

نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولوية كأداة فعالة في التخطيط الإجمالي للإنتاج

دراسة حالة المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

- أ.ساهد عبد القادر جامعة تلمسان - الجزائر

- أ.د. مكيديش محمد جامعة تلمسان - الجزائر

ملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى وضع صياغة رياضية لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج (APP) "Aggregate production planning" في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة، وهذا حتى يتمكن مقرر الإنتاج في إدارتها الإنتاجية من تحديد خطة إنتاج مثالية تواجه بها تقلبات الطلب الموسمية على منتجاتها ، ومن أجل ذلك استخدمنا نموذج البرمجة بالأهداف ذات الأولوية "Lexicographique goal programming(LGP)" ، الذي يأخذ بعين الاعتبار أهمية الهدف حسب الأولوية. تهدف الصياغة الرياضية إلى تقليص مجموع تكاليف الإنتاج والعمالة، تكاليف التخزين وتقليص مقدار التغير في العمالة ، والاستخدام نموذج برمجة الأهداف كان لابد من تحديد مستويات الأهداف التي يرغب متخذ القرار الوصول إليها حيث استخدمنا طريقة البرمجة الكمبرومايزية "Compromise Programming" لـ (1981) "Zeleny" في تحديدها، ليتم في الأخير حل النموذج الرياضي باستخدام البرنامج LINGO والحصول على خطة إنتاج مثلى. **الكلمات المفتاحية :** التخطيط الإجمالي للإنتاج ، نموذج برمجة الأهداف ذات الأولوية ، البرمجة الكمبرومايزية .

Abstract :

This study presents the mathematical formulation of problem the Aggregate production planning (APP), in the National firm of iron manufactures non-metallic and useful substances, So that its Decision Maker of production management in the firm can be able to specify an optimal production plan through which it faces the seasonal demand fluctuations on its products. For this, we use Lexicographique goal programming(LGP) Which takes into account the importance of the target in order of priority . The proposed mathematical formulation attempts to minimize total production and work force costs, carrying inventory costs and rates of changes in Work force. we have used compromise programming way zeleny(1981) in

designating them, so that in the end, the mathematical sample is solved by using LINGO program and getting optimal production plan .

Keywords: aggregate production planning ; Lexicographique Goal programming ; compromise programming

مقدمة :

يعتبر تخطيط الإنتاج أحد الوظائف المهمة في المؤسسة، إذ يعتمد بصفة كبيرة على أرقام الطلب المتنبأ به ، هذه الأرقام التي تكون متذبذبة بسبب عدة عوامل كالموسمية و العشوائية، فتارة يأخذ منحى الطلب إتجاها معيناً نحو الارتفاع و تارة أخرى نحو الانخفاض ، لذلك نادراً جداً ما نجد أن الطاقة المتاحة لمؤسسة ما سواء أكانت آلية أو طاقة أفراد تتعادل مع الوفاء بهذا القدر تماماً مع الطلب المتنبأ به، فقد تفوق أرقام الطلب المتنبأ بها الطاقة المتاحة للمؤسسة، وهذا ما قد يضعها في مشاكل كبيرة مع زبائنها، كما ستفقد فرصاً كبيرة للربح إلى غير ذلك ، وقد تتخفف أرقام الطلب المتنبأ بها عن طاقة المؤسسة الأمر الذي قد يحمل المؤسسة تكاليف ناتجة عن طاقات عاطلة، لذلك فهذا التقاب في أرقام الطلب مع محدودية الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، يستدعيها أن تقوم بتخطيط متوسط المدى من أجل مواجهة تلك التقلبات في أرقام الطلب، و يعرف هذا التخطيط بالتخطيط الإجمالي للإنتاج، إذ تحاول المؤسسة وضع خطة إجمالية تشمل جميع منتجاتها على اختلاف أنواعها لمواجهة الطلب الإجمالي المتنبأ به على منتجاتها بأدنى التكاليف، إذ يمكنها مواجهة الطلب باستخدام الوقت الإضافي للتشغيل عند ارتفاع الطلب و تخفيض الوقت العادي عند انخفاضه، كما يمكنها أيضاً أن تقوم بتعيين عمال عند ارتفاع الطلب و تسريحهم عند انخفاضه، و أيضاً يمكنها الرفع من طاقتها عن طريق التعاقد مع مصادر خارجية لسد النقص أثناء ارتفاع الطلب، و أيضاً استخدام المخزون، إذ تنتج كميات إضافية في حالات الطلب المنخفض لتستخدمها في حالات الطلب المرتفع، إلى غير ذلك من إستراتيجيات التخطيط الإجمالي حيث تجدر الإشارة أن لكل إستراتيجية تكاليف خاصة بها، و مهمة المخطط تكمن في تحديد الإستراتيجية ذات التكلفة الأقل . و عليه فإنه يمكن تعريف التخطيط الإجمالي بأنه تلك الخطة الإجمالية ، و التي يتم إعدادها لتغطي فترة زمنية متوسطة المدى تتراوح بين 3 إلى 18 شهراً يتم فيها تحديد أفضل استخدام لموارد المؤسسة من مستويات الإنتاج ، العمالة و المخزون، وذلك من أجل مواجهة احتياجات الطلب المتنبأه بأفضل

نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولوية كأداة فعالة في التخطيط الإجمالي للإنتاج دراسة حالة
المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

الطرق، فالتخطيط الإجمالي يحدد كيفية مقابلة الطلب من الموارد الإنتاجية المتاحة، مستهدفاً بذلك تحقيق درجة عالية من الكفاءة و الفعالية في استخدام الطاقة الإنتاجية المتاحة .

لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في صياغة مشكلة APP في شكل نموذج رياضي وإن أول محاولة لنمذجة مشكلة APP كانت سنة 1955 على يد الباحثين Holt, Modigliani , Mûth , Simon عن طريق نموذج قاعدة القرارات الخطية إذ يتم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل و مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة في ظل عدم خطية التكاليف ، لكن تعرض هذا النموذج إلى الكثير من الانتقادات بسبب عدم استخدامه لجميع بدائل الإنتاج الممكنة ضف إلى ذلك صعوبة تصوير التكاليف في صورة تربيعية ، كما يعاب عليه أيضا عدم قدرته على إستيعاب جميع قيود المؤسسة.

في سنة 1955 تمكن Bowman من صياغة مشكلة APP في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل) ورغم مساهمته الفعالة في حل مشكلة APP إلا أنه تعرض بدوره إلى إنتقادات كونه لا يقوم بحساب تكاليف التغيير في حجم الإنتاج و المتمثلة في تكاليف تعيين عاملين جدد أو تكاليف الاستغناء عن جزء من العمالة المستخدمة، كذلك لا يأخذ في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الانقطاع عن المخزون) وفي سنة 1960 طور Hess and Hanssmann نموذجاً لـ APP مستخدمين في ذلك نموذج البرمجة الخطية إذ تمكنا من تقليص دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج ، تكاليف التخزين و تكلفة تغيير العمالة ، لتظهر فيما بعد العديد من النماذج الرياضية والتي تعالج مشكلة APP ومن بينهم (1979) Buffa and Miller ، وأيضا

(1985) Elsayed and Boucher ، (1989) Hackman and Leachman ، (1985) Johanson and Eilon (1974) ، (1981) Khoshnevis ، وآخرين، وأيضا الباحث (1975) Montgomery والذي أدخل مفهوم التعاقد الخارجي (Subcontract) في النموذج الرياضي وهي الحالة التي تستعين فيها المؤسسة بالمصادر الخارجية من أجل سد النقص عند الإرتفاع الكبير للطلب.

إن نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي تهدف إلى تحديد خطة مثالية تقوم بتقليص مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية، بما فيها تكاليف التخزين ، تكاليف تعيين و تسريح العمال ، و تكاليف الوقت العادي و الوقت الإضافي و كذا تكاليف الشراء من مصادر

خارجية ، وبالرغم من فعالية هذه النماذج إلا أنها في كثير من الأحيان لا تعبر عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة ذلك لأنها تأخذ بعين الاعتبار إلا هدفا واحدا خلال فترة التخطيط المعتمدة، فمتخذ القرار في المؤسسة يمكن أن تكون له عدة أهداف كتقليص تكاليف الإنتاج ، تقليص تكاليف التخزين ، تلبية الطلبات، تقليص التغير في العمالة ،.... ولهذه الأسباب كان لزاما على الباحثين البحث عن نماذج رياضية تأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف عند حلها لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج.

ومن خلال ما سبق تتبلور معالم الإشكالية الآتية :

▪ كيف يمكن للمؤسسات أن تقوم بتحديد مواردها المثلى (حجم الإنتاج، حجم العمالة، حجم المخزون...) بالشكل الذي يجعلها تواجه تقلبات الطلب المتوقع بأدنى التكاليف مع تحقيق عدة أهداف في آن واحد ؟ ولمعالجة هذه الإشكالية سنقوم بصياغة الفرضية الآتية :

▪ إن فشل التخطيط الإجمالي للإنتاج في تحقيق أهداف المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية الغير الحديدية والمواد النافعة في المؤسسات الصناعية الجزائرية يعود سببه إلى عدم تطبيق الأساليب الكمية الحديثة كنموذج البرمجة الرياضية بالأهداف؟ وعليه فإن مضمون هذه الدراسة بتطبيق نموذج رياضي لتحديد خطة إنتاج إجمالية لفترة تخطيطية معينة (6 أشهر) تضمن بها المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة التحديد الأمثل لمواردها، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف محققة في نفس الوقت عدة أهداف ومراعية أيضا أولويتها لكل هدف من هذه الأهداف .

1- نموذج برمجة الأهداف في التخطيط الإجمالي للإنتاج : تمكن العديد من الباحثين من صياغة مشكلة APP على أنها مشكلة متعددة الأهداف Multiple-Objective ، وما مكنهم من ذلك الطرق الحديثة لنماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف (Multiple-Objective Mathematical programming) . إن أول من استخدم نموذج البرمجة بالأهداف في مجال APP الباحث Goodman.D.(1974) ، ليليه فيما بعد عدة باحثين من بينهم Lee and Moore (1975) و Dekro و (1984) Hebert ، ، Masud ,A و (1980) Hwang ، و الباحثين Stephen ، Leung, Yue و (2003) Lai .

نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولوية كأداة فعالة في التخطيط الإجمالي للإنتاج دراسة حالة
المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

في سنة 1980 تمكن الباحثين Masud, A و Hwang من صياغة مشكلة APP في شكل
نموذج برمجة أهداف GP عن طريق تحديد ثلاثة أهداف وهي :

- الهدف الأول : تقليص التكاليف الإجمالية للإنتاج
- الهدف الثاني : تقليص تكاليف الاحتفاظ والانقطاع عن المخزون.
- الهدف الثالث : تقليص مقدار التغير في العمالة.

إن صياغة مشكلة APP باستخدام البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف يحتاج أولاً إلى
تعريف معلمات ومتغيرات القرار الآتية:

V_{it} : تكلفة إنتاج وحدة واحدة من المنتج i في الفترة t باستثناء تكاليف اليد العاملة.

C_{it} : تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المنتج i بين الفترة t و الفترة $t+1$.

r_t : تكلفة اليد العاملة بالنسبة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t .

d_{it} : التنبؤ بالطلب للمنتج i في الفترة t .

K_{it} : عدد الوحدات المنتجة من المنتج i من طرف كل عامل خلال الفترة t .

I_{oi} : مستوى المخزون المبدئي من المنتج i .

P_{it} : الكمية من المنتج i المنتجة في الفترة t .

I_{it} : الكمية المخزنة من المنتج i في الفترة t .

H_t : عدد العمال الذين يتم تعيينهم في الفترة t .

F_t : عدد العمال الذين يتم تسريحهم في الفترة t .

h_t : تكلفة تعيين عامل واحد خلال الفترة t .

f_t : تكلفة تسريح عامل واحد خلال الفترة t .

$I_{it.Min}$: أدنى مستوى مخزون يتم الاحتفاظ به من المنتج i في الفترة t

W_t : عدد القوة العاملة في الفترة t .

W_{Min} : الحد الأدنى من مستوى القوة العاملة خلال الفترة t .

W_{Max} : الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة خلال الفترة t .

N : العدد الكلي للمنتجات .

T : الأفق الزمني للتخطيط.

وبالتالي يمكن صياغة نموذج APP كما يلي:

• **الهدف الأول :** تقليص مجموع تكاليف الإنتاج.

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t)$$

• **الهدف الثاني :** تقليص تكاليف الإحتفاظ والانتقاع للمخزون.

$$Min..Z_2 = \sum_{t=1}^T (c_{it} I_{it})$$

• **الهدف الثالث :** تقليص التغيير في عدد العمال.

$$Min..Z_3 = \sum_{t=1}^T (H_t + F_t)$$

تحت الشروط:

أ. القيد المتعلق بالاحتفاظ وانقطاع المخزون والإنتاج:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

ب. القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

ج. القيد المتعلق بتعيين وتسريح العمال:

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

د. شروط عدم السلبية :

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

وبما أنه من الصعب جدا تحديد قيم مثلى للنموذج أعلاه ، لهذا لابد من تحويله إلى نموذج برمجة أهداف (GP) وهذا وفق الصياغة الرياضية الآتية :

$$Min.Z = \sum_{i=1}^p W_1^+ \delta_1^+ + W_2^+ \delta_2^+ + W_3^+ \delta_3^+$$

تحت الشروط :

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

$$Min..Z_2 = \sum_{t=1}^T (c_{it} I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2^*$$

$$Min..Z_3 = \sum_{t=1}^T (H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3^*$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it,Min}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

حيث:

$\delta_1^+, \delta_2^+, \delta_3^+$ الانحرافات الموجبة المتعلقة بالأهداف g_1^* و g_2^* و g_3^* على التوالي.

$\delta_1^-, \delta_2^-, \delta_3^-$ الانحرافات السالبة المتعلقة بالأهداف g_1^* و g_2^* و g_3^* على التوالي.

إن g_1^* و g_2^* و g_3^* عبارة عن أرقام تعبر عن مستوى الهدف وتحدد قيمتها من طرق متخذ القرار (المقرر) ، وفي النموذج أعلاه فإن المقرر يرغب في تقليص الانحرافات الموجبة ، ذلك لأنه لا يرغب في أن تتجاوز التكلفة مستوى الهدف الذي قام بتحديدته، وفي هذه الورقة البحثية سوف نستخدم البرمجة الكمبرومايزية (Compromise programming) المقترحة من طرف الباحث (Zeleny (1981) والتي يمكن استخدامها في الحالة التي يتعذر فيها على المقرر تحديد مستويات الأهداف ، عن طريق تحديد القيم المثلى لكل دالة هدف على حدة ليتم فيما بعد استخدام القيم المثلى لدالة الهدف المحصل عليها كأهداف ويمكن صياغة نموذج البرمجة الكمبرومايزية كما يلي :

$$pour g_i^* = Max.or.Min.f_i(x) \quad i = 1,2,\dots,p$$

تحت الشروط :

$$Cc \leq, =, \geq c \quad (\text{قيود النظام})$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

حيث :

$f_i(x)$: دالة الهدف رقم i

C : مصفوفة المعاملات التكنولوجية.

x : مصفوفة متغيرات القرار .

c : شعاع الموارد المتاحة.

وعند الحصول على القيم المثلى لدالة الهدف يتم استخدامها كمستويات أهداف مثلى

g_i^* ليتم بعد ذلك صياغة المشكل في شكل نموذج برمجة أهداف.

2- البرمجة بالأهداف ذات الأولوية (Lexicographic goal programming) ونموذج

APP: يعود الفضل في اقتراح وتطوير نموذج برمجة الأهداف ذات الأولوية LPG من

طرف الباحثين (1991) Romero و (1995) Tamiz et al و (1997) Tamiz et jones وفي

هذا النموذج يرتب المقرر الأهداف حسب الأولوية بالنسبة لكل هدف حيث يحاول تقليص

(أو تعظيم) دالة الهدف ذات الأولوية الأولى ويحتفظ بقيمة دالة الهدف لتصبح كشرط عند

قيامه بتقليص الهدف ذو الأولوية الثانية وهكذا حيث أن نتيجة المرحلة الأخيرة هي النتيجة

التي تعبر عن الحل الأمثل وعليه فإنه يمكن صياغة نموذج APP وفق نموذج LGP كما

يلي:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m P_k (\delta_i^- + \delta_i^+)$$

تحت الشروط :

$$\text{Min..} Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

$$\text{Min..} Z_2 = \sum_{t=1}^T (c_{it} I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2^*$$

$$\text{Min..} Z_3 = \sum_{t=1}^T (H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3^*$$

نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولوية كأداة فعالة في التخطيط الإجمالي للإنتاج دراسة حالة المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

$$i = 1,2,\dots,N$$

$$t = 1,2,\dots,T$$

$$k = 1,2,3,\dots$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

حيث : P_k : يعبر عن هيكل أولويات الأهداف.

3- الصياغة الرياضية لنموذج APP في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bantal Maghnia:

3-1 مشكلة APP في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة : تختص المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bantal maghnia بإنتاج 3 أنواع من المنتجات والتي تعتبر مهمة، وأحد المواد الأولية التي تدخل في صناعات عديدة مثل صناعة مواد التجميل ، الطلاء.....وهي :

Bentonite

-البانتونيت (BEN)

Terre Décolorante

-الديكولورانت (TD)

Carbonate of calcium

-كربونات الكالسيوم (CAL)

وتقوم المؤسسة بتشغيل 175 عاملاً، بحيث نظام العمل في المؤسسة هو نظام الإنتاج المستمر، أي الإنتاج دون توقف (8×3ساعة) لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الخميس حيث يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

إن إفراد المؤسسة بإنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعاً ما، الأمر الذي قد يسبب مشاكل في الطاقة الإنتاجية لهذه المؤسسة، فتارة يكون الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية، وتارة يكون الطلب أقل من طاقتها الإنتاجية، والجدول (1) يوضح متوسط الطاقة الإنتاجية اليومية للوحدة من

، CAL، TD، BEN، وقمنا بأخذ المتوسط لأن الطاقة المتاحة اليومية للمؤسسة متذبذبة، بسبب مشاكل الصيانة.

جدول (1): الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL، TD، BEN في مؤسسة Bantal maghnia لسنة

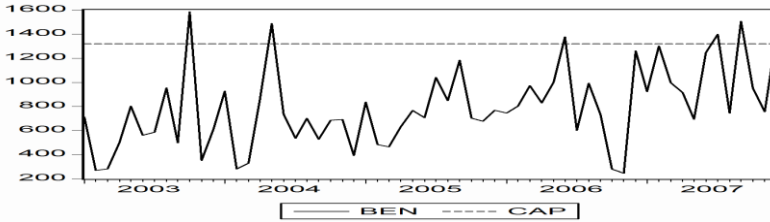
2007

CAL	TD	BEN	المنتوج
45	12	55	الطاقة اليومية بالطن (CAP)

المصدر: أرشيف مصلحة الإنتاج داخل المؤسسة

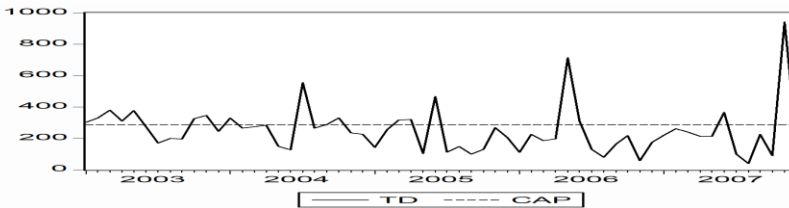
فبالنسبة لمنتجات الوحدة في بعض الأحيان يفوق الطلب الفعلي طاقة المؤسسة الإنتاجية وفي أحيان أخرى ينخفض عنها. والأشكال البيانية أدناه توضح تقلبات الطلب عن مستوى الطاقة الإنتاجية الشهرية أي الطاقة الإنتاجية اليومية مضروبة في معدل عدد الأيام الفعلية (العملية) لكل شهر والذي يقدر بـ 24 يوما.

الشكل البياني (1): تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـ BEN



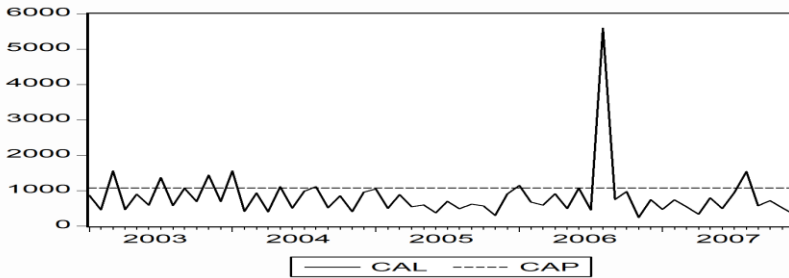
المصدر: من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eviews اعتمادا على معطيات مصلحة المبيعات داخل المؤسسة

الشكل البياني (2): تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـ TD



المصدر: من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eviews اعتمادا على معطيات مصلحة المبيعات داخل المؤسسة

الشكل البياني (3): تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـ CAL



المصدر: من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eviews اعتمادا على معطيات مصلحة المبيعات داخل المؤسسة

إن تقلبات الطلب وتذبذبها عن مستوى الطاقة الإنتاجية، يجعل المؤسسة في حاجة ملحة لخطة إنتاجية، تحاول على إثرها مواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب بسبب التغيرات الموسمية و التغيرات العشوائية.

إن صياغة النموذج الرياضي في مؤسسة Bantal Maghnia ، يجب أن يتفق مع قيود وشروط ومتطلبات المؤسسة أثناء الفترة التخطيطية وهي :

1. الفترة التخطيطية في المؤسسة تقدر بـ 6 فترات (6 أشهر).
2. يجب الأخذ بعين الاعتبار منتجات المؤسسة الثلاث.
3. القيم المبدئية لمستوى المخزون من المنتجات الثلاث (BEN ,TD,CAL) في الفترة 1 هي.

$$I_{10} = 1856.25.Tons.of .BEN$$

$$I_{20} = 1029.Tons.of .TD$$

$$I_{30} = 1860.Ton.of .CAL$$

4. الحد الأدنى من المخزون والذي يجب الاحتفاظ به في المؤسسة في كل فترة

(مخزون الأمان) يساوي 500 طن من كل منتج

5. التكاليف المتعلقة بتعيين وتسريح العمال تم تقديرها من طرف المسؤول عن

الموارد البشرية بالمؤسسة أخذا بعين الاعتبار مختلف التكاليف الاجتماعية التي

تتحملها المؤسسة من جراء تعيين عامل أو تسريحه وكانت كما

يلي: $h_t = 5178.DA$ وهي تكلفة تسريح عامل و $f_t = 4155.DA$ وهي عبارة

عن تكلفة تعيين عامل.

6. تكلفة اليد العاملة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t تساوي

$$r_t = 2694.706.DA$$

7. الحد الأدنى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة الاستغناء عنه مهما

كانت ظروف الطلب (ارتباطات قانونية مع نقابات العمال) في ورشة الإنتاج خلال الفترة t هو 55 عامل ($W_{Min} = 55$).

8. الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة تجاوزها في ورشة

الإنتاج خلال الفترة t هو 68 عامل ($W_{Max} = 68$).

9. القيمة المبدئية في بداية الفترة 1 لمستوى القوة العاملة في المؤسسة هو 68 أي

$$.(W_0 = 68)$$

10. الطاقة التخزينية القصوى للمؤسسة من المنتجات الثلاث مجتمعة هي : 6000

طن.

11. الأولويات للأهداف كما رتبها مدير المؤسسة هي P_1 ، P_2 ، P_3 بالنسبة للأهداف

Z_1 ، Z_2 ، Z_3 على الترتيب

والجدول (2) يوضح البيانات المتعلقة بالمؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية

والتي تم الحصول عليها من إدارة المؤسسة:

جدول (2) : البيانات المتعلقة بالطلب، تكاليف الإنتاج، وتكاليف اليد العاملة، إنتاجية العمال

وتكاليف التخزين في المؤسسة

المنتج	الفترة	d_{it}	v_{it}	c_{it}	K_{it}
BEN (P_{1i})	1	1177.225	3293.493	208.796	17.794
	2	923.021	3293.493	208.796	15.367
	3	883.342	3293.493	208.796	18.602
	4	1071.99	3293.493	208.796	16.985
	5	1379.269	3293.493	208.796	17.794
	6	1315.222	3293.493	208.796	17.794
TD (P_{2i})	1	128.620	21646.608	848.721	3.883
	2	163.777	21646.608	848.721	3.353
	3	164.617	21646.608	848.721	4.059
	4	166.005	21646.608	848.721	3.706
	5	193.317	21646.608	848.721	3.883
	6	206.662	21646.608	848.721	3.883
CAL (P_{3i})	1	1164.191	1296.109	139.149	14.558
	2	463.447	1296.109	139.149	12.573
	3	659.034	1296.109	139.149	15.220
	4	425.240	1296.109	139.149	13.897
	5	78.967	1296.109	139.149	14.558
	6	478.221	1296.109	139.149	14.558

المصدر: من إعداد الباحث باستعمال معطيات مصلحة المبيعات والبرنامج Eviews

نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولوية كأداة فعالة في التخطيط الإجمالي للإنتاج دراسة حالة
المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

2-2 صياغة وحل النموذج الرياضي المقترح في حل مشكلة APP في مؤسسة Bantale : Maghnia

يمكن صياغة نموذج برمجة الأهداف في Bantale Maghnia كما يلي :

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t)$$

$$Min..Z_2 = \sum_{t=1}^T (c_{it} I_{it})$$

$$Min..Z_3 = \sum_{t=1}^T (H_t + F_t)$$

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \leq 0$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$\sum_{i=1}^3 I_{it} \leq 6000$$

$$I_{it} \geq 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

$$t = 1, 2, \dots, 6 \quad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0 \quad i = 1, 2, 3$$

ويلاحظ أن قيمة W_t, H_t, F_t هي عبارة عن أعداد صحيحة وهذا لأنها تعبر عن عدد العمال.

ومن أجل صياغة مشكلة APP للطاقة الإنتاجية باستخدام نموذج برمجة الأهداف سوف نستخدم طريقة البرمجة الكمبرومايزية وهذا عن طريق تقليص كل دالة هدف على حدة ليتم استخدام القيمة المثلى لدالة الهدف كمستوى هدف في نموذج GP.

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t)$$

تحت الشروط :

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \leq 0$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$\sum_{i=1}^3 I_{it} \leq 6000$$

$$I_{it} \geq 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

$$t = 1, 2, \dots, 6$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0 \quad i = 1, 2, 3$$

وباستخدام البرنامج LINGO تم الحصول على :

$$g_1^* = \text{Min.} Z_1 = 31875560..DA$$

وبنفس الطريقة تم الحصول على القيم :

$$g_2^* = \text{Min.} Z_2 = 4375616..DA$$

$$g_3^* = \text{Min.} Z_3 = 0..(main)$$

وبعد تحديد قيم الأهداف يمكن صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في هذه المؤسسة بعد الأخذ بعين الاعتبار الأوزان النسبية المتعلقة بالانحرافات كما يلي

$$(W_1^+ = 0.5., W_2^+ = 0.9., W_3^+ = 0.1)$$

الأهداف بالأولويات في المؤسسة هذا بالأخذ بعين الاعتبار بيانات المؤسسة كما يلي:

$$\text{Min.} Z = \sum_{i=1}^p P_2 \delta_1^+ + P_3 \delta_2^+ + P_1 \delta_3^+$$

تحت الشروط:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولوية كأداة فعالة في التخطيط الإجمالي للإنتاج دراسة حالة
المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

$$Z_2 = \sum_{i=1}^T (c_{it} I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2^*$$

$$Z_3 = \sum_{i=1}^T (H_i + F_i) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3^*$$

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \leq 0$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$\sum_{i=1}^3 I_{it} \leq 6000$$

$$I_{it} \geq 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0 \quad i = 1, 2, 3 \quad t = 1, 2, \dots, 6$$

وباستخدام برنامج الإعلام الآلي LINGO (وهو أحد البرامج المختصة في حل نماذج البرمجة الخطية)، كانت النتائج كما يوضحها الجدول (3)، والذي يبين متغيرات القرار التي يجب على المؤسسة إستخدامها من أجل مواجهة الطلب بأدنى التكاليف، كما يمكن القيام بما يسمى في بحوث العمليات بتحليل الحساسية، أي معرفة أثر تغيير أحد مؤشرات النموذج على الحل الأمثل. فمثلا يمكن معرفة أثر الزيادة في أجور العمال على الحل الأمثل وهكذا.

جدول (3): الخطة الإجمالية المقترحة للـ6 فترات القادمة للمؤسسة خلال سنة 2008

مستوى المتعززون			مستوى الإنتاج			الشرح L_t	الضغين H_t	مستوى العمال W_t	التأخير	
CAL	TD	BEN	CAL	TD	BEN					
1860	1029	1856.25	-	-	-	-	-	68	القيمة الابتدائية	
695.809	900.38	1889.017	-	0	1209.992	-	-	68	الفترة 1	
500	736.603	965.996	267.638	0	0	-	-	68	الفترة 2	
500	571.986	691.515	659.638	0	608.861	-	-	68	الفترة 3	
500	500	774.505	425.239	94.019	1154.980	-	-	68	الفترة 4	
500	500	605.228	78.967	193.31	1209.992	-	-	68	الفترة 5	
500	500	500	478.221	206.662	1209.992	-	-	68	الفترة 6	
مجموع 29798792.9			تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على مخرجات البرنامج LINGO

ويتضح من خلال الجدول (3) مختلف متغيرات القرار التي يجب أن تتخذها المؤسسة في سبيل مواجهة الطلب على منتجاتها بأدنى تكلفة والمقدرة حسب النموذج بـ 29798792.9 دج. كما نود الإشارة إلى أن تطبيق هذا النموذج لا يعني أن النتائج التي سوف تتحصل عليها خاصة فيما يخص تكلفة الخطة الإجمالية ، تكون مطابقة تماما للتكلفة التي تحصلنا عليها، ولكن يمكن أن تكون أكثر كما يمكن أن تكون أقل ، وهذا راجع لعدم إدخال بعض التكاليف نظرا لصعوبة تقديرها، ولكن أثرها سيظهر على نتائج الخطة الإجمالية، ولهذا يمكن إجراء تحليل الحساسية، فمثلا يمكن معرفة مدى تأثير الحل الأمثل بزيادة أجور اليد العاملة ، وأيضا تأثير الحل الأمثل عندما تزيد تكلفة الإنتاج بوحدة واحدة... وبصفة عامة يمكن وضع مجال يتحرك فيه الحل الأمثل عن طريق حصر جميع مؤشرات النموذج في مجالات معينة، وهذه أحد المزايا الجيدة التي تتمتع بها نماذج البرمجة الرياضية، كما أن النموذج المطبق في المؤسسة يأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف كما أنه يراعي رغبات المقرر في تحديد أولوية هذه الأهداف.

خلاصة:

كان الهدف من هذا البحث ، وضع صياغة رياضية لمشكلة APP في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية الغير الحديدية والمواد النافعة نظرا للتقلبات الموسمية الذي يشهدها الطلب على منتجاتها ، فيجعله ينخفض تارة على الطاقة المتاحة للمؤسسة ويفوقها تارة أخرى، ومن أجل مواجهة هذا الطلب وتحديد الموارد المثلى للمؤسسة والتي على إثرها تواجه المؤسسة ذلك الطلب بأقل التكاليف استخدمنا نموذج برمجة الأهداف ذات الأولويات نظرا لتباين الأهمية النسبية لكل هدف ، حيث تمكنا من تحديد الموارد الاقتصادية المثلى (مستوى الإنتاج ، مستوى المخزون ، حجم العمالة) مستهدفين 3 أهداف للمؤسسة وهي تقليص تكاليف الإنتاج ، تقليص تكاليف التخزين ، تقليص حجم التغير في العمالة ، ومن أجل تطبيق نموذج برمجة الأهداف ذات الأولوية LGP كان لابد من تحديد مستوى معين للأهداف يرغب متخذ القرار الوصول إليه ومن أجل حل هذا الإشكال استخدمنا طريقة البرمجة الكمبرومايزية ، وبعد تحديد مستويات الأهداف قمنا بصياغة نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام برمجة الأهداف للمؤسسة لفترة تخطيطية مقدرة بـ 6 أشهر ليتم في الأخير حل النموذج باستخدام البرنامج LINGO .

لقد قدمت الدراسة مثالا علميا على مدى فعالية نماذج البرمجة بالأهداف ذات الأولوية في التخطيط الإجمالي للإنتاج في المنظمات الصناعية ، وبالرغم من النتائج الجيدة التي تم الحصول عليها من خلال النموذج المقترح لكنه يبقى حساسا كثيرا لدقة المعلومات والمعطيات التي تقدمها المنظمة ، والتي يتم تقديرها في معظم الأحيان كأرقام الطلب مستوى الطاقة ...، لذلك فإن مشكلة APP لا يجب دراستها في ضل معطيات محددة بدقة وإنما يجب دراستها في ظروف عدم التأكد مع تعدد الأهداف وهذا باستخدام نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة (Fuzzy multi- objective mathematical programming) ، وهذا ما سنحاول أن نقف عنده في بحثنا المستقبلية.

المراجع:

- 1- **Bowman .E.D**;"Production Scheduling By the Transportation Method of Linear programming " *Opérations Research Society*, 1955
- 2- **Buffa , Elwood S. and Jeffery G . Miller** , " Production and Inventory Systems : Planning and Control" , 3 rd Edition , *Homewood Illinois : Richard D . Irwin .Inc .*, 1979
- 3- **Cook, W.D.**, " Goal programming and Financial planning Models for Highway Rehabilitation", *Journal of Operational Research Society*, Vol. 35, 1984 (217-223)
- 4- **Deckro, Richard , and John E .Hebert** , "Goal programming Approaches to Slove Linear Decision Rule Based Aggregate production planing Models" , *IIE Transactions* , Vol . 16 , N°. 4 , 1984 , (308-316).
- 5- **Eilon , Samuel**, " Five Approaches to Aggregate Production Planning" *AIII Transactions* , Vol. 7 , N°2 , 1975.
- 6- **Elsayed, A. and Thomas O. Boucher**, " Analysis and control of production Systems " , *New jersey : Prentice-Hall*, 1985.
- 7- **Gen , M., Tsujimura,Y., and Ida, K**, " Method for Solving Multiobjective Aggregate production planning problem with fuzzy parameters" , *Computers an Industrial Engineering*, Vol . 23,Nos 1-4 , 1992 (117-120).
- 8- **Goodman, David A .**, "A Sectioning Search Approach to Aggregate Planing of Production and Work Force" , *Decision Sciences* , Vol . 5 , 1974 (545-563).

- 9- **Goodman , David A .,** " A Goal programming Approach to Aggregate planning of Production and Work Force " , *Management Science*, Vol . 20 , N° : 12 , 1974 , (1569-1575).
- 10- **Hanssman , F. and S.W.Hess ,** " A Linear programming Approach to production and Employment Scheduling " *Management Science* , I . 1960 (46-51).
- 11- **Hackman, Steven T., And Robert C. Leachman,**"A General Framework for Modelling Production", *Management Science* Vol.35 ,N°4, April 1989, pp.478-495.
- 12- **Hax C.A., Canda. D,**" production and inventory management" *prentice-hall, Englewood cliffs, Nj*, 1984.
- 13- **Holt , C.C ., F. Modigliani and H.A.Simon .** "Linear Decision Rule for production and Employment Scheduling " *Management Science* , Vol 2 , 1955 , (1-30).
- 14- **Johanson , Lynwood A. and Douglas C.Montgomery,**"Operations Research in production planning, Scheduling and Inventory Control"New York : John Wiley , 1974.
- 15- **Khoshnevis, Behrokh, Philip M.Wolfe, and M.Palmer Terrell,** "Aggregate planning Models Incorporating Productivity- an Overview " , *International Journal of Production Research* , Vol.20 , N°5 , 1982.pp 555 - 564.
- 16- **Lee, S.M. and L.J.Moor,** "A practical Approach to production Scheduling problem" , *Production and Inventory management* , Vol . 15 , N° 1 , pp 79-92
- 17- **Masud , Abu S.M., and C.L.Hwang ,** "An aggregate production planning Model and Application of Three Multiple Objective Decision Methods" *International Journal of Production Research* , Vol . 18 , N° . 6 , 1980 (741-752).
- 18- **Romero,C.,**"Handbook of Critical Issues in Goal programming ," *Pergamon Press*,1991.
- 19- **Schniederjans , M.J. and S. Hong ,** " Multiobjective Concurrent Engineering : A Goal programming Approach" , *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.32,1981 (207-211).

- 20- **Stephen C.H.Leung , Yue Wu and K.K.Lai**, " Multi-site aggregate production planning with multiple objectives : A goal programming approach" *production planning & Control*,Vol 14, N° 5, July–August 2003 , (425–436).
- 21- **Tamiz,M.,D.F.Jones and E.EL–Darzi**,"A Review of goal programming and its Applications" *Annals of Operations Research*,N°.53,1995 (39–53)
- 22- **Tamiz,M.,D.F Jones**,"Interactive Frameworks for investigation of goal programming Models:Theory and practice",*journal of multi-criteria Decision Analysis*,Vol.6 , 1997(52–60)
- 23- **Zeleny, M.**,"The Pros and Cons of goal programming", *Computers and Operations Research* , Vol. 8, N°.4, 1981, (357–359).