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

دراسة حالة المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة

- **د. مكيديش محمد** جامعة تلمسان- الجزائر
- **د ساهد عبد القادر** جامعة تلمسان- الجزائر

ملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى وضع صياغة رياضية لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج "Aggregate production planning" (APP) 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 ، ولاستخدام 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

مقدمـة :

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 منحنى الطلب إتجاها معينا نحو الارتفاع و تارة أخرى نحو الانخفاض ، لذلك نادرا جدّا ما نجد أن الطاقة المتاحة لمؤسسة ما سواء أكانت آلية أو طاقة أفراد تتعادل مع الوفاء بهذا القدر تماما مع الطلب المتنبأ به، فقد تفوق أرقام الطلب المتنبأ بها الطاقة المتاحة للمؤسسة، وهذا ما قد يضعها في مشاكل كبيرة مع زبائنها، كما ستفقد فرصا كبيرة للربح إلى غير ذلك ، وقد تنخفض أرقام الطلب المتنبأ بها عن طاقة المؤسسة الأمر الذي قد يحمل المؤسسة تكاليف ناتجة عن طاقات عاطلة، لذلك فهذا التقلب 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 المتنبأبه على منتجاتها بأدنى التكاليف، إذ يمكنها مواجهة الطلب باستخدام الوقت الإضافي للتشغيل عند ارتفاع الطلب و تخفيض الوقت العادي عند انخفاضه، كما يمكنها أيضا أن تقوم بتعيين عمال عند ارتفاع الطلب و تسريحهم عند انخفاضه، و أيضا يمكنها الرفع من طاقتها عن طريق التعاقد مع مصادر خارجية لسد النقص أثناء ارتفاع الطلب، و أيضا 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 . وعليه فإنه يمكن تعريف التخطيط الإجمالي بأنه تلك الخطة الإجمالية ، و التي يتم إعدادها لتغطي فترة زمنية متوسطة المدى تتراوح بين 3 إلى 18 شهرا يتم فيها تحديد أفضل استخدام لموارد المؤسسة من مستويات الإنتاج ، العمالة و المخزون، وذلك من أجل مواجهة احتياجات الطلب المتنبأبه بأفضل الطرق، فالتخطيط الإجمالي يحدد

كيفية مقابلة الطلب من الموارد الإنتاجية المتاحة، مستهدفا 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 إستعاب 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 الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الانقطاع عن المخزون) وفي سنة 1960 طور Hess and Hanssmann نموذجا لـAPP 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 ، Johanson and (1974) Montgomery ، Khoshnevis (1981) وآخرين، وأيضا الباحث (1975)Eilon 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 يعين الإعتبار إلا هدفا واحدا خلال فترة التخطيط المعتبرة، فمتخذ القرار في المؤسسة يمكن أن تكون له عدة أهداف كتقليص تكاليف الإنتاج ، تقليص تكاليف التخزين ، تلبية الطلبيات، تقليص التغير في العمالة ،.... ولهذه الأسباب كان لزاما على الباحثين البحث عن نماذج رياضية تأخذ بعين الإعتبار 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 هده 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 progamming) . 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 .

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 بإستخدام البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف يحتاج أولا إلى تعريف معلمات ومتغيرات القرار الآتية:

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

c_{it} تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المنتوج 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 للمنتوج i في الفترة t.

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

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

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

I_{it} : الكمية المخزنة من المنتوج iفي الفترة t.

H_t : عدد العمال الذين يتم تعينهم 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 المنتوج 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.

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t)$$

- **الهدف الثاني :** تقليص تكاليف الإحتفاظ والانقطاع 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 :

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

$$t = 1,2,...,T$$

$$i = 1,2,....., N$$

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 :

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

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

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

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

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

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

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

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

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

حيث:

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

$\delta_1^-, \delta_2^-, \delta_3^-$ الإنحرافات 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 بتحديديه، 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 :

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

تحت الشروط :

$Cc \leq, =, \geq c$ (قيود النظام)

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

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

2- البرمجة بالأهداف ذات الأولوية (Lexicographique 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 قيامة 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:

$$MinimizeZ = \sum_{i=1}^{m} P_k\left(\delta_i^- + \delta_i^+\right)$$

تحث الشروط :

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

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

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

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$
$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$
$$i = 1,2,...,N$$
$$t = 1,2.....,T$$
$$k = 1,2,3.....$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

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 :

-البانتونيت (BEN) **Bentonite**

-الديكولورانت (TD) **Terre Décolorante**

-كربونات الكالسيوم (CAL) **Carbonate of calcium**

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 حيت يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

إن إنفراد المؤسسة بإنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعا 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 **BEN،TD،CAL**، وقمنا بأخذ المتوسط لأن الطاقة المتاحة اليومية للمؤسسة متذبذبة، بسبب مشاكل الصيانة.

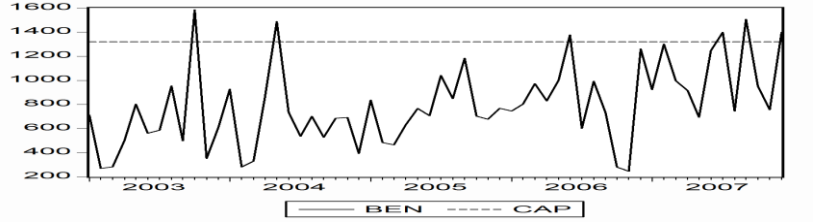
جدول(1):الطاقة الإنتاجية اليومية من **BEN،TD،CAL** في مؤسسة Bantal maghnia لسنة 2007

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

المصدر: أرشيف مصلحة الإنتاج داخل المؤسسة

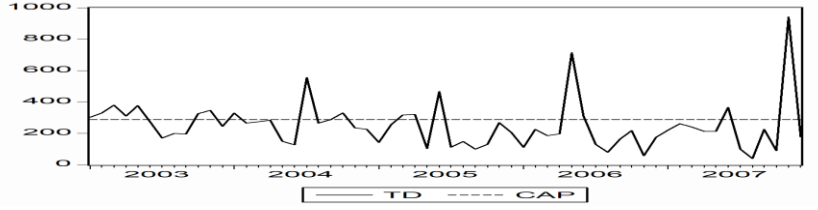
فبالنسبة لمنتجات الوحدة في بعض الأحيان يفوق الطلب الفعلي طاقة المؤسسة الإنتاجية وفي أحيان أخرى ينخفض عنها. والأشكال البيانية أدناه توضح تقلبات الطلب عن مستوى الطاقة الإنتاجية الشهرية أي الطاقة الإنتاجية اليومية مضروبة في معدل عدد الأيام الفعلية(العملية) لكل شهر والذي يقدر بـ 24 يوما.

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



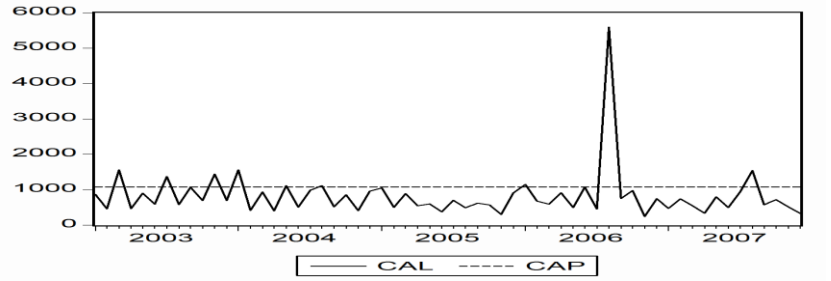
المصدر:من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eveiws اعتمادا على معطيات مصلحة المبيعات داخل المؤسسة

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



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

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



المصدر:من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eveiws 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 الفترة1 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 منتوج
5. التكاليف المتعلقة بتعيين وتسريح العمال تم تقديرها من طرف المسؤول عن الموارد البشرية بالمؤسسة آخذا 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_3 ، Z_1 ، Z_2 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_{1t})	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_{2t})	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_{3t})	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 Eveiws

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

يمكن صياغة نموذج برمجة الأهداف في Bantale Maghnia كما يلي :

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{it} \ge 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

$$t = 1.,2.,.....,6 \qquad i = 1.,2.,3 \; P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \ge 0$$

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 بإستخدام 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.

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t)$$

تحت الشروط :

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \le 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \le W_t \le W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$
$$I_{it} \ge 500$$
$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$

$$t = 1.,2.,.....,6 \qquad i = 1.,2.,3 \; P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \ge 0$$

وباستخدام البرنامج LINGO تم الحصول على :

$$g_1^* = Min..Z_1 = 31875560..DA$$

وبنفس الطريقة تم الحصول على القيم :

$$g_2^* = Min..Z_2 = 4375616..DA$$
$$g_3^* = Min..Z_3 = 0..(main)$$

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

$(W_1^+ = 0.5., W_2^+ = 0.9., W_3^+ = 0.1)$ وفي الأخير يمكن صياغة نموذج برمجة الأهداف بالأولويات في المؤسسة هذا بالأخذ بعين الاعتبار بيانات المؤسسة كما يلي:

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

تحت الشروط:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{it} \ge 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \ge 0 \qquad i = 1.,2.,3 \qquad t = 1.,2.,.....,6$$

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 تغير 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

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح L_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	-	-	-	-	-	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	-	1209.992	0	-	1889.017	900.38	695.809
الفترة 2	68	-	-	0	0	267.638	965.996	736.603	500
الفترة 3	68	-	-	608.861	0	659.638	691.515	571.986	500
الفترة 4	68	-	-	1154.980	94.019	425.239	774.505	500	500
الفترة 5	68	-	-	1209.992	193.31	78.967	605.228	500	500
الفترة 6	68	-	-	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							ج.د 29798792.9		

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 29798792.9دج .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 تأثر الحل الأمثل بزيادة أجور اليد العاملة ، وأيضا تأثر 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 الإقتصادية 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 بإستخدام برمجة الأهداف للمؤسسة لفترة تخطيطية مقدرة بـ 6 أشهر ليتم في الأخير حل النموذج بإستخدام 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 بحوثنا المستقبلية.

المراجـع:

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 , Samual**, " Five Approaches to Aggregate Production Planning" *AIIE 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 Aproach to production and Employment Scheduling " *Managament 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., Candea. 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.Montgomry**,"Operations Research in production planning, Scheduling and Invontory Control"New York : John Wiley , 1974.

15- **Khoshnevis, Behrokh, Philip M.Wolfe, and M.Palmer Terrell**, "Aggregate planning Models Incorporating Productivity- an Ovrview " , *International Journal of Production Research* , Vol.20 , N°5 , 1982.pp 555 - 564.

16- **Lee, S.M. and L.J.Moor**, "A practical Aproach 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 Aproach" *, 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 Reviewof 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).

.