التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية المبهمة
دراسة ميدانية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bental maghnia

أ.د/ بلمقدم مصطفى، أ./ مكيديش & محمد أ./ ساهد عبد القادر– جامعة تلمسان

ملخص : نهدف في هذا المقال إلى اقتراح نموذج رياضي لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bental Maghnia ، بهدف تدنية دالة الهدف التي تتضمن تكاليف الإنتاج والعمال، وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون ،وأيضا تكاليف تعيين وتسريح العمال ، وهذا بالاستعانة بنظرية المجموعات المبهمة[1] (Fuzzy set theory) بسبب ظروف عدم التأكد المحيطة بالتكلفة الإجمالية، ليتم في الأخير حل النموذج الرياضي المقترح باستخدام البرنامج LINGO[2] والحصول على خطة إنتاج مثالية.

الكلمات المفتاح : التخطيط الإجمالي للإنتاج، نموذج البرمجة الخطية المبهمة ، دالة الانتماء الخطية ، المقرر.

تمهيد : بعدما تقوم المؤسسات بوضع تقديرات الطلب على منتجاتها، فإنه من الناذر جدا أن تجدها تتعادل مع طاقتها المتاحة كمًّا وتوقيتا، لذلك يجب التفكير في الكثير من الطرق بغية إحداث التوازن مع تقديرات الطلب المتوقع والتي تكون متذبذبة نظرا لعدة تغيرات، من أهمها التغيرات الموسمية والتغيرات العشوائية، وهذا ما يجعلها تفوق تارة طاقة المؤسسة، الأمر الذي يجعلها تفقد فرصاً كثيرة للربح ،وأيضا زبائنها ...، وتارة تكون أرقام الطلب أقل من طاقتها المتاحة، وهذا ماقد يعرضها إلي تحمل تكاليف طاقات عاطلة، ومن أجل تفادي ذلك يجب التفكير في طريقة لإحداث التسوية بين أرقام الطلب المتذبذبة والطاقة المتاحة للمؤسسة، وهذا مايعرف بالتخطيط الإجمالي للإنتاج (Aggregate production planning)، والذي يهدف إلى بناء خطة إنتاج إجمالية تضمن بها المؤسسات الاقتصادية مواجهة الطلب المتوقع بأدنى التكاليف، وذلك من خلال تحديد حجم الموارد المثلى (مستوى الإنتاج، مستوى المخزون ، مستوى العمالة إضافة إلى متغيرات أخرى يمكن مراقبتها، وعليه فإن إشكالية هذه الورقة البحثية تدور حول كيفية اقتراح نموذج رياضي يساعد المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bental maghnia في التحديد الأمثل لمواردها، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف في ضل ظروف عدم التأكد التي تحيط بمجموع التكاليف في دالة الهدف، وعليه فإننا سوف نعالج الإشكالية من خلال التطرق إلى :-

1. مفهوم وإستراتجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج؛
2. أدبيات دراسة التخطيط الإجمالي للإنتاج؛
3. نموذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي للإنتاج؛
4. التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة؛
5. الصياغة الرياضية لنموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة الوطنية Bental maghnia.

1- مفهوم وإستراتجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج :

"يهتم التخطيط الإجمالي للإنتاج 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"[3]، خلال الفترات الزمنية التي تضمها فترة الخطة الإجمالية، وهذا من خلال بعض الأساليب التي تُحدثُ هذه التسوية، ويسمى هذا النوع بالتخطيط الإجمالي للإنتاج لأنه يكون شاملا لجميع منتجات المؤسسة دون استثناء.

هناك العديد من الإجراءات أو البدائل الإنتاجية التي يطلق عليها بإستراتجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج، وهي عبارة عن بدائل إنتاجية تستخدمها المؤسسة لتلبية الطلب على منتجاتها ومنها[4] : -

- 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، أي سد النقص عن طريق الشراء من مصادر خارجية عند ارتفاع الطلب عن الطاقة المتاحة للمؤسسة، وهذا رغبة في الحفاظ على زبائن المؤسسة، ولكن في غالب الأحيان تكون تكلفة هذه الوحدات مرتفعة عن تكلفة إنتاج المؤسسة ؛

وهناك 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 بإستراتجيات الإنتاج المختلطة.

إن تعدد البدائل الإنتاجية لمواجهة تقلبات الطلب المتوقع ، يجعل مهمة المؤسسة معقدة، وهذا في البحث عن البديل الأمثل والذي تقوم المؤسسة على إثره بمواجهة تلك التقلبات بأدنى التكاليف، وهذا أثناء الفترة التخطيطية، ومن هذا المنطلق تظهر الأهمية القصوى للتخطيط الإجمالي للإنتاج، وذلك في ضرورة وضع خطة إنتاج إجمالية يمكن للمؤسسة عن طريقها تعديل طاقتها الإنتاجية المتاحة، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف.

2- أدبيات دراسة التخطيط 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 للإنتاج، كانت سنة 1955 على يد الباحثين[5] Holt, Modigliani , Mûth and Simon عن طريق نموذج قاعدة القرارات الخطية، إذ تم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل، مستوى العمالة والمخزون 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، ظف إلى ذلك صعوبة تصوير التكاليف في صورة تربيعية ،كما يعاب عليه أيضا عدم قدرته على استيعاب جميع قيود المؤسسة.

في سنة 1955 تمكن Bowman [6]من صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل)، لكن بالرغم من مساهمته الفعالة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج، إلا أنه تعرض بدوره إلى انتقادات كونه لا يقوم باحتساب 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).

في سنة 1960 قدّم Hess and Hanssmann [7] نموذجا للتخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج للبرمجة الخطية، إذ تمكنا من تدنية دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج ،تكاليف التخزين و تكلفة تغيير العمالة ،لتظهر فيما بعد العديد من النماذج الرياضية المعتمدة على نموذج البرمجة الخطية في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ومن بينهم Buffa and Miller (1979) [8]، وأيضا (1985) [9] Elsayed and Boucher، Hackman and Leachman (1989)[10] ، وأيضا الباحثين Johanson and Montgomery (1974)[11] والباحث Khoshnevis (1981) [12] وآخرين، بالإضافة إلى الباحث Eilon(1975)[13] 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.

بالرغم من فعالية نماذج البرمجة الخطية في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج إلا أنها في الكثير من الأحيان لا تعبر بدقة عن الواقع العملي في المؤسسة، نظرا لظروف عدم التأكد والتي تحيط ببعض المعلمات المتعلقة بالتكاليف وأيضا أرقام الطلب المتوقعة والتي يتم التنبؤ بها حيث من الصعب جدا تحديديها بدقة، نظرا للعوامل الكثيرة والتي يصعب التحكم فيها كليا، وفي ضل هذه الضروف فإن اعتماد المقرر على نماذج البرمجة الخطية المؤكدة (المحددة)، قد يؤدي به إلى اتخاذ قرارات خاطئة قد يصعب الرجوع فيها.

3–نموذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي:

في هذا البحث سنستعرض أولا نموذجا رياضيا باستخدام البرمجة الخطية المحددة، في التخطيط الإجمالي للإنتاج من أجل إعداد خطة إنتاج إجمالية معتمدين في ذلك على إستراتجيتين وهما [14]:–

- إستراتجية الوفاء بالطلب عن طريق المخزون ؛
- إستراتجية تغيير القوى العاملة ؛

وقبل عرض النموذج الرياضي لابد أولا من 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 i في الفترة t ؛

H_t : عدد العمال الذين يتم تعينهم في الفترة t ؛

F_t : عدد العمال الذين يتم تسريحهم 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 فإنه يمكن صياغة نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج كما يلي:

- **دالة الهدف** : تدنية مجموع تكاليف الإنتاج والعمالة وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون وتكاليف تغيير القوة العاملة ؛

$$MinZ_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) + \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t)\,.$$

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 :**

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

من بين نقائص نماذج البرمجة الخطية في حالة التأكد أنها تشترط المعرفة المؤكدة لجميع المعلمات وهذا الأمر قد لا يعتبر واقعيا في الكثير من المسائل العلمية الواقعية، فمثلا من الصعب جدا التحديد بدقة قيمة الطلب المتوقع وأيضا تكلفة الإنتاج التي قد تتغير كثيرا بسبب تغيرات الطلب على المواد الأولية... وعليه فإن نظرية المجموعات المبهمة يمكن أن تحد من هذا المشكل.

4- التخطيط الإجمالي باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة :

في سنة 1965 قدم الباحث L. Zadeh[15] نظرية المجموعات المبهمة (fuzzy set théory)، والتي شملت تطبيقات واسعة في عدة ميادين، من بينها علوم الإدارة واتخاذ القرار، وفي سنة 1978 قدم الباحث Zimmerman [16] أول نموذج برمجة خطية مبهمة مستخدما مفهوم دوال الانتماء (Membership functions) ، والتي تأخذ العديد من الأشكال الهندسية ومن أكثرها استخداما دالة الانتماء الخطية [17] كما هو مبين في الشكل1، ويمكن تحديد الصياغة الرياضية لدالة الانتماء الخطية وفق هذا الشكل كما يلي [18]:

$$f_i(z_i) = \lambda = \begin{cases} 1.....if.....z_i \leq z_i' \\ \dfrac{z_i^u - z_i}{z_i^u - z_i'}...if....z_i' < z_i < z_i^u .....(1) \\ 0.....if....z_i \geq z_i^u \end{cases}$$

حيث :

z_i' : عبارة عن حد أدنى لدالة الهدف يتم تحديده من طرف المقرر؛

z_i^u : عبارة عن حد أعلى لدالة الهدف يتم تحديده من طرف المقرر؛

وباستخدام المفهوم الرياضي لدالة الانتماء، وضع Zimmerman(1978) أول صياغة رياضية لنموذج البرمجة الخطية المبهمة كما يلي[19] :

$$Max..\lambda$$
$$st$$
$$\lambda \leq \left(z_i^u - z_i\right)/\left(z_i^u - z_i'\right)$$
$$Cx \leq c$$
$$\lambda \in [0..1]$$

حيث λ : تعبر عن درجة انتماء أو رضا المقرر وهي محصورة بين 0 و 1 ؛

ومن خلال النموذج أعلاه فإن Zimmermann يقترح تعظيم قيمة λ والتي تعبر عن درجة انتماء ورضا المقرر (Degree of satisfaction of the decision maker) ويلاحظ بأنها محصورة بين 0 و 1 فإذا كانت تساوي الواحد فإن درجة رضا المقرر في درجتها القصوى 100%، أي أن المقرر راض بنسبة 100% ، وهذا أمر جيد أما إذا كانت تساوي صفرا فهذا يعني بأن درجة رضا المقرر منعدمة، أي أن المقرر غير راض تماما عن الحل الأمثل، ويلاحظ من خلال الصياغة الرياضية رقم 1 لهذه الدالة، أنه في المجال $z_i' < z_i < z_i^u$ فإن درجة رضا المقرر λ تتناقص وفق دالة خطية من الشكل $(z_i^u - z_i)/z_i^u - z_i'$ ، حيث أن الحل الأمثل الحل الذي يعظم قيمة λ ، وعليه فإننا سوف نستخدم هذا النموذج لصياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة Bental Maghnia.

5– الصياغة الرياضية لنموذج التخطيط الإجمالي في مؤسسة الوطنية Bental Maghnia :

5–1. مشكلة التخطيط في مؤسسة Bental Maghnia: تختص المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bental Maghnia بإنتاج ثلاثة أنواع من المنتجات المنجمية والتي تعتبر مهمة جدا في صناعات عديدة، مثل صناعة مواد التجميل، الطلاء ، الزيوت وحفر الآبار البترولية .....وهي :

- البانتونيت (BEN) Bentonite
- الديكولورانت (TD) Terre Décolorante
- كربونات الكالسيوم (CAL) Carbonate de calcium

تقوم المؤسسة بتشغيل 175 عاملاً حيث أن 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 يوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

إن إنفراد المؤسسة في إنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، من جهة واتساع نشاطها عن طريق الصادرات يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعا ما، الأمر الذي قد يسبب لها مشاكل في طاقتها الإنتاجية المتاحة، فتارة يجعل الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية، وتارة يجعل الطلب أقل نوعا ما، والجدول رقم 1 يوضح متوسط الطاقة الإنتاجية اليومية للوحدة من منتجات الوحدة CAL،TD،BEN، وقمنا بأخذ المتوسط لأن الطاقة المتاحة اليومية للمؤسسة متذبذبة بسبب مشاكل الصيانة، كما أن الأشكال 2، 3،

4 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.

إن تقلبات الطلب وتذبذبها عن مستوى الطاقة الإنتاجية، يجعل المؤسسة في حاجة ملحة لوضع خطة إنتاجية، تحاول على إثرها مواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب بسبب التغيرات الموسمية و التغيرات العشوائية عن طريق تحديد كميات الإنتاج، مستوى المخزون ومستوى العمالة.

إن صياغة النموذج الرياضي لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة Bental maghnia، يجب أن يتفق مع قيود ومتطلبات مؤسسة Bental maghnia 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[20]:-

$$I_{10} = 1856.25.Tons.of.BEN$$
$$I_{20} = 1029.Tons.of.TD$$
$$I_{30} = 1860.Ton.of.CAL$$

4. الحد الأدنى من المخزون والذي يجب الاحتفاظ به في المؤسسة حسب مدير الإنتاج في المؤسسة في كل فترة (شهر) والذي يعبر عن مخزون الأمان يجب أن 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. مساهمة تكلفة اليد العاملة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t تساوي[21] $r_t = 2694.706.DA$ ؛
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 ؛

كما يوضح الجدول 2 ، البيانات المتعلقة بالمؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والتي تم الحصول عليها من إدارة المؤسسة.

2-5.نمذجة وحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة Bental maghnia باستخدام البرمجة الخطية المبهمة:

سوف نقوم باقتراح نموذج رياضي يأخذ بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد التي تحيط بالتكلفة نضرا لصعوبة تحديد جميع المتغيرات التي قد تؤثر على دالة الهدف، وبالتالي فإنه يمكن صياغة نموذج البرمجة الخطية في طابعه المبهم بالنسبة لمؤسسة Bental maghnia كما يلي:

$$MinZ \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) + \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t)$$

$\cong$: استخدمنا هذا الرمز بدلا من رمز المساواة = وهذا للتعبير عن الصيغة المبهمة لدالة الهدف ؛

تحت الشروط :

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

حتى نتمكن من حل النموذج أعلاه، لابد من تحديد دالة الانتماء وهذا بمساعد مدير قسم المالية لدى المؤسسة كما أن معظم الأبحاث الحديثة في مجال التخطيط الإجمالي للإنتاج، تستخدم هذه الدالة ذلك لأنها تتناسب في الكثير من الأحيان مع رغبات المقرر من جهة، وتتناسب مع دالة الهدف التي تتضمن جميع تكاليف الإنتاج من جهة أخرى، كما أن العديد من الباحثين يستخدمون هذا النوع من دوال الانتماء [22]،وأن مدير قسم المالية بالمؤسسة انطلاقا من خبرته السابقة حدد لنا المجال (36000000 دج و 39000000 دج) كمجال يمكن القبول به كتكلفة إجمالية، ومن خلال هذه المعلومات يمكن صياغة دالة الانتماء وفق الشكل رقم 5 ، كما يمكن التعبير عن الصياغة الرياضية لهذه الدالة وفق الصيغة الرياضية الآتية:

$$f_i(z) = \begin{cases} 1.....if....z \le 36000000 \\ \dfrac{39000000 - z}{3000000}...if...36000000 < z < 39000000.....2 \\ 0.....if....z \ge 39000000 \end{cases}$$

وبالتالي فإنه يمكن صياغة دالة الهدف باستخدام نموذج البرمجة الخطية المبهمة وفق نموذج Zimmerman (1978) ، وبناء على دالة الانتماء (الصياغة الرياضية رقم 2) كما يلي :

$$\begin{array}{lll} Max.z = \lambda & P_{it} - K_{it} \times W_t \le 0 & W_{Min} \le W_t \le W_{Max} \\ Subject...to & P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} & \sum^{3} I_{it} \le 6000 \\ \lambda \le (39000000 - z)/3000000 & W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 & I_{it} \ge 500 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} I_{10} = 1856.25 \\ I_{20} = 1029 \\ I_{30} = 1860 \\ W_0 = 68 \end{array} \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \ge 0 \quad i = 1.,2.,3 \quad t = 1.,2.,.....,6$$

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

باستخدام برنامج الإعلام الآلي LINGO، كانت النتائج كما يوضحها الجدول 3، والذي يبين متغيرات القرار المثلى التي يجب على المؤسسة استخدامها من أجل مواجهة الطلب بأدنى التكاليف، كما أن النتائج أدناه تأخذ بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد المحيطة بالتكلفة، حيث من خلال الجدول 3 يتضح أن قيمة $\lambda = 0.8642$ أي أن المقرر راض (ينتمي إلى مجال الانتماء) بمعدل 86.42% من النموذج، كما أن دالة الهدف تشير إلى أن التكلفة الدنيا التي تتيح هذا الحل الأمثل وفق النموذج المقترح تقدر بـ 36407350.00

دج، وهي تكلفة جيدة مقارنة بالخطة الإجمالية التي تستخدمها المؤسسة والتي لا تراعي فيها حجم الطلب المتوقع، كما لا تراعي فيها تكاليف البدائل الإنتاجية المتاحة، بل لا تعتمد في إعدادها على أي أسلوب علمي.

خلاصة : يهدف التخطيط الإجمالي للإنتاج إلى تحديد أفضل مستوى للإنتاج و العمالة و المخزون لكل فترة زمنية على مدار الفترة التخطيطية، وذلك عن طريق دراسة مختلف البدائل الممكنة لمواجهة التقلب في الطلب و اختيار البديل الذي يقلل تكاليف الإنتاج الإجمالية، خاصة إذا علمنا أن هناك عدد كبير من البدائل، إذ ترتبط بكل بديل تكلفة معينة الأمر الذي يجعل عملية اختيار البديل الأمثل نوعا مامعقدة، ومن أجل ذلك طوَّر الباحثون الكثير من النماذج الرياضية والتي يمكن على إثرها تحديد الخطة الإجمالية للإنتاج المثلى، ومن بين هذه النماذج نموذج البرمجة الخطية المبهمة المقترح من طرف الباحث Zimmerman(1978).

في هذه الدراسة استخدمنا نموذج البرمجة الخطية المبهمة في محاولة لاقتراح خطة إنتاجية مثلى، تقوم على إثرها المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bental Mghnia بمواجهة التقلبات الموسمية للطلب على منتجاتها آخذين بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد المحيطة بالتكلفة.

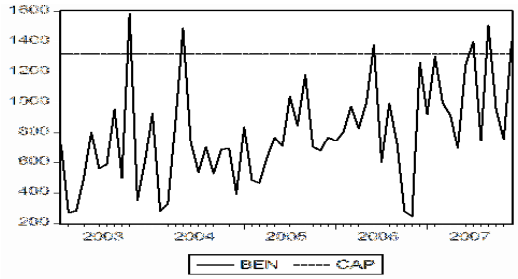
لقد تم حل النموذج المقترح باستخدام البرنامج LINGO، حيث تحصلنا على الحل الأمثل والذي يتيح لمتخذ القرار في المؤسسة مختلف متغيرات القرار المتعلقة بمستوى الإنتاج، المخزون والعمالة، محققا في نفس الوقت أدنى تكلفة إجمالية ومحترما قيود وشروط المؤسسة، من مستوى إنتاجية العمال والطاقة التخزينية والمستوى الأعلى والأدنى من حجم العمال الذي يجب الحفاظ عليه.

لقد قدمت الدراسة مثالا علميا على مدى فعالية نماذج البرمجة الخطية المبهمة في التخطيط الإجمالي للإنتاج في المنظمات الصناعية، ولكن 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، إنتاجية العمال ...، هذا وبالإضافة إلى أن العديد من المؤسسات لا تسعى فقط لتحقيق هدف واحد، وإنما عدة أهداف لذلك فإن مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج لا يجب دراستها فقط في إطار نماذج البرمجة الخطية ذات الهدف الواحد، أي التي تسعى فيها المؤسسات إلى تحقيق هدف واحد، كما لا يجب دراستها أيضا في ضل معطيات محددة بدقة، وإنما يجب دراستها في ظروف عدم التأكد مع تعدد الأهداف، وهذا عن طريق استخدام نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة (Fuzzy multi- objective mathematical programming) ، وهذا ما سنحاول أن نقف عنده في بحوثنا المستقبلية.

ملحق الجداول والأشكال البيانية

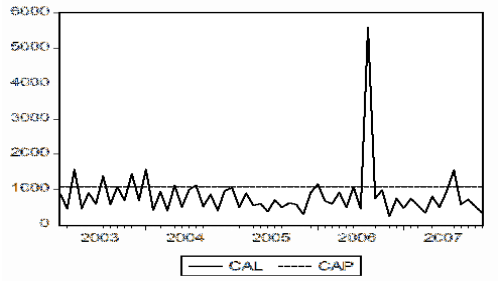
الشكل 1. أحد أشكال دالة الانتماء الخطية

الشكل 2.تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للBEN



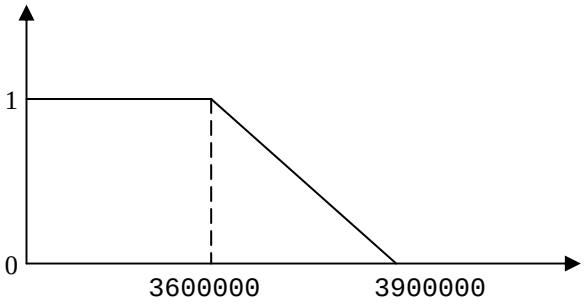
المصدر : تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للBEN

الشكل 4 .تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للCAL

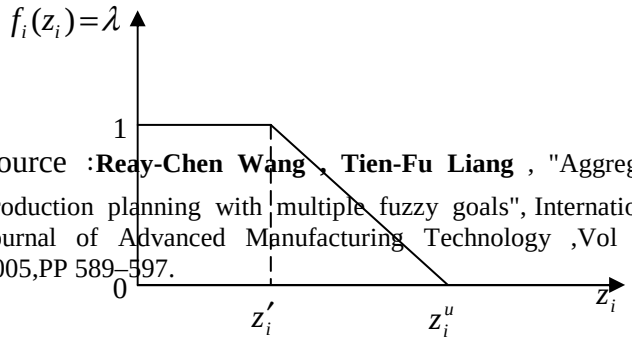


المصدر : من إعداد الباحث بالاستعانة بمعطيات مصلحة المبيعات بالمؤسسة

الشكل 5 . دالة الانتماء لمؤسسة Bental Maghnia

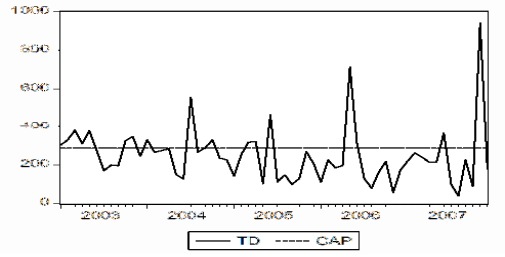


المصدر : من إعداد الباحث وفق رغبات المقرر (مدير قسم المالية بالمؤسسة)



Source :**Reay-Chen Wang , Tien-Fu Liang** , "Aggregate production planning with multiple fuzzy goals", International Journal of Advanced Manufacturing Technology ,Vol 25, 2005,PP 589–597.

الشكل3. تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للTD



المصدر : من إعداد الباحث بالإستعانة بمعطيات مصلحة المبيعات بالمؤسسة

جدول1.الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL،TD،BEN في المؤسسة

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

المصدر :من إعداد الطالب بالاعتماد على معطيات مصلحة الإنتاج بالمؤسسة

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 المصالح الإدارية للمؤسسة

جدول3 الخطة الإجمالية المقترحة للـ6 أشهر القادمة لمؤسسة BENTALمغنية لسنة 2008

الأشهر	مستوى العمال W_t	**التعيين** H_t	**التسريح** F_t	**مستوى الإنتاج**			**مستوى المخزون**		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	-	-	-	-	-	1856.25	1029	1860
جانفي 2008	68	-	-	-	-	-	679.025	900	695.809
فيفري 2008	68	-	-	743.996	-	267.638	500	736.603	500
مارس 2008	68	-	-	1074.857	-	659.038	605.228	571.986	500
أفريل 2008	68	-	-	1154.980	94.019	425.24	774.505	500	500
ماي 2008	68	-	-	1209.992	193.317	78.967	605.229	500	500
جون 2008	68	-	-	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							36407350.00 دج		
درجة إنتماء المقرر λ							0.8642		

المصدر : من إعداد الطالب إعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

الإحالات و المراجع :

[1] - المبهمة هي ترجمة لكلمة Fuzzy وهناك من يستخدم كلمة ضبابية ، غامضة أو مشوشة.

[2] - البرنامج LINGO هو برنامج مختص في حل مشاكل البرمجة الخطية.

[3] - Reay-chen Wang , Tien-Fu Liang"Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning",international journal of production economics,vol 98, 2005,pp 328-341.

[4]- Geoff Buxey, " Strategy not tactics drives aggregate planning " , International journal of production economics (2003) ,vol 85 , p 331-346

[5]- Holt , C.C , F. Modigliani and H.A.Simon , "Linear Decision Rule for production and Employment Scheduling " *Management Science* , vol 2 , 1955 , PP1-30.

[6]- Bowman .E.D , "Production Scheduling By the Transportation Method of Linear programming*",* *Opérations Research Society*; 1955,pp 100-103.

[7]- Hanssman , F. and S.W.Hess , " A Linear programming Aproach to production and Employment Scheduling", *Managament Science* , I . 1960 , PP46-51.

[8]- Buffa . Elwood. S and Jeffery G . Miller , " Production and Inventory Systems : Planning and Control" , *3 rd Edition , Homewood Illinois :Richard D . Irwin .Inc* ., 1979, p 197.

[9]- Elsayed. A and Thomas O. Boucher, " Analysis and control of production Systems " , *New jersey : Prentice-Hall*, 1985, p 240.

[10]- Hackman, Steven T., And Robert C. Leachman,"A General Framework for Modelling Production", *Management Science* , Vol.35 , N°4, 1989, pp.478-495.

[11]- Johanson , Lynwood A. and Douglas C.Montgomry, "Operations Research in production planning, Scheduling and Invontory Control" , New York : John Wiley , 1974, pp356.

[12]- 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 , 1981, pp 555 – 564.

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

[14]سوف نستخدم في نموذجنا إستراتيجيتين ، لأنهما الإستراتيجيتين المتاحتين فقط في المؤسسة Bental maghnia.

[15]- Zadeh, L. A.. "Fuzzy sets". *Information and Control*,vol 8 , 1965, PP 338–353.

[16]- Zimmermann, H.J, " Fuzzy programming and linear programming with several objective functions", *Fuzzy Sets and Systems,vol 25* , 1978 , PP 175-182.

[17] هناك العديد من الأشكال لدالة الانتماء الخطية ، وهنا أيضا دوال انتماء غير خطية.

[18]- Reay-Chen Wang , Tien-Fu Liang ., " Aggregate production planning with multiple fuzzy goals International" , Journal of Advanced Manufacturing Technology ,Vol 25, 2005, PP 589–597.

[19]- Zimmermann, H.J.1978 ,op-cite.p 183.

[20]- تم الحصول على هذه المعطيات من طرف المسؤول عن المخزون بالمؤسسة.

[21]- تم الحصول على هذه المعلومة من طرف محاسب المؤسسة بعد طرح تكاليف اليد العاملة الإجمالية لعمال مصلحة الإنتاج ثم أخذ المتوسط الحسابي بناء على عددهم.

[22]- أنظر في ذلك Reay-chen Wang, Tien-Fu Liang , 2005 مرجع سبق ذكره ص 589-597.