

استخدام البرمجة الخطية في تحديد توليفة الإنتاج المثلى بالمؤسسة
حالة المؤسسة الوطنية لصناعة اللوالب والصنابير (ORSIM)

The use of linear programming in determining the optimum production mix in the institution
Case study of the National Corporation for the manufacture of spirals and taps (ORSIM)

خليد علي، أستاذ التعليم العالي، جامعة الجزائر3.

مبرك إبراهيم ، طالب دكتوراه، مخبر العولمة والسياسات الاقتصادية، جامعة الجزائر3.

تاريخ الإصدار	تاريخ القبول	تاريخ الاستلام
2018/11/25	2018/09/20	2017/12/05

مستخلص:

شهدت المؤسسة الاقتصادية تطورات كبيرة في جميع نشاطاتها، ولمواكبة هذه التطورات أصبح من الضروري تغيير في أساليب اتخاذ القرارات، نظرا لما تحتله عملية اتخاذ القرار من أهمية داخل المؤسسة، بحيث أصبح الاعتماد على الأساليب الكمية التي توفر لمتخذ القرار إمكانية اتخاذ القرار الأمثل.

على ضوء ما سبق سنتناول في هذه الورقة البحثية استخدام أحد الأساليب الكمية والمتمثل في نموذج البرمجة الخطية كواحد من أهم النماذج الرياضية في تحقيق الأمثلية والذي يهدف إلى تحديد الكمية المثلى التي يتم إنتاجها بالمؤسسة في ظل الموارد المتاحة، حيث تم تطبيق هذا النموذج في المؤسسة الوطنية لصناعة اللوالب والصنابير.

الكلمات المفتاحية: اتخاذ القرار، الأساليب الكمية، البرمجة الخطية.

تصنيف JEL: C6, C60, C 61

Abstract :

The economic institution has witnessed great developments in all its activities. In order to cope with these developments, it is necessary to change the decision-making methods, given the importance of the decision-making process within the institution.

In the light of the foregoing, we will consider in This Paper the use of one of the quantitative methods of linear programming model, which is considered one of the most important mathematical models in achieving for

deriving optimal stochastic estimators, which aims at determining the optimal quantity produced the foundation in the light of available resources and, where the application of this model in the national Company for the manufacture of Screws and taps.

Keywords: DecisionMaking, Quantitative Methods, Linear Programming.

Jel Classification Codes : C6, C60, C 61

المقدمة:

شهدت الأساليب الكمية تطورا سريعا منذ بداية النصف الثاني من القرن الماضي والذي يعتبر امتدادا للتطورات التكنولوجية والاقتصادية المتسارعة، مما فرض على المؤسسات الاقتصادية تغيير نمط التسيير، وإعادة النظر في كيفية اتخاذ القرارات المبنية على أساس علمي مدروس في حين أن العشوائية والحدس والتخمين لم يعد مناسباً، بل أصبح من الضروري استخدام الأساليب الكمية في عملية اتخاذ القرار الأمثل من خلال استخدام المؤسسة للموارد المادية والبشرية بكفاءة وفاعلية.

ويعد نموذج البرمجة الخطية من بين أهم الأساليب الكمية المستعملة، بحيث تعتبر أداة علمية تسمح بالتوزيع الأمثل لموارد المؤسسة من خلال نمذجة الواقع العملي وجعله في شكل برنامج رياضي يهدف إلى تحقيق هدف المؤسسة سواء تعظيم الأرباح أو تدنية التكاليف في ظل محدودية الموارد المتاحة. على ضوء ذلك تتبلور الإشكالية التالية:

ما مدى مساهمة البرمجة الخطية في تحديد توليفة الإنتاج المثلى بالمؤسسة الاقتصادية؟

الفرضيات:

يستند البحث على الفرضيات التالية:

✓ اللجوء إلى استخدام أسلوب كمي رياضي يساعد المؤسسات الاقتصادية على اتخاذ القرار المتعلق بالإنتاج.

✓ استعمال نموذج البرمجة الخطية يساهم في تحسين الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة للمؤسسة.

أهداف هذه الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى إظهار مدى أهمية الأساليب العلمية الحديثة والمتمثلة في الأساليب الكمية والدور الذي تؤديه في عملية تحديد خطة الإنتاج المثلى السنوية للمؤسسة

من خلال استخدام البرمجة الخطية في مؤسسة اورسيم (ORSIM) والتي تسعى إلى تعظيم أرباحها في ظل الاستغلال الأمثل للموارد المتوفرة لديها.

أولاً: التطرق إلى نموذج البرمجة الخطية:

1) تعريف البرمجة الخطية:

1- تحتل البرمجة الخطية في الوقت الحاضر مركزاً مرموقاً في مجال بحوث العمليات ولها تطبيقات واسعة، وتم تطوير الأساليب الفنية المستخدمة في حل مشاكل البرمجة الخطية بعد الحرب العالمية الثانية (سهيلة عبد الله سعيد، 2007، ص 25)، ويعتبر George Dantzig أول من تطرق إلى حل مشاكل البرمجة الخطية (H.A. Eiselt, C.L. Sandblom, 2010, p24)، وقد عرفت على أنها:

طريقة رياضية تمكن من الوصول لأفضل أو أمثل الحلول الممكنة لمجموعة من المشاكل التي تتوافر فيها شروط رياضية معينة (سليمان محمد مرجان، 2002، ص 59)، من خلال تخصيص الموارد النادرة والمحددة من أجل تحقيق أهداف معينة حيث يكون من المستطاع التعبير عن الأهداف والقيود التي تحد من القدرة على تحقيقها في صورة معادلات أو متباينات رياضية. (أبو القاسم مسعود الشيخ، 2012، ص 26).

إذن فالبرمجة الخطية تعتبر طريقة لتحديد الحل الأمثل أو المزيج الإنتاجي الأمثل الذي يحقق الاستغلال الأمثل للموارد النادرة المستخدمة خلال فترة زمنية. (نجم عبود نجم، 2001، ص 400).

2) شروط استخدام نموذج البرمجة الخطية:

تعد مسألة البرمجة الخطية مسألة رياضية بالدرجة الأولى، وحتى يتسنى لنا حل المسألة الرياضية باستخدام أسلوب البرمجة الخطية، فلا بد من توفر مجموعة من الشروط التالية) علي علاونة، محمد عبيدات، 2006، ص 159-160):

(أ) الهدف: يعبر عن مؤشر الأمثلية، ويكون الهدف إما تعظيم وإما تخفيض.

(ب) البدائل: يجب أن تتوافر العديد من البدائل في مسألة البرمجة الخطية، حيث يؤدي حل المسألة بالنهاية إلى اختيار البديل الأمثل من بين البدائل المتاحة.

(ج) القيود والمحددات: يمكن التوصل إلى الهدف المحدد بمسألة البرمجة الخطية ضمن ما يسمى بالموارد المحددة ولا تعمل أية منشأة في ضوء موارد متاحة بشكل لا نهائي.

(د) العلاقة بين المتغيرات: لا بد من وجود علاقة واضحة يمكن تحديدها بين متغيرات تلك المسألة، وعادة ما تكون تلك العلاقة هي علاقة خطية بين متغيرات مسألة البرمجة الخطية.

هـ) الصيغة الرياضية: العلاقة بين متغيرات البرمجة الخطية تكون بشكل رياضي (رقمي) كالربح والتكلفة.

3) افتراضات نموذج البرمجة الخطية:

يتميز النموذج الرياضي العام لبرمجة الخطية بعدد من الافتراضات تتمثل في:
 أ) التناسبية: يعني هذا الافتراض أن المساهمة في دالة الهدف من جهة والكمية المستخدمة من الموارد من جهة أخرى تكون متناسبة مع قيمة كل متغير من متغيرات القرار.
 ب) الإضافة: ويعني هذا الافتراض أن قيمة دالة الهدف والموارد الكلية المستخدمة في المشكلة يمكن إيجادها من خلال جميع مساهمة دالة الهدف والموارد المستخدمة لجميع المتغيرات.

1- قابلية القسمة: وتعني هذه أن المتغيرات يمكن أن تأخذ قيما كسرية وليس بالضرورة أن تكون جميع قيم المتغيرات أعداد صحيحة (مؤيد عبد الحسين الفضل، 2004، ص30).

ج) اللاسلبية: أي أن قيم جميع المتغيرات في الحل يجب أن تكون موجبة (حسين محمود الجنابي، 2010، ص46).

د) التأكيد: يجب أن تكون جميع معاملات التي تظهر في النموذج معروفة وغير قابلة للتغيير (ثابتة) (Yves Nobert et des autres Paris, 1995, p32)

4) صياغة النموذج الخطي:

الصياغة الرياضية لنموذج البرمجة الخطية هي كالآتي (Jacques Teghem , 2012, p5):

$$\text{opt } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} x_j \leq d_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

مع العلم أن، c_j ، d_i ، t_{ij} تمثل ثوابت و x_j متغيرات حيث:

x_j : متغيرات القرار ($j = 1, 2, \dots, n$).

Z: تمثل القيمة المثلى للدالة الاقتصادية.

Cj: معامل المتغير في دالة الهدف

t_{ij}: المعاملات الفنية

d_i: كمية الموارد المتاحة (i = 1, 2, ..., m)

ثانيا: تطبيق نموذج البرمجة الخطية على مؤسسة ORSIM

لمعالجة نموذج البرمجة الخطية قمنا بتطبيقه على إحدى المؤسسات الإنتاجية تمثلت في مؤسسة اورسيم (ORSIM) بحيث يعتبر من أهم فروع المؤسسة الوطنية للصناعات الميكانيكية BCR وهي شركة ذات أسهم يبلغ رأس مالها 750.000.000 دينار جزائري، تقع الوحدة على مستوى الغرب الجزائري بواد رهيو. المؤسسة تقوم بإنتاج البراغي واللوايب والصنابير بمختلف الأحجام وبغية تطبيق النموذج حسب المعلومات المتاحة لسنة 2016، ركزنا على أهم أنواع منتوجات المؤسسة.

لكي نسهل عملية إعداد النموذج الرياضي نقوم بترميز أهم المنتجات التي تنتجها المؤسسة حيث أن كل وحدة منتجة تحتوي على 1000 قطعة من ذلك المنتج (لصغر حجم بعض المنتوجات) والتي نعرفها كما يلي:

X₁: عدد الوحدات المنتجة من TIGE D'ANCRAGE FJ M18X500/200 R25 C30 B

X₂: عدد الوحدات المنتجة من TIGE D'ANCRAGE FJ M18X600/150 R25 C50 B

X₃: عدد الوحدات المنتجة من TIGE D'ANCRAGE FJ M24X500/100 R25 B

X₄: عدد الوحدات المنتجة من TIGE D'ANCRAGE FJ M24X500/150 R50 B

X₅: عدد الوحدات المنتجة من RIVET TR DIAM 10X15 DIN 124 ACB

X₆: عدد الوحدات المنتجة من AXE DE PAUMELLE DIAM 10X54 Q4.8 B

X₇: عدد الوحدات المنتجة من AXE DE PAUMELLE DIAM 10X54 Q4.8 B

X₈: عدد الوحدات المنتجة من RIVET TR DIAM 10X15 DIN 124 ACB

X₉: عدد الوحدات المنتجة من VIS A TETE LARGE M12X40 NF 14399-3 Q10.9

HR D

X₁₀: عدد الوحدات المنتجة من VIS HPF M12X40/22 Q8.8 ZNF

X₁₁: عدد الوحدات المنتجة من ETRIER M10X55/030/030 Q8.8 ZNF

X₁₂: عدد الوحدات المنتجة من ETRIER M10X65/030/030 Q8.8 ZNF

X₁₃: عدد الوحدات المنتجة من VIS A BOIS FF DIAM 4X25 DIN 97 ACB

X_{14} : عدد الوحدات المنتجة من VIS A BOIS FF DIAM 4X30 DIN 97 ACP

X_{15} : عدد الوحدات المنتجة من VIS TRCC M6X14 DIN 603 Q4.8 P

X_{16} : عدد الوحدات المنتجة من GOUJON 2.00 D M8X25 FC DIN 835 Q8.8 PJ

X_{17} : عدد الوحدات المنتجة من GOUJON 2.00 D M8X16 FC DIN 835 Q8.8 PJ

1) عرض المعطيات المتعلقة المؤسسة:

أ) المواد الأولية المستعملة:

تعتمد مؤسسة اورسيم في صنع منتوجاتها على مجموعة من المواد الأولية، وهذه المواد لها معايير محددة في إنتاج هذه المنتوجات، ويمكننا عرض هذه المواد في الجدول التالي من خلال الكميات المتاحة سنويا والمقادير الداخلة في تركيب كل منتج.

جدول رقم (01): كمية المواد المتاحة خلال السنة (الوحدة كغ)

الكمية المتاحة	الاستهلاكات الوسيطة (كغ)	المنتوجات	المواد الأولية
2048	1200,335	X_1	BARRE S235 JR - E24-2- DIAM 18.00
	1500,424	X_2	
20798	2372,532	X_3	BARRE S235 JR - E24-2- DIAM 24.00
	2672,738	X_4	
	3048,474	X_5	
22640	35,99	X_6	RLX QST 34-3 DIAM 9.82
	16,82	X_7	
151500	58,83	X_8	RLX 35 B2 DIAM 11.78 h9
	54,48	X_9	
65000	56,34	X_{10}	BARRE 35 B2 DIAM 8.60 h9
	68,975	X_{11}	
18340	2,203	X_{12}	RLX QST 34-3 DIAM 3.47
	2,585	X_{13}	
50000	4,225	X_{14}	RLX QST 34-3 DIAM 5.25 (+0.06)
	6,505	X_{15}	
29350	13,509	X_{16}	RLX 22 B2 DIAM 7.75 h9
	16,711	X_{17}	

المصدر: مصلحة الإنتاج

(ب) ساعات العمل المتاحة:

للحصول على منتج نهائي الصنع يجب المرور ترتيبيا بعدة مراحل ترسم لنا الخطة اللازم إتباعه في العملية الإنتاجية، وذلك باستعمال الآلات اللازمة لهذا الغرض، ونظام العمل يختلف من آلة لأخرى، فهناك من تعمل 8 ساعات يوميا أو 16 ساعة يوميا أو 24 ساعة يوميا. والجدول التالي يوضح الوقت الكلي المتاح خلال السنة 2016 والوقت المستغرق لكل منتج على الآلة المستخدمة.

جدول رقم (02): الوقت المستغرق لكل منتج على الآلة المستخدمة (الوحدة ساعة)

الآلات	CISAILLETYPE HAZEL AMH3	USINER LES FILETS ET APPOINTER GG39	INSTALLATIONFOUR A CHAMBRE KES	INSTALLATION ZINGAGE AU FEU	PRESSE A DOUBLE FRAPPE COH	PRESSE A DOUBLE FRAPPE COH	FENDRE LES TETES F1	PRESSE BKA-2	PRESSE AFROIDSACMA SP260	MACHINE A O7ROULERG
X ₁	3,636	24,483	1							
X ₂	3,636	18,901	1							
X ₃	3,586	24,752	1							
X ₄	3,913	23,760	1							
X ₅	4,198	23,352	1							
X ₆		0,054					0,397			
X ₇								0,137		
X ₈				0,513				0,401		
X ₉				0,304	0,173			0,401		
X ₁₀	2,28		0,255	0,456	0,259					
X ₁₁	2,28		0,304	0,543	0,309					
X ₁₂			0,007		0,057	0,057				
X ₁₃			0,008		0,057					
X ₁₄					0,053	0,072				
X ₁₅			0,22		0,052					
X ₁₆				0,09					0,14	2,055
X ₁₇				0,061					0,14	2,055
المتاح	18975	6900	17250	17520	12045	5175	1725	1725	1725	1725

المصدر: مصلحة التخطيط والإعداد.

ج) سعر البيع والحد الأدنى من الإنتاج:

مؤسسة ORSIM تسعى لتعظيم أرباحها من خلال بيع أكبر كمية ممكنة من المنتوجات، كما أنها تتبع في بعض الأحيان أسلوب الإنتاج بالطلبات، ولذلك فإن المؤسسة تقوم بتقدير للحد الأدنى للإنتاج في بداية كل سنة على أساس حجم الطلبات المقدمة، وعلى أرقام السنوات السابقة.

والجدول التالي يوضح سعر بيع كل منتج والحد الأدنى من الإنتاج.

جدول رقم (03): سعر بيع المنتوجات والحد الأدنى من الوحدات المنتجة

الحد الأدنى من الإنتاج	سعر البيع (دج)	المنتوجات
1,000	189 490,18	X ₁
0,500	189 490,18	X ₂
1,400	265 850,00	X ₃
0,500	316 798,76	X ₄
0,750	303 050,00	X ₅
400,000	6 300,00	X ₆
300,000	3 820,00	X ₇
70,000	16 550,31	X ₈
600,000	11 350,00	X ₉
50,000	45 117,57	X ₁₀
30,000	49 046,19	X ₁₁
300,000	445,14	X ₁₂
200,000	498,12	X ₁₃
200,000	858,78	X ₁₄
600,000	2 046,56	X ₁₅
12,000	4 940,04	X ₁₆
30,000	4 536,48	X ₁₇

المصدر: المصلحة التجارية

(2) عرض النموذج الرياضي:

(أ) دالة الهدف:

$$\begin{aligned} \text{MAX } Z = & 189\,490,18X_1 + 189\,490,18X_2 + 265\,850,00X_3 \\ & + 316\,798,76X_4 + 303\,050,00X_5 + 6\,300,00X_6 \\ & + 3\,820,00X_7 + 16\,550,31X_8 + 11\,350,00X_9 \\ & + 45\,117,57X_{10} + 49\,046,19X_{11} + 445,14X_{12} \\ & + 498,12X_{13} + 858,78X_{14} + 2\,046,56X_{15} + 4\,940,04X_{16} \\ & + 4\,536,48X_{17} \end{aligned}$$

(ب) القيود:

✓ القيود المتعلقة بالمواد الأولية:

$$\begin{aligned} 1200,335 X_1 + 1500,424 X_2 & \leq 2048 \\ 2372,532 X_3 + 2672,738 X_4 + 3048,474 X_5 & \leq 20798 \\ 35,99 X_6 + 16,822 X_7 & \leq 22640 \\ 58,83 X_8 + 54,48 X_9 & \leq 151500 \\ 56,34 X_{10} + 68,975 X_{11} & \leq 65000 \\ 2,2031 X_{12} + 2,585X_{13} & \leq 18340 \\ 4,225 X_{14} + 6,505 X_{15} & \leq 50000 \\ 13,509 X_{16} + 16,711 X_{17} & \leq 29350 \end{aligned}$$

✓ القيود المتعلقة باستعمال الآلات:

$$\begin{aligned} 3,636X_1 + 3,636X_2 + 3,586X_3 + 3,913X_4 + 4,198X_5 + 2,28X_{10} \\ + 2,28X_{11} & \leq 18975 \\ 24,483X_1 + 18,901X_2 + 24,752X_3 + 23,760X_4 + 23,352X_5 & \leq 9600 \\ X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + 0,054X_6 + 0,107X_8 + 0,08X_9 + 0,255X_{10} \\ + 0,304X_{11} + 0,007X_{12} + 0,008X_{13} + 0,022X_{15} & \leq 17250 \\ 0,513X_8 + 0,304X_9 + 0,456X_{10} + 0,543X_{11} + 0,09X_{16} + 0,061X_{17} \\ & \leq 17520 \\ 0,173X_9 + 0,259X_{10} + 0,309X_{11} & \leq 12045 \\ 0,057X_{12} + 0,053X_{14} + 0,052X_{15} & \leq 5175 \\ 0,057X_{12} + 0,057X_{13} + 0,072X_{14} & \leq 1725 \\ 0,1375X_7 + 0,14X_{16} + 0,14X_{17} & \leq 1725 \\ 0,397X_6 + 0,401X_8 + 0,401X_9 & \leq 1725 \\ 2,055X_{16} + 2,055X_{17} & \leq 1725 \end{aligned}$$

✓ القيود المتعلقة بحدود الإنتاج:

$$\begin{aligned}X_1 &\geq 1 \\X_2 &\geq 0,5 \\X_3 &\geq 1,4 \\X_4 &\geq 0,5 \\X_5 &\geq 0,75 \\X_6 &\geq 400 \\X_7 &\geq 300 \\X_8 &\geq 70 \\X_9 &\geq 600 \\X_{10} &\geq 50 \\X_{11} &\geq 30 \\X_{12} &\geq 300 \\X_{13} &\geq 200 \\X_{14} &\geq 200 \\X_{15} &\geq 600 \\X_{16} &\geq 12 \\X_{17} &\geq 30\end{aligned}$$

✓ شرط اللاسلبية:

$$X_j \geq 0 \quad (j = 1,2, \dots \dots 17)$$

(3) حل البرنامج الخطيب استخدام lingo:

بعد إدخال جميع المعطيات الخاصة بالبرنامج الرياضي لهذه المسألة في جهاز الحاسوب، وباستعمال النظام المعلوماتي (LINDO) تحصلنا على النتائج التي تمثل القيم المثلى للبرنامج الرياضي، كما هي موضحة في الملحق رقم(01) حيث نلاحظ أن أكبر رقم أعمال قد تحققه المؤسسة يقدر ب 122665200 دج في ظل الموارد المتاحة من خلال إنتاج الكميات التالية:

$X_1 = 1,081$	$X_7 = 490,072$	$X_{13} = 200$
$X_2 = 0.5$	$X_8 = 2019,582$	$X_{14} = 200$
$X_3 = 1,4$	$X_9 = 600$	$X_{15} = 7556,496$
$X_4 = 5,683$	$X_{10} = 1116,982$	$X_{16} = 809,416$
$X_5 = 0,75$	$X_{11} = 30$	$X_{17} = 30$
$X_6 = 400$	$X_{12} = 8089,779$	

(4) دراسة حساسية النتائج:

إن تحديد برنامج الإنتاج الأمثل (الكميات اللازم إنتاجها) لأي برنامج خطي مرتبط بالمعطيات الأولية (المعاملات التقنية، الموارد المتاحة، معاملات دالة الهدف ...) ونظرا لأنه غير مستقر ويصعب التنبؤ به، وهذه المعطيات متغيرة من ظرف لآخر وتخضع لعدة عوامل خارجية لهذا نلجأ لدراسة الحساسية لمعاملات النموذج الرياضي والمتمثلة في معاملات دالة الهدف وقيم الطرف الثاني للقيود ومعرفة إلى أي مدى يمكن أن تتغير بدون أن تؤثر على قيم متغيرات القاعدة المثلى.

أ) دراسة حساسية معاملات دالة الهدف:

الجدول رقم (04): مجالات التغير في معاملات دالة الهدف (الوحدة: دج)

المتغيرات	سعر البيع	الانخفاض المسموح به	الزيادة المسموح بها
X_1	189490.1875	37898.566406	غير محدود
X_2	189490.1875	غير محدود	47373.375000
X_3	265850	غير محدود	15365.400391
X_4	316798.750	17309.648438	غير محدود
X_5	303050	غير محدود	58284.589844
X_6	6300	غير محدود	1872.737793
X_7	3820	875.331970	غير محدود
X_8	16 550.31	4294.060059	غير محدود
X_9	11350.00	غير محدود	3976.549072
X_{10}	45117.57	5055.773438	غير محدود
X_{11}	49046.19	غير محدود	6189.598633
X_{12}	445.14	20.671963	غير محدود
X_{13}	498.12	غير محدود	24.258877
X_{14}	858.78	غير محدود	470.462128
X_{15}	2046.561	724.344666	غير محدود
X_{16}	4940.04	403.559998	غير محدود
X_{17}	4536.479	غير محدود	403.559998

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج LINDO (الملحق رقم 02)

نلاحظ من الجدول رقم (04) بأنه يمكن للمؤسسة تخفيض من سعر بيع المنتجات X_1 .
 $X_4, X_7, X_8, X_{10}, X_{12}, X_{15}, X_{16}$ بمقدار محدد كما هو موضح في الجدول ولا تتغير متغيرات قاعدة

الحل الأمثل، بينما أي زيادة في سعر بيع هذه المنتجات فلن تؤثر على متغيرات قاعدة الحل الأمثل مهما كانت هذه الزيادة. أما المنتجات المتبقية فيمكن للمؤسسة الزيادة في سعر بيعها بمقدار محدد وذلك في حالة زيادة الطلب وعدم تخوف المؤسسة من فقدان زبائنها بينما أي تخفيض فلن يؤثر على متغيرات قاعدة الحل الأمثل.

ب) دراسة حساسية الطرف الثاني للقيود:

الجدول رقم(05): مجال التغير في الموارد (الطرف الثاني للقيود)

القيود	الموارد المتاحة	الكمية المتاحة	الانخفاض المسموح به	الزيادة المسموح بها
المواد الأولية (كغ)	BARRE S235 JR DIAM 18.00	2048	97.453	459722.750
	BARRE S235 JR DIAM 24.00	20798	13853.731	1054795.250
	RLX QST 34-3 DIAM 9.82	22640	3197.399	188418.250
	RLX 35 B2 DIAM 11.78 h9	151500	114693.890	75664.429
	BARRE 35 B2 DIAM 8.60 h9	65000	60113.750	403367.812
	RLX QST 34-3 DIAM 3.47	18340	17161.974	47853.851
	RLX QST 34-3 DIAM 5.25 (+0.06)	50000	45252.000	539207.562
	RLX 22 B2 DIAM 7.75 h9	29350	17914.269	غير محدود
الآلات (ساعة)	CISAILLE TYPE HAZEL AMH3	18975	16323.724	غير محدود
	USINER LES FILETS GG39	6900	9376.875	غير محدود
	INSTALLATION FOUR A CHAM KES	17250	14416.886	غير محدود
	INSTALLATION ZINGAGE AU FEU	17520	15701.243	غير محدود
	PRESSE A DOUBLE FRAPPES COH	12045	11642.631	غير محدود
	PRESSE A DOUBLE FRAPPES COH	5175	4310.344	غير محدود
	MACHINE A FENDRE LES TETES F1	1725	1238.082	غير محدود
	PRESSE A FROID BKA-2	1725	1540.096	غير محدود
	PRESSE A FROID SACMA SP260	1725	515.747	غير محدود
	MACHINE A ROULER G07	1725	1638.689	2725.133

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج LINDO (الملحق رقم 03)

يلاحظ من الجدول رقم (05) بأنه يمكن تخفيض كمية المادة الأولية (RLX 22 B2 DIAM 7.75 h9) بـ 17914 كغ بدون التأثير على متغيرات قاعدة الحل الأمثل بينما أي زيادة في هذه المادة لا تؤثر على متغيرات قاعدة الحل الأمثل أما باقي المواد فلديها مجال (حد أدنى وأقصى) تتغير فيه بدون أن يؤثر ذلك على متغيرات قاعدة الحل الأمثل كما هو موضح في هذا الجدول.

ونفس الشيء بالنسبة لوقت المتاح لعمل الآلات فيمكن تخفيضه ولكن أي زيادة في الوقت المتاح فهي غير مجدية، ماعدا وقت المتاح للآلة (M. A ROULER G07) فالمؤسسة تستطيع أن تزيد حتى 2725 ساعة إضافية بدون أن يؤثر على متغيرات قاعدة الحل الأمثل كما بإمكانها تخفيض في الوقت المتاح لهذه الآلة حتى 1638 ساعة.

5) تحديد القيم الحدية للموارد (أسعار الظل):

لكل مشكلة برمجة خطية أصلية نموذج مقابل يرتبط بها وهو ما يطلق عليه النموذج الثنائي، وبما أن النموذج الأصلي للبرمجة الخطية للمؤسسة يتضمن دالة تعظيم الأرباح فالنموذج المقابل يتضمن تقليل التكاليف بينما متغيرات النموذج الثنائي تتمثل في القيم الحدية للموارد.

إن النتائج المتحصل عليها في الملحق رقم (04) والتي تبين النتائج المثلى للبرنامج المقابل أي القيم الحدية لموارد المؤسسة (أسعار الظل) موضحة في الجدول التالي:
الجدول رقم(06): القيم الحدية للموارد

القيم الحدية للموارد	الكمية المتبقية	الموارد المتاحة	القيود
157.8644	0	BARRE S235 JR DIAM 18.00	المواد الأولية (كغ)
118.5297	0	BARRE S235 JR DIAM 24.00	
227.0836	0	RLX QST 34-3 DIAM 9.82	
281.3243	0	RLX 35 B2 DIAM 11.78 h9	
800.8088	0	BARRE 35 B2 DIAM 8.60 h9	
202.0480	0	RLX QST 34-3 DIAM 3.47	
314.6135	0	RLX QST 34-3 DIAM 5.25 (+0.06)	
0	17914.27	RLX 22 B2 DIAM 7.75 h9	الآلات (ساعة)
0	16323.72	CISAILLE TYPE HAZEL AMH3	
0	9376.876	USINER LES FILETS GG39	
0	14416.89	INSTALLATION FOUR A CHAM KES	
0	15701.24	INSTALLATION ZINGAGE AU FEU	
0	11642.63	PRESSE A DOUBLE FRAPPES COH	
0	4310.345	PRESSE A DOUBLE FRAPPES COH	
0	1238.083	MACHINE A FENDRE LES TETES F1	
0	1540.097	PRESSE A FROID BKA-2	
0	515.7477	PRESSE A FROID SACMA SP260	
2043.912	0	MACHINE A ROULER G07	

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج LINDO

من خلال هذا الجدول نلاحظ أن الموارد التي تم استغلالها كليا في عملية الإنتاج أي القيمة المتبقية منها معدومة (النموذج الأصلي) فإن القيمة الحدية لهذه الموارد في النموذج المقابل تكون غير معدومة أي أن الزيادة في هذه الموارد يؤثر على دالة الهدف وبالتالي فهي موارد نادرة.

فمثلا المادة (BARRE S235 JR DIAM 18.00) والذي تم استغلال جميع الكمية المتوفرة فإن الزيادة بكغ واحد من هذه المادة يؤدي إلى زيادة الأرباح بمقدار 157.8644 دج (مورد نادر) وكذلك بالنسبة لجميع الموارد المتبقية والتي تم استغلال كل الكمية المتوفرة منها.

أما فيما يخص الموارد التي لم تستغل كليا أي القيمة المتبقية غير معدومة فإن أزيادة في كمية هذه الموارد لا يغير في قيمة دالة الهدف، فمثلا الآلة (PRESSE A DOUBLE FRAPPES COH) فلو قامت المؤسسة بزيادة عدد ساعات عمل هذه الآلة لا يؤدي إلى زيادة الأرباح فهي مورد غير نادر.

الخاتمة:

لقد قمنا في هذه الورقة البحثية بمحاولة تطبيق أحد الأساليب الكمية والمتمثل في أسلوب البرمجة الخطية على إحدى المؤسسات الاقتصادية المتمثل في مؤسسة ORSIM لصناعة اللوالب والصنابير بوادي ارهيو ولاية غليزان، من خلال اقتراح خطة انتاج سنوية باستخدام برنامج LINDO وعلى اعتبار بأن المؤسسة تحاول تعظيم مبيعاتها إلى أقصى حد ممكن في ظل الموارد المتاحة لديها.

ومما سبق يمكن أن نستنتج أن لدى أساليب بحوث العمليات دورا فعالا في اتخاذ القرار الأمثل من خلال نموذج البرمجة الخطية الذي يعتبر من أبسط الأساليب وأنجعها حيث يمكن للمؤسسات الاقتصادية من تحقيق أهدافها وتحديد التوليفات المثلى من المنتوجات مع الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة.

وفي الأخير فإن هذا النموذج ما هو إلا أحد أساليب بحوث العمليات وأثبت نجاحا في العديد من المجالات ولكن لا يستعمل إلا إذا كان للمؤسسة هدف واحد تسعى إلى تحقيقه.

قائمة المراجع:

- 1- أبو القاسم مسعود الشيخ، بحوث العمليات، المجموعة العربية للتدريب والنشر، ط1، مصر، 2012.
- 2- حسين محمود الجنابي، الأحدث في بحوث العمليات، ط1، دار الحامد، الأردن، 2010.
- 3- سليمان محمد مرجان، بحوث العمليات، دار الكتب الوطنية بن غازي، ليبيا، الطبعة الأولى، 2002.
- 4- سهيلة عبد الله سعيد، الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات، دار الحامد، عمان، 2007.
- 5- علي علاونة، محمد عبيدات، الأساليب الكمية في اتخاذ القرار، يزيد للنشر، ط1، 2006.
- 6- مؤيد عبد الحسين الفضل، الأساليب الكمية نماذج خطية وتطبيقاتها في تخطيط الإنتاج، دار مجدلاوي للنشر، ط1، عمان، 2004.
- 7- نجم عبود نجم، إدارة العمليات والأساليب والاتجاهات الحديثة، ج2، مركز البحوث، السعودية، 2001.
- 8- H.A. Eiselt, C.L. Sandblom, Operations Research A Model Based Approach, Springer, New York, 2010.
- 9- Jacques Teghem, 'Recherche Opérationnelle Méthodes d'optimisation, Tome 1, ellipses, Paris, 2012.
- 10- Yves Nobert, Roch Ouellet, Régis Parent, La Recherche Opérationnelle, gaetam morin éditeur, Paris, 1995.

الملاحق:

الملحق رقم (01): يوضح نتائج حل البرنامج الخطي باستخدام برنامج lingo

LINDO - [Reports Window]		
File Edit Solve Reports Window Help		
LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0		
OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	0.1226652E+09	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.081188	0.000000
X2	0.500000	0.000000
X3	1.400000	0.000000
X4	5.683347	0.000000
X5	0.750000	0.000000
X6	400.000000	0.000000
X7	490.072510	0.000000
X8	2019.581787	0.000000
X9	600.000000	0.000000
X10	1116.981689	0.000000
X11	30.000000	0.000000
X12	8089.779297	0.000000
X13	200.000000	0.000000
X14	200.000000	0.000000
X15	7556.495117	0.000000
X16	809.416016	0.000000
X17	30.000000	0.000000

الملحق رقم (02): يوضح حساسية معاملات دالة الهدف حسب برنامج lindo



RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	189490.187500	INFINITY	37898.566406
X2	189490.187500	47373.375000	INFINITY
X3	265850.000000	15365.400391	INFINITY
X4	316798.750000	INFINITY	17309.648438
X5	303050.000000	58284.589844	INFINITY
X6	6300.000000	1872.737793	INFINITY
X7	3820.000000	INFINITY	875.331970
X8	16550.310547	INFINITY	4294.060059
X9	11350.000000	3976.549072	INFINITY
X10	45117.570312	INFINITY	5055.773438
X11	49046.191406	6189.598633	INFINITY
X12	445.140015	INFINITY	20.671963
X13	498.119995	24.258877	INFINITY
X14	858.780029	470.462128	INFINITY
X15	2046.561035	INFINITY	724.344666
X16	4940.040039	INFINITY	403.559998
X17	4536.479980	403.559998	INFINITY

الملحق رقم (03): يوضح حساسية الطرف الثاني للقيود حسب برنامج lindo



ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	2048.000000	459722.750000	97.453064
3	20798.000000	1054795.250000	13853.731445
4	22640.000000	188418.250000	3197.399902
5	151500.000000	75664.429688	114693.890625
6	65000.000000	403367.812500	60113.750000
7	18340.000000	47853.351562	17161.974609
8	50000.000000	539207.562500	45252.000000
9	29350.000000	INFINITY	17914.269531
10	18975.000000	INFINITY	16323.724609
11	9600.000000	INFINITY	9376.875977
12	17250.000000	INFINITY	14416.886719
13	17520.000000	INFINITY	15701.243164
14	12045.000000	INFINITY	11642.631836
15	5175.000000	INFINITY	4310.344727
16	1725.000000	INFINITY	1238.082642
17	1725.000000	INFINITY	1540.096802
18	1725.000000	INFINITY	515.747681
19	1725.000000	2725.133301	1638.689941

الملحق رقم (04): يوضح القيم الحدية للموارد حسب برنامج lingo

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1226652E+09	1.000000
2	0.000000	157.8644
3	0.000000	118.5297
4	0.000000	227.0836
5	0.000000	281.3243
6	0.000000	800.8088
7	0.000000	202.0480
8	0.000000	314.6135
9	17914.27	0.000000
10	16323.72	0.000000
11	9376.876	0.000000
12	14416.89	0.000000
13	15701.24	0.000000
14	11642.63	0.000000
15	4310.345	0.000000
16	1238.083	0.000000
17	1540.097	0.000000
18	515.7477	0.000000
19	0.000000	2403.912
20	0.8118817E-01	0.000000
21	0.000000	-47373.37
22	0.000000	-15365.41
23	5.183347	0.000000
24	0.000000	-58284.58
25	0.000000	-1872.738
26	190.0725	0.000000
27	1949.582	0.000000
28	0.000000	-3976.549
29	1066.982	0.000000
30	0.000000	-6189.600
31	7789.779	0.000000
32	0.000000	-24.25890
33	0.000000	-470.4622
34	6956.495	0.000000
35	797.4161	0.000000
36	0.000000	-403.5600