

التخطيط الإجمالي للإنتاج في حالة عدم التأكد باستخدام البرمجة بالأهداف

مع دوال الرضى

*Aggregate production planning in an imprecise environment using the goal programming with the satisfaction functions*درويش ربيعة، جامعة الجزائر 3 ، derrouiche.rabia@univ-alger3.dzبوزارة لعيد، جامعة الجزائر 3 ، bouzaralaid@yahoo.fr

تاريخ الاستلام: 2020/08/19 تاريخ القبول: 2021/02/10 تاريخ النشر: 2022/06/03

ملخص: تهدف هذه الورقة البحثية إلى إبراز أهمية استخدام أحد الأساليب الكمية في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة صناعة البنايات الجاهزة CAPREF CSMA و ذلك في ظل ظروف عدم التأكد و تعدد الأهداف مع اعتبار الأهداف و المعاملات مبهمة. حيث تم تطبيق أسلوب البرمجة بالأهداف بإدخال تفضيلات متخذ القرار وذلك لتحديد مستويات الإنتاج و العمالة و المخزون الأمثل بأدنى التكاليف وكذا معرفة درجة رضى متخذ القرار حول تحقق الأهداف. حيث تم التوصل إلى خطة إنتاجية مثلى و ذلك باستخدام برنامج LINGO 14.0.

الكلمات المفتاحية : التخطيط الإجمالي للإنتاج ؛ البرمجة بالأهداف ؛ دوال الرضى ؛

تصنيف JEL : C61, L23

Abstract: This paper aims to illuminate the importance of using one of the quantitative methods to solve aggregate production planning problem in an imprecise environment with multiple objectives and considering goals and technological parameters imprecises, in CAPREF CSMA company. we apply the goal programming model by the introduction of the decision maker's preferences to determinate the level of production, work force and inventory with lower costs and also to know the degree of satisfaction of DM from goals. We could achieve an optimal production plan by using LINGO 14.0 program.

keyword: Production Planning; Goal Programming; Satisfaction functions;

JEL classification code : L23, C61

المؤلف المرسل: درويش ربيعة،

الإيميل: derrouiche.rabia@univ-alger3.dz

1. مقدمة:

تعاني العديد من المؤسسات من تقلبات الطلب على منتجاتها، ما يجعلها غير قادرة على التنبؤ بكميات الطلب بشكل دقيق قبل أوانه، وهو الشيء الذي يدفعها إلى تخطيط طاقتها للفترة المستقبلية. ذلك ما يترجمه التخطيط الإجمالي للإنتاج الذي يقوم على وضع خطة إنتاجية إجمالية تهدف إلى الاستغلال الأمثل و الفعال للطاقة المتاحة للمؤسسة لمواجهة تغيرات الطلب المحتملة بأقل التكاليف. تتضمن الخطة مستويات كل من الإنتاج و العمالة والمخزون الأمثل الذي يحقق التوازن بين الطلب المتوقع و الطاقة المتاحة لكل فترة من فترات التخطيط من خلال المفاضلة بين مختلف الإستراتيجيات المتاحة للمؤسسة.

لقي مشكل التخطيط الإجمالي للإنتاج الكثير من الاهتمام من قبل الباحثين، حيث طور العديد منهم بعض النماذج التي ساعدت على حل هذا المشكل. إلا أنه غالبا ما تكون المعطيات والمتغيرات المتعلقة بالنموذج كالطلب المتوقع، الموارد المتاحة والتكاليف غير مؤكدة أو مبهمه وذلك لأن بعض المعلومات تكون غير كاملة أو صعبة الحصول عليها. في حين أنه ليس من السهل كذلك على متخذ القرار اختيار الأهداف بصفة مسبقة ومحددة. انطلاقا مما سبق يمكن صياغة الإشكالية التالية: كيف يمكن للمؤسسة أن تقوم بإعداد خطة إنتاجية مثلى و ذلك لمواجهة الطلب المتذبذب بأدنى التكاليف في ظل ظروف عدم التأكد مع الأخذ بعين الاعتبار تفضيلات متخذ القرار؟

فرضية الدراسة: لمعالجة إشكالية الدراسة سنقوم بصياغة الفرضية التالية:
إن نماذج البرمجة متعددة الأهداف باستخدام دوال الرضى تعتبر أداة فعالة تساعد المؤسسات الصناعية على تحقيق أهدافها و ذلك للاستخدام الأمثل لمواردها و مواجهة الطلب على منتجاتها بأقل التكاليف.

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى:

- مساعدة المؤسسة على وضع خطة إنتاج إجمالية باستعمال الأساليب الكمية العلمية.
- إبراز أهمية استخدام أساليب بحوث العمليات في إدارة الإنتاج في المنظمة، وذلك بإبراز مدى فعالية طريقة البرمجة بالأهداف مع دوال الرضى في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج.

منهج الدراسة: يعتمد البحث على المنهج الكمي الرياضي الذي يقوم على بناء نموذج رياضي لصياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في حالة عدم التأكد باستخدام طريقة البرمجة بالأهداف وذلك بدراسة حالة مؤسسة "صناعة الشاليهات و البنايات الجاهزة SPA CAPREF CSMA" في الجزائر العاصمة لفترة 6 أشهر الأولى من سنة 2018 وذلك لإعداد خطة إنتاجية إجمالية تشمل جميع منتجاتها. حيث تم الإعتماد على وحدة مجمعة كعائلة من المنتجات و هي غرفة جاهزة الصنع "كابينة" (cabine préfabriquée) و التي تشمل عدة أنواع ، حيث أن هذه الأخيرة لها نفس الأبعاد ولكن بتقسيمات و مخططات داخلية مختلفة. يتم استخدام البرنامج الحاسوبي LINGO 14.0 للحصول على نتائج النموذج.

الدراسات السابقة: تعد الدراسات السابقة التي عالجت مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج عديدة، خاصة تلك التي استخدمت البرمجة المتعددة المعايير. إلا أن البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الرضى تعتبر قليلة نسبيا فيما يلي أهم الدراسات التي استخدمت طريقة البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الرضى:

- دراسة (JM.Martel,Belaid,1990) **والمتمثلة في مقال تحت عنوان** "Incorporating

the decision maker's preferences in the goal programming model"

كان الهدف من الدراسة إدخال بنية تفضيلات متخذ القرار إلى نموذج البرمجة بالأهداف وذلك لتقييم أثر الانحرافات عن مستويات طموح متخذ القرار والذي قاد إلى إدخال متغيرات إضافية للنموذج و توصل إلى صياغة جديدة للبرمجة بالأهداف بقيم غير مؤكدة والتي سمحت لمتخذ القرار بأن يكون جزء من الحل.

دراسة (Mouna Mezghani,2008) **والمتمثلة في مقال تحت عنوان** "Aggregate

production planning in an imprecise environment through the goal programming and the satisfaction functions"

هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نموذج للبرمجة بالأهداف مبني على مصطلح دوال الرضى لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وذلك بتطبيقه على معطيات مقال آخر Dai et al (2003) والذي استخدم طريقة البرمجة بالأهداف المبهمة مما سمح لهم بمقارنة نتائج

الطريقتين، وتوصلت الدراسة إلى خطة إنتاجية إجمالية باستعمال دوال الرضى والتي سمحت بتحسين نتائج النموذج الأساسي.

2. البرمجة بالأهداف باستخدام دوال الرضا لمتخذ القرار:

يعتبر أسلوب البرمجة متعددة الأهداف من الأساليب الكمية الحديثة، والتي تساعد متخذ القرار على اختيار الحل المرضي له وذلك في حالة تعدد الأهداف التي قد تكون متعارضة، وعلى العموم يتم صياغة نموذج البرمجة متعددة الأهداف كما يلي:

(Martel J.M, 1996,P259)

$$SGP \left\{ \begin{array}{l} \text{Min } z = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p P_k (w_{ik}^+ \delta_i^+ + w_{ik}^- \delta_i^-) \\ \text{subject to} \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = g_i \quad i: 1..m \\ C_x \leq c \\ X_j \text{ et } \delta_i^+ \text{ et } \delta_i^- \geq 0 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

حيث أن:

X_j : متغيرات القرار

a_{ij} : معاملات متغيرات القرار.

g_i : مستوى الطموح المراد الوصول إليه.

C_x : مصفوفة المعاملات المتعلقة بالقيود الفنية.

c : شعاع الموارد المتاحة.

δ_i^+ : الانحراف الموجب الذي يعكس الزيادة في القيمة المستهدفة.

δ_i^- : الانحراف السالب الذي يعكس العجز في القيمة المستهدفة.

w_{ik}^+ : معامل الاهمية المرتبط بالانحراف الموجب.

w_{ik}^- : معامل الاهمية المرتبط بالانحراف السالب.

P_k : هيكل الأولويات الخاص بكل هدف.

بالرغم من الدور الهام الذي لعبه النموذج السابق للبرمجة متعدد الأهداف إلا أنه كان محل مجموعة من الانتقادات، إذ أنه ليس من السهل على متخذ القرار أن يحدد مستويات طموحه مسبقا بالإضافة إلى أن عدم تجانس وحدات القياس يخلق لنا مشكل تجميع. لمعالجة مثل هذه

المشاكل قام الباحثان Martel و Aouni بإعادة صياغة نموذج البرمجة بالأهداف باستخدام دوال الرضى. بحيث تسمح هذه الأخيرة بإدخال أفضليات متخذ القرار في دالة الهدف بحيث تصبح دالة الهدف دالة Max وذلك لأننا نقوم بتعظيم درجة رضى متخذ القرار من تحقق الأهداف إذ تصبح صياغة النموذج على الشكل التالي:

(MARTEL, 1992,P106)

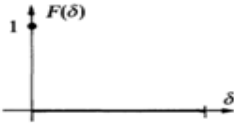
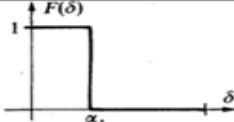
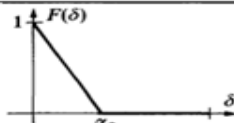
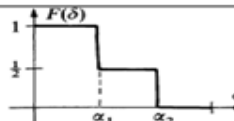
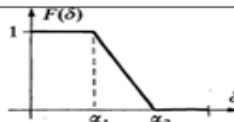
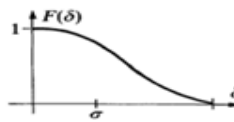
$$GPFS \left\{ \begin{array}{l} \text{Max } z = \sum_{i=1}^m (w_i^+ F_i^+(\delta_i^+) + w_i^- F_i^-(\delta_i^-)) \\ \text{subject to} \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = g_i \quad i: 1..m \\ C_x \leq c \\ X_j \text{ et } \delta_i^+ \text{ et } \delta_i^- \geq 0 \\ \delta_i^+ \text{ et } \delta_i^- \leq a_{iv} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

حيث: $F_i^+(\delta_i^+)$: دالة رضا متخذ القرار المتعلقة بالانحراف الموجب.

$F_i^-(\delta_i^-)$: دالة رضا متخذ القرار المتعلقة بالانحراف السالب

بحيث أن دوال الرضى Satisfaction Function تختلف من هدف لآخر أو حسب ما إذا كان الانحراف موجب أم سالب. في هذه الصياغة تكون الأهداف g_i في أي نقطة من المجال بحيث عدة عتبات رضا لمتخذ القرار تكون معبر عليها بمجالات، عندما تكون الدالة تساوي 1 رضى متخذ القرار في أعلى مستوى له خارج المجال تتناقص تدريجيا الدوال و تأخذ عدة أشكال. على متخذ القرار أن يحدد عتبات دالة الرضى و شكلها و في ما يلي نستعرض أهم دوال الرضا:

الجدول 1: أنواع دوال الرضى

المعاملات المطلوبة	شكل البرمجة بالأهداف	التعريف التحليلي
		$F(\delta) = \begin{cases} 1, & \delta \leq 0 \\ 0, & \delta > 0 \end{cases}$
α_1		$F(\delta) = \begin{cases} 1, & \delta \leq \alpha_1 \\ 0, & \delta > \alpha_1 \end{cases}$
α_2		$F(\delta) = \begin{cases} 1 - (\delta/\alpha_2), & \delta \leq \alpha_2 \\ 0, & \delta > \alpha_2 \end{cases}$
α_1, α_2		$F(\delta) = \begin{cases} 1, & \delta \leq \alpha_1 \\ \frac{1}{2}, & \alpha_1 < \delta \leq \alpha_2 \\ 0, & \delta > \alpha_2 \end{cases}$
α_1, α_2		$F(\delta) = \begin{cases} 1, & \delta \leq \alpha_1 \\ \frac{\alpha_2 - \delta}{\alpha_2 - \alpha_1}, & \alpha_1 < \delta \leq \alpha_2 \\ 0, & \delta > \alpha_2 \end{cases}$
σ		$F(\delta) = \exp(-\delta^2/2\sigma^2)$

Source: Martel_J.M, Belaid.A, « incorporating the decision marker's preferences in the goal programming model », journal of the operational research, vol :41, N° :12, 1990, p :1126

لتحقيق الشروط المطبقة لكل دالة رضا نقوم بإدخال متغيرات ثنائية β_{in} تأخذ القيم 0 و 1 حيث أنها تأخذ القيمة 1 عندما يكون الانحراف ينتمي إلى المجالات المحددة بالعنات،

وبالتالي الدالة $F_i(\delta_i)$ يمكن تقسيمها إلى عدة دوال بحيث كل واحدة منهم تكون موافقة للمجال الذي يتواجد فيه δ_i كالآتي: (Martel, 1990,P1227)

$$F_i(\delta_i) = \begin{cases} f_{i1}(\delta_i) = 1 & \text{if } 0 \leq \delta_i \leq \alpha_{i1}; \\ f_{i2}(\delta_i) = (\delta_i - \alpha_{i2})/(\alpha_{i1} - \alpha_{i2}) & \text{if } \alpha_{i1} < \delta_i \leq \alpha_{i2}; \\ f_{i3}(\delta_i) = 0 & \text{if } \alpha_{i2} < \delta_i \leq \alpha_{i3}. \end{cases}$$

و بعد إدخال المتغيرات الثنائية نحصل على الصيغة الموافقة التالية:

(Martel, 1990,P1227)

$$F_i(\delta_i) = \beta_{i1} + \beta_{i2}f_{i2}(\delta_i) + \beta_{i3}f_{i3}(\delta_i) = \beta_{i1} + \beta_{i2}\delta_i/(\alpha_{i1} - \alpha_{i2}) - \alpha_{i2}\beta_{i2}/(\alpha_{i1} - \alpha_{i2}),$$

تحت القيود:

$$\alpha_{i1}\beta_{i1} + \alpha_{i2}\beta_{i2} - \delta_i \leq 0;$$

$$-\alpha_{i1}\beta_{i1} - \alpha_{i2}\beta_{i2} - \alpha_{i3}\beta_{i3} + \delta_i \leq 0;$$

$$\beta_{i1} + \beta_{i2} + \beta_{i3} = 1 \quad \text{and} \quad (\beta_{i1}, \beta_{i2} \text{ and } \beta_{i3} = 0 \text{ or } 1).$$

يتم بناء النموذج الرياضي العام و الذي يتكون من النموذج الرياضي الجزئي لكل هدف والنموذج الرياضي العادي للبرمجة بالأهداف.

3. كتابة نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام دوال الرضى.

الهدف هو بناء نموذج تخطيط إجمالي للإنتاج وذلك بإدخال تفضيلات متخذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد.

دالة الهدف التي تعظم رضى متخذ القرار هي كالتالي: (MAZGHANI.M, 2008)

$$Max z = \sum_{i=1}^p (w_i^+ F_i^+(\delta_i^+) + w_i^- F_i^-(\delta_i^-)) + \sum_{j=1}^m (w_j^+ F_j^+(y_j^+) + w_j^- F_j^-(y_j^-))$$

نعتبر أن هناك دالتي هدف لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج

$\bar{Z}_1$: تدنئة التكاليف الكلية للإنتاج.

$\bar{Z}_2$: تدنئة تكاليف التغير في مستوى العمالة.

(1) قيد دالة الهدف $\bar{Z}_1$:

$$\sum_{i=1}^p (CP_t \cdot P_t + CO_t \cdot O_t + CI_t \cdot I_t) + \delta_1^- - \delta_1^+ = \bar{Z}_1$$

(2) قيد دالة الهدف $\bar{Z}_2$:

$$\sum_{i=1}^p (CH_t \cdot H_t + CF_t \cdot F_t) + \delta_2^- - \delta_2^+ = \bar{Z}_2$$

(3) قيد الإنتاج و التخزين:

$$+ P_t + O_t - I_t - \gamma_i^+ + \gamma_i^- = \bar{D}_t I_{t-1}$$

(4) قيود العمالة:

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

$$\leq W_t \leq W_{max} W_{min}$$

$$\leq a * W_t P_t$$

$$\leq b * W_t O_t$$

(5) القيود الأخرى:

$$\delta_i^+, \delta_i^-, \gamma_j^+, \gamma_j^- \geq 0$$

$$i=1,2 \delta_i^+ \text{ et } \delta_i^- \leq \alpha_{iv}$$

$$j=1,6 \gamma_j^+ \text{ et } \gamma_j^- \leq \alpha_{jv}$$

$$, F_t \geq 0 H_t, W_t, I_t, O_t, P_t$$

هذه الأهداف مبهمة و مع مستويات طموح غير معلومة

يمكن تعريف المعلمات و المتغيرات المستعملة في النموذج كما يلي:

$\bar{D}_{nt}$: الطلب المتوقع للمنتوج n في الفترة t.

W_t : مستوى العمالة في الفترة t.

CP_t : تكلفة الإنتاج الوحدة الواحدة في الوقت العادي من المنتج n في الفترة t.

P_t : كمية الإنتاج الوحدة الواحدة في الوقت العادي من المنتج n في الفترة t.

CO_t : تكلفة الإنتاج الوحدة الواحدة في الوقت الإضافي من المنتج n في الفترة t.

O_t : كمية الإنتاج الوحدة الواحدة في الوقت الإضافي من المنتج n في الفترة t.

CI_t : تكلفة تخزين الوحدة الواحدة في الوقت العادي من المنتج n في الفترة t.

I_t : مستوى المخزون من المنتج n في الفترة t .

CH_t : تكلفة تعيين عامل في الفترة t

H_t : عدد العمال المعينين في الفترة t .

CF_t : تكلفة تسريح عامل في الفترة t

F_t : عدد العمال المسرحين في الفترة t .

W_{max} : الحد الأعلى لمستوى العمالة في الفترة t .

W_{min} : الحد الأدنى لمستوى العمالة في الفترة t .

4. دراسة تطبيقية:

حاولنا تطبيق هذه الدراسة على شركة المساهمة CAPREF CSMA والتي تنشط في مجال صناعة الغرف الصحراوية جاهزة الصنع و الشاليهات ، حيث أن هذه الأخيرة تعد الممول الأول لوزارة الدفاع الوطني من الغرف الصحراوية لتهيئة قواعد الحياة على طول الشريط الحدودي، حيث تشهد المؤسسة ارتفاعا في الطلب على منتجاتها خاصة بعد زيادة الاضطرابات و المخاطر على الحدود الشرقية و الجنوبية للبلاد.

وبذلك فإن على المؤسسة إيجاد الاستراتيجيات المثلى لمواجهة الطلب و الوفاء بالتزاماتها.

1.4. عرض معطيات المشكلة:

يمكن عرض المعطيات التالية: وحدة الإنتاج هي الكابينة

- تكلفة التخزين هي 33 ألف دينار جزائري مخزون أول مدة لسنة 2018 هو 20 وحدة.

- تكلفة الإنتاج في الوقت العادي هي 750 ألف دينار وتكلفة الإنتاج في الوقت الإضافي هي 920 ألف دينار. عدد ساعات العمل اليومية هي 8 ساعات.

- إنتاجية العامل اليومية في الوقت العادي هي 0.0125 وحدة. وإنتاجية الوقت الإضافي 0.00625 وحدة. الوقت الإضافي لا يتجاوز 25% من الوقت العادي.

- تكلفة تعيين و تسريح عامل والتي قدرت ب 35 ألف دينار و 90 ألف دينار على التوالي حسب قسم الموارد البشرية.

- مستوى العمالة في بداية الفترة هو 320 عامل، من بينهم 280 عامل لديهم عقد عمل دائم.

- الطاقة التخزينية القصوى للمنتجات هي 120 وحدة.

- الطلب المتوقع للسنة أشهر الأولى من السنة حسب مصلحة المبيعات هي كالتالي:

87, 106, 110, 130, 125, 120 على الترتيب.

- أهداف المؤسسة هي:

✓ تدنئة التكاليف الكلية للإنتاج إلى 550000 ألف دينار.

✓ تدنئة تكاليف التغير في العمالة إلى 400 ألف دينار.

✓ تلبية طلب كل شهر.

2.4. دوال الرضى المستخدمة:

يتم نمذجة رضى متخذ القرار باستعمال أحد أنواع دوال الرضى الموضحة في الجدول رقم 1 وذلك كما يلي:

• دالة الرضى الخاصة بتكاليف الإنتاج :

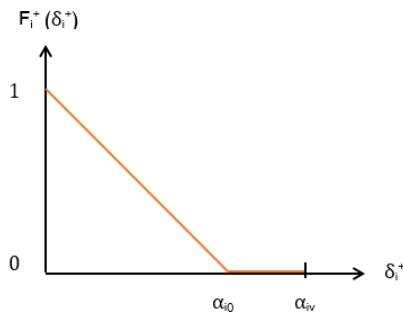
لنمذجة درجة رضى متخذ القرار بالنسبة لتكاليف الإنتاج المبهمه استعملنا النوع الثالث من دوال الرضى، حيث أن متخذ القرار يكون راضي عند التكلفة 550000 (الانحراف 0) و يبدأ بالتناقص إلى أقصى تكلفة يسمح بها وهي 600000 $(0 \leq \delta_1^+ \leq 50000)$. يمكن كتابة دالة الرضى $F_1^+(\delta_1^+)$ كالتالي:

$$F_1^+(\delta_1^+)$$

$$f_1^+(\delta_1^+) = 1 - 0.00002 \delta_1^+ \quad 0 \leq \delta_1^+ \leq 50000$$

$$f_2^+(\delta_1^+) = 0 \quad 50000 < \delta_1^+ \leq 100000$$

شكل 1: دالة الرضى Z_1



يمكن ادخال المتغيرات الثنائية كالتالي:

$$\beta_{11} \begin{cases} 1 & 0 \leq \delta_1^+ \leq 50000 \\ 0 & \text{ماعدا ذلك} \end{cases}$$

$$\beta_{12} \begin{cases} 1 & 50000 \leq \delta_1^+ \leq 100000 \\ 0 & \text{ماعدا ذلك} \end{cases}$$

وبذلك يمكن كتابة $F_1^+(\delta_1^+)$ بعد إدخال المتغيرات الثنائية كالتالي:

$$F_1^+(\delta_1^+) = \beta_{11}f_1^+(\delta_1^+) + \beta_{12}f_2^+(\delta_1^+)$$

$$\text{Max}_{S/C} F_1^+(\delta_1^+) = \beta_{11} - 0.00002 \beta_{11} \delta_1^+$$

$$\begin{cases} 50000\beta_{12} - \delta_1^+ \leq 0 \\ \beta_{12} \leq 000\beta_{11} - 100000\delta_1^+ - 500 \\ \beta_{11} + \beta_{12} = 1 \\ \beta_{11}, \beta_{12} = \{0,1\} \end{cases}$$

• دالة الرضى الخاصة بتكاليف التغير في العمالة:

لنمذجة درجة رضى متخذ القرار بالنسبة لتكاليف الانتاج المبهمه استعملنا النوع الثالث من دوال الرضى، حيث أن متخذ القرار يكون راضي عند التكلفة 400 (الانحراف 0) و يبدأ بالتناقص إلى أقصى تكلفة يسمح بها وهي 500 ($0 \leq \delta_2^+ \leq 100$).

• دوال الرضى الخاصة بالطلب:

تم استخدام نوعين من دوال الرضى (الشكل 2) و ذلك أن قيم الطلب غير مؤكدة بالتعبير عنها بمجالات عتبات دالة الرضى بالنسبة للانحرافات الموجبة و الانحرافات السالبة للطلب هي كالتالي:

جدول 2: الانحرافات الموجبة:

γ_6^+	γ_5^+	γ_4^+	γ_3^+	γ_2^+	γ_1^+	
10	15	20	15	10	10	Ajd
15	20	25	20	15	15	Ajv

جدول 3: الانحرافات السالبة

γ_6^-	γ_5^-	γ_4^-	γ_3^-	γ_2^-	γ_1^-	
10	15	20	15	10	10	aj0
15	20	25	20	15	15	Ajv

يمكن كتابة $F_j^+(\gamma_j^+)$ و $F_j^-(\gamma_j^-)$ بعد ادخال المتغيرات الثنائية كالتالي:

$$F_j^-(\gamma_j^-) = \beta_{j3} f_1^-(\gamma_j^-) + \beta_{j4} f_2^-(\gamma_j^-) = \beta_{j3} - 1/\alpha_{j0} \beta_{j3}$$

$$F_j^+(\gamma_j^+) = \beta_{j5} f_1^+(\gamma_j^+) + \beta_{j6} f_2^+(\gamma_j^+) = \beta_{j5}$$

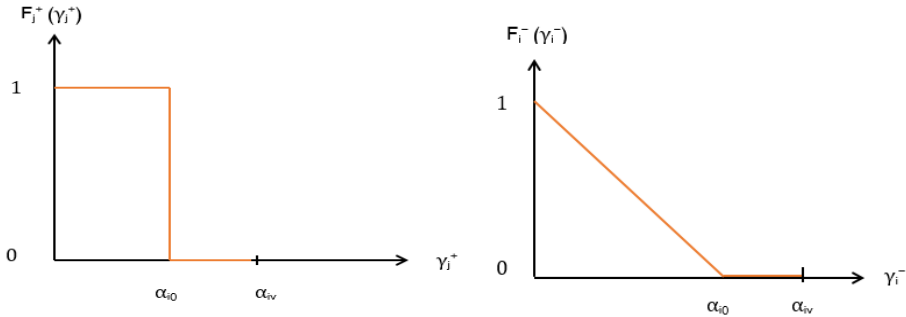
بهدف تعظيم $F_j^+(\gamma_j^+)$ و $F_j^-(\gamma_j^-)$ يمكن كتابة دالة الهدف على الشكل التالي:

(MAZGHANI.M, 2008,P11)

$$\text{Max } Z = \beta_{j3} - 1/\alpha_{j0} \beta_{j3} + \beta_{j5} \\ \text{s/c}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{j0} \beta_{j4} - \gamma_j^- \leq 0 \\ \gamma_j^- - \alpha_{j0} \beta_{j3} - \alpha_{jv} \beta_{j4} \leq 0 \\ \alpha_{jd} \beta_{j6} - \gamma_j^+ \leq 0 \\ \gamma_j^+ - \alpha_{jd} \beta_{j5} - \alpha_{jv} \beta_{j6} \leq 0 \\ \beta_{j3} + \beta_{j4} + \beta_{j5} + \beta_{j6} = 1 \end{array} \right.$$

شكل 2: دوال الرضى لـ D_t



3.4. كتابة النموذج الخاص بالمشكلة:

• دالة هدف النموذج: تعظيم درجة رضى متخذ القرار من تحقق الأهداف

$$\text{Max } Z = 0.5(\beta_{11} - 0.00002 \beta_{11} \delta_1^+) + 0.5(\beta_{21} - 0.01 \beta_{21} \delta_2^+) + 0.5(\beta_{13} - 0.1 \beta_{13} \gamma_1^- + \beta_{15}) + 0.5(\beta_{23} - 0.1 \beta_{23} \gamma_2^- + \beta_{25}) + (\beta_{33} - 0.06 \beta_{33} \gamma_3^- + \beta_{35}) + 0.5(\beta_{43} - 0.05 \beta_{43} \gamma_4^- + \beta_{45}) + 0.5(\beta_{53} - 0.06 \beta_{53} \gamma_5^- + \beta_{55}) + 0.5(\beta_{63} - 0.1 \beta_{63} \gamma_6^- + \beta_{65}).$$

• قيد دالة الهدف 1: تدنئة التكاليف للإنتاج

$$750 * (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) + 920 * (O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_6) + 33 * (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6) - \delta_1^+ + \delta_1^- = 550000$$

• قيد دالة الهدف 2: تدنئة تكاليف التغير في مستوى العمالة

$$35 * (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6) + 90 * (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6) - \delta_2^+ + \delta_2^- = 400$$

• قيد دوال الهدف لتلبية الطلب

$$P_1 + O_1 + I_0 - I_1 - \gamma_1^+ + \gamma_1^- = 87;$$

دالة الهدف 3: تلبية طلب شهر جانفي

$$P_2 + O_2 + I_1 - I_2 - \gamma_2^+ + \gamma_2^- = 106;$$

دالة الهدف 4: تلبية طلب شهر فيفري

$$P_3 + O_3 + I_2 - I_3 - \gamma_3^+ + \gamma_3^- = 110;$$

دالة الهدف 5: تلبية طلب شهر مارس

$$P_4 + O_4 + I_3 - I_4 - \gamma_4^+ + \gamma_4^- = 130;$$

دالة الهدف 6: تلبية طلب شهر أفريل

$$P_5 + O_5 + I_4 - I_5 - \gamma_5^+ + \gamma_5^- = 125;$$

دالة الهدف 7: تلبية طلب شهر ماي

$$P_6 + O_6 + I_5 - I_6 - \gamma_6^+ + \gamma_6^- = 120;$$

دالة الهدف 8: تلبية طلب شهر جوان

● القيود:

$$P_1 \leq 0.275 * W_1; \quad O_1 \leq 0.137 * W_1; \quad O_1 \leq 0.25 * P_1; \quad W_1 = W_0 + H_1 - F_1;$$

$$P_2 \leq 0.250 * W_2; \quad O_2 \leq 0.125 * W_2; \quad O_2 \leq 0.25 * P_2; \quad W_2 = W_1 + H_2 - F_2;$$

$$P_3 \leq 0.262 * W_3; \quad O_3 \leq 0.131 * W_3; \quad O_3 \leq 0.25 * P_3; \quad W_3 = W_2 + H_3 - F_3;$$

$$P_4 \leq 0.275 * W_4; \quad O_4 \leq 0.137 * W_4; \quad O_4 \leq 0.25 * P_4; \quad W_4 = W_3 + H_4 - F_4;$$

$$P_5 \leq 0.275 * W_5; \quad O_5 \leq 0.137 * W_5; \quad O_5 \leq 0.25 * P_5; \quad W_5 = W_4 + H_5 - F_5;$$

$$P_6 \leq 0.250 * W_6; \quad O_6 \leq 0.125 * W_6; \quad O_6 \leq 0.25 * P_6; \quad W_6 = W_5 + H_6 - F_6;$$

$$I_0 = 20; \quad W_0 = 320; \quad I_1 \leq 120; \quad I_2 \leq 120; \quad I_3 \leq 120; \quad I_4 \leq 120; \quad I_5 \leq 120; \quad I_6 \leq 120;$$

$$W_1 \geq 280; \quad W_2 \geq 280; \quad W_3 \geq 280; \quad W_4 \geq 280; \quad W_5 \geq 280; \quad W_6 \geq 280;$$

$$10\beta_{14} - \gamma_1^- \leq 0$$

$$\gamma_1^- - 10\beta_{13} - 15\beta_{14} \leq 0$$

$$10\beta_{16} - \gamma_1^+ \leq 0$$

$$\gamma_1^+ - 10\beta_{15} - 15\beta_{16} \leq 0$$

$$\beta_{13} + \beta_{14} + \beta_{15} + \beta_{16} = 1 \quad \beta_{13}, \beta_{14}, \beta_{15}, \beta_{16}, \gamma_1^-, \gamma_1^+ \geq 0$$

$$10\beta_{24} - \gamma_2^- \leq 0$$

$$\gamma_2^- - 10\beta_{23} - 15\beta_{24} \leq 0$$

$$10\beta_{26} - \gamma_2^+ \leq 0$$

$$\gamma_2^+ - 10\beta_{25} - 15\beta_{26} \leq 0$$

$$\beta_{23} + \beta_{24} + \beta_{25} + \beta_{26} = 1 \quad \beta_{23}, \beta_{24}, \beta_{25}, \beta_{26}, \gamma_2^-, \gamma_2^+ \geq 0$$

$$10\beta_{34} - \gamma_3^- \leq 0$$

$$\gamma_3^- - 10\beta_{33} - 15\beta_{34} \leq 0$$

$$10\beta_{36} - \gamma_3^+ \leq 0$$

$$\gamma_3^+ - 10\beta_{35} - 15\beta_{36} \leq 0$$

$$\beta_{33} + \beta_{34} + \beta_{35} + \beta_{36} = 1 \quad \beta_{33}, \beta_{34}, \beta_{35}, \beta_{36}, \gamma_3^-, \gamma_3^+ \geq 0$$

$$10\beta_{44} - \gamma_4^- \leq 0$$

$$\gamma_4^- - 10\beta_{43} - 15\beta_{44} \leq 0$$

$$10\beta_{46} - \gamma_4^+ \leq 0$$

$$\gamma_4^+ - 10\beta_{45} - 15\beta_{46} \leq 0$$

$$\beta_{43} + \beta_{44} + \beta_{45} + \beta_{46} = 1 \quad \beta_{43}, \beta_{44}, \beta_{45}, \beta_{46}, \gamma_4^-, \gamma_4^+ \geq 0$$

$$10\beta_{54} - \gamma_5^- \leq 0$$

$$\gamma_5^- - 10\beta_{53} - 15\beta_{54} \leq 0$$

$$10\beta_{56} - \gamma_5^+ \leq 0$$

$$\gamma_5^+ - 10\beta_{55} - 15\beta_{56} \leq 0$$

$$\beta_{53} + \beta_{54} + \beta_{55} + \beta_{56} = 1 \quad \beta_{53}, \beta_{54}, \beta_{55}, \beta_{56}, \gamma_5^-, \gamma_5^+ \geq 0$$

$$10\beta_{64} - \gamma_6^- \leq 0$$

$$\gamma_6^- - 10\beta_{63} - 15\beta_{64} \leq 0$$

$$10\beta_{66} - \gamma_6^+ \leq 0$$

$$\gamma_6^+ - 10\beta_{65} - 15\beta_{66} \leq 0$$

$$\beta_{63} + \beta_{64} + \beta_{65} + \beta_{66} = 1 \quad \beta_{63}, \beta_{64}, \beta_{65}, \beta_{66}, \gamma_6^-, \gamma_6^+ \geq 0$$

$$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6 \geq 0$$

$$\delta_1^- \leq 50000; \delta_1^+ \leq 50000; \delta_2^- \leq 100; \delta_2^+ \leq 100$$

$$\gamma_1^- \leq 15, \gamma_1^+ \leq 15, \gamma_2^- \leq 15, \gamma_2^+ \leq 15, \gamma_3^- \leq 20, \gamma_3^+ \leq 20, \gamma_4^- \leq 25, \gamma_4^+ \leq 25, \gamma_5^- \leq 20, \gamma_5^+ \leq 20, \gamma_6^- \leq 15, \gamma_6^+ \leq 15$$

$$\beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{21}, \beta_{22}, \beta_{13}, \beta_{14}, \beta_{15}, \beta_{16}, \beta_{23}, \beta_{24}, \beta_{25}, \beta_{26}, \beta_{33}, \beta_{34}, \beta_{35}, \beta_{36}, \beta_{43}, \beta_{44}, \beta_{45}, \beta_{46}, \beta_{53}, \beta_{54}, \beta_{55}, \beta_{56}, \beta_{63}, \beta_{65}, \beta_{65}, \beta_{66} = (0, 1)$$

5. تحليل النتائج:

لقد قمنا باستعمال البرنامج LINGO 14.0 لحل هذا النموذج و تحصلنا على النتائج التالية:

جدول 4: الخطة الإنتاجية الإجمالية المقترحة:

الفترة	الطلب	الإنتاج الوقت العادي	الإنتاج الوقت الإضافي	مستوى المخزون	تعيين العمال	تسريح العمال	عدد العمال
T	Dt	Pt	Ot	It	Ht	Ft	Wt
				20			320
1	87	91	22	46	11	0	330
2	106	82	20	42	1	0	331
3	110	86	21	39	0	0	331
4	130	91	22	30	0	0	331
5	125	91	22	18	0	0	331
6	120	82	20	0	0	0	331
المجموع	678	523	127	175	11	0	331
تكلفة الوحدة		750	920	33	35	90	
تكلفة الإنتاج	514865	392250	116840	5775			
تكلفة التغير في العمالة	400				400	0	
التكلفة الإجمالية	515265						

← وحدات القياس: الفترة: الشهر، وحدة الإنتاج: كابينة، التكاليف: ألف دينار

- من خلال النتائج نلاحظ أنه تم الحصول على أقل تكلفة بـ 515265 ألف دينار وهي تبقى في حدود الأهداف المسطرة من قبل متخذ القرار.
- تم الاعتماد في النموذج على الثلاث استراتيجيات التالية:
 - إستراتيجية الوفاء بالطلب عن طريق المخزون، و ذلك ما يسمح بتوفير 175 وحدة إنتاجية (كابينة) لكل الفترة.
 - إستراتيجية الوفاء بالطلب عن طريق الساعات الإضافية، و ذلك بتوفير 127 وحدة إنتاجية (كابينة) خلال الفترات التخطيطية.
 - إستراتيجية التغير في العمالة، و ذلك بتعيين 11 عامل و الذي يسمح برفع الطاقة الإنتاجية للمؤسسة. إذ يتم إنتاج 523 وحدة إنتاجية (كابينة) في الوقت العادي.
- نسب تحقق الأهداف يتم حسابها بالعلاقة التالية :)

$$(1 - \delta_i / g_i)$$

الجدول 5: نسبة تحقق الأهداف

الهدف	الانحراف	الهدف	تحقق الهدف نسبة
الأول	$\delta_1^+ = 0$	$g_1 = 550000$	100%
الثاني	$\delta_2^+ = 0$	$g_2 = 400$	100%
الثالث	$\gamma_1^- = 0$	$g_3 = 87$	100%
الرابع	$\gamma_2^- = 0$	$g_4 = 106$	100%
الخامس	$\gamma_3^- = 0$	$g_5 = 110$	100%
السادس	$\gamma_4^- = 8$	$g_6 = 130$	94%
السابع	$\gamma_5^- = 0$	$g_7 = 125$	100%
الثامن	$\gamma_6^- = 0$	$g_8 = 120$	100%

- نلاحظ أن كل من هدف تدنئة تكاليف الإنتاج الكلية قد تحقق بـ 515265 ألف دينار ($g_1=550000$ KDA) وكذلك هدف تدنئة التغير في العمالة بـ 400 ألف دينار ($g_2=400$ KDA). في حين فإن الأهداف الستة المتعلقة بتلبية الطلب قد تحققت ما عدا الهدف السادس طلب الشهر الرابع ($g_6=130$) وذلك بنسبة تحقق 94%.

- حساب قيمة دالة الهدف: درجة رضى متخذ القرار من تحقق الأهداف

$$0.5*(1-0.00002*0)+0.5*(1-0.01*0)+0.5*(1-0.1*0)+0.5*(1-0.1*0)+0.5*(1-0.06*0)+0.5*(1-0.05*8)+0.5*(1-0.1*0)=3.8$$

- قيمة الدالة الاقتصادية تساوي 3.8 وهي تعبر على رضا متخذ القرار حول تحقيق أهدافه أي أنه راضي بنسبة 95% لتحقيق أهدافه. أما نسبة الرضا لكل هدف على حدة يتم حسابها كما يلي:

الجدول 6: نسبة رضى متخذ القرار من تحقق الأهداف:

الهدف	مجال تغير الانحراف	دالة الرضا	نسبة الرضى
الأول	$0 \leq \delta_1^- \leq 50000$	$f_1^-(\delta_1^-) = 1 - 0.00002 \delta_1^-$	100%
الثاني	$0 \leq \delta_2^- \leq 100$	$f_1^-(\delta_2^-) = 1 - 0.01 \delta_2^-$	100%
الثالث	$0 \leq \gamma_1^- \leq 10$	$f_1^-(\gamma_1^-) = 1 - 0.1 \gamma_1^-$	100%
الرابع	$0 \leq \gamma_2^- \leq 10$	$f_2^-(\gamma_1^-) = 1 - 0.1 \gamma_2^-$	100%
الخامس	$0 \leq \gamma_3^- \leq 15$	$f_1^-(\gamma_1^-) = 1 - 0.06 \gamma_1^-$	100%
السادس	$0 \leq \gamma_4^- \leq 20$	$f_1^-(\gamma_1^-) = 1 - 0.05 \gamma_1^-$	60%
السابع	$0 \leq \gamma_5^- \leq 15$	$f_1^-(\gamma_1^-) = 1 - 0.06 \gamma_1^-$	100%
الثامن	$0 \leq \gamma_6^- \leq 10$	$f_1^-(\gamma_1^-) = 1 - 0.1 \gamma_1^-$	100%

(6) الخاتمة:

للمساهمة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة صناعة البنايات الجاهزة EPE CAPREF CSMA، قمنا بصياغة نموذج رياضي باستخدام طريقة البرمجة بالأهداف و دوال الرضى حيث سمحت هذه الأخيرة بإدماج تفضيلات متخذ القرار في النموذج وإشراكه في الحل، وذلك بالاعتماد على المعطيات و المعلومات المستقاة من المؤسسة. و تحت هدف تعظيم درجة رضى متخذ القرار توصلنا إلى خطة إنتاجية إجمالية للإنتاج والتي تمكنا من خلالها من تحديد الموارد الاقتصادية المثلى بأقل التكاليف الممكنة وهذا من أجل تحقيق الأهداف المسطرة و قمنا باقتراح الاستراتيجيات المثلى التي تسمح للمؤسسة بمواجهة الطلب المتذبذب.

وقد أثبت النموذج مدى فعاليته من خلال النتائج المتحصل عليها وهذا راجع إلى:

- الإيعتماد على عدة أهداف في النموذج، لأنه في الواقع العملي لا يمكن لمتخذ القرار أن يسطر هدف واحد فقط و إنما تكون له عدة أهداف قد تكون متعارضة فيما بينها.

- عدم الإيعتماد على معطيات محددة و ذلك لعدم إمكانية تحصيل معلومات دقيقة في المؤسسات الجزائرية و إنما تم التعبير عنها بمجالات.

وهذا ما يبرر اختيارنا للطريقة التي أثبتت نجاعتها بالمقارنة بطرق رياضية أخرى كالبرمجة الخطية و البرمجة بالأهداف في حالة التأكد.

يمكن صياغة بعض الاقتراحات و التي يمكن أن تحسن من النموذج و تعطي نتائج أكثر دقة فيما يلي:

- من ناحية الطريقة: يمكن استعمال طرق أخرى للبرمجة الرياضية كالبرمجة العشوائية والتي تعتمد على التوزيعات الاحتمالية.

- من ناحية المعطيات: يمكن تدعيم النموذج بمعطيات أخرى كتكاليف التعاقد الخارجي و تكاليف نفاذ المخزون و التي تسمح بتوسيع الاستراتيجيات الممكنة للمؤسسة.

- من ناحية الفترة التخطيطية: يمكن اعتماد خطة سنوية (12 شهر) و التي تعتبر مجدية أكثر بالنسبة للمؤسسة باعتبار أن المدة المرجعية للتخطيط في المؤسسة هي السنة.

تم عرض النتائج على المؤسسة حيث عبرت على اهتمامها بإيجاد طرق علمية لتخطيط الإنتاج خاصة لأنها تسعى للحصول على الاعتمادات الدولية ISO. و أبدت استعدادها لتقديم معلومات أوسع لتحسين النموذج و هذا ما سوف نعتمد عليه في بحوثنا المستقبلية.

6. قائمة المراجع:

1) J.M, M. A. (1996). *Incorporating the decision maker's preferences in the goal programming model with fuzzy goal values: A new formulation.* Springer .

2) Martel, B. A. (1990). *incorporating the decision maker's preferences in the goal programming model.* the journal of the operation research vol 41 N12 .

3) MARTEL, J. (1992). *Methode multicritère de choix d'un emplacement le cas d'un aéroport dans le nouveau Québec.* INFOR .

4) MAZGHANI, M, B. (2008). *Aggregate production planning in an imprecise environment through the goal programming and the satisfaction function.* Halifax nouvelle ecosse .