استخدام نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف في التخطيط الإجمالي للإنتاج مع دراسة ميدانية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة مغنية

أ.مكيديش محمد + أ. ساهد عبد القادر + أ.د بلمقدم مصطفى
جامعة تلمسان

ملخص

في هذه الورقة قمنا بتحديد صياغة رياضية لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة ، وهذا حتى تتمكن إدارتها الإنتاجية من تحديد خطة إنتاج مثالية تواجه بها تقلبات الطلب الموسمية على منتجاتها ، ومن أجل ذلك استخدمنا نموذج البرمجة بالأهداف Goal (GP) programming ، من أجل تحديد موارد المؤسسة المثلى والتي تقوم بتدنية أهداف المؤسسة المتعلقة بتدنية تكاليف الإنتاج والعمالة، تكاليف التخزين وتدنية 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) لـــ Zeleny (1981) في تحديدها ، ليتم في الأخير حل النموذج الرياضي باستخدام البرنامج LINGO والحصول على أهم نتيجة وهي خطة إنتاج مثلى يتحدد من خلالها حجم الإنتاج الأمثل، حجم المخزون الأمثل، حجم العمالة المثلى خلال 6 أشهر القادمة في المؤسسة قيد الدراسة.

الكلمات المفتاحية : التخطيط الإجمالي للإنتاج ، نموذج برمجة الأهداف ، البرمجة الكمبرومايزية .

Abstract

In this paper, we have specified a mathematical formulation for aggregate production planning(APP) in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances so that its productive management can be able to specify an optimal production plan through which it faces the seasonal demand fluctuations on its products.

For this, we have made use of goal programming models so as to define the optimal company resources which minimize the firms, goals concerning the minimize of production costs and Work force, inventory and the degree of change in Work force, and to use goal programming model, it was necessary to specify the aims, levels which the decision taker intends to reach. So, 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 ; Goal programming ; compromise programming

مقـدمـــــة

يهتم التخطيط الإجمالي للإنتاج Aggregate production planning (APP) بإعداد خطط لفترات زمنية قادمة تتراوح بين 6 إلى 18شهر مع تفصيل لكل شهر ، وذلك من أجل بناء الخطة الإنتاجية والتي تعمل على الموازنة بين حجم الطاقة الإنتاجية المتاحة وحجم الطلب المتنبأ به، خلال الفترات الزمنية التي تضمها فترة الخطة الإجمالية، وهذا من خلال بعض الأساليب التي تحدت هذه التسوية .

فبعدما تقوم المؤسسة بوضع تقديرات الطلب على منتجاتها، فإنه من الناذر جدا أن نجدها تتعادل مع الطاقة المتاحة للمؤسسة كمًّا وتوقيتا، ولهذا يجب التفكير في الكثير من الطرق بغية إحداث التوازن مع أرقام الطلب المتذبذبة بسبب عدة تغيرات تؤثر على الطلب كالتغيرات الموسمية والعشوائية، وهذا ما يجعلها تفوق تارة طاقة المؤسسة، الأمر الذي يجعلها تفقد فرصاً كثيرة للربح ،وأيضا زبائنها ...وتارة أخرى تكون أرقام الطلب أقل من طاقة المؤسسة، وهذا ما قد يعرضها إلي تحمل تكاليف طاقات عاطلة . ومن أجل تفادي ذلك يجب التفكير في طريقة لإحداث التوازن بين أرقام الطلب المتذبذبة والطاقة المتاحة للمؤسسة.

هناك العديد من البدائل الإنتاجية والتي يطلق عليها بإستراتجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج ، وهي عبارة عن بدائل إنتاجية تستخدمها المؤسسة لتلبية الطلب على منتجاتها ومن بينها:

- الوفاء بالطلب عن طريق المخزون، أي إنتاج كميات إضافية في حالة الطلب المنخفض ليتم استخدامها في حالة الطلب المرتفع، وهنا سوف تتحمل المؤسسة تكاليف الاحتفاظ بالمخزون.
- تغيير القوى العاملة، عن طريق الرفع من طاقة المؤسسة بتعيين عمال جدد في حالة الطلب المرتفع ، وتسريحهم في حالة الطلب المنخفض. وهذه الإستراتجية لها أيضا تكاليفها كتكلفة التعيين (تدريب،إعلان، مصاريف اجتماعية...) وتكلفة التسريح (التعويض، انخفاض الإنتاجية...).

- رفع الطاقة الإنتاجية عن طريق التشغيل لوقت إضافي، علما أن ساعات العمل الإضافية تكون تكلفتها أكبر من تكلفة ساعات العمل العادية.
- التعاقد مع مصادر خارجية (Subcontract) ، أي سد النقص عن طريق الشراء من مصادر خارجية،عند ارتفاع الطلب عن الطاقة المتاحة للمؤسسة، وهدا رغبة في الحفاظ على زبائن المؤسسة. ولكن في غالب الأحيان تكون تكلفة هذه الوحدات مرتفعة عن تكلفة إنتاج المؤسسة.

وهناك أيضا بدائل إنتاجية أخرى ، ولكن المهم هو أن لكل بديل إنتاجي تكلفته المعينة ، كما يمكن للمؤسسة استخدام عدة بدائل إنتاجية أو استخدامها كلها وهذا ما يسمى بإستراتيجيات الإنتاج المختلطة.

إن تعدد البدائل الإنتاجية لمواجهة تقلبات الطلب، يجعل مهمة المؤسسة معقدة في البحث عن البديل الأمثل، والذي تقوم المؤسسة على إثره بمواجهة تلك التقلبات بأدنى التكاليف أثناء الفترة التخطيطية ، فمن هذا المنطلق تظهر الأهمية القصوى للتخطيط الإجمالي للإنتاج.

لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج رياضي وإن أول محاولة لنمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي 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 إتعاب جميع قيود المؤسسة.

في سنة 1955 تمكن Bowman من صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل) ورغم مساهمته الفعالة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي إلا أنه تعرض بدوره إلى انتقادات 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 يأخد في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الانقطاع عن المخزون) وفي سنة 1960 طور and Hess Hanssmann نموذجا للتخطيط الإجمالي مستخدمين في ذلك نموذج البرمجة الخطية إذ تمكنا من تدنية دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج ، تكاليف التخزين و تكلفة تغيير العمالة ، لتظهر فيما بعد العديد من النماذج الرياضية والتي تعالج مشكلة التخطيط الإجمالي ومن بينهم Buffa and Miller (1979) ، وأيضا (1985) Elsayed and Boucher ، Hackman and Leachman (1989) ، Johanson and Montgomery (1974) ، Khoshnevis (1981) وآخرين، وايضا الباحث Eilon(1975) والذي أدخل مفهوم التعاقد الخارجي (Subcontract) في النموذج الرياضي وهي الحالة التي تستعين فيها المؤسسة بالمصادر الخارجية من أجل سد النقص عند الارتفاع الكبير للطلب.

الإشكالية

إن نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي تهدف إلى تحديد خطة مثالية تقوم بتدنية مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية، بما فيها تكاليف التخزين ، تكاليف تعيين و تسريح العمال، وتكاليف 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 الاعتبار إلا هدفا واحدا خلال فترة التخطيط المعتبرة، فمتخذ القرار في المؤسسة يمكن أن تكون له عدة أهداف كتدنية تكاليف الإنتاج، تدنية تكاليف التخزين، تلبية الطلبيات ، تدنية 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 الورقة البحثية صياغة 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.

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 التخطيط الإجمالي للإنتاج الباحث Goodman.D,(1974) ، ليليه فيما بعد عدة باحثين من بينهم Lee and Moore (1975) و Dekro and Stephen , Leung, Yue and ، و الباحثين Masud ,A and Hwang (1980) ، Hebert, (1984) Lai(2003).

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

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

إن صياغة مشكلة APP باستخدام 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: مساهمة تكلفة اليد العاملة بالنسبة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t.

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

K_{it} : الكمية المنتجة من المنتوج i 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 (بالساعات) في الفترة t.

F_t : عدد العمال الذين يتم تسريحهم (بالساعات) في الفترة t.

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

W_t : مستوى 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** : تدنية 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** : تدنية تكاليف الاحتفاظ والانقطاع للمخزون.

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

- **الهدف الثالث** : تدنية 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 :

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$
$$t = 1,2,...,T$$
$$i = 1,2,....., N$$

إنه لمن الصعب جدا تحديد قيم مثلى للنموذج أعلاه ، لهذا لابد من تحويل النموذج أعلاه إلى نموذج برمجـــة أهداف (GP)وهذا وفق الصياغة الرياضية الآتية :

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

تحث الشـــــروط :

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_2^*$$
$$Min..Z_2 = \sum_{t=1}^{T}(c_{it} I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2^*$$
$$Min..Z_3 = \sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3^*$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$
$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

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 تدنية 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 الشـــروط :

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

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

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- الصياغة الرياضية لنموذج التخطيط الإجمالي في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة:

2-1 مشكلة APP في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة : تختص المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة 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 حيث يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

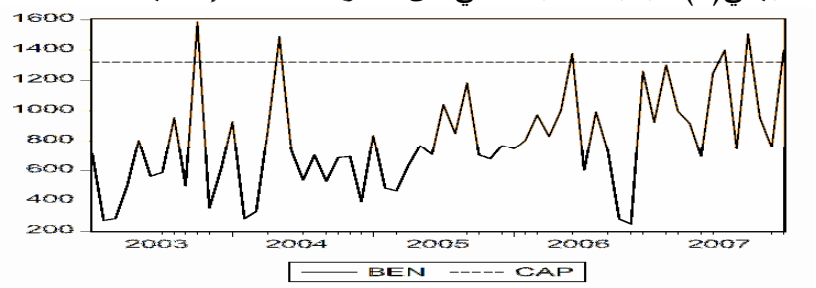
إن إنفراد المؤسسة في إنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعا ما، الأمر الذي قد يسبب مشاكل في الطاقة الإنتاجية لهذه المؤسسة، فتارة يجعل الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية ،وتارة يجعل الطلب أقل نوعا ما من طاقتها الإنتاجية،والجدول (1) يوضح متوسط الطاقة 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 المؤسسة

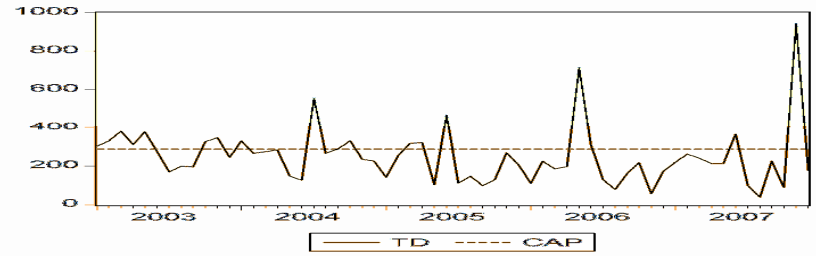
المنتوج	BEN	TD	CAL
الطاقة اليومية بالطن **(CAP)**	55	12	45

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 يقدربـــ 24 يوما.

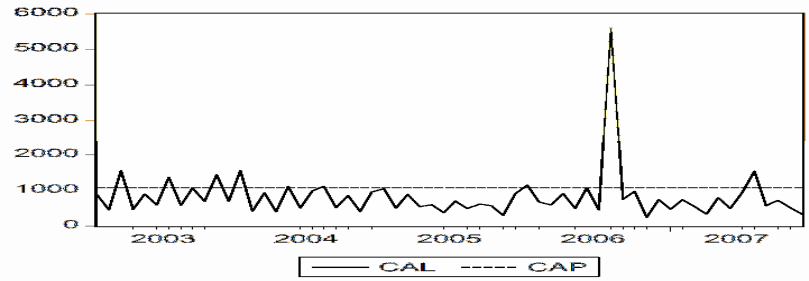
الشكل البياني(1):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــBEN



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



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



إن تقلبات الطلب وتذبذبها عن مستوى الطاقة الإنتاجية، يستدعي المؤسسة في محاولة لوضع خطة إنتاجية، تحاول على إثرها مواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب بسبب التغيرات الموسمية و التغيرات العشوائية.
إن صياغة النموذج الرياضي في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة ، يجب أن يتفق مع قيود وشروط ومتطلبات المؤسسة أثناء الفترة التخطيطية وهي :

1. الفترة التخطيطية في المؤسسة تقدر بـــ 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 المسئول 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. مساهمة 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 $(W_{Max} = 55)$.
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.

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

2-2صياغة وحل النموذج الرياضي المقترح في حل مشكلة APP في المؤسسة : يمكن صياغة نموذج برمجة الأهداف في المؤسسة كما يلي :

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

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{it} \ge 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

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

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

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

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

تحث الشـــروط :

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \le 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \le W_t \le W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$
$$I_{it} \ge 500$$
$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \ge 0 \qquad i = 1.,2.,3 \qquad t = 1.,2.,.....,6$$

وباستخدام 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 مع 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 في المؤسسة هذا بالأخذ بعين الاعتبار بيانات المؤسسة كما يلي:

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

تحت الشـــروط:

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_2^*$$
$$Min..Z_2 = \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2^*$$
$$Min..Z_3 = \sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3^*$$

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

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

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 للـــ6 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							29798792.9 دج		

لقد قمنا بحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة بإستخدام البرمجة الخطية ، عن طريق تدنية دالة وحيدة تضم مختلف تكاليف الإنتاج ، تكلفة اليد العاملة ، تكلفة تعيين وتسريح العمال وتكلفة التخزين فتحصلنا على تكلفة إجمالية تقدر بـــ 36407350 دج ، وهذا يعني أن إستخذام نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف المقترح أفضل لأن تكلفة الخطة الإجمالية فيه أقل. وعليه فإنه يمكن قبول فرضية البحث والتي مفادها بأن الطرق الكمية لنماذج البرمجة الرياضة بالأهداف تساعد المسيرين في المؤسسات الصناعية الجزائرية بحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وتساهم في تحقيق عدة أهداف للمؤسسة في آن واحد كما أنها تقوم بمواجهة الطلب المتوقع بأدنى التكاليف.

من أهم النتائج التي توصلنا لها في هذا البحث هو فعالية البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف في حل مشكلة تخطيط الإنتاج بصفة عامة والتخطيط الإجمالي للإنتاج بصفة خاصة ، حيث أظهرت النتائج أن استعمال هذه الطرق الكمية يؤدي إلى استغلال أمثل للموارد المتاحة في المؤسسة ، وهذا عن طريق اختيار التوفيقة المثلى

من حجم الإنتاج ، حجم العمالة، وحجم المخزون الذي يمكن أن تواجه بها المؤسسات الصناعية الجزائرية تقلبات الطلب على منتجاتها ، وهذا بالشكل الذي يقودها إلى تحقيق 3 أهداف وهي ، تدنية تكاليف الإنتاج والعمالة ، تدنية تكاليف التخزين وتدنية مقدار التغير في العمالة لذا نقترح أن تستغل مثل هذه الطرق الكمية العلمية الحديثة من طرف المسيرين الجزائريين داخل المؤسسات الصناعية نظرا لما لها من فعالية في تحقيق نتائج جيدة.

خـــــاتمة:

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 ، حيث تمكنا من تحديد الموارد الاقتصادية المثلى (مستوى الإنتاج ، مستوى المخزون ، حجم العمالة) مستهدفين 3 أهداف للمؤسسة وهي تدنية تكاليف الإنتاج ، تدنية تكاليف التخزين ، تدنية حجم التغير في العمالة ، ومن أجل تطبيق نموذج برمجة الأهداف 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 بـــ 6 أشهر ليتم في الأخير حل النموذج باستخدام البرنامج LINGO .

وعليه فإن نتيجة بحثنا تؤكد مدى نجاعة نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف في إعداد الخطة الإجمالية بالمؤسسة الصناعية بصفة خاصة والطرق الكمية بصفة عامة ، وأيضا الدور الكبير التي تقدمه لمتخذ القرار في مجال تخطيط الإنتاج ، لهذا يجب على جميع المؤسسات الاقتصادية أن تسترشد بمثل هذه النماذج ، الأمر الذي قد يساهم في تطوير قدراتها التنافسية وبالتالي البقاء في الســـوق.

المـــراجـــــع:

1- **د. محمد توفيق ماضي** ؛"تخطيط ومراقبة الإنتاج (مدخل إتخاذ القرارات)"؛ دار المكتب العربي الحديث؛ جامعة الإسكندرية؛ 1992.

2- **د.فريد عبد الفتاح زين الدين**؛"تخطيط وإدارة الإنتاج(مدخل إدارة الجودة)"؛جـــامعة الزقـــازيق؛1997.

3- **Bowman .E.D**;"Production Scheduling By the Transportation Method of Linear programming "*Opérations Research Society*; 1955

4- **Buffa , Elwood S. and Jeffery G . Miller** , " Production and Inventory Systems : Planning and Control" , *3 rd Edition , Homewood Illinois : Richard D . Irwin .Inc* ., 1979

5- **Cook, W.D**., " Goal programming and Financial planning Models for Highway Rehabilitation*", Journal of Operational Research Society*, Vol. 35, 1984 (217-223)

6- **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).

7- **Eilon , Samual,** " Five Approaches to Aggregate Production Planning" *AIIE Transactions* , Vol. 7 , N°2 , 1975.

8- **Elsayed, A. and Thomas O. Boucher**, " Analysis and control of production Systems " , *New jersey : Prentice-Hall*, 1985.

9- **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).

10- **Goodman, David A** ., "A Sectioning Search Approach to Aggregate Planing of Production and Work Force" *, Decision Sciences* , Vol . 5 , 1974 (545-563).
11- **Goodman , David A** ., " A Goal programming Approach to Aggregate planning of Production and Work Force " , *Management Science*, Vol . 20 , N° : 12 , 1974 , (1569-1575).
12- **Hanssman , F. and S.W.Hess** , " A Linear programming Aproach to production and Employment Scheduling " *Managament Science* , I . 1960 (46-51).
13- **Hackman, Steven T., And Robert C. Leachman**,"A General Framework for Modelling Production*", Management Science* Vol.35 ,N°4,April 1989, pp.478-495.
14- **Hax C.A., Candea. D**," production and inventory management" *prentice-hall, Englewood cliffs*, Nj, 1984.
15- **Holt , C.C ., F. Modigliani and H.A.Simon** . "Linear Decision Rule for production and Employment Scheduling " *Management Science* , Vol 2 , 1955 , (1-30).
16- **Johanson , Lynwood A. and Douglas C.Montgomry**,"Operations Research in production planning, Scheduling and Invontory Control"New York : John Wiley , 1974.
17- **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**.**
18- **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
19- **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).
20- **Schniederjans , M.J. and S. Hong** , " Multiobjective Concurrent Engineering : A Goal programming Aproach" *, IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.32,1981 (207-211).
21- **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).
22- **Zeleny, M**.,"The Pros and Cons of goal programming", *Computers and Operations Research* , Vol. 8, N°.4, 1981, (357-359).