d_2 . وبناء عليه يكون الجدول 15.2.

Table 15.2 Iteration 1

	C_j	0	0	P_1	$2P_3$	P_3	0	P_4	P_2		
CB_i	Basic variable	x_1	x_2	d_{1-}	d_{2-}	d_{3-}	d_{4-}	d_{1+}	d_{4+}	Solution	Ratio
P_1	d_{1-}	0	1	-1	0	0	0	-1	0	4	4*
0	x_1	1	0	0	1	0	0	0	0	6	-
P_3	d_{3-}	0	1	0	0	1	0	0	0	8	8
0	d_{4-}	0	0	0	0	0	1	1	-1	2	-
$C_j - Z_j$	p_4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	p_3	-2	-1	0	2	0	0	0	0	8	
	p_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	p_1	0	-1*	0	1	0	0	1	0	4	

تخصت كما يلي $C_j - Z_j$:

$$\begin{aligned} C_1 - Z_1 &= 0 \\ C_2 - Z_2 &= 0 - (p_1 + p_3) = -p_1 - p_3 \\ C_3 - Z_3 &= p_1 - (p_1) = 0 \\ C_4 - Z_4 &= 2p_3 - (-p_1) = 2p_3 + p_1 \\ C_5 - Z_5 &= p_3 - p_3 = 0 \\ C_6 - Z_6 &= 0 - 0 = 0 \\ C_7 - Z_7 &= p_4 - (-p_1) = p_4 + p_1 \\ C_8 - Z_8 &= p_2 \end{aligned}$$

نلاحظ في الجدول 15.2 لتفضيل الصفوف p_1 ، p_2 بالقيم 4، 8.

وييجاد أقل قيمة سالبة في الصف p_1 والتي سوف تتحقق في العمود x_2 والذي يحتوي على قيمة سالبة واحدة هي -1 في الصف p_1 .

وبالحصول على نسبة في الجدول 15.2 حيث أقل قيمة موجبة.

إذا الصف الأول (صف d1) والتي يمكن تحقيقه في الجدول 15.3.

Table 15.3 Iteration 1

	C_j	0	0	P_1	$2P_3$	P_3	0	P_4	P_2		
CB_i	Basic variable	x_1	x_2	d_{1-}	d_{2-}	d_{3-}	d_{4-}	d_{1+}	d_{4+}	Solution	Ratio
0	x_{2-}	0	1	-1	-1	0	0	-1	0	4	-
0	x_1	1	0	0	1	0	0	0	0	6	-
P_3	d_{3-}	0	0	-1	1	1	0	0	0	4	4
0	d_{4-}	0	0	0	0	0	1	1	-1	2	2*
$C_j - Z_j$	p_4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	p_3	0	0	1	1	0	0	-1	0	4	
	p_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	p_1	0	0	1	0	0	0	+0	0	0	

The expressions for different $C_j - Z_j$ are derived as shown below.

$$C_1 - Z_1 = 0 - 0 = 0$$

$$C_2 - Z_2 = 0$$

$$C_3 - Z_3 = p_1 - (-p_3) = p_1 + p_3$$

$$C_4 - Z_4 = 2p_3 - (-p_3) = p_3$$

$$C_5 - Z_5 = p_3 - p_3 = 0$$

$$C_6 - Z_6 = 0 - 0 = 0$$

$$C_7 - Z_7 = p_4 - p_3$$

$$C_8 - Z_8 = p_2 - 0 = p_2$$

وبما أن الصف P1 في المصفوفة، يجب اختيار معاملات $C_j - Z_j$ والتي تعطي:

-1 في العمود d1 ويتضح 15.4 على النحو الآتي:

Table 15.4 Iteration 3

	C_j	0	0	P_1	$2P_3$	P_3	0	P_4	P_2	
CB_i	Basic variable	x_1	x_2	d_{1-}^-	d_{2-}^-	d_{3-}^-	d_{4-}^-	d_{1-}^+	d_{4-}^+	Solution
0	x_{2-}	0	1	1	-1	0	0	-1	0	6
0	x_1	1	0	0	1	0	0	0	0	6
P_3	d_{3-}	0	0	-1	1	1	0	0	0	2
P_4	d_{1-}	0	0	0	0	0	1	1	-1	2
$C_j - Z_j$	p_4	0	0	0	0	0	0	1	0	2
	p_3	0	0	1	1	0	0	-1	0	2
	p_2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	p_1	0	0	1	0	0	0	0+	0	0

ويتضح قيم $Z_j - C_j$:

$$C_1 - Z_1 = 0 - 0 = 0$$

$$C_2 - Z_2 = 0$$

$$C_3 - Z_3 = p_1 - (-p_3) = p_1 + p_3$$

$$C_4 - Z_4 = 2p_3 - p_3 = p_3$$

$$C_5 - Z_5 = p_3 - p_3 = 0$$

$$C_6 - Z_6 = 0 - (-p_3 + p_4) = p_3 - p_4$$

$$C_7 - Z_7 = p_4 - p_4 = 0$$

$$C_8 - Z_8 = p_2 - (p_3 - p_4) = p_2 - p_3 + p_4$$

نلاحظ أن الصف p_3 يحتوي على 1- للعمود d_4 .

إذا كنا نرغب في تحقيق هدف 3 (صف p_1) لابد من تضعف الهدف p_2 ويتم الباقي بالتشابه، وبما أن كل القيم في المصفوفة تساوي 0 إذا المسألة وصلت إلى الحل الأمثل التصغيري.

وتكون النتائج على النحو الآتي:

- عدد هياكل أجهزة الحاسوب التي يتصل إنتاجها يومياً $x_1 = 6$
- عدد صناديق حمل الأسطوانات التي يفضل إنتاجها يومياً $x_2 = 6$
- الانخفاض المتوقع في المبيعات x_2 ، وحدة $d_3 = 2$
- الارتفاع المتوقع في سعة الإنتاج في اليوم $d_1^+ = 2$ ساعة.

15.4 مسائل:

1- شركة صناعية تنتج منتجان X_1 ، X_2 ولها المواصفات التالية:

المنتج	الربح الجالون	كمية المواد الكيميائية اللازمة للإنتاج من نوع A الجالون	كمية المواد كيميائية اللازمة للإنتاج من B	كمية المادة المضافة بالجالون
A	80 دينار	4	4	1
B	100 دينار	5	2	0
الكمية المتاحة يوميا بالكيلوجرام	0	80	48	6

مع التقييد بالقيود الآتية للإنتاج:

- أ- كميات المواد الكيميائية المتاحة من النوع A ، B محددة غير قابلة للزيادة.
 ب- علماً بأن أهداف الشركة على النحو الآتي: يجب أن تحقق الشركة مبلغ 800 د.ل كأرباح يومياً.
 ج- كمية المادة المضافة يومياً تصل أقل عن 6 كيلوجرام.
 د- يجب أن كمية مجموع المنتوجات اليومية في طلبية ممكنة.
 المطلوب صياغة المسألة على هيئة برمجة تحقيق الأهداف الخطية.

2- شركة تنتج منتوجات، منتج A مردوده 10 دينار للوحدة، ومنتج B مردوده 8 دينار للوحدة. منتج A يحتاج إلى 3 ساعات للوحدة في عملية التجميع، ومنتج B يحتاج إلى ساعتان للإنتاج. مجموع الساعات المتاحة للتجميع 120 ساعة أسبوعياً، وأحياناً مطلوب بعض الساعات الإضافية، وإذا أحسن استخدام الزمن الإضافي، ووفق العقد المبرم للإنتاج يجب أن تنتج الشركة 30 وحدة أسبوعياً من المنتجين A ، B.

عليه، فإن مالك الشركة يرغب في تحقيق الأهداف الآتية:

- أ- يجب أن يتحقق الإنتاج في الزمن المتاح وبدون ساعات إضافية والتي يساوي 120 ساعة/ أسبوعياً.
- ب- الزمن الإضافي يجب أن يكون على الحد الأدنى.
- ج- الربح يجب أن يكون أعظم ما يمكن.

3- اشرح صياغة المسألة ببرمجة الأهداف خطياً:

(Deviation Variables)

(d_{1-} , d_{1+}) والمتغيرات الإضافية (Slack reliable) تستخدم في البرمجة.

- 4- نوعان من الدرجات النارية أحدهما تباع بـ 650 د.ل. والأخرى تباع بـ 785 د.ل. حيث الأول يمكن إنتاجها محلياً، والثاني يتم توريدها من خارج البلاد. فإذا تم توريد المستورد غير مجمعة فسوف تكلف 185 د.ل.، وسوف نعرف من الجدول التالي معلومات عن زمن الإنتاج، وزمن التجميع، وزمن الاختيار، وتكلفة الإنتاج، وذلك على النحو الآتي:

زمن الاختيار	الساعة/ الوحدة		
	زمن التجميع	زمن الإنتاج	
3	5	20	المصنعة محلياً
6	7	0	المستوردة
			تكلفة العمالة/ الساعة بالدينار

وترغب الشركة في تحقيق النتائج والأهداف الآتية:

- أ- أن يتحقق ربح قدره 3000 دينار/ أسبوعياً على الأقل.
- ب- الزمن المتاح أسبوعياً 120، 80، 40 ساعة وقت عادي للإنتاج والتجميع والاختيار.

- ج- صياغة الشركة أن يتبع أكبر ممكنة من الإنتاج المحلي.
 د- ترغب الشركة في تصغير الزمن الضائع ولا تضطر لإعطاء زمن إضافي.
 المطلوب صياغة المسألة برمجية الأهداف خطأً.

5- أذكر تطبيقات برمجية متعددة الأهداف.

- 6-** شركة تنتج 3 أنواع من المصابيح الكهربائية A ، B ، C وتنتج هذه المصابيح في خطوتين؛ الأول خرط والثاني طحن. وجدول توفر زمن الإنتاج على النحو الآتي:

الزمن المتاح بالساعة	A (hr)	A (hr)	A (hr)	
1800	4	3	1	خرطة
1500	3	2	2	طحن

وأن الربح المتوقع لكل نوع على التوالي 4.5 دينار، 5.50 دينار، 6.75 دينار.
 والشركة لها هدفان تصغير زمن التأخير للآلات وتعظيم الربح حتى 12,000 دينار شهرياً.

المطلوب: صياغة المسألة في صورة برمجية خطية متعددة الأهداف.

References

- 1- Bazaraa, S.M. & I. I. Jarvis, Linear Programming and Network Flows (1977). John Wiley & Sons, Inc. USA.
- 2- Broke, R. , Project Management: Planning and control (1993) Wiley, New York, USA.
- 3- Chase, R. B. & N. J. Aquilano, Production and Operation Management, (1981), Richard D. Irwin, Inc. , Illinois, USA.
- 4- Duellenbach, H. G. & J. A. George and D. C. McNickel, Introduction to Operations Research Techniques. (1983) Allyn and Bacon. INC. Massachusetts USA.
- 5- Dilworth, J. B. , Operations Management (1996) McGraw - Hill Co. Inc, Toronto. CANADA
- 6- Hartly. R. V. Operation Research: A , Managerial Emphasis (1976). Good year Pub. Company INC. Cat. USA.
- 7- Hillier. F. S. Introduction in Operations Research (1990) New York: McGraw Hill. USA.
- 8- Ignizio, J. P. Linear Programming in single and Multiple objective systems (1982). Prentice - Hall, INC. , N. J. USA.
- 9- Law, A. M. and W. D. Kelton - Simulation Modeling and Analysis (1991) 2nd ed. New York, McGraw - Hill.
- 10- Kerzner, H. Project Management: A System Approach to Planning Scheduling and control (1992) New York: John Wiley & Sons.

- 11- Naddor, E. Inventory system. (1966) John wiley & sons, INC. USA.
- 12- Slak, N. And others. Operation Management (1995) Pitman Publishing, London. UK.
- 13- Taha, H . A. Operations Research: an I introduction, 3 rd ed. (1982). Mc Millan, Pub, Co. , INC. USA.
- 14- Tersine, R. 1. Principles ofInventory and Materials Management, 4th ed. (1993). Englewood, cliffs, N. 1. Prentice hall.
- 15- Waters, C . D. 1. Inventooy control and Management (1992) chichester: wiley USA.
- 16- Wagner, H. M. Principle of Operations Research (1975) Prentice Ham, INC. England cliffs, N. 1. USA.
- 17- Wild. R. Production and Operations management 5th ed. (1995) 13 ath press, England.