تحديد خطط الإنتاج الكفوءة للمخاطرة لمعمل المحولات الكهربائية باستخدام أنموذج تدنيه الانحرافات الكلية المطلقة

احمد وهيب حسين
كلية الإدارة والاقتصاد/ الفلوجة

الخلاصة

تحديد خطط الإنتاج الكفوءة المثلى لمعمل المحولات الكهربائية باستخدام أنموذج تدنيه متوسط الانحرافات الكلية المطلقة (الموتاد) كبديل خطي عن أنموذج البرمجة التربيعية في ظل ظروف المخاطرة واللايقين المصاحبة لعملية للإنتاج.

وقد أكد البحث إلى أن خطة الإنتاج التي تأخذ بنظر الاعتبار ظروف المخاطرة واللايقين تختلف عن خطط الإنتاج التي لا تأخذ بنظر الاعتبار ظروف المخاطرة واللايقين وان هنالك مبادلة trade-off بين الدخل المتوقع والمخاطرة المرافقة له، فإذا كانت ادارة المعمل من النوع المحب للمخاطرة فعليها ان تنتج المحولات 11/10، 11/25، 11/40 و 11/63 أما اذا كانت من النوع المتجنب للمخاطرة فعليها ان تنتج المحولات 11/10، 11/40 و 11/63.

Determination Of Efficient Production's Plans For Risk For Electrical Transformers Factory Buy Using The Minimization Of Total Absolute Deviations Model

Ahmed Whyeb Hussain
College of Administration and Economic\ Uni. of Anbar, Faloga

ABSTRACT

The aim of the research is to determine the efficient production's plans for risk to electrical transformers factory by using the minimization of total absolute deviations model (MOTAD) as a linear alternative model for quadratic programming under risk and uncertainty.

The study confirmed that the plans of production which take in consideration risk are differ from plans which don't take in consideration risk. And there had been a sort of (trade- off) between expected income and risk associated with it. So if the management of factory prefers risk, it must produce the transformers 10/11, 25/11, 40/11 and 63/11, or a risk aversion, it must produce the transformers 10/11, 40/11 and 63/11.

مشكلة البحث

تعد عملية تحديد خطط الإنتاج الكفوءة باستخدام الممكن من الأساليب الرياضية، محورا أساسا من محاور إدارة الإنتاج في ظل ظروف المخاطرة واللايقين (Risk And Uncertainty)، كونها تهدف إلى تعيين الخطة الأفضل من بين خطط عديدة على ضوء ما متاح من إمكانيات بشرية ومالية ومادية.

تتمثل مشكلة الدراسة في التعرف على اثر استخدام إسلوب البرمجة الرياضية في تحديد خطط الإنتاج الصناعي، لمعمل المحولات الكهربائية، التي تأخذ بنظر الاعتبار ظروف المخاطرة واللايقين، وهي الأحوال الواقعية التي ترافق عملية صنع القرار (Decision Making) وعملية اتخاذ القرار (Decision Taking) وصولا إلى الأهداف المرجوة.

أهداف البحث

يهدف البحث إلى تحديد خطط الإنتاج الكفوءة للمخاطرة لمعمل المحولات الكهربائية باستخدام انموذج الموتاد (MOTAD) (Minimization Of Total Absolute Deviations) كأنموذج خطي بديل عن نماذج البرمجة التربيعية (Quadratic Programming) لقياس المخاطرة. كما يهدف البحث الى تحديد وتوضيح حساسية الانموذج المذكور لمقياس الانحرافات كمؤشر لهامش المخاطرة وذلك في أطار البرمجة الخطية المعلمية (Parametric Linear Programming).

فرضية البحث

يفترض البحث ان خطط الإنتاج التي يتم وضعها بموجب الأساليب الرياضية التي تأخذ ظروف المخاطرة بعين الاعتبار أفضل من الخطط التي يتم وضعها بدون أخذ ظروف المخاطرة بعين الاعتبار.

أهمية البحث

بالنظر لأهمية المعمل المستهدف ودوره الكبير في تأمين احتياجات السوق المحلية من محولات الطاقة الكهربائية، اذ يعد المشروع الوحيد على صعيد الاقتصاد الوطني، كما تبرز أهمية البحث في بيان إمكانية اعتماد الاسلوب الرياضي الذي جيء به من قبل أي مشروع أو شركة بسبب الطريقة البسيطة والمعالجات الخالية من التعقيدات في التعامل مع ما متاح من بيانات (Data) وصولا للمعلومات المطلوبة (Outputs) والمتمثلة في تحديد خطط الإنتاج الكفوءة للمخاطرة.

حالة البحث

لتحقيق أهداف البحث، جاءت الدراسة تخص معمل إنتاج المحولات الكهربائية التابع لشركة القادسية العامة للصناعات الكهربائية في ديالى. إذ أن الإنتاج الرئيسي للمعمل المستهدف يتمثل بعشرة أنواع من المحولات وهذه المنتوجات تشكل الأهمية النسبية الأكبر من مجموع إنتاجه وإيراداته وتكاليفه.

واتصالا بما سبق، سيتم تسمية وإعطاء رمز لكل منتوج من المنتوجات العشرة التي وقع عليها البحث وذلك لتبسيط التعبير عنها في البناء الرياضي الذي سيعتمده البحث، و(الجدول، 1) يوضح ذلك.

جدول (1): اسم المنتوج والرمز المقابل له.

اسم المنتوج وقدرته .k.v.a	الرمز
محولة 11/10	X_1
محولة 11/25	X_2
محولة 11/40	X_3
محولة 11/63	X_4
محولة 11/100	X_5
محولة 33/10	X_6
محولة 33/25	X_7
محولة 33/40	X_8
محولة 33/63	X_9
محولة 33/100	X_{10}

المبحث الأول

المفهوم العام لانموذج تدنية الانحرافات الكلية المطلقة ونطاق اعتماده في هذا البحث.

تمهيد:

في هذا المبحث سيتم تناول الانموذج الرياضي الذي وقع عليه البحث والذي يتعامل مع ظروف المخاطرة واللايقين في عملية الإنتاج، هذا الانموذج الذي يستخدم في قياس درجة المخاطرة وفي اشتقاق الخطط الكفوءة بالنسبة للمخاطرة؛ وهذا بدوره يتيح وسيلة تتوسل بها إدارة المعمل (متخذ القرار) في اشتقاق تلك الخطط، علما انه سيتم عرض هذا الانموذج مع صيغته الرياضية، اذ تمت صياغته لاشتقاق مجموعة الخطط الكفوءة للمخاطرة للحصول على الخطط ذات الدخل المتوقع– الانحراف المطلق والتي سيرمز لها بالرمز (E - A).

الصيغة الرياضية لانموذج الموتاد:

يعد هذا الانموذج انموذج خطي بديل عن نماذج البرمجة التربيعية (Quadratic Programming) (اللاخطية)، اذ استطاع (8) في عام 1971 أن يحسن نماذج البرمجة الخطية التقليدية الى انموذج خطي معلمي (Parametric Linear Model) يتيح التعامل مع ظروف المخاطرة في عملية اتخاذ قرار الاستثمار، لتحديد توليفات وخطط الإنتاج المثلى للنشاط المدروس. كما ان هذا الانموذج يستعمل متوسط الانحرافات الكلية الطلقة A بدلا عن احصاءة التباين (Variance, V.) المعبرة عن مقدار المخاطرة الكلية المرافقة لكل خطة والمستخدمة في نماذج البرمجة التربيعية.

كذلك تتم المفاضلة على اساس موقف متخذ القرار (ادارة الانتاج) من المخاطرة. اذ توجد وعلى الاقل ثلاثة اصناف تبعا لموقف متخذ القرار تجاه المخاطرة (7):

1. مستثمر حيادي تجاه المخاطرة (Risk Neutral).
2. مستثمر مفضل للمخاطرة (Risk Prefer).
3. مستثمر متجنبا للمخاطرة (Risk Aversion).

بناءا على ما سبق، يمكن التعبير عن الانموذج الرياضي للموتاد (8) وكالاتي:

$$\text{Minimize} \quad \sum_{h=1}^{n} Yh^{-1} \qquad (1)$$

Subject To :

$$\sum_{j=1}^{n} (Chi - gi)Xj + yh^{-} \geq 0 \qquad (2)$$

(h =1 , 2 , …..,s) h ولكل قيم

$$\sum_{j=1}^{n} FjXj = \lambda \qquad 0 < \lambda < E \qquad \text{MAX} \qquad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \partial jj \quad Xj \quad \leq \quad b_i \qquad (4)$$

(i =1 , 2 , ……..,m) i ولكل قيم

$$X_j \ , \ Yh^{-} \geq 0 \qquad (5)$$

j , h ولكل قيم

حيث ان:

مجموع الانحرافات الكلية السالبة للسنة الواحدة (h)= Yh^{-}

حجم العينة، اي عدد السنوات المدروسة = S

صافى العائد لكل منتوج في السنة الواحدة (h) = C_{hj}

متوسط صافي العائد للمنتوج j في العينة المدروسة = g_j

مستوى النشاط j ، (j = 1,2 000 , n)= X_j

صافي العائد لكل منتوج (j) (Gross Margin)= F_j

مقدار المتاح من المورد i (i= 1,2 …, m) = b_i

مقدار الاستخدامات لكل منتوج (j) من المورد المحدد (i)= a_{ij}

العائد الإجمالي المتوقع للخطة الذي يحدد بين صفر واكبر عائد إجمالي متوقع ، كما انه يساوي نفس قيمة دالة الهدف المتحصلة في انموذج البرمجة الخطية= λ

إن قيمة دالة الهدف المُدنية للانحراف، تمثل مجموع الانحرافات الكلية السالبة فقط، ولأجل استخراج قيمة متوسط الانحرافات الكلية السالبة، فان قيمة دالة الهدف تضرب في 2 وتقسم على عدد المشاهدات في العينة h والتي تمثل عدد السنوات المدروسة للنشاط الإنتاجي في معمل المحولات الكهربائية.

الجدير بالذكر ان معمل المحولات الكهربائية هو احد المعامل الخمسة التابعة لشركة القادسية العامة للصناعات الكهربائية في ديالى وهذه الشركة مرتبطة بوزارة الصناعة والمعادن والمعمل المستهدف هو المتخصص في انتاج المنتجات التي سيتعرض لها البحث، و(الجدول، 1) يبين الجدول الأولي لانموذج الموتاد لتدنية الانحرافات الكلية السالبة.

جدول (1): الجدول الاولي لانموذج الموتاد لتدنية الانحرافات الكلية السالبة (8).

البيان	متغيرات القرار										
	X_1	X_2	−	−	X_n	d_1	d_2	− −	−	d_n	
تدنيه دالة الهدف .Min	0	0	−	−	0	1	1	-	-	1	
المورد (1)	a_{11}	a_{12}	-	-	a_{1n}	0	0	−	−	0	$\leq b_1$
المورد (2)	a_{21}	a_{22}	−	−	a_{2n}	0	0	−	−	0	$\leq b_2$
:	-		:	:	:	:	:	0	:	0	0
:	-		:	:	:	0	0	0	0	0	0
المورد (M)	a_{m1}	a_{m2}	−	−	a_{mn}	−	−	−	−	0	$\leq b_n$
قيد عدم السالبية الاول	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥ 0
قيد عدم السالبية الثاني	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≥ 0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	≥ 0
قيد عدم السالبية M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≥ 0
انحرافات السنة الاولى	d_{11}	d_{12}	−	−	−	d_{1n}	−	−	−	−	≥ 0
انحرافات السنة الثانية	d_{21}	d_{22}	−	−	−	−	d_{2n}	−	−	−	≥ 0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	≥ 0
انحرافات السنة (h)	d_{m1}	d_{m2}	−	−	−	−	−	−		d_{mn}	≥ 0
صافي العائد الإجمالي للسنة الأخيرة (h)	F_1	F_2	F_3	−	F_n	0	0	0	-	0	$= \lambda$

وبتحليل هذا الانموذج برامتريا (معلميا) باستعمال البرمَجة الخطية الاعتيادية وذلك بتغيير قيمة (λ) التي تمثل الدخل المتوقع من الخطة، يمكن اشتقاق الخط الكفؤة للمخاطرة وسيتم عرض ذلك في المبحث القادم.

ويمكن تحويل احصاءة متوسط الانحرافات الكلية المطلقة A الى احصاءة الانحراف المعياري S.D وذلك باستعمال الصيغة الرياضية الاتية (8):

$$S.D = A \left[\frac{\pi S}{2(S-1)}\right]^{1/2} \qquad (6)$$

حيث ان:

S.D. = احصاءة الانحراف المعياري لكل منتوج

A = متوسط الانحرافات الكلية المطلقة

$\pi = \frac{22}{7}$ النسبة الثابتة

S = عدد المشاهدات بالنسبة للعينة المدروسة (سنوات الدراسة)

وبعد الانتهاء من شرح مضمون الانموذج المدروس وصياغته من الناحية الرياضية وغيرها من الجوانب ذات الصلة بالبحث ينتقل البحث إلى صياغة انموذج البرمجة الخطية وانموذج الموتاد للمعمل المستهدف، وذلك من اجل التوصل إلى خطط الإنتاج الصناعي الكفوءة للمخاطرة وتحليل ما يمكن تحليله عما آلت إليه تلك الخطط وذلك ضمن إطار ما أشير إليه مسبقا .

المبحث الثاني

تحديد خطط الإنتاج الصناعي الكفوءة للمخاطرة للمعمل المستهدف وتحليل النتائج:

تمهيد:

سيخصص هذا المبحث للتعرض إلى خطتي الإنتاج المثلى والكفوءة للمعمل قيد البحث لعام 2008 وهي آخر سنة من سنوات الدراسة، فخطة الإنتاج المثلى يتحصل عليها باستخدام أنموذج البرمجة الخطية، أما خطة الإنتاج الكفؤة فهي الخطة الأولى لأنموذج الموتاد وهذه الخطة تمثل الخطة المتحققة من دون مخاطر(Risk– free plan)(5). كما سيتم عرض أنموذج الموتاد وبحسب الصيغة النهائية مع بيان الخطط الكفوءة للمخاطرة التي يتم اشتقاقها على وفق ما ذكر.

1. **تحديد المزيج السلعي الامثل لعام2008 في معمل المحولات الكهربائية:**

إن صياغة أنموذج البرمجة الخطية يمثل اللبنة الأولى في صياغة أنموذج الموتاد. وتحقيقا لذلك تمت عملية جمع البيانات التي على أساسها سيتم تحديد القيود ذات التأثير الأساس والأكثر في تحديد أفضل خطة.

وعلى نحو ادق ستختص البيانات المكونة لأنموذج البرمجة الخطية (6) بالاتي:

1. تحديد بيانات دالة الهدف (Objective Function)، وتمثل هذه الدالة صافي العائد C_j المتحقق من كل وحدة منتجة (محولة) من المنتجات العشرة الرئيسة.
2. تحديد البيانات الخاصة بمصفوفة المعاملات الفنية. فالمعاملات الفنية تمثل متطلبات انتاج الوحدة الواحدة لكل محولة من الكميات المتاحة والكميات المستخدمة من المواد الأولية.
3. أما بالنسبة للقيود المتبقية فهي قيود شرط عدم السالبية (Non Negativity Restrictions) والتي تعني فيما تعني أن جميع المتغيرات (المنتجات) في الانموذج يجب ان تكون موجبة، أي إنها اكبر أو تساوي الصفر $X_j \geq 0$ اذ ليس منطقيا ان يكون الإنتاج سالباً.

وبناءا على ما تقدم، يوضح (الجدول، 2) الشكل النهائي لانموذج البرمجة الخطية لمعمل المحولات الكهربائية لعام 2008 والذي يعظم صافي العائد وكما يأتي:

جدول (2): الشكل النهائي لانموذج البرمجة الخطية لمعمل المحولات الكهربائية لعام 2008

.

Variable	X_1	X_2	….	X10	Direction	R.H.S.
Maximize	142000	208000	….	475000		
C_1	189	347	….	1091	≤	2143434
C_2	83	145	….	810	≤	904495
C_3	101	125	….	314	≤	771989
C_4	17	98	….	133	≤	462242
C_5	42	4	….	230	≤	374027
C_6	41	106	….	400	≤	601767
C_7	189	255	….	1016	≤	1358431
C_8	1	0	….	0	≥	0
C_9	0	1	….	0	≥	0
C_{10}	0	0	….	0	≥	0
C_{11}	0	0	….	0	≥	0
C_{12}	0	0	….	0	≥	0
C_{13}	0	0	….	0	≥	0
C_{14}	0	0	….	0	≥	0
C_{15}	0	0	….	0	≥	0
C_{16}	0	0	….	0	≥	0
C_{17}	0	0	….	1	≥	0

وبعد تطبيق البرنامج الجاهز (Quantitative System Of Business) ويختصر بـ (.Q.S.B) على بيانات (الجدول، 2)، يتضمن (الجدول، 3) نتائج الحل الأمثل لانموذج البرمجة الخطية في المعمل المستهدف.

جدول (3): نتائج حل انموذج البرمجة الخطية لمعمل المحولات الكهربائية لعام 2008.

Decision Variable	Solution Value	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (Cj)	Allowable Max . (Cj)
X_1	248	….	basic	120000	147000
X_2	3,220	….	basic	205000	246000
X_3	845	….	basic	242000	349000
X_4	561	….	basic	347000	365000
X_5	0	-14000	at bound	- M	503000
X_6	0	- 63000	at bound	- M	234000
X_7	0	-114000	at bound	- M	367000
X_8	0	−131000	at bound	- M	451000
X_9	0	-137000	at bound	- M	544000
X_{10}	0	-264000	at bound	- M	739000
Objective	Function	Max.	1161214000		
Constraint	Left Hand Side	Slack or Surplus	Shadow price	Allowable Min . RHS	Allowable Max. RHS
C_1	2,081,…	62,292	0	2,081,…	M
C_2	834000	70,228	0	834000	M
C_3	772000	0	395	711000	952000
C_4	462000	0	35	405000	499000
C_5	119000	255	0	119000	M
⋮			⋮		
C_{17}	0	0	0	-M	0

المصدر : (1، 2، 3).

ويستدل من (الجدول، 3) الأتي:

ان الـربح الأمثـل (قيمـة دالـة الهـدف المعظمـة للـربح) 1161214000 دينـار فـي حـين بلـغ الـربح الفعلـي فـي عـام 2008 (445890000) دينـار (مسـتمدة مـن الحسـابات الختاميـة للمعمـل المـذكور)، وفيمـا يخـص مجمـوع الكميـة المنتجـة

المثلى فقد بلغت 4874 محولة في حين بلغت الكمية المنتجة الفعلية وللعام نفسه 1807 محولة (مستمدة من الحسابات الختامية للمعمل المذكور).

ويعزى إلى عدم ظهور بعض المنتجات ضمن المزيج السلعي الأمثل للمعمل المذكور على الرغم من أنها حققت إرباح محاسبية، الى ارتفاع تكاليفها الاقتصادية (تكلفة الفرصة البديلة) عن مستويات أسعارها المحاسبية (6؛ 4) وبذلك حققت خسائر واقتصادية، ما أدى إلى استبعادها من المزيج السلعي الأمثل انسجاما مع المنطق الداعي الى اتخاذ القرار الأمثل على وفق المفهوم الاقتصادي للأرباح والتكاليف، وهذا يعني ان عملية إنتاجها غير مربحة.

كذلك يوضح (الجدول، 3)، انموذج الحل الأمثل، ان المستغل من كمية مستلزمات الإنتاج (L. H. S) هو اقل من المتاح (R. H . S)، ويعني هذا فيما يعني ان الخطة المثلى قد استخدمت موارد اقل وحققت ربحا وإنتاجا أكثر مما هو تحقق بصورة فعلية في المعمل المستهدف وخاصة في عام 2008.

2. تحديد خطط الانتاج الكفوءة للمخاطرة لمعمل المحولات الكهربائية وفقا لانموذج الموتاد:

وصلة بما سبق سيتم صياغة انموذج الموتاد ومحدداته اعتمادا على قيود انموذج البرمجة الخطية ومحدداته.

ولتحقيق ذلك، ان انموذج الموتاد يتطلب تحديد الانحرافات السالبة والانحرافات الموجبة عن الدخل والتي يتم قياسها على أساس المتوسط العام لصافي العائد الإجمالي لوحدة الإنتاج (محولة) ولسنوات الدراسة.

و(الجدول، 4) يبين صافي العائد الإجمالي والمتوسط (Mean) العام لصافي العائد ولكل منتوج في خلال المدة المدروسة.

جدول (4): صافي العائد الإجمالي والمتوسط العام لصافي العائد لكل محولة للمدة من 2000 – 2008 (المبالغ بآلاف الدنانير).

سنة/ محولة	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	المتوسط العام
(X_1)	33	38	44	51	60	73	89	111	142	71
(X_2)	49	56	65	75	88	106	130	162	208	104
(X_3)	70	81	93	109	128	154	189	235	302	151
(X_4)	83	96	111	129	152	183	223	279	358	179
(X_5)	114	131	112	176	208	250	305	381	489	245
(X_6)	39	45	51	61	72	87	107	133	171	86
(X_7)	59	67	98	91	107	129	158	197	253	129
(X_8)	74	85	99	115	136	164	200	250	320	160
(X_9)	95	109	126	147	173	208	254	317	407	204
(X_{10})	115	132	153	171	202	243	296	370	475	240

المصدر: (1، 2، 3).

أما (الجدول، 5) فيوضح الانحرافات السالبة والانحرافات الموجبة عن المتوسط العام لصافي العائد الإجمالي لكل منتوج.

* **جدول (5):** الانحرافات الكلية (السالبة والموجبة) لصافي العائد الإجمالي عن المتوسط العام لصافي العائد لكل منتوج للمدة من 2000–2008 (المبالغ بآلاف الدنانير).

سنة/ محولة	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	المتوسط العام
(X_1)	(38)	(33)	(27)	(20)	(11)	1,4	17,4	39	71	71
(X_2)	(55)	(48)	(39)	(29)	(16)	1,9	25,3	58	103	104
(X_3)	(81)	(70)	(58)	(42)	(23)	2,7	38	84	150	151
(X_4)	(96)	(83)	(68)	(50)	(27)	3,6	44	99,6	178	179
(X_5)	(131)	(114)	(93)	(69)	(38)	4,9	60	136	244	245
(X_6)	(46)	(40)	(33)	(24)	(13)	1,7	21	48	85	86
(X_7)	(70)	(61)	(30)	(38)	(22)	3,4	29	68	124	129
(X_8)	(86)	(74)	(61)	(45)	(25)	3,2	39	88	128	160
(X_9)	(109)	(95)	(78)	(57)	(31)	4,1	50	113	203	204
(X_{10})	(125)	(108)	(87)	(68)	(38)	3,3	56,6	131	235	240

*: اشتقت من بيانات (الجدول، 4) .

القيم المحصورة بين قوسين تشير إلى أنها قيم سالبة.

إن قيم الانحرافات المعبر عنها بموجب (الجدول، 5) بمثابة تعبير او مقياس لهامش المخاطرة.

وعلى ضوء ما سبق تكون الصيغة النهائية لانموذج الموتاد الذي يدنى الانحرافات الكلية المطلقة وكما يوضحها (الجدول، 6). اذ مثلت القيود (R_1- R_{17}) نفسها الخاصة بقيود انموذج البرمجة الخطية.

في حين مثلت القيود (R_{18}- R_{26}) قيم الانحرافات السالبة والانحرافات الموجبة لكل منتوج عن صافي العائد ولكل منتوج أيضا.

أما القيد (R_{27}) فقد مثل صافي العائد الإجمالي لكل منتوج المتحقق في عام 2008.

جدول (6): دالة الهدف وقيود انموذج الموتاد لمعمل المحولات الكهربائية:

$$\text{Minimize } (z) = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19}$$

Subject to:

$$R_1 = 189X_1 + 347X_2 + 493X_3 + 891X_4 + 922X_5 + 295X_6 + 501X_7 + 615X_8 + 876X_9 + 1091X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \leq 2143434$$

$$R_2 = 83X_1 + 145X_2 + 217X_3 + 291X_4 + 492X_5 + 52X_6 + 123X_7 + 231X_8 + 396X_9 + 810X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \leq 904495$$

$$R_3 = 101X_1 + 125X_2 + 286X_3 + 183X_4 + 253X_5 + 163X_6 + 238X_7 + 232X_8 + 263X_9 + 314X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \leq 771989$$

$$R_5 = 42X_1 + 4X_2 + 10X_3 + 156X_4 + 217X_5 + 37X_6 + 76X_7 + 107X8 + 153X9 + 230X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \leq 347027$$

$$R_6 = 41X_1 + 106X_2 + 144X_3 + 229X_4 + 297X_5 + 66X_6 + 149X_7 + 195X_8 + 265X_9 + 400X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \leq 601767$$

$$R_7 = 189X + 255X + 288X + 440X + 642X + 314X + 470x + 622x + 743x + 1016X + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0x_{16} + 0x_{17} + 0x_{18} + 0X_{19} \leq 1358431$$

$$R_8 = X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$$

$$R_9 = 0X_1 + X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$$

$R_{10} = 0X_1 + 0X_2 + X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{11} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{12} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{13} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{14} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + X_7 + 0X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{15} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{16} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + X_9 + 0X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{17} = 0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 0X_9 + X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{18} = -38054X_1 - 55455X_2 \; 80961X_3 - 95919X_4 - 131018X_5 - 45904X_6 - 70007X_7 - 85735X_8 - 109024X_9 - 124881X_{10} + X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{19} = -33086X_1 - 48128X_2 - 70418X_3 - 83421X_4 - 113946X_5 - 39834X_6 - 61175X_7 - 74564X_8 - 94816X_9 - 107695X_{10} + 0X_{11} + X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{20} = -27135X_1 - 39330X_2 - 57761X_3 - 68416X_4 - 93452X_5 - 32667X_6 - 30571X_7 - 61152X_8 - 77758X_9 - 87085X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{21} = -19958X_1 - 29409X_2 - 42499X_3 - 50305X_4 - 68739X_5 - 24025X_6 - 37785X_7 - 44980X_8 - 57389X_9 - 68277X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{22} = -10912X_1 - 16158X_2 - 23260X_3 - 27518X_4 - 37588X_5 - 13132X_6 - 21668X_7 - 24595X_8 - 31261X_9 + 38017X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{23} = 1439X_1 + 1934X_2 + 2740X_3 + 3623X_4 + 4949X_5 + 1742X_6 + 339X_7 + 3241X_8 + 4143X_9 + 3301X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{24} = 17389X_1 + 25298X_2 + 37637X_3 + 43834X_4 + 59873X_5 + 20949X_6 + 28756X_7 + 39183X_8 + 49856X_9 + 56653X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{25} = 39541X_1 + 57745X_2 + 84042X_3 + 99682X_4 + 136187X_5 + 47625X_6 + 68224X_7 + 88503X_8 + 11\,3348X_9 + 130753X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + X_{18} + 0X_{19} \geq 0$

$R_{26} = 75781X_1 + 103505X_2 + 150482X_3 + 178442X_4 + 243737X_5 + 85245X_6 + 123884X_7 + 128497X_8 + 202888X_9 + 235253X_{10} + 0X_{11} + X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + X_{19} \geq 0$

$R_{27} = 142000X_1 + 208000X_2 + 302000X_3 + 358000X_4 + 489000\,X_5 + 171000X_6 + 253000\,X_7 + 320000X_8 + 407000\,X_9 + 47500X_{10} + 0X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + 0X_{19} = 1161213504$

وبعد إدخال البيانات إلى الحاسوب الآلي وتحليلها على وفق انموذج الموتاد باستخدام البرنامج الجاهز (Q.S.B) الذي أشير إليه مسبقا، الذي يعمل على الطريقة المبسطة Simplex للبرمجة الخطية. يوضح (الجدول، 7) الشكل النهائي لانموذج الموتاد لمعمل المحولات الكهربائية.

جدول (7): بيانات انموذج الموتاد للمعمل المستهدف:

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	..	..	X_{10}	R.H.S.
Min.	0	0	0	0	0	..	..	0	
C_1	189	347	493	891	922	..	..	1091	≤ 2143434
C_2	83	145	217	291	492	..	..	810	≤ 904495
C_3	101	125	286	183	253	..	..	314	≤ 771989
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
C_7	189	255	288	440	642	..	..	1016	≤ 1358431
C_8	1	0	0	0	0	..	..	0	≥0
C_9	0	1	0	0	0	..	..	0	≥0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
C_{17}	0	0	0	0	0	..	..	1	≥0
C_{18}	-1054	..	..	..	..	..	..	0	≥0
C_{19}	-33086	..	..	..	..	..	..	0	≥0
C_{20}	-27135	..	..	..	..	..	..	0	≥0
C_{21}	-19958	..	..	..	..	..	..	0	≥0
C_{22}	-10912	..	..	..	..	..	..	0	≥0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
C_{26}	70781	..	..	..	..	..	..	0	≥0
C_{27}	142000	..	..	..	..	..	..	=	1161213504

المصدر: مستمدة من الحاسبة.

أما (الجدول، 8) فيمثل نتائج انموذج الموتاد (الخطة الأولى الخالية من المخاطر) (Risk free plan).

جدول (8): نتائج حل انموذج الموتاد للمعمل المستهدف (الخطة الأولى الخالية من المخاطر):

Var.	Solution	..	..	Red.cost	..	Min.c_j	Max.c_j
X_1	248	..	..	0	..	-M	34500
X_2	3220	..	..	0	..	-12030	M
X_3	845	..	..	0	..	-M	177900
X_4	561	..	..	0	..	-M	31046
:	:	:	:	:	:	:	:
X_{19}	0	..	..	..	..	0	M
Objective Function Min. = 1044887000							
Const.	L.H.S.	Dire.	R.H.S.	..	..	Min. R.H.S.	Max. R.H.S.
C_1	2081146	≤	2143434	..	..	208..	M
C_2	834267	≤	904495	..	..	834..	M
C_3	771989	≤	771989	..	..	771..	776..
C_4	462239	≤	462242	..	..	462..	M
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
C_{27}	1161213000	=	1161..	..	..	1159..	1161..

المصدر: مستمدة من نتائج عمل الحاسبة.

فيما يخص قيمة الدخل الأمثل المتوقع E لخطة الموتاد الأولى قد بلغت (213,000 , 161, 1) دينار (ينظر إلى C27)، وهو الدخل نفسه المتحصل من خلال انموذج البرمجة الخطية ويمثل أعظم دخل متوقع للخطة الأولى لانموذج الموتاد من دون ان تؤخذ المخاطرة بنظر الاعتبار لتلك الخطة، وتضمنت هذه الخطة أيضا المزيج السلعي المتحقق نفسه ضمن الحل الأمثل، أما قيمة دالة الهدف لهذه الخطة (في انموذج الموتاد) والبالغة (887,000 , 044, 1) دينار فتمثل مجموع الانحرافات الكلية السالبة فقط λ (ينظر إلى صف Objective Function Min.).

وقدر تعلق الأمر بالبحث تم تخفيض الدخل المتوقع E لكل خطة 10 ملايين دينار، وذلك من اجل معرفة اثر هذا التغيير على:

(1) مستويات الإنتاج المثلى

(2) قيم متوسط الانحرافات الكلية المطلقة (A).

(3) الانحراف المعياري (.S.D).

(4) التباين (V) .

والمؤشرات الثلاثة الأخيرة هي مؤشرات تعكس مستوى المخاطرة المصاحبة لكل مستوى معين من الدخل المتوقع.

جدول (9): نتائج حل انموذج الموتاد للخطط 1، 2، 4، 5 و11 في المعمل المستهدف.

رقم الخطة والكميات المنتجة البيان	1	2	4	5	11
محولة 11/10 (X_1)	248	1258	2792	3270	6142
محولة 11/25 (X_2)	3220	1676	0	0	0
محولة 11/40 (X_3)	845	885	869	805	415
محولة 11/63 (X_4)	561	996	1319	1156	175
الدخل (E) مليون دينار	1161	1151	1131	1121	1061
مجموع الانحرافات السالبة (مليون دينار)	1045	999.5	926	899	738
متوسط الانحرافات الكلية المطلقة (A) (مليون دينار)	232	222	205	200	164
الانحراف المعياري(S.D) (مليون دينار)	309	295	273	265	218
التباين (V) (مليون دينار)	95481	87025	74529	70225	47524

المصدر : نتائج الخطط 1–5 وصفي الدخل (E) والانحرافات السالبة مستمدة من عمل الحاسبة.

ولأجل تناول مجموعة الخطط الإنتاجية الكفؤة للمخاطرة، فقد وقع اختيار البحث، في هذا الجدول بالتحديد، على 5 خطط إنتاجية من أصل 11 خطة اشتقت من اجل توضيح ما يمكن توضيحه وله علاقة بالدراسة موضوع البحث، وإظهار ما يمكن إظهاره عن مضمون الخطط تلك التي سيحتويها (الجدول، 9).

ويتضح من (الجدول، 9) الأتي:

يلاحظ في الخطة 2 انه عند تحديد الدخل عند مستوى 1151 مليون دينار: إن قيمة متوسط الانحرافات الكلية المطلقة A بلغت 222 مليون دينار، كما إن قيمة الانحراف المعياري (S.D) للخطة نفسها بلغت 295 مليون دينار، أما التباين (.V) فقد بلغ 87025 مليون دينار. كما تغيرت خطة الإنتاج الثانية، فقد ازدادت الكمية المنتجة للمحولات (11/10 ، X_1)، و: (11/40 ، X_3)، و: (11/63 ، X_4) عما كانت عليه في خطة الموتاد الأولى

(التي هي خطة انموذج الحل الأمثل نفسها تماما)، إذ بلغت الكميات المنتجة لهذه المحولات 1258، 885، 996 محولة على التوالي، مما يعني إن إنتاجها ينطوي على مخاطرة اقل، كما انخفضت الكميات المنتجة من المحولة (11/25 ، X_2) إلى 1676 محولة، ما يعني ان إنتاجها ينطوي على مخاطرة أعلى، في حين اختفت المنتوجات الباقية وهي (X_5 - X_{10})، لك ان إنتاجها ينطوي على مخاطر كبيرة وهي الأعلى قياسا إلى المنتجات الأخرى (ينظر إلى العمود 2 من الجدول 9).

واتصالا بما تقدم وفي الخطة 4 وعند مستوى دخل 1131 مليون دينار يلاحظ انخفاض متوسط الانحرافات الكلية المطلقة A وكذلك الانحراف المعياري (S.D) بنسبة 5% و 4% وعلى التوالي حيث بلغتا 205 و 273 مليون دينار على التوالي أيضا، هذا وقد انخفضت في الخطة هذه الكميات المنتجة من المحولة (11/40 ، X_3) إلى 869 محولة، وفضلا عن ذلك يلاحظ اختفاء المحولة (11/25 ، X_2) وعدم ظهورها في الخطة هذه والخطط الباقية، أما بالنسبة للمحولتين (11/10 ، X_1) و (11/40 ، X_4) فقد استمرت الكميات المنتجة منها بالزيادة إذ بلغت 2792 و 1319 محولة على التوالي (ينظر للعمود 3 من الجدول 9).

أما بالنسبة للخطط الباقية وتحديداً 7–11 والتي شهدت انخفاض مستويات الدخول فيها بدرجة اكبر من الخطط السابقة، يلاحظ انخفاض قيم متوسط الانحرافات الكلية المطلقة A والانحراف المعياري (S.D) لها، أما بصدد الإنتاج فقد استمرت الكميات المنتجة من المحولتين (11/40 ، X_3) و (11/63 ، X_4) بالانخفاض،كون إنتاجها ينطوي على مخاطرة في الوقت الذي تزايدت الكميات المنتجة للمحولة (11/10 ، X_1) حتى وصلت إلى 6142 محولة كون إنتاجها لا ينطوي على مخاطرة (ينظر للعمود 5 من الجدول 9).

ومما يلاحظ من الخطط التي تم اشتقاقها، التناقص في الكميات المنتجة للمحولة (11/25 ،X_2) ثم اختفاءها ابتداءً من الخطة 4، أما المحولة (11/40 ، X_3) فقد ارتفعت الكميات المنتجة منها وعما كانت عليه في الخطة 1 لكن بشكل متذبذب في خلال الخطط 2–4 بعدها انخفضت الكميات المنتجة منها ابتداءً من الخطة 5، ويعزى سبب ذلك إلى أن إنتاج هذه المحولة ينطوي على مخاطرة اقل، أما بخصوص المحولة (11/10 ؛ X_1) فقد استمرت الكميات المنتجة منها بالتزايد وحتى الخطة 11، كون عملية إنتاجها لا تنطوي على مخاطرة قياسا إلى المنتجات الأخرى الباقية.

كما يوضح الجدول نفسه (الجدول، 9) اختلاف في الكميات المنتجة لخطط الموتاد وابتداءً من الخطة الثانية عن الكميات المنتجة في خطة البرمجة الخطية (وهي خطة الموتاد الأولى نفسها) وهذا الاختلاف كماً ونوعاً، وهذا يعني ان خطط الإنتاج المثلى (خطط البرمجة الخطية) التي لا تأخذ بعين الاعتبار المخاطرة قد اختلفت عن خطط الإنتاج الكفوءة المثلى (خطط يتحصل عليها من خلال انموذج الموتاد)، وكما تبين من خلال خطط الموتاد وجود نوع من المبادلة (Trade – Off) بين الدخل E لكل خطة ومقدار هامش المخاطرة لها والمعبر عنها بواسطة (A ، S.D. و V.)، اذ توجد علاقة طردية بين هامش المخاطرة لكل خطة والدخل المتوقع منها (ينظر إلى المؤشرات هذه في (الجدول، 9).

كما يظهر (الجدول، 9) إن نسبة التغيير المقاسة وفقا لـ A. و S.D. عند مستويات الدخول المرتفعة تختلف عنها عند مستويات الدخول المنخفضة، ففي الخطة 2 تم تخفيض الدخل المتوقع بنسبة 1% عما هو عليه في الخطة 1 أدى إلى تخفيض A. و S.D. بمقدار 4% و 4,5% وعلى التوالي، أما في الخطة 11 فعند تخفيض الدخل بالنسبة نفسها أدى انخفاض A و S.D بمقدار 3% و 3,5% وعلى التوالي.

الاستنتاجات والتوصيات

في ضوء ما آل إليه البحث تم التوصل إلى عدد من الاستنتاجات والتي على أساسها تم تحديد ابرز توصيات البحث و كالآتي:

أولا: الاستنتاجات:

1. إن خطط الإنتاج الصناعي في معمل المحولات الكهربائية التي تأخذ بنظر الاعتبار ظروف المخاطرة تختلف عن تلك الخطط المتحصلة باستخدام اسلوب البرمجة الخطية الخالية من المخاطرة، إذ أعطت خطة البرمجة الخطية توليفة إنتاجية تختلف عن توليفة الخطط الكفوءة المشتقة على وفق انموذج الموتاد كأنموذج خطي يتعامل مع المخاطرة وابتداءً من الخطة الثانية للمعمل المدروس، إذ أكد أفضليته على اسلوب البرمجة الخطية، لأنه يأخذ بنظر الاعتبار ظروف المخاطرة.
2. أكد البحث على وجود نوع من المبادلة (Trade-Off) بين الدخل المتوقع E من كل خطة وهامش المخاطرة المرافق لها والمعبر عنه بقيمة متوسط الانحرافات الكلية المطلقة A اذ تضمنت الخطط ذات الدخل المتوقع المرتفع هامش مخاطرة مرتفع والخطط ذات الدخل المنخفض هامش مخاطرة منخفض.

3. أفصح البحث على إن نسبة الانخفاض في هامش المخاطرة A في الخط ذات الدخل المرتفع تختلف عن نسبة الانخفاض في هامش المخاطرة A في الخط ذات الدخول المنخفضة، ففي الخطة 2 لانموذج الموتاد وعند تخفيض الدخل E بنسبة 1% عن الخطة السابقة لها انخفض هامش المخاطرة A بنسبة 4%، في حين يلاحظ عند الخطة 11 إن تخفيض الدخل بنفس النسبة عن الخطة السابقة لها أدى إلى انخفاض هامش المخاطرة بنسبة 3%.

ثانيا: التوصيات:

على ضوء ما تقدم من استنتاجات يوصي الباحث بالاتي:

1. تأخذ إدارة المعمل المستهدف بنظر الاعتبار ظروف المخاطرة واللايقين في خططها الإنتاجية على نحو يتلاءم مع الوضع الراهن للاقتصاد الوطني، وذلك اعتمادا على ما متاح ويتاح لها من إمكانيات مختلفة والأخذ بما جاء في هذا البحث من أساليب معول عليها.
2. ضوء ما أفصح عنه البحث فيما يتعلق بكل منتوج وهامش المخاطرة المصاحب لإنتاجه A، وفيما يتعلق من موقف المعمل من المخاطرة، فإذا كان محبا للمخاطرة عليه ان ينتج المنتوجات الأربعة الأولى أما إذا كان متجنبا للمخاطر فعليه إن ينتج المنتوجات الأول والثالث والرابع.
3. يوصي الباحث إدارة المعمل أن تأخذ بعين الاعتبار وجودها كمنتج وحيد في السوق العراقية وان تأخذ بالمتاح من الإمكانيات، من اجل إنتاج المنتجات الأخرى التي لم تظهر في كلا الأنموذجين مادام هنالك طلب عليها والتنسيق مع الجهات الحكومية ذات الصلة بإصدار التشريعات، لتامين الحماية التجارية اللازمة لهذه المنتوجات، بعبارة أخرى على إدارة المعمل أن تجمع وتوفق بين العوائد النقدية والعوائد الاجتماعية التي لا تقل أهمية عن الجانب الاقتصادي.

المصادر

1. شركة القادسية العامة للصناعات الكهربائية، الحسابات الختامية وحسابات الكلفة للمدة 2000- 2008.
2. شركة القادسية العامة للصناعات الكهربائية، التقارير الإدارية والمالية للمدة 2000-2008.
3. شركة القادسية العامة للصناعات الكهربائية، دائرة التخطيط والمتابعة.
4. الفضل، مؤيد عبد الحسين. (2008). بحوث عمليات محاسبية. الطبعة الأولى، الأردن. إثراء للنشر والتوزيع.
5. الفياض، قداوة ومحمود، عيسى. (2007). بحوث العمليات. عمان. دار اليازوري للنشر والتوزيع.
6. الموسوي، منعم زمزير. (2009). بحوث العمليات. مدخل عملي لاتخاذ القرارات. طبعة أولى، عمان. دار وائل للنشر والتوزيع.
7. Brigham, E. F. (1985). Financial Management Theory And Practice. 4th ed., New York, The Dryden Press.
8. Hazel, P. B. R. (1971). A linear alternative to quadratic semi-variance programming for farm planning under uncertainty. American Journal Of Agricultural Economics. 53: 34-56.