نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في حالة الطلب والتكاليف مبهمة

دراسة نظرية وتطبيقية

د. محمد مكيديش
ملحقة مغنية، جامعة تلمسان/ الجزائر
mkidiche@yahoo.fr

د. عبد القادر ساهد
ملحقة مغنية، جامعة تلمسان/ الجزائر
sahed14@yahoo.fr

Modeling of aggregate production planning problem in the case of fuzzy demand and fuzzy costs: Theory and Applied Study

Mohamed Mekidiche & Abdelkader SAHED
University of Abou Bekr Belkaid, Tlemcen –Algeria

Received:24 Aug 2014 Accepted: 17 Mar 2015 Published: 30 June 2015

ملخص:

قمنا في هذا البحث بنمذجة مشكلة 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 الرياضية المبهمة *Fuzzy mathematical programming*، في حالة الطلب والتكاليف مبهمة نظرا للظروف الغير مؤكدة التي تحيط بهما حيث قمنا بصياغة نموذج تقوم على إثره المؤسسة بتدنية هدف المؤسسة المتعلق بتدنية مجموع تكاليف الإنتاج والعمالة والتخزين وهذا باستخدام طريقة (1983) *Chanas*، ليتم في الأخير حل النموذج الرياضي باستخدام البرنامجين *MATLAB* و *LINGO* والحصول على خطة إنتاج مثلى.

الكلمات المفتاحية: التخطيط الإجمالي للإنتاج، البرمجة المبهمة، الطلب المبهم، التكاليف المبهمة، دوال الانتماء.
رموز **jel**: C44, C61, C63, D24.

Abstract:

In this study, we have modeling the problem of 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 Fuzzy mathematical programming In the case of fuzzy demand and fuzzy costs because of the circumstances surrounding uncertainty, where we have formulated a mathematical model is designed to minimize the total cost of production, workers, and storage, using for that the method of Chanas (1983), the mathematical model is solved by using MATLAB and LINGO programs and getting optimal production plan.

Keywords: *Aggregate production planning , fuzzy programming , Fuzzy demand, fuzzy costs, Membership functions.*
(JEL) Classification : *C44, C61, C63, D24.*

DOI: 10.12816/0011895

تمهيد:

يهدف التخطيط الإجمالي للإنتاج (*Aggregate production planning*) لإعداد خطط لفترات زمنية قادمة تتراوح بين 6 إلى 18 شهر 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 تحدث هذه التسوية، ويسمى هذا النوع بالتخطيط الإجمالي للإنتاج (APP) لأنه يكون شاملا لجميع منتجات المؤسسة دون استثناء. فبعدما تقوم المؤسسة بوضع تقديرات الطلب على منتجاتها، فإنه من النادر 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 عوامل كثيرة 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 التسوية بين أرقام الطلب والطاقة المتاحة للمؤسسة. وفي سبيل ذلك هناك العديد من الإجراءات أو البدائل الإنتاجية التي يطلق عليها استراتيجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، وهي عبارة عن بدائل إنتاجية تستخدمها المؤسسة لتلبية الطلب على منتجاتها ومنها:

- 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 الاستراتيجية لها أيضا تكاليفها كتكلفة التعيين (تدريب، اعلان، 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، وهدا 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 باستراتيجيات الإنتاج المختلطة.

إن تعدد البدائل الإنتاجية لمواجهة تقلبات الطلب، 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، وذلك في ضرورة وضع خطة إجمالية يمكن للمؤسسة عن طريقها تعديل طاقتها الإنتاجية المتاحة، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف.

أولا. الدراسات السابقة:

لقد بذلت الكثير من المحاولات والجهود في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج رياضي وإن أول محاولة لنمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي كانت سنة 1955 على يد الباحثين [1]*Holt, Modigliani , Mûth , Simon* عن طريق نموذج قاعدة القرارات الخطية إذ تم 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 استيعاب جميع قيود المؤسسة.

في سنة 1955 تمكن *Bowman* [2] من صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل) لكن بالرغم من مساهمته الفعالة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي 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 يأخد في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الانقطاع عن المخزون)، وفي سنة 1960 قدما *and Hess Hanssmann*[3] 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 تعتمد على نموذج البرمجة الخطية في معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي ومن بينهم *Buffa and Miller* (1979)[4]، وأيضا *Elsayed and Boucher (*1985)[5]، *Hackman and Leachman (*1989)[6]، *Johanson and Montgomery* (1974)[7]، *Khoshnevis*[8] (1981) وآخرين، وايضا الباحث *Eilon*[9] (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.

وبالرغم من فعالية نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الجمالي إلا أنها في الكثير من الأحيان لا تعبر بدقة عن واقع التخطيط الإجمالي في المؤسسة نظرا لظروف عدم التأكد والتي تحيط ببعض المعلمات المتعلقة بالتكاليف وأيضا أرقام الطلب المتنبئ به إذ من الصعب جدا تحديديها بدقة نظرا لعدة عوامل يصعب التحكم

DOI: 10.12816/0011895

فيها كليا، وفي ضل هذه الظروف فإن اعتماد المقرر على نماذج البرمجة الخطية المؤكدة قد يؤدي به إلى اتخاذ قرارات خاطئة قد يصعب الرجوع فيها.

وعليه فإن إشكاليتنا في هذه الورقة البحثية تدور حول كيفية وضع نموذج رياضي من أجل تحديد خطة إنتاج إجمالية تضمن بها المؤسسة الصناعية التحديد الأمثل لمواردها، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف وهذا في ضل ظروف عدم التأكد التي تحيط ببعض معلمات التكاليف المحيطة بها.

ثانيا. نموذج البرمجة الخطية و مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج:

في هذا البحث سوف نقترح نموذجا رياضيا باستخدام البرمجة الخطية، من أجل إعداد خطة إنتاج إجمالية معتمدين في ذلك على استراتيجيتين أو بدلين وهما البديلين المتوفرين في مؤسسة *Bental Maghnia* وهما :

- استراتيجية الوفاء بالطلب عن طريق المخزون.
- استراتيجية تغيير القوى العاملة.

وقبل عرض النموذج الرياضي لابد أولا من تعريف معلمات ومتغيرات القرار الآتية والتي سوف نستخدمها:

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 (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:

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

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

تحت الشروط:

- **القيد المتعلق بالاحتفاظ وانقطاع المخزون والإنتاج:**

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

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

- **القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:**

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

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

- **القيد المتعلق بتعيين وتسريح العمال:**

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

- **شروط عدم السلبية :**

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

من بين نقائص نموذج البرمجة الخطية المؤكدة في حله لمشكلة APP أنها تشترط المعرفة المؤكدة لجميع المعلمات وهذا الأمر قد لا يعبر عن الواقع في الكثير من المسائل العلمية الواقعية، وهذا بسبب فرضية التأكد من عنصر الطلب هذا العنصر الذي غالبا ما يكون مجهولا كما أنه يصعب التنبؤ به بصفة دقيقة نظرا للتغيرات الموسمية والعشوائية والتي تجعل أرقام الطلب متذبذبة وأيضا تكلفة الإنتاج التي قد تتغير كثيرا بسبب تغيرات الطلب على المواد الأولية... وهذا ما يجعلها لا تعبر عن واقع الكثير من التطبيقات الواقعية الأمر الذي جعل العديد من الباحثين بالاستعانة بنظرية المجموعات المبهمة والتي يمكنها حل هذا المشكل.

ثالثا. التخطيط الإجمالي باستخدام البرمجة الخطية في حالة الطلب والتكاليف المبهمة:

في سنة 1965 قدم الباحث [10]*Zadeh* نظرية المجموعات المبهمة (*fuzzy set théory*)، والتي شملت تطبيقاتها عدة ميادين من بينها نموذج البرمجة الخطية وفي سنة 1978 قدم الباحث [11]*Zimmerman* أول نموذج برمجة خطية مبهمة مستخدما مفهوم دوال الانتماء (*Membership functions*)، والتي تأخذ العديد من الأشكال، ومن أهم الطرق والنماذج الرياضية التي تم استخدامها في حالة الطلب والمعلمات المبهمة طريقة (1983) *Chanas*[12] .

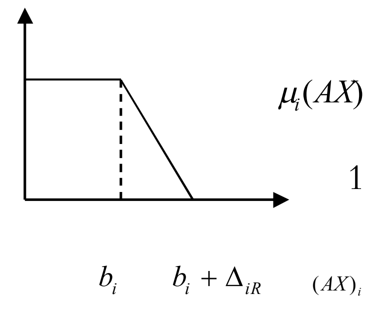
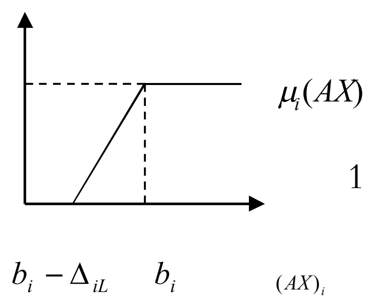
في سنة 1983 قدم الباحث *Chanas* طريقة جديدة في حل نماذج البرمجة الخطية المبهمة في الحالة التي تكون فيها الموارد ودالة الهدف مبهمة اعتمد *Chanas* في طريقته على طرق البرمجة الرياضية التفاعلية *Interactive mathematical programming* فالباحث *Chanas* في طريقته لا يفترض تحديد قيمة مبدئية لدرجة السماح Δ_{iR} أو Δ_{iL} وقيمة المورد المتاح b_0 حيث يتم وفق نموذجه تحديد منطقة الحلول المبهمة والتي على إثرها يتم تحديد الحل الأمثل ويمكن شرح طريقة *Chanas (1983)* وفق المراحل الآتية:

- **المرحلة الأولى**: الكتابة الرياضية للنموذج مع تحديد دوال الانتماء الخطي للموارد المتاحة b_i بالنسبة لكل قيد:

$$\begin{aligned}
& Min \ \ or \ \ Max..\tilde{Z} = CX \\
& St \\
& (AX)_i \le \ \ge \tilde{b}_i ...i = 1,2,......,m \\
& X \ge 0
\end{aligned}$$

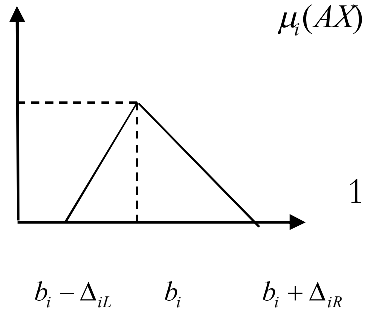
ففي المرحلة الأولى يتم تحديد دوال الانتماء الخطية للقيود المبهمة ويمكن أن تأخذ الأشكال الآتية:

الشكل 1 : أنواع دوال الانتماء للقيود المبهمة المستخدمة وفق طريقة (1983) *Chanas*

الصياغة التحليلية	دالة الانتماء
$\mu_i\,(AX)_i = \begin{cases} 1..................if..(AX)_i \le b_i \\ \dfrac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}}..if..b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iR}...i = 1,...,i_0...(1) \\ 0...............if..(AX)_i \ge b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$	
النوع الأول	
$\mu_i\,(AX)_i = \begin{cases} 1..................if..(AX)_i \ge b_i \\ \dfrac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}}..if..b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iL}...i = i_0 + 1,..., j_0...(2) \\ 0...............if..(AX)_i \le b_i + \Delta_{iL} \end{cases}$	

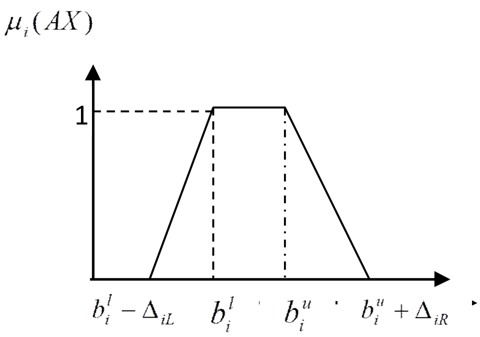
DOI: 10.12816/0011895

النوع الثاني



$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 0..................if..(AX)_i \le b_i \\ \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}}..if..b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iR}. \quad i = j_0 + 1,....,k_0 \\ \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}}..if...b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iL} \\ 0...............if.(AX)_i \ge b_i + \Delta_{iR} \end{cases} \quad ...(3)$$

النوع الثالث



$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 0 & if \quad (AX)_i \le b_i^l - \Delta_{iL} \\ 1 - \frac{b_i^l - (AX)_i}{\Delta_{iL}} & if \quad b_i^l - \Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_{ii}^l \\ 1 & if \quad b_i^l \le (AX)_i \le b_i^u \qquad i = k_0 + 1,......,K(4) \\ 1 - \frac{(AX)_i - b_i^u}{\Delta_{iR}} & if \quad b_i^u \le (AX)_i \le b_i^u + \Delta_{iR}. \\ 0 & if \quad (AX)_i \ge b_i^u + \Delta_{iR} \end{cases}$$

النوع الرابع

◆ **المرحلة الثانية** : كتابة النموذج الرياضي الأولي والذي على إثره يتم تحديد جميع قيم Z ففي المرحلة الثانية في طريقة *Chanas* (1983) يتم حل النموذج الآتي :

$$\begin{aligned} & Min\ Z = CX \\ & ST \\ & \quad AX_i \le b_i + \Delta_{iR}\, r \qquad (1) \\ & or \quad AX_i \ge b_i + \Delta_{iL}\, r \qquad (2) \\ & or \quad AX_i \le b_i + \Delta_{iR}\, r \qquad (3) \\ & \quad AX_i \ge b_i + \Delta_{iL}\, r \\ & or \quad AX_i \le b_i^{\,l} + \Delta_{iR}\, r \qquad (4) \\ & \quad AX_i \ge b_i^{\,u} + \Delta_{iL}\, r \end{aligned}$$

حيث يعبر القيد (3) عن الحالة التي يتم فيها استعمال دالة الانتماء من النوع الثالث أي المثلثية والقيد الثاني دالة الانتماء من النوع الثاني وهكذا، أما قيمة r فهي تعبر عن معدل السماح الذي يقبل به المقرر في كل مرة وهي محصورة بين 0 و 1 فقيمة r تساوي الصفر عندما تتحقق الكمية المستعملة من المورد المتاح والتي يريدها يرغب بها المقرر بدرجة انتماء قدرها 100% وتساوي الواحد عند الحد الأدنى والذي عنده تصبح درجة انتماء

المقرر حول استعمال المورد المتاح تساوي 0 . وعليه فمن أجل حل هذا النموذج يتم تحويل القيود أعلاه إلى قيود *Chanas* وهذا عن طريق إضافة قيود جديدة كما يلي:

$$\begin{aligned}
& Min\ Z = CX \\
& ST \\
& \quad AX_i + x_i = b_i + \Delta_{iL}\, r \qquad (1) \\
& x_i \le b_i + (\Delta_{iL} + \Delta_{iR}) r \\
& or\ \ AX_i + x_i = b_i + \Delta_{iR}\, r \qquad (2) \\
& x_i \le b_i^{\,u} - b_i^{\,l} + (\Delta_{iL} + \Delta_{iR}) r
\end{aligned}$$

يعبر القيد الأول عن الحالة التي يتم فيها استخدام دالة الانتماء من النوع الثالث أي المثلثية في حين القيد الثاني فيعبر عن الحالة التي يتم فيها استخدام دالة الانتماء من النوع الرابع أي شبه المنحرف أما الصيغ الأخرى للقيود وفق دوال الانتماء من النوع الأول والنوع الثاني فيمكن استنتاجهما من خلال دالتي الانتماء السابقتين (المثلثية وشبه المنحرف)، أما x_i هو عبارة عن متغير إضافي مساعد . ومن أجل حل هذا النموذج يتم استعمال طريقة المحاكات وذلك بتحديد قيمة مبدئية لـ r ثم مقدار الخطوة التي يتم المرور بها إلى غاية الواحد ليتم في الأخير تحديد قيم r وقيمة دالة الهدف المرافقة لكل عدد معين من r.

◆ **المرحلة الثالثة**: في هذه المرحلة يحدد المقرر من خلال قيم Z المتحصل عليها وفق النموذج السابق ويعين دالة الانتماء الخطية لدالة الهدف Z.

$$u_Z = \begin{cases} 1, & u_Z \le Z_l \\ 1 - \dfrac{Z - Z_l}{Z_u - Z_l}, & Z_l \le u_Z \le Z_u \\ 0, & u_Z \ge Z_u \end{cases}$$

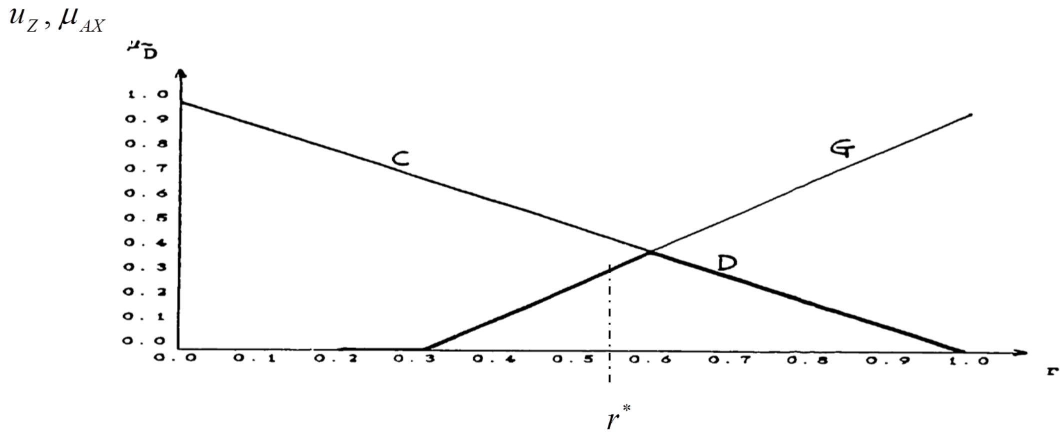
ومن أجل تحديد الحل الأمثل يتم حل النموذج الرياضي الآتي :

$$\begin{aligned}
& Min = r \\
& ST \\
& u_Z \le Z_l + (Z_u - Z_l) r \\
& \quad AX_i + x_i = b_i + \Delta_{iL}\, r \qquad (1) \\
& x_i \le b_i + (\Delta_{iL} + \Delta_{iR}) r \\
& or\ \ AX_i + x_i = b_i + \Delta_{iR}\, r \qquad (2) \\
& x_i \le b_i^{\,u} - b_i^{\,l} + (\Delta_{iL} + \Delta_{iR}) r
\end{aligned}$$

DOI: 10.12816/0011895

إن حل النموذج أعلاه يحدد الحل الأمثل للبرنامج الرياضي وفق طريقة *Chanas* كما يحدد قيمة r المثلى والتي يجب على المقرر أن يختارها إذا ما أراد أن يعظم درجة إنتمائه λ حيث $\lambda = 1 - r$ والشكل البياني أدناه يوضح أن القيمة المثلى لـ r^* هي القيمة التي تتقاطع عندها قيم دوال الانتماء للقيود (*Fuzzy constrants*) C و قيمة دالة الانتماء لدالة الهدف (*Fuzzy Goal*) G وهذا عند القيم المعينة لـ r.

الشكل 2 : تحديد النسبة المثلى التي تعظم درجة انتماء المقرر

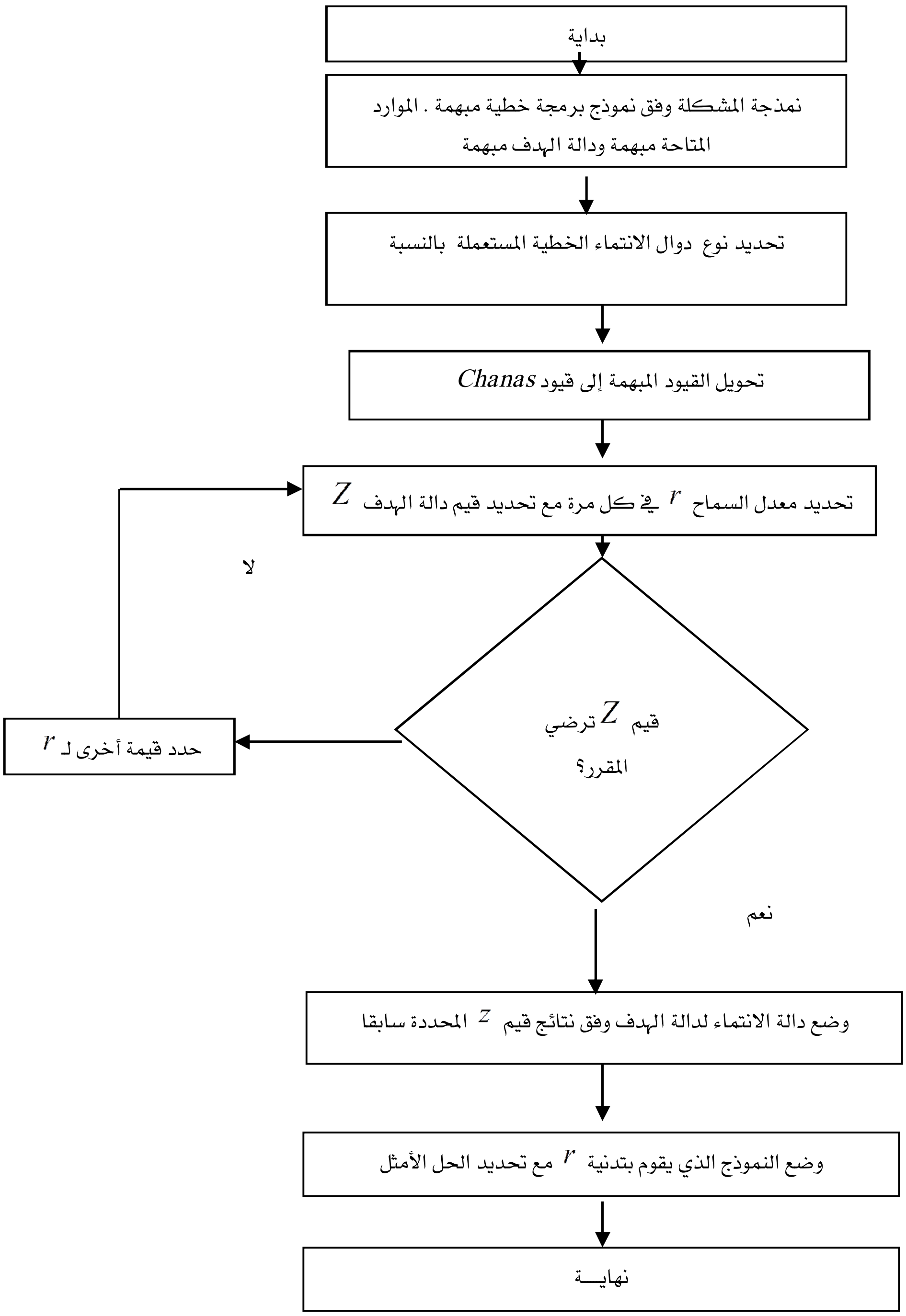


المصدر: من إعداد الباحثين

ويمكن تلخيص كيفية حل نموذج البرمجة الخطية المبهمة وفق طريقة *Chanas* من خلال المخطط البياني الآتي:

DOI: 10.12816/0011895

الشكل3: مخطط بياني يبين كيفية حل نموذج البرمجة الخطية المبهمة وفق طريقة (1983) *Chanas*



المصدر : من إعداد الباحثين اعتمادا على طريقة (1983) *Chanas*

DOI: 10.12816/0011895

رابعا. نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة *Bental* مغنية

1. تقديم وعرض بيانات الوحدة:

تختص المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة بإنتاج ثلاثة 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 (8×3 ساعة) لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الخميس حيث يكون العمل لنصف يوم فقط والجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

إن انفراد 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.

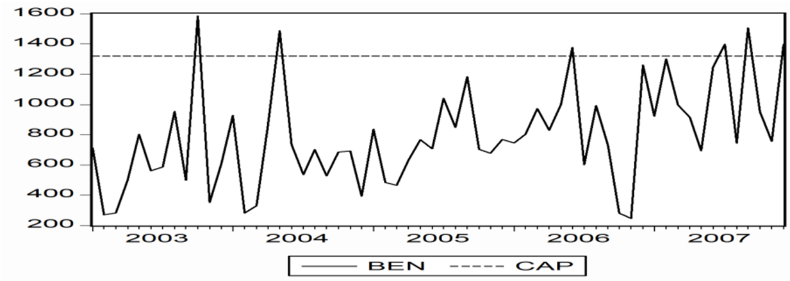
جدول 1: الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL ،TD ،BEN في المؤسسة

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

المصدر: مصلحة الإنتاج للمؤسسة

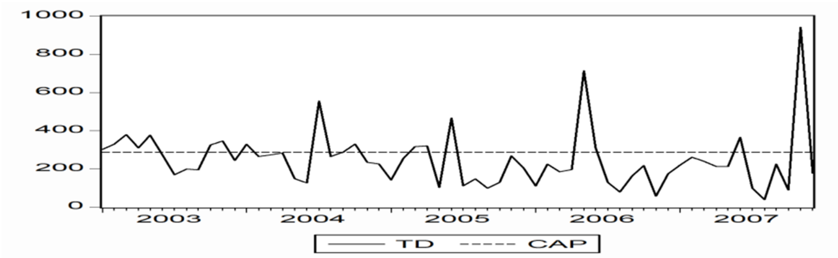
فبالنسبة لمنتجات الوحدة في بعض الأحيان يفوق الطلب الفعلي طاقة المؤسسة الإنتاجية وفي أحيان أخرى ينخفض عنها. والأشكال البيانية أدناه توضح تقلبات الطلب عن مستوى الطاقة الإنتاجية الشهرية أي الطاقة الإنتاجية اليومية مضروبة في معدل عدد الأيام الفعلية (العملية) لكل شهر والذي يقدرب 24 يوما.

الشكل 4: تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـBEN



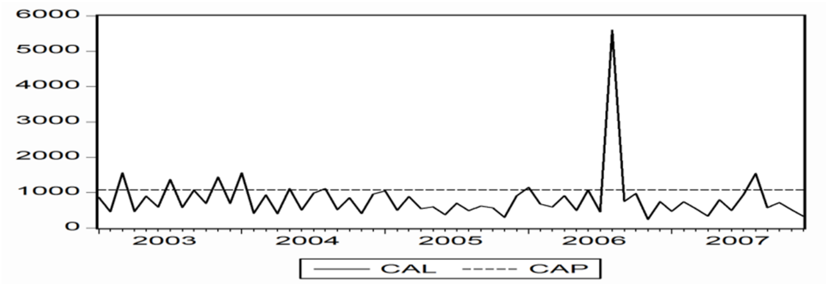
المصدر: من إعداد الباحثين باستعمال البرنامج *Eveiws*

الشكل 5: تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـTD



المصدر: من إعداد الباحثين باستعمال البرنامج *Eveiws*

الشكل 6: تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـCAL



المصدر: من إعداد الباحثين باستعمال البرنامج *Eveiws*

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 لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة *Bental maghnia*، يجب أن يتفق مع قيود ومتطلبات مؤسسة *Bental maghnia* أثناء الفترة التخطيطية وهي :

- الفترة التخطيطية في المؤسسة تقدر بـ 6 فترات (6 أشهر).
- يجب الأخذ بعين الاعتبار منتجات المؤسسة الثلاث.

القيم المبدئية لمستوى المخزون من المنتجات الثلاث $(BEN, TD, CAL,)$ في الفترة 1 هي:

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

- 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.
- 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 تعين عامل و $f_t = 4155.DA$ وهي عبارة عن تكلفة تسريح عامل.
- مساهمة تكلفة اليد العاملة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t تساوي $r_t = 2694.706.DA$
- 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 $W_{Min} = 55$.
- الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة تجاوزها في ورشة الإنتاج خلال الفترة t هو 68 عامل ($W_{Max} = 55$).
- القيمة المبدئية في بداية الفترة 1 لمستوى القوة العاملة في المؤسسة هو 68 أي ($W_0 = 68$).
- 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
	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

TD (P_{2t})	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 الباحثين باستعمال معطيات مصلحة المبيعات والبرنامج *Eveiws*

* استخدمنا منهجية بوكس وجانكيس في تقدير الطلب خلال الـ 6 أشهر لسنه 2008

2. الصياغة الرياضية لمشكلة *APP* في وحدة *Bental* مغنية مع الطلب المبهم:

إن فرضية التأكد من الطلب غير واقعية في المؤسسة نضرا لأن هذا العنصر غالبا ما يكون مجهولا كما أنه يصعب التنبؤ به بصفة دقيقة نظرا للتغيرات الموسمية و العشوائية والتي تجعل أرقام الطلب متذبذبة وعليه فسنحاول في هذا المبحث اقتراح صياغة رياضية جديدة لمشكلة *APP* في وحدة *Bental* مغنية في ضل عدم تبات دالة الهدف و الطلب أي أن الطلب المبهم (*Fuzzy Demand*). لكي نستطيع أن نقوم بنمذجة مشكلة *APP* في حالة دالة الهدف المبهمة و الطلب المبهم في وحدة *Bental* مغنية لابد من استخدام الصياغة المقترحة والتي تجعل قيود الطلب مبهمة، لذلك فإنه يمكن صياغة مشكلة *APP* في طابعها المبهم في وحدة *Bental* مغنية كما يلي:

$$Min..Z_6 \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) + \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it})$$

تحت الشروط:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} \cong d_{it}$$
$$I_{it} \geq 500$$
$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$55 \leq W_t \leq 68$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000$$
$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$
$$t = 1,2,\ldots,T$$
$$i = 1,2,\ldots..,N$$

$\cong$: يعبر هذا الرمز عن الصيغة المبهمة للأهداف.

من أجل حل النموذج أعلاه لابد من استخدام أسلوب البرمجة الخطية المبهمة (*FLP*) في الحالة التي يكون فيها القيود مبهمة، ومن أجل ذلك يجب تحويل هذه القيود إلى قيود أخرى مكافئة والتي تسمى بقيود *Chanas* (*Chanas constraints*) وهذا وفق طريقة (1983) *Chanas*، ولكن قبل ذلك يجب وضع دالة الانتماء الخطية

لقيود الطلب والتي في غالب الأحيان تأخذ الشكلين من النوع 3 و4 والمشار إليهم سابقا في الشكل 1، وعليه وبالاستعانة بمدير الإنتاج في المؤسسة وأيضا مجالات التنبؤ فإنه يمكن وضع دوال الانتماء الخطي في وحدة *Bental* مغنية كما يلي:

جدول 3 : معطيات دوال الانتماء الخطية بالنسبة لأرقام الطلب في وحدة *Bental* مغنية

المنتجات	الفترات	نوع دالة الانتماء الخطية	معطيات دالة الانتماء الخطية	
BEN (P_{1t})	الفترة 1	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(1060, 117 ,1200, 120)
	الفترة 2	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(828, 92, 940, 47)
	الفترة 3	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(792, 88, 890, 90)
	الفترة 4	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(52, 1072, 108)
	الفترة 5	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(1242, 140, 1390, 139)
	الفترة 6	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(1250, 65, 1320, 66)
TD (P_{2t})	الفترة 1	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(14, 129, 26)
	الفترة 2	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(17, 163, 17)
	الفترة 3	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(162, 22, 170, 17)
	الفترة 4	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(166, 14, 175, 15)
	الفترة 5	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(9, 194, 6)
	الفترة 6	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(22, 207, 13)
CAL (P_{3t})	الفترة 1	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(95, 1165, 115)
	الفترة 2	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(464, 48, 470, 47)
	الفترة 3	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(660, 40, 670, 25)
	الفترة 4	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(25, 425, 60)
	الفترة 5	النوع 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(79, 14, 85, 20)
	الفترة 6	النوع 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(84, 479, 41)

المصدر : من إعداد الباحثين بناء على معطيات مصلحة المبيعات.

ومن أجل حل نموذج *APP* في وحدة *Bental* مغنية في حالة الطلب المبهم لابد من تحويل قيود الطلب المبهمة والتي كانت عل النحو الآتي :

DOI: 10.12816/0011895

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

ولكن يجب تحويل هذه القيود المبهمة إلى قيود مكافئة وذلك وفق قيود *Chanas* (1983) ويكون ذلك كما يلي:

$$\begin{aligned}
&P_{11}+I_{10}-I_{11}+x_1=1177{,}25\\
&x_1\le 140+237r\\
&P_{12}+I_{11}-I_{12}+x_2=923.021\\
&x_2\le 112+139r\\
&P_{13}+I_{12}-I_{13}+x_3=883.342\\
&x_3\le 98+178r\\
&P_{14}+I_{13}-I_{14}+x_4=1071.990\\
&x_4\le 160r\\
&P_{15}+I_{14}-I_{15}+x_5=1379.269\\
&x_5\le 148+279r\\
&P_{16}+I_{15}-I_{16}+x_6=1315.220\\
&x_6\le 70+131r
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&P_{21}+I_{20}-I_{21}+x_7=128.62\\
&x_7\le 40r\\
&P_{22}+I_{21}-I_{22}+x_8=163.777\\
&x_8\le 34r\\
&P_{23}+I_{22}-I_{23}+x_9=164.617\\
&x_9\le 8+39r\\
&P_{24}+I_{23}-I_{24}+x_{10}=166.005\\
&x_{10}\le 9+25r\\
&P_{25}+I_{24}-I_{25}+x_{11}=193.317\\
&x_{11}\le 15r\\
&P_{26}+I_{25}-I_{26}+x_{12}=206.662\\
&x_{12}\le 35r
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&P_{31}+I_{30}-I_{31}+x_{13}=1164.191\\
&x_{13}\le 210r\\
&P_{32}+I_{31}-I_{32}+x_{14}=463.447\\
&x_{14}\le 6+95r\\
&P_{33}+I_{32}-I_{33}+x_{15}=659.034\\
&x_{15}\le 10+65r\\
&P_{34}+I_{33}-I_{34}+x_{16}=425.240\\
&x_{16}\le 85r\\
&P_{35}+I_{34}-I_{35}+x_{17}=78.967\\
&x_{17}\le 6+34r\\
&P_{36}+I_{35}-I_{36}+x_{18}=478.221\\
&x_{18}\le 125r
\end{aligned}$$

حيث :

r : هو عبارة عن نسبة محصورة بين 0 و 1 أي $0\le r\le 1$

ومن أجل حل مشكلة *APP* في وحدة *Bental* مغنية في حالة الطلب المبهم ودالة الهدف المبهمة يكون ذلك وفق مرحلتين وهي:

المرحلة الأولى : افتراض أن دالة الهدف مؤكدة (*précis*) وهذا عن طريق حل نموذج *APP* في وحدة *Bental* مغنية مع استبدال قيود الطلب المبهمة بالقيود المكافئة أعلاه (قيود *Chanas*) مع الأخذ بعين الاعتبار قيمة لـ r في كل مرة واحتساب دالة الهدف ويكون ذلك وفق النموذج الآتي:

$$Min..Z_6=\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it})+\sum_{t=1}^{T}(r_tW_t+h_tH_t+f_tF_t)+\sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it})$$

ولكن يجب تحويل هذه قيود الطلب المبهمة إلى قيود طلب مكافئة وذلك وفق قيود *Chanas* (1983) ويكون ذلك كما يلي:

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

مع إضافة القيود السابقة في النموذج الأصلي وهذا كما يلي:

DOI: 10.12816/0011895

$$P_{11}+I_{10}-I_{11}+x_1=1177{,}25$$
$$x_1\le 140+237r$$
$$P_{12}+I_{11}-I_{12}+x_2=923.021$$
$$x_2\le 112+139r$$
$$P_{13}+I_{12}-I_{13}+x_3=883.342$$
$$x_3\le 98+178r$$
$$P_{14}+I_{13}-I_{14}+x_4=1071.990$$
$$x_4\le 160r$$
$$P_{15}+I_{14}-I_{15}+x_5=1379.269$$
$$x_5\le 148+279r$$
$$P_{16}+I_{15}-I_{16}+x_6=1315.220$$
$$x_6\le 70+131r$$
$$P_{31}+I_{30}-I_{31}+x_{13}=1164.191$$
$$x_{13}\le 210r$$
$$P_{32}+I_{31}-I_{32}+x_{14}=463.447$$
$$x_{14}\le 6+95r$$
$$P_{33}+I_{32}-I_{33}+x_{15}=659.034$$
$$x_{15}\le 10+65r$$
$$P_{34}+I_{33}-I_{34}+x_{16}=425.240$$
$$x_{16}\le 85r$$
$$P_{35}+I_{34}-I_{35}+x_{17}=78.967$$
$$x_{17}\le 6+34r$$
$$P_{36}+I_{35}-I_{36}+x_{18}=478.221$$
$$x_{18}\le 125r$$
$$P_{21}+I_{20}-I_{21}+x_7=128.62$$
$$x_7\le 40r$$
$$P_{22}+I_{21}-I_{22}+x_8=163.777$$
$$x_8\le 34r$$
$$P_{23}+I_{22}-I_{23}+x_9=164.617$$
$$x_9\le 8+39r$$
$$P_{24}+I_{23}-I_{24}+x_{10}=166.005$$
$$x_{10}\le 9+25r$$
$$P_{25}+I_{24}-I_{25}+x_{11}=193.317$$
$$x_{11}\le 15r$$
$$P_{26}+I_{25}-I_{26}+x_{12}=206.662$$
$$x_{12}\le 35r$$
$$W_t-W_{t-1}-H_t+F_t=0$$
$$I_{it}\ge 500$$
$$55\le W_t\le 68$$
$$P_{it}-K_{it}*W_t\le 0$$
$$\sum_{i=1}^{3}I_{it}\le 6000$$
$$I_{10}=1856.25$$
$$I_{20}=1029$$
$$I_{30}=1860$$
$$W_0=68$$
$$0\le r\le 1$$
$$P_{it},I_{it},W_t,H_t,F_t\ge 0$$
$$t=1,2,\ldots,T$$
$$i=1,2,\ldots\ldots,N$$

حيث :

r : هو عبارة عن نسبة محصورة بين 0 و 1 أي $0\le r\le 1$.

وباستخدام البرنامج *Matlab* يمكن الحصول على النتائج كما يبينها الجدول (4) والذي يبين مختلف قيم دالة الهدف المثلى عند مستويات معينة من r .

جدول 4 : قيمة دالة الهدف عند مستوى معين من r

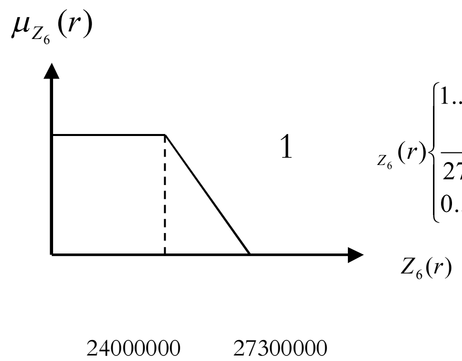
r	$Z_6(r)$	r	$Z_6(r)$	r	$Z_6(r)$	r	$Z_6(r)$
1	25711960	0,7	28195040	0,4	30702600	0,1	33228220
0,9	26536650	0,6	29025080	0,3	31544420	0	34074590
0,8	27365820	0,5	29862180	0,2	32386170		

المصدر : من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات البرنامج *MATLAB*.

يتبين من خلال الجدول (4) أن هناك علاقة عكسية بين مستويات r والتكلفة الدنيا وهذا بسبب المخاطرة حيث أنه كلما أقترب الحل الأمثل من مستوى الطلب الذي يحقق درجة انتماء عالية لرضي المقرر فإن ذلك يعني بأن قيمة r يجب أن تنخفض وهذا ما يجعل مجال الطلب ضيق الأمر الذي يرفع من تكلفة الخطة الإجمالية، كما أنه كل تكلفة معينة في الجدول (4) تقابل خطة انتاجية معينة وعليه فإن الإشكالية المطروحة تكمن في الكيفية التي من خلالها يتم الحصول على النموذج الأمثل والذي يمكن على إثره معرفة الخطة المثالية.

المرحلة الثانية : في هذه المرحلة يتم وضع دالة انتماء خطية لدالة الهدف مع الأخذ بعين الاعتبار في إعدادها مستويات الأهداف المحققة عند كل رقم من r أي $Z_6(r)$ فمن خلال الجدول (4) نلاحظ بأن أكبر حد لدالة الهدف هو 25711960 دج أما أكبر حد هو 34074590 دج ولكن يمكن للمقرر أن يأخذ مجالا يراه مناسبا وفقا لرغباته ولكن يجب أن يقع ضمن هذا المجال، وعليه وبالاعتماد على نتائج الجدول (4) ووفقا لرغبات المقرر الذي أخذ بعين الاعتبار المجال [24000000 , 27300000] حيث يمكن صياغة دالة الانتماء كما يلي:

الشكل 7 : دالة الانتماء بالنسبة للهدف Z_6 وفق نتائج الجدول 4



$$Z_6(r)\begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \ldots Z_6 \le 24000000 \\ \dfrac{27300000 - Z_6}{27300000 - 24000000} \ldots\ldots if \ldots 24000000 \le Z_6 \le 27300000. \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \ldots Z_6 \ge 27300000. \end{cases}$$

المصدر : من إعداد الباحثين بناء على النتائج السابقة.

ومن خلال دالة الانتماء الخطية لدالة الهدف أعلاه فإنه يمكن صياغة القيد المتعلق بدالة الهدف كما يلي:

$$Z_6 \le 24000000 + 3300000r$$

- **المرحلة الثالثة:** من أجل الحصول على الحل الأمثل وفق طريقة *Chanas* (1983) فإنه يتم تدنية دالة الهدف من خلال تحديد القيمة الدنيا لـ r بالإضافة لجميع قيود النموذج السابقة كما يلي :

$$Min \ \ Z_7 = r$$

$$Z_6 \le 24000000 + 3300000r$$

جميع قيود النموذج السابق

- وباستخدام البرنامج LINGO يمكن الحصول على الحل الأمثل، والجدول (5) يظهر نتائج النموذج كما يلي:

جدول 5: الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية المبهمة وفق طريقة *Chanas* (1983)

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
الفترة 1	55	-	13	-	0	0	1056.025	940,38	905,809
الفترة 2	55	-	-	115.996	0	0	500	810,603	543,362
الفترة 3	55	-	-	607.342	0	540.672	500	692,986	500
الفترة 4	55	-	-	914.375	0	340.24	502,38	560	500
الفترة 5	58	-	-	1032.052	117.336	38.967	582,168	500	500
الفترة 6	58	3	-	1032.052	171.662	353.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							25721364,4 دج		
درجة السماح r بالنسبة لقيود *Chanas* المبهمة							0.51877 دج		

المصدر : من إعداد الباحثين وبالاعتماد على مخرجات البرنامج *LINGO*.

فمن خلال الجدول أعلاه تتضح مختلف متغيرات القرار الأمثل والتي توضح الخطة الإجمالية المثالية والتي تأخذ بعين الاعتبار حالة الطلب المبهم كما نلاحظ بأن تكلفة الخطة الإجمالية في هذه الحالة 25721364,4 دج وهي تكلفة منخفضة فإذا ما قارناها مع الخطة المثالية للمؤسسة وهذا راجع لعامل الطلب الذي لم نعتبره كرقم مؤكد وإنما كمجال فيمكن أن يكون يفوق توقعاتنا وهذا ما يجعل المؤسسة تتحمل تكاليف التخزين والتي تعتبر كبيرة نوعا ما، وممكن أن يكون أقل وهذا ما يجعل المؤسسة تتحمل تكاليف الانقطاع غير أن تكاليف الانقطاع في المؤسسة تعتبر صغيرة مقارنة بتكاليف التخزين لأن المؤسسة في وضع احتكاري للسوق ذلك لأنها تعتبر المؤسسة الوحيدة في الجزائر لذا فإن الانقطاع في مخازنها لا يؤثر على زبائنها ولا يؤدي إلى فقدانهم لذا فإن التكلفة الإجمالية للخطة تكون منخفضة في حالة وقوع الحل الأمثل في دالة الانتماء من الجهة $b_i - \Delta_{il}$ التي يقع فيها رقم الطلب.

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 ما معقدة، ومن أجل ذلك طوَّر الباحثون الكثير من النماذج الرياضية والتي يمكن على إثرها تحديد الخطة الإجمالية للإنتاج المثلى، ومن بين هذه النماذج نموذج البرمجة المبهمة المقترح من طرف الباحث *Chanas* (1983).

في هذه الدراسة استخدمنا نموذج البرمجة الرياضية 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 أخذين بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد المحيطة بالتكلفة والطلب.

لقد ثم حل النموذج المقترح باستخدام البرنامجين *MATLAB* و *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 الرياضية 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.

الاحالات والمراجع:

1. Holt , C.C , F. Modigliani and H.A.Simon , "Linear Decision Rule for production and Employment Scheduling , **Management Science** , vol 2 , 1955 , PP1-30.
2. Bowman .E.D , **Production Scheduling By the Transportation Method of Linear programming**, Opérations Research Society,1955.
3. Hanssman , F. and S.W.Hess , A Linear programming Aproach to production and Employment Scheduling", **Managament Science** , I . 1960 , PP46-51.
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 .Elsayed. A and Thomas O. Boucher, **Analysis and control of production Systems** , New jersey : Prentice-Hall, 1985.
6. Hackman, Steven T., And Robert C. Leachman, A General Framework for Modelling Production, **Management Science** , Vol.35 , N°4, 1989, pp.478-495.
7. Johanson , Lynwood A. and Douglas C.Montgomry, **Operations Research in production planning, Scheduling and Invontory Control** , New York : John Wiley , 1974.
8. 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.
9. Eilon , Samual, Five Approaches to Aggregate Production Planning, **AIIE Transactions** , Vol. 7 , N°2 , 1975.
10 .Zadeh, L. A, Fuzzy sets. **Information and Control**, vol 8 , 1965, PP 338–353.
11 .Zimmermann, H.J, Fuzzy programming and linear programming with several objective functions", **Fuzzy Sets and Systems**, vol 25 , 1978 , PP175-182.
12. Chanas, S, The use of parametric programming in FLP , **Fuzzy Sets and Systems**, Vol 11 , 1983, pp 243-251.