جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان –

كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية

جامعة تلمسان كلية العلوم الإقتصادية والتسيير والعلوم التجارية - مخـــبر البحث Poldeva

عنوان المشـــــــروع:

نمذجة وتحليل تكاليف إدارة الإنتاج والعمليات في المؤسسات الصناعية الجزائرية : دراسات نظرية وتطبيقية

أعضاء المشروع و المؤسسة المستخدمة

Etablissement employeur المؤسسة المستخدمة	Grade الرتبة	Nom et prénom الاسم و اللقب
جـــامعة تلمســان	أستاذ محـاضر أ	بدي نصر الدين (رئيس المشروع)
جـــامعة تلمســان	أستاذ محاضر ب	مكيديش محمد
جـــامعة تلمســان	أستاذ مسـاعد أ	جمعة زكرياء
جـــامعة تلمســان	أستاذ محاضر ب	ساهد عبد القادر
جـــامعة تلمســان	أستـاذ التعليم العالي	بلمقدم مصطفى
جـــامعة تلمســان	أستاذ محاضر ب	موسليم حسين

تقرير عام لمشروع البحث
Rapport général du projet PNR

وزارة التعليـم العالـي و البحـث العلمـي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المديريـة العامـة للبحـث العلمـي و التطويـر التكنولوجـي
Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique

I-IDentification du projet: **1-التعريف بالمشروع**

PNR (voir liste page 4) **Organisme pilote (voir liste**

ECONOMIE **CREAD**

Domiciliation du projet :

جامعة تلمسان كلية العلوم الإقتصادية والتسيير والعلوم التجارية - مخـــبر البحث Poldeva

Intitulé du projet **عنوان المشروع**

نمذجة وتحليل تكاليف إدارة الإنتاج والعمليات في المؤسسات الصناعية الجزائرية : دراسات نظرية وتطبيقية

Chercheurs impliqués dans le projet أعضاء المشروع و المؤسسة المستخدمة

Nom et prénom الاسم و اللقب	**Grade** الرتبة	**Etablissement employeur** المؤسسة المستخدمة
بدي نصر الدين (رئيس المشروع)	أستاذ محـاضر أ	جـــامعة تلمسان
مكيديش محمد	أستاذ محاضر ب	جـــامعة تلمسان
جمعة زكرياء	أستاذ مسـاعد أ	جـــامعة تلمسان
ساهد عبد القادر	أستاذ محاضر ب	جـــامعة تلمسان
بلمقدم مصطفى	أستـاذ التعليم العالي	جـــامعة تلمسان
موسليم حسين	أستاذ محاضر ب	جـــامعة تلمسان

Déroulement du projet :

Rappeler brièvement les objectifs du projet et les taches .

تذكير مختصر بأهداف المشروع و المهام المسطرة

أهداف المشروع

يهدف المشروع الحالي إلى تطوير نماذج رياضية تهدف إلى إستخدام أمثل لموارد المؤسسة بالشكل الذي يقوم بتدنية تكاليف إدارة العمليات والإنتاج من أجل نشرها في مجلات علمية مشهورة وهذا عن طريق إبراز مدى أهمية النمذجة (Modélisation) في المؤسسات الصناعية الجزائرية و تشخيص وتوضيح مشكلات إدارة العمليات والإنتاج في المؤسسة الصناعية الجزائرية مثل مشاكل التنبؤ بالطلب وتخطيط الإنتاج وجدولة العمليات الإنتاجية والتخزين عن طريق إستخدام البرمجة الرياضية بالأهداف البرمجة الرياضية المبهمة ونماذج الإنحدار المبهم ونظم المحاكاة الإنتاجية كما يهدف المشروع إلى توفير مراجع هامة في مجـال النمذجة في قطـاع المؤسسات الصناعية.

المهام المسطرة :

- نشر أبحاث علمية وانتاج أفكار وهذا في مجلات علمية عالمية متخصصة.
- تطوير وإنتاج نماذج رياضية ونشرها في حل مشاكل إدارة العمليات والإنتاج في المؤسسات الصناعية
- إنتاج أفكار وفتح أفاق للبحث للطلبة الباحثين في هذا المجال في دراسات مابعد التدرج في هذا المجال .
- منح المؤسسات الصناعية الجزائرية أداة فعالة من أجل إحكام السيطرة على تكاليفهم ومنع التبذير والتسيب اعتمادا على طرق علمية جد حديثة وهذا ما سينعكس بالإيجاب على أرباحها واستمرارياتها وبالتالي الاقتصاد الصناعي في البلاد ككل.
- المساهمة في ضمان الاستغلال الأمثل لموارد المؤسسات الصناعية الجزائرية مع التحكم في إدارة الطاقة الإنتاجية .
- إدخال أساليب القياس والنمذجة الرياضية وبحوث العمليات في المؤسسات الصناعية الجزائرية. وتزويد المسيرين بأدوات فعالة ودقيقة في كيفية العمل بها وحل مشاكل الإدارة الصناعية من خلالها.
- توفير مراجع علمية وتطبيقية يمكن للطلبة ومسيري المؤسسات الصناعية الإستفاذة منها.
- تكوين باحثين متخصصين في مجال إدارة العمليات والإنتاج وطرق اتخاذ القررا في المؤسسات الصناعية الجزائرية.

I. المقـــــدمة:

مند الاستقلال أولت الجزائر أهمية كبيرة بالقطاع الصناعي وذلك باعتمادها على نظرية الصناعات المــصنعة حيث أنشأت العديد من المؤسات الصناعية الكبرى، بغية دعم الإقتصاد الوطني وامتصاص البطالة .... ولكـــي يستمر وينجح القطاع الصناعي في الجزائر لابد من إدارة وتسيير فعال لهذه المؤسسات الــصناعية الكبــرى حيث أن نجاحها يعني نجاح القطاع الصناعي ذلك لأنها تعتبر دعيمة للاقتصاد الوطني وهذا لن يتــأتى إلا باستخدام الطرق العلمية الحديثة في تسييرها وإحكام السيطرة على تكاليفها وهذا ماقد يحسن من أدائها فينعكس بالإيجاب على مؤشر الناتج الداخلي الخام الصناعي للبلاد ، الأمر الذي غاب في العديد من هــذه المؤســسات فأدى إلى إفلاس بعضها وغلق وخصخصة بعضها الآخر.

فلقد تعرض اقتصاد الجزائر في الآونة الأخيرة إلى عدة تحولات، منها إنفتاح السوق الوطنية للمنافسة الوطنية والخارجية، الأمر الذي قد يشكل تهديدا كبيرا للمؤسسات الصناعية الوطنية، نظرا لاشتداد المنافسة وهذا بسبب التغير الكبير لأذواق المستهلكين، وسرعة التطور التكنولوجي، وإرتفاع تكلفة المنتوج الوطني مقارنة مع المنتوج الأجنبي .

لذالك يجب على المؤسسات الصناعية الوطنية أن يكون لديها أفضل الطرق العلمية للتحكم في تكاليفها وتدنيتها إلى أقصى حد، وهذا حتى يتسع الهامش بين سعر البيع وسعر التكلفة، الأمر الذي قد يعطيها فرصـــا تنافــسية لمواجهة المؤسسات الأجنبية ، يعرف هذا بإستراتيجية السيطرة بالتكاليف، التي ترمي إلى إنتاج سلع ذات جودة عالية عن طريق ما يقدمه المنافسون ، وإيصاله إلى القطاع المستهدف بأقل تكلفة ممكنة وعليه فـــإن إشــكاليتنا في هذا المشروع هي :

كيف يمكن للمؤسسات الصناعية الجزائرية أن تحقق جميع أهداف إدارتها الإنتاجية فـــي كافــة أقــسامها (الإنتاج ، التوزيع ، المالية ، التخزين ، الجودة ، الموارد البشرية ...) بالشكل الذي يتــيح لهــا الاســتغلال الأمثل لمواردها بأقل التكاليف وبجودة عالية مع تحقيق نمو في القطاع الصناعي الجزائري.

وللإجابة على هذه الإشكالية يمكن صياغة الأسئلة الفرعية الآتية:

- ماهي مشاكل إدارة العمليات والإنتاج في المؤسسات الصناعية الجزائرية؟
- ماهي أفضل الطرق والنماذج الرياضية والإحصائية لحل مــشاكل إدارة العمليــات والإنتــاج فـــي المؤسسات الصناعية الجزائرية؟
- كيف يمكن الإستعانة بالنمذجة الرياضية في حل مشاكل إدارة العمليــات والإنتــاج فـــي المؤســسات الصناعية الجزائرية؟
- مامدى نجاعة وأثر تطبيق هذه النماذج الرياضية على المؤسسات الصناعية الجزائرية بصفة خاصـــة والقطاع الصناعي الجزائري بصفة عامة؟

وعليه فمن خلال الإشكالية أعلاه تتبين أهمية المشروع لأنه يعالج أحد المشاكل العويصة التي تهدد مؤســساتنا الصناعية في الجزائر كما لهذا فإننا سنخصص في مشروعنا حيزا مهما للجانب النظري والجانــب التطبيقـــي للمؤسسات الصناعية في الجزائر.

ومن خلال ما سبق قدمنا مشروعنا هذا والذي يهدف إلى طرح و دراسة مشاكل إدارة العمليات والإنتاج في المؤسسات الصناعية في الجزائر وتقديم الحلول اللازمة عن طريق نمذجة هذه المشاكل رياضيا وحلها وفق أحدث الطرق والتقنيات العلمية باستخدام برمجيات الإعلام الآلي من أجل السيطرة على تكاليف الإنتاج والتخزين والتوزيع واليد العاملة والجودة ....حيث استعنا في ذلك بالنماذج المستخدمة في بحوث العمليات مثل البرمجة الخطية ، البرمجة الديناميكية ، برمجة الأهداف ، نظرية المجموعات المبهمة ونماذج القياس الإقتصادي مثل نماذج تحليل السلاسل الزمنية الحديثة ، التحليل باستخدام الشبكات العصبية كما قمنا بالإستعانة ببرمجيات الإعلام الآلي المتخصصة كالبرنامج Gauss ، Matlab ، LINGO ، EVeiws كما انه كان هدفنا في هذا المشروع بعض النماذج الرياضية والتي تمكن مسيري ومتخذي القررا في المؤسسات الصناعية من حل المشاكل المعقدة في إدارة الإنتاج والعمليات عن طريق نمذجة التنبؤ بالمبيعات مع وضع نظام للتبؤ، نمذجة مشاكل الصيانة في المؤسسات الصناعية الجزائرية ، نماذج تخطيط الإنتاج، نمذجة العمليات الإنتاجية ، طرق وأدوات الرقابة على جودة المنتجات والعمليات الصناعية، نمذجة مشكلة التخزين، تخطيط ومراقبة المشاريع الصناعية ، تحليل نمو إنتاج المؤسسات الصناعية وانعكاسه على نمو القطاع الصناعي.... وغيرها من المشاكل التي تتعلق بإدارة العمليات والإنتاج بصفة خاصة والقطاع الصناعي الجزائري بصفة عامة مع التطرق لدراسات تطبيقية لمؤسسات صناعية جزائرية وللاقتصاد الصناعي الجزائري وتقديم الحلول مع مقارنة النتائج العلمية التطبيقية ونتائج أبحاثنا مع واقع المؤسسة الصناعية الجزائرية بصفة خاصة والقطاع الصناعي بصفة عامة.

إن مشروعنا كان مشتركا بين قطاعين فالأول هو قطاع التعليم العالي (وزارة التعليم العالي) الممثل بأساتذة باحثين في مجال إدارة العمليات والإنتاج والقطاع الثاني هو قطاع الصناعة(وزارة الصناعة وترقية الإستثمار) ممثلا بالمؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وهذا من خلال مدير وحدتها بمغنية وحدة Bental مغنية.

II. **الجانب النظري والتطبيقي للمشروع** : خلال الجانب النظري قمنا بتقسيم المشروع حسب أعضاء البحث وهذا من أجل بحث ودراسة مختلف النماذج الرياضية والمتعلقة بنماذج التنبؤ، البرمجة بالأهداف تخطيط الإنتاج، جدولة العمليات الإنتاجية ومن بين المشاكل التي قمنا بالبحث وفيها وبمعالجتها والقيام بتطبيقها في المؤسسات الصناعية الجزائرية مع الأخذ وحدة Bental مغنية نموذجا هي : مشكل التنبؤ بالمبيعات، مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، مشكل تخطيط وجدولة العمليات الإنتاجية. وقد أسندت هذه المهام بالتنسيق مع رئيس مشروع البحث وأعضاء المشروع:

- مشكلة التنبؤ بالمبيعات أسندت إلى الأستاذ ساهد عبد القادر وبدي نصر الدين
- مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج إلى مكيديش محمد وبلمقدم مصطفى
- مشكلة تخطيط وجدولة العمليات الإنتاجية جمعة زكرياء

المبحث الأول :الجانب النظري والتطبيقي لمشكلة التنبؤ بالمبيعات:

أولا : الجانب النظري لمشكلة التنبؤ بالمبيعات:

تعتبر بيانات السلاسل الزمنية من أهم أنواع البيانات التي تستخدم في الدراسات التطبيقية خاصة تلك التي تعتمد على بناء نماذج الانحدار لتقدير العلاقات الاقتصادية، وتفترض مثل هذه الدراسات أن السلاسل الزمنية المستخدمة تكون ساكنة، وصفة السكون هذه تتحدد ببعض الخصائص الإحصائية التي سنتعرض لها فيما بعد .. ، وكنتيجة لذلك فإن استخدام السلاسل الزمنية غير الساكنة في أغراض التنبؤ لا يكون مناسبا كما أنه لا يكون له قيمة تذكر من الناحية العملية.

إن من أهم أهداف الاقتصاد القياسي التنبؤ بسلوك الظواهر الاقتصادية. ويشير بعض المتخصصين في مجال الاقتصاد القياسي إلى ضرورة التمسك ببعض المبادئ الأساسية المفيدة في عملية التنبؤ. ومن أهم هذه المبادئ: (1) استخدام النماذج البسيطة قدر الإمكان في عملية التنبؤ، (2) استخدام أكبر قدر ممكن من البيانات المتاحة، (3) استخدام النظرية الاقتصادية في بناء نماذج التنبؤ بدلا من الاعتماد على البيانات، وإن كانت البيانات تفيد في تحديد عدد الفجوات الزمنية التي يتعين إدراجها في بعض النماذج، في حين أن النظرية قد لا تفيد في ذلك، (4) مازالت طريقة المربعات الصغرى العادية تعتبر من أفضل الطرق التي تستخدم في تقدير نماذج التنبؤ باستخدام القيم الأصلية، (5) تعتبر النماذج الاستقرائية للاتجاه أفضل في التنبؤ من النماذج السببية في حالة أن تكون البيانات اللازمة لتقدير الأخيرة غير متوفرة أو غير دقيقة.

ولقد شهد تحليل السلاسل الزمنية في الآونة الأخيرة تطورا كبيرا خاصة بعد الانجاز حققه الباحثان Box-Jenkins (1976) إذا تمكنا من وضع منهجية لمعالجة السلاسل الزمنية العشوائية، والتي تعرف بنماذج ARIMA زد إلى ذلك الانجاز العلمي الذي قدمه الباحث (1982) R.Engle والمتمثل في نماذج ARCH والانجاز العلمي الذي قدمه Bollerslev (1988) والمتمثل في نماذج GARCH وهذا يتيح إمكانية تحسين فترات الثقة خلال الفترات التنبؤية.

1- نماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل ARIMA:

في عام 1970 قاما box and jenkins بإعطاء منهجية نظامية لدراسة السلسلة الزمنية من حيث الخصائص العشوائية للسلسلة الزمنية، وذلك من أجل التشكيلة النماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل ARIMA الأكثر تطابق مع الظواهر المدروسة، كما أن هذه النماذج تحتاج إلى إمكانيات مادية وبشرية مختصة، تقوم بالتنبؤ في المؤسسات الحديثة، المتوسطة والكبيرة.

2- مشكلة الاستقرارية:

2-1 تعريف السلسلة الزمنية المستقرة: تكون السلسلة العشوائية مستقرة، إذا تذبذبت حول وسط حسابي ثابت، مع تباين ليس له علاقة بالزمن[1] وعند دراسة إستقرارية السلسلة الزمنية، يجب دراسة خصائصها الاحتمالية يعني التوقع والتباين السيرورة الاحتمالية y_t مستقرة إذا كان:

$$E(y_t) = E(y_{t+n}) = \mu \qquad \forall n$$

- المتوسط ثابت ومستقل عن الزمن:

$$V(y_t) < \infty \quad \forall_t$$

- التباين محدود ومستقل عن الزمن:
- التباين المشترك محدود ومستقل عن الزمن:

$$\operatorname{cov}(y_t, y_{t+k}) = E\left[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)\right] = y_k \qquad \forall_t$$

وبالتالي فالسلسلة الزمنية تكون مستقرة هذا ينطوي على أن السلسلة الزمنية لا تحتوي على اتجاه عام ولا على التغيرات الموسمية.

2-2 أنواع السلسلة الزمنية الغير مستقرة: يوجد نوعين من السلسلة الزمنية الغير مستقرة:

- **السلسلة الزمنية من النوع** TS[2]: (تحديدي) تكتب على الشكل $x_t = f_t + \varepsilon_t$ حيث f_t : دالة كثير حدود المتعلقة بالزمن خطية أو غير خطية، ε_t: سيرورة الاستقرار (خطأ أبيض). ليكن لدينا كثير حدود من الدرجة الأولى

$$x_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_t$$

هذه السيرورة TS غير مستقرة لان $E(x_t)$ تابع للزمن، وللإرجاع السلسلة من النوع TS مستقرة نستعمل طريقة الانحدارية.

- **السلسة الزمنية من النوع** DS[3]: (احتمالي) لإرجاع السلسلة الزمنية مستقرة نستعمل طريقة الفروق.

$$(1 - D)^d x_t = B + \varepsilon_t$$

حيث ε_t: سيرورة الاستقرار (خطأ أبيض) $\varepsilon_t \rightarrow BB(0.\sigma_\varepsilon^2)$.

B: ثابت حقيقي.

D: معامل التأخر.

d: رتبة الفروق.

نستعمل طريقة الفروق من رتبة الأولى $(d = 1)$

$$(1 - D)x_t = B + \varepsilon_t \Leftrightarrow x_t = x_{t-1} + B + \varepsilon_t$$

إذا كان $B = 0$

---

[1] Gourieroux.C ;Monfort .A ;"séries temporelles et modèles dynamique", ed :économica ,1990, p151.

[2] BourBonnais.R ;"économétrie,Manuel et exercices corrigés" 4^{eme} ed :Dunod ; paris ;2002 p231

[3] Sandrine Lardic, Valérie Mignon " Econometrie des séries temporelles macroeconomiques et financieres" Economica , paris 2002 p 124.

$$x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$\Leftrightarrow \quad (1 - D)x_t = \varepsilon_t$$

إذن السلسلة الزمنية مستقرة.

إذا كان $B \neq 0$ إذن السيروة من النوع DS وتكتب من الشكل:

$$x_t = x_{t-1} + B + \varepsilon_t$$

من اجل استقرار هذه السلسلة نستعمل طريقة الفروق الأول

$$x_t = x_{t-1} + B + \varepsilon_t \Leftrightarrow (1-D)x_t = B + \varepsilon_t$$

خلاصة: من أجل استقرارية السلسلة الزمنية من النوع TS أحسن طريقة "طريقة الانحدارية "

من أجل استقرارية السلسلة الزمنية من النوع DS نستعمل طريقة الفروق.

2-3 اختبار الاستقرارية: يسمح اختبار Dickey-Fuller (D-F) 1979 بالكشف عن وجود الاتجاه العام (اختبار الجذور الوحدية)، ويحدد أيضا أحسن طريقة لإرجاع استقرار السلسلة الزمنية.

2-3-1 **اختبار Dickey-Fuller (1979)**[4]: يسمح هذا الاختبار بمعرفة أن السلسلة الزمنية مستقرة أم لا، ويسمح بتحديد نوع السلسلة الزمنية غير مستقرة من نوع TS أو DS

المبدأ هذا الاختبار بسيط يتمثل في[5]:

الفرضية العدمية H_0: $\phi_1 = 1$ السلسلة الزمنية غير مستقرة.

الفرضية البديلة H_1: $|\phi_1| < 1$ إذن السلسلة الزمنية مستقرة.

1- نموذج انحدار ذاتي من الرتبة الأولى $\quad x_t = \phi_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$

2- نموذج انحدار ذاتي مع ثابت $\quad x_t = \phi_1 x_{t-1} + B + \varepsilon_t$

3- نموذج انحدار ذاتي مع اتجاه عام $\quad x_t = \phi_1 x_{t-1} + Bt + c + \varepsilon_t$

إذا تحققت الفرضية H_0: السلسلة الزمنية x_t ليست مستقرة مهما كان النموذج المستعمل.

خصائص النماذج ثلاث:

- النموذج (3):

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + Bt + c + \varepsilon_t$$

إذا كانت الفرضية العدمية H_0: $\phi_1 = 1$، و B لا يختلف جوهريا عن الصفر و $c = b$

النموذج يكتب على الشكل التالي:

$$x_t = x_{t-1} + b + \varepsilon_t$$

إذن السلسلة الزمنية غير مستقرة ومن النوع DS.

---

[4] Dickey, D. and W. Fuller "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," Journal of the American Statistical Association, 74, 427-431. 1979 .

[5] Régis BourBonnais.R ;Terraza.M ;"Analyse des séries temporelles en économie "; 1^{ere} ed :presse universitaires de France ; 1998; p 149

- النموذج (2):

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + B + \varepsilon_t$$

إذا كانت الفرضية العدمية $H_0 : \phi_1 = 1$، و B لا يختلف جوهرياً عن الصفر إذن السلسلة الزمنية غير مستقرة ومن النوع DS

إذا كانت الفرضية البديلة $H_1 : |\phi_1| < 1$ ، السلسلة الزمنية مستقرة.

- النموذج (1):

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

إذا كان الفرضية العدمية $H_0 : \phi_1 = 1$

يصبح النموذج: $x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t$

النموذج من النوع DS، السلسلة الزمنية غير مستقرة.

إذا كانت الفرضية البديلة $H_1 : |\phi_1| < 1$ إذن السلسلة الزمنية مستقرة.

والمبادئ العامة للإختبار (D-F) هي كالتالي:

نقوم بتقدير المعلمة ϕ_1 بـــ $\hat{\phi}_1$ بطريقة المربعات الصغرى النظامية من أجل النماذج $(1),(2),(3)$.

التقدير المعاملات والانحراف المعياري لكل نموذج بواسطة طريقة المربعات الصغرى.

$$t_{\hat{\phi}_1} = \frac{\hat{\phi}_1}{\sigma_{\hat{\phi}_1}}$$

إذا كان: $t_{\hat{\phi}_1} \geq t_{TAB}$ ، t_{TAB} الجدولية موجودة في جداول معدة خصيصًا من طرف Dichey –Fuller

إذن نقبل الفرضية العدمية H_0، هذا يعني يوجد جدر وحدي، إذا السلسلة الزمنية ليست مستقرة.

2-3-2 **اختبار Dickey-Fuller Augmentés (1981)**[6]: من النقائص التي ظهرت في اختبار D-F فرضية الخطأ أبيض، أي عدم وجود ارتباط في الأخطاء، هذا ما أدى إلى ظهور الاختبار A-D-F الذي يأخذ بعين الاعتبار هذه الفرضية.

إختبار A-D-F يقوم على أساس الفرضية البديلة $|\phi_1| < 1$ في تقدير النماذج الثلاثة بواسطة المربعات الصغرى.

النموذج (4)
$$\Delta x_t = P x_{t-1} - \sum_{j=2}^{P} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + \varepsilon_t$$

النموذج (5)
$$\Delta x_t = P x_{t-1} - \sum_{j=2}^{P} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + c + \varepsilon_t$$

[6] Dickey, D. and W. Fuller . "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root," Econometrica, 49, 1057-1072. 1981.

$$\Delta x_t = Px_{t-1} - \sum_{j=2}^{P} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + c + bt + \varepsilon_t$$ النموذج (6)

P: رقم التأخر

ويمكن تحديد قيمة p عن طريق اختيار القيمة التي تقوم بتدنية معيار أكايك (Akaike) 1979، ومعيار (Schwarz) 1978 حيث[7]:

$$AIC(p) = n\log(\delta^2_{\hat{\varepsilon}_t}) + 2(3+p)$$

$$SC(p) = n\log(\delta^2_{\hat{\varepsilon}_t}) + (3+p)\log n$$

حيث:

$\delta^2_{\hat{\varepsilon}_t}$: تباين الأخطاء العشوائية بعد عملية التقدير.

n: المشاهدات الفعلية.

ملاحظة: المبادئ العامة لهذا الاختبار مماثل لاختبار D-F البسيط.

البرنامج Eviews V6 لتحليل السلاسل الزمنية يقوم بحساب آليا القيم الحرجة $t_{\hat{\phi}_1}$ و t_{tab}(1 %,5 %,10 %).

2-3-3 **اختبار Phillips et Perron (1988)**[8]: من النقائص التي ظهرت في اختبار A-D-F هي مشكلة عدم ثبات التباين الحد العشوائي هذا ما أدى إلى ظهور اختبار Phillips-Perron (P-P) الذي يعالج هذه المشكلة، وتتمثل خطوات هذا الاختبار فيما يلي:

- تقدير بواسطة المربعات الصغرى النماذج الثلاث لـــ Dickey-Fuller وذلك من أجل تقدير الباقي e_t.
- تقدير التباين في المدى القصير

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t^2$$

- تقدير التباين في المدى الطويل

$$s_t^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_t^2 + 2\sum_{i=1}^{l}\left(1-\frac{i}{l+1}\right)\frac{1}{n}\sum_{t=-1}^{n} e_t e_{t-i}$$

ومن أجل تقدير هذا التباين في المدى الطويل، من المهم تحديد رقم التأخر l، ويساوي بالتقريب

$$l \approx 4(n/100)^{2/9}$$

حيث أن n عدد المشاهدات

- حساب الإحصائية

$$PP: t^*_{\hat{\phi}_1} = \sqrt{K} * \frac{(\hat{\phi}_1 - 1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\phi}_1}} + \frac{n(k-1)\hat{\sigma}_{\hat{\phi}_1}}{\sqrt{K}}$$

---

[7] Hurlin.C;" économétrie appliquée des séries tenporelles"; Université de paris Dauphine ; 2003.p43.

[8] Phillips, P.C.B. and P. Perron . "Testing for Unit Roots in Time Series Regression," Biometrika, 75, 335-346. 1988.

حيث:

$$K = \frac{\hat{\sigma}^2}{s_t^2}$$

ومقارنة هذه الإحصائية مع القيمة الجدولية في جدول Mackinnon.

المبادئ العامة لهذا الاختبار مماثلة للاختبار D-F البسيط.

ملاحظة: البرنامج Eviews v6 لتحليل السلاسل الزمنية يقوم بحساب آليا القيم الحرجة $t_{\hat{\phi}_1}$ و $t_{tab}(1\%, 5\%, 10\%)$.

4-3-2 **إختبار KPSS (1992)**[9]: أكتشف هذا الإختبار من طرف الباحثين Kwiatkowski , Philips , Schmidt et Shin (1992) إذ يأخذ بعين الاعتبار الحالة التي يكون فيها التباين للبواقي غير ثابت عبر الزمن وأيضا الحالة التي يكون يتواجد فيها أكثر من جدر للوحدة ويكون ذلك عن طريق تقدير النموذج [2] و[3] وهذا عن طريق اختبار الفرضيتين السابقتين كما في إختبار Dickey-Fuller تم حساب مربع البواقي S_t كما يلي:

$$S_t = \sum_{i=1}^{t} e_t$$

تم بعد ذلك يتم حساب التباين في المدى الطويل عن طريق العلاقة الآتية:

$$s_t^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t^2 + 2\sum_{i=1}^{l}(1-\frac{i}{l+i})\times\frac{1}{n}\sum^{n} e_t e_{t-i}$$

ليتم فيما بعد حساب الإحصاءة LM كما يلي:

$$LM = \frac{1}{s_t^2}\frac{\sum S_t^2}{n^2}$$

فإذا كانت $LM_{cal} < LM_{tab}$ فهذا يعني بأن السلسلة مستقر ة والعكس إذا كانت $LM_{cal} > LM_{tab}$

3- **تشكيلة نماذج ARIMA**[10]: تتكون تشكيلة النماذج العشوائية من نماذج الانحدار الذاتي (AR)، ونماذج المتوسطات المتحركة (MA)، ونماذج المختلطة من نماذج الانحدار الذاتي ونماذج المتوسطات المتحركة $(ARMA)$ ومن شروط استعمال هذه النماذج يجب أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة.

3-1 نموذج الانحدار الذاتي AR(p)[11]: في هذا النوع من النماذج المتغير التابع الممثل للظاهرة يفسر بواسطة قيمه السابقة لنفس المتغير التابع، ويمكن تمثيل نموذج الانحدار الذاتي من الرتبة P، كما يلي:

---

[9] Kwiatkowski, D., P.C.B. Phillips, P. Schmidt and Y. Shin . "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root," Journal of Econometrics, 54, 159-178. 1992.

[10] ساهد عبد القادر " طرق ونماذج التنبؤ في الميدان الصناعي مع وضع نظام للتنبؤ- دراسة ميدانية بمركب تحويل الذرة بمغنية – " ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص: إدارة العمليات والإنتاج، جامعة تلمسان، 2006. ص 87

[11] Russell davidson, James G Machimon " Econometric Theory and Methods " Copyright 1999 p 548

$$AR(1): y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$AR(P): y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \ldots\ldots + \phi_P y_{t-P} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

حيث $\phi_1, \phi_2 \ldots\ldots \phi_P$ معاملات مقدرة (موجبة أو سالبة)

ε_t : خطأ أبيض

ويمكن كتابة المعادلة (1) بعد إدخال فكرة معامل التأخر (D) على الشكل التالي

$$(1 - \phi_1 D - \phi_2 D^2 - \ldots\ldots - \phi_P D^2) y_t = \varepsilon_t$$

خصائص الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي corrélogramme: معاملات دالة الارتباط الذاتي تكون ممثلة في:

$$P_K = \frac{y_K}{y_0} = \phi_1^{\ K}$$

الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي البسيط للنموذج $AR(P)$ لها خاصية تناقص هندسي

الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي الجزئي فإن الحدود الأولى لـــ P تختلف عن الصفر[12].

دالة الارتباط الذاتي الجزئي للنموذج $AR(1)$ تعطى على الشكل التالي:

$$\Psi_{11} = P_1 = \theta_1 \qquad \text{et} \qquad \psi_{22} = \frac{P_2 - \psi_{11} P_1}{1 - \psi_{11} P_1} = \frac{P_2 - P_1^2}{1 - P_1^2} = \frac{\phi_1^2 - \phi_1^2}{1 - \phi_1^2} = 0$$

3-2 نموذج المتوسطات المتحركة MA(q): يعتبر المتغير التابع كدالة خطية من القيم لعنصر الخطأ العشوائي، وتساؤلات التي يمكن طرحها الآن حول هذا النموذج هو ما شكلها وما شكل دالة ارتباطها الذاتية ؟

إذا يكتب هذا النموذج كما يلي:

$$MA(1): y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

$$MA(q): y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \ldots\ldots\ldots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

حيث $\theta_1, \theta_2 \ldots\ldots \theta_q$ معلمات يمكن أن تكون موجبة أو سالبة

q : تمثل رتبة النموذج

ε_t : خطأ أبيض $\qquad \varepsilon_t \to BB(0, \sigma_\varepsilon^2)$

كما يمكن كتابة هذا النموذج بعد إدخال فكرة معامل التأخر كما يلي:

$$(1 + \theta_1 D + \theta_2 D^2 + \ldots\ldots + \theta_q D^q)\varepsilon_t = y_t$$

---

[12] Ruey S.Tsay " Analysis of finanaciel time series " John wiley & sons, INC 2002 p 36

أي أن هناك علاقة تبين مساواة بين النموذج $MA(1)$ والنموذج $AR(\infty)$

خصائص الرسم البياني للدالة الارتباط الذاتي: الدالة الارتباط الذاتي البسيطة تأخذ الصيغة التالية:

$$P_h = \frac{\sum_{i=0}^{i=q-h} \theta_i \theta_{i+h}}{\sum_{i=0}^{i=q} \theta_i^{\,2}}$$

من أجل $h = 0,1,........,q$

من أجل $h > q$ $\qquad P_h = 0$

هذا يعني الحدود الأولى لـــ q في الرسم البياني للدالة الارتباط الذاتي البسيط تختلف جوهرياً عن الصفر.

الرسم البياني للدالة الارتباط الذاتي الجزئي لها خاصية النقصان الهندسي:

3-3 النماذج المختلطة ARMA(p,q)[13] : وهي عبارة عن مزج بين القسم الانحداري ذي الرتبة P وقسم المتوسطات المتحركة ذو الرتبة q وتكتب على الشكل التالي:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + ...+ \phi_P y_{t-P} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + ...+ \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

وبإدخال معامل التأخر فإن:

$$ARMA(p,q): (1-\phi_1 D - \phi_2 D^2 - .... - \phi_P D^P) y_t = (1+\theta_1 D + ... + \theta_q D^q)\varepsilon_t$$

$$\phi(D) y_t = \theta(D) \varepsilon_t$$

الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي البسيط والجزئي هو عبارة عن مزج بين الرسم البياني للدالة الارتباط AR والرسم البياني للدالة الارتباط MA.

والجدول (1) بين الخصائص الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي للنماذج $ARMA, MA, AR$.

الجدول (1): خصائص الرسم البياني لدوال الارتباط الذاتي

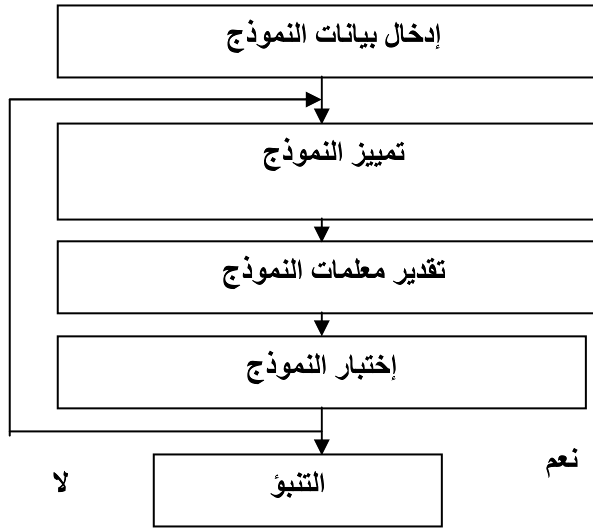
النـــمـــوذج	FAC	FAP
$AR(1)$	تناقص هندسياً	= 0 بالنسبة لكل k >1
$AR(2)$	تناقص هندسياً	= 0 بالنسبة لكل k >2
$AR(P)$	تناقص هندسياً	= 0 بالنسبة لكل k > P
$MA(1)$	= 0 بالنسبة لكل k >1	تتناقص بإستمرار
$MA(2)$	= 0 بالنسبة لكل k >2	تتناقص بإستمرار
$MA(q)$	= 0 بالنسبة لكل k > q	تناقص بإستمرار
$ARMA(1,1)$	تناقص هندسياً	تناقص بإستمرار
$ARMA(p,q)$	تناقص هندسياً	تناقص بإستمرار

[15] Peter J Brockwell, Richard A Davis "Introduction to Time Series and Forecasting " Springer-Verlag New York, Inc.2002 p83

Source: Juan M. Rodriguez Poo " Computer-aided introduction to econometrics " New york: springer 2003 p201

4- **المراحل الأساسية لنماذج ARIMA:** تنقسم هذه المنهجية حسب Box-Jenkins إلى ثلاث مراحل أساسية، كما يبينها الشكل (1):

الشكل (1): مراحل منهجية Box, Jenkins



Source: Ross Oppenheim "Forecasting via the Box-Jenkins method " Academy of marketing science, journal 1986 p 206.

4-1 مرحلة التعرف على النموذج:

مرحلة التعرف مهمة جداً وأكثر سهولة، نقوم بالتعرف على النموذج المطابق في تشكيلة النماذج $ARMA$، وتتميز هذه المرحلة بدراسة الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي البسيط والجزئي corrélogrammes باعتماد على بعض القواعد البسيطة والسهلة لتحديد المعلمات q, d, p للنموذج $ARIMA$[14].

إن دراسة الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي تدل على أن السلسلة تتأثر بالاتجاه العام، وبموجب اختبار (DF) تبين أن السلسلة الزمنية من النوع DS أو TS، إذا يجب حذف الاتجاه العام بعد التأكد من استقرار السلسلة الزمنية يتم تحديد الرتب (q, d, p) للنموذج $ARIMA$.

إذا كان الرسم البياني للدالة الارتباط الذاتي البسيط الحد الأول للمعلمة q تختلف عن الصفر، والحدود الرسم البياني للدالة الارتباط الذاتي الجزئي تتناقص ببطء، إذا النموذج المحدد هو $MA(q)$.

إذا كان الرسم البياني للدالة الارتباط الجزئي الحدود الأولى لـــ p تختلف عن الصفر، والحدود الرسم البياني البسيط تتناقص ببطء، إذا النموذج المحدد هو $AR(p)$.

---

[14] تومي صالح " مدخل النظرية القياس الاقتصادي " ديوان المطبوعات الجامعية 1999 ص 183

أما النموذج $ARMA(p,q)$ ، فإن الرسم البياني للداليين الارتباط الذاتي الجزئي والبسيط تبقيان مستمرتين في التدهور.

4-2 تقدير معالم النموذج:

بعد الانتهاء من مرحلة التعرف على نموذج السلسلة الزمنية وذلك بتحديد كل (p,d,q)، يمكننا الانتقال إلى المرحلة الموالية والمتمثلة في مرحلة التقدير لمعالم النموذج بطريقة المعقولية العظمى Maximum Likelihood Method[15]، فالتقدير بهذه الطريقة يتوقف أساسا على أن الأخطاء مستقلة فيما بينها وتتبع التوزيع الطبيعي $N \rightarrow (o,\sigma_\varepsilon^2)$.

خطوات هذه الطريقة تتمثل في:

تحديد لوغاريتم دالة المعقولية لنماذج $ARMA(p,q)$ تعطى على الشكل التالي:

$$\log \ L_T = -\frac{T}{2}\log 2\pi - \frac{T}{2}\log \sigma_\varepsilon^2 - \frac{1}{2}\log\left[\det(Z'Z)\right] - \frac{S(\phi,\theta)}{2\sigma_\varepsilon^2} ....(1)$$

حيث T: عدد المشاهدات

Z: مصفوفة من الرتبة $(p+q+T,\, p+q)$

$$S(\phi,\theta) = \sum_{t=-\infty}^{T}\left(\ E\left[\varepsilon_t \middle| X_t, \phi_i, \theta_j, \sigma_\varepsilon^2\right] \ \right)^2$$

تعظيم لوغاريتم دالة المعقولية، أي المشتقة تساوي الصفر

تقدير σ_ε^2

$$\frac{\partial \log \ L_T}{\partial \sigma_\varepsilon^2} = 0 \Leftrightarrow -\frac{T}{2}\frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} + \frac{S(\phi,\theta)}{2\sigma_\varepsilon^4} = 0$$

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{S(\phi,\theta)}{T}$$

ونقوم بالتعويض (1)

$$\log \ L^*_T = -\frac{T}{2}\log 2\pi - \frac{T}{2}\log\frac{S(\phi,\theta)}{T} - \frac{1}{2}\log\left[\det(Z'Z)\right] - \frac{T}{2}$$

أما التعظيم بالنسبة لهذه الدالة تسمح بتقدير المعلمات $\phi_i(1,.....,p)$ و $\theta_j(1,.......,q)$ لنماذج ARMA(p.q).

4-3 اختبار جودة النموذج:

بعد تقدير المعلمات النموذج يجب اختبار نتيجة هذا التقدير.

– معلمات النموذج: هل تختلف عن الصفر (الاختبار t student مطبق بشكل كلاسيكي).

إذا كان معامل لا يختلف جوهراً عن الصفر، يجب إعادة تقدير النموذج من جديد إذن رتبة النموذج AR أو MA ليست سليمة.

---

[15] D.S.G.Pollock " A Handbook of time-series analysis. Signal processing and dynamics " Copyright by academic press London 1999 p 673

– تحليل البواقي: معالم دالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئية لهذه البواقي تكون داخل مجال المعنوية المعبر عنه بيانياً بخطيين متوازيين.

هل الباقي هو خطأ أبيض؟: نستعين بالإحصائيات كل من Ljung-Box و Box- pierce:

يسمح الاختبار Box-pierce (1970) بالتعرف على الخطأ الأبيض bruit Blant (المتغيرات العشوائية تتبع نفس التوزيع ومستقلة فيما بينها) هذا يعني أن:

$$\begin{aligned} Ey_t &= 0 && \forall t \\ V(y_t) &= \sigma^2 && \forall t \\ \operatorname{cov}(y_t, y_s) &= 0 && \forall t \neq s \end{aligned}$$

سيرورة الخطأ الأبيض تتضمن أن: $P_1 = P_2 = P_3 = ... = P_h = 0$

الفرضية العدمية $H_0 : P_1 = P_2 = P_3 .... = P_h$

الفرضية البديلة يوجد على الأقل P_i يختلف جوهرياً عن الصفر: H_1

من أجل إجراء هذا الاختبار نستعمل الإحصائية Q المعطاة بــ

$$Q = n \sum_{h=1}^{h} \hat{P}_k$$

h: عدد التأخر

$\hat{P}_h$: الارتباط الذاتي المحسوب من الرتبة h

n: عدد المشاهدات

الإحصائية Q تتبع التوزيع χ^2 (chideux)، h درجة الحرية

إذا كان $Q > \chi^2$ نقرأها من الجدول (chideux) حيث $1-\alpha$ مستوى المعنوية، h درجة الحرية.

القرار: نرفض الفرضية العدمية القائلة بوجود خطأ أبيض.

كما يمكن إستعمال إحصائية أخرى مشتقة من الأولى والتي نرمز لها Q^* لــ Ljung-Box (1978).

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^{h} \frac{\hat{P}_k^2}{n-k}$$

والتي تتبع التوزيع χ^2 chideux مع h درجة الحرية وأخذ القرار مماثل للاختبار السابق.

– الخطأ الأبيض يتبع التوزيع الطبيعي: لإثبات ذلك نستعمل اختبار Jarque-Bera (1984)، هذا الاختبار يجمع بين كل من معامل Skeweness $(B_1^{1/2})$ والذي يساوي: $B_1^{1/2} = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}$

ومعامل Kurtosis (B_2) والذي يساوي: $B_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$

ليكن $\mu_k = \frac{1}{n} \sum (x_t - \bar{x})^k$ العزم المركزي من الرتبة k

إذا كان $B_1^{1/2}$ و B_2 يخضع للتوزيع الطبيعي، إذا الكمية S تعطي على الشكل التالي:

$$S = \frac{n}{6} B_1 + \frac{n}{24} (B_2 - 3)^2$$

مع أن S يتبع توزيع χ^2 حيث 2 درجة الحرية

القرار: إذا كان $\chi^2_{1-\alpha}(2) < S$ حيث 2 درجة الحرية، $1-\alpha$ مستوى المعنوية، نرفض الفرضية العدمية H_0 إذن الخطأ الأبيض لا يتبع التوزيع الطبيعي.

– معيار خطأ التنبؤ النهائي: قام الباحث Akaike عام (1969-1970) باقتراح أسلوب جديد في اختيار رتبة النموذج (p) ويرمز FPE ويعرف بـــ :

$$FPE(P) = \frac{n+p}{n-p} \hat{\sigma}_a^2$$

P: رتبة النموذج المختار

n: حجم العينة

$\hat{\sigma}_a^2$: تقدير تباين الخطأ ويحسب:

$$\hat{\sigma}_a^2 = \sum (z_t - \hat{z}_t)^2 / (n-p)$$

ومن الناحية العملية يتم حساب تقديرات المعيار FPE ولكل نموذج من نماذج الانحدار الذاتي عند (P=1,2,3) ومن ثم يتم اختيار اصغر تقدير لمعيار FPE ويدعى خطاء التنبؤ النهائي الأصغر.

معيار معلومات Akaike: اقترح الباحث Akaike عام 1974 صيغة أخرى لمعيار معلومات اكيكي يرمز AIC ويعرف بـــ:

$$AIC(M) = n \ln \sigma_a^2 + 2M$$

ولان الحد الثاني ثابت فأن المعيار AIC يكون:

$$AIC(p) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2p$$
$$or$$
$$AIC(p) = \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2(p)/n$$

حيث ان:

M: هي دالة لـــ p رتبة النموذج.

n: عدد المشاهدات.

$\hat{\sigma}_a^2$: مقدر تباين الخطأ.

ويمكن أن يكون المعيار AIC بشكل معياري من خلال قسمة المعيار على حجم العينة وصيغته:

$$NAIC(M) = AIC(M)/n$$
$$= \ln \hat{\sigma}_a^2 + \frac{2M}{n}$$

5- التنبـــــؤ باستخدام نماذج ARIMA:

إن المرحلة الأخيرة من نمذجة ARIMA هي التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسة الزمنية، لنفرض أنه لدينا النموذج ARMA(p,q):

$$\phi(D)y_t = \theta(D)\varepsilon_t$$

نسمي $\hat{Y}_{t+h}$ التنبؤ في التاريخ $t+h$، والتوقع الشرطي بالنسبة إلى Y_{t+h} يعطى بالصيغة التالية:

$$\hat{Y}_{t+h} = E[Y_{t+h}|I_t \ ] \ , \ I_t = (Y_1, ..., Y_t)$$

حيث I_t: يمثل مجموع البيانات المتوفرة حتى اللحظة t

لنأخذ المثال عن النموذج $ARMA(1,1)$

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

مع $|\phi_1| < 1 \ , \ |\theta_1| < 1$ (إستقرارية النموذج). حسابات التنبؤ لمختلف قيم الأفق تعطى على الشكل التالي:

$$y_{t+1} = \phi_1 y_t + \varepsilon_{t+1} - \theta_1 \varepsilon_t$$
$$\hat{Y}_{t+1} = E[Y_{t+1}|I_t \ ] = \phi_1 Y_t - \theta_1 \varepsilon_t$$
$$y_{t+2} = \phi_1 y_{t+1} + \varepsilon_{t+2} - \theta_1 \varepsilon_{t+1}$$
$$\hat{Y}_{t+2} = E[Y_{t+2}|I_t \ ] = \phi_1 \hat{Y}_{t+1}$$

إذن الصيغة العامة للتنبؤ تعطى في الشكل التالي:

$$\hat{y}_{t+k} = \phi_1 \hat{y}_{t+k-1} \qquad \forall k > 1$$

ملاحظة: يتم تعويض الأخطاء المستقبلية بالصفر.

وبالتساوي يمكننا كتابة النموذج $ARMA(p,q)$ على الشكل التالي:

$$\phi(D)y_t = \theta(D)\varepsilon_t \Leftrightarrow Y_t = \frac{\theta(L)}{\phi(L)}\varepsilon_t = \Psi(L)\varepsilon_t$$

أي:

$$Y_t = \varepsilon_t + \Psi_1 \varepsilon_{t-1} + \Psi_2 \varepsilon_{t-2} + ...$$

القيم المتنبأ بها للأفق h تعطى بالشكل التالي:

$$\hat{Y}_{t+h} = \sum_{i \geq 0} \Psi_{h+i} \varepsilon_{t-i}$$

الخطأ في التنبؤ:

$$\hat{e}_{t+h} = Y_{t+h} - \hat{Y}_{t+h} = \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i \varepsilon_{t+h-i} \quad avec \ \Psi_0 = 1$$

لحساب مجال التنبؤ نفرض أن البواقي خطأ أبيض وتتبع توزيع طبيعي، من أجل هذا نقوم بتحديد التباين خطأ التنبؤ:

$$V(\hat{e}_{t+h}) = E\left[\ \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i \varepsilon_{t+h-i}\ \right]^2$$

$$= \left[\ \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i E(\varepsilon_{t+h-i})\ \right]^2$$

$$= \sigma_\varepsilon^2 \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i^2$$

مجال التنبؤ تحت مستوى المعنوية 5% يعطى على الشكل التالي:

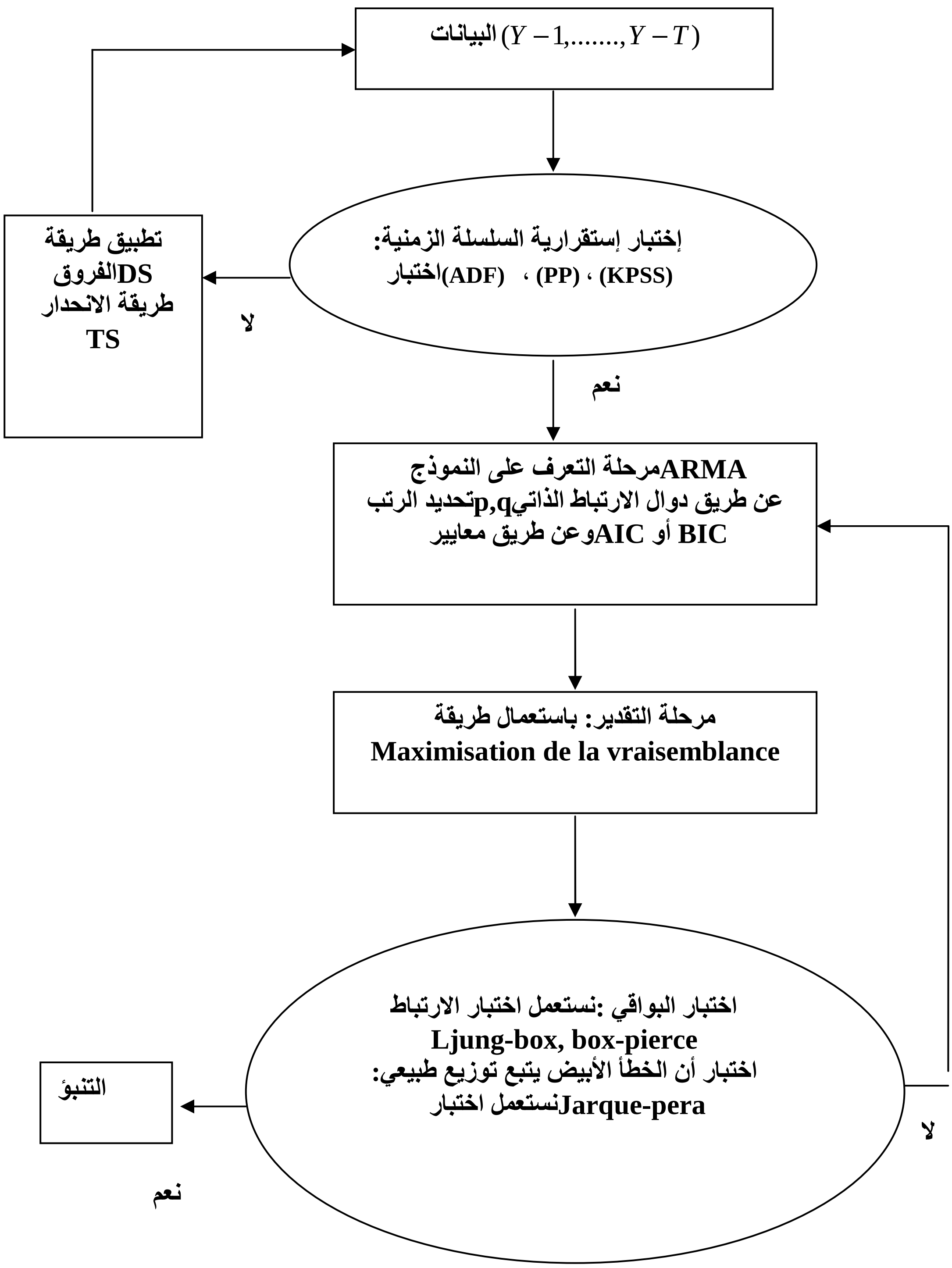
$$\hat{y}_{t+k} \pm \mu_1 - \frac{\alpha}{2} * \sigma_\varepsilon \left(\sum_{i=0}^{k-1} \Psi_i^2\right)^{1/2}$$

$\alpha = 5\%$ من الجدول الطبيعي نجد

$$\mu_1 - \frac{\alpha}{2} = 1.96$$

في الأخير نقوم بوضع مخطط لمختلف مراحل منهجية Box-Jenkins بشيء من التفصيل في الشكل (2):

الشكل (2): مخطط لسيرورة منهجية Box-Jenkins



Source: Mohamed Boutaher " Analyse des series chronologiques " P15: www.lumimath. Univ-mrs.fr /~ boutahar/ AE2pro.pdf

6- تقييم واختيار طرائق التنبؤ:

يعالج هذا الجزء تقييم جودة التنبؤ، ومنها مقاييس الخطأ وهي عبارة عن المؤشر الذي يعبر عن الخطأ (الانحراف) ما بين القيمة الحقيقية والقيمة المقدرة للمشاهدات ففي كل محاولة من محاولات دارسة الظاهرة يستوجب قياس الخطأ لملاحظة مدى انحراف المشاهدة المقدرة عن المشاهدة الحقيقية، والتي تفيد إمكانية وضع رؤية حقيقية عن التقديرات المستقبلية للتنبؤ بسلوك الظاهرة لغرض اتخاذ القرار والإجراءات بشأنها في المستقبل

6-1 أنواع مقاييس الخطأ:

هناك عدد كبير من المقاييس المستخدمة لتقييم جودة التنبؤ وتنقسم المقاييس التي يمكن أن يقاس بها الخطأ اعتمادا على طبيعة المتطلبات التي تحددها المشكلة المدروسة إلى نوعين[16]:

6-1-1 المقاييس المطلقة Absolute measures:

هي مقاييس تتعامل بتجرد فعلي مع الخطأ دون الدخول في نسبة الخطأ في المشكلة المدروسة وهو أكثر عمومية من غيرها واقل دقه من باقي المقاييس وهو على أنواع:

A. مقياس متوسط الأخطاء Mean square error:

هو عبارة عن مجموع الأخطاء لكل محاولات للظاهرة قيد الدرس مقسوما على عدد تلك المحاولات ويكتب بالصيغة الرياضية (الإحصائية) الآتية:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i}{n}$$

حيث:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

n: عدد المشاهدات

B. متوسط مطلق الأخطاء Absolute mean error:

هذا المقياس عبارة عن مجموع مطلق الأخطاء لكل المحاولات المدروسة للظاهر قيد الدرس مقسوما على عدد المحاولات ويكتب بالصيغة الرياضية الآتية:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n}$$

C. – مجموع مربعات الخطأ Sum square error:

وهو مجموع مربعات الخطأ لكل محاولات الظاهرة قيد الدرس ويكتب بالصيغة الرياضية الآتية

---

[16] مظهر خالد عبد الحميد " بناء نماذج برمجة الأهداف لتقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط " مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد 5، العدد 14، ص ص 182-2009،206.

$$S.S.E = \sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

D. – متوسط مربعات الخطأ Mean square error:

هذا المقياس هو عبارة متوسط مربعات الخطأ لكل محاولات الظاهرة قيد الدرس مقسوما على عدد تلك المحاولات.

$$M.S.E = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n}$$

E. – الانحراف المعياري للاخطاء Standard deviation error:

وهو الجذر التربيعي لمجموع مربعات الخطأ لمحاولات الظاهرة قيد الدرس مقسوما على عدد تلك المحاولات ناقص اثنان وهو من المؤشرات المهمة التي تبين جودة توفيق معادلة الانحدار بمعنى اخر دقة تمثيل معادلة الانحدار للعلاقة بين المتغيرين كما يستفاد من هذا المؤشر لدى إجراء المقارنة بين معادلتي انحدار أو أكثر حول نفس الظاهرتين في دارستين مستقلتين. ويكتب بالصيغة الرياضية الآتية:

$$S.D.E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n-2}}$$

6-1-2 المقاييس النسبية Relative measures:

هي المقاييس التي تتعامل مع نسبة الخطأ المئوي لمحاولات الظاهرة قيد الدرس وهي أكثر دقة من المقاييس المطلقة ومن أهمها:

A. مقياس الخطأ المئوي Percentage error:

هو مقياس يقيس نسبة الخطأ المئوي في الظاهرة قيد الدرس ويكتب بالصيغة الرياضية الآتية:

$$P.E = \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} * 100\%$$

B. – مقياس متوسط الخطأ المئوي Mean percentage error:

هو مقياس يقيس متوسط الأخطاء المئوية أي أنه يجمع الأخطاء المئوية ويقسمها على عدد المحاولات للظاهرة قيد الدرس ويكتب بالصيغة الرياضية الآتية:

$$M.P.E = \frac{\sum_{i=1}^{n} PE}{n}$$

C. – متوسط مطلق الخطأ المئوي Mean absolute percentage error:

وهو مقياس يقيس مجموع مطلق الأخطاء المئوية ويقسمها على عدد تلك المحاولات للظاهرة قيد الدرس ويكتب بالصيغة الرياضية الآتية:

$$M.A.P.E = \frac{\sum_{i=1}^{n} |PE|}{n}$$

D. – استخدام مؤشر (U) لـــ Theil:

يقارن هذا المؤشر التقدير المستخدم مع طريقة أخرى تقضي بأخذ القيمة الأخيرة المحققة باعتبارها تنبؤ جديدا. وهو يعرف في اللحظة t بالعلاقة التالية[17]:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=T-1} \left(CRP_{i+1} - CRR_{i+1}\right)^2}{\sum_{i=1}^{i=T-1} \left(CRR_{i+1}\right)^2}}$$

حيث:

T: عدد فترات التنبؤ (مثال=12).

CRP: التغير النسبي المتوقع (مثال = +2,5 %).

CRR: التغير النسبي الحقيقي (مثال = +2,3 %).

يمكن تلخيص آلية تفسير قيمة المؤشر U على النحو التالي:

$U = 1$: هذا يعنى أن التنبؤ المستخدم يعادل التنبؤ البسيط الذي يقضي باعتبار القيمة الأخيرة المحققة قيمة تنبؤية.

$U < 1$: التنبؤ المستخدم أفضل من الطريقة الأخرى وتتحسن قيمته كلما اقتربت قيمة المؤشر U من الصفر.

$U > 1$: تقنية التنبؤ المستخدمة ليست جيدة وأكثر سوءا من الطريقة الأخرى.

---

[17] ريجي بوربوبي، جان كلود إيزينيه، ترجمة أيمن نايف العشعوش، " التنبؤ بالمبيعات بين النظرية والتطبيق " فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر. 2008 ، ص 301.

ثانيا: الجـــــانب التطبيقي لمشكلة نماذج في وحدة Bental magnia الشريك الإجتماعي

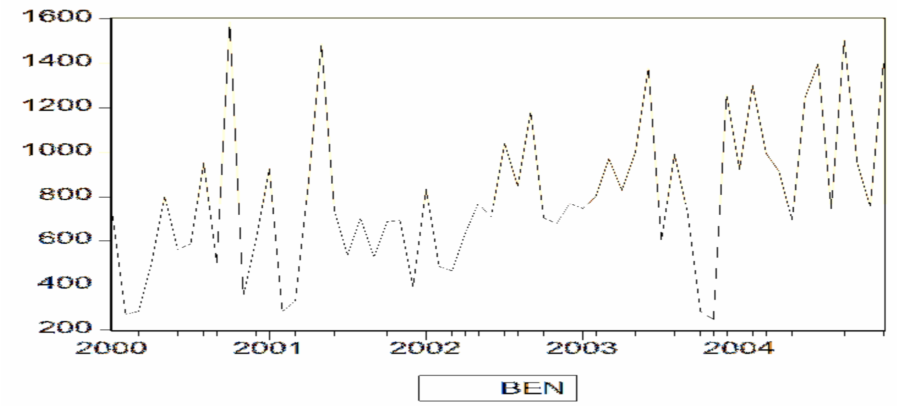
1. نمذجة المبيعات في وحدة BENTAL مغنية :

كما سبق الذكر في الجانب النظري ،فالتنبؤ بالطلب يعتبر الركيزة والدعامة الأولى في تخطيط الإنتاج، إذ يستحيل القيام بالتخطيط دون تقدير الطلب المستقبلي، ولكن وللأسف فإن وحدة BENTAL مغنية لا تعير للتنبؤ أي اهتمام ، لذلك سنحاول نمذجة مبيعات المؤسسة بغرض التنبؤ، وهذا حتى نتمكن من وضع الخطة الإجمالية للإنتاج ، وفي سبيل ذلك سوف نستخدم منهجية بوكـــس–جانكـــينس، والتي سبق شرحها في القسم النظري ، وهذا بالنسبة لمنتجات المؤسسة الثلاث أي BEN،TD،CAL .

1-1 التنبؤبالطلب بالنسبة لمنتوج الـــ BEN :

يعتبر منتوج الـــBEN أحد المنتجات التي تولي لها الوحدة إهتماماً كبيراً ، وهذا من أجل تلبية إحتياجات الطلب الكبيرة على هذا المنتوج، خاصة تلك التي تأتي من سوناطراك، والتي تعتبر أهم زبون للوحدة بالنسبة لهذا المنتوج ، والشكل البياني (3) يوضح حركة الطلب على هذا المنتوج خلال السنوات 2000 إلى غاية 2004.

شكل (3):منحنى تطور مبيعات منتوج الـBEN خلال الفترة 2000–2004



فنلاحظ من خلال الشكل البياني الذي يعبر عن مبيعات الـ BEN، وجود تنبؤات أو تذبذبات ،حادة يعود سببها إلى عدة عوامل كالموسمية والعشوائية ،والتي تعود إلى عوامل كثيرة يجهلها مسيرو الوحدة ولم نوفق في حصرها، لذا سنستعين بالأدوات الإحصائية للكشف عنها ، كما يلاحظ أنه لا يمكن حصر المنحنى بين خطين متوازيين وهذا مؤشر على أن مركبات السلسلة الزمنية ذات عناصر جدائية.

A. **إختبارالكشف عن المركبة الموسمية ونزعها :** للكشف عن المركبة الموسمية سوف نستخدم إختبار فيشر لتحليل التباين، حيث :

$$F_{CAL} = \frac{U^* - U^{**}/11}{U^{**}/47} = \frac{471030.242}{4072.31162} = 115.66$$

أما فيما يخص قيمة F_{tab} فيتم تحديدها عن طريق مستوى معنوية $\alpha = 5\%$ ودرجات حرية $v_1 = 11$ و $v_2 = 47$ وهذا بالنظر إلى جدول توزيع فيشر ، حيث تكون قيمة $F_{tab} = 2.035$ وبما أن $F_{cal} > F_{tab}$ فهذا يعني أن السلسلة الزمنية تحتوي على المركبة الموسمية ويجب أخدها بعين الإعتبار عند التنبؤ.

وبالتالي ومن أجل نزع المركبة الموسمية سوف نستخدم طريقة الأوساط المتحركة ، وهذا بإستخدام البرنامج Eviews، والجدول (2) يوضح السلسلة الزمنية للـــBEN بعد نزع المركبة الموسمية وهي كالآتي:

الجدول(2): سلسلة الـــ BEN بعد نزع المركبة الموسمية (BCVS).

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DES
00	642.6	530.9	1404.9	518.8	799. 9	614.2	453.8	619.1	497.5	340	311	644.05
01	412.7	1064.	607.26	548.4	588.3	561	595.15	1147	851.7	.397	.324	838.3
02	808.1	1024.1	622.5	1230	711	1090.5	572.2	592.1	627.8	560.1	.538	756.3
03	132.5	372.6	249.5	760	832.6	629.9	1114.9	772.2	823.9	1171	.926	673.6
04	1470	1143	843.4	1566	624	1466	1009.1	534.6	908.7	1200	1499	834.3

BCVS:سلسلة الـــBENبعد نزع المركبة الموسمية.

أما الجدول (3) فيوضح المعاملات الموسمية الشهرية للـــBEN

الجدول (3): المعاملات الموسمية الشهرية للـــBEN

الأشهر	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
معاملات موسمية	1.1	0.86	0.83	1	1.29	1.23	0.95	1.19	0.96	1.12	0.66	0.95

B. **دراسة الإستقرارية لسلسلة الـ BEN:** إن تطبيق منهجية بوكس–جانكينس يستدعي أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة ، ولهذا سوف نستخدم إختبار ADF للكشف عن إستقرارية السلسلة الزمنية، وذلك بمساعدة البرنامج Eviews، وهذا بعد تحديد درجة التأخر p والتي تقوم بتدنية معيار أكايك، وبإستخدام البرنامج وجد أن $p=1$ والجدول أدناه يوضح نتائج إختبار ADF.

الجدول (4) نتائج إختبار ADF بالنسبة لسلسةBCVS.

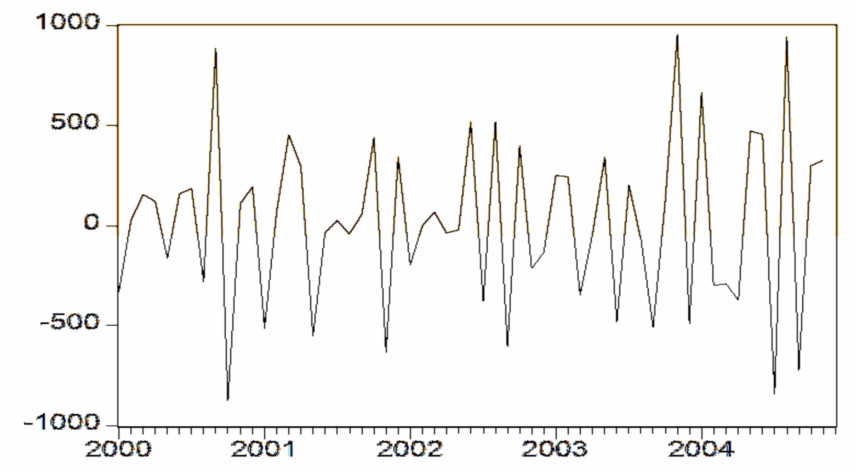
النماذج	τ_{cal}	τ_{tab}			المقارنة	النتيجة
		$\alpha=0.1$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$		
النموذج[6]	5.21-	3.17-	3.48-	4.12-	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [5]	3.61-	3.54-	2.91-	2.59-	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [4]	0.34-	2.6-	1.91-	1.61-	$\tau_{cal} > \tau_{tab}$	غير مستقرة

ومن نتائج الإختبار أعلاه يتضح أن السلسلة الزمنية للـــBENغير مستقرة من النوع DS دون إنحراف، وبعد حساب الفروق من الدرجة الأولى أي ($d=1$)، وباستخدام إختبارADF على سلسلة الفروق كانت النتائج كالآتي:

$$\tau_{cal} = -9.44$$

عند $\tau_{tab} = -2.6$ و $\alpha = 0.01$ وبما أن $\tau_{cal} < \tau_{tab}$ فإن السلسلة الزمنية للفروق $DBCVS$ مستقرة والشكل البياني (4) يبين ذلك:

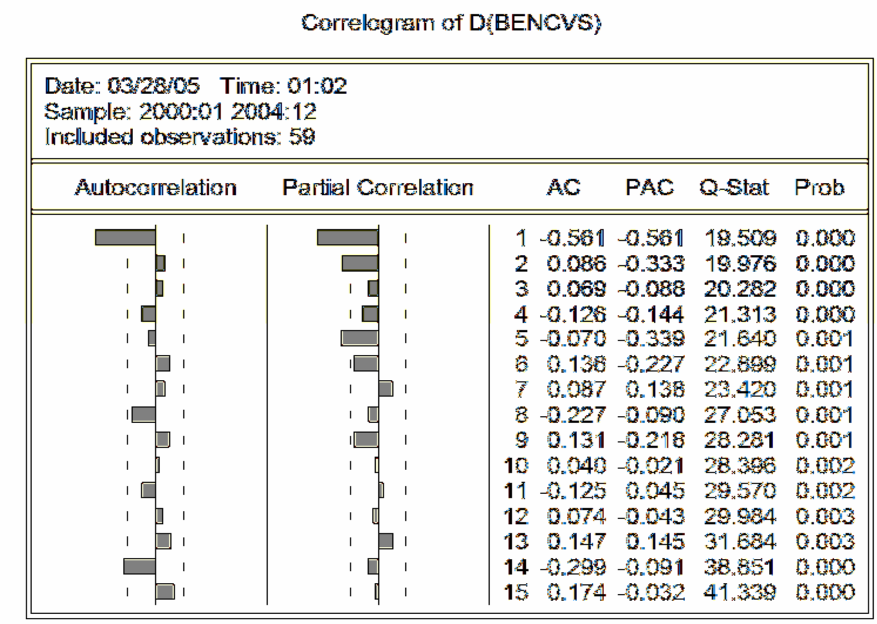
شكل (4):السلسلة الزمنية المستقرة للفروق الأولى بالنسبة لسلسلة الـــBEN



وبالتالي فإن الدراسة سوف تجرى على سلسلة الفروق $DBCVS$.

C. – **تحديد الدرجات p, q للنموذج ARIMA(p,1,q) لـ BEN:** للتعرف على درجة النموذج، سوف نستعين ببيان الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي والشكل (5) يوضح ذلك:

الشكل(5): بيان الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلة الفروق للـــBEN.


Correlogram of D(BENCVS)

Date: 03/28/05 Time: 01:02
Sample: 2000:01 2004:12
Included observations: 59

	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.561	-0.561	19.509	0.000
2	0.086	-0.333	19.976	0.000
3	0.069	-0.088	20.282	0.000
4	-0.126	-0.144	21.313	0.000
5	-0.070	-0.339	21.640	0.001
6	0.136	-0.227	22.899	0.001
7	0.087	0.138	23.420	0.001
8	-0.227	-0.090	27.053	0.001
9	0.131	-0.218	28.281	0.001
10	0.040	-0.021	28.396	0.002
11	-0.125	0.045	29.570	0.002
12	0.074	-0.043	29.984	0.003
13	0.147	0.145	31.684	0.003
14	-0.299	-0.091	38.851	0.000
15	0.174	-0.032	41.339	0.000

ومن خلال بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي ، يتضح أن بيان الإرتباط الذاتي الجزئي يبقى مستمراً في التناقص، في حين بيان الإرتباط الذاتي البسيط ينعدم عند الدرجة 1،وعليه يمكن إعتبار أن السلسلة الزمنية للـــBEN من النوع $ARIMA(0,1,1)$ أي :

$$ARIMA(0,1,1): DBCVS = \varepsilon_t - \alpha\varepsilon_{t-1}$$

– تقدير وإختبار جودة النموذج ARIMA(0,1,1) للـــBEN: لتقدير النموذج $ARIMA(0,1,1)$ ، سوف نستعين بطريقة المربعات الصغرى، وهذا بالإستعانة بالبرنامج Eviews حيث كانت النتائج كالآتي:

جدول (5): تقدير معلمات النموذج $ARIMA(0,1,1)$

Dependent Variable: D(BECVS)
Method: Least Squares
Date: 05/03/05 Time: 13:07
Sample(adjusted): 2000:02 2004:12
Included observations: 59 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 8 iterations
Backcast: 2000:01

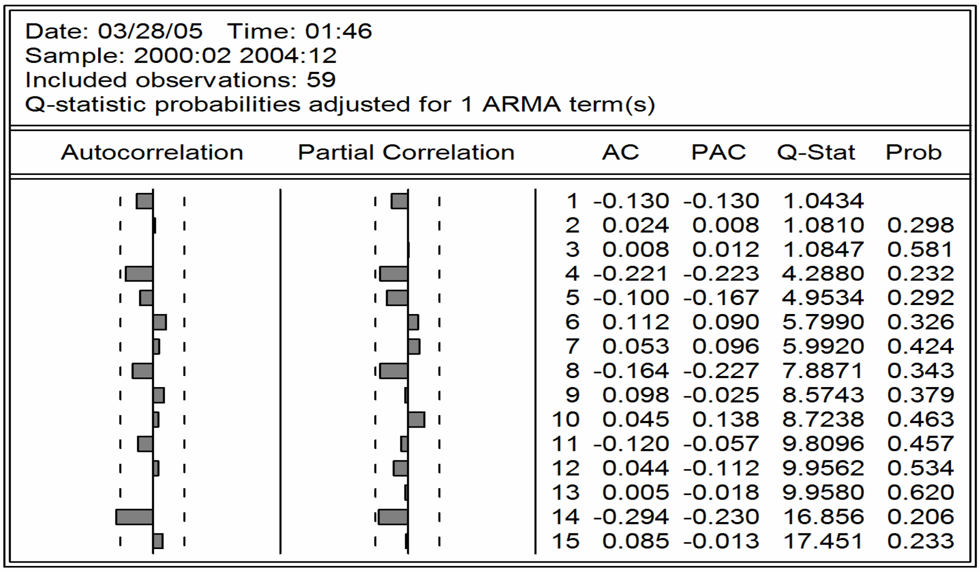
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.870286	0.072470	-12.00899	0.0000

وعليه ومن الشكل أعلاه، يتضح أن قيمة المعلمة $\alpha = 0.870286$ وبالتالي يكتب النموذج كالآتي:

$$ARIMA(0,1,1): DBCVS = \hat{\varepsilon}_t - \alpha\hat{\varepsilon}_{t-1}$$

كما نلاحظ أن إحتمال المعلمة المقدرة $\hat{\alpha}$ يساوي الصفر ، وهو أقل من 5% وهذا يعني قبول الفرضية البديلة $H_1 : \alpha \neq 0$ ، ورفض الفرضية العدمية $H_0 : \alpha = 0$، و بالتالي فإن المعلمة المقدرة تختلف جوهريا عن الصفر، كما يمكن التأكد من أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا، وهذا بإستخدام إحصائية Ljung-Box عن طريق وضع بيان الإرتباط الذاتي لسلسلة البواقي ، و الشكل (6) يوضح ذلك ، حيث أن معظم بواقي عملية التقدير تقع ضمن مجال ثقتها، كما أن الإحتمالات التي تناظر إحصائية Ljung-Box أي Q' أكبر من 5% وهذا يعني قبول فرضية أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا، وهذا يعني أن النموذج المقدر مقبول إحصائيا و يمكن إستخدامه في عملية التنبؤ .

شكل (6):بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية التقدير بالنسبة لسلسلة الــ $DBCVS$



Correlogram of Residuals

Date: 03/28/05 Time: 01:46
Sample: 2000:02 2004:12
Included observations: 59
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.130	-0.130	1.0434	
2	0.024	0.008	1.0810	0.298
3	0.008	0.012	1.0847	0.581
4	-0.221	-0.223	4.2880	0.232
5	-0.100	-0.167	4.9534	0.292
6	0.112	0.090	5.7990	0.326
7	0.053	0.096	5.9920	0.424
8	-0.164	-0.227	7.8871	0.343
9	0.098	-0.025	8.5743	0.379
10	0.045	0.138	8.7238	0.463
11	-0.120	-0.057	9.8096	0.457
12	0.044	-0.112	9.9562	0.534
13	0.005	-0.018	9.9580	0.620
14	-0.294	-0.230	16.856	0.206
15	0.085	-0.013	17.451	0.233

D. – **التنبؤ بمبيعات الـ BEN:** بعدما إتضح أن النموذج مقبول إحصائيا ، فإنه يمكن إستخدامه في التنبؤ ، وهذا لـــ6أشهر القادمة، وهي الفترة التخطيطية التي سوف نستخدمها لوضع الخطة الإجمالية للإنتاج.

لدينا النموذج المقدر الآتي :

$$DBCVS = \hat{\varepsilon}_t - 0.870286\hat{\varepsilon}_{t-1}$$

ولتوضيح كيف تتم عملية التنبؤ للـــ6أشهر القادمة يمكن أولا تعريف الرموز الآتية:

$DBCVS$: سلسلة الفروق الأولى المصححة من المركبة الموسمية.

$BCVS$: سلسلة الـــBEN المصححة من المركبة الموسمية.

$COFS$: المعاملات الموسمية.

BEN: السلسلة الزمنية الخام.

إن آخر باقي لعلمية التقدير لشهر ديسمبر 2004، يمكن تحديده من خلال البرنامج Eviews حيث:

$$\hat{\varepsilon}_{04:12} = 466.723$$

وبالتالي فإن $DBCVS_{05:01}$ يمكن تقديرها كالآتي:

$$DBCVS_{05:01} = \hat{\varepsilon}_{05:01} - 0.870286\hat{\varepsilon}_{04:12} = 0 - 0.870286 \times 466.723 = -406.182$$

وحيث أن:

$$DBCVS_{05:01} = BCVS_{05:01} - BCVS_{04:12}$$
$$BCVS_{05:01} = DBCVS_{05:01} + BCVS_{04:12}$$
$$BCVS_{05:01} = -406.182 + 1470.314 = 1064.132$$

وبذلك نكون قد أدخلنا مركبة الإتجاه العام، والجدول (6) يوضح التنبؤ لـــ6أشهر القادمة مع إدخال أثر الموسمية :

جدول (6): التنبؤ بالــBEN ل 6 أشهر القادمة

الأشهر	$\hat{\varepsilon}_t$	*DBCVS*	*BCVS*	*COFS*	التنبؤ بالـBEN
ديسمبر-04	466.723	-	1470.314	-	-
جانفي-05	-	- 406.182	1064.132	1.106278	1177.225
فبفري-05	-	-	1064.132	0.867394	923.021
مارس-05	-	-	1064.132	0.830106	883.342
أفريل-05	-	-	1064.132	1.007385	1071.99
ماي-05	-	-	1064.132	1.296145	1379.269
جوان-05	-	-	1064.132	1.235958	1315.222

وبتطبيق نفس الخطوات توصلنا للنتائج المتعلقة بمنتوج TD و منتوج BEN:

E. التنبؤ بالطلب بالنسبة لمنتوج الــ TD:

بعدما تبيَّن أن النموذج $ARIMA(0,1,1)$ مقبول إحصائيا، يمكن إستخدامه في التنبؤ لــ6أشهر القادمة كالآتي :

الجدول (7): التنبؤ بالــTD لــ 6 أشهر القادمة

الأشهر	$\hat{\varepsilon}_t$	*DTCVS*	*TDCVS*	*COFS*	التنبؤ بالـTD
ديسمبر-04	-46.3504	-	194.3416	-	-
جانفي-05	-	-45.4677	147.9912	0.869106	128.620
فبفري-05	-	-	147.9912	1.106669	163.777
مارس-05	-	-	147.9912	1.112346	164.617
أفريل-05	-	-	147.9912	1.121728	166.005
ماي-05	-	-	147.9912	1.306278	193.317
جوان-05		-	147.9912	1.396454	206.662

F. التنبؤ با لطلب بالنسبة لمنتوج الــ CAL :

يوضح الجدول (8) التنبؤ بمبيعات الــCAL خلال الــ6أشهر القادمة

جدول (8): التنبؤ بمبيعات الــCAL خلال الــ6أشهر القادمة

الأشهر	CALCVS	COFS	التنبؤ بمبيعات الــCAL
جانفي2005	823.22	1.414192	1164.191
فيفري 2005	624.42	0.742204	463.447
مارس 2005	671.15	0.981948	659.034
أفريل 2005	619.23	0.686724	425.240
ماي 2005	77.01	1.025415	78.967
جوان 2005	623.43	0.767082	478.221

في الأخير نشير إلى أننا سوف نعتمد على نتائج هذه التنبؤات، وهذا من أجل وضع الخطة الإجمالية للإنتاج في وحدة BENTAL مغنية.

المبحث الثاني : الجانب النظري والتطبيقي لمشكل التخطيط الإجمالي للإنتاج:

أولا : الجانب النظري لمشكل التخطيط الإجمالي للإنتاج:

ينقسم تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني إلى ثلاثة أنواع وهي: تخطيط الإنتاج الطويل المدى، تخطيط الإنتاج المتوسط المدى، تخطيط الإنتاج القصير المدى. يهتم تخطيط الإنتاج الطويل المدى، بالمشاكل الإستراتيجية للمؤسسة، كالتوسع بإنشاء وحدة معينة، تصميم المنتج،إختيار الموقع إلى غير ذلك من قرارات التخطيط الطويل المدى، في حين أن تخطيط الإنتاج القصير الأجل يتضمن تخطيط الموارد المتاحة(آلات، عمالة..) لتشغيل الأوامر الإنتاجية ، ويطلق على هذا النوع من تخطيط الإنتاج بعملية الجدولة الإنتاجية . وهناك نوع آخر يقع بين تخطيط الإنتاج الطويل والقصير المدى، وهو تخطيط الإنتاج المتوسط المدى.

فبعدما تقوم المؤسسات بوضع تقديرات الطلب على منتجاتها فإنه من الناذر جدا أن نجدها تتعادل مع الطاقة المتاحة للمؤسسة كمًّا وتوقيتا، ولهذا يجب التفكير في الكثير من الطرق بغية إحداث التوازن مع أرقام الطلب المتذبذبة بسبب عوامل كثيرة كالموسمية والعشوائية، وهذا ما يجعلها تفوق تارة طاقة المؤسسة، الأمر الذي يجعلها تفقد فرصاً كثيرة للربح ،وأيضا زبائنها ...وتارة تكون أرقام الطلب أقل من طاقة المؤسسة ،وهذا ماقد يعرضها إلي تحمل تكاليف طاقات عاطلة ، ومن أجل تفادي ذلك يجب التفكير في طريقة لإحداث التسوية بين أرقام الطلب المتنبأ بها والطاقة المتاحة للمؤسسة، وفي سبيل ذلك هناك العديد من الإجراءات أو البدائل الإنتاجية والتي يطلق عليها بإستراتجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج ، 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 إستخدامها في حالة الطلب المرتفع ، وهنا سوف تتحمل المؤسسة تكاليف الإحتفاظ بالمخزون.

- تغيير القوى العاملة، وهذا 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،...) وتكلفة التسريح (التعويض، إنخفاض 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، 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، يجعل مهمة المؤسسة معقدة، وهذا في البحث عن البديل الأمثل، والذي تقوم المؤسسة على إثره بمواجهة تلك التقلبات بأدنى التكاليف، وهذا أثناء الفترة التخطيطية. من 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 . ومن خلال ما سبق يمكن تعريف التخطيط الإجمالي للإنتاج على أنه تلك الخطة الإجمالية ، و التي يتم إعدادها لتغطي فترة تخطيطية زمنية متوسطة المدى تتراوح بين 6 إلى 18 شهرا يتم فيها تحديد أفضل إستخدام لموارد المؤسسة من مستويات الإنتاج ، العمالة و المخزون، وذلك من أجل مواجهة إحتياجات الطلب المتنبأبه بأفضل الطرق.

لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج رياضي ومن أهم ماتوصل إليه الباحثون هو صياغتها في شكل نموذج للبرمجة الخطية عن طريق تحديد دالة الهدف التي تقوم بتدنية مجموع تكاليف الإنتاج والعمالة والتخزين وهذا في إطار قيود الطلب ، قيود التخزين وقيود العمالة ، ولكن من بين أهم الإنتقادات التي يمكن أن توجه لنموذج البرمجة الخطية في معالجته لمشكلة APP هي:

1. لقد أثبتت التجارب الواقعية والعديد من الدراسات خاصة دراسة Masud and Hwang(1980) أن مشكلة التخطيط الإجمالي هي مشكلة متعدد ةالأهداف وفي معظم الأحيان لا يمكن حلها في إطار نموذج البرمجة ذات الهدف الواحد أي البرمجة الخطية أي أن متخذ القرار يسعى من خلالها إلى تحديد خطة إنتاج تهدف لتحقيق العديد من الأهداف وهي : تدنية تكاليف الانتاج، تدنية مقدار التغير في العمالة، تدنية مقدار تكاليف التخزين، كما اثبتت العديد من الدراسات على غرار دراسة (Wang and Fung(2000, 2001 وغيرها أن طبيعة هذه الأهداف غير مؤكدة ومبهمة Fuzzy.
2. لقد أثبث الواقع العملي والتطبيقي أن هناك العديد من المعلمات المستخدمة في نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج هي معلمات يصعب كثيرا تحديدها بصورة دقيقة ومؤكدة ومنبينها نذكر:
3. من الصعب تقدير جميع التكاليف التي تدخل في تكلفة إنتاج المنتوج $\tilde{v}_{it}$ بسبب عدم وجود المحاسبة التحليلية في المؤسسة.

- يصعب جذا تقدير تكلفة تسريح عامل $\tilde{f}_t$ لأنه من بين التكاليف التي تدخل فيها هي انخفاض مقدار انخفاض مردودية العمال الآخرين نظرا لعملية الفصل المتكررة كما أنه من الصعب حصر جميـــع التكاليف التي تدخل في تكلفة تعين عامل وأيضا مساهمة اليد العاملة r_t في تكلفة الإنتاج .

- يصعب التقدير بدقة لتكلفة الاحتفاظ بالمخزون نظرا لنقص الملومات الكاملة عن هذه التكلفـــة مثــل معدلات التلف، مصاريف المناولة التي تدخل في كل منتوج .....
- من الصعب إعتبار مردودية كل عامل في إنتاج كل منتوج محددة بشكل دقيق نظرا للغيابات، أثــر التعلم، تدبدب الطاقة الإنتاجية للمؤسسة بسبب الأعطاب..

ومن خلال ما سبق فإنه يمكن طرح إشكالية بحتنا كما يلي:

كيف يمكن تحديد خطة إنتاج إجمالية، عبر فترات زمنية تخطيطية ، يتم على إثرها التحديد الأمثل لموارد المؤسسة (مستوى الإنتاج،المخزون، العمالة) وذلك من أجل مواجهة الطلب المتنبأ به بأدنى التكاليف مع تحقيق عدة أهداف آخذين بعين الاعتبار الظروف المبهمة والغير المؤكدة المحيطة بالأهداف والطلب وتكاليف الإنتاج؟.

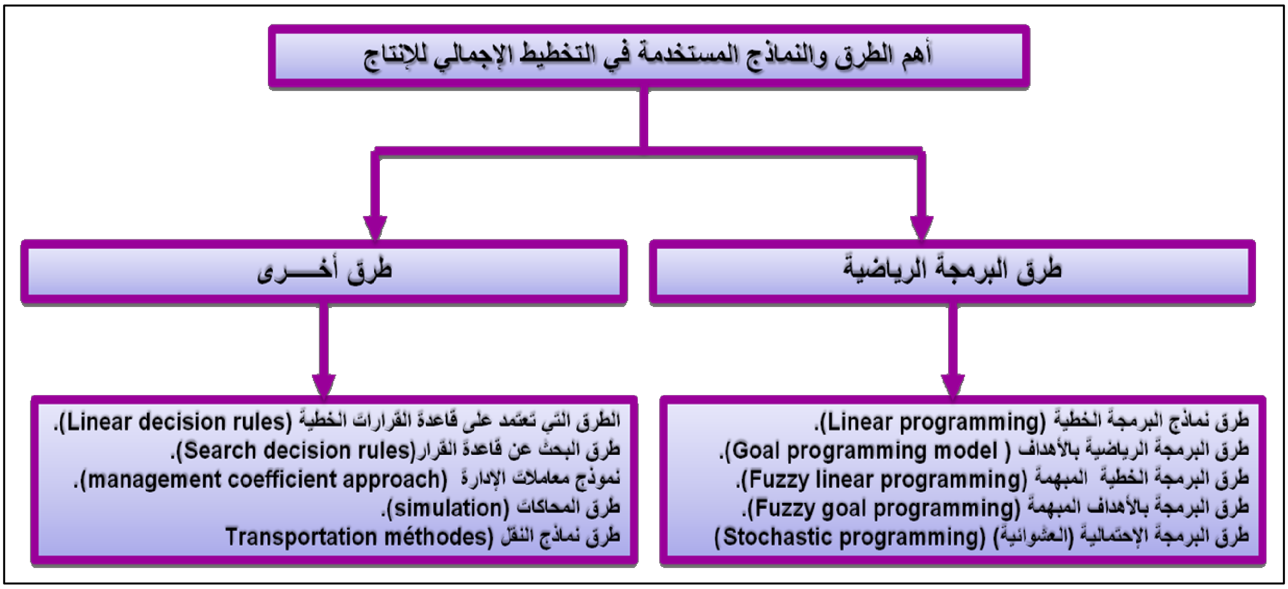
ومن أجل معالجة هذه الإشكالية قمنا بتقسيم بحثنا إلى قسمين :

قسم نضري وقسم تطبيقي فالقسم النظري القسم النضري عالجنا فيه: مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الخطية المبهمة، التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة المتعددة الأهداف المبهمة أما القسم التطبيقي فعالجنا فيه نمذجة مشكلة الـــAPP في وحدة Bental مغنية وهو الشريك الإجتماعي للمشروع.

1. مشكلة التخطيط الإجمالي وأدبيات الدراسة والنماذج الرياضية المستخدمة:

تناولنا في هذا الجانب وأهداف تخطيط الإنتاج بصفة عامة، ليتم بعد ذلك التطرق إلى ماهية التخطيط الإجمالي للإنتاج وأهميته والحاجة إليه، تم بعد ذلك تطرقنا بعد ذلك تناولنا بالتحليل إستراتجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، أي تلك البدائل الإنتاجية التي قد تستخدمها المؤسسات لحل مشكلة APP، في الأخير تطرقنا إلى الدراسات السابقة والتي عالجت مشكل APP منذ سنة 1955 عن طريق نموذج HMMS إلى غاية 2009 ومن خلال هذا البحث فإننا قسمنا طرق ونماذج معالجة مشكل APP كما يلي :

الشكل (7) : أهم الطرق والنماذج المستخدمة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج



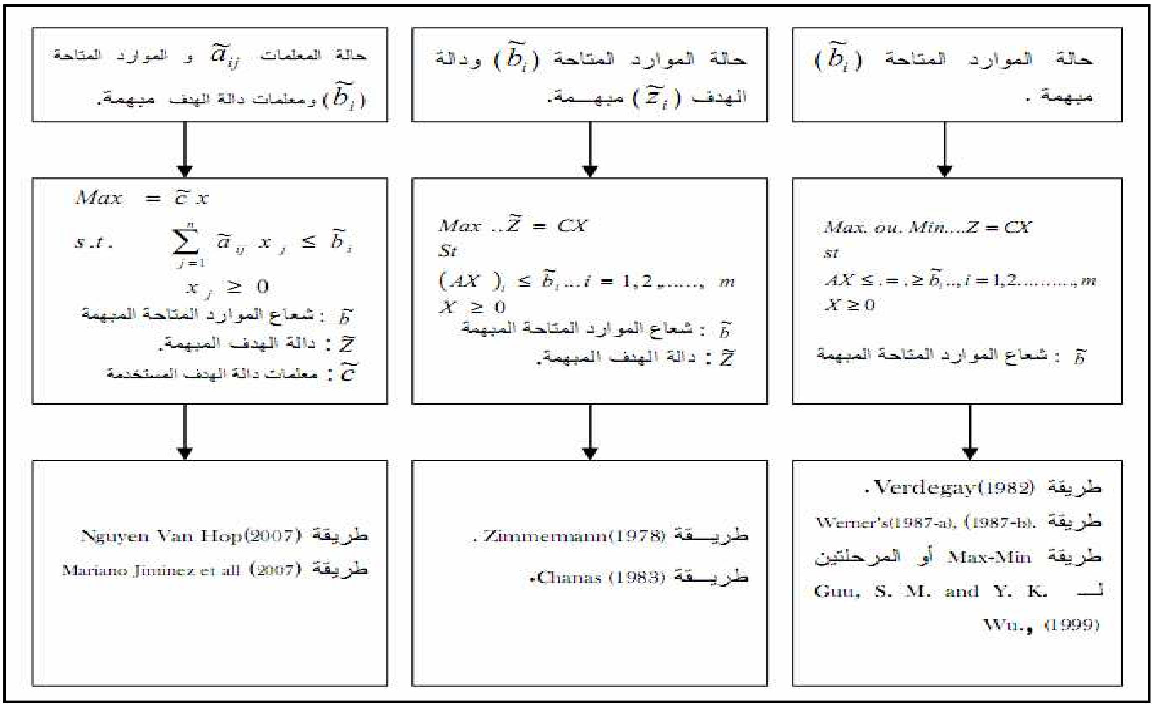
المصدر : من إعداد الباحث مكيديش محمد

ليتم في الأخير توضيح بعض الطرق الإجتهادية ونموذج قاعدة القرارات الخطية في معالجة مشكل الـــAPP.

كما تطرقنا لبعض نماذج البرمجة الخطية في حل مشكل الـــ APP ومن بينها : نموذج النقل في التخطيط الإجمالي لــBowman (1956)، نموذج ,Hanssman and Hess(1960) في التخطيط الإجمالي ، نموذج (1978) HAX and Candéa في التخطيط الإجمالي، نموذج (1984) Hax and Candéa الموسع

2. **نموذج البرمجة الخطية المبهمة Fuzzy linear programming:** تطرقنا هنا لنموذج البرمجة الخطية المبهمة وقمنا بدراستها في الحالات الآتية:

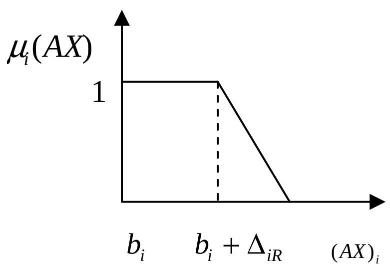
الشكل (8): أهم حالات نموذج البرمجة الخطية المبهمة

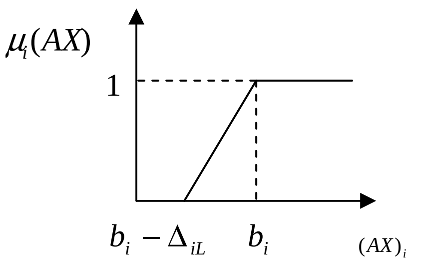
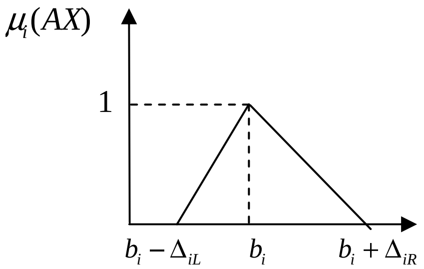
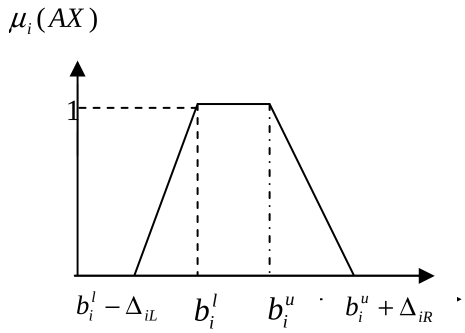


المصدر : من إعداد الباحث مكيديش محمد

وكل هذه النماذج تم حلها في إطار ما يعرف بدالة الإنتماء والتي من خلالها بحدد متخد القرار درجة إنتمائه وتأخذ عدة أشكال من أهمها:

الشكل (9): أهم أشكال دوال الإنتماء المستخدمة في الدراسة

الصيغة التحليلية	**دالة الإنتماء**
$$\mu_i\,(AX)_i = \begin{cases} 1..................if..(AX)_i \le b_i \\ \dfrac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}}..if..b_i \le (AX)_i \le b_i \;+\Delta_{iR} ...i = 1,...,i_0...(1) \\ 0...............if..(AX)_i \ge b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$$	
النوع 1	

$\mu_i\,(AX)_i = \begin{cases} 1..............\,if\,..(AX)_i \geq b_i \\ \dfrac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}}\,..if\,..b_i \leq (AX)_i \leq b_i\ +\Delta_{iL}...i = i_0+1,...,\ j_0...(2) \\ 0..............\,if\,..(AX)_i \leq b_i+\Delta_{iL} \end{cases}$	
النوع 2	
$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 0..............\,if\,..(AX)_i \leq b_i \\ \dfrac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}}\,..if\,..b_i \leq (AX)_i \leq b_i+\Delta_{iR}.\quad i = j_0+1,....,k_0 \\ \dfrac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}}\,..if\,...b_i \leq (AX)_i \leq b_i+\Delta_{iL} \\ 0..............\,if\,.(AX)_i \geq b_i+\Delta_{iR} \end{cases} ...(3)$	
النوع 3	
$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 0 & if \quad (AX)_i \leq b_i^l - \Delta_{iL} \\ 1-\dfrac{b_i^l-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & if \quad b_i^l-\Delta_{iL} \leq (AX)_i \leq b_{ii}^l \\ 1 & if \quad b_i^l \leq (AX)_i \leq b_i^u \qquad i = k_0+1,......,K(4) \\ 1-\dfrac{(AX)_i-b_i^u}{\Delta_{iR}} & if \quad b_i^u \leq (AX)_i \leq b_i^u+\Delta_{iR}. \\ 0 & if \quad (AX)_i \geq b_i^u+\Delta_{iR} \end{cases}$	
النوع 4	

3. **نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف Mathematical Goal Programming** : في هذا الجانب تطرقنا إلى

- لمـــحة عن نموذج البرمجة بالأهداف programming Goal Model .
- المتغيرات الرئيسية لنموذج البرمجة بالأهداف .
- الصياغة الحديثة لنموذج البرمجة بالأهداف (programming Goal in Formulation Advanced).
- البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة .
- التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال نموذج البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة .

لقد قسم الباحثين (Jones and Tamiz(2002 نموذج البرمجة بالأهداف إلى 3 متغيرات رئيسية وهذا بناء على الخوارزمية التي يتم فيها الحصول على الحل الأمثل وهي :

- **نموذج البرمجة بالأهداف التجميعي المرجح** (*Weighted Addiive Goal Programming*). ويهدف إلى تحديد متغيرات القرار التي تهدف إلى تدنية مجموع الإنحرافات المرجحة الغير مرغوب فيها من طرف متخذ القرار بالنسبة لكل الأهداف.

- **نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات** (*Lexicographic Goal Programming*). ويهدف إلى تحديد متغيرات القرار المثلى والتي تهدف إلى تدنية الإنحرافات الغير المرغوب فيها ولكن وفق أولويات يرغب بها المقرر بالنسبة لهذه الأهداف.
- **نموذج البرمجة بالأهداف MINMAX** (*MINMAX Goal Programming*) : ويهدف إلى تحديد متغيرات القرار والتي تأخذ بعين الإعتبار المتغير الذي يضمن الإنحراف الأقل من بين جميع الإنحرافات الغير المرغوب فيها الأخرى.

كما تطرقنا لمشكل توحيد وحدات القياس بالنسبة لنموذج البرمجة بالأهداف وهي الحالة التي يتغير فيها الحل الأمثل عندما تتغير وحدات القياس للمشكل القراري علما أن جوهر المشكل القراري لم يتغير وعليه فإن Jones and Tamiz(2010) قاموا بكتابة دالة الهدف لنموذج البرمجة بالأهداف المرجح وفق الصيغة الرياضية الآتية:

$$Min\ \ Z=\sum_{i=1}^{k}(w_i^-\frac{n_i}{K_i}+w_i^+\frac{p_i}{K_i})$$

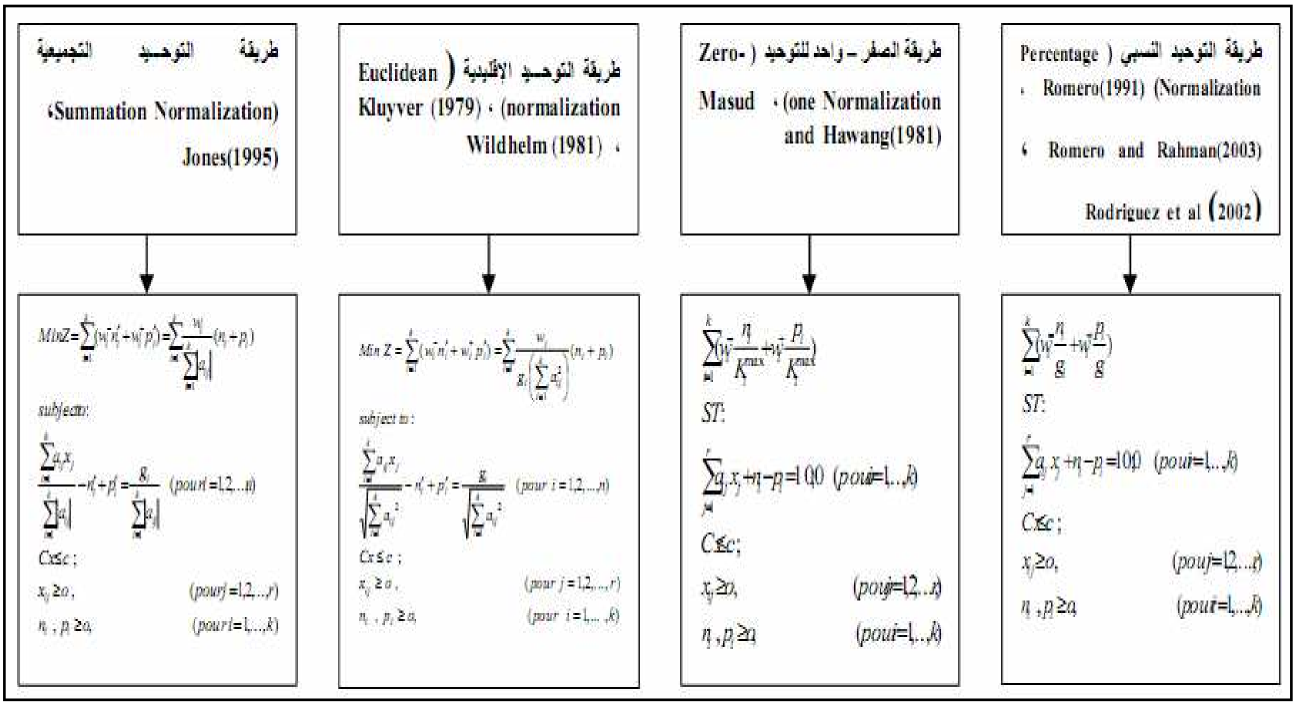
حيث يعبر K_i عن معامل التوحيد وهذا وفق طريقة التوحيد المرغوب فيها .

وعليه فلقد أشار Tamiz , jones and Romero(1998) في بحثهما إلى وجود 4 طرق يتم من خلالها تحديد قيمة معامل التوحيد K_i وهي :

- **طريقة التوحيد النسبي (Percentage Normalization)**
- **طريقة الصفر – واحد للتوحيد (Zero- one Normalization)**
- **طريقة التوحـــــــيد الإقليدية (Euclidean normalization)**
- **طريقة التوحـــــــيد التجميعية (Summation Normalization)**

ويمكن توضيح مختلف هذه الطرق والنماذج من خلال الشكل الآتي:

الشكل البياني(10): مختلف طرق توحيد نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف



كما تطرقنا لأهم النماذج الحديثة لنموذج البرمجة بالأهداف وهي :

4. **أنواع نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف المستخدمة:**

- **نموذج برمجة الأهداف باستخدام دوال الجزاء(العقوبة) (Function) Penalty Witch Programming Goal لـ Tamiz and Jones(1995)**:وهذا النموذج الحالة التي لا يتناسب فيها مستوى الترجيح على طول الإنحراف الغير المرغوب فيها بمستوى ثابت وإنما يتناسب وفق دالة معينة تسمى بدالة العقوبة

- **نموذج برمجة بالأهداف بالمجالات (Programming Goal Interval) لـ Collomb and Charnes(1972)**: وهذا النموذج يعالج الحالة التي يصعب فيها تحديد رقم دقيق للهدف ولكن يمكن تحديده وفق مجال
- **نموذج ميتا – برمجة أهداف(Programming Meta-Goal) لـ RodriguezMV, R Caballero, F Ruiz, C Romero (2002)**: فمن خلال هذا النموذج يتم اشتقاق أهداف ثانوية (Meta-Goal) أخرى وتدنيتها من الأهداف الرئيسية المراد تحقيقها.
- **نموذج البرمجة بالأهداف الموسع (Programming Goal Extended) لـ Romero(1999 and Vitoriano**: في هذا النموذج (EGP) حاول الباحثين Vitoriano and Romero(1999) توسيع نموذج البرمجة بالأهداف بالشكل الذي يجعله يأخذ بعين الاعتبار حلا أمثلا وسيطا بين خوارزمية حل برمجة الأهداف في شكله التجميعي وبين خوارزمية برمجة الأهداف في شكل Minmax.
- **نموذج البرمجة بالأهداف المتعدد الاختيارات (Programming Goal Choice−Multi) لـChang(2007)**: ويستخدم في الحالة التي لا يستطيع فيها المقرر أن يحدد قيمة مستهدفة (Target) واحدة بكل دقة، وإنما عدة قيم مستهدفة، وهذا بالنسبة لكل هدف أي يجعله قادر على تحديد حل أمثل يأخذ بعين الإعتبار جميع هذه القيم المستهدفة في آن واحد.

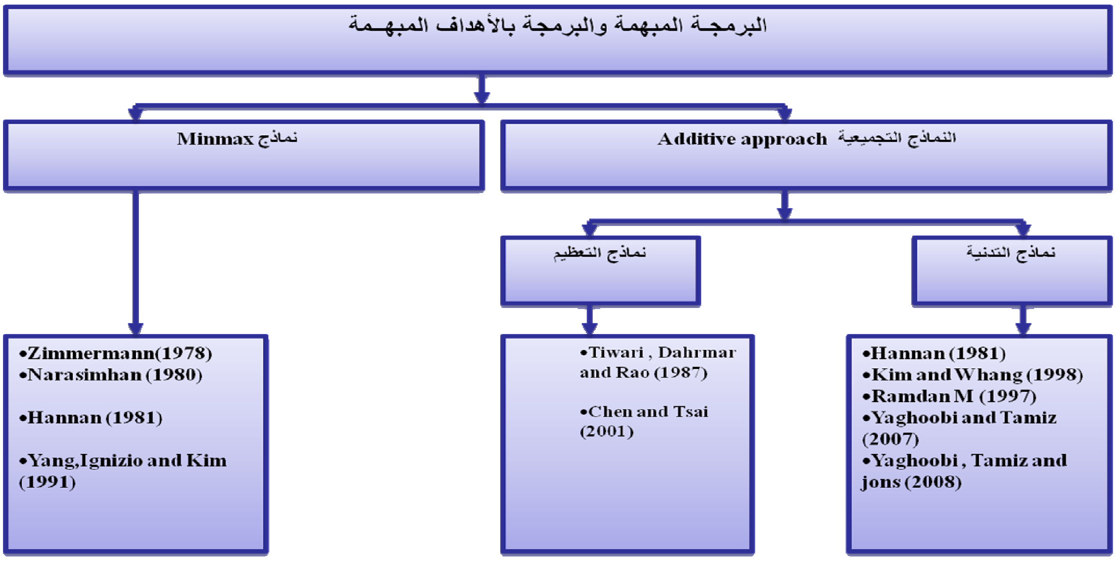
5. **تصيف نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة:** كما تطرقنا إلى دراسة نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة إذ قدم الباحتين Chanas and Kuchta(2002) في بحتهما صياغة عامة لمشاكل البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة كما يلي: إذ وبعد بحث معمق في الدراسات السابقة فإنه أمكننا تصنيف نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة وفق الشكل الآتي:

الشكل(11): تقسيم نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة

- **نماذج البرمجة المبهمة (Fuzzy programming):** : وهي تلك النماذج المتعددة الأهداف ولكنها في مفهومها الرياضي لا تأخذ بعين الاعتبار مفهوم الانحراف أو المسافة (The Distance) غير أنه يمكن استعمالها في الحالة التي تتوفر فيها المشكلة القرارية على عدة أهداف.
- **نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة (Fuzzy Goal prgramming):** وهي عبارة عن النماذج التي تعتمد في مفهومها الرياضي على مفهوم الإنحراف أو المسافة وهو المفهوم الأصلي لنموذج البرمجة بالأهداف والذي قدمة Charns and cooper(1955) لأول مرة.

كما لاحظنا من خلال بحثنا المعمق أن هذه النماذج يمكن أن تصنف أيضا من حيث الغوريثم المتبع في تحديد الحل الأمثل بالنسبة لكل نموذج فيمكن تقسيمها إلى قسمين وهما : قسم النماذج التجميعية وقسم نماذج Minmax .

الشكل(12): تصنيف نماذج البرمجة بالأهداف لمبهمة وفق خوارزمية الحل



ثم من خلال بحثنا تطرقنا إلى النماذج الرياضية الآتية:

6. انواع نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة:

- **نموذج Zimmermann(1978):** ويهدف هذا النموذج إلى تحديد أعظم قيمة لدرجة إنتماء المقرر وهو يستعمل فقط دالتي الإنتماء النوع 1 والنوع 2 .
- **نموذج Hannan (1981):** ويهدف هذا النموذج إلى تحديد أعضم قيمة لدرجة إنتماء المقرر وهو يستعمل فقط دالة الإنتماء المثلثية النوع 3 وفي الحالة المتناظرة أي $\Delta_{iR} = \Delta_{iL} = \Delta_i$
- **نموذج Tiwari ,Dharmar and Rao (1987):** يهدف هذا النموذج إلى تعظيم مجموع قيم درجة الانتماء الخطية المتعلقة بالأهداف وعليه فإن هذا النموذج يصنف ضمن النماذج التجميعية ويستعمل دالتي انتماء فقط كما يمكن استعمال الترجيح فيه.
- **نموذج Chen and Tsai (2001):** حيت غيرا من خلال بحثهما مفهوم الترجيح إذ وضحا أن الأهمية النسبية لكل هدف تمنح من طرف قيود وليس بالترجيح في دالة الهدف وهذا عن طريق حدود قصوى لدرجة الإنتماء α_i ويتم تحديدها بواسطة دالة المنطق المبهم.

- **نموذج (Yang, Ignizio and Kim (1991**: يعتبر هذا النموذج تطويرا لنموذج (Hannan(1981 ولكن في الحالة التي تكون فيها دالة الانتماء المثلثية غير خطية من جهة وغير متناظرة من جهة أخرى
- **نموذج (Kim and Whang (1998 , 2002**: تعتبر أعمال Kim and Whang (1998) من أهم الأعمال في مجال البرمجة بالأهداف المبهمة (Fuzzy Goal programming) ، إذ قدما صياغة رياضية مبهمة تم فيها الإعتماد على مفهوم الإنحراف النسبي β_i ، يتم من خلاله أيضا الإعتماد على الصيغ التجميعية لنموذج البرمجة بالأهداف والتي يمكن من خلالها إضافة الأوزان المرجحة وفق تفضيلات المقرر كما أنه يستخدم 3 أنواع من دوال الإنتماء وحتى دالة الإنتماء المثلتية في الحالة الغير المتناظرة، كما تم تعديله من طرف (Yaghoobi and Tamiz (2007 بإضافة قيود التي تحصر دوال الإنتماء كما تم تطوير النموذج ليشمل دوال الإنتماء الغير المقعرة,
- **نموذج (Yaghoobi and Tamiz (2007 صيغة MINMAX**: خلال سنة 2007 قدم الباحثين Yaghoobi and Tamiz نموذجا رياضيا يعتمد في طريقة حله على ألغوريتم Minmax ويمكن أن يستعمل جميع الاشكال التلاث لدوال الإنتماء
- **نموذج (Yaghoobi , Tamiz and Jons (2007 الصيغة التجميعية**: يعتبر نموذج Yaghoobi , Tamiz and Jones (2008) من أهم النماذج الحديثة ذلك لأنه يستعمل جميع دوال الإنتماء بل ويضيف دالة الإنتماء من شكل شبه المنحرف (النوع الرابع) كما يعتبر جيدا من الناحية التسييرية لأنه يظهر الإنحرافات

ثانيا الجـــــانب التطبيقي لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة Bental magnia الشريك الإجتماعي:

1. تقديم وعرض بيانات الوحدة :

تختص المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة بإنتاج 3 أنواع من المنتجات والتي تعتبر مهمة، وأحد المواد الأولية التي تدخل في صناعات عديدة مثل صناعة مواد التجميل، الطلاء .....وهي :

–البانتونيت	**(BEN)**	**Bentonite**
–الديكولورانت	**(TD)**	**Terre Décolorante**
–كربونات الكالسيوم	**(CAL)**	**Carbonate of calcium**

وتقوم المؤسسة بتشغيل 175 عاملاً، بحيث نظام العمل في المؤسسة هو نظام الإنتاج المستمر، أي الإنتاج دون توقف (3×8ساعة) لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الخميس حيث يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

إن إنفراد المؤسسة في إنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعا ما، الأمر الذي قد يسبب مشاكل في الطاقة الإنتاجية لهذه المؤسسة، فتارة يجعل الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية ،وتارة يجعل الطلب أقل نوعا ما من طاقتها الإنتاجية، والجدول (9) يوضح

متوسط الطاقة الإنتاجية اليومية للوحدة من CAL،TD،BEN، وقمنا بأخذ المتوسط لأن الطاقة المتاحة اليومية للمؤسسة متذبذبة، بسبب مشاكل الصيانة.

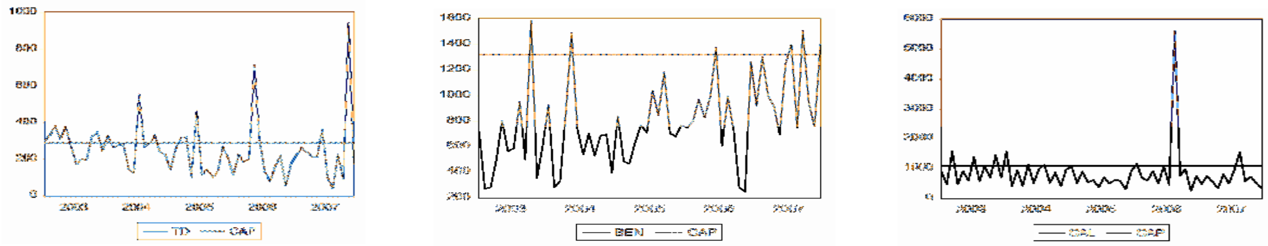
الجدول (9):الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL،TD،BEN في المؤسسة

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 يقدربــ 24 يوما، والأشكال البيانية أدناه توضح تقلبات الطاقة الإنتاجية عن مستوى الطلب المتنبأ به للمنتجات التلات

شكل (13): تقلبات الطلب المتاحة عن مستوى الطلب للمنتجات التلات



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 مؤســـــة Bental maghnia، يجب أن يتفق مع قيود ومتطلبات مؤسسة Bental maghnia أثناء الفترة التخطيطية وهي :-

1. الفترة التخطيطية في المؤسسة تقدر بـــ 6 فترات (6 أشهر).
2. يجب الأخذ بعين الاعتبار منتجات المؤسسة الثلاث.
3. القيم المبدئية لمستوى المخزون من المنتجات الثلاث (BEN ,TD,CAL,) في الفترة1 هي:

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

4. الحد الأدنى من المخزون والذي يجب الاحتفاظ به في المؤسسة 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 تعين عامل و $f_t = 4155.DA$ وهي عبارة عن تكلفة تسريح عامل.

6. مساهمة تكلفة اليد العاملة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t تساوي $r_t = 2694.706.DA$.

7. الحد الأدنى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة الاستغناء عنه مهما كانت ظروف الطلب (ارتباطات قانونية مع نقابات العمال)، في ورشة الإنتاج خلال الفترة t هو 55 عامل $(W_{Min} = 55)$.

8. الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة تجاوزها في ورشة الإنتاج خلال الفترة t هو 68 عامل $(W_{Max} = 55)$.

9. القيمة المبدئية في بداية الفترة 1 لمستوى القوة العاملة في المؤسسة هو 68 أي $(W_0 = 68)$.

10. الطاقة التخزينية القصوى للمؤسسة من المنتجات الثلاث مجتمعة هي : 6000 طن.

والجدول (10) يوضح البيانات المتعلقة بالمؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والتي تم الحصول عليها من إدارة المؤسسة:

جدول (10) : البيانات المتعلقة بالطلب[18] ،تكاليف الإنتاج ، وتكاليف اليد العاملة،إنتاجية العمال وتكاليف التخزين في المؤسسة

المنتج	الفترة	d_{it}	v_{it}	c_{it}	K_{it}
(P_{1t}) BEN	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
(P_{2t}) TD	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
(P_{3t}) CAL	1	1164.191	1296.109	139.149	14.558
	2	463.447	1296.109	139.149	12.573
	3	659.034	1296.109	139.149	15.220
	4	425.240	1296.109	139.149	13.897
	5	78.967	1296.109	139.149	14.558
	6	478.221	1296.109	139.149	14.558

المصدر: من إعداد الباحث باستعمال معطيات مصلحة المبيعات والبرنامج Eveiws

2. النماذج الرياضية المستخدمة :

1-1 **نموذج البرمجة الخطية المؤكـدة:**قمنا بصياغة مشكلة الـــAPP في الوحدة وفق نموذج البرمجة الخطية المؤكدة والذي يقوم بتدنية مجموع تكاليف الإنتاج ، تكاليف التخزين وتكاليف التغيير في

[18] لقد إستخدمنا منهجية بوكس وجانكيس في تقدير الطلب خلال الـــ 6 أشهر لسنه 2008 والتي أمدنا بها الباحث ساهد عبد القدر في المحور الأول

العمالة وهذا تحت قيود الطلب ، قيود العمالة وقيود التخزين والقيود المبدئية وهذا على النحو الأتي الآتي :

صياغة دالة الهدف:

$$Min..Z = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) + \sum_{t=1}^{T}(c_{it} I_{it})$$

تحت الشروط:

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

جدول (11): الخطة الإجمالية المقترحة للـــ6 فترات القادمة للمؤسسة خلال سنة 2013 باستخدامLP

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح L_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	–	-	0	–	679,025	900.38	695.809
الفترة 2	68	-	–	743,996	0	267.638	500	736.603	500
الفترة 3	68	–	–	1074,857	0	659.638	691,515	571.986	500
الفترة 4	68	–	–	1154.980	94.019	425.240	774.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1209.992	193.317	78.967	605.228	500	500
الفترة 6	68	-	–	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							36407350 دج		

المصدر : من إعداد الباحث باستعمال البرنامج LINGO

وباستعمال البرنامج LINGO أمكننا الحصول على الحل الأمثل والذي يوضح مختلف متغيرات القرار التي تقوم تدنية مجوع التكاليف (تكاليف الإنتاج، تكاليف التخزين، مقدارالتغيير العمالة).

2-1 **نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف** : قمنا بنمذجة مشكـــلة الــAPP وفق نموذج البرمجة بالأهداف المؤكدة وسنعتمد على الأهداف الثلاث وهذا وفق ما جاء به (1980)Masud and Hwang وهذا وفق النموذج الآتي : وعليه فإننا سنقوم بحل هذا النموذج وفق 3 النماذج الرئيسية لنموذج البرمجة بالأهداف وهي :

1. **نموذج البرمجة بالأهداف التجميعي المرجح** (***Weighted Addiive Goal Programming***).
2. **نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات** (***Lexicographic Goal Programming***).
3. **نموذج البرمجة بالأهداف MINMAX** (***MINMAX Goal Programming***).

<u>**النموذج الأول : WAGP-APP**</u> : قمنا بنمذجة مشكل الــAPP باستخدام البرمجة بالأهداف التجميعي المرجح وهذا وفق النموذج والذي يهدف إلى تدنية مجموع تكاليف الإنتاج، تكاليف الاحتفاظ بالمخزون، مقدار التغير في العمالة ومن أجل حل النموذج لابد أولا من تحديد القيم المستهدفة (The Target) وقد استخدمنا في ذلك طريقة البرمجة الكمبرومايزية لــ(1982)Zeleny وكان النموذج الرياضي كما يلي:

$$Min\ .Z = 0,25\ \delta_1^+ + 0,25\ \delta_2^+ + 0,5\ \delta_3^-$$

تحت الشــــــروط :

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}X_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = 31875560$$

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = 4375616$$

$$\sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = 0$$

تحت القيود:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad I_{10} = 1856.25$$

$$I_{it} \geq 500 \qquad I_{20} = 1029$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad I_{30} = 1860$$

$$55 \leq W_t \leq 68 \qquad W_0 = 68$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0 \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000 \qquad t = 1,2,...,T$$

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

وعليه وباستخدام البرنامج LINGO وحل النموذج أعلاه سنحصل على النتائج الآتية والمبينة في الجدول الآتي:

الجدول (12) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام WGP

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج BEN	TD	CAL	مستوى المخزون BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	–	-	0	–	679,025	900.38	695.809
الفترة 2	68	-	–	743,996	0	267.638	500	736.603	500
الفترة 3	68	–	–	1074,857	0	659.638	691,515	571.986	500
الفترة 4	68	–	–	1154.980	94.019	425.240	774.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1209.992	193.317	78.967	605.228	500	500
الفترة 6	68	-	–	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							36407348 دج		
الانحرافات							$\delta_1^+ = 156172{,}1$		
							$\delta_1^+ = 0$		
							$\delta_1^+ = 0$		

ويلاحظ بأن إنحراف الهدف الثاني والثالث يساوي الصفر وهذا يعني أن الهدفين تحققا بالكامل على عكس الهدف الأول.

<u>**النموذج الثاني: LGP-APP**</u>: سنستخدم نموذج برمجة الأهداف ذات الأولوية LGP من طرف الباحثين Romero(1991) و Tamiz et al (1995) و Tamiz et Jones (1997) . حيث حددنا الأولوية الأولى هي تدنية مقدار التغيير في العمالة، أما الأولوية التانية هي تدنية مقدار تكاليف الإنتاج وتكاليف العمالة.

وبعد تحديد الأولويات من طرف المقرر فإنه يمكن صياغة دالة الهدف كما يلي:

$$Min \quad Z = P_1(\delta_3^+) + P_2(\delta_1^+ + \delta_2^+)$$

تحت الشـــــــروط:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad I_{10} = 1856.25$$

$$I_{it} \geq 500 \qquad I_{20} = 1029$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad I_{30} = 1860$$

$$55 \leq W_t \leq 68 \qquad W_0 = 68$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0 \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000 \qquad t = 1,2,...,T$$

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

حيث :

P_k : يعبر عن هيكـــل أولويات الأهداف ويتم تحديده من طرف المقرر.

g_1^* ، g_2^* و g_3^* هي عبارة عن مستويات الأهداف المتحصل عليها من خلال البرمجة الكمبرومايزية.

و باستخدام البرنامج LINGO يمكن حل النموذج أعلاه والجدول (13) يبن النتائج الآتية:

جدول (13) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام LGP-APP

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	68	-	–	1209.992	0	–	1889.017	900.38	695.809
الفترة 2	68	-	–	0	0	267.638	965.996	736.603	500
الفترة 3	68	–	–	608.861	0	659.638	691.515	571.986	500
الفترة 4	68	–	–	1154.980	94.019	425.239	774.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1209.992	193.31	78.967	605.228	500	500
الفترة 6	68	-	–	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							29798792.9 دج		

المصدر : من إعداد الباحث باستعمال البرنامج LINGO

يلاحظ أن استخدام نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولويات المقترح أفضل من WGP-APP لأن تكلفة الخطة الإجمالية فيه أقل كما أنه يراعي رغبات المقرر.

النموذج الثالث : MGP-APP: سنستخدم نموذج برمجة الأهداف MINMAX (MGP) المقترح من طرف الباحث Flavel(1976) وعليه فإنه سوف يتم تطبيق هذا النموذج في وحدة Bental مغنية وفق الصياغة الرياضية:

$$Min \quad Z = D$$

تحت الشـــــروط :

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}X_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = 31875560$$

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = 4375616$$

$$\sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = 0$$

$$\delta_1^- + \delta_1^+ \le D$$

$$\delta_2^- + \delta_2^+ \le D$$

$$\delta_3^- + \delta_3^+ \le D$$

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

باستخدام البرنامج LINGO يمكن حل النموذج أعلاه والجدول (14) يبن النتائج الآتية:

جدول (14) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام MGP-APP

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	64	-	4	0	0	–	679.025	900.38	695.809
الفترة 2	64	-	–	838.617	0	267.638	594.621	736.603	500
الفترة 3	64	–	–	1190,528	0	659.638	901.807	571.986	500
الفترة 4	64	–	–	1087.04	94.019	425.239	916.857	500	500
الفترة 5	64	–	-	1138.816	193.317	78.967	676.404	500	500
الفترة 6	64	-	–	1138.816	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							36472424,7 دج		

المصدر : من إعداد الباحث باستعمال البرنامج LINGO

باستخدام البرنامج LINGO يمكن حل النموذج أعلاه والجدول يبين النتائج الآتية :

3-1 **<u>نمودج البرمجة الرياضية المبهمة</u>** نظرا لصعوبة الحصول على المعلومات المتعلقة بالأهداف في الوحدة بدقة من جهة وأخطاء عملية التقدير لها من جهة أخرى ، فإن إفتراض التأكد لمعلمات APP يعد أمرا غير واقعي لهذا سنحاول في المبحث بصياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية باستخدام البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة وهذا عن طريق النماذج الآتية :

1. نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Zemrman(1976).
2. نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Chen and tsai(2001) .
3. نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Kim and Whang (1998) .

<u>النموذج الأول: نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Zemrmman(1976):</u> يمكن صياغة مشكلة الــAPP في طابعه المبهـــم كما يلي:

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

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

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

حيث يعبر رمز $\cong$ عن الصيغة المبهمة للأهداف,

تحث الشـــــروط :

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad I_{10} = 1856.25$$

$$I_{it} \geq 500 \qquad I_{20} = 1029$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad I_{30} = 1860$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0 \;\; 55 \leq W_t \leq 68 \qquad W_0 = 68$$

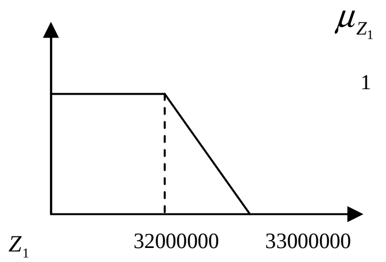
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000 \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

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

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

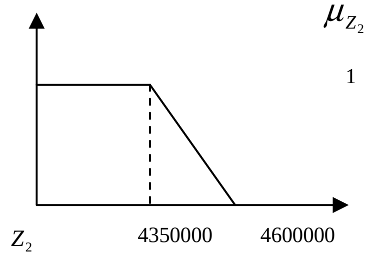
حتى نتمكن من حل النموذج أعلاه، سوف نستخدم طريقة Zimmerman(1976) ومن أجل ذلك لابد من تحديد الشكل الهندسي لدوال الانتماء والتي تتناسب مع كل هدف ، وذلك بمساعد مدير قسم المالية لدى الوحدة وذلك انطلاقا من خبرته السابقة ، كما أن معظم الأبحاث الحديثة في مجال التخطيط الإجمالي للإنتاج، تستخدم هذه الدالة ذلك لأنها تتناسب في الكثير من الأحيان مع رغبات المقرر من جـــهة، وتتناسب مع دالة الهدف التي تتضمن جميع تكاليف الإنتاج من جهـــة أخرى، كما أن العديد من الباحثين يستخدمون هذا النوع من دوال الانتماء (2005) Reay-chen Wang, Tien-Fu Liang ،كما أن مدير قسم المالية بالمؤسسة انطلاقا من خبرته السابقة حدد لنا المجال (32000000 دج و 33000000 دج) كمجال يمكن قبوله كتكلفة إجمالية بالنسبة لتكاليف الإنتاج وهذا بالنسبة للهدف الأول، وبنفس الطريقة للأهداف المتبقية والأشكال (8) و (9) و (10) تبين مختلف دوال الانتماء الخطي.

شكل (14) : دالة الانتماء بالنسبة للهدف الأول Z_1



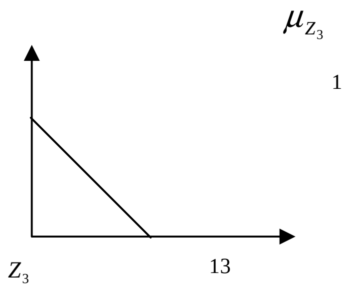
$$\mu_{Z_1} \begin{cases} 1.......................................if...Z_1 \leq 32000000 \\ \dfrac{33000000 - Z_1}{33000000 - 320000000} ......if...32000000 \leq Z_1 \leq 33000000. \\ 0.......................................if...Z_1 \geq 33000000. \end{cases}$$

الشكل (15) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_2



$$\mu_{Z_2} \begin{cases} 1.......................................if...Z_2 \leq 4350000 \\ \dfrac{4600000 - Z_2}{4350000 - 4600000} ......if...4350000 \leq Z_2 \leq 4600000. \\ 0.......................................if...Z_2 \geq 4600000. \end{cases}$$

الشكل (16) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_3



$$\mu_{Z_3}\begin{cases}1.........................if...Z_3 \le 0\\ \dfrac{13-Z_2}{13}..............if...0 \le Z_3 \le 13.\\ 0.........................if...Z_3 \ge 13.\end{cases}$$

المصدر: من إعداد الباحث بناء على رغبات مدير الوحدة

وعليه فإنه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية وفق طريقة Zimmerman(1976) كما يلي :

$$Max\ \ Z_4 = \mu$$

تحت الشروط :

$$\mu \le (39000000 - Z_1)/3000000$$
$$\mu \le (4600000 - Z_2)/250000$$
$$\mu \le (13 - Z_3)/13$$

$$\begin{aligned} P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} &= d_{it} \\ I_{it} &\ge 500 \\ W_t - W_{t-1} - H_t + F_t &= 0 \\ 55 \le W_t &\le 68 \\ P_{it} - K_{it} * W_t &\le 0 \\ \sum_{i=1}^{3} I_{it} &\le 6000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{10} &= 1856.25 \\ I_{20} &= 1029 \\ I_{30} &= 1860 \\ W_0 &= 68 \\ P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t &\ge 0 \\ t &= 1,2,...,T \\ i &= 1,2,.....,N \end{aligned}$$

باستخدام البرنامج LINGO، كانت النتائج كما يوضحها الجدول 15، 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 بالتكاليف، حيث من خلال الجدول (15) يتضح أن قيمة $\mu = 0.8975$ أي أن المقرر راض (ينتمي إلى مجال الانتماء) بمعدل 89.75% من النموذج، كما أن دالة الهدف تشير إلى أن التكلفة الدنيا التي تتيح هذا الحل الأمثل وفق النموذج المقترح تقدر بـــ 36407350.00 دج .

الجدول (15) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Zimarmman(1976)

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج BEN	TD	CAL	مستوى المخزون BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	–	–	-	–	679.025	900	695.809
الفترة 2	68	-	–	743.996	-	267.638	500	736.603	500
الفترة 3	68	–	–	1074.857	-	659.038	605.228	571.986	500
الفترة 4	68	–	–	1154.980	94.019	425.24	774.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1209.992	193.317	78.967	605.229	500	500
الفترة 6	68	-	–	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							36407350.00 دج		
درجـــة إنتماء المقرر μ							0.8975		

المصدر : من إعداد الباحث باستخدام البرنامج LINGO

النموذج الثالث: نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Chen and Tsai(2001) : أثبث Chen and Tsai(2001) أن استخدام الأوزان المرجحة w_i^- و w_i^+ في دالة الهدف في الكثير من الأحيان لا يكون ذو فائدة ، ولا يقوم بترجيح ولا بمنح الأولوية للهدف المراد ترجيحة ومن أجل تفادي هذا المشكل اقترحا ما يسمى بـــدرجة الانتماء والتي يرغب المقرر في تجاوزها لكي تصبح قيدا بدلا من استخدام الأوزان المرجحة وعليه فإنه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية وفق طريقة Chen and Tsai(2001) كما يلي:

$$Max..f(u)=\sum_{k=1}^{3}\mu_k$$

تحت الشروط:

$$\mu_1 \le (33000000 - Z_1)/1000000.$$
$$\mu_2 \le (4600000 - Z_2)/250000.$$
$$\mu_3 \le (13 - Z_3)/13.$$
$$P_{it} - K_{it} \times W_t \le 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \le W_t \le W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$
$$I_{it} \ge 500$$

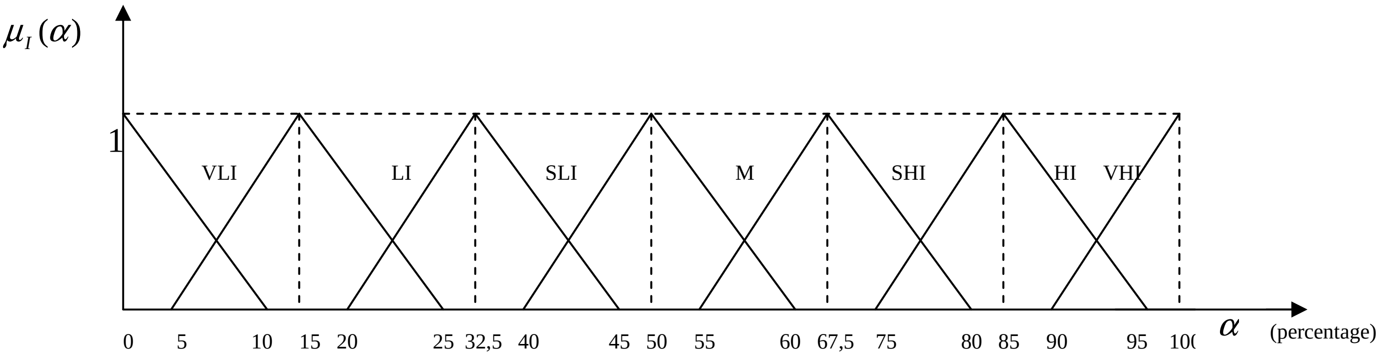
$$\mu_1 \ge \alpha_1$$
$$\mu_2 \ge \alpha_2$$
$$\mu_3 \ge \alpha_3$$
$$\mu_1 <= 1$$
$$\mu_2 <= 1$$
$$\mu_3 <= 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \ge 0$$
W_t, H_t, F_t (أعداد صحيحة).
$$t = 1,2,...,T$$
$$i = 1,2,.....,N$$

$I_{10} = 1856.25$
$I_{20} = 1029$
$I_{30} = 1860$
$W_0 = 68$

حيت تعبر α_1 ، α_2 و α_3 عن مقدار درجة الانتماء أو درجة الإنجاز(degree of achievement) التي يرغب المقرر في تجاوزها .

إن تحديد مقدار درجة الانتماء α_1 ، α_2 و α_3 يتم وفق رغبات المقرر كما يمكن الاستعانة بما يعرف البرمجة اللفظية المبهمة fuzzy linguistic وهذا عن طريق تحويل رغبات المقرر اللفظية إلى أرقام عن طريق دوال انتماء مثلثيه معينة وعليه فانه يمكن صياغة دالة الانتماء المثلثية كما يلي:

شكل (17) : دالة الانتماء الخطية بالنسبة للبرمجة اللفظية المبهمة والمتعلقة بالأهمية النسبية لكل هدف في وحدة Bental مغنية



المصدر: من إعداد الباحث بناء على تفظيلات مدير الوحدة

حيث :

- VIL: Very Low Important منخفض كثيرا في الأهمية
- LI: Low Important منخفض في الأهمية
- SLI: Somewhat Low Important منخفض بعض الشيء في الأهمية
- M: Medium متوسط في الأهمية
- SHI: Somewhat High Important مرتفع بعض الشيء في الأهمية
- HI: High Important مرتفع في الأهمية
- VHI: Very High Important مرتفع كثيرا في الأهمية

وانطلاقا من دالة الانتماء الخطية المثلثية يمكن للمقرر بأن يحدد لفظيا أهمية كل هدف كما يجب أن يحدد لنا المقرر فيما إذا كان متشائم أو متفائل أو معتدل ليتم تحويل رغباته إلى أرقام وهذا وفق طريقة Liou and Wang (1992) والتي يتم من خلالها تحديد قيمة درجة الإنجاز لكل هدف وهذا عن طريق المعادلة والتي سبق استعراضها نظريا وعليه فإنه في وحدة Bental مغنية قد حدد لنا المقرر لفظيا أهمية كل هدف كما يلي:

- VHI : وهذا بالنسبة للهدف الأول المتعلق بتدنية تكاليف الإنتاج Z_1 .
- HI: وهذا بالنسبة للهدف الثاني المتعلق بتدنية تكاليف المخزون Z_2 .
- M: متوسط الأهمية بالنسبة للهدف المتعلق بتغيير العمالة Z_3 .

كما أننا نفترض أن المقرر معتدل في قراراته وعليه ومن خلال دالة الانتماء الخطية والمعلومات السابقة يمكن تحديد قيمة درجة الانتماء (الإنجاز) من خلال الحساب التكاملي والتي سبق الإشارة إليه في الجانب النظري كما يلي:

$\alpha_1 = 0.725\ ,\ \alpha_2 = 0.850\ ,\ \alpha_3 = 0.50$

وبتعويض هذه القيم في النموذج أعلاه يمكن تحديد الخطة الإجمالية المثالية في وحدة Bental مغنية كما يلي:

وباستخدام البرنامج LINGO يمكن حل النموذج أعلاه والحصول على الحل الأمثل، والجدول (16) يوضح ذلك :

جدول (16) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Chen and Tsai (2001)

مستوى المخزون			مستوى الإنتاج			التسريح	التعيين	مستوى العمال	الأشهر
CAL	TD	BEN	CAL	TD	BEN	F_t	H_t	W_t	
1860	1029	1856.25	–	–	–	–	–	68	القيم المبدئية
695.809	900.38	679,025	–	0	-	–	-	68	الفترة 1
500	736.603	500	267.638	0	743,996	–	-	68	الفترة 2
500	571.986	691,515	659.638	0	1074,857	–	–	68	الفترة 3
500	500	774.505	425.240	94.019	1154.980	–	–	68	الفترة 4
500	500	605.228	78.967	193.317	1209.992	-	–	68	الفترة 5
500	500	500	478.221	206.662	1209.992	–	-	68	الفترة 6
36406350 دج			تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج						
0.9682679			درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الأول μ_1						
0.8975380			درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثاني μ_2						
1			درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثالث μ_3						

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

نلاحظ من خلال الجدول (16) مختلف متغيرات القرار المثلى المقترحة وفق طريقة Chen and Tsai(2001)، حيث يتبين أن المقرر راض بنسبة 96،82% بالنسبة للهدف الأول و 89,75% بالنسبة للهدف الثاني و 100% بالنسبة للهدف الثالث كما أن التكلفة الدنيا وفق هذا النموذج هي 36406350 دج .

<u>النموذج الرابع: نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج (Kim and Whang (1998</u> : سوف نستخدم النموذج المقترح من طرف الباحثين Kim and Whang (1998) والمعدل من طرف Yaghoobi and Tamiz (2007) والذي اعتمدا فيه على الصيغة التجميعية والتي تعتمد على الانحرافات النسبية وهذا باستخدام الصيغة التجميعية وعليه فإنه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية كما يلي:

$$Min \;\; Z_5 = \beta_1^+ + \beta_2^+ + \beta_3^+$$

تحت الشـــــروط:

$Z_1 - 1000000 \;\; \beta_1^+ \leq 320000$

$Z_2 - 250000 \;\; \beta_2^+ \leq 4350000$

$Z_3 - 13\beta_3^+ \leq 0$

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

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

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

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

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

$I_{it} \geq 500$

$I_{10} = 1856.25$

$I_{20} = 1029$

$I_{30} = 1860$

$W_0 = 68$

$\beta_1^+ \leq 1$

$\beta_2^+ \leq 1$

$\beta_3^+ \leq 1$

$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \geq 0$

W_t, H_t, F_t (أعداد صحيحة).

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

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

وباستخدام نفس دوال الانتماء الخطي يتبين بأن درجة السماح (degree of tolerance Δ_{IR}) بالنسبة لكل هــدف هي : 1000000 دج ، 250000 دج ، 13 على التوالي.

وباستخدام البرنامج LINGO يتم الحصول على الحل الأمثل والجدول (17) يبين نتائج نموذج APP في وحــدة Bental مغنية وفق طريقة Kim and Whang (1998) :

الجدول (17) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Kim and Whang (1998)

مستوى المخزون			مستوى الإنتاج			التسريح	التعيين	مستوى العمال	الأشهر
CAL	TD	BEN	CAL	TD	BEN	F_t	H_t	W_t	
1860	1029	1856.25	–	–	–	–	–	68	**القيم المبدئية**
666	900.38	619,025	–	0	-	–	-	68	**الفترة 1**
500	730	500	267.638	0	740	–	-	68	**الفترة 2**
500	572	691,515	659.638	0	1044,857	–	–	68	**الفترة 3**
500	500	704.505	425.240	88	1214.980	–	–	68	**الفترة 4**
500	500	635.228	78.967	191.317	1201	-	–	68	**الفترة 5**
500	500	500	478.221	203	1201	–	-	68	**الفترة 6**
32601050 دج			**تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج**						
0.03173212			**الانحراف النسبي الموجب بالنسبة للهدف** β_1^+						
0.1024620			**الانحراف النسبي الموجب بالنسبة للهدف** β_2^+						
0			**الانحراف النسبي الموجب بالنسبة للهدف** β_3^+						

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

يبن الجدول (17) مختلف متغيرات القرار الأمثل والتي تعبر عن الحل الأمثل لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية ، وفق طريقة Kim and Whang (1998) حيث توضح قيم β_1^+ ، β_2^+ و β_3^+ عن قيمة الانحرافات النسبية الموجبة بالنسبة لكل هدف وهي :0,0317 ، 0,102 و 0 على التوالي وهي منخفضة وتقترب من الصفر بالنسبة للهدف الأول والثاني وهذا أمر جيد وهذا يعني بأن الأهداف التي وضعها المقرر اقتربت من التحقق وهذا وفق دوال الانتماء الموضوعة من قبل المقرر.

المبحث الثالث :الجانب النظري والتطبيقي لمشكل جدول العمليات الإنتاجية:

أولا: الجانب النظري لمشكل جدول العمليات الإنتاجية:

لقد أصبحت المنظمات الإنتاجية اليوم تشتغل في ظل ظروف بيئية محيطة معقدة تحكمها التنافسية الشديدة. بغرض تحقيق هذه الميزة التنافسية نجد المنظمات تسعى، في إطار هدفها العام ، إلى تقديم منتجات في أحسن الآجال و بأقل التكاليف و بالجودة المطلوبة. هذه العوامل التي تمكن من كسب رضا الزبون و بالتالي ضمان بقاء نشاط المؤسسة، تعد ذات علاقة مباشرة مع العملية الإنتاجية داخل المنظمة؛ الأمر الذي دفع بهذه الأخيرة إلى القيام باستثمارات كبيرة في وسائل الإنتاج و العمل على تطويرها و تحسين أدائها.

إن تطوير النظام الإنتاجي لدى المنظمات و تحسين أدائه باستمرار دفع إلى بروز أنظمة إنتاجية تتزايد هي الأخرى في تعقيدها، خاصة مع تزايد و تنوع عدد المنتجات المقدمة و دخول الأتمتة و الأنظمة الحاسوبية مجال الإنتاج. كما أن المهمة الأساسية في إدارة الإنتاج و العمليات تتفرع إلى ثلاثة وظائف رئيسية هي: تصميم العمليات الإنتاجية أين يتم تحديد خصائص كل من النظام الإنتاجي و المنتجات المراد إنتاجها؛ تخطيط العمليات الإنتاجية التي تتضمن أهم القرارات ذات الصلة بالعملية الإنتاجية و سريانها سواء على المدى الطويل أو المتوسط أو القصير.أخيراً الرقابة على هذه العمليات عن طريق متابعة النشاط الإنتاجي عبر كافة مراحله و تقييم مدى ملائمة النتائج المحصل عليها مع الخُطط الموضوعة و الأهداف المسطرة و اتخاذ الإجراءات التصحيحية المبكرة في حال اقتضى الأمر ذلك و هو ما أصبح يعرف كذلك بالسيطرة على العملية الإنتاجية.

و لئن كان كل من التخطيط على المدى الطويل و المتوسط يمسان جانب الجدولة لما يتضمناه من وضع خطط إنتاجية للمنظمة تغطي فترة شهرية؛ إلا أن ترجمة هذه الخطة إلى خطط تفصيلية و برمجة إنجازها و تنفيذها داخل وحدات الإنتاج ضمن أفق زمني قصير جداً هو المدلول الأساسي لكلمة و وظيفة الجدولة أين يجب تحديد جداول للإنتاج وذلك بوضع الخطط اللازمة لاستعمال موارد الإنتاج (الآلات مثلاً) داخل الوحدة الإنتاجية. وهي العملية التي ترتبط بطبيعة النظام الإنتاجي للمؤسسة و شكل سريان التدفقات داخل هذا النظام.

في ميدان الإنتاج الصناعي نجد مسائل الجدولة حاضرة بكثرة حيث تُشكل الأنشطة أوامر بالإنتاج يتم برمجتها باستعمال مجموعة من الموارد (آلات تصنيع، مراكز إنتاج...) قصد تصنيعها عبر الزمن و ذلك في إطار البحث عن تحقيق هدف أو مجموعة أهداف كالبحث عن تدنية مدة التصنيع و الاستغلال الفعال لموارد و مراكز الإنتاج أو احترام آجال التصنيع والإنجاز و غيرها في ظل مجموعة من الظروف تُشكل قيوداً للمسألة تختلف أساساً باختلاف نمط و أسلوب نظام الإنتاج المعتمد في عملية التصنيع.

نظراً لكون هذه الأنظمة الإنتاجية أصبحت تتصف بالتعقيد و المرونة في الإنتاج، أصبح من الصعب ضمان السيطرة الفعلية على العملية الإنتاجية. و بالتالي أصبحت هذه الأنظمة تطرح إشكالات عويصة من حيث تصميمها، نمذجتها و تسييرها و قيادتها على أحسن وجه. و لئن كان في الماضي من السهل القيام بهذه المسائل اعتمادا على التجربة و الحنكة في الإدارة و التسيير لأنظمة إنتاجية كانت تتميز بالبساطة و السهولة؛ غير أنه في الواقع الحالي لم يعد الأمر كذلك و لم تعد الخبرة كافية للتعويل عليها وحدها في إدارة النظام و قيادته الفعالة، مما يستوجب اللجوء إلى استخدام كمية في الإدارة مساعدة على اتخاذ القرار في هذا الصدد.

يستدعي استخدام الأساليب الكمية كأداة مساعدة على صنع و اتخاذ القرار في مجال قيادة وحدات الإنتاج و السيطرة على العملية الإنتاجية اللجوء إلى بناء نموذج للنظام الإنتاجي يصف بدقة هذا النظام، و هنا تُبرز النماذج الرياضية قصورها نسبياً، إذ يتم في الغالب اللجوء إلى تبسيط معطيات النظام المعقد في النمذجة، و كأنه تتم مقايضة صعوبة و تعقيد النظام باستعمال هذه النماذج، مما يحد من المسألة.

إن وضع تصور عام و شامل يعكس معطيات الأنظمة المعقدة و سلوكها يتم إذن عبر استعمال أساليب كمية أخرى، تعد فيها نماذج المحاكاة إحدى أهم هذه الأساليب.

تعتبر المحاكاة أسلوباً هاماً جداً و قوياً في دراسة النظم الصناعية و هندستها كونها تعكس النظام الفعلي بالإضافة لاتصافها بالسرعة و المرونة في محاكاة سلوك النظام بما يمكن من الوقوف على سريان مختلف العمليات داخل النظام المدروس و إمكانية معرفة أدائه و أثر إدخال التغييرات و التحسينات عليه و بالتالي المساهمة الفعالة في إرساء قيادة متكاملة للنظام الإنتاجي و اتخاذ القرارات الصائبة.

تم التعرض ب البحث في إحدى أهم الإشكاليات المطروحة على مستوى الساحة البحثية و العملية، بمعالجة مسائل الجدولة في بادئ الأمر حسب مختلف الأنظمة الإنتاجية؛ ثم التطرق إلى المسألة الجوهرية هي الأخرى المتمثلة في إشكالية قيادة هذه الأنظمة و السيطرة على العملية الإنتاجية مع تطبيق على المؤسسة الوطنية للصناعات الإلكترونية « ENIE » بسيدي بلعباس معتمدين على المحاكاة كأسلوب في بناء النماذج داخل هذه المؤسسة.

ولمعالجة هذه الإشكالية قمنا بهيكلة عملية البحث في أربعة محاور أساسية على نحوٍ موالٍ:

- في المحور الأول تم التطرق إلى الإطار العام لمسائل جدولة العمليات الإنتاجية من مفهوم إلى أهميتها فأهدافها و معايير التقييم المستعملة و مكانتها في المنظمات الصناعية و غير ذلك من المبادئ و الأسس لنظرية الجدولة.
- في مرحلة ثانية تمت صياغة النموذج الأساسي لمسألة الجدولة، مسائل الجدولة داخل المنظمات الصناعية بالتفصيل من خلال عرض مختلف هذه المسائل و سبل حلها و شرحها بالاستعانة بأمثلة توضيحية. و ترشيح بعض المقالات للنشر في هذا الصدد تبحث أولاها في إبراز الإطار النظري- التطبيقي لمسألة جدولة العمليات، و صياغة نموذج أساسي لها؛ بالإضافة إلى إبراز دور الاعتماد على قواعد الأولوية كأداة مساهمة في حل هذه المشكلات من خلال عملية تطبيقية و تقييمها. كما يتم حالياً وضع اللمسات الأخيرة على مقال آخر بحث في جدولة عمليات الإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية متعددة الأهداف و دوال الرضى مع التطبيق على المؤسسة الصناعية ثم ترشيحه للنشر.
- مثلما سبقت الإشارة إليه، فإن نماذج المحاكاة تعتبر أداة فعالة مساعدة على قيادة الأنظمة و السيطرة على العمليات الإنتاجية و مساهمة في صنع و اتخاذ القرار في هذا الخصوص. هذا الجانب تمت تغطيته من خلال

مرحلة بحث ثالثة انصبت في إبراز دور النمذجة و المحاكاة كأداة فعالة في قيادة أنظمة الإنتاج و السيطرة على العمليات مع القيام كذلك بدراسة تطبيقية لدى "المؤسسة الوطنية للصناعات الإلكترونية"، المعروفة اختصاراً بــــ « ENIE » الكائن مقرها بالمنطقة الصناعية لولاية سيدي بلعباس، أين تم دراسة النظام الإنتاجي لمؤسسة وطنية رائدة في الميدان الصناعي، ؛ حيث تمت دراسة مراحل إنتاج أربعة منتجات تنتجها المؤسسة و تصميم خطوطها الإنتاجية-كما في الملاحق- وتفصيل مختلف العمليات التصنيعية الداخلة في الإنتاج من أول مرحلة إلى غاية الحصول على المنتَج النهائي الجاهز للاستعمال؛ مع بناء و اقتراح نموذج محاكاة للنظام الإنتاجي الخاص بكل منتَج، الشيء الذي يمكن مدير الإنتاج و متخذ القرار لدى المؤسسة (مدير الإنتاج) من الإلمام بصورة حقيقية و واقعية و دقيقة للنظام المحاكي و أدائه؛ و الأهم من ذلك معرفة مختلف السيناريوهات الممكنة في عملية الإنتاج بالتعرف المسبق على التأثيرات التي قد تحدث جراء إدخال تغييرات أو تحسينات على النظام من خلال تجريبها على النموذج و معرفة الانعكاسات قبل التطبيق الفعلي لها على النظام الإنتاجي و الحصول على إجابات على أسئلة من نوع "ماذا سيحدث لو؟" بغرض العمل على تحسين أداء نظام الإنتاج.و بالتالي فإن هذه النماذج سوف تساعد أكثر في بلوغ مستوى أعلى من السيطرة على عمليات الإنتاج و قيادة النظام الإنتاجي بصفة عامة.

1. مفهوم و ماهية جدولة عمليات الإنتاج:

تهتم مسألة الجدولة بتحديد طريقة إنجاز مجموعة من الأعمال و الأنشطة خلال الزمن مع مراعاة مجموعة من القيود التي تحكم هذه المسألة كالقيود الزمنية (آجال التسليم، قيود الأسبقية...) و القيود الخاصة بمدى إتاحة و وفرة الموارد المستعملة؛ وتعبر مخرجات الجدولة عن حل لمسألة الجدولة و بالتالي سوف تصف طريقة انجاز تلك الأنشطة و الأعمال و تخصيص الموارد خلال الزمن بحثاً عن تحقيق هدف أو عدة أهداف.

و تقوم الجدولة على تخطيط الفعاليات و العمليات الإنتاجية في المديين المتوسط و القريب اللذان يُدعمان عملية صُنع القرارات المتعلقة بكل من التخطيط الإستراتيجي و التخطيط المرحلي في الشركة الصناعية.

و بما أن الجدولة ما هي إلا عبارة عن مجموعة خطط مرحلية للعمليات مترابطة بعضها بالبعض الآخر و الموجهة إلى تحديد الفعاليات الإنتاجية و الخدمية المساندة لهذه العمليات في الورش و المحطات الإنتاجية. لذا يجري في الجدولة تحديد و بدقة ما يتوجب على العاملين و المحطات و الورش الإنتاجية من إنجاز الأعمال و العمليات لتحقيق هدف الخطة التفصيلية في تلك المرحلة الإنتاجية.

و من المعلوم أنّ إدارة الإنتاج تسعى إلى تحقيق أعلى قدر من الكفاءة الإنتاجية وهو الهدف الّذي يمكن التوصل إليه من خلال عدة عوامل كالتنظيم الجيد لأسلوب الإنتاج والتحديد الدقيق والتعريف الجيّد لما يراد إنتاجه من منتجات وغيرها.

من بين تلك العوامل المساعدة على تعظيم الكفاءة الإنتاجية نجد مسألة الاستغلال الأمثل للموارد وهي المسألة الّتي تُمثل صُلب عملية الجدولة؛ ويمكن إبراز أهمية الجدولة بإبراز الآثار السلبية الّتي تنجم عن غيابها أو قصور في كفاءتها؛ فعدم كفاءة الجدولة سوف يؤدي إلى سوء استخدام الموارد المتاحة والّذي سوف ينعكس بدوره سلباً على درجة استغلال الطاقة حيث تكون هناك طاقات متاحة غير مشغلة في شكل آلات أو أفراد أو معدات أخرى عاطلة عن العمل،

ولاشك أنّ ذلك يُعظم من النفقات الّتي تتحملها المنظمة وهو ما ينتج عنه ارتفاع تكاليف الإنتاج وبالتالي إضعاف القوة التنافسية للمنظمة.

فإنّ إعداد جدولة فعَّالة سوف يمكِّن من التخصيص الأمثل للموارد وبالتالي استغلالها استغلالاً أمثلاً، وإنجاز الأعمال والأوامر الإنتاجية في أحسن الآجال وبأقل تكلفة كما أنّها تساعد على السيطرة وضبط مجريات الأمور وبالتالي قيادة العملية الإنتاجية داخل الوحدة كونها تسهم إسهاماً فعالاً في العملية الرقابية؛ ومن الواضح في هذا الصدد أنّ جدولة فعالة للعمليات قد لا تجدي نفعا إذا لم تكن قد درسنا من قبل هذه العمليات لتعريفها وتحديد خصائصها بدقة. ويمكن الإطلاع أكثر على مزايا الجدولة بمعرفة الأهداف المرجوة منها.

2. أهداف جدولة العمليات:

تتباين أهداف الجدولة تبعاً لإختلاف أهداف المنظمات صناعية كانت أم خدمية، كما تختلف باختلاف نظم الإنتاج التي تعتمدها المنظمات. و تهدف الجدولة الكفوءة إلى تحقيق الآتي:

_ مقابلة تواريخ الإستحقاق؛ _ تقليل أوقات التأخير في إنجاز الأعمال؛

_ تقليل وقت الإستجابة؛ _ تقليل و قت الإنجاز ؛

_ تقليل الوقت الإضافي؛ _ تعظيم استخدام الموارد؛

_ تقليل الوقت العاطل؛ _ تقليل التخزين تحت الصنع؛

_ تقليل و قت التهيئة و الإعداد؛ _ تقليل الوقت في نظام الإنتاج ككل.

و يمكن شرح بعض أهداف الجدولة على مايلي:

- تحقيق التتابع السليم في العمليات و هذا يعني الإستغلال الأمثل للطاقة المتاحة و التخلص من الطاقات العاطلة و بالطبع هذا قد يُؤدي بدوره إلى تقليل تكاليف الإنتاج و يتحقق ذلك من خلال آلية تتم وفق أن العملية السابقة تسبق العملية اللاحقة و بالتالي مخرجات كل عملية هي مدخلات العملية اللاحقة.

- تخفيض الوقت العاطل يساعد أيضاً في تخفيض الطاقات غير المستغلة سواء للآلات أو للعاملين مما يترتب تعظيم الإستفادة من الموارد الإنتاجية المتاحة.

- تحقيق سرعة تنفيذ الطلبات و تقليل المستثمر من المخزون، و تُعد هذه المؤشرات من الأمور الأساسية في نجاح عملية الجدولة.

و من المفيد هنا التمييز بين الحالات المختلفة للجدولة و التي تختلف حسب نوع العملية، ففي نظام التشغيل الخطي عادة يكون الإنتاج الخطي مرتبطاً بالأسلوب الذي تم به تصميم ذلك التشغيل. أما جدولة الأنشطة التي تمثل نظام التشغيل الفردي تتطلب أساليب خاصة مثل أسلوب "المسار الحرج" و أسلوب " تقويم البرامج ومراجعتها" المعروفة بأساليب جدولة المشاريع. أما في الإنتاج حسب نظام التشغيل المتقطع فالأمر يختلف بسبب وجود عدة أوامر يراد إنتاجها و لكل منها مواصفات خاصة، لذلك كل منها له مسار إنتاجي معين بين الأقسام أو الآلات الإنتاجية؛ مما يتطلب وضع أولويات لهذه الحالات و تقليل وجود وقت عاطل لتنفيذ هذه الأوامر في الوقت المحدد لغرض تسليمها.

3. البرمجة الرياضية متعددة الأهداف كأسلوب مساعد على حل مسائل جدولة العمليات الإنتاجية:

تتضمن النماذج الرياضية في حد ذاتها عدة صور من النماذج أبرزها البرمجة الخطية التي تشكل قسماً مهماً من بحوث العمليات، غير أن الشيء الذي يُؤخذ على البرمجة الخطية ذات الهدف الواحد هو أنها تبحث في تحقيق مثولية هدف واحد كتدنية التكاليف أو تعظيم الربح؛ ولكن نظراً للتغيرات و التعقيدات الهائلة التي أصبحت تُحيط بالمنظمة و متخذ القرار أصبح إتخاذ القرار يتعامل مع عدة أهداف يطمح في تحقيقها قد تكون حتى متعارضة فيما بينها فيكون تحقيق هدف معين على حساب آخر، مما جعل الخطية ذات الهدف الواحد قاصرة عن معالجة مثل هذه المسائل و أدى تطويرها و بروز التحليل الكمي متعدد المعايير الذي يساعد على إتخاذ القرار في مثل هذه الحالات، و من أبرز و أهم طرق هذا التحليل نجد البرمجة بالأهداف التي تتعامل عدة أهداف في آن واحد.

البرمجة بالأهداف هي عبارة عن منهجية رياضية مرنة و واقعية موجهة أساساً لمعالجة مسائل القرار المعقدة و التي تتضمن الأخذ بعين الإعتبار عدة أهداف إضافة لكثير المتغيرات و القيود [Tamiz et al :1998]. كما يمكن إعتبارها على أنها إحدى طرق التسيير العلمي الموجهة لحل مسائل القرار ذات الطابع متعدد الأهداف [Lee S.M and David. L.O 1999]. و بالتالي فإن نموذج البرمجة الخطية بالأهداف يسمح بإعتبار في آن واحد عدة أهداف يراد تحقيقها ضمن إشكالية إختيار أحسن حل من بين الحلول الممكنة [Aouni.B and Kettani.O : 2001].

5- نموذج البرمجة الرياضية في جدولة العمليات:

$$M^{*} = \text{Min}Z = \sum_{j=1}^{n} x_{jm}$$

تحت القيود:

$$x_{j+1,k} + \sum_{i=1}^{n} t_{ik}\xi_{i,j+1} + y_{j+1,k} - y_{j,k} - \sum_{i=1}^{n} t_{i,k+1}\xi_{ij} - x_{j+1,k+1} = 0\ ;$$

$$(1 \le k \le m-1 \ \text{ et } 1 \le j \le n-1).$$

$$\sum_{i=1}^{n} \xi_{ij} = 1; \qquad 1 \le j \le n;$$

$$\sum_{j=1}^{n} \xi_{ij} = 1; \qquad 1 \le i \le n;$$

$$x_{1m} - \sum_{m=1}^{m-1}\sum_{i=1}^{n} t_{im}\xi_{i1} = 0;$$

$$x_{jm} \ge 0, \qquad y_{jk} \ge 0, \qquad y_{11} = 0, \qquad \text{et } \xi_{ij} = \{0;1\}\ \forall\, i \in I, \forall\, j \in J.$$

$$\xi_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{إذا تم جدولة النشاط } i \text{ في المكان } j \\ 0, & \text{إذا تم غير ذلك} \end{cases}$$

x_{jk} : زمن عطل الآلة k مباشرة قبل البدء في معالجة (إنجاز) النشاط صاحب المكانة j في تتابع الجدولة؛

y_{jk} : زمن إنتظار (عطل) النشاط ذو المكانة j في التتابع مابين الإنتهاء من معالجته على الآلة k و بداية إنجازه على الآلة الموالية $(k+1)$ ، حيث: $k = 1,2,\dots,m-1$ ؛

t_{jk} : زمن إنجاز (معالجة) النشاط i على الآلة k ؛

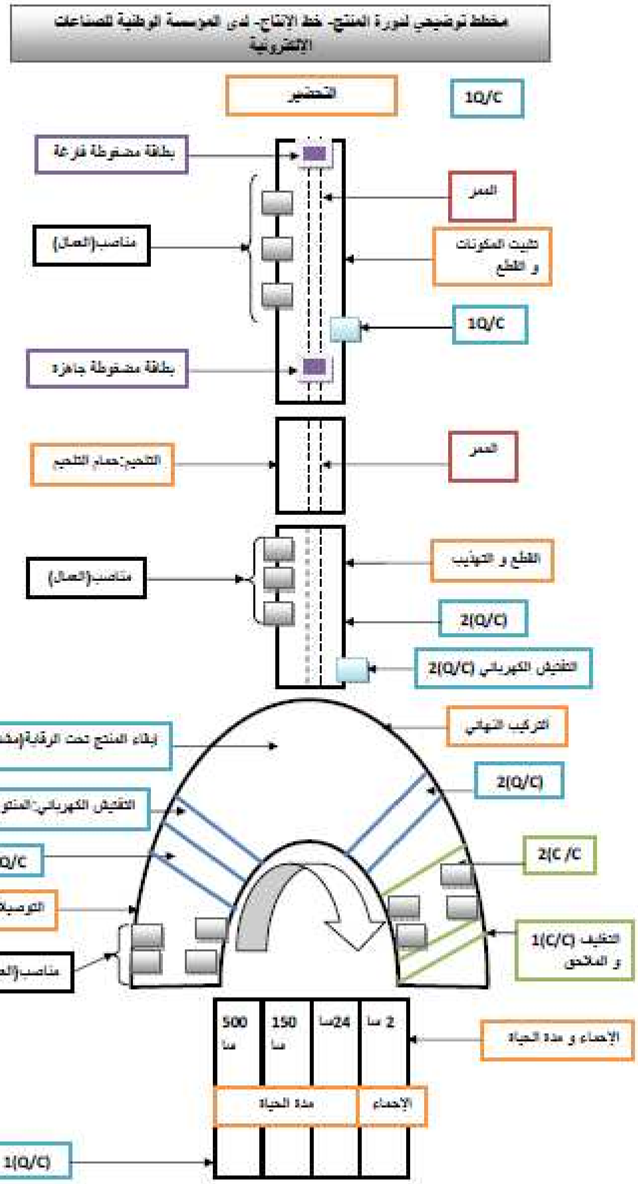
i : للدلالة على الأنشطة الواجب إنجازها، $i = 1,2,\dots,n$ ؛

j : يعكس عدد المواضع (الأمكنة) الممكنة في التتابع.

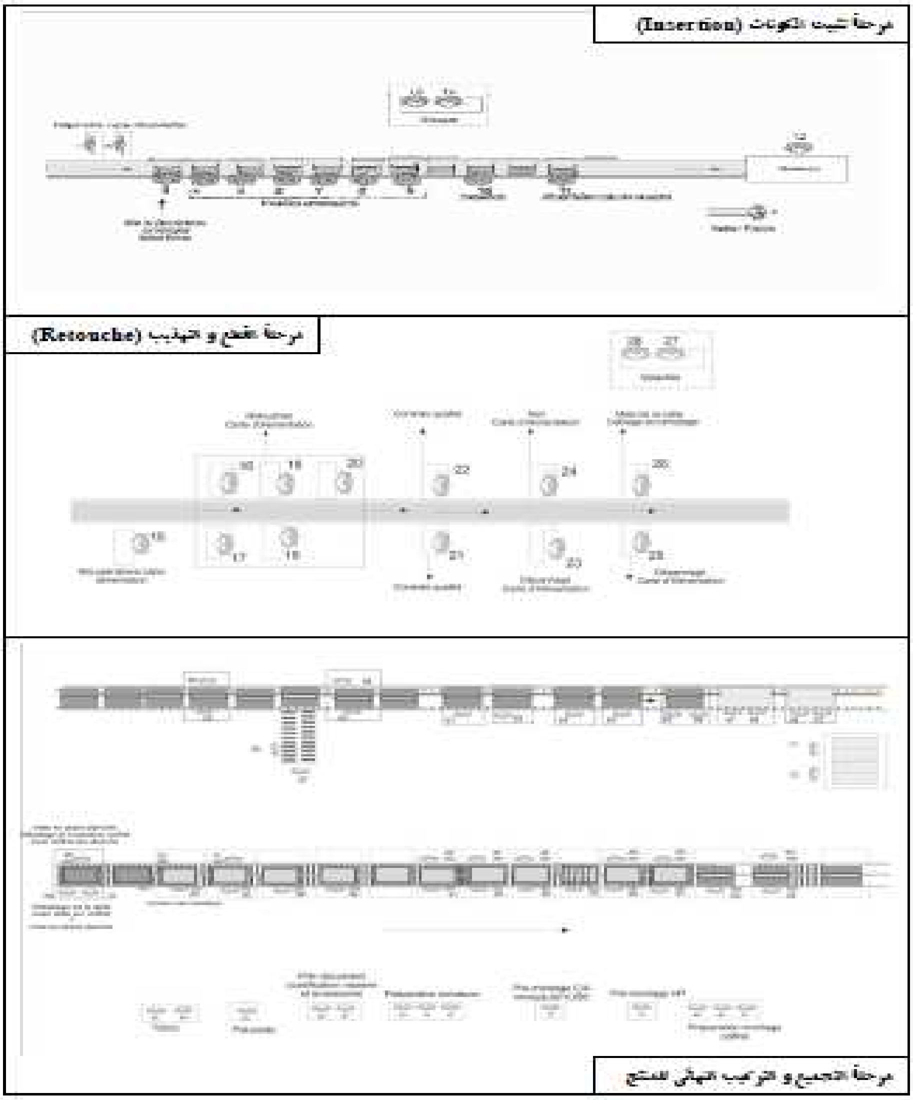
ثانيا : الجانب التطبيقي لشكلة تخطيط جدولة العمليات والإنتاج :

سنحاول في هذا الجانب إسقاط مشكل تخطيط وجدولة العمليات الإنتاجية على المؤسسات الصناعية الجزائرية وسنأخذ المؤسسة الوطنية للصناعات الإلكترونية وهذا وفق المخطط الآتي:

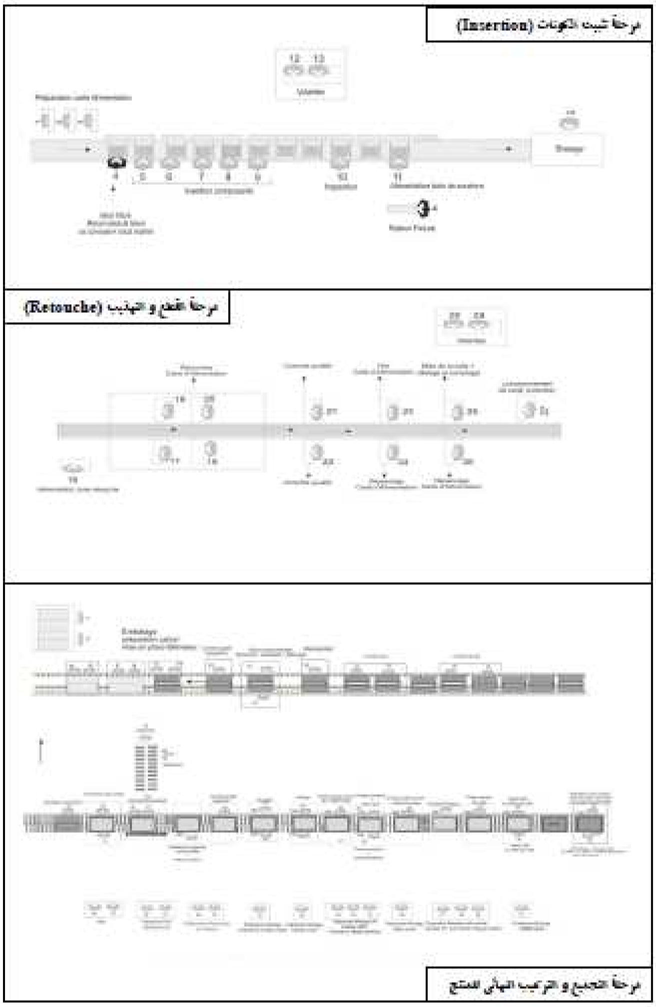
الشكل (18): مخطط توضيحي-خط الإنتاج- لدى المؤسسة الوطنية للصناعات الالكترونية



الشكل (19) تصميم مراحل عملية إنتاج المنتَج (التلفزيون) LCD 42 بوصة (LCD TV 42")



الشكل (20):تصميم مراحل عملية إنتاج المنتَج (التلفزيون) LCD 32 بوصة (LCD TV 32")



نود أن نشير إلى أنه مازلنا بصدد الدراسة التطبيقية لمشكل جدول العمليات والإنتاج في المؤسسة الوطنية للـصناعات الإلكترونية وسيتم إنهاء الدراسة الخاصة بها لاحقا.

III. الخلاصة ونتائج البحث والإنجازات العلمية للمشروع :

لقد بينا من خلال هذه المشروع مختلف نماذج ARIMA وهي من أساليب التنبؤ النظامية الغير سببية التي تبنى على أساس تفكيك السلاسل الزمنية . وهي ناتجة عن دمج نماذج الانحدار الذاتي AR ونماذج المتوسطات المتحركة MA، وتسمى نماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل .

كما أبرزنا من خلال هذه المشروع مختلف النماذج الرياضية والدراسات السابقة والتي تمكن من خلالها الباحثون من حل مشكلة الـAPP و التي تتميز بعدة أهداف مبهمة وأيضا الحالة التي تكون فيها معلمات مشكلة الـAPP كالطلب المتوقع والطاقة الإنتاجية وغيرها من المعلمات التي يصعب تقديرها مبهمة وغير مؤكـدة. ومن أجل معالجة هذا الإشكال قمنا باستعراض أهم وأحدث النماذج الرياضية التي تمكننا من صياغة

مشكـــلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ومن بين النماذج التي الحديثة التي تم استخدامها في هذه الدراسة نذكر نموذج (Kim and Whang(1998 ونموذج (Yaghoobi et all(2009، والذي قدما فيه نموذج للبرمجة بالأهداف المبهمة يأخذ بعين الإعتبار تفظيلات المقرر، من خلال استخدامه لجميع دوال الإنتماء الخطية .

وبغرض تدعيم الدراسة النظرية، وإثبات فعالية النماذج والرياضية المبهمة حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، قمنا بإجراء دراسة ميدانية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة بوحدة BENTAL مغنية وهو الشريك الإجتماعي للمشروع ،وهذا بسبب التقلبات الكبيرة التي يشهدها الطلب على منتجاتها الثلاث (BEN,TD, CAL) بسبب الموسمية والعشوائية، الأمر الذي يجعل الطلب يفوق طاقتها المتاحة في بعض الأحيان، وهذا مايجعل الوحدة في حاجة ملحّة إلى تخطيط إجمالى تتمكن فيه من الوقوف على تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف ؛ ومن خلال إطلاعنا على الخطة الإنتاجية التي وضعتها الوحدة لسنة 2007، لا حضنا أنها غير عملية وهذا بسبب أن الوحدة لا تعتمد على أي طريقة علمية سواء في التنبؤ بالطلب على منتجاتها، أو في إعداد الخطة الإجمالية، وهذا ما يجعل تلك الخطة شكلية قد تتحمل الوحدة تكاليف إضافية كبيرة إذا ماحاولت تطبيقها، فمن هذا المنطلق كان التفكير في بناء خطة إجمالية تستند في إعدادها على الطرق العلمية.

إن بناء نموذج رياضي للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية، لم يكن أبدا بالأمر الـــــهين، نظـــرا لغياب المحاسبة التحليلية بالوحدة، هذه التقنية التي تعتبر أهم مصدر للمعلومـــات خاصـــة تلـــك التـــي تتعلـــق بالتكاليف والتي تشكل محور إهتمامنا، وهذا بغرض إعداد الخطة التي تقوم بتدنيها، قمنا في بداية الأمر بوضع نموذج رياضي باستخدام البرمجة الخطية إذ يقوم هذا النموذج بتدنية تكـــاليف الإنتـــاج ، تكـــاليف العمالـــة ، تكاليف تعيين العمال ،تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وهذا في إطار القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجيـــة ،و القيـــود المتعلقة بالطلب، والقيود المتعلقة بالعمالة، القيود المتعلقة بالمخزون، والقيود المبدئية و حيت وبإستخدام برنامج الإعلام الآلي LINGO، تمكنا من تحديد مستوى العمالة ، الإنتاج والمخزون لكل شهر خلال الـــــ6 أشـــهر القادمة من سنة 2008، والتي تواجه بـــها الوحدة تقلبات الطلب المتنبأبه بأدنى التكاليف. ثم بـــع ذلـــك قمنـــا بمحاولة نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة مغنية باستعمال نموذج برمجـــة الأهـــداف وهـــذا إنطلاقا من 3 أهداف ترغب الوحدة في تحقيقها وهي تدنية مجموع تكاليف الإنتاج، تدنيـــة مجمـــوع تكـــاليف الإحتفاظ بالمخزون وأخيرا تدنية مجموع تكاليف تغيير العمالة، وهذا في إطار القيود السابقة لنموذج البرمجـــة الخطية واستعملنا أولا نماذج البرمجة بالأهداف الرئيسية وهي نموذج البرمجة بالأهداف التجمعيـــة (نمـــوذج البرمجة بالأهداف المرجح ، نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات ثم نمـــوذج برمجـــة الأهـــداف MINMAX حيث تم تحديد قيمة الأهداف باستعمال طريقة البرمجة الكمبرومايزية لــ (Zeleny(1982 ،أما الأولويـــات قـــتم تحديدها من طرف المقرر بناء على درجة أهميتها، في الأخير تم الحصول على الحل الأمثل باستعمال برنامج LINGO بالنسبة لكل نموذج رياضي إذ تبين بأن التكلفة الدنيا تم تحقيقها باستخدام نموذج البرمجـــة بالأهـــداف دات الأولوية (LGP) وبالرغم من النتائج الجيدة فإن اعتماد هذه النماذج الرياضية على قيم لأهداف مؤكـــــدة يجعلها في العديد من الأحيان غير واقعية وهذا ما أدى بنا إلى محاولة نمذجة مشكـــلة الـــAPP فـــي الوحـــدة

باستعمال البرمجـــة الرياضية بالأهداف المبهمة ومن أجل إختيار النموذج الأكثر فعالية فـــي وحـــدة Bental مغنية قمنـــا باستخدام نماذج البرمجة بالأهداف الآتية نموذج APP في وحدة Bental مغنية باســـتخدام نمـــوذج Zemrman(1976)، نموذج APP في وحدة Bental مغنية، نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Chen and Tsai(2001) ، نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نمـــوذج (1998) Kim and Whang ، قمنا في بداية الأمر بتحديد دوال الإنتماء الخطية والتي سيتم استخدامها إنطلاقا من رغبات مدير الوحـــدة مـــن جهة واعتمادا على المعطيات التارخيية حول تكاليف المؤسسة من جهة أخرى، تم بعد ذلك قمنا بصياغة مشكلة الـــAPP وفق جميع النماذج السابقة الذكر وحلها باستعمال البرنامج LINGO والحصول علـــى الحـــل الأمثـــل حيث تبين بأن النموذج الذي يحقق أدنى التكاليف هو نموذج(1998) Kim and Whang و يعتبر الأفضل هـــذا لأنه يتيح للمقرر العديد من المعلومات المتعلقة بالإنحرفات كما أنه يستعمل جميع أشكال دوال الإنتماء.
كما تم التطرق أيضا في هذا المشورع إلى مشكل تخطيط وجدولة العمليات الإنتاجية والتـــي تعتبـــر المرحلـــة الأخير في عملية تخطيط الإنتاج .
ومن أهم نتائج إنجازات ونتائج البحث نذكر:

- قمنا في هذا البحث بتطبيق نماذج ARIMA للتنبؤ بالمبيعات.
- تطرق هذا المشروع إلى أسلوب النمذجة الرياضية وبحوث العمليات في حل مشاكل إدارة العمليات والإنتاج في المؤسسة الصناعية الجزائرية.
- بين هذا البحث إحدى أساليب تطبيق نظرية المجموعات المبهمة في دراسة التخطيط الإجمالي للإنتاج.
- قمنا في هذا المشروع البحث بمعالجة البرمجة الرياضية المبهمة باللغة العربية وهذا يعتبر انجازا بالنضر لإنعدام مثل هذه البحوث باللغة العربية، حيث ساهم هذا البحث في تعريب بعد المصطلحات العلمية نظرا لغياب أعمال سابقة في الموضوع.
- قمنا في هذا البحث بتطبيق نماذج حديثة لحل مشكلة الـــAPP باستخدام البرمجة الرياضية التجميعية المبهمة وفي صيغة التدنية كنموذج (1998-2005) RKW-APP واستخدامه في استحداث نموذج APP يستخدم جميع أنواع دوال الإنتماء الخطية ويستخدم أسلوب البرمجة بالأهداف التجميعية.
- قمنا بدراسة مشكل تخطيط وجدولة العمليات الإنتاجية.

ويمكن تطوير هذا البحث ليشمل :

- إستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بالمبيعات.
- استخدام نماذج البرمجة الرياضية ذات المعلمات المبهمة في حل مشكل APP.
- استخدام البرمجة الرياضية الإحتمالية في تطوير نماذج للتخطيط الإجمالي للإنتاج وهذا في الحالة التي تتبع فيها معلمات النموذج توزيعات احتمالية معروفة، واستخدام نماذج المحاكاة في الحالة التي لا يعرف فيها طبيعة التوزيع الإحتمالي لتلك المعلمات.
- استخدام نماذج البرمجة الوراثية الألغوريتمية (**Genetic algorithm**) في حل مشكل APP.
- استخدام نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف في تخطيط وجدولة العمليات الإنتاجية.

IV. **الإنجازات العلمية للمشروع :** قمنا من خلال مشروعنا هذا بنشر بعض الأبحاث العلمية في مجلات علمية دولية محكمة وأيضا وطنية وهي كالأتي **(المقالات العلمية المنشورة مدرجة في الملاحق) :**

رسائل الدكتوراة:

- **مكيديش محمد** ، "التخطيط الإجمالي للإنتاج بإستخدام البرمجة الرياضية المبهمة ، "، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراة في العلوم الإقتصادية ،تخصص إدارة العمليات والإنتاج، غير منشورة ، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان. 2013.
- **ساهد عبد القادر،** " استخدام البرمجة بالاهداف في تحليل الانحدار المبهم للتنبؤ باسعار البترول " رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراة في العلوم الإقتصادية ،تخصص إدارة العمليات والإنتاج، غير منشورة ، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان. 2013.
- **زكريا جمعة** ، " جـــــدولة وقيادة وحدات الإنتاج في الوقت المنظور- تطبيق على الإنتاج الصناعي-"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراة في العلوم الإقتصادية ،تخصص إدارة العمليات والإنتاج، غير منشورة ، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان. 2013. (وافق المجلس العلمي عليها بالإجماع وهي بصدد تعيين تاريخ المناقشة)

المقالات العلمية:

- **Mohammed. Mekidiche, Mostefa Belmokaddem, Zakaria Djemmaa**,"Weighted Additive Fuzzy Goal Programming Approach to Aggregate Production Planning", IJISA, vol.5, no.4, pp.20-29, 2013.DOI: 10.5815/ijisa.2013.04.02
- **Mekidiche.Mohammed, et all**. ‘Application of tolerance approach to fuzzy goal programming to aggregate production planning’, Int. J. Mathematics in Operational Research, Vol. 5, No. 2, pp.183–204, 2013.
- **Mekidiche, Mohammed., Belmokaddem,. M**. ‘Application of weighted additive fuzzy goal programming approach to quality control system design’, I.J. Intelligent Systems and Applications, Vol 11, pp14-23, 2012.
- **Belmokaddem,M,. Mekidiche,Mohammed,.Sahed,A,K**,, Application of a fuzzy goal programming approach with different importance and priorities to aggregate production planning,journal of applied quantitative methods,Vol 4, N 3 ,pp 317-331, 2009.
- **ساهد عبد القادر ،** " تقدير معلمات نموذج الإنحدار الذاتي للتنبؤ باسعار البترول باستخدام برمجة الأهداف " مجلة الموريات ، ملحقة مغنية ، جامعة تلمسان ، العدد 2 ، 2011.
- **ساهد عبد القادر، بوذغن ثاني شفيقة** ، " الاستثمار الاجنبي المباشر في الجرائر دراسة قياسية خلال الفترة 1970-2009 " ، مجلة السياسات الاقتصادية" جامعة تلمسان، العدد 2 ، 2011.

الملتقيات الدولية والوطنية:

- **مكيديش محمد** ، " نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في حالة الطلب والتكاليف مبهمة :دراسة حالة في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية Bental maghnia، " ، الملتقى الدولي الأول حول الطرق والأدوات الكمية المطبقة في التسيير، جامعة سعيدة ، 2013.

- **جمعة زكرياء**، أسس و مبادئ و أنواع اتخاذ القرارات الاستثمارية، الملتقى الوطني حول إستخدام أساليب التحليل الكمي في اتخاذ القرارات الإداري، يومي 15 و 17 أبريل 2013، جامعة ابن خلدون تيارت.

في الأخير نشير إلى أن مشروعنا واسعا ولا يزال قابلا للتطوير لدا نرجو من سيادتكم تمديده لنا حتى يتسنى لنا إتمامه.

قائمـــــة المراجع

المــراجع باللغة العربية:

- بلمقدم مصطفى ، مكيديش محمد ، ساهد عبد القادر ، " التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة , " مجلة الباحث ، جامعة ورقلة ، عدد 7 ، ص 43 - 53 ، 2009.
- بلمقدم مصطفى ، مكيديش محمد ، ساهد عبد القادر، (2009) ، " التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة " , مجلة الباحث ، جامعة ورقلة ، عدد 7 ، ص 43 - 53 .
- مكيديش محمد ، "التخطيط الإجمالي للإنتاج بإستخدام البرمجة الرياضية المبهمة ، "، رسالة مقدمة لنيل شاهدة الدكتوراة في العلوم الإقتصادية ،تخصص إدارة العمليات والإنتاج، غير منشورة ، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان. 2013
- مكيديش محمد، (2005) ، "التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بإستخدام البرمجة الرياضية ،مع وضع نموذج رياضي للتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة Bentalمغنية"، مذكرة تخرج لنيل شاهدة الماجستير في العلوم الإقتصادية ،تخصص إدارة العمليات والإنتاج، غير منشورة ، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان.
- مكيديش محمد ، ساهد عبد القادر ، " دراسة قياسية لأسعار البترول باستخدام نماذج GRCH " ، مجلة الإقتصاد المعاصر ، عدد 3 ، 2008 ، ص 171 - 181.
- مكيديش محمد ، بلمقدم مصطفى ، (2007) ، " نماذج التنبؤ بالطلب القصيرة المدى ودورها في تخطيط الإنتاج" مجلة الإقتصاد المعاصر، عدد 1، جامعة خميس مليانة ، ص 132-145 .
- مظهر خالد عبد الحميد (2009) " بناء نماذج برمجة الأهداف لتقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط " مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد 5، العدد 14، ص ص 182-206.
- محمد توفيق ماضي ؛ (دون سنة نشر) ، "إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل إتخاذ القرارات)"؛الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية.
- أحمد طرطار؛ (1993) ، "الترشيد الإقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة"؛ديوان المطبوعات الجامعية؛الجزائر.
- تومي صالح ، (1999)، " مدخل النظرية القياس الاقتصادي " ديوان المطبوعات الجامعية.
- حسين عبد الله التميمي ؛ (1997) ، "إدارة الإنتاج والعمليات(مدخل كمي)"؛دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع؛ جامعة آل بيت؛عمان.
- عبد الستار محمد العلي؛ (2000) ، "إدارة الإنتاج والعمليات(مدخل كمي)"؛دار وائـــل للنشر؛جامعة الـــيرموك الأردن.
- فريد عبد الفتاح زين الدين؛ (1997) ، "تخطيط وإدارة الإنتاج(مدخل إدارة الجودة)"؛جـــامعة الزقـــازيق.
- محمد توفيق ماضي ؛ (1992) ، "تخطيط ومراقبة الإنتاج (مدخل إتخاذ القرارات)" ؛ دار المكتب العربي الحديث؛ جامعة الإسكندرية؛ 1992.
- ساهد عبد القادر، (2006) " طرق ونماذج التنبؤ في الميدان الصناعي مع وضع نظام للتنبؤ– دراسة ميدانية بمركب تحويل الذرة بمغنية – " ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص: إدارة العمليات والإنتاج، جامعة تلمسان.

- ريجي بوربوبي، جان كلود إيزينيه ، (2008)، ترجمة أيمن نايف العشعوش، " التنبؤ بالمبيعات بين النظرية والتطبيق " فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر.
- ثائر مطلق محمد عياصرة، النماذج و الطرق الكمية في التخطيط و تطبيقاتها في الحاسوب، دار الحامد للنشر و التوزيع، الطبعة الأولى 2012.
- لحسن عبد الله باشيوة، بحوث العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع-عمان، الطبعة العربية 2011.
- د.محمد صالح الحناوي، د.محمد فريد الصحن، مقدمة في الأعمال و المال، الدار الجامعية، 1999.
- د.علي الشرقاوي، إدارة النشاط الإنتاجي :مدخل التحليل الكمي، الدار الجامعية الجديدة للنشر2003.
- نعيم نصير، الأساليب الكمية و بحوث العمليات في الإدارة، عالم الكتب الحديث، الأردن، الطبعة الأولى 2004.
- بقجه جي , معلا, نايفة, مراد,العوا. بحوث العمليات . مترجم , المركز العربي للتعريب و الترجمة و التأليف و النشر بدمشق 1998.
- محمد صالح الحناوي , محمد توفيق ماضي . بحوث العمليات في تخطيط و مراقبة الإنتاج , كلية التجارة , جامعة الإسكندرية , 2006 .
- ناديا أيوب . نظرية القرارات الإدارية , منشورات جامعة دمشق , كلية الاقتصاد , 2003.
- نجم عبود نجم، مدخل إلى الأساليب الكمية مع التطبيق باستخدام Microsoft Excel، الوراق للنشر و التوزيع، الطبعة الثانية 2008.
- إبراهيم نائب, د.إنعام باقية, بحوث العمليات: خوارزميات و برامج حاسوبية, دار وائل للنشر، الطبعة الأولى1999.
- صالح مهدي محسن العامري، د. عواطف إبراهيم الحداد، تطبيقات بحوث العمليات في الإدارة، مكتبة الجامعة، الشارقة، إثراء للنشر و التوزيع، الأردن، الطبعة الأولى 2009.
- صالح العامري و د. عواطف الحداد، تطبيقات بحوث العمليات في الإدارة، إثراء للنشر و التوزيع، الأردن، الطبعة الأولى 2009، ص 39.
- محمد إسماعيل بلال، بحوث العمليات- إستخدام الأساليب الكمية في صنع القرار، دار الجامعة الجديدة- الإسكندرية، 2005.
- محمد راتول، بحوث العمليات، ديوان المطبوعات الجامعية- الجزائر، الطبعة الثانية 2006.
- خليل محمد العزاوي، إدارة إتخاذ القرار الإداري، دار كنوز المعرفة للنشر و التوزيع- عمان الأردن، الطبعة الأولى 2006.
- باري رندر، رالف ستير، ناجراج بالاكريشان، نمذجة القرارات و بحوث العمليات على الحاسب الآلي، تعريب د.م. مصطفى موسى دار المريخ للنشر- الرياض، 2007.
- حسن ياسين طعمة، نماذج و أساليب كمية في الإدارة و التخطيط، دار صفاء للنشر و التوزيع- عمان، الطبعة الأولى 2008.
- جلال إبراهيم العبد، إدارة الإنتاج و العمليات: مدخل كمي، الدار الجامعية، بدون رقم طبعة، 2002.
- كاسر نصر المنصور، إدارة العمليات الإنتاجية، الأسس النظرية و الطرائق الكمية، دار الحامد للنشر و التوزيع عمان، الطبعة الأولى 2010.
- د.محمد توفيق ماضي, تخطيط و مراقبة الإنتاج: مدخل اتخاذ القرارات, المكتب العربي الحديث 1992.

- د.فريد عبد الفتاح زين الدين, تخطيط و مراقبة الإنتاج: مدخل إدارة الجودة, كلية التجارة –جامعة الزقازيق 1997.
- محمد توفيق ماضي, إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل اتحاد القرارات, الدار الجامعية 1999.
- أ.د. عبد الستار محمد العلي، التخطيط و السيطرة على الإنتاج و العمليات، دار المسيرة، عمان، الطبعة الأولى 2007.
- أ.د محمد العزاوي، الإنتاج و إدارة العمليات: منهج كمي تحليلي، دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع، عَمان، الطبعة العربية 2006.
- د.علي هادي جبرين، إدارة العمليات، دار الثقافة للنشر و التوزيع، عمان، الطبعة الأولى 2006.
- د. عبد الكريم محسن، د. صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج و العمليات، مكتبة الذاكرة بغداد، دار وائل للنشر عمان، الطبعة الثالثة 2009.
- د. محمود أحمد فياض، د. عيسى يوسف قدادة، إدارة الإنتاج و العمليات (مدخل نظمي)، دار صفاء للنشر و التوزيع–عمان، الطبعة الأولى 2010.
- د. محمد توفيق ماضي، إدارة الإنتاج و العمليات، الدار الجامعية.

المـــراجع باللغة الأجنبية :

- Aouni, B., Martel, J.M. and Hassaine, A. (2010) ‘Fuzzy Goal Programming Model: An Overview of the Current State-of-the Art’, Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis, Vol. 16, pp.149–161.
- Anne Gratacap, Pierre Médan, MNAGEMENT DE LA PRODUCTION : Concepts, méthodes et cas, Dunod, Paris, 2ème édition, 2005, p-p 40-44.
- Aouni, B. and Kettani, O. (2001) ‘Goal programming model: a glorious history and a promising future’, European Journal of Operational Research, Vol. 133, pp.225–231.
- Aouni, B., (1998), "Le modèle de programmation mathématique avec buts dans un environnement imprécis: sa formulation, sa résolution et une application», thèse de doctorat non publiée, Faculté des sciences de l’administration, Université Laval,.
- Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). ‘Decision-making in a fuzzy environment’. Management Science,Vol l7, pp141–164.
- Blackstone J.H., Philips D.T. et Hogg G.L., « A state of the art survey of dispatching rules for manufacturing job-shop operations», International Journal of Production Research,1982.
- BourBonnais.R ; (2002)"économétrie,Manuel et exercices corrigés" 4^{eme} ed :Dunod ; paris.
- BourBonnais.R ;Terraza.M ; (1998)"Analyse des séries temporelles en économie "; 1^{ere} ed :presse universitaires de France.
- Bowman, E. H. (1956). Production scheduling by the transportation method of linear programming. Operations Research, Vol 4, pp100–103.
- Bowman, E. H. (1963). Consistency and optimality in managerial decision making. Management Science,Vol 9, pp 310–321.
- Buffa E.S. & Taubert W.H., (1986) , “Production Inventory Systems Planning and Control”, New York .
- Buffa, Elwood S. and Jeffrey G. Miller, (1979), Production-Inventory Systems, Planning and Control, 3d. ed., Homewood, Ill.: Richard D. Irwin,

- Campbell, H.G., Dudek, R.A. et Smith, M.L.(1970), « A Heuristic Algorithm for the n Job m machine Sequencing Problem, Management Science, 16,630-637.
- C. Proust et al, « Une heuristique pour le problème statique de type n/m/flow shop, avec prise en compte des temps de montage et démontage d'outils », 2ème Congrès international de Gestion de Production, Paris, 1987.
- Samieh MIRDAMADI, Modélisation du processus de pilotage d'un atelier en temps réel à l'aide de la simulation en ligne couplée à l'exécution, thèse de doctorat, Systèmes Industriels, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- P. CASTAGNA, N. MEBARKI, R. GAUDUEL, Apport de la simulation comme outil d'aide au pilotage des systèmes de production-Exemples d'application, 3e Conférence Francophone de MOdélisation et SIMulation «Conception, Analyse et Gestion des Systèmes Industriels» MOSIM'01 – du 25 au 27 avril 2001 - Troyes (France).
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. and Sadowski, D. A., Simulation with Arena, McGraw-Hill, USA, 2002.
- Slack N., Chambers S., Harrison A., Johnston R., Operations Management, London Pitman Publishing, 4th edition, 2004.
- Michel N., L'essentiel du management industriel, Dunod, Paris, 2006.
- [Trentesaux, 1996] Damien Trentesaux, "Conception d'un système de pilotage distribué, supervisé et multicritère pour les systèmes automatisés de production", Thèse de Doctorat en Automatique - Productique, Institut National Polytechnique de Grenoble, soutenue le 24 janvier 1996.
- [Doumeingts, 1984] Guy Doumeingts, "Méthode GRAI : Méthode de conception en productique", Doctorat d'Etat es Sciences, Université de Bordeaux I, soutenue le 13 novembre 1984.
- [Lorino, 1992] Philippe Lorino, "La gestion par les activités", dans « Évaluer pour évoluer » du Séminaire AFGI du 15 octobre 1992.
- [Giard, 2003] Giard V., "Gestion de la production et des flux", Economica, 2003.
- [Hetreux, 1996] Hetreux G., « Structure de décision multi-niveaux pour la planification de la production : robustesse et cohérence des décisions », Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse, France, 1996.
- [Habchi et al. 99a] G. Habchi et C. Berchet, « Le pilotage industriel : concepts de base pour une approche intégrée », Revue Française de Gestion Industrielle, volume 18, n°2, 1999.
- [Roy 98] Daniel Roy, « Une architecture hiérarchisée multi- agents pour le pilotage réactif d'ateliers de production », Thèse de Doctorat en Automatique - Productique, Université de Metz, soutenue le 15 janvier 1998.
- [Trentesaux, 2002] Trentesaux, Damien. «Pilotage hétérarchique des systèmes de production.» Thèse d'HDR, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis (UVHC),
- Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines, (LAMIH), 2002.
- [Blanc, 2006] Blanc, Pascal. «Pilotage par approche holonique d'un système de production de vitres de sécurité feuilletées.» Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Nantes et Université de Nantes, 2006.
- TAMANI Karim, Développement d'une méthodologie de pilotage intelligent par régulation de flux adaptée aux systèmes de production, Thèse de doctorat, l'université de savoie, 2008.

- [Bongaerts et al., 2000] Bongaerts L., Monostori L., McFarlane D. and Kádár B., “Hierarchy in distributed shop floor control”, Computers in Industry, Vol. 43, N°2, pp. 123–137, 2000.
- [Berchet, 2000] Berchet C., “Modélisation pour la simulation d'un système d'aide au pilotage industriel”, Thèse de doctorat, INPG, Grenoble, France, 2000.
- Law and Kelton, McGrawHill. Simulation Modeling and Analysis, 3rd edition, 2000.
- Shannon, Robert E., & Sadowski, R.P., Introduction to Simulation using SIMAN, 2nd edition, New York, McGraw-Hill, 1995.
- Valérie Dhaevers, Fouad Riane, David Duvivier et Nadine Meskens, Vers un pilotage souple de la performance des systèmes de production, 7e Congrès international de génie industriel – 5-8 juin 2007 – Trois-Rivières, Québec (CANADA).
- Letouzey, Ordonnancement interactif basé sur des indicateurs : Applications à la gestion de commandes incertaines et à l’affectation des opérateurs. Thèse de doctorat. Ecole Nationale d’Ingénieurs de Tarbes, 2001.

- Chang CT (2004). On the mixed binary goal programming problems. App Math Comput , Vol 159, pp 759-768.
- Chang CT (2000). An efficient linearization approach for mixed-integer problems. , European Journal of Operational Research, Vol 123, pp 652-659.
- Chang, C.-T.,(2007-a). Multi-choice goal programming. Omega, Vol 35, pp 389–396.
- Chang, C.-T., (2007-b). Binary fuzzy goal programming. European Journal of Operational Research , Vol 180 (1), pp 29–37.
- Chang, C.-T., (2008). Revised multi-choice goal programming. Applied Mathematical Modeling,Vol 32, pp 2587–2595.
- Chang, C.-T., Lin, T.-C.,(2009). Interval goal programming for S-shaped penalty function.” , European Journal of Operational Research , Vol 199, pp 9–20.
- Chang, C.-T, Chen, H.-M., Zhuang, Z.-Y.,(2012) ‘Multi-coefficients goal programming’, Computers and Industrial Engineering, Vol 62, pp 616-623.
- Chanas, S. and Kuchta, D. (2002) ‘Fuzzy goal programming – One notation, many Meanings’, Control and Cybernetics , Vol. 31, pp.871–890.
- Chanas,S., (1983) ‘The use of parametric programming in FLP’ , Fuzzy Sets and Systems, Vol 11 , pp 243-251.
- Chanas,S., and Kulej, M.,(1984) ‘A Fuzzy linear programming problem with equality constraints’ Control and Cybernetics, Vol 13, pp 195-201.
- Chanas,S., (1989) ‘Fuzzy programming in multiobjective linear programming –a parametric approach’ Fuzzy sets and Systems,Vol 29 , pp 303-313.
- Charnes, A., Cooper, WW. and Rhodes, E. (1978) ‘ Measuring the effi ciency of decision making units’,European Journal of Operations Research, Vol. 2, pp.429–444.
- Charnes, W. and Cooper, W. (1961) ‘Management Models and Industrial Applications of Linear Programming’, John Wiley and Sons, New York.
- Charnes A, Collomb B (1972) Optimal economic stabilization policy: Linear goal-interval programming models, Socio-Economic Planning Sciences,Vol 6, pp 431–435.
- Chen, L-H. and Tsai F-C. (2001) ‘Fuzzy goal programming with different importance and priorities’, European Journal of Operational Research, Vol. 133, pp.548–556.
- Charnes, A. and Cooper, W. (1959). Chance constrained programming. Management Science, Vol 6, pp 73-79.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Ferguson, R. (1955). Optimal estimation of executive compensation by linear programming. Management Science,Vol 1, pp138-151.

- Charnes, A. and Cooper, W.W. (1975). Goal programming and constrained regression – A comment. Omega, Vol 3, pp 403-409.
- Charnes, A. and Cooper, W.W. (1977). Goal programming and multiple objective optimization, part I. European Journal of Operational Research, Vol 1, pp39-54.
- Caballero R, Hernandez M (2006) Restoration of efficiency in a goal programming problem with linear fractional criteria, European Journal of Operational Research, Vol 172, pp 31–39.
- Caballero R, Ruiz F, Uria MV, Romero C (2006) Interactive meta-goal programming, European Journal of Operational Research, Vo 175, pp 135–154.
- Dingwei Wang and Shu-Cherng Fang, (1997) "A Genetics-based Approach for Aggregated Production Planning in a Fuzzy Environment", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics , Part A. Vol. 27, pp. 636-645.
- Dickey, D. and W. Fuller, (1979) "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," Journal of the American Statistical Association, 74, 427-431 .
- Dickey, D. and W. Fuller .(1981) "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root," Econometrica, 49, 1057-1072.
- Dai.F, Fan.L, Sun. L , (2003), "Aggregate Production Planning Utilizing a Fuzzy linear programming", Journal of Integrated Design and Process Science, Vol 7, N 4, pp 81-95
- Deckro, Richard , and John E .Hebert ,(1984), "Goal programming Approaches to Slove Linear Decision Rule Based Aggregate production planing Models" , *IIE Transactions* , Vol . 16 , N°. 4 , pp 308-316.
- Dantzig, G.B. (1955), " Linear programming under uncertainty" , Management Science ,Vol 1 , pp197-206.
- D.S.G.Pollock, (1999) " A Handbook of time-series analysis. Signal processing and dynamics " Copyright by academic press London.
- Elsayed, A. and Thomas O. Boucher ,(1985) " Analysis and control of production Systems " , *New jersey : Prentice-Hall*,.
- Eilon , Samual, (1975) " Five Approaches to Aggregate Production Planning" *AIIE Transactions* , Vol. 7 , N°2 ,.
- Gen, M. and Tsujimura, Y. and Ida, K. (1992) 'Method for solving multiobjective aggregate production planning problem with fuzzy parameters', Computers and Industrial Engineering, Vol. 23, pp.117–120.
- Goodman, David A .,(1974), "A Sectioning Search Approach to Aggregate Planing of Production and Work Force" , *Decision Sciences* , Vol . 5 , pp 545-563.
- Goodman , David A .,(1974), " A Goal programming Approach to Aggregate planning of Production and Work Force " , *Management Science*, Vol . 20 , N°12 , pp 1569-1575.
- Graves,S.C., (1982), " The Application of Queueing Theory to Continuous Perishable Inventory Systems," Management Science, Vol. 28, No., 4, pp. 400-406.
- Gourieroux.C ;Monfort .A, (1990) ;"séries temporelles et modèles dynamique", ed :économica.
- Hannan, E. L. (1981). Linear programming with multiple fuzzy goals. Fuzzy Sets and Systems, Vol 6, pp 235–248.
- Hannan, E.L. (1980). Nondominance in goal programming. INFOR. (Canadian Journal of Research and Information Processing), Vol 18, pp 300-309.
- Hannan, E.L. (1982). Reformulating zero-sum games with multiple goals. Naval Research Logistics Quarterly, Vol 29, pp 113-118.
- Hintz, G. W., & Zimmermann, H. J. (1989). A method to control flexible manufacturing systems. European Journal of Operational Research, Vol 41, pp 321–334.

- Heizer and Render, (1988), " Production and Operation Management : Strategic and Tactical decisions, " 2th ed. Prentice Hall .
- Holt, C.C., Modigliani, F. and Simon, H.A. (1955) 'Linear decision rule for production and employment scheduling', Management Science, Vol. 2, pp.1–30.
- Holt.A.J, (1981), "AHeuristic Method For Aggregate Production Planning: Production Decision Framework", Journal of opertions Management, Vol 2, N 1, pp 41-51.
- Hwang.H, Cha.C.N , (1995), "An improved Version Of The Production Switching Heuristic For The Aggregate Production Planning Problem" , Inter national journal of production Research,Vol 33, N 9, pp 2576-2577.
- Hwang, C.L. and A.S.M. Masud, (1979) . "Multiple objective decision making. Methods and applications" . (Lecture notes in economics and mathematical systems). Berlin; New York: Springer-Verlag
- Ignizio, J.P. (1982-a) 'On the (re)discovery of fuzzy goal programming', Decision Sciences, Vol. 13, pp.331–336.
- Ignizio JP (2004) Optimal maintenance headcount allocation: An application of Chebyshev goal programming, International Journal Of Production Research, Vol 42, pp 201–210.
- Ignizio, J.P. (1982). Linear Programming in Single and Multiple-objective Systems. Prentice- Hall, New Jersey.
- Iginizio, J.P. (1983) 'Generalized Goal Programming, An Overview', Computers and Operational Research, Vol. 10, No. 4, pp.277–289.
- Ignizio JP, Perlis JH (1979) Sequential linear goal programming: Implementation via MPSX.
- Ignizio, J.P. (1978). A review of goal programming: a tool for multiobjective analysis. Journal of the Operational Research Society".Vol 27, pp 1109-1119.
- Francis Lambersand, Organisation et génie de production : concepts d'optimisation des flux industriels par stock zéro , délai zéro, Ellipses, 1999.
- Groupe GOThA (sous la direction de Philipe Baptiste, Emmanuel Néron, Francis Sourd), Modèles et Algorithmes en Ordonnancement, exercices & problèmes corrigés, ellipses, Paris, 2004.
- Hannan, E.L. (1981-a) 'On Fuzzy Goal Programming', Decision Sciences, Vo l., N 12, pp.522–531.
- Hannan, E.L. (1981-b) 'Linear programming with multiple fuzzy goals', Fuzzy Sets and Systems, Vol. 6, pp.235–248.
- Hanssman , F. and S.W.Hess ,(1960), " A Linear programming Aproach to production and Employment Scheduling " *Managament Science* ,Vol 1 . pp 46-51.
- Hax C.A., Candea. D,(1984) ," production and inventory management" prentice-hall, Englewood cliffs, Nj,.
- Hax, A. C., (1978) , Aggregate production planning, In J. Morder and S. E. Elmaghraby (eds) Handbook of Operations Research: Models and Applications (New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 127- 169.
- Hsieh, S. and Wu, M., (2000), "Demand and Cost Forecast Error Sensitivity Analyses in Aggregate Production Planning by Possibillistic Linear Programming Models", Journal of Intellligent Manufacturing 11, No.4, pp 355-364.
- Hurlin.C; (2003)" économétrie appliquée des séries tenporelles"; Université de paris Dauphine.
- Ignizio JP (1976) Goal Programming and Extensions, Lexington Books, Lexington, MA. Computers and Operations Research, Vol 6, pp 141–145.

- Ignizio JP (1985) An algorithm for solving the linear goal programming problem by solving its dual, Journal of the Operational Research Society, Vol36, pp 507–515.
- Ignizio JP, Cavalier T (1994) Linear Programming, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ
- Ignizio, J.P. (1981). The determination of a subset of efficient solutions via goal programming. Computers and Operations Research, Vol 8, pp 9-16.
- Ignizio, J.P. (1985). Introduction to Linear Goal Programming. Sage Publications, Beverley
- Ignizio, J.P. (1983). Generalized goal programming. An over-view. Computer and operations Research, Vol 10, pp 277-289.
- Ignizio, J.P. (1982–b) 'Notes and communications of the (re)discovery of fuzzy goal programming',Decision Sciences, Vol. 13, pp 331–336.
- Inuiguchi. M., Y. Kume.,Y (1991)," Goal programming problems with interval coefficients and target intervals". European Journal of Operational Research, Vol 52, pp 345—360.
- J.Carlier & P.Chrétienne, problèmes d'ordonnancement : modélisation, complexité, algorithmes, Masson, Paris, 1988.
- Jaaskelainen, V., (1969) "A goal programming model for aggregate production planning", Swedish Journal of Etonomtcs 71 (2)(1969) I4-29.uction planning", Swedish Journal of Economics,Vol 71, N° 2 , pp 14-29.
- Jones DF, Tamiz M (2002) Goal Programming in the period 1990–2000, in Multi-Criteria Optimization: State of the Art Annotated Bibliographic Surveys, Ehrgott M, Gandibleux X (Eds.), Kluwer, Dordrecht, pp 129–170.
- Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A. and Rodríguez, M.V. (2007) 'Linear programming with fuzzy parameters: an interactive method resolution', European Journal of Operational Research, Vol. 177, No. 3, pp.1599–1609
- Jamalnia, A. and Soukhakian, M.A. (2009) 'A hybrid fuzzy goal programming approach with different goal priorities to aggregate production planning', Computers and Industrial Engineering, Vol. 56, pp.1474–1486.
- Kadi.A.D ; (2002), "production industrielle, Notes de coures " ;Université de Laval ; Québec .
- Koontz ,H , Donnell. C. O, (1980) , Management principes et méthodes de gestion edition :MccGraw-Hill Irwin ; USA.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (1999). Operations management: strategy and analysis. Singapore: Addison-Wesley.
- Kaufmann, A. and Gupta, M.(1998), Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science, North Holland, New York,.
- Khoshnevis , Behrokh, Philip M.Wolfe, and M.Palmer Terrell,(1981), "Aggregate planning Models Incorporating Productivity- an Ovrview " , *International Journal of Production Research* , Vol.20 , N°5 .pp 555 - 564.
- Keown, A.J., and Taylor III, B.W.,(1980) "A chance-constrained integer goal programming model for capital budgeting in the production area", Journal of the Operational Research Society , Vol 3, N 7 , pp 579-589.
- Kornbluth, J.S.H.,(1974) "Daalily, indifference and sensitivity analysis in multiple objective linear programming", Operational Research Quarterly, Vol 25, N6 , pp 599-614.
- Kim, J.S. and Whang, K.S. (1998) 'A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function', European Journal of Operational Research, Vol. 107, pp.614–624.

- Kim, J.S., Sohn. B.A., Whang, K.S. (2002) ‘A tolerance approach for unbalanced economic development policy-making in a fuzzy environment’, Information Sciences, Vol 148, pp71–86.
- Kluyver, C.A., (1979)., “An exploration of various goal programming formulations with application to advertising media scheduling, Journal of the Operational Research Society,Vol 30 , pp 167-171.
- José F.G., Jorge José de M.M. et Mauricio G.C.R., « A Hybrid Genetic Algorithm for the Job Shop Scheduling Problem », AT&T Labs Research Technical Report TD-5EAL6J, September 2002.
- Kwiatkowski, D., P.C.B. Phillips, P. Schmidt and Y. Shin .(1992) "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root," Journal of Econometrics, 54, 159-178.
- Lai y-j, Hwang c-l. (1992-a), A new approach to some possibilistic linear programming problems. Fuzzy sets syst; Vol 49, pp 121–33.
- Lai, Y. J., & Hwang, C. L. (1992-b). Fuzzy mathematical programming: methods and applications. Heidelberg: Springer.
- Leberling, H. (1981). On finding compromise solutions in multicriteria problems using the fuzzy min-operator. Fuzzy Sets and Systems,Vol6, pp 105–118.
- Lee, S.M., and Moore, L.J.,(1974) "'A practical approach to production schedufing, production and inventory management", Management Scwnce , Vol 15 , pp 79- 91.
- Lee, S.M., Clayton, E.R., and Taylor, RW.,(1978), "A goal programming apprcach to multi-period production line scheduling", Computers & Operations Research,Vol 5, pp 205-211.
- Lee, Y. Y, (1990). Fuzzy set theory approach to aggregate production planning and inventory control. PhD Dissertation. Department of I.E., Kansas State University.
- Lee,Y,Y, (1993) « A Fuzzy linear programming approach to aggregate production planning, Journal of the chinese institute of industrial engineers,Vol 10, N 1 , pp 25-32
- Lockett, A.G, and Muhlemann, A.P.(1978-a), "'A problem of aggregate scheduling An applicauon of goal programruing", International Journal of Production Research, Vol 16, p 127-135.
- Love.C.E and Turner.M, (1993), “Note on utilizing stochastic optimal control in aggregate production planning”, European Journal of Operational Research, Vol. 65, pp 199-206 .
- McClain .J.O, Thomas.L.J, et Mazzola.J.B, (1992), "Operations Management, 3ème édition, PrenticeHall" , Englewood Cliffs.
- Narasimhan, R. (1980) ‘Goal Programming in a Fuzzy Environment’, Decision Sciences, Vo l. 11, pp.325–336.
- Olivier .C ; (2002), "Gestion de la production "; écoles de technologie supérieures ;Université de Laval .
- Peter J Brockwell, Richard A Davis, (2002) "Introduction to Time Series and Forecasting " Springer-Verlag New York, Inc.
- Phillips, P.C.B. and P. Perron .(1988) "Testing for Unit Roots in Time Series Regression," Biometrika, 75, 335-346.
- Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang (2005) ‘Aggregate production planning with multiple fuzzy goals’, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 25, pp.589–597.
- Romero, C. (2004) ‘A general structure of achievement function for a goal programming model’, European Journal of Operational Research, Vol. 153, pp.675–686.

- Romero C, Tamiz M, Jones DF (1998) Goal programming, compromise programming and reference point method formulations: Linkages and utility interpretations, Journal of the Operational Research Society, 49(9), pp 986–991.
- Romero, C. (1991). Handbook of Critical Issues in Goal Programming. Pergamon Press, Oxford.
- Romero C (2001) Extended lexicographic goal programming: A unifying approach, Omega,Vol 29, pp 63–71.
- Ruey S.Tsay, (2002)" Analysis of finanaciel time series " John wiley & sons, INC .
- Saad, G. (1982). An overview of production planning model: structure classification and empirical assessment. International Journal of Production Research,Vol 20, pp 105–114.
- Russell davidson, James G Machimon, (1999) " Econometric Theory and Methods " Copyright.
- Sang. M.L., and Olson.D.L, (1999), "Goal Programming," in Multicriteria Decision Making, Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory and Applications", Vol. 8, T. Gal, T. J. Stewart, and T. Hanne, eds., pp. 1–33.
- Manuel de Gestion, volume2, Armand et al ; livre7 « Gestion de la Production », Pierre-Marie Gallois et al, Ellipses, 1999.
- Michel Pinedo, Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems; Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersy.
- Mohamed Anis Allouche et al ; Solving multicriteria scheduling flow shop problem through compromise programming and satisfaction functions ; European Journal of Operational Research 192 (2009) 460-467.
- Mohsen Akrout, Faouzi Masmoudi ; Fonction ordonnancement au sein d'un système de gestion de production « étude d'un cas » ; Lebanese Science Journal, Vol. 10, No.1, 2009.
- Patrick Esquirol, Pierre Lopez. L'ordonnancement, Edition Economica, Paris, 1999.
- Sandrine Lardic, Valérie Mignon, (2002) " Econometrie des séries temporelles macroeconomiques et financieres" Economica , paris.
- Sipper d, bulfin jr rl.(1997), "Production planning, control, and integration". New york: mcgraw-hill.
- Steven Nahmias: Production and Operations Analysis, 4ième edition, McGraw-Hill Irwin200, cité à : Claude Olivier , gestion de la production , École de technologie supérieure , Université du Québec , 2002.
- Tamiz M, Jones DF, Romero C (2001) Comments on Romero C, Tamiz M, Jones DF (1998) Goal programming, compromise programming and reference point method formulations: Linkages and utility interpretations – Final reply to the comments of Professor Ogryczak, Journal of the Operational Research Society, Vol 52, pp 964–965.
- Tamiz, M., Jones, D. E and Romero, C. (1998). Goal programming for decision making: an overview of the current state-of-the-art. European Journal of Operational Research, Vol 111, pp 569-581.
- Tang, j ., Fung, r. Y. K., and Wang, d., (1999), A fuzzy approach to modelling production and inventory planning,In Proceeding s of the 14th IFAC World Congress, Beijing, July, Vol. A, pp 261- 266.
- Tang, J., Fung, R. Y. K., and Yung K. –L., (2003) , "Fuzzy modelling and simulation for aggregate production planning", International Journal of Systems Science, Vol 34, pp 661-673.
- Tang, J., Wang, D. and Fung, R.Y.K. (2000) 'Fuzzy formulation for multi-product aggregate production planning', Production Planning and Control, Vol. 11, pp.670–676.
- Taubert, W.H. (1968) 'A search decision rule for the aggregate scheduling problem', Management Science, Vol. l4, pp.343–359

- Techawiboonwong . A , Yenradee. P., (2002), "Aggrégate Production planning Using Spreadsheet Slover : Model and Case Study", Journal Of Science Asia ;Vol 4 ; pp 291-300.
- Techawiboonwong, A. and Yenradee, P. (2003). Aggregate production planning with workforce transferring plan for multiple product types. Production Planning and Control, Vol 14, N 5, pp 447-458.
- Tersine RJ, (1980) , Production/Operation Management, Elsevier North Holland.
- Tiwari RN, Dhahmar S, Rao JR (1987) Fuzzy goal programming: An additive model, Fuzzy Sets and Systems, Vol 24, pp 27–34.
- Verdegay, J.L., (1984-a) 'A dual approach to solve the fuzzy linear programming problem' Fuzzy Sets and Systems, Vol 14, pp 131-141.
- Verdegay, J.L., (1984-b) 'Application of fuzzy optimization in operational research' Control and Cybernetics, Vol 13, pp 229-239.
- Vergin, R.C., (1966) "Production Scheduling Under Seasonal Demand," Journal of Industrial Engineering, Vol. 7, pp 260-266.
- Vincent Giard, Gestion de la production et des flux, Édition Economica, 3ème édition 2003.
- Vitoriano, B., Romero, C. (1999) . Extended interval goal programming. Journal of Operational Research Society. Vol 50, pp 1280–1283.
- Vollmann.T.E, Berry. W.L et Whybark. D.C , (1997), "Manufacturing Planning and Control Systems", Business One Irwin, Homewood, Illinois.
- Wang d, fang s-c.(1997), 'A genetics-based approach for aggregated production planning in a fuzzy environment. Ieee trans syst, man, cybernet – part a: syst humans; Vol 27, pp 636–645.
- Wang r-c, fang h-h. (2001), Aggregate production planning with fuzzy variables. Int j ind eng; Vol 8 , pp 37–44.
- Wang r-c, liang t-f. (2004), Application of fuzzy multi-objective linear programming to aggregate production planning. Comput ind eng , Vol 46, pp 17–41.
- Wang R-C, Liang T-f., (2005), Aggregate production planning with multiple fuzzy goals. Intell j adv manuf technol; Vol 25, pp 589–97.
- Wang x, kerre ee. (2001), Reasonable properties for the ordering of fuzzy quantities Fuzzy sets syst , Vol 118, pp 375–85.
- Wang, H-F. and Fu, C-C. (1997) 'A generalization of fuzzy goal programming with pre-emptive structure', Computers Operational Research, Vol. 24, No. 9, pp.819–828.
- Wang, R. C., & Fang, H. H. (2000). Aggregate production planning in a fuzzy environment. International Journal of Industrial Engineering/Theory, Application and Practice, 7(1), pp 5–14.
- Wang, R. C., & Fang, H. H. (2001). Aggregate production planning with multiple objectives in a fuzzy environment. European Journal of Operational Research, Vol 133, pp 521–536.
- Ward, T. L., Ralston, P. A. S. and Davis, J. A. (1992) Fuzzy logic control of aggregate production planning, Computers and Industrial Engineering, Vol 23, pp 137-140.
- Werners,B., (1987-a) 'Interactive multiple objective programming subject to flexible constraints' European Journal of Operational Research , Vol 31, pp 342-349.
- Werners,B., (1987-b) 'Interactive fuzzy programming system' European Journal of Operational Research , Vol 31, pp 131-147.
- Yaghoobi MA, Jones DF, Tamiz M , (2008), Weighted additive models for solving fuzzy goal programming problems, Asia-Pacific Journal of Operational Research, Vol 25, pp 715–733.

- Yaghoobi, M.A. and Tamiz, M. (2007-b) 'A method for solving fuzzy goal programming problems based on MINMAX approach', European Journal of Operational Research, Vol. 177, pp.1580–1590.
- Zadeh, L.A. (1965) 'Fuzzy Sets', Information and Control, Vol. 8, pp.338–353.
- Zeleny, M. (1982). Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill, New York.
- Zeleny, M. (1981). The pros and cons of goal programming. Computers and Operations Research, Vol 8, pp 357-359.
- Zimmerman, H.J. (1978) 'Fuzzy programming and linear programming with several objective functions', Fuzzy Sets and Systems, Vol. 1, pp.45–56.
- Zimmermann, H.-J. (1976). Description and optimization of fuzzy systems. International Journal of General Systems,Vol 2, pp 209–215.

الملاحق

I.J. Intelligent Systems and Applications, **2013, 04, 20-29**
Published Online March 2013 in MECS (http://www.mecs-press.org/)
DOI: 10.5815/ijisa.2013.04.02

Weighted Additive Fuzzy Goal Programming Approach to Aggregate Production Planning

Mohammed. Mekidiche
Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, -Maghnia Annex –Algeria
E-mail: mkidiche@yahoo.fr

Mostefa Belmokaddem
Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, Algeria
E-mail: belmo_mus@yahoo.fr

Zakaria Djemmaa
Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, Algeria
E-mail: djemmaa_z@yahoo.fr

Abstract— This study presents a new formulation of Weighted Additive fuzzy goal programming model developed by Yaghoobi and Tamiz [21]. and Yaghoobi et al [22] for aggregate production planning (WAFGP-APP), The proposed formulation attempts to minimize total production and work force costs, carrying inventory costs and rates of changes in Work force. A real-world industrial case study demonstrates applicability of proposed model to practical APP decision problems. LINGO computer package has been used to solve final crisp linear programming problem package and getting optimal production plan.

Index Terms— Aggregate Production Planning, Weighted Additive Fuzzy Goals Programming, Membership Function

I. Introduction

Aggregate production planning (APP) deals with matching supply and demand of forecasted and fluctuated customer's orders over the medium time range, up to approximately 12 months into the future. The problem of aggregate production planning is concerned with management's response to fluctuations in the demand pattern. Specifically, haw can the productive, man power, and goods resources best be utilized in the face of changing demands in order to minimize the total cost of operations over a given planning horizon.

In responding to changing demands, management can utilize the following strategies:

- Adjust the work force through hiring and firing.
- Adjust the production rate through overtime and under-time.
- Absorb demand fluctuation rate through inventory back logging or allowing lost sales.
- The production rate may be kept on a constant level and the fluctuations in demand met by altering the level of subcontracting.

Clearly, each of the above pure strategies implies a set of cost which may be both direct and opportunity. Changing the work force implies costs associated with hiring and layoff. Production rate changes entail costs of overtime and idle resource. Excess inventories require capital investment as well as direct costs while shortages imply lost revenue and customer goodwill.

Any combination of these preceding strategies is course also possible. The problem of the APP is to select the strategy with least cost to the firm. This problem has been under an extensive discussion and several alternative methods for finding an optimal solution have been suggested in the literature.

The term "aggregate" implies that the planning is done for a few aggregate product categories. The purposes of APP are (1) to set up overall production levels for each product category to meet the fluctuating or uncertain demands in the near future; (2) to set up decisions and polices on the issues of hiring, layoff, overtime, backorder, subcontracting, and inventory level, which means that the APP will determine the appropriate Resources to be used as well.

When using any of the APP models, it is often assumed that the goals and the model inputs (resources and demands) are deterministic/crisp. In practice, demands, resources and costs are usually imprecise/fuzzy. The current APP model represents the information in a fuzzy environment where the objective function and the parameters are not completely defined and cannot be accurately measured. The best compromise APP will balance the cost of building and holding inventory against the cost of adjusting activity levels to meet the fluctuations in demands. The forecasted demand in a particular period could either be satisfied or backordered. However, the backorder must be fulfilled within the next period.

This research paper has IX sections. In section I is introduction and the definition of the problem of APP. In section II, will address the literature review of APP. In section III dealt a Fuzzy goal programming (FGP).In section IV we study the types of membership functions, The section V we dealt with the Weighted additive fuzzy goal programming (WAFGP), proposed by Yaghoobi et al [22].in the Section VI we explained the how to formulate the problem of APP as a multi-objective problem. The section VII we have using WAFGP to formulate the problem of APP, a real-world industrial case study demonstrates applicability of proposed model in section VIII, Finally conclusion is presented in Section IX.

II. Literature Review

Since Holt, Modigliani, and Simon [10] proposed the HMMS rule in 1955, researchers have developed numerous models to help to solve the APP problem, each with their own pros and cons. According to Saad [15], al traditional models of APP problems may be classified into six categories—(1) linear programming (LP) [5, 16], (2) linear decision rule (LDR) [10], (3) transportation method [2], (4) management coefficient approach [3], (5) search decision rule (SDR) [18], and (6) simulation [11]. When using any of the APP models, the goals and model inputs (resources and demand) are generally assumed to be deterministic/crisp and only APP problems with the single objective of minimizing cost over the planning period can be solved. The best APP balances the cost of building and taking inventory with the cost of the adjusting activity levels to meet fluctuating demand.

In practice, the input data in the problem of APP and also data of demand, resources and cost, as well as the objective function are frequently imprecise/fuzzy because some information is incomplete or unobtainable. Traditional mathematical programming techniques clearly cannot solve all fuzzy programming problems. In 1976, Zimmermann [24] first introduced fuzzy set theory into conventional LP problems.

Many aspects of the APP problem and the solution procedures employed to solve APP problems lend themselves to the fuzzy set theory approach. Fuzzy APP allows the vagueness that exists in the determining forecasted demand and the parameters associated with carrying charges, backorder costs, and lost sales to be included in the problem formulation. Fuzzy linguistic “if-then” statements may be incorporated into the APP decision rules as means for introducing the judgment and past experience of the decision maker into the problem. In this fashion, fuzzy set theory increases the model realism and enhances the implementation of APP models in industry. The usefulness of fuzzy set theory also extends to multiple objective APP models where additional imprecision due to conflicting goals may enter into the problem.

Gen et al [7]. Present a fuzzy multiple objective aggregate planning models. The model is formulated as a fuzzy multiple objective programming model with objective function coefficients, technological coefficients and resource right-hand side values, represented by triangular fuzzy numbers. A transformation procedure is presented to transform the fuzzy multiple objective APP model into a crisp model. The transformation procedure and computational algorithm are demonstrated for a numerical example involving a six-period planning horizon. Multiple objectives of minimizing total production costs, inventory and backorder costs, and changes in the work force level were used.

Tang et al. [17] focus on a novel approach to modeling multi-product APP problems with fuzzy demands and fuzzy capacities, considering that the demand requirements are fuzzy demand in each period during the planning horizon, The objective of the problem considered is to minimize the total costs of quadratic production costs and linear inventory holding costs. By means of formulation of fuzzy demand, fuzzy addition and fuzzy equation, the production inventory balance equation in single stage and dynamic balance equation are formulated as soft equations in terms of a degree of truth, and interpreted as the levels of satisfaction with production and inventory plan in meeting market demands. As a result, the multi-product APP problem with fuzzy demands and fuzzy capacities can be modeled into a fuzzy quadratic programming with fuzzy objective and fuzzy constraints.

Wang and Fang [19] present a novel fuzzy linear programming method for solving the APP problem with multiple objectives where the product price, unit cost to subcontract, work force level, production capacity and market demands are fuzzy in nature. An interactive solution procedure is developed to provide a compromise solution.

Wang and Liang [20] develop a fuzzy multi-objective linear programming model for solving the multi-product APP decision problem in a fuzzy environment. The proposed model attempts to minimize total production costs, carrying and backordering costs and rates of changes in labor levels considering inventory level, labor levels, capacity, warehouse space and the time value of money.

Abouzar Jamalnia and Mohammad Ali Soukhakian [1] developed a hybrid (including qualitative and quantitative objectives) fuzzy multi objective nonlinear programming model with different goal priorities for solving APP problem in a fuzzy environment. the proposed model tries to minimize total production costs, carrying and back ordering costs and costs of changes in workforce level (quantitative objectives) and maximize total customer satisfaction (qualitative objective) with regarding the inventory level, demand, labor level, machines capacity and warehouse space.

This study presents an new formulation of APP based A Weighted additive fuzzy goal programming (WAFGP) model developed by Yaghoobi and Tamiz [21] and Yaghoobi et al [22] and its application in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances for solving the problems of the APP. The proposed model minimizes total production and work force costs, cost of inventory and minimize of degree of change in Work force.

III. Fuzzy Goal Programming

A useful tool for dealing with imprecision is fuzzy set theory [23]. An objective with an imprecise aspiration level can be treated as a fuzzy goal. Initially, Narasimhan [14] incorporated fuzzy set theory in goal programming (GP) in 1980 and presented a fuzzy goal programming FGP model [14]. Hannan simplified the Narasimhan method to an equivalent simple linear programming in 1981 [9]. These pioneering works led to extensive research in the use and application of FGP to real life problems.

To solve FGP problems various models based on different approaches have been proposed. A survey and classification of FGP models has been presented by Chanas and Kuchta [6]. There are three types of fuzzy goals which are the most common. The following FGP model contains these fuzzy goals.

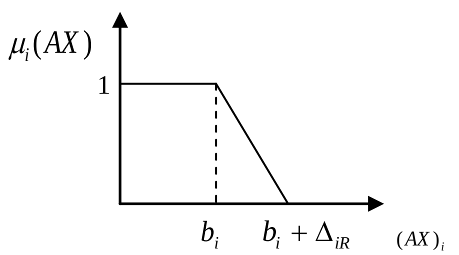
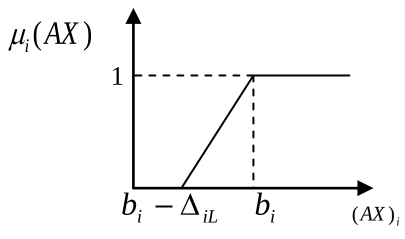
$$\begin{aligned} OPT\ \ (AX)_i &\underset{\approx}{\le} b_i \quad i=1,\dots,i_O \\ (AX)_i &\underset{\approx}{\ge} b_i \quad i=i_O+1,\dots,j_0 \\ (AX)_i &\cong \quad i=j_O+1,\dots,K \\ X &\in C_{S,} \end{aligned}$$

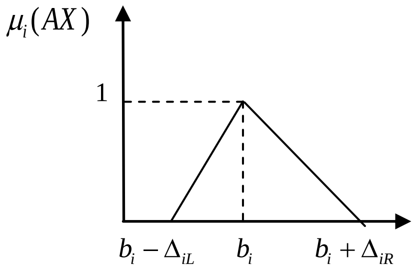
Where OPT means finding an optimal decision X such that all fuzzy goals are satisfied, $AX)_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \quad i=1,\dots,k$, b_i is the aspiration level for $i.th$ goal, and the symbol $\cong$ is a fuzzifier representing the imprecise fashion in which the goals are stated

IV. Membership Function

Narasimhan [14] and Hannan [8, 9] were the first to give a FGP formulation by using the concept of the membership functions. These functions are defined on the interval [0, 1]. So, the membership function for the $i-th$ goal has a value of 1 when this goal is attained and the decision makers are totally satisfied; otherwise the membership function assumes a value between 0 and 1.

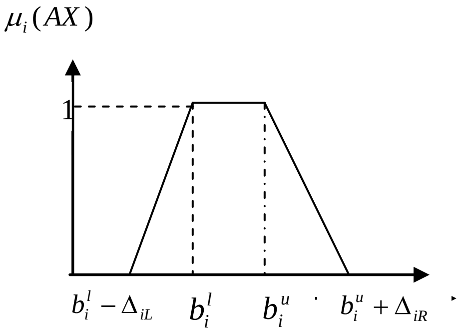
Linear membership functions are used in literature and practice more than other types of membership functions. For the above four types of fuzzy goals linear membership functions are defined and depicted as follows (Fig. 1):

Membership function	**Analytical definition**
	$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 & if\ \ (AX)_i \le b_i \\ 1-\dfrac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} & if\ \ b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iR} \quad i=1,..,i_0 \\ 0 & if..(AX)_i \ge b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$ (1)
Type 1	
	$\mu_i\ (AX)_i = \begin{cases} 1 & if\ \ (AX)_i \ge b_i \\ 1-\dfrac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} & if\ \ b_i - \Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_i \quad i=i_0+1,\dots,j_0 \\ 0 & if\ \ (AX)_i \le b_i - \Delta_{iL} \end{cases}$ (2)
Type 2	



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

Type 3



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

Type 4

Fig. 1: linear membership function and Analytical definition

Where Δ_{iR} (or Δ_{iL}) is the quantity of a tolerance for the case of fuzzy goal, $(AX)_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j$. $i = 1, \ldots, k$, b_i is the aspiration level for $i.th$ goal, C_s is an optional set of hard constraints as found in linear programming (LP).

V. A Weighted Additive Fuzzy Goal Programming (WAFGP)

Yaghoobi et al [22] has been proposed other approach for solving FGP problems with unequal weights can be formulated as a single linear programming problem with the concept of tolerances, The attempted to extend Kim and Whang [12] model and Yagoobi and Tamiz [21] by introducing an LP model that is able all types of memberships functions (type1-type4) their model can be formulated as follow:

$$\min \quad z = \sum_{i=1}^{i_0} w_i \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} + \sum_{i=i_0+1}^{j_O} w_i \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \sum_{i=j_o+1}^{K} w_i \left(\frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}}\right)$$

$subject \ \ to$:

$$\begin{array}{ll} (AX)_i - \delta_i^+ \le b_i & i = 1, \ldots, i_o \\ \mu_i + \dfrac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} = 1 & i = 1, \ldots, i_o \\ (AX)_i + \delta_i^- \ge b_i & i = i_0 + 1, \ldots, j_0 \\ \mu_i + \dfrac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} = 1 & i = i_0 + 1, \ldots, j_0 \\ (AX)_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i & i = j_o + 1, \ldots, k_0 \\ \mu_i + \dfrac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \dfrac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} = 1 & i = j_o + 1, \ldots, K \\ (AX)_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i & i = j_o + 1, \ldots, K \\ (AX)_i - \delta_i^+ \le b_i^u & i = k_0 + 1, \ldots, K \\ (AX)_i + \delta_i^- \ge b_i^l & i = k_0 + 1, \ldots, K \\ \mu_i, \delta_i^-, \delta_i^+ \ \ge 0 & i = 1, \ldots, K \\ X \in C_s & \end{array}$$

Where C_s an optional set of hard constraints as is found in linear programming (LP) μ_i is degree of membership function for ith goal.

The advantages of new model are:

- the WAFGP developed by Yaghoobi et al [22] can de utilized for these types of membership functions
- the new formulation determines the degree of membership function for every variables
- The optimal solution of new model is equal to the degree of membership function for ith fuzzy goal.

VI. Multi-Objective Programming (MOP) Model To APP

6.1 Parameters and constants definition

v_{it} : Production cost for product i in period t excluding labour cost in period t (Unit).

c_{it} : Inventory carrying cost for product i between period t and $t+1$.

r_t: Regular time work force cost per employee hour in period t.

d_{it} : Forecasted demand for product i in period t. (Units).

K_{it} : Quantity to produce one worker in regular time for product i in period t.

I_{oi} : Initial inventory level for product i .(units)

T : Horizon of planning.

N : Total number of products

P_{it} : Quantity of i product to the period t.

I_{it} : Inventory level for product i in period t (units)

H_t : Worker hired in period t (man).

F_t : Workers lay off in period t (man).

$I_{it.Min}$: Minimum inventory level available for product i in period t (units).

W_t : Total number of work force level in period t (man).

W_{Min}: The minimum work force level (man) available in period t.

W_{Max} : The maximum work force level (man) available in period t.

6.2 Objective functions

Masud and Hwang [13] specified three objective functions to minimize total production costs, carrying and backordering costs, and rates of change in labour levels. In this study, we propose a model will be using two strategies where they are available in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances. In their multi-product APP decision model, the three objectives to the APP model can be formulated as follows:

- Minimize total production costs

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

The production costs include: regular time production, overtime, carrying inventory, specifies the costs of change in Work force levels, including the costs of hiring and layoff workers.

- Minimize carrying costs

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

- Minimize changes in labour levels

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

Where the symbol $\cong$ is the fuzzified version of $=$ and refers to the fuzzification of the aspiration levels.

The objective functions of the APP model, in this study assume that the DM has such imprecise goals as the objective functions should be essentially equal to some value. These conflicting goals are required to be simultaneously optimized by the DM in the framework of fuzzy aspiration levels.

6.3 Constraints

- The inventory level constraints :

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

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

- Constraints on labour levels:

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

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

- Constraints on labour capacity in regular and overtime:

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

- Non-negativity constraints on decision variables:

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

VII. WAFGP Model for APP (WAFGP-APP)

We will use the method that was developed by Yaghoobi et al, [22] for formulated the APP problem in the fuzzy gaols, the complete WAFGP-APP model can be formulated as follows.

$$Min \quad Z_4 = \sum_{i=1}^{3} w_i \frac{\delta_i^+}{\Delta_{IR}}$$

$ST:$

$$Z_1 - \delta_i^+ \le b_1 \quad (Minimize\,total\ production\ \cos ts)$$

$$Z_2 - \delta_i^+ \le b_2 \quad (Minimize\,carying\ \cos ts)$$

$$Z_3 - \delta_i^+ \le b_3 \quad (Minimize\,changes\ in\ labor\ levels)$$

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

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

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

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

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

$$\mu_i + \frac{1}{\Delta_{IR}} \le 1$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \delta_i^+ \ge 0$$

VIII. Model Implementation

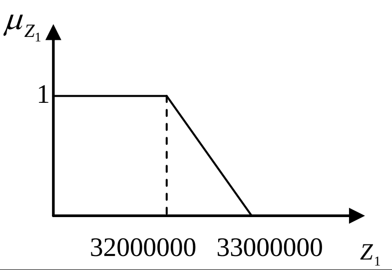
8.1 An industrial case study and data description

In this section, as a real-world industrial case a data set provided by the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances (BENTAL) in Algeria , This company manufactures three types of products which are important, and one of the raw materials used in many industries with: Bentonite (BEN), Carbonate of calcium (CAL) , Discoloring (TD), The Firm operates 175 workers, and the system of work in the Firm is a continuous production (8×3 hours) for all days of the week except Thursday hailed the work is only a half-day and Friday, which is rest day, and production management composed in 68 worker divide in 3 groups.

The individual firm in the production of mineral products mentioned above, the demand for their products makes is large, which may cause problems in the productive capacity of this firm.

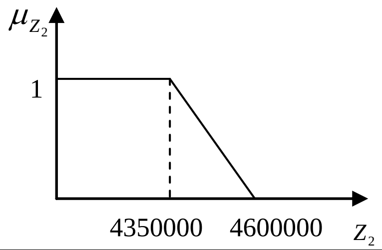
Therefore, fluctuations in demand on the level and volatility of productive capacity, calls for the Firm in an attempt to develop a plan of production, trying to cope with the impact that fluctuations in demand due to seasonal changes, Table 1 summarizes the basic data gathered from the firm , The proposed model implementation in the company has the following conditions:

1. There is a six period planning horizon.
2. A three product situation is considered.
3. The initial inventory in period 1 is $I_{10} = 1857$ Tons of BEN, $I_{20} = 1029$ Tons of TD and $I_{30} = 1860$ Tons of CAL.
4. Minimum inventory must be maintained during the period t of product i is $500.Tons$
5. The costs associated with hiring and layoff; according to estimations of human resource management department per man are respectively 5178DA/man and 4155 DA/man.
6. The cost of one worker in the production of three products during the t period is $r_t = 2694.706.DA/man$
7. The minimum work force level (man) available in each period is $W_{Min} = 55$ worker.
8. The maximum work force level available in each period is $W_{Max} = 68$ worker.
9. The initial worker level is ($W_0 = 68$).
10. The Maximum capacity of storage in 3 products in the firms is 6000 Tons.
11. The membership's functions related to each objective, and then we will define the type of membership's functions. The details of the type of memberships function of is as follow:



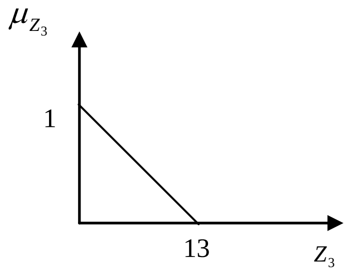
$$\mu_{Z_1}\begin{cases} 1 & if \quad Z_1 \le 32000000 \\ \dfrac{33000000 - Z_1}{33000000 - 320000000} & if \quad 32000000 \le Z_1 \le 33000000\,. \\ 0 & .if \quad Z_1 \ge 33000000\,. \end{cases}$$

Fig. 4: Membership function of Z_1 (Minimize total production costs)



$$\mu_{Z_2}\begin{cases} 1 & .if \quad Z_2 \le 4350000 \\ \dfrac{4600000 - Z_2}{4350000 - 4600000} & if \quad 4350000 \le Z_2 \le 4600000. \\ 0 & .if \quad Z_2 \ge 4600000. \end{cases}$$

Fig. 5: Membership function of Z_2 (Minimize carrying costs)



$$\mu_{Z_3}\begin{cases} 1 & if \quad Z_3 \le 0 \\ \dfrac{13 - Z_2}{13} & if \quad 0 \le Z_3 \le 13. \\ 0 & if \quad Z_3 \ge 13. \end{cases}$$

Fig. 6: Membership function of Z_3 (Minimize changes in labour levels)

Table 1: The basic data provided by Bental firm (in units of Algeria dinar DA ...1\$ $\cong 90$ DA)

Product	Period	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

8.2 Formulations the WAFGP-APP

Based on the above information and using a model developing by Yaghoobi et al [22] the fuzzy goal programming formulation in this study as follows:

$$Min \;\; Z_5 = \frac{\delta_1^+}{1000000} + \frac{\delta_2^+}{250000} + \frac{\delta_3^+}{13}$$

Subject to:

$$Z_1 - \delta_1^+ \le 32000000$$

$$Z_2 - \delta_2^+ \le 4350000$$

$$Z_3 - \delta_3^+ \le 0$$

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \leq 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000$$
$$I_{it} \geq 500$$
$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$\mu_1 + \frac{\delta_1^+}{1000000} \leq 1$$
$$\mu_2 + \frac{\delta_2^+}{250000} \leq 1$$
$$\mu_3 + \frac{\delta_3^+}{13} \leq 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \delta_1^+, \delta_2^+, \delta_3^+ \geq 0$$
$$i = 1.,2.,3 \quad t = 1.,2.,...,6 \quad W_t, H_t, F_t \text{ (Integers).}$$

8.3 Solve the WAFGP-APP Problem

The LINGO computer software package was used to run the Linear programming model. Table 2 presents the optimal aggregate production plan in the industrial case study based on the current information.

Using WAFGP-APP to simultaneously minimize total production costs (Z_1), carrying costs (Z_2), and changes in Work force levels (Z_3), yields total production cost of 32032504.2 DA, carrying cost of 4375292.99 DA, and changes in Work force levels of 0. And resulting deviational value for the three fuzzy goal (μ_1 , μ_2 and μ_3) are 0.9682679 , 0.8975380 and 1 respectively.

Despite the good results that were obtained through the proposed model , but remains very much sensitive to the accuracy of the information and data provided by the Organization

Table 2: optimal production plan in the BENTAL firm case with WAFGP-APP model

Period	Product	P_{it} (Tons)	I_{it} (Tons)	W_t (man)	H_t (man)	F_t (man)
0	1 (BEN)	-	1865.25	68	-	-
	2 (CAL)	-	1029			
	3 (TD)	-	1860			
1	1 (BEN)	0	679.025	68	0	0
	2 (CAL)	0	900.38			
	3 (TD)	0	695.809			
2	1 (BEN)	743.996	500	68	0	0
	2 (CAL)	0	736.603			
	3 (TD)	267.638	500			
3	1 (BEN)	1074.857	691.515	68	0	0
	2 (CAL)	0	571.986			
	3 (TD)	659.034	500			
4	1 (BEN)	1154.980	774.505	68	0	0
	2 (CAL)	94.019	500			
	3 (TD)	425.24	500			
5	1 (BEN)	1209.992	605.228	68	0	0
	2 (CAL)	193.317	500			
	3 (TD)	78.967	500			
6	1 (BEN)	1209.992	500	68	0	0
	2 (CAL)	206.662	500			
	3 (TD)	478.221	500			

IX. Conclusions

The APP is concerned with determination of production, the inventory and the workforce levels of a company on a finite time horizon. The objective is to reduce the total overall cost to fulfill a no constant demand assuming fixed sale and production capacity.

In this study we proposed an new formulation of a Weighted additive fuzzy goal programming (WAFGP) approach developed by Yaghoobi et al [22] for aggregate production planning (WAFGP-APP), The proposed model attempts to minimize total production and work force costs, carrying inventory costs and rates of changes in Work force so that in the end, the proposed models is solved by using LINGO program and getting optimal production plan.

The major limitations of the proposed model concern the assumptions made in determining each of the decision parameters, with reference to production costs, forecasted demand, maximum work force levels, and production resources. Hence, the proposed model must be modified to make it better suited to practical applications. Future researchers may also explore the fuzzy properties of decision variables, coefficients, and relevant decision parameters in APP decision problems.

Acknowledgements

The authors are grateful for the valuable comments and suggestions from the respected reviewers which have enhanced the strength and significance of our work

References

[1] Jamalnia.A., Soukhakian.M.A. A hybrid fuzzy goal programming approach with different goal priorities to aggregate production planning, Computers and Industrial Engineering. Vol 56, 2009, PP 1474–1486.

[2] Bowman.E.H. Production scheduling by the transportation method of linear programming. Operations Research, Vol 4, 1956, PP 100–103.

[3] Bowman, E. H. Consistency and optimality in managerial decision making. Management Science, Vol 9, 1963, PP 310–321.

[4] Belmokaddem.M., Mekidiche,M., Sahed.A.K. Application of a fuzzy goal programming approach with different importance and priorities to aggregate production planning. Journal of Applied Quantitative Methods. Vol 4, N3, 2009, PP 317-331.

[5] Charnes. A., Cooper.W.W. Management models and industrial applications of linear programming. New York: Wiley, 1961.

[6] Chanas. S., Kuchta. D. Fuzzy goal programming – One notation. Many Meanings. Control and Cybernetics, Vol31, N4, 2002, PP 871–890.

[7] Gen, M., Tsujimura. Y., Ida, K .Method for solving Multiobjective aggregate production planning problem with fuzzy parameters. Computers and Industrial Engineering, Vol 23, 1992, PP117-120.

[8] Hannan.E.L. Linear programming with multiple fuzzy goals. Fuzzy Sets and Systems, Vol 6, 1981, PP 235-248.

[9] Hannan, E.L. On Fuzzy Goal Programming, Decision Sciences ,Vol 12, 1981,PP 522–531

[10] Holt.C.C., Modigliani F., Simon HA .Linear decision rules for production and employment scheduling. Management Science, Vol 2, 1955, PP 1–30.

[11] Jones. C. H .Parametric production planning. Management Science, Vol 13, 1967, PP 843–866.

[12] Kim. J.S., Whang K.S . A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function, European Journal of Operational Research, Vol 107, 1998, PP 614–624.

[13] Masud. A. S. M. Hwang, C. L. An aggregate production planning model and application of three multiple objective decision methods. International Journal of Production Research, Vol 18, 1980, PP 741–752.

[14] Narasimhan. R .Goal Programming in a Fuzzy Environment, Decision Sciences, Vol 11, 1980 ,PP 325–336

[15] Saad C. An overview of production planning model: structure classification and empirical assessment. International Journal of Production Research, Vol 20, 1982, PP 105–114.

[16] Singhal. K, Adlakha.V. Cost and shortage trade-offs in aggregate production planning. Decision Sciences, Vol 20, 1989, PP158–165.

[17] Tang, J. Wang, D., and Fung, R. Y. K. Fuzzy formulation for multi-product aggregate production planning. Production Planning and Control, Vol 11, 2000, PP670–676.

[18] Taubert, W. H. A search decision rule for the aggregate scheduling problem. Management Science, Vol l4, 1986, PP343–359.

[19] Wang. R. C., and Fang, H. H. Aggregate production planning with multiple objectives in a fuzzy environment. European Journal of Operational Research, Vol 133, 2001, PP 521–536.

[20] Wang .R.C., Liang .T.T. Aggregate production planning with multiple fuzzy goals International

Journal of Advanced Manufacturing Technology ,Vol 25, 2005, PP 589–597.

[21] Yaghoobi.M.A., Jons,D,F., Tamiz .Weighted additive models for solving fuzzy goal programming problems. Asia - Pacific Journal of Operational Research; Vol 25, N5, 2008, PP 715-733.

[22] Yaghoobi.M.A., Tamiz .A method for solving fuzzy goal programming problems with based on MINMAX approach. European Journal of Operational Research, Vol 177,2007, PP 1580–1590.

[23] Zadeh. L. A . Fuzzy Sets. Information and Control, Vol8, 1965, PP 338–353.

[24] Zimmermann. H.-J. Description and optimization of fuzzy systems. International Journal of General Systems, Vol 2, 1976, PP 209–215.

Authors' Profiles

Mekidiche Mohammed is currently Assistant Professor in the faculty of economics and commerce , University of Tlemcen, Maghnia Annex, Algeria , where he teaches Statistics and econometric , Operations Research, applied microeconomics and production planning, He received the MS degree and PH.D in production and operations Management from Economics and commerce Faculty , University of Tlemcen in Algeria- .His research project is optimization in production planning , Multi Criteria Decision Making and Fuzzy Sets Theory , fuzzy goal programming, Quality control, Time series analysis and its application in forecasting, neural network and its application in management, He has published several articles in journals.

Mostefa Belmokaddem, Doctor of Economics, University professor - was graduate of the Faculty of Economics at the University of Oran in 1977 and worked as assistant lecturer and professor at the Faculty of Economics University of Tlemcen (Algeria). After receiving his Ph.D. (1982)in the Theoretical Statistics and Economics at the Academy of Economic Studies in Bucharest, he worked as a Lecturer at the Faculty of Economics, University of Tlemcen, Algeria, (1982-1989), Lecturer (1988-1990) and professor (1990 to present). He has participated in international scientific events and a summer school (Valencia, Spain). It presents his ideas on a wide band of key issues in microeconomics, the various techniques to aid decision making by providing useful information for each discipline and research projects. He is the author of handouts and has published several articles in journals. His research project is applied statistics and econometrics, fuzzy set, optimization, Goal programming, Multi criteria decision making.

Zakaria Djemmaa is currently Assistant professor in the Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, Algeria, where he teaches statistics, decision making theory and fuzzy set theory. He holds an MSc and PHD in production and operations management from the Economics and Commerce Faculty, University of Tlemcen in Algeria. His research interests are in operations research, production management, multi criteria decision making, and scheduling and fuzzy sets theory. He has published several articles in journals.

Application of tolerance approach to fuzzy goal programming to aggregate production planning

Mohammed Mékidiche,
Hocine Mouslim
and Abdelkader Sahed

University of Tlemcen,
Annexe Universitaire de Maghnia, BP-600, Maghnia,
Wilaya de Tlemcen, Algeria
Fax: 0021340922539
E-mail: mkidiche@yahoo.fr
E-mail: hmousliman@yahoo.fr
E-mail: sahed14@yahoo.fr
*Corresponding author

Abstract: This study presents the application of a tolerance approach to the fuzzy goal programming (FGP) developed by Kim and Whang (1998) and revised by Yaghoobi and Tamiz (2007-a) to aggregate production planning (RKW-APP) in a state-run enterprise of iron manufactures non-metallic and useful substances (Société des bentonites d'Algérie-BENTAL). The proposed formulation attempts to minimise total production and work force costs, inventory carrying costs and costs of changes in labour levels. A real-world industrial case study in demonstrating the applicability of the suggested model to practical APP decision problems is also given. The LINGO computer package has been used to solve the final crisp linear programming problem package and get an optimal production plan.

Keywords: aggregate production planning; fuzzy goal programming; tolerance approach.

Reference to this paper should be made as follows: Mekidiche, M., Mouslim, H., Sahed A. (2013) 'Application of tolerance approach to fuzzy goal programming to aggregate production planning', *Int. J. Mathematics in Operational Research,* Vol. 5, No. 2, pp.183–204.

Biographical notes: Mékidiche Mohammed is currently an Assistant Professor in the Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, Maghnia Annex, Algeria, where he teaches statistics and econometrics, operations research, applied microeconomics and production planning, He received his MS and PHD in production and operations management from the Economics and Commerce Faculty , University of Tlemcen in Algeria. His research project is optimisation in production planning, multi criteria decision making and fuzzy sets theory, fuzzy goal programming, quality control, time series analysis and its application in forecasting, neural network and its application in management. He has published several articles in journals.

Mouslim Hocine is currently an Assistant Professor in the Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, Maghnia Annex, Algeria, where he teaches operations research, goal programming, decision making theory and fuzzy set theory. He holds an MSc and PHD in production and operations management from the Economics and Commerce Faculty, University of Tlemcen in Algeria. His research interests are in operations research, goal programming, multi criteria decision making, quality control and fuzzy sets theory. He has published several articles in journals.

Sahed Abdelkader is an Assistant Professor of Economics at the Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, Maghnia Annex-Algeria. He holds a Master's Degree in production and operations management from Tlemcen University (2006), and is currently a PhD candidate in the field of production and operations management at the University of Tlemcen. He teaches courses in statistics, probability, and cconometrics. His research interests include decision making, goal programming, fuzzy sets, operation and production management and econometrics.

1 Introduction

Aggregate production planning (APP), sometimes called intermediate-range planning, involves production planning activities for six months to two years with monthly or quarterly updates. Changes in the workforce, additional machines, subcontracting, and overtime are typical decisions in APP.

The problem with APP concerns management's response to fluctuations in the demand pattern. Specifically, how can productivity, manpower and goods resources best be utilised in the face of changing demands to minimise the total cost of operations over a given planning horizon?

In response to changing demands, management can utilise the following strategies:

- adjust the work force through hiring and firing
- adjust the production rate through overtime and under-time absorb the demand fluctuation rate through inventory back logging or by allowing lost sales
- the production rate may be kept on a constant level and the fluctuations in demand met by altering the level of subcontracting.

Clearly, each of the above pure strategies implies a set of costs that may be both direct and opportunity. Changing the work force implies costs associated with hiring and layoff. Production rate changes entail costs of overtime and idle resource. Excess inventories require capital investment as well as direct costs, while shortages imply lost revenue and customer goodwill.

Any combination of these preceding strategies is, of course, also possible. The problem with APP is to select the strategy with least cost to the firm. This problem has been under extensive discussion, and several alternative methods for finding an optimal solution have been suggested in the literature.

2 Literature review

There are numerous methods available in the literature for APP. since Holt et al. (1955) proposed the HMMS rule in 1955, researchers have developed numerous models to help to solve the APP problem, each with its own pros and cons. According to Saad (1982), all traditional models of APP problems may be classified into six categories: (1) linear programming (LP) (Charnes and Cooper, 1961; Singhal and Adlakha, 1989); (2) linear decision rule (LDR) (Holt et al., 1955); (3) transportation method (Bowman, 1956); (4) management coefficient approach (Bowman, 1963), (5) search decision rule (SDR) (Taubert, 1968); and (6) simulation (Jones, 1967). When using any of the APP models, the goals and model inputs (resources and demand) are generally assumed to be deterministic/crisp, and only APP problems with the single objective of minimising cost over the planning period can be solved. The best APP balances the cost of building and taking inventory with the cost of the adjusting activity levels to meet fluctuating demand.

Masud and Hawang (1980) were the first to propose an APP model for the multiple product, single facility case where conflicting multiple objectives are treated explicitly. Three multiple decision-making methods are used to solve this problem, among them the Goal Programming (GP) model developed by Charnes and Cooper (1961).

In practice, the input data in the APP problem , as also data on demand, resources and cost as well as the objective function are frequently imprecise/fuzzy because some information is incomplete or unobtainable. Traditional mathematical programming techniques clearly cannot solve all fuzzy programming problems. Zimmerman (1976) first introduced the fuzzy set theory into conventional LP problems.

Many aspects of the APP problem and the solution procedures employed to solve APP problems lend themselves to the fuzzy set theory approach. Fuzzy APP allows the vagueness that exists in determining forecasted demand and the parameters associated with carrying charges, backorder costs, and lost sales to be included in the problem formulation. Fuzzy linguistic ‘f-then’ statements may be incorporated into the APP decision rules as a means for introducing the judgment and past experience of the decision maker into the problem. In this fashion, the fuzzy set theory increases the model’s realism and enhances the implementation of APP models in the industry. The usefulness of the fuzzy set theory also extends to multiple objective APP models where additional imprecision due to conflicting goals may enter into the problem.

Wang and Fang (2001) present a novel fuzzy linear programming method for solving the APP problem with multiple objectives where the product price, unit cost to subcontract, work force level, production capacity and market demands are fuzzy in nature. An interactive solution procedure is developed to provide a compromise solution.

Reay-ChenWang and Tien-Fu Liang (2005) have developed a fuzzy multi-objective linear programming model for solving the multi-product APP decision problem in a fuzzy environment. Their formulation attempts to minimise total production costs, carrying and backordering costs and costs of changes in labour levels considering inventory level, labour levels, capacity, warehouse space and the time value of money.

Abouzar Jamalnia and Mohammad Ali Soukhakian (2009) have developed a hybrid (including qualitative and quantitative objectives) fuzzy multi-objective non-linear programming model with different goal priorities for solving an APP problem in a fuzzy environment. The proposed model tries to minimise total production costs, carrying and back ordering costs and costs of changes in the workforce level (quantitative objectives) and maximise total customer satisfaction (qualitative objective) with regard to the inventory level, demand, labour level, machine capacity and warehouse space their formulation based on FGP developed bay Chen and Tsai (2001).

This study presents an application of the APP-based A tolerance approach to the fuzzy goal programming (FGP) developed by Kim and Whang (1998) and Revised by Yaghoobi and Tamiz (2007-a) and its application in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances for solving the problems of the APp. The proposed model minimises total production and work force costs, cost of inventory and minimises the degree of change in the work force.

3 Basic structure of the GP model

3.1 Definition and literature of GP

The initial development of the concept of GP was due to Charnes and Cooper, in a discussion which took place in 1961, although they claim that the idea actually originated in 1952. In essence, they proposed a model and approach for dealing with certain linear programming problems in which conflicting “goals of management were included as constraints (Ignizio, 1976; Romero, 1991).

The essential activity of a manager is decision-making. This activity is becoming more complex because managers (decision-makers) try to integrate into their own decisions many different factors. Multiple-criteria problems in conferences, in academic publications and in practice have increased in importance (Martel and Aouni, 1990). GP can be considered to be a mathematical programming method and a member of the multi-criteria decision-making MCDM family. GP constitutes of a modification and extension of linear programming. These two programming techniques are similar to the fact that they both represent optimal solutions to goals and constraints. Nevertheless, GP and linear programming have significant performance differences that give the advantage to GP, which is due to the greater scale of problems that is applied (Zeleny, 1981, 1982).

GP is a multi-objective programming (MOP) technique. GP is based on the distance function concept (Romero, 1991). It later became the most popular model of the MOP. Its popularity is due to the fact that it is a simple model, easy to apply, and takes advantage of the extensive number of mathematical programming software available in the market (Aouni and Kettani, 2001).

Until the middle of the 1970s, GP applications reported in the literature were rather scarce. Since that time, and chiefly due to seminal works by Lee (1972) and Ignizio (1976), an impressive boom in GP applications and technical improvements has arisen. It can be said that GP has been, and still is, the most widely used multi-criteria decision-making technique (Romero, 1991). Although Schniederjans (1995) has detected a decline in the life cycle of GP with regard to theoretical developments, the number of cases along with the range of fields to which GP has been, and is still is, applied is impressive, as shown by recent surveys by Romero (1986), Schniederjans (1995) and Tamiz et al. (1993). It has been applied successfully in practice for many years (Jones and Tamiz, 2002). GP models aim to minimise deviations of the objective values from aspiration levels specified by decision maker(s) (Yaghoobi and Tamiz, 2007-b). The variants of GP are numerous, and contain many different sub-areas which can bewilder practitioners with no knowledge of GP, but wish to apply it to their multi-objective real world situation (Tamiz et al., 1998).

3.2 Formulation of the GP model

Before we can define the GP model, it is absolutely essential to establish precise definitions for certain keywords and concepts. This is particularly critical where such definitions differ or must be made sharper than in conventional mathematical programming. Now, since the definitions of such terms as variables (i.e., controllable/noncontrollable; continuous/discrete), functions (i.e., linear and nonlinear); equations inequalities; and mathematical models are the same as in the multi-objective area, we may move directly to the following set of definitions (Ignizio, 1983).

– ***Objectives*:** objectives are represented by mathematical functions of their decision or control variables. Such functions usually represent some desire or wish of the decision maker(s). It is important to note that the value of an objective function is left unspecified. The two most common objective function forms are: maximise $f(x)$ or minimise $f(x)$.

– ***Aspiration level*:** an aspiration level is a specific (realistic) value (or ‘target’ level) associated with a desired or acceptable level of achievement of an objective. Thus, an aspiration level may be used to measure the achievement or non-achievement of an objective.

– ***Goal*:** an objective in conjunction with an aspiration level is termed a goal. That is, if we say that we wish to maximise profit, then that is an objective.

However, if we instead, wish to achieve a profit level of at least \$1000, we have established a goal. The mathematical form of a goal is either:

$$
\begin{aligned}
& \textit{satisfy} \quad f(x) \le b \\
\textit{or}, \quad & \textit{satisfy} \quad f(x) \ge b \\
\textit{or}, \quad & \textit{satisfy} \quad f(x) = b
\end{aligned}
$$

depending on the situation.

– ***Constraint*:** a constraint has exactly the same mathematical appearance as a goal. However, in multi-objective mathematical programming, a constraint is a subset of the concept of goals. In specific, a constraint is an inflexible (or rigid or hard) goal. Thus, when a truly inflexible constraint is encountered, we shall denote this relationship as a rigid constraint or, alternately, as an inflexible or absolute goal.

In conventional (i.e., single objective) mathematical programming, we did not have to worry about the distinctions between objectives and goals, or between goals and rigid constraints, as there we dealt with only objectives and (rigid) constraints. However, in multi-objective mathematical programming, precise, non-ambiguous definitions are necessary and, in fact, help to form the basis of the power and flexibility of many of the multi-objective methods.

As we have noted in the previous section, generalised GP encompasses any method which converts the baseline model of into a model consisting solely of goals (some flexible and some rigid). This is the single, distinguishing feature of generalised GP. The distinction between various types of generalised GP is made on the basis of how one actually measures the 'goodness' of any solution (value of b) to the set of goals. This is typically facilitated by means of the concepts of 'goal deviations' and the 'achievement function'.

– ***Goal deviations*:** There are, as discussed, three forms of goals: $f(x) \leq b$, $f(x) \geq b$, *and* $f(x) = b$. Since we are using the philosophy of 'satisficing', we are only interested (at least initially) in measuring the non-achievement of each goal. This is the unwanted deviations from the aspiration levels (i.e., the value of each 'b'). We let d be the deviation from the goal aspiration and, since such deviation may be either a negative or a positive value d, we let: $d = n + p$, where $n^* p = 0$ and $n, p \geq 0$.

Typically, n_i is known as the negative deviation of goal i, while p_i, is the positive deviation. Thus, to satisfy a specific goal, we attempt to minimise the unwanted component (or components) of the goal deviation. This is summarised in Table 1, below:

Table 1 Goals and coal deviations

Initial form of goal	*Converted form*	*Deviation variables to be minimised*
$f(x) \le b$	$f(x) + n - p = b$	p
$f(x) \ge b$	$f(x) + n - p = b$	n
$f(x) = b$	$f(x) + n - p = b$	$n + p$

Charnes and Cooper (1961) illustrated how that deviation could be minimised by placing the variables representing deviation directly in the objective function of the model. This allows multiple goals to be expressed in a model that will permit a solution to be found. Multiple and conflicting goals are a distinguishing characteristic to describe how a GP model differs from a linear programming model.

– ***Model*:** Charnes and Cooper (1978) presented a generally accepted statement of a GP model, as follows:

$$\begin{aligned}
&Min\, Z = \sum_{i=1}^{k} (n_i + p_i) \\
&Subject\, to: \\
&f_i(x_j) + n_i - p_i = b_i \qquad for \quad i = 1, \ldots\ldots\ldots\ldots, k \\
&C_x \le c \qquad (system \;\; constraints) \\
&n_i, p_i, x_j \ge 0, \qquad\qquad for \quad i = 1, \ldots, k \quad j = 1, \ldots\ldots, m
\end{aligned} \tag{1}$$

n_i: is called a positive deviation variable or over-achievement of goal b_i.
p_i: is called a positive deviation variable or over-achievement of goal b_i.
b_i: is the arithmetic value of goal i.
Z: is the sum of all deviations. The deviation variables are related to the functionals where:

$$n_i = \frac{1}{2}\left[\left| b_i - f_i(x_j) \right| + (b_i - f_i(x_j)) \right]$$

$$p_i = \frac{1}{2}\left[\left| b_i - f_i(x_j) \right| - (b_i - f_i(x_j)) \right]$$

Then the sum of the deviations gives:

$$\begin{aligned}
n_i + p_i &= \frac{1}{2}\left[\left| b_i - f_i(x_j) \right| + (b_i - f_i(x_j)) \right] + \frac{1}{2}\left[\left| b_i - f_i(x_j) \right| - (b_i - f_i(x_j)) \right] \\
&= d = \left| b_i - f_i(x_j) \right|
\end{aligned}$$

4 Basic structure of Fuzzy Goal Programming (FGP)

4.1 Definition and literature review of FGP

GP models have been classified based on the achievement function that is used to combine unwanted deviations (Romero, 2004): (1) weighted GP (also known as 'non-pre-emptive GP') where the weighted sum of deviations from the targets are minimised; (2) pre-emptive priority GP (also known as 'lexicographic GP'), where a deviation from a higher priority level goal is considered to be infinitely more important than a deviation from a lower priority goal, and (3) MINMAX GP (also known as 'Chebyshev GP'), where minimisation of the maximum weighted deviation from the target values is sought. However, determining precise aspiration levels for the objectives in real world problems often is a difficult task for decision maker(s) (Yaghoobi and Tamiz, 2007-b). In fact, there are many decision-making situations where the DM does not have complete information on some parameters and, in particular, the goal values in the GP model (Aouni et al., 2010).

The literature review reveals that the FGP is one of the GP variants. According to this review, we notice that the majority of the FGP formulations and applications are based on the model developed by Hannan (1981-a, 1981-b).

Bellman and Zadeh (1970) set the basic principles of decision making in fuzzy environments, which have been used as building blocks of fuzzy linear programming. The use of membership functions in the GP based on the fuzzy set theory was first carried out by Zimmerman (1976, 1978, 1983) and Narasimhan (1980). Further extensions were provided by Hannan (1981-a, 1981-b), Ignizio (1982-a), and Tiwari et al. (1987). Since the early 1980s, fuzzy sets have been used in GP models to represent the satisfaction degree of the decision maker with respect to his/ her preference structure (Narasimhan, 1980); Hannan, 1981-a; Tiwari et al., 1987; Mohamed, R.H 1997;, Chen and Tsai (2001); Yaghoobi and Tamiz (2007-b); and to represent uncertain knowledge about a certain parameter (Mohandas et al., 1990, Chanas and Kuchta (2002).

Various approaches to treating the relative importance of goals in FGP models have been developed. Narasimhan (1980) used a combination of linguistically defined weights, such as ‘very important’, ‘moderately important’ and achievement degrees of the goals. The weights and achievement degrees are combined by defining a membership function for each linguistic weight, where desirable achievement degrees are specified to represent goal importance. Hannan (1981-b) showed that the above composite approach may lead to some contradictory results, and suggested the use of explicitly defined weights to represent the relative importance of goals. Hannan (1981-a) proposed a fuzzy logic-based methodology that employs piecewise linear functions, which represent the decision–maker’s satisfaction with attainment of goal values. A target achievement degree is determined for each goal and the problem is converted to a standard GP formulation, where deviations from these target values are minimised using standard pre-emptive, weighted or MINMAX achievement functions. A different approach is proposed by Tiwari et al. (1987). The authors considered an additive FGP model with relative importance of commensurable goals.

The model included a single-objective function defined as the weighted sum of achievement degrees of the goals with respect to their target values. Based on piecewise linear approximation (PLA), Yang et al. (1991) have further formulated the problem with fewer variables, which can yield the same solutions as Narasimhan’s and Hannan’s model. Kim and Whang (1998) have proposed an FGP formulation where the concept of tolerances is introduced to express the fuzzy goals of the DM, instead of using the conventional membership functions. Chen and Tsai (2001) proposed an extension of the additive model to consider goals of different importance and pre-emptive priorities, where the relative importance of goals is modelled by corresponding desirable achievement degrees. Recently, Yaghoobi and Tamiz (2007-b) have proposed a more efficient formulation, and they have highlighted the fact that the model of Kim and Whang (1998) is different from the Hannan (1981-a, 1981-b) model. It is proved that the proposed model is an extension to the Hannan model that deals with unbalanced triangular linear membership functions. In addition, it is shown that the new model is equivalent to a model proposed by Yang et al. (1991).

Until the middle of the 1990s, FGP applications reported in the literature were rather scarce. We list a categorisation of the major applications of the FGP within management and economics below: Curve and response surface fitting, Media planning, Manpower planning, Programme selection, Project selection, Hospital administration, Academic resource allocation, Municipal economic planning, Transportation problems, Energy/water resources, Radar system design, Sonar system design, Planning in wood products, Portfolio selection, Determination of time standards, Development of cost estimating relationships, Urban renewal planning, Merger strategies, Multi-plant/product aggregate production loading, BMD systems design, Multi-objective facility location, Free flight rockets, Solar heating and cooling, Natural gas well siting and Maintenance level determination. All of these applications have one thing in common: they could be forced into a traditional single-objective model if one so wished. However, those investigating these problems believed that they truly involved multiple, conflicting objectives, and thus, were most naturally modelled as a FGP problem.

4.2 Formulation of FGP

A useful tool for dealing with imprecision is the fuzzy set theory (Zadeh 1965). An objective with an imprecise aspiration level can be treated as a fuzzy goal. Initially, Narasimhan incorporated the fuzzy set theory in GP in 1980 and presented an FGP model (Narasimhan 1980). Hannan simplified Narasimhan's method to an equivalent simple linear programming in 1981 (Hannan 1981-b). These pioneering works led to extensive research in the use and application of FGP to real life problems.

To solve FGP problems, various models based on different approaches have been proposed. A survey and classification of FGP models has been presented by Chanas and Kuchta (2002). There are three types of fuzzy goals that are the most common. The following FGP model contains these fuzzy goals.

$$\begin{aligned} OPT\ \ & (AX)_i \underset{\approx}{\leq} b_i \quad i = 1,\ldots\ldots\ldots\ldots, i_O \\ & (AX)_i \underset{\approx}{\geq} b_i \ \ i = i_O + 1,\ldots\ldots, j_0 \\ & (AX)_i \cong \quad i = j_O + 1,\ldots\ldots, K \\ & \quad X \in C_{S,} \end{aligned} \tag{2}$$

where OPT means finding an optimal decision X such that all fuzzy goals are satisfied, $AX)_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ldots i = 1,\ldots\ldots, k$, b_i is the aspiration level for *i.th* goal and the symbol $\cong$ is a fuzzifier representing the imprecise fashion in which the goals are stated.

The integrated use of GP and the fuzzy sets theory has already been reported in the literature. Zimmerman (1976), Hannan (1981-a; 1981-b), Leberling (1981), Rubin and Narasimhan (1984), Tiwari et al. (1987), Wang and Fu (1997), Kim and Whang (1998), Chen and Tsai (2001), Yaghoobi and Tamiz (2007-b), Yaghoobi et al. (2009), Jiminez et al. (2007), Hatami and Tavana (2011) further integrated several fuzzy linear and multi-objective programming techniques.

The approach chosen in this study for application to the problem of APP is similar to the method developed by Kim and Whang (1998) and revised by Yaghoobi and Tamiz (2007-a).

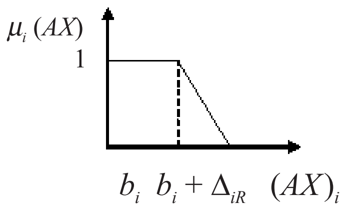
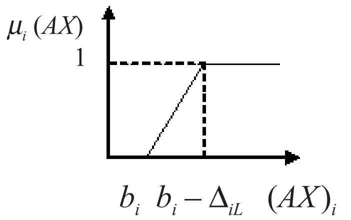
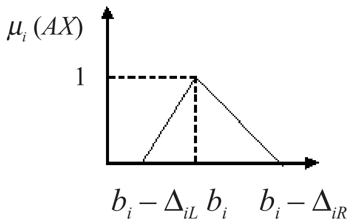
4.3 Membership function

The concept of membership functions, based on the fuzzy set theory, has been introduced and used by Zimmerman (1976; 1978; 1983) and Freeling (1980) for modelling fuzziness related to decision-making context parameters. The general formulation of the membership function used in their formulation is defined and depicted as follows (Figure 1, type 1 and type 2).

Narasimhan (1980) and Hannan (1981-a) were the first to give a FGP formulation by using the concept of the membership function. This function is defined on the interval [0, 1]. Thus, the membership function for the $i-th$ goal has a value of 1 when this goal is attained, and the decision maker is totally satisfied; otherwise, the membership functions assume a value between 0 and 1.

Linear membership functions are used in theory and practice more than other types of membership functions. For the above three types of fuzzy goals, linear membership functions are defined and depicted as follows (Figure 1):

Figure 1 Linear membership function and analytical definition

Membership function	**Analytical definition**
	$\mu_i\ (AX)_i=\begin{cases}1\ldots\ldots\ldots\ldots if..(AX)_i\le b_i\\ \frac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}}..if..b_i\le(AX)_i\le b_i+\Delta_{iR}\ldots i=1,\ldots,i_0\ldots(1)\\ 0\ldots\ldots\ldots\ldots if..(AX)_i\ge b_i+\Delta_{iR}\end{cases}$
Type 1	
	$\mu_i\ (AX)_i=\begin{cases}1\ldots\ldots\ldots\ldots if..(AX)_i\ge b_i\\ \frac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}}..if..b_i\le(AX)_i\le b_i+\Delta_{iL}\ldots i=i_0+1,\ldots,j_0\ldots(2)\\ 0\ldots\ldots\ldots\ldots if..(AX)_i\le b_i+\Delta_{iL}\end{cases}$
Type 2	
	$\mu_i\ (AX)_i=\begin{cases}0\ldots\ldots\ldots\ldots if..(AX)_i\le b_i\\ \frac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}}..if..b_i\le(AX)_i\le b_i+\Delta_{iR}.\quad i=j_0+1,\ldots,k_0\\ \frac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}}..if..b_i\le(AX)_i\le b_i+\Delta_{iL}\\ 0\ldots\ldots\ldots\ldots if.(AX)_i\ge b_i+\Delta_{iR}\end{cases}\ldots(3)$
Type 3	

where Δ_{iR} (or Δ_{iL}) is the quantity of a tolerance in the case of fuzzy goal. This quantity is specified by the decision makers (DMs).

4.4 MINMAX approach to FGP problems

In conventional GP problems, the aspiration (target) levels are determined precisely. GP models attempt to minimise the deviations from precise aspiration levels to find an optimal solution for GP problems. Consider a GP problem that is the same as FGP problems, but without the symbol ≈. There exist two major models in GP which are most widely used:

- Weighted GP (WGP)
- MINMAX GP

MINMAX GP was introduced by Flavell in 1976. This approach minimises the maximum deviation from any single goal. It provides an optimal solution that represents the most balanced solution among the achievements of different goals. Hannan(1981-a) introduced the first MINMAX approach to FGP based on the MINMAX GP developed by Flavel (1976). He considered all fuzzy goals of type 3, Figure 1, with isosceles triangular membership functions ($\Delta_{iR} = \Delta_{iL} = \Delta_i$). The linear programming for this special case of FGP problems is as follows:

$$\begin{aligned}
& Max \quad Z = \mu \\
& subject\ to: \\
& f_i(x)/\Delta_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = g_i/\Delta_i \quad (for\ i = 1,2,.......p) \\
& \mu + \delta_i^- + \delta_i^+ \le 1 \qquad (for\ i = 1,2,.......p) \\
& x \in X \\
& \mu, \delta_i^- and\ \ \delta_i^+ \ge 0
\end{aligned} \tag{3}$$

where μ is the degree of membership function.

Despite the fact that the FGP model allows imprecision modelling related to goals values, this model seems to be rigid. Ignizio (1982-b) stresses the fact that Narasimhan and Hannan's formulations are limited to specific cases where the decision maker (DM) is supposed to have membership functions of particular forms like the triangular one. The use of such triangular membership functions was mainly criticised by Ignizio (1982-b) and Martel and Aouni (1998). These criticisms are related to the fact that the triangular form of membership functions does not adequately reflect the DM's preferences, and are not an appropriate way for modelling the goal's fuzziness. Wang and Fu (1997), Pal and Moitra (2003) and Chen and Tsai (2001) have some concerns regarding the way to deal with goals fuzziness through the triangular form of the membership functions, and indicate that in some applications, this type of function leads to non-desirable results.

4.5 Weighted additive FGP (WAFGP)

Hannan (1981-a, 1981-b) introduced the first weighted FGP. He considered all fuzzy goals of type 3, Figure 1, with isosceles triangular membership functions ($\Delta_{iR} = \Delta_{iL} = \Delta_i$). The linear programming for this special case of FGP problems is as follows:

$$
\begin{aligned}
& Min \quad Z = \sum_{i=1}^{P} (w_i^- n_i + w_i^+ p_i) \\
& subject\ to: \\
& f_i(x)/\Delta_i + n_i - p_i = b_i/\Delta_i \quad (for\ i = 1, 2, ...p) \\
& \lambda + n_i + p_i \le 1 \qquad (for\ i = 1, 2, ...p) \\
& x \in X \\
& \lambda, n_i\ and \quad p \ge 0
\end{aligned} \tag{4}
$$

where w_i^+ and w_i^- are the relative importance coefficients associated with the positive and the negative deviations, respectively. These weights reflect, partially, the importance that the decision maker (DM) can express differently, depending on whether there is an over- or an under-achievement of the objective.

Tiwari et al. (1987) proposed an alternative formulation based on an WAFGP. They use the addition as an operator to aggregate the weighted membership function values. In their model, only fuzzy goals of types (1-2) are considered. Their model with the notations used in this paper is as follows:

$$
\begin{aligned}
& Max\ Z = \sum_{i=1}^{K} w_i \mu_i \\
& st. \\
& \mu_i = 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} \qquad i = 1, ..., i_0 \\
& \mu_i = 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} \qquad i = i_0 + 1, ..., K \\
& 0 \le \mu_i \le 1 \qquad\qquad i = 1, ..., K \\
& X \in C_S
\end{aligned} \tag{5}
$$

In Yaghoobi and Tamiz (2006), it is proved that model (5) sometimes yields suboptimal solutions and model (6) overcomes this weakness. Another advantage of model (6) is that in the optimal solution μ_i determines the degree of membership function for the *i* th fuzzy goal.

$$
\begin{aligned}
& Max\ Z = \sum_{i=1}^{K} w_i \mu_i \\
& st. \\
& \mu_i \le 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} \qquad i = 1, ..., i_0 \\
& \mu_i \le 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} \qquad i = i_0 + 1, ..., K \\
& 0 \le \mu_i \le 1 \qquad\qquad i = 1, ..., K \\
& X \in C_S
\end{aligned} \tag{6}
$$

Among the most important criticism of previous models is that they do not use all types of membership functions, but only use type 1 and type 2, which makes them of limited use in some applications. They do not incorporate the DM's preferences.

4.6 A tolerance approach to FGP (RKW model)

Kim and Whang (1998) have proposed another approach based on the weighted additive model for solving FGP problems with unequal weights, which can be formulated as a single LP problem with the concept of tolerances. They attempted to extend the Hannan (1981-b) model by introducing an LP model that is able to handle unbalanced triangular linear membership functions. The Kim and Whang (KW) model for FGP can be formulated as follows:

$$\begin{aligned}
&Min \quad Z = \sum_{i=1}^{io} w_i\beta_i^+ + \sum_{i=i_0+1}^{j_0} w_i\beta_i^- + \sum_{i=j_0+1}^{k} w_i(\beta_i^+ + \beta_i^-) \\
&st: \\
&(AX)_i - \Delta_{iR}\,\beta_i^+ \le b_i \qquad\qquad i = 1,\dots,i_0 \\
&(AX)_i + \Delta_{iL}\,\beta_i^- \ge b_i \qquad\qquad i = i_0+1,\dots,j_0 \\
&(AX)_i + \Delta_{iL}\,\beta_i^- - \Delta_{iR}\beta_i^+ = b_i \qquad i = j_0+1,\dots,K \\
&\beta_i^+, \beta_i^- \ge 0 \qquad\qquad i = 1,\dots.,K \\
&X \in C_S\ ;
\end{aligned} \tag{7}$$

where w_i is the weight of the *ith* goal and β_i^+ and β_i^- are the positive and negative deviational variables.

However, Yaghoobi and Tamiz (2007-a), in a recent note, have shown that this model can yield undesirable results in comparison with the Hannan (1981-b) model. It is suggested to insert the following constraints into the model:

$$\begin{aligned}
&\beta_i^+ \le 1 \dots\dots\dots. i = 1,\dots\dots., i_0 \\
&\beta_i^- \le 1 \dots\dots\dots. i = i_0+1,\dots\dots, j_0 \\
&\beta_i^+ + \beta_i^- \le 1 \dots\dots i = j_0+1,\dots.., K
\end{aligned} \tag{8}$$

Model (7) augmented with (8) is called the revised Kim and Whang (RKW) model.

- The operator (min sum of tolerances: max sum of all goals membership degrees) of the RKW model is more suitable to unbalanced development planning than the max–min operator of other FGP models. That is because in solving a FGP problem, the feasible solution region approached by the RKW model is larger than or equal to those of the other FGP models like Narasimhan (1980), Hannan (1981-b), Yang et al. (1991) and Tiwari et al. (1987). If we solved a given FGP problem, the sum of the membership degrees of the optimal solution achieved by the RKW model would be better than or equal to those of the other FGP models.

- In addition, when comparing degree differences between the grade of membership for the best satisfied goal and the grade for the worst satisfied goal, the difference solved by the RKW model is greater than or equal to those by other FGP models.
- The RKW model can be used for types 1–3 of membership functions.

5 Multi-objective programming (MOP) model to APP

5.1 Parameters and constants definition

v_{it}: production cost for product *i* in period *t*, excluding labour cost in period *t* (units)
c_{it}: inventory carrying cost for product *i* between period *t* and *t* + 1
r_t: regular time work force cost per employee hour in period *t*
d_{it} : forecast demand for product *i* in period *t* (units)
K_{it}: quantity to produce one worker in regular time for product *i* in period *t*
I_{io}: initial inventory level for product *i* (units)
T: horizon of planning
N: total number of products P_{it}: quantity of *i* product to the period *t*
I_{it}: inventory level for product *i* in period *t* (units)
H_t: worker hired in period *t* (man)
F_t: workers laid off in period *t* (man)
$I_{it.Min}$: minimum inventory level available for product *i* in period *t* (units)
W_t: total strength of work force level in period *t* (man)
W_{Min}: the minimum work force level (man) available in period *t*
W_{Max}: the maximum work force level (man) available in period *t*

5.2 Objective functions

Masud and Hwang (1980) specified three objective functions to minimise total production costs, carrying and backordering costs and costs of changes in labour levels. In this study, we propose a model that will be using two strategies, where they are available, in a national firm dealing in iron manufactures and non-metallic and useful substances. In their multi-product APP decision model, the three objectives of the APP model can be formulated as follows:

- **Minimise total production costs**

$$Min.Z_1 \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t)$$

The production costs include: regular time production, overtime, carrying inventory, and specify the costs of change in work force levels.

- **Minimise costs of changes in labour levels**

$$Min.Z_2 \cong \sum_{t=1}^{T} h_t H_t + f_t F$$

- **Minimise carrying costs**

$$Min.Z_3 \cong \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) .$$

where the symbol $\cong$ is the fuzzified version of = and refers to the fuzzification of the aspiration levels.

The objective functions of the APP model in this study assume that the DM has such imprecise goals as, the objective functions should be essentially equal to some value. These conflicting goals are required to be simultaneously optimised by the DM in the framework of fuzzy aspiration levels.

5.3 Constraints

- **The inventory level constraints:**

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

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

- **Constraints on labour levels:**

  $W_t - W_{i-1} - H_i + F_t = 0$

  $W_{\mathrm{Min}} \leq W_t \leq \mathrm{W}_{\mathrm{Max}}$

- **Constraints on labour capacity in regular and overtime:**

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

- **Non-negativity constraints on decision variables:**

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

6 RKW model for APP (RKW-APP)

We will use the method that was developed by Kim and Wahang (1998) (models 7, 8) and revised by Yahgoobi and Tamiz (2007-a) (constraint 6) for formulating the APP problem with fuzzy gaols. The complete RKW-APP model can be formulated as follows.

$$Min \quad Z_4 = \sum_{i=1}^{3} w_i \beta_i^+$$

$$ST:$$

$$Z_1 - \Delta_{IR}\beta_1^+ \leq b_1 \quad (Minimize\ total\ production\ \cos ts)$$

$$Z_2 - \Delta_{IR}\beta_2^+ \leq b_2 \quad (Mininmize\ \cos tes\ of\ changes\ in\ labor\ leveles)$$

$$Z_3 - \Delta_{IR}\beta_3^+ \leq b_3 \quad (Minimize\ carying\ \cos ts)$$

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

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

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

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

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

$$\beta_i^+ \leq 1$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, \beta_i^+ \geq 0$$

7 Model implementation

7.1 An industrial case study and data description

In this section, as a real-world industrial case, we use a data set provided by the national firm dealing in iron manufactures, non- metallic and useful substances (BENTAL) in Algeria. This company manufactures three types of products which are important, and one of the raw materials used in many industries, with bentonite (BEN), carbonate of calcium (CAL) and discolouring (TD). The firm employs 175 workers, and the system of work in the firm is continuous production (8 × 3 hours) for all days of the week except Thursday, a half-working day and Friday, which is a rest day. Production management is composed of 68 workers divided into 3 groups.

The demand for the products of the individual firm in the production of mineral products mentioned above is large, which may cause problems in the productive capacity of this firm. Figure 2 show fluctuations in demand on the level of monthly production capacity of any production capacity (CAP).

Therefore, the impact on the level and volatility of productive capacity calls for the firm, in an attempt to develop a plan of production, to try to cope with fluctuations in demand due to seasonal changes. Table 2 summarises the basic data gathered from the firm. The proposed model implementation in the company has the following conditions:

1. There is a six-month period planning horizon.
2. A three product situation is considered.
3. The initial inventory in period 1 is I_{10} = 1857 tons of BEN, I_{20} = 1029 tons of TD and I_{30} = 1860 tons of CAL.
4. Minimum inventory that must be maintained during the period t of product i is 500. *Tons*.
5. The costs associated with hiring and layoff, according to estimations of the human resource management department, are respectively 51,780 DA/man and 41,550 DA/man.
6. The cost of one worker in the production of three products during the t period is r_t = 26940.706.*DA*/*man*.
7. The minimum work force level (man) available in each period is W_{Min} = 55 workers.
8. The maximum work force level available in each period is W_{Max} = 68 workers.
9. The initial worker level is (W_0 = 56).
10. The maximum capacity of storage of the 3 products in the firm is 6,000 tons.
11. The board of directors of the firm has set four business goals as follows:

    - **Goal 1:** The total production cost is about 32,500,000 DA, with positive tolerance of 1,000,000 DA.

    - **Goal 2:** The total cost of changes in labour levels is about 0 DA, with positive tolerance of 100,000 DA.

    - **Goal 3:** The total carrying cost is about 435,000 DA with positive tolerance of 250,000 DA.

Figure 2 The fluctuation of the actual demand on the level of production capacity for TD, BEN, CAL

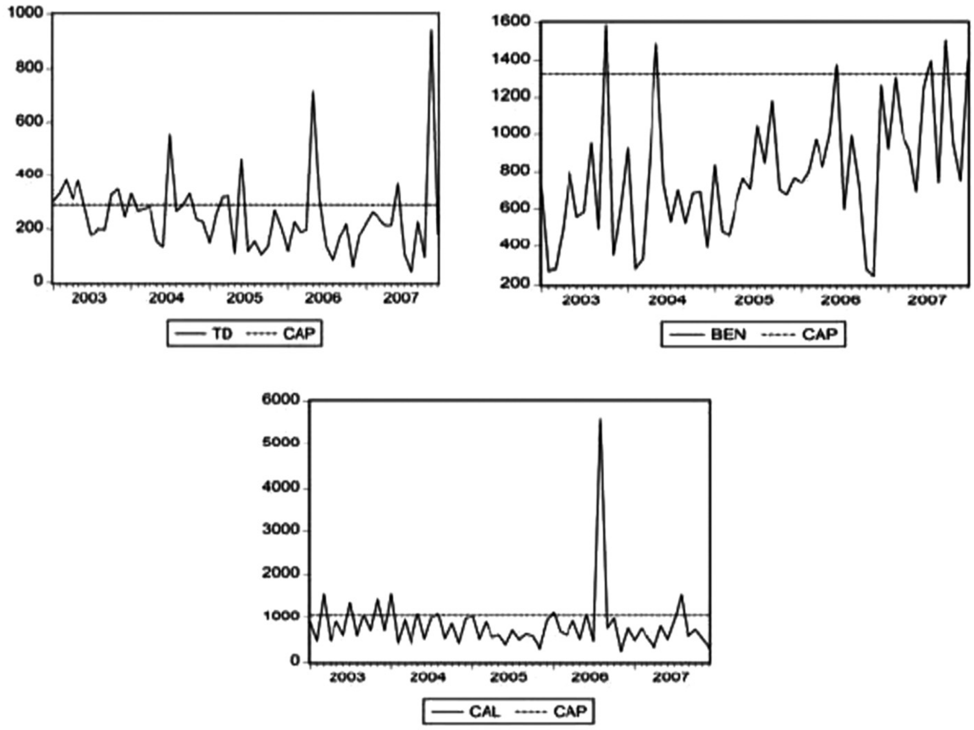


Table 2 The basic data provided by the Bental firm (in units of Algeria dinar DA (1US$≅ 100DA))

product	*Period*	d_{it}	v_{it}	c_{it}	K_{it}
BEN (P_{1t})	1	1377.225	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

7.2 Formulation of the RKW-APP

Based on the above information, and using a method (RKW) developed by Kim and Whang (1998) and revised by Yaghoobi and Tamiz (2007-a), the FGP formulation in this study as follows:

$$Min\ \ Z_4 = \frac{1}{3}\beta_1^+ + \frac{1}{3}\beta_2^+ + \frac{1}{3}\beta_3^+$$

Subject to:

$$Z_1 - 1000000\beta_1^+ \le 32000000 \qquad I_{it} \ge 500$$

$$Z_2 - 100000\beta_2^+ \le 0 \qquad \beta_1^+ \le 1$$

$$Z_3 - 250000\beta_3^+ \le 4350000 \qquad \beta_2^+ \le 1$$

$$P_{it} - K_{it} \times W_t \le 0 \qquad \beta_3^+ \le 1$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad I_{10} = 1856.25$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad I_{20} = 1029$$

$$W_{Min} \le W_t \le W_{Max} \qquad I_{30} = 1860$$

$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000 \qquad W_0 = 68$$

$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, B_1^+, B_2^+, B_3^+ \ge 0$ *i = 1, 2, 3 t = 1, 2.,......, 6*

W_t, H_t, F_t (integers).

7.3 Solving the RKW-APP problem

The LINGO computer software package was used to run the Linear programming model. Table 3 presents the optimal aggregate production plan in the industrial case study based on the current information.

Using the RKW-APP to simultaneously minimise total production costs (Z_1), costs of changes in labour levels (Z_2) and carrying costs (Z_3) yields total production cost of 32,032,504.2 DA, and carrying cost of 4,375,292.99 DA and costs of changes in labour levels of 0. The resulting deviational value for the three fuzzy goal (β_1^+, β_2^+ and β_3^+) are 0.0371, 0 and 0.102 respectively; this means that the membership degrees of the three goals are 0.968, 1 and 0.898, respectively.

Table 3 Optimal production plan in the BENTAL firm case with the RKW-APP model

period	*Product*	P_{it} *(Tons)*	I_{it} *(Tons)*	W_t *(man)*	H_t *(man)*	F_t *(man)*
0	1 (BEN)	–	1865.25	68	–	–
	2 (CAL)	–	1029			
	3 (TD)	–	1860			
1	1 (BEN)	0	679.025	68	0	0
	2 (CAL)	0	900.38			
	3 (TD)	0	695.809			

Table 3 Optimal production plan in the BENTAL firm case with the RKW-APP model (continued)

period	*Product*	P_{it} *(Tons)*	I_{it} *(Tons)*	W_t *(man)*	H_t *(man)*	F_t *(man)*
2	1 (BEN)	743.996	500	68	0	0
	2 (CAL)	0	736.603			
	3 (TD)	267.638	500			
3	1 (BEN)	1074.857	691.515	68	0	0
	2 (CAL)	0	571.986			
	3 (TD)	659.034	500			
4	1 (BEN)	1154.980	774.505	68	0	0
	2 (CAL)	94.019	500			
	3 (TD)	425.24	500			
5	1 (BEN)	1209.992	605.228	68	0	0
	2 (CAL)	193.317	500			
	3 (TD)	78.967	500			
6	1 (BEN)	1209.992	500	68	0	0
	2 (CAL)	206.662	500			
	3 (TD)	478.221	500			

Despite the good results that were obtained through the proposed model, it remains very much sensitive to the accuracy of the information and data provided by the organisation under study.

8 Further scenario designs

This section discusses the actual implementation of the RKW-APP model by considering various alternatives and analysing the sensitivity of decision parameters to variations in relevant conditions, based on the preceding industrial case. The model is implemented in the following seven scenarios.

Scenario 1: Remove Z_3 (carrying costs), consider only Z_1 (total production costs) and Z_2 (costs of changes in labour levels) simultaneously.

Scenario 2: Remove Z_2 (costs of changes in labour levels), consider only Z_1 (total production costs) and Z_3 (carrying costs) simultaneously.

Scenario 3: Remove Z_1 (total production costs), consider only Z_2 (costs of changes in labour levels) and Z_3 (carrying costs) simultaneously.

Scenario 4: Analyse the sensitivity by changing the quantity of tolerance for each goal.

Table 4 shows the implementation data of scenario 4. In Table 4, positive values indicate increases and negative values indicate decreases in related items in each run.
The results of implementing the previous four scenarios are summarised in Table 5 and Table 6. Significant decision making implications for management that were found after sensitivity analysis of the proposed model are as follows:

Table 4 Implementation data of scenario 4

Scenario	*Item*	*Run 1*	*Run 2*	*Run 3*	*Run 4*
Scenario 4	(Tolerance) Δ_{iL}	–30 %	–20 %	+20 %	+30 %

Table 5 Results of implementation in Scenarios 1 to 3

Item	*Scenario 1*	*Scenario 2*	*Scenario 3*
β_1^+	0.06108	0,09881	–
β_2^+	0.04155	–	0.10354
β_3^+	–	0	0.04143
Z_1	32561089,6	32598819,5	–
Z_2	517700	–	103540
Z_3	–	435000	4360358,78

Table 6 Results of implementation in scenario 4

Item	*Run 1*	*Run 2*	*Run 3*	*Run 4*
β_1^+	0,0453	0.0396	0.0264	0.2440
β_2^+	0	0	0	0
β_3^+	0,146	0,128	0.085	0.07881
Z_1	5475055,55	5475055,55	5475055,55	5475055,55
Z_2	4375615,51	4375615,51	4375615,51	4375615,51
Z_3	0	0	0	0

- Comparison of scenarios 1–3 demonstrates the interaction of trade-offs and conflicts among dependent objective functions. From Table 5, it is seen that the total production costs, carrying costs, and costs of changes in labour levels have diverse meanings. For instance, the combination of the total production costs and costs of changes in labour levels in scenario 1 was $Z_1 = 32{,}561{,}089.6$ DA and $Z_2 = 517{,}700$ DA. Moreover, the combination of the total production costs and carrying costs in scenario 2 was $Z_1 = 32{,}598{,}819.5$ and $Z_3 = 435{,}000$ DA. Finally, the combination of the carrying costs and costs of changes in labour levels in scenario 3 was $Z_2 = 103{,}540$ DA and $Z_3 = 4{,}360{,}358.78$ DA. These solutions indicate that a fair difference and interaction exists in the trade-offs and conflicts among dependent objective functions. Different combinations of the arbitrary objective function may influence the objective and β_1^+, β_2^- and β_3^- values. Accordingly, the proposed RKW-APP model meets the requirements of practical application since it can simultaneously minimise the total production costs, carrying costs, and costs of changes in the labour levels.
- The results of scenario 4 indicate that with increase in the quantity of tolerance for each goal, the value for each objective (Z_1, Z_2 , Z_3) remains constant, and its deviational value for the three fuzzy goals (β_1^+, β_2^+ and β_3^+) decreases with decrease in the quantity of tolerance (Δ_{iL}).

9 Conclusions

To conclude our research. we move to present first a brief explanation of APP, which is concerned with determination of production, the inventory and the workforce levels of a company on a finite time horizon. The objective is to reduce the total overall cost to fulfil a situation of inconstant demand, assuming fixed sales and production capacities.

In this study, we used the tolerance approach to the FGP developed by Kim and Whang (1998) and revised by Yaghoobi and Tamiz (2007-a) for aggregate production planning (RKW-APP). The proposed model attempts to minimise total production and work force costs, carrying inventory costs and costs of changes in labour levels, so that in the end, the proposed model is solved by using the LINGO program and getting the optimal production plan.

Moreover, the major limitations of the proposed model concern the assumptions made in determining each of the decision parameters, with reference to production costs, forecast demand, maximum work force levels, and production resources. Hence, the proposed model must be modified to make it better suited to practical applications. Future researchers may also explore the fuzzy properties of decision variables, coefficients and relevant decision parameters in APP decision problems. We will use linear programming with the fuzzy parameters developed by Jiménez et al. (2007) and extended by Marbini.A.H and Tavana M (2011), which will enable us to use the APP problems in cases where the parameters are fuzzy.

Acknowledgements

The authors are grateful for the valuable comments and suggestions from the respected reviewers, which have enhanced the strength and significance of our work.

References

Aouni, B., Martel, J.M. and Hassaine, A. (2010) 'Fuzzy Goal Programming Model: An Overview of the Current State-of-the Art', *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 16, pp.149–161.

Aouni, B. and Kettani, O. (2001) 'Goal programming model: a glorious history and a promising future', *European Journal of Operational Research*, Vol. 133, pp.225–231.

Bellman, R.E. and Zadeh, L.A. (1970) 'Decision making in a Fuzzy environment', *Management Science*, Vol. 17, No. 2, pp.141–164.

Bowman, E.H. (1956) 'Production scheduling by the transportation method of linear programming', *Operations Research*, Vol. 4, pp.100–103.

Bowman, E.H. (1963) 'Consistency and optimality in managerial decision making', *Management Science*, Vol. 9, pp.310–321.

Chanas, S. and Kuchta, D. (2002) 'Fuzzy goal programming – One notation, many Meanings', *Control and Cybernetics* , Vol. 31, No. 4, pp.871–890.

Charnes, A., Cooper, WW. and Rhodes, E. (1978) ' Measuring the efficiency of decision making units', *European Journal of Operations Research*, Vol. 2, pp.429–444.

Charnes, W. and Cooper, W. (1961) '*Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*', John Wiley and Sons, New York.

Chen, L-H. and Tsai F-C. (2001) 'Fuzzy goal programming with different importance and priorities', *European Journal of Operational Research,* Vol. 133, pp.548–556.

Flavell, R.B. (1976) 'A new goal programming formulation', *Omega*, Vol. 4, pp.731–732.

Freeling, A.N.S. (1980) 'Fuzzy sets and decision analysis', *IEEE Transactions on Systems, Management and Cybernetics*, Vol. 10, No. 7, pp.341–354.

Gen, M. and Tsujimura, Y. and Ida, K. (1992) 'Method for solving multiobjective aggregate production planning problem with fuzzy parameters', *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 23, pp.117–120.

Hannan, E.L. (1981-a) 'On Fuzzy Goal Programming', *Decision Sciences,* Vol. 12, pp.522–531.

Hannan, E.L. (1981-b) 'Linear programming with multiple fuzzy goals', *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 6, pp.235–248.

Holt, C.C., Modigliani, F. and Simon, H.A. (1955) 'Linear decision rule for production and employment scheduling', *Management Science*, Vol. 2, pp.1–30.

Iginizio, J.P. (1983) 'Generalized Goal Programming, An Overview', *Computers and Operational Research*, Vol. 10, No. 4, pp.277–289.

Ignizio, J.P. (1976) '*Goal Programming and Extensions*', Massachusetts, Lexington Books.

Ignizio, J.P. (1982-a) 'On the (re)discovery of fuzzy goal programming', *Decision Sciences,* Vol. 13, pp.331–336.

Ignizio, J.P. (1982–b) 'Notes and communications of the (re)discovery of fuzzy goal programming', *Decision Sciences*, Vol. 13, pp.331–336.

Jamalnia, A. and Soukhakian, M.A. (2009) 'A hybrid fuzzy goal programming approach with different goal priorities to aggregate production planning', *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 56, pp.1474–1486.

Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A. and Rodríguez, M.V. (2007) 'Linear programming with fuzzy parameters: an interactive method resolution', *European Journal of Operational Research*, Vol. 177, No. 3, pp.1599–1609.

Jones, D.F. and Tamiz, M. (2002) 'Goal programming in the period 1990–2000', in Multiple criteria optimization state of the art annotated Bibliographic surveys', Erghott M. and Gandibleux X. (eds.) Kluwver, pp.129-170.

Jones, C.H. (1967) 'Parametric production planning', *Management Science*, Vol. 13, pp.843–866.

Kim, J.S. and Whang, K.S. (1998) 'A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function', *European Journal of Operational Research,* Vol. 107, pp.614–624.

Lee, S.M. (1972) '*Goal Programming for Decision Analysis*', Auerbach, Philadelphia, PA.

Marbini, A.H. and Tavana, M. (2011) 'An extension of the linear programming method with fuzzy parameters', *International Journal of Mathematics in Operational Research*, Vol. 3, No. 1, pp.44–55.

Martel, J-M. and Aouni, B. (1990) 'Incorporating the decision makers preferences in the goal programming model', *Journal of Operational Research Society*, Vol. 41, pp.1121–1132.

Martel, J-M. and Aouni, B. (1998) 'Diverse imprecise goal programming model formulations', *Journal of Global Optimization*, Vol. 12, pp.127–138.

Masud, A.S.M. and Hwang, C.L. (1980) 'An aggregate production planning model and application of three multiple objective decision methods', *International Journal of Production Research*, Vol. 18, pp.741–752.

Mohamed, R.H. (1997) 'The relationship between goal programming and fuzzy programming', *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 89, pp.215–222.

Mohandas, S.U., Phelps, T.A. and Ragsdell, K.M. (1990) 'Structural optimization using a fuzzy goal programming approach', *Computers and Structures*, Vol. 37, No. 1, pp.1–8.

Narasimhan, R. (1980) 'Goal Programming in a Fuzzy Environment', *Decision Sciences,* Vol. 11, pp.325–336.

Pal, B.B. and Moitra, B.N. (2003) 'A goal programming procedure for solving problems with multiple fuzzy goals using dynamic programming', *European Journal of Operational Research*, Vol. 144, pp.480–491.

Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang (2005) 'Aggregate production planning with multiple fuzzy goals', *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 25, pp.589–597.

Romero, C. (2004) ‘A general structure of achievement function for a goal programming model’, *European Journal of Operational Research*, Vol. 153, pp.675–686.

Romero, C. (1991) ‘*Handbook of Critical Issues in Goal Programming*’, Pergamon Press, Oxford.

Saad, C. (1982) ‘An overview of production planning model: structure classification and empirical assessment’, *International Journal of Production Research*, Vol. 20, pp.105–114.

Schniederjans (1995) ‘*Goal Programming: Methodology and Applications*’, Kluwer Academic Publishers, Norwell, USA.

Singhal, K. and Adlakha,V. (1989) ‘Cost and shortage trade-offs in aggregate production planning’, *Decision Sciences*, Vol. 20, pp.158–165.

Tamiz, M., Jones, D.F. and Romero, C. (1998) ‘Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art’, *European Journal of Operational Research*, Vol. 111, pp.569–581.

Tamiz, M., Jones, D.F. and EL-Darai, E. (1993) ‘A review of Goal Programming and for its application’, *Annals of operations Research*, Vol. 58, pp.39–53.

Tang, J., Wang, D. and Fung, R.Y.K. (2000) ‘Fuzzy formulation for multi-product aggregate production planning’, *Production Planning and Control*, Vol. 11, pp.670–676.

Taubert, W.H. (1986) ‘A search decision rule for the aggregate scheduling problem’, *Management Science*, Vol. l4, pp.343–359.

Tiwari, R.N. and Dharmar, J.R. Rao. (1987) ‘Fuzzy goal programming—An additive model’, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 24, pp.27–34.

Wang, H-F. and Fu, C-C. (1997) ‘A generalization of fuzzy goal programming with pre-emptive structure’, *Computers Operational Research*, Vol. 24, No. 9, pp.819–828.

Wang, R.C. and Fang, H.H. (2001) ‘Aggregate production planning with multiple objectives in a fuzzy environment’, *European Journal of Operational Research*, Vol. 133, pp.521– 536.

Yaghoobi, M.A. and Tamiz, M. (2007-a) ‘A note on article. A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function’, *European Journal of Operational Research*, Vol. 176, pp.636–640.

Yaghoobi, M.A. and Tamiz, M. (2007-b) ‘A method for solving fuzzy goal programming problems based on MINMAX approach’, *European Journal of Operational Research*, Vol. 177, pp.1580–1590.

Yaghoobi, M.A. and Tamiz, M. (2006) ‘On improving a weighted additive model for fuzzy goal programming problems, International Review of fuzzy mathematics, Vol. 1, pp.115–129.

Yang, T., Ignizio, J.P. and Kim, H.J. (1991) ‘Fuzzy programming with nonlinear membership functions: Piecewise linear approximation’, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 41, pp.39–53.

Zadeh, L.A. (1965) ‘Fuzzy Sets’, *Information and Control*, Vol. 8, pp.338–353.

Zeleny, M. (1982) ‘*Multiple Criteria Decision Making*’, McGraw Hill Book Company, New York.

Zeleny, M. (1981) ‘The Pros and Cons of goal programming’, *Computers and Operations Research* , Vol. 8, No. 4, pp.357–359.

Zimmerman, H-J. (1983) ‘Using fuzzy sets in operations research’*, Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 13, pp.201–216.

Zimmerman, H-J. (1976) ‘Description and optimization of fuzzy systems’, *International Journal of General Systems*, Vol. 2, pp.209–215.

Zimmerman, H.J. (1978) ‘Fuzzy programming and linear programming with several objective functions’, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 1, pp.45–56.

I.J. Intelligent Systems and Applications, **2012, 11, 14-23**
Published Online October 2012 in MECS (http://www.mecs-press.org/)
DOI: 10.5815/ijisa.2012.11.02

Application of Weighted Additive Fuzzy Goal Programming Approach to Quality Control System Design

Mohammed. Mekidiche.
Faculty of Economics and Commerce, University of Tlemcen, -Maghnia Annex –Algeria
E-mail: mkidiche@yahoo.fr

Mostefa Belmokaddem
Faculty o f Economics and Commerce,University of Tlemcen, Algeria
E-mail: belmo_mus@yahoo.fr

Abstract— The problem of decision-making in designing a quality control system (QCS), is one of the most difficult problems decisions facing the manager in the industrial firms , this problem of decision requires of fixing the levels of inputs and variables that meet the required output specifications. in the context of the problem a QCS, the parameters can be imprecise and expressed through intervals or fuzzy. The aim of this study is to presents the formulation for designing a QCS based on Weighted fuzzy goal programming (WAFGP) developed by Yaghoobi and Tamiz [12] and Yaghoobi et al [13], the advantage of the proposed formulation as a linear , use all types of membership functions and integrate explicitly the decision-maker's preference . Finally, we compare the results of our model with the major important mathematical models used in the QCS It has been shown that the best model.

Index Terms— Fuzzy Goal Programming, Additive Approach, Quality Control System

I. Introduction

Even though some real-world problems can be reduced to a matter of a single objective very often it is hard to define all the aspects in terms of a single objective. Defining multiple objectives often gives a better idea of the task. Multi objective optimization has been available for about two decades, and its application in real-world problems is continuously increasing. In contrast to the plethora of techniques available for single-objective optimization, relatively few techniques have been developed for multi objective optimization , Goal programming(GP) is one of the most important methods of Multi objective optimization ,it is an extension to linear programming . the basic idea is to establish a specific numeric goal for each of the objectives, formulate an objective function for each objective, then seek a solution that minimizes the significance of GP lies in its perspective of sharing goals with their priorities and providing an optimal solution ,keeping in line the goals and their priorities. Where linear programming usually deals with a one-dimensional objective such as profit maximization, goal programming solves multiple and frequently conflicting objectives, such as profitability, liquidity, and solvency. Some of the many recent applications of GP in management have been considered. In this paper we introduce this approach, describe its underlying philosophy for QCS in the presence of certain features which is a complex decision making process.

Sengupta [11] proposed a lexicographic GP model for QCS design in paper industry, he determined the levels of inputs and process variables in order to meet a required specification of output which is common for QCS design. Schniederjans and Karuppan [10] developed a new formulation based on GP for QCS design in service organizations by using a zero-one GP model to help in select the "best" set of quality control instruments for customer data collection purposes. Badri [1] proposed an extension of Schniederjans and Karuppan's model by combining the Analytic Hierarchy Process method and GP model for designing QCS in service organizations. Lee and Wen [7] proposed an application of fuzzy goal programming (FGP) which has been developed by Hannan [4] for Water Quality Management in a River Basin. Sadok et al [3] proposed two formulations for designing QCS based on the imprecise GP model , first based on Hannan[4] approach (Minmax approach) and second based on GP with satisfaction functions which was later developed by Martel and Aouni [8] , they applied his formulations of paper industry.

This study presents two formulations of QCS design based on additive FGP, the first was developed by Hannan(1981) it minimized an additive summation of deviations , and the second was developed by Yaghoobi and Tamiz [12] and Yaghoobi et al [13] and its application of paper industry is the same example that had been developed by Sengupta [11].

II. GP Approach for Designing to QCS in the Paper Factory

2.1 Sengupta's Approach

Sengupta(1981) described a process control problem in the paper industry in which levels of inputs variables ($X_1; \ldots; X_l$) and process variables ($R_1; \ldots; R_k$) were to be fixed in order to meet required specifications of several output characteristics ($Y_1; \ldots; Y_r$). The permissible range of values for inputs and process variables were predetermined. The output characteristics to be achieved are either specified as a permissible range of values or are of the 'close to' type. The problem, as stated, is to find a solution in which the input levels and process variables meet all the specifications on output characteristics subject to their constraints and if no such solution exists, then to find the best compromise solution.

The relationship between the output quality characteristics with the inputs and the process variables established through multiple linear regression analysis. These relationships are then used in a GP formulation with a pre-emptive priority structure to solve the problem.

The details of the input, process variables and output variables in the paper industry are illustrated in Table 1.

Table 1: Target specification for input characteristic, process variables, and output characteristics

Specification/permissible limit		
Input characteristic	(X_1) Hardwood (%)	$[20, 40]$
Process variables	(R_1) Upper cooking zone temperature (℃)	$[140, 175]$
	(R_2) Lower cooking zone temperature (℃)	$[140, 173]$
	(R_3) LP steam pressure (kg/cm^2)	$[2{,}0, 4{,}4]$
	(R_4) HP steam pressure (kg/cm^2)	$[8{,}0, 20{,}5]$
	(R_5) Active alkali as NaOH (%)	$[20, 35]$
	(R_6) Sulphidity of white liquor (%)	$[13, 25]$
	(R_7) Alkali index (no)	$[12{,}5, 18{,}7]$
Output characteristics	(Y_1) K-number	$[16, 18]$
	(Y_2) Burst factor	Close to 35
	(Y_3) Breaking length	Close to 5000

The problem was to fix the levels of the input and the process variables so that specification is met. A follow-up study was undertaken linking the input with the output through the process variables. 46 sets of such data were collected over a period of 13 days. Multiple linear regression analysis was undertaken and the following relationships were obtained.

$$Y_1 = 22.84 + 0.06X_1 - 0.05R_1 + 0.004R_2 - 0.67R_3 + 0.24R_4 - 0.13R_5 + 0.19R_6 - 0.18R_7$$
$$(Multiple\ correlation\ coefficient = 0.74)$$

$$Y_2 = 38.94 + 0.05X_1 - 0.02R_1 + 0.002R_2 + 1.67R_3 + 0.21R_4 + 0.06R_5 + 0.02R_6 - 0.69R_7$$
$$(Multiple\ correlation\ coefficient = 0.72)$$

$$Y_3 = 3273.4 - 24.37X_1 + 9.997R_1 + 8.48R_2 - 268.68R_3 + 120.92R_4 + 67.27R_5 + 27.89R_6 - 138.46R_7$$
$$(Multiple\ correlation\ coefficient = 0.66)$$

To formulate this problem as a GP problem, the first setup required to be transformed to obtain one sided specification only, and these transformed variables are used in the GP formulation described. For example, the input-hardwood percentage (X_1) should be between 20 and 40. This is transformed as

$$X_1' = X_1 - 20 \le 20\ ,$$

and in other variables as

$$R_3' = R_3 - 2 \le 2.4\ , Y_3' = Y_3 \approx 5000\ ,$$

and next setup modified regression equation for example:

$$Y_1' = -0.334 + 0.06X_1' - 0.05R_1' + 0.004R_2' - 0.67R_3' + 0.24R_4' - 0.13R_5' + 0.19R_6' - 0.18R_7'$$

The Pre-emptive Priority factor is the K-number most important characteristic to be fulfilled gets the top priority. Priorities for others which in the fixed by the management after giving due consideration to the quality aspect as well as the ease of adjusting and modifying the levels of those variables. Sengupta [11] has formulated the GP problem as follows:

$$Min\ Z = P_1\delta^-_{Y_1'} + P_2(\delta^-_{Y_2'} + \delta^+_{Y_2'}) + P_3(\delta^-_{Y_3'} + \delta^+_{Y_3'})$$

$$+ P_4(\delta^-_{R_4'} + \delta^-_{R_7'}) + P_5(\delta^-_{X_1'} + \delta^-_{R_1'} + \delta^-_{R_2'} + \delta^-_{R_3'} + \delta^-_{R_5'} + \delta^-_{R_6'})$$

Subject to:

Output constraints:

$$Y_1' + \delta^-_{Y_1'} = 2 \quad i.e$$

$$0.06X_1' - 0.05R_1' + 0.004R_2' - 0.67R_3' +$$

$$0.24R_4' - 0.13R_5' + 0.19R_6' - 0.18R_7' + \delta^-_{Y_1'} = 2.334$$

$$Y_2' + \delta^-_{Y_2'} - \delta^+_{Y_2'} = 35 \quad i.e$$

$$0.05X_1' - 0.02R_1' + 0.002R_2' + 1.67R_3' + 0.21R_4'$$

$$+ 0.06R_5' + 0.02R_6' - 0.69R_7' + \delta^-_{Y_2'} - \delta^+_{Y_2'} = 0.6085$$

$$Y_3' + \delta^-_{Y_3'} - \delta^+_{Y_3'} = 5000 \quad i.e$$

$$24.37X_1' + 9.997R_1' + 8.48R_2' - 268.68R_3' + 120.92R'$$

$$_4 + 67.89R_6' - 27.89R_6' - 138.46R_7' + \delta^-_{Y_3'} - \delta^+_{Y_3'} = 726.139$$

Input constraint

$$X_1' + \delta^-_{X_1'} = 20$$

Process constraints

$$R_1' + \delta^-_{R_1'} = 35; \quad R_2' + \delta^-_{R_2'} = 33;$$

$$R_3' + \delta^-_{R_3'} = 2.4; \quad R_4' + \delta^-_{R_4'} = 12.5; \quad R_5' + \delta^-_{R_5'} = 15;$$

$$R_6' + \delta^-_{R_6'} = 12; \quad R_7' + \delta^-_{R_7'} = 6.2;$$

With: $X_1' \geq 0; \ R_t' \geq 0, \quad t = 1,2,..,7$

The optimal solution is:

$$X_1 = 44; \ R_1 = 160; \ R_2 = 176; \ R_3 = 3;$$

$$R_4 = 11.5; \ R_5 = 28; \ R_6 = 23 \ and \ R_7 = 18.$$

This solution result in

$$Y_1 = 16.42; \ Y_2 = 35.43 \ and \ Y_3 = 5910.$$

2.2 GP with Satisfaction Functions Approach for Designing a QCS

Sadok et al [3] used a GP model with satisfaction function proposed by Martel and Aouni [8] for designing QCS in the paper industry . The general shape of the satisfaction function is shown in (fig 1).

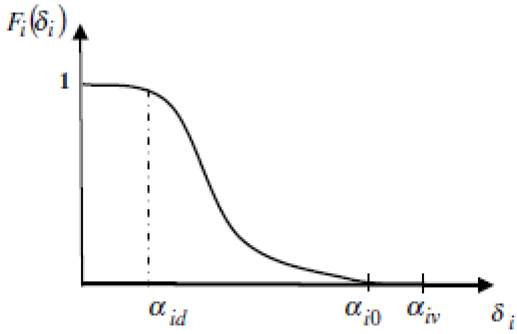


Fig. 1: General shape of the satisfaction function

Were $F_i(\delta_i)$: satisfaction function associated with deviations δ_i , α_{id} : indifference threshold; α_{i0} : dissatisfaction threshold; α_{iv} :veto threshold.

The GP model with satisfaction function proposed by sadok et al [2] can be formulated as follows :

$$Maximize Z = \sum_{i=1}^{r} (w^+_{Y_i} F^+_{Y_i}(\delta^+_{Y_i}) + w^-_{Y_i} F^-_{Y_i}(\delta^-_{Y_i})) +$$

$$\sum_{j=1}^{l} (w^+_{X_j} F^+_{X_j}(\delta^+_{X_j}) + w^-_{X_j} F^-_{X_j}(\delta^-_{X_j}))$$

$$+ \sum_{t=1}^{k} (w^+_{R_t} F^+_{R_t}(\delta^+_{R_{ti}}) + w^-_{R_t} F^-_{R_t}(\delta^-_{R_t}))$$

$$subject \quad to:$$

$$Y_i + \delta^-_{Y_i} - \delta^+_{Y_i} = g_{Y_i} \qquad (for\ i = 1,2,..., r)$$

$$X_j + \delta^-_{X_j} - \delta^+_{X_j} = g_{X_j} \ (for \ \ j = 1,2,..., l)$$

$$R_t + \delta^-_{R_t} - \delta^+_{R_t} = g_{R_t} \qquad (for \ \ t = 1,2,..., k)$$

$$with\ \delta^-_{Y_i}\ and\ \delta^+_{Y_i} \leq \alpha_{iv}$$

$$\delta^-_{X_j}\ and\ \delta^+_{R_t} \leq \alpha_{iv}$$

$$\delta^-_{R_t}\ and\ \delta^+_{R_t} \leq \alpha_{iv}$$

$$\delta^-_{Y_i}, \delta^+_{Y_i}, \delta^-_{X_j}, \delta^+_{X_j}, \delta^-_{R_i}, \delta^+_{R_t}, Y_i, X_j\ and\ R_t \geq 0$$

Where w_i express the relative importance of the objectives.

Sadok et al [3] have used this model in the papers industry , the optimal solution is:

$$X_1 = 40; \ R_1 = 158; \ R_2 = 145; \ R_3 = 3.387;$$

$$R_4 = 9.321; \ R_5 = 23; \ R_6 = 23 \ and \ R_7 = 18.152$$

This solution results in

$$Y_1 = 16 \ ; \ Y_2 = 35 \ and \ Y_3 = 5052,356$$

Despite the good results obtained by Sadok et al but that the formulation in problem of a QCS designing the use of GP with satisfaction function proposed by Martel and Aouni [8] we will get to the formulation of non-linear programming (LP), to be converted to the LP this is what makes the model's contains a many constraints, as it would be very difficult to be applied in the firms that produce some products which contain many inputs and process variables.

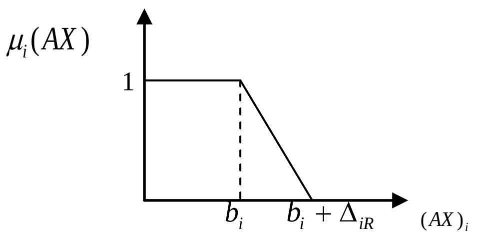
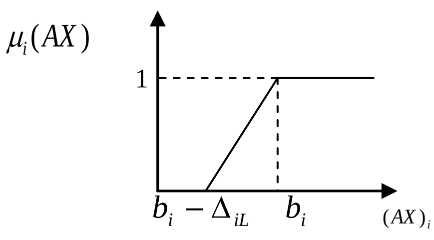
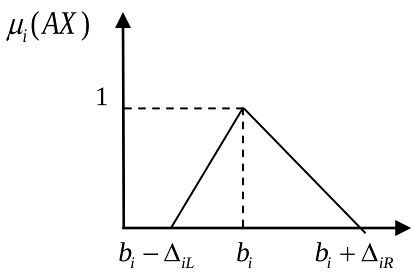
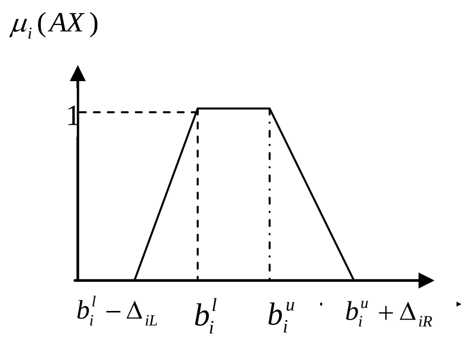
Membership function	Analytical definition
	$$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}1 & if\ \ (AX)_i\le b_i\\ 1-\dfrac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}} & if\ \ b_i\le (AX)_i\le b_i+\Delta_{iR}\quad i=1,..,i_0\ \ (1)\\ 0 & if..(AX)_i\ge b_i+\Delta_{iR}\end{cases}$$
Type 1	
	$$\mu_i\,(AX)_i=\begin{cases}1 & if\ \ (AX)_i\ge b_i\\ 1-\dfrac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & if\ \ b_i-\Delta_{iL}\le (AX)_i\le b_i\quad i=i_0+1,...,\ j_0\ \ (2)\\ 0 & if\ \ (AX)_i\le b_i-\Delta_{iL}\end{cases}$$
Type 2	
	$$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}0 & if\ \ (AX)_i\le b_i-\Delta_{iL}\\ 1-\dfrac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}} & if\ \ b_i-\Delta_{iL}\le (AX)_i\le b_i\ \ i=j_0+1,...,k_0\\ 1-\dfrac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & if\ \ b_i\le (AX)_i\le b_i+\Delta_{iL}\\ 0 & if\ \ (AX)_i\ge b_i+\Delta_{iR}\end{cases}\qquad (3)$$
Type 3	
	$$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}0 & if\ \ \ (AX)_i\le b_i^l-\Delta_{iL}\\ 1-\dfrac{b_i^l-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & if\ \ b_i^l-\Delta_{iL}\le (AX)_i\le b_{i\,i}^{\,l}\\ 1 & if\ \ \ b_i^l\le (AX)_i\le b_i^u\qquad i=k_0+1,...,\ K(4)\\ 1-\dfrac{(AX)_i-b_i^u}{\Delta_{iR}} & if\ \ b_i^u\le (AX)_i\le b_i^u+\Delta_{iR}.\\ 0 & if\ \ (AX)_i\ge b_i^u+\Delta_{iR}\end{cases}$$
Type 4	

Fig 2 : A type of linear membership functions

III. Fuzzy Goal Programming

A useful tool for dealing with imprecision is fuzzy set theory [14] .An objective with an imprecise aspiration level can be treated as a fuzzy goal. Initially, Narasimhan [9] incorporated fuzzy set theory in GP and presented an FGP model . Hannan [4] simplified the Narasimhan method to an equivalent simple LP . These pioneering works led to extensive research in the use and application of FGP to real life problems.

To solve FGP problems various models based on different approaches have been proposed. A survey and classification of FGP models had been presented by Chanas and Kuchta [2].There are three types of fuzzy goals which are the most common. The following FGP model contains these fuzzy goals.

$$OPT \ \ (AX)_i \underset{\approx}{\leq} b_i \quad i=1,..,i_O$$
$$(AX)_i \underset{\approx}{\geq} b_i \ \ i=i_O+1,...,j_0$$
$$(AX)_i \cong \quad i=j_O+1,...,K$$
$$X \in C_{S,}$$

Where OPT means finding an optimal decision X such that all fuzzy goals are satisfied, $(AX)_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \quad i=1,...,k$, b_i is the aspiration level for $i.th$ goal.

3.1 Membership Functions

Narasimhan [9] and Hannan [4] ,were the first to give a FGP formulation by using the concept of the membership function. These functions are defined on the interval [0, 1]. So, the membership function for the *i-th* goal have a value of 1 when this goal is attained and the decision maker's is totally satisfied; otherwise the membership functions assume a value between 0 and 1.

Linear membership functions are used in theory and practice more than other types of membership functions. For the above four types of fuzzy goals linear membership functions are defined and depicted as follows (Fig. 2).

IV. FGP for Designing a QCS

4.1 FGP for Designing a QCS Using Hannan Approach

To deal with FGP problems some models use the concept of deviational variables in GP. These models try to minimize an additive summation of deviations from imprecise aspiration levels of fuzzy goals.

Hannan [4] introduced the first formulation in the FGP his model is only isosceles triangular linear membership function (Fig1-type3) which considered, ($\Delta_{iL} = \Delta_{iR}$) indicates both left and right admissible violations for the i th fuzzy goal. δ_i^- and δ_i^+, Hannan [4] proposed two approaches in the FGP (Minmax approach and Additive approach) , the first approach Maximizes the degree of membership functions and the seconds Minimizes an additive summation of deviations. The application of two objective functions to Hannan [4] for designing the QCS in the paper factory is as follows:

- **Minmax approach**: maximize degree of memberships functions μ_i its model is as follows:

$Max\ z = \mu$

subject to

$$-0{,}06\,X_1 + 0{,}05\,R_1 - 0{,}004\,R_2 + 0{,}67\,R_3 - 0{,}24\,R_4 + 0{,}13\,R_5 - 0{,}19\,R_6 + 0{,}18\,R_7 - \delta_{y_1}^- + \delta_{y_1}^+ = 5{,}84 \quad (1)$$

$$-0{,}025\,X_1 + 0{,}01R_1 - 0{,}001R_2 - 0{,}835R_3 - 0{,}105R_4 - 0{,}03R_5 - 0{,}01R_6 + 0{,}345R_7 - \delta_{y_2}^- + \delta_{y_2}^+ = 1{,}97 \quad (2)$$

$$-0{,}0812\,X_1 + 0{,}033R_1 + 0{,}028R_2 - 0{,}895R_3 + 0{,}403R_4 + 0{,}224R_5 + 0{,}092R_6 - 0{,}461R_7 - \delta_{y_3}^- + \delta_{y_3}^+ = 5{,}753 \quad (3)$$

$$0{,}1X_1 + \delta_{X_1}^- - \delta_{X_1}^+ = 3 \quad (4)$$

$$0{,}0571 + \delta_{R_1}^- - \delta_{R_1}^+ = 9 \quad (5)$$

$$0{,}0606\,R_2 + \delta_{R_2}^- - \delta_{R_2}^+ = 9{,}485 \quad (6)$$

$$0{,}833R_3 + \delta_{R_3}^- - \delta_{R_3}^+ = 2{,}666 \quad (7)$$

$$0{,}16R_4 + \delta_{R_4}^- - \delta_{R_4}^+ = 2{,}28 \quad (8)$$

$$0{,}133R_5 + \delta_{R_5}^- - \delta_{R_5}^+ = 3{,}666 \quad (9)$$

$$0{,}166\,R_6 + \delta_{R_6}^- - \delta_{R_6}^+ = 3{,}166 \quad (10)$$

$$0{,}322\,R_7 + \delta_{R_7}^- - \delta_{R_7}^+ = 5{,}032 \quad (11)$$

$$\mu + \delta_{y_i}^- + \delta_{y_i}^+ \leq 1 \quad (12)$$

$$\mu + \delta_{X_1}^- + \delta_{X_1}^+ \leq 1 \quad (13)$$

$$\mu + \delta_{R_t}^- + \delta_{R_t}^+ \leq 1 \quad (14)$$

$$\mu, \delta_{y_i}^-, \delta_{y_i}^+, \delta_{X_1}^-, \delta_{X_1}^+, \delta_{R_t}^-, \delta_{R_t}^+, Y_i, X_1 \ and\ R_t \geq 0$$
$$(For\ \ i=1,2,3\ \ and\ t=1,2,..,7). \quad (15)$$

Using the LINGO package, the obtained optimal solution is as follows:

$X_1 = 35{,}886$,

$R_1 = 147{,}197$, $R_2 = 145$, $R_3 = 3{,}04$, $R_4 = 10{,}57$,
$R_5 = 22{,}249$, $R_6 = 22{,}249$, $R_7 = 18{,}152$

This solution results in to

$Y_1 = 16{,}455$, $Y_2 = 36{,}177$, $Y_3 = 5229{,}926$.

- **Additive approach**: minimize a additive summation of deviations: the objective function and constraints in their model is as follows:

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{3}(\delta_{Y_i}^- + \delta_{Y_i}^+) + \sum_{j=1}^{1}(\delta_{X_i}^- + \delta_{X_i}^+) + \sum_{t=1}^{7}(\delta_{R_i}^- + \delta_{R_i}^+)$$

Subject to: Constraints (1)-(15).

The optimal solution is as follows: $X_1 = 36{,}288$, $R_1 = 139{,}99$, $R_2 = 156{,}502$, $R_3 = 3{,}2$, $R_4 = 11{,}605$

$R_5 = 20$, $R_6 = 18{,}99$, $R_7 = 18{,}302$ This solutions is yielding to $Y_1 = 17{,}04$, $Y_2 = 35$, $Y_3 = 5056{,}82$.

4.2 Weighted Additive Fuzzy Goal Programming (WAFGP) for Designing a QCS

4.2.1 WAFGP models

Yaghoobi and Tamiz [12] and Yaghoobi et al [13] who proposed other approaches for solving FGP problems with unequal weights can be formulated as a single LP problem with the concept of tolerance , The attempt to extend Kim and Whang [6] model by introducing an LP model that is able to use all types of memberships functions (type1-type4) their model can be formulated as follow:

$$Min\, z = \sum_{i=1}^{i_0} w_i \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} + \sum_{i=i_0+1}^{j_O} w_i \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \sum_{i=j_o+1}^{K} w_i (\frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}})$$

subject to:

$$(AX)_i - \delta_i^+ \le b_i \qquad i = 1,..,i_o$$

$$\mu_i + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} = 1 \qquad i = 1,..,i_o$$

$$(AX)_i + \delta_i^- \ge b_i \qquad i = i_0 + 1,.., j_0$$

$$\mu_i + \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} = 1 \qquad i = i_0 + 1,.., j_0$$

$$(AX)_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i \qquad i = j_o + 1,.., k_0$$

$$\mu_i + \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} = 1 \qquad i = j_o + 1,.., K$$

$$(AX)_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i \qquad i = j_o + 1,.., K$$

$$(AX)_i - \delta_i^+ \le b_i^u \qquad i = k_0 + 1,.., K$$

$$(AX)_i + \delta_i^- \ge b_i^l \qquad i = k_0 + 1,.., K$$

$$\mu_i , \delta_i^- , \delta_i^+ \ge 0 \qquad i = 1,.., K$$

$$X \in C_s$$

Where C_s is an optional set of hard constraints as found in LP.

The advantages of the new model are :

- the WAFGP developed by Yaghoobi et al (2008) wich can be used for these types of membership functions .
- the new formulation determines the degree of membership function for every variable.
- the optimal solution of new model is equal to the degree of membership function for ith fuzzy goal.

Table 2: type and data of memberships function for every variables

Type of variables	Variables	Type of memberships functions	Data of membership functions	
Input characteristic	(X_1)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(15, 15 ,5)
Process variables	(R_1)	Type 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(158, 18 ,170, 5)
	(R_2)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(4 ,144 ,29)
	(R_3)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(1 , 3 ,1.4)
	(R_4)	Type 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(2 , 10.5 ,10)
	(R_5)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(7.5 , 27.5 ,7.5)
	(R_6)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(6 , 19 ,6)
	(R_7)	Type 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(3.1 , 15.6 ,3.1)
Output characteristics	(Y_1)	Type 4	$(b_i^l, \Delta_{iL}, b_i^u, \Delta_{iR})$	(16 ,0,5 ,18 ,0,5)
	(Y_2)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(2 , 35 , 2)
	(Y_3)	Type 3	$(\Delta_{iL}, b_i, \Delta_{iR})$	(100 ,5000 ,100)

4.2.2 Application of WAFGP for designing a QCS in the papers industry

The application of the previous model will be illustrated through the same example of the paper industry. First we will present the membership functions related to each specification (objective), and then we will define the type of membership functions. The details of the type of membership functions of input, process variables and output are shown in Table 2.

Based on the above information (Table 2) and using a methods developed by Yaghoobi and Tamiz [12], and

Yaghoobi et al [13] the by WAFGP formulation for QCS in the paper factory is as follows:

$$Min\ \ z = (\frac{\delta_{Y_1}^- + \delta_{Y_1}^+}{0,5}) + (\frac{\delta_{Y_2}^- + \delta_{Y_2}^+}{2}) + (\frac{\delta_{Y_3}^- + \delta_{Y_3}^+}{100})$$
$$+ (\frac{\delta_{X_1}^-}{15} + \frac{\delta_{X_1}^+}{5}) + (\frac{\delta_{R_1}^-}{18} + \frac{\delta_{R_1}^+}{5}) + (\frac{\delta_{R_2}^-}{4} + \frac{\delta_{R_2}^+}{29})$$
$$+ (\frac{\delta_{R_3}^-}{1} + \frac{\delta_{R_3}^+}{1,4}) + (\frac{\delta_{R_4}^-}{2} + \frac{\delta_{R_4}^+}{10,5}) + (\frac{\delta_{R_5}^- + \delta_{R_5}^+}{7,5})$$
$$+ (\frac{\delta_{R_6}^- + \delta_{R_6}^+}{6}) + (\frac{\delta_{R_7}^- + \delta_{R_7}^+}{3,1})$$

$subject \quad to:$

$$-0,06\,X_1 + 0,05\,R_1 - 0,004\,R_2 + 0,67\,R_3 - 0,24R_4$$
$$+ 0,13\,R_5 - 0,19\,R_6 + 0,18\,R_7 - \delta_{y_1}^- \geq 5,84$$
$$-0,06\,X_1 + 0,05\,R_1 - 0,004\,R_2 + 0,67\,R_3 - 0,24R_4$$
$$+ 0,13\,R_5 - 0,19\,R_6 + 0,18\,R_7 + \delta_{y_1}^+ \leq 6,34$$
$$-0,05X_1 + 0,02R_1 - 0,002R_2 - 1,67R_3 - 0,21R_4$$
$$-0,06R_5 - 0,02R_6 + 0,69R_7 - \delta_{y_2}^- + \delta_{y_2}^+ = 3,94$$
$$-24,37\,X_1 + 9,997\,R_1 + 8,48R_2 - 268,68R_3 + 120,92\,R_4$$
$$+ 67,27R_5 + 27,89R_6 - 138,46R_7 - \delta_{y_3}^- + \delta_{y_3}^+ = 1726,6$$

$$X_1 + \delta_{X_1}^- - \delta_{X_1}^+ = 35$$
$$R_1 - \delta_{R_1}^+ \leq 170$$
$$R_1 + \delta_{R_1}^- \geq 158$$
$$R_2 + \delta_{R_2}^- - \delta_{R_2}^+ = 144$$
$$R_3 + \delta_{R_3}^- - \delta_{R_3}^+ = 3$$
$$R_4 + \delta_{R_4}^- - \delta_{R_4}^+ = 10$$
$$R_5 + \delta_{R_5}^- - \delta_{R_5}^+ = 27,5$$
$$R_6 + \delta_{R_6}^- - \delta_{R_6}^+ = 19$$
$$R_7 + \delta_{R_7}^- - \delta_{R_7}^+ = 15,6$$
$$\mu_1 + \frac{(\delta_{Y_1}^- + \delta_{Y_1}^+)}{0,5} = 1$$
$$\mu_2 + \frac{(\delta_{Y_2}^- + \delta_{Y_2}^+)}{2} = 1$$
$$\mu_3 + \frac{(\delta_{Y_3}^- + \delta_{Y_3}^+)}{100} = 1$$
$$\mu_4 + (\frac{\delta_{X_1}^-}{15} + \frac{\delta_{X_1}^+}{5}) = 1$$
$$\mu_5 + (\frac{\delta_{R_1}^-}{18} + \frac{\delta_{R_1}^+}{3}) = 1$$
$$\mu_6 + (\frac{\delta_{R_2}^-}{4} + \frac{\delta_{R_2}^+}{29}) = 1$$
$$\mu_7 + (\frac{\delta_{R_3}^-}{1} + \frac{\delta_{R_3}^+}{1,4}) = 1$$
$$\mu_8 + (\frac{\delta_{R_2}^-}{2} + \frac{\delta_{R_2}^+}{10,5}) = 1$$
$$\mu_9 + (\frac{\delta_{R_5}^- + \delta_{R_5}^+}{7,5}) = 1$$
$$\mu_{10} + (\frac{\delta_{R_6}^- + \delta_{R_6}^+}{6}) = 1$$
$$\mu_{11} + (\frac{\delta_{R_7}^- + \delta_{R_7}^+}{3,1}) = 1$$

$$\mu, \delta_{y_i}^-, \delta_{y_i}^+, \delta_{X_1}^-, \delta_{X_1}^+, \delta_{R_t}^-, \delta_{R_t}^+, Y_i, X_1\ and\ R_t \geq 0$$
$$(For\ \ i = 1,2,3\ \ and\ \ t = 1,2,...,7). \quad (15)$$

Using the LINGO package, the obtained optimal solution is as follows:

$X_1 = 35$, $R_1 = 146,152$, $R_2 = 144$, $R_3 = 3,04$, $R_4 = 10$, $R_5 = 20$, $R_6 = 29$, $R_7 = 17$

This solutions results to

$Y_1 = 16,54$, $Y_2 = 35$, $Y_3 = 5051,839$

The proposed model determines degree of membership functions for the ith goal:

$$(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5, \mu_6, \mu_7, \mu_8, \mu_9, \mu_{10}, \mu_{11}) =$$
$$(1,\ \ 1, 1, 1, 0.341, 1,0.971\ \ ,1,\ \ 0\ \ ,1\ \ ,0.509)$$

We notice all the solutions lie within the target intervals, and that the model is simple and flexible that and its adaptation to every new situation. can accommodate the simultaneous the changes that can occur in models parameters (specification levels, the coefficients of the importance of deviation variables and membership functions), as Decision makers preferences can also be introduced to use all types of membership functions. Our model uses linear formulation directly contrary to the formulation of GP witch satisfaction function Which is very complex as it uses non-LP.

The Comparison between WAFGP – QCS model presented in this study, sengupta approach [11], FGP of Hannan (ADDITIVE and MINMAX Approach) and GP with satisfaction function indicated in Table 3.

Use of model WAFGP-QCS will depend largely on the goodness of the regression model because If the relationship between input characteristics, output characteristics and process parameters is week then the solution may deviate from the optimum, and depend also on type of membership functions.

Appendix : Fig. 3 presents the block diagram of the WAFGP-QCS model Development**.**

V. Conclusions

The QCS design is concerned with fixing the levels of inputs and process variables in order to meet a required specification of output, this problem can be tackled by using an imprecise GP model.

In this study we proposed an two formulations for designing a QCS based on Additive FGP model. First developed bay Hannan[4] Which uses a triangular linear membership functions and second developed by Yaghoobi and Tamiz [12]and Yaghoobi et al [13] named weighted additive fuzzy goal programming (WAFGP) Which uses all types of membership functions the proposed models are solved by using LINGO programme and getting optimal levels of input and process variables is to meet a required specification of output.

The major limitations of the proposed model concern the good quality of the regression model. If the relationship between input characteristics, output characteristics and process parameters is poor then the solution may deviate from the optimum. For future research we will use the fuzzy regression model developed by H Hassanpour et al [5] which will possible for us to uses it estimate of the relation between inputs variables, process variables and output variables.

Table 3: Comparisons between major QCS models

	variables	Target intervalles	Sengupta approach	Hannan Approach		Approach with satisfaction functions	WAFGP-QCS
				MINMAX Approach	ADDITIVE Approach		
Input characteristics	(X_1)	$[20, 40]$	**44**	**35,886**	**36,288**	**40**	**35**
Process variables	(R_1)	$[140, 175]$	**160**	**147,197**	**139,99**	**158**	**146,152**
	(R_2)	$[140, 173]$	**176**	**146,789**	**156,502**	**145**	**144**
	(R_3)	$[2{,}0, 4{,}4]$	3	3,634	3,2	3,387	3,040
	(R_4)	$[8{,}0, 20{,}5]$	11,5	10,570	11,605	9,321	10
	(R_5)	$[20, 35]$	28	23,085	20	23	20
	(R_6)	$[13, 25]$	23	22,249	18,99	23	19
	(R_7)	$[12{,}5, 18{,}7]$	18	17,429	18,302	18,152	17
Output characteristics	(Y_1)	$[16, 18]$	16,42	16,455	17,04	16	16,54
	(Y_2)	Close to 35	**35,43**	**36,177**	**35**	**35**	**35**
	(Y_3)	Close to 5000	**5910**	**5229,926**	**5056,86**	**5052,356**	**5051,83932**

Acknowledgements

The authors are grateful for the valuable comments and suggestions from the respected reviewers which have enhanced the strength and significance of our work

References

[1] Badri, M.A., A combined AHP-GP model for quality control systems. International Journal of Production Economics,Vol 72,2002, PP 27–40.

[2] Chanas, S and Kuchta, D. Fuzzy goal programming – One notation", many Meanings. Control and Cybernetics ,Vol 31 ,2002, PP 871–890.

[3] Sadok, C,M., Chabchoub,H., Aouni, B. Quality control system design through goal programming model and the satisfaction functions . European Journal of Operational Research ,Vol 186, 2008, PP 1084–1098.

[4] Hannan, E.L., On fuzzy goal programming. Decision Sciences ,Vol 12, 1981, PP 522–531.

[5] Hassanpour , H,. Maleki,H,R,. Yaghoobi,M,A., A Goal programming approach to fuzzy linear regression with non-fuzzy input and fuzzy output data ,Asia- Pacific Journal of Operational Research, Vol 26, 2009 , PP 587-604

[6] Kim, J.S., Whang, K.-S. A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function . European Journal of Operational Research ,Vol 107, 1998, PP 614–624.

[7] Lee, C.S., Wen, C.G., Fuzzy goal programming approach for water quality management in a river basin . Fuzzy Sets and Systems ,Vol 89, 1997, PP 181–192.

[8] Martel, J.M., Aouni, B., Incorporating the decision-maker's preferences in the goal programming model . Journal of Operational Research Society, Vol 41, PP 1121–1132.

[9] Narasimhan, R., Goal programming in a fuzzy environment . Decision sciences,Vol 11, 1980 ,PP 325–336.

[10] Schniederjans, M.J., Karuppan, C.M., Designing a quality control system in a service organization: A goal programming case study. European Journal of Operational Research,Vol 81, 1995, PP 249–258.

[11] Sengupta, S., Goal programming approach to a type of quality control problem. The Journal of the Operational Research Society,Vol 32 , 1981,PP 207–211.

[12] Yaghoobi,M,A.,and Tamiz. A methode for solving fuzzy goal programming problems with based on MINMAX approach . European Journal of Operational Research, Vol 177 , 2007, PP1580–1590.

[13] Yaghoobi,M,A.,Jons,D,F.,and Tamiz., 2008. Weighted additive models for solving fuzzy goal programming problems , Asia - Pacific Journal of Operational Research; Vol 25, 2007, PP 715-733.

[14] Zadeh, L. A. Fuzzy Sets. Information and Control , Vol 8, 1965, PP 338–353.

Appendix:

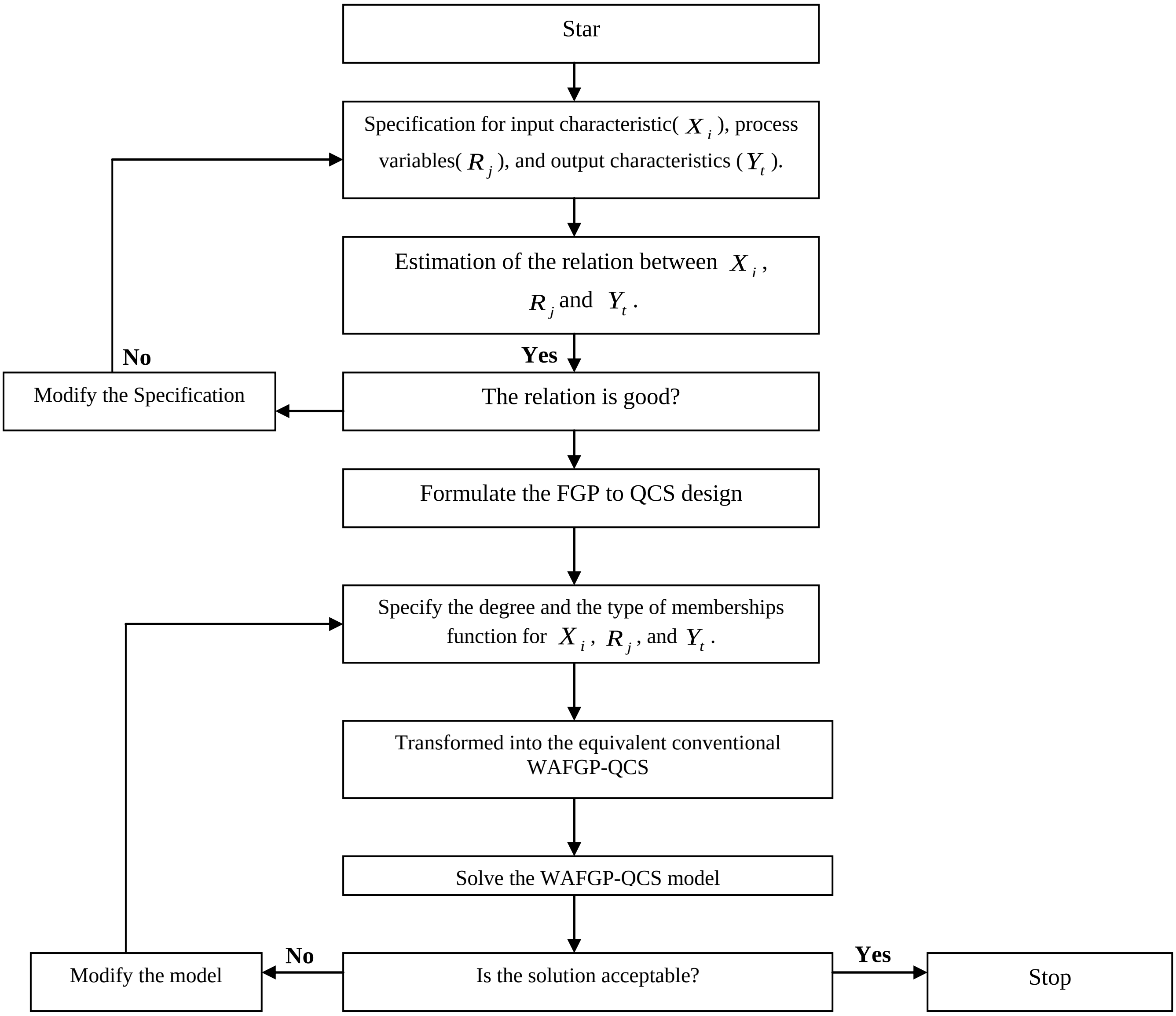


Fig. 3: The block diagram of WAFGP-QCS model development

Authors' Profiles

Mekidiche mohammed is currently Assistant Professor in the faculty of economics and commerce , University of Tlemcen, Maghnia Annex, Algeria , where he teaches Statistics and econometric , Operations Research, applied microeconomics and production planning, He received the MS degree and PH.D in production and operations Management from Economics and commerce Faculty , University of Tlemcen in Algeria- .His research project is optimization in production planning , Multi Criteria Decision Making and Fuzzy Sets Theory , fuzzy goal programming, Quality control, Time series analysis and its application in forecasting, neural network and its application in management, He has published several articles in journals.

Mostefa Belmokaddem, Doctor of Economics, University professor - was graduate of the Faculty of Economics at the University of Oran in 1977 and worked as assistant lecturer and professor at the Faculty of Economics University of Tlemcen (Algeria). After receiving his Ph.D. (1982)in the Theoretical Statistics and Economics at the Academy of Economic Studies in Bucharest, he worked as a Lecturer at the Faculty of Economics, University of Tlemcen, Algeria, (1982-1989), Lecturer (1988-1990) and professor (1990 to present). He has participated in international scientific events and a summer school (Valencia, Spain). It presents his ideas on a wide band of key issues in microeconomics, the various techniques to aid decision making by providing useful information for each discipline and research projects. He is the author of handouts and has published several articles in journals. His research project is applied statistics and econometrics, fuzzy set, optimization, Goal programming, Multi criteria decision making.

JOURNAL
OF
APPLIED
QUANTITATIVE
METHODS

APPLICATION OF A FUZZY GOAL PROGRAMMING APPROACH WITH DIFFERENT IMPORTANCE AND PRIORITIES TO AGGREGATE PRODUCTION PLANNING

Mostefa BELMOKADDEM[1]
PhD, University Professor, Faculty o f Economics and Commerce,
University of Tlemcen, Algeria

E-mail: belmo_mus@yahoo.fr

Mohammed MEKIDICHE[2]
PhD Candidate, Assistant Professor, Faculty o f Economics and Commerce,
University of Tlemcen, Algeria

E-mail: mkidiche@yahoo.fr

Abdelkader SAHED[3]
PhD Candidate, Assistant Professor, Faculty o f Economics and Commerce,
University of Tlemcen, Algeria

E-mail: sahed14@yahoo.fr

Abstract: *This study presents an application of a fuzzy goal programming approach with different importance and priorities (FGPIP) developed by Chen and Tsai (2001) to aggregate production planning (APP), for the state-run enterprise of iron manufactures non-metallic and useful substances (Société des bentonites d'Algérie-BENTAL-). The proposed model attempts to minimize total production and work force costs, carrying inventory costs and rates of changes in work force. The proposed model is solved by using LINGO computer package and getting optimal production plan. The proposed model yields an efficient compromise solution and the overall levels of Decision Making (DM) satisfaction with the multiple fuzzy goal values.*

Key words: *Aggregate production planning; fuzzy goals programming; fuzzy linguistic; membership function*

1. Introduction

Aggregate production planning (APP) is concerned with matching supply and demand of forecasted and fluctuated customer's orders over the medium-time range, up approximately 3 to 18 months into future. APP determines the intermediate range capacity needed to respond to fluctuating demand. Given demand forecasts for each period of a finite planning horizon, the APP specifies production levels, work force, inventory levels, subcontracting rates, and other controllable variable for each period that satisfy anticipated demand requirements while minimizing relevant cost over that planning horizon. The fluctuations in demand can be absorbed by adopting one of the following strategies:

- The production rate can be altered by effecting changes in the work force through hiring or laying of workers.
- The production rate can also be altered maintaining a constant labour force but introducing overtime or idle time.
- The production rate may be kept on a constant level and the fluctuations in demand met by altering the level of subcontracting.
- The production rate may be kept constant and changes in demand absorbed by changes in the inventory level.

Any combination of these strategies is possible. The problem of the APP is to select the strategy with least cost to the firm. This problem has been under an extensive discussion and several alternative methods for finding an optimal solution have been suggested in the literature.

Holt, Modigliani, and Simon (1955) proposed the HMMS rule, researchers have developed numerous models to help to solve the APP problem, each with their own pros and cons. According to Saad (1982), all traditional models of APP problems may be classified into six categories—(1) linear programming (LP) (Charnes & Cooper, 1961; Singhal & Adlakha, 1989), (2) linear decision rule (LDR) (Holt *et al.,* 1955), (3) transportation method (Bowman, 1956), (4) management coefficient approach (Bowman, 1963), (5) search decision rule (SDR) (Taubert, 1968), and (6) simulation (Jones, 1967). When using any of the APP models, the goals and model inputs (resources and demand) are generally assumed to be deterministic/crisp and only APP problems with the single objective of minimizing cost over the planning period can be solved. The best APP balances the cost of building and taking inventory with the cost of the adjusting activity levels to meet fluctuating demand.

In practice, the input data in the problem of APP and data of demand, resources and cost, as well as the objective function are frequently imprecise/fuzzy because some information is incomplete or unobtainable. Traditional mathematical programming techniques clearly cannot solve all fuzzy programming problems. In 1976, Zimmermann first introduced fuzzy set theory into conventional LP problems.

Since then, fuzzy linear programming (FLP) has been developed into several fuzzy optimization methods for solving APP problems. Additional references to the use of FLP to solve APP problems include Masud and Hwang (1980), Lee (1990), Tang , Wang and Fung. (2000), Wang and Fang (2001), Reay-ChenWang and Tien-Fu Liang (2005), Abouzar Jamalnia and Mohammad Ali Soukhakian (2008).

In practical production planning systems, many functional areas in an organization that send inputs to the aggregate plan are typically motivated by conflicting goals with respect to the use of the organization's resources. The decision maker (DM) must simultaneously optimize these conflicting goals in a framework of fuzzy aspiration levels. Zimmermann (1976) first extended his FLP approach to a conventional multi-objective linear programming (MOLP) problem. For each of the objective functions in this problem, the DM was assumed to have a fuzzy goal, such as "the objective function should be substantially less than or equal to some value." Subsequent works on fuzzy goal programming (FGP) included Leberling (1981), Hannan (1981), Luhandjula (1982), Sakawa (1988) and Chen and Tsai (2001).

This study presents an application A fuzzy GP with different priorities model in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances for solving the problems of the APP. The proposed model minimizes total production and work force costs, cost of inventory and minimize of degree of change in Work force.

2. Model formulation

2.1. Basic structure of fuzzy goal programming

Goal programming (GP) Models was originally introduced by Charnes and Cooper in early 1961 for a linear model. This approach allows the simultaneous solution of a system of Complex objectives. The solution of the problem requires the establishment among these multiple objectives.

The principal concept for linear GP is to the original multiple objectives into specific numeric goal for each objective. The objective function is then formulated and a solution is sought which minimizes the weighted sum of deviations from their respective goal.

GP problems can be categorized according to the importance of each objective considered Nonpreemptive GP is the case in which all the goals are of roughly comparable importance. Preemptive GP has a hierarchy of priority levels for the goals, in which goal of greater importance receive greater attention in general GP models consist of three components: an objective function , a set of goal constraints, and non-negativity requirements. However, the target value associated with each goal could be fuzzy in the real-world application

The fuzzy sets theory is recurrently used in recent research. A fuzzy set A can be characterized by a membership function, usually denoted μ , which assign to each object of a domain its grade of membership in A (Zadeh, 1965). The more an element or object can be said to belong to a fuzzy set A, the closer to 1 is its grade of membership. Various types of membership functions can be used to support the fuzzy analytical

Framework although the fuzzy description is hypothetical and membership values are subjective. Membership functions, such as linear, piecewise linear, exponential, and hyperbolic functions, were used in different analysis. In general, the non-increasing and non-decreasing linear membership functions are frequently applied for the inequalities with less than or equal to and greater than or equal to relationships, respectively. Since the solution procedure of the fuzzy mathematical programming is to satisfy the fuzzy objective, a decision in a fuzzy environment is thus defined as the intersection of those membership functions corresponding to fuzzy objectives (Zimmermann, 1978, 1985). Hence, the optimal decision could be any alternative in such a decision space that can maximize the minimum attainable aspiration levels in DM, represented by those corresponding membership functions (Zimmermann, 1985).

The integrated use GP and fuzzy sets theory has already been reported in the literature , Hannan, (1981), Leberling (1981), Luhandjula (1982), Rubin and Narasimhan (1984), Tiwari, Dharmar, and Rao (1987), Wang and Fu (1997), Chen and Tsai (2001), Yaghoobi and Tamiz (2007) further integrated several fuzzy linear and multiobjective programming techniques.

The approach chosen in this study for applied to the problem of APP is similar to the method developed by Chen and Tsai (2001)

2.2. Multi-objective linear programming (MOLP) model to APP

2.2.1. Parameters and constants definition

v_{it} : production cost for product i in period t excluding labor cost in period t (Unit).

c_{it} : inventory carrying cost for product i between period t and $t+1$.

r_t : regular time work force cost per employee hour in period t.

d_{it} : forecasted demand for product i in period t.(Units).

K_{it} : Quantity to produce one worker in regular time for product i in period t.

I_{oi} : initial inventory level for product i.(units)

T : horizon of planning.

N : total number of products

P_{it} : Quantity of i product to the period t.

I_{it} : inventory level for product i in period t (units)

H_t : worker hired in period t (man).

F_t : workers laid off in period t (man).

$I_{it.Min}$: minimum inventory level available for product i in period t (units).

W_t : total number of work force level in period t (man).

W_{Min} : The minimum work force level (man) available in period t.

W_{Max} : The maximum work force level (man) available in period t.

2.2.2. Objective functions

Masud and Hwang (1980) specified three objective functions to minimize total production costs, carrying and backordering costs, and rates of change in labor levels. In this study, we propose a model will be using two strategies where they are available in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances. In their multi-product APP decision model, the three objectives to the APP model can be formulated as follows:

- **Minimize total production costs** :

$$Min..Z_1 \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t)$$

The production costs include: regular time production, overtime, carrying inventory, specifies the costs of change in Work force levels, including the costs of hiring and layoff workers.

- **Minimize carrying costs :**

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

- **Minimize changes in labor levels:**

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

where the symbol $\cong$ is the fuzzified version of $=$ and refers to the fuzzification of the aspiration levels.

The objective functions of the APP model, in this study, assumes that the DM has such imprecise goals as, the objective functions should be essentially equal to some value. These conflicting goals are required to be simultaneously optimized by the DM in the framework of fuzzy aspiration levels.

2.2.3. Constraints

- **The inventory level constraints :**

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

- **Constraints on labor levels:**

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

- **Constraints on labor capacity in regular and overtime :**

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

- **Non-negativity constraints on decision variables :**

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

2.3. A fuzzy goal programming with different importance and priorities to APP (FGPIP-APP)

2.3.1. Membership function

Narasimhan (1980) and Hannan (1981-a),(1981-b) were the first to give a FGP formulation by using the concept of the membership functions. These functions are defined on the interval [0, 1]. So, the membership function for the *i-th* goal has a value of 1 when this goal is attained and the DM is totally satisfied; otherwise the membership function assumes a value between 0 and 1.

Linear membership functions are used in literature and practice more than other types of membership functions. For the above three types of fuzzy goals linear membership functions are defined and depicted as follows (Fig. 1):

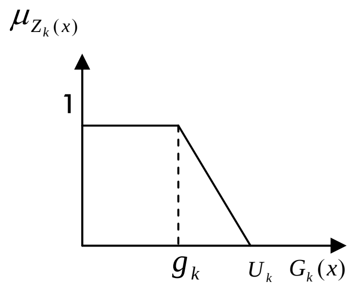
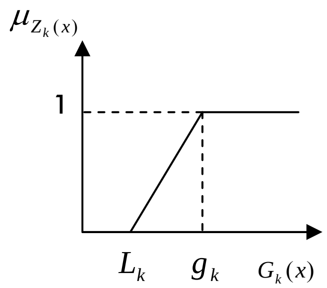
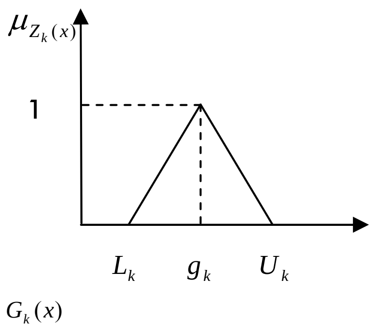
Membership function	Analytical definition
	$\mu_{Z_k(x)} = \begin{cases} 1.................if\ ..G_k(x) \le g_k \\ \dfrac{u_k - G_k(x)}{u_k - g_k}..if\ ..g_k \le G_k(x) \le u_k ...k = 1,..., m...(1) \\ 0...............if\ ..G_k(x) \ge g_k \end{cases}$
	$\mu_{Z_k(x)} = \begin{cases} 1.................if\ ..G_k(x) \ge g_k \\ \dfrac{G_k(x) - L_k}{g_k - L_k}..if\ ..L_k \le G_k(x) \le g_k ...k = m+1,..., n....(2) \\ 0...............if\ ..G_k(x) \le L_k \end{cases}$
	$\mu_{Z_k(x)} = \begin{cases} 0.................if\ ..G_k(x) \le L_k \\ \dfrac{G_k(x) - L_k}{g_k - L_k}..if\ ..L_k \le G_k(x) \le g_k ...k = n+1,..., l \\ \dfrac{u_k - G_k(x)}{u_k - g_k}..if\ ...g_k \le G_k(x) \le u_k \\ 0...............if\ ..G_k(x) \ge u_k \end{cases} \quad ....(3)$

Figure 1. Linear membership function and Analytical definition

Where L_K (or u_k) is lower (upper) tolerance limit for $k.th$ fuzzy goal $G_k(x)$ They are either subjectively chosen by decision makers or tolerances in a technical process (Chen & Tsai, 2001; Yaghoobi & Tamiz, 2007).

2.3.2. FGPIP-APP formulation

We will use the method that was developed by Chen & Tsai,(2001) for formulated the APP problem in the fuzzy gaols , which allows decision makers to determine a desired achievement degree and importance (or weight) of each of the fuzzy goals, The complete FGPIP-APP model can be formulated as follows.

$$Max..f(u) = \sum_{k=1}^{l} \mu_k$$

Subject to :

$\mu_1 \le \mu_{z_1}$ (Minimize total production costs).

$\mu_2 \le \mu_{z_2}$ (Minimize carrying costs).

$\mu_3 \le \mu_{Z_3}$ (Minimize changes in labor levels).

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

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

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

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

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

$$\mu_1 \le \alpha_1$$

$$\mu_2 \le \alpha_2$$

$$\mu_3 \le \alpha_3$$

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

Where $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ is the desirable achievement value for the i -th fuzzy goal.

2.3.3. Fuzzy linguistic for determing the degree of achievement

The determination of a desirable achievement degree for a goal could be a difficult task for a DM in a fuzzy environment when using method by Chen & Tsai,(2001) . For assessing desirable achievement degrees imprecisely, a useful method is to use linguistic terms such as ''*Low Important*'', ''*Somewhat High Important*'', and ''*Very High Important*'' and so on to verbally describe the importance of each fuzzy goal. the associated membership function are then defined. We can define $\mu_I(\alpha)$ to represent the membership function of each linguistic values about the importance of different objectives, where $\mu_I(\alpha) \in [0,1]$, and α denotes the variable taking an achievement degree in the interval of $[\alpha_{\min} . \alpha_{\max}]$, $0 \le \alpha_{\min} \le \alpha_{\max} \le 1$ Then fuzzy numbers ranking methods can be used to map a membership function representing a fuzzy goal's importance to a real number in the range of [0,1]. The real number obtained can be considered as the desirable achievement degree for the fuzzy goal.

We define *I = {Very Low Important = VLI, Low Important = LI, Somewhat Low Important = SLI, Medium = M, Somewhat High Important = SHI, High Important = HI, Very High Important = VHI}* as a set of linguistic values about the importance of different goals (FIG.2). shows the $\mu_I(\alpha)$ for this linguistic values. Triangular fuzzy numbers corresponding to these linguistic values are: VLI = (0,0,10%), LI = (5%,15%,25%), SLI = (20%,32.5%, 45%), M = (40%, 50%,60%), SHI = (55%,67.5% ,80%), HI = (75%, 85%, 95%), VHI = (90%, 100%, 100%).

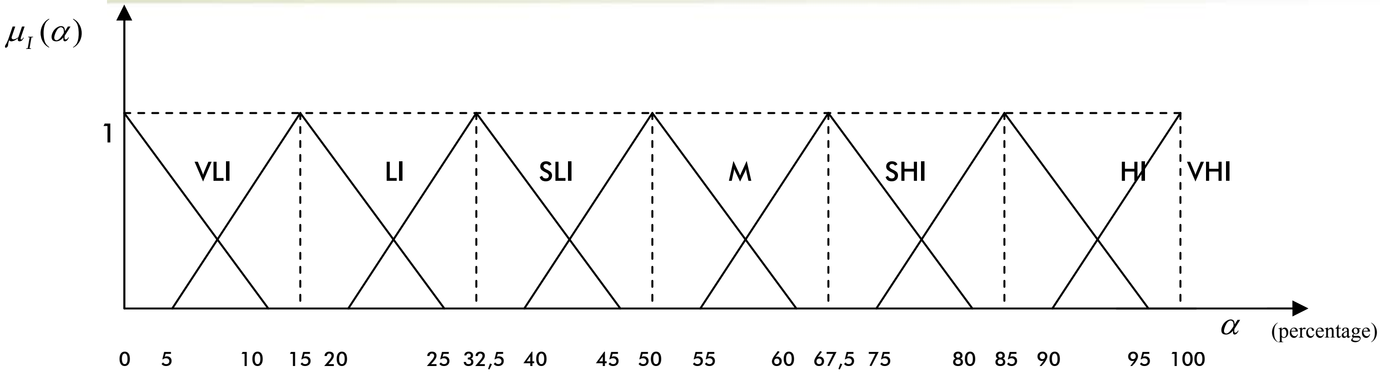


Figure 2. Membership functions for Linguistic values about the importance of different objectives

Note that subject to definition of fuzzy number, a and d corresponds, respectively, to $\alpha_{\min}$ and $\alpha_{\max}$. We use Liou and Wang (1992) approach for ranking fuzzy numbers to precisely determining the degree of achievement of different goals. As stated earlier, in $\mu_k \geq \alpha_k$ the α_k shows the degree of achievement of k th fuzzy goal. In Liou and Wang (1992) method, given $\alpha \in [0,1]$ total integral value of triangular fuzzy number $\widetilde{A} = (a,b,c)$ is:

$$
\begin{aligned}
I_T^\alpha &= \alpha . I_R(\widetilde{A}) + (1-\alpha) . I_L(\widetilde{A}) \\
&= \alpha \int_0^1 g_{\widetilde{A}}^R(y)dy + (1-\alpha)\int_0^1 g_{\widetilde{A}}^L(y) \\
&= \alpha \int_0^1 [c + (b-c)y]dy + (1-\alpha)\int_0^1 [a + (b-a)y]dy . \\
&= \frac{1}{2}[\alpha .c + b + (1-\alpha).a]
\end{aligned}
$$

Where $g_{\widetilde{A}}^R$, $g_{\widetilde{A}}^L$ corresponding inverse functions the triangular membership function can be defined as :

$$
\mu .(x) = \begin{cases} 0 \ .... & if \ .. \ x \leq a \\ \dfrac{x-a}{b-a} .. & if \ .. \ a \leq x \leq b \\ \dfrac{x-c}{b-c} .. & if \ ... \ b \leq x \leq c \\ 0 \ .... & if \ .. \ x \geq c \end{cases}
$$

- when $\alpha = 0$, the total integral value $I_T^0(\widetilde{A})$ which represents a pessimistic decision maker's the totale integrale value becomes :

  $$I_T^0(\widetilde{A}) = \frac{1}{2}[b+a]$$

- when $\alpha = 0.5$, the total integral value $I_T^{0.5}(\widetilde{A})$ which represents a moderate decision maker's the totale integrale value becomes:

  $$I_T^{0.5}(\widetilde{A}) = \frac{1}{2}[0.5.c + b + 0.5.a]$$

- when $\alpha = 1$, the total integral value $I_T^1(\widetilde{A})$ which represents a optimistic decision maker's the totale integrale value becomes :

  $I_T^1(\widetilde{A}) = \frac{1}{2}[c + b]$

3. Model implementation

3.1. An industrial case study and data description

In this section, as a real-world industrial case a data set provided by the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances (BENTAL) in Algeria , This company manufactures three types of products which are important, and one of the raw materials used in many industries with : Bentonite (BEN) , Carbonate of calcium (CAL) , Discoloring (TD), The Firm operates 175 workers, and the system of work in the Firm is a continuous production (8×3 hours) for all days of the week except Thursday hailed the work is only a half-day and Friday, which is rest day, and production management composed in 68 worker divide in 3 groups.

The individual firm in the production of mineral products mentioned above, the demand for their products makes is large, which may cause problems in the productive capacity of this firm, fig.3 show fluctuations in demand on the level of monthly production capacity of any production capacity (CAP).

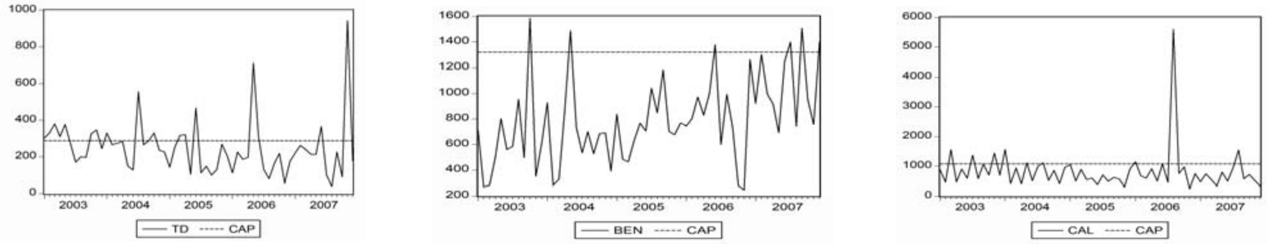


Figure 3. The fluctuation of the actual demand on the level of production capacity for TD, BEN, CAL

Therefore, fluctuations in demand on the level and volatility of productive capacity, calls for the Firm in an attempt to develop a plan of production, trying to cope with the impact that fluctuations in demand due to seasonal changes, Table 1 summarizes the basic data gathered from the firm , The proposed model implementation in the company has the following conditions:

1. There is a Six period planning horizon.
2. A three product situation is considered.
3. The initial inventory in period 1 is $I_{10} = 1857$ Tons of BEN, $I_{20} = 1029$ Tons of TD and $I_{30} = 1860$ Tons of CAL.
4. Minimum inventory must be maintained during the period t of product i is $500.Tons$
5. The costs associated with hiring and layoff , according to estimations of human resource management department per man are respectively 5178DA/man and 4155 DA/man.
6. The Linguistic values about the importance of objectives are : *Very High Important = VHI, High Important = HI, Medium = M.* respectively . and assumed that we have moderate decision maker , with $\alpha = 0.5$.

7. The cost of one worker in the production of three products during the t period is $r_t = 2694.706.DA/man$
8. The minimum work force level (man) available in each period is $W_{Min} = 55$ worker .
9. The maximum work force level available in each period is $W_{Max} = 68$ worker .
10. The initial worker level is ($W_0 = 68$).
11. the Maximum capacity of storage in 3 products in the firms is 6000 Tons.

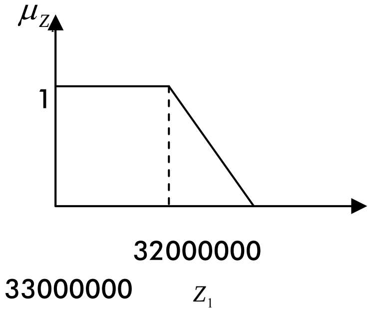
Table 1. The basic data provided by Bental firm (in units of Algerian Dinar DA ...1\$ $\cong 90$ DA)

Product	Period	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

3.2. Formulate and solving problem by FGPIP-APP

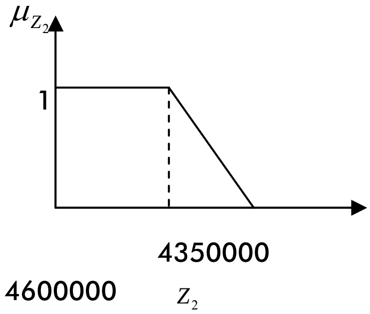
3.2.1. Construct the membership functions

The linear membership function of each objective function is determined by asking the DM to specify the interval $[g_k..u_k]$ of the objective values, and also to specify the equivalence of these objective values as a membership value in the interval [0, 1]. The linear and continuous membership function is found to be suitable for quantifying the fuzzy spiration levels. The corresponding linear membership functions can be defined in accordance with analytical definition of membership functions (Fig.1 Eq (1)). as follows.



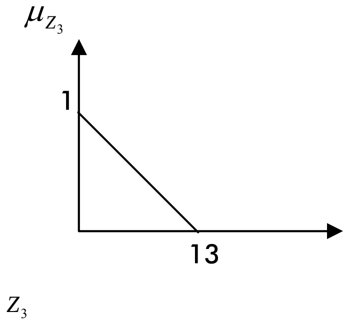
$$\mu_{Z_1}\begin{cases}1\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \ldots Z_1 \le 32000000 \\ \dfrac{33000000 - Z_1}{33000000 - 320000000}\ldots\ldots if \ldots 32000000 \le Z_1 \le 33000000. \\ 0\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \ldots Z_1 \ge 33000000.\end{cases}$$

Figure 4. Membership function of Z_1 (Minimize total production costs)



$$\mu_{Z_2}\begin{cases}1.......................................if...Z_2 \le 4350000\\ \dfrac{4600000-Z_2}{4350000-4600000}......if...4350000 \le Z_2 \le 4600000.\\ 0.......................................if...Z_2 \ge 4600000.\end{cases}$$

Figure 5. Membership function of Z_2 (Minimize carrying costs)



$$\mu_{Z_3}\begin{cases}1..........................if...Z_3 \le 0\\ \dfrac{13-Z_2}{13}..............if...0 \le Z_3 \le 13.\\ 0..........................if...Z_3 \ge 13.\end{cases}$$

Figure 6. Membership function of Z_3 (Minimize changes in labor levels)

3.2.2. Transform FGPIP-APP problem to linear programming(LP)

Transform FGPIP-APP problem to equivalent LP with one objective that maximizes the summation of achievement degrees. The LP model for FGPP-APP problem is constructed as follows:

$$Max..f(u) = \sum_{k=1}^{3} \mu_k$$

Subject to :

$$\mu_1 \le (33000000 - Z_1)/1000000.$$

$$\mu_2 \le (4400000 - Z_2)/250000.$$

$$\mu_3 \le (13 - Z_3)/13.$$

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

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

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

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

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

$$I_{it} \ge 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$\mu_1 \geq 0.725$$
$$\mu_2 \geq 0.850$$
$$\mu_3 \geq 0.50$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \geq 0 \qquad i = 1.,2.,3 \qquad t = 1.,2.,......,6$$
W_t, H_t, F_t (integers).

3.2.3. Solve the FGPIP-APP Problem

The LINGO computer software package was used to run the Linear programming model. Table 2 presents the optimal aggregate production plan in the industrial case study based on the current information:

Table 2. Optimal production plan in the BENTAL firm case with FGPIP-APP model

Period	Product	P_{it} (Tons)	I_{it} (Tons)	W_t (man)	H_t (man)	F_t (man)
0	1 (BEN)	-	1865.25	68	-	-
	2 (CAL)	-	1029			
	3 (TD)	-	1860			
1	1 (BEN)	0	679.025	68	0	0
	2 (CAL)	0	900.38			
	3 (TD)	0	695.809			
2	1 (BEN)	743.996	500	68	0	0
	2 (CAL)	0	736.603			
	3 (TD)	267.638	500			
3	1 (BEN)	1074.857	691.515	68	0	0
	2 (CAL)	0	571.986			
	3 (TD)	659.034	500			
4	1 (BEN)	1154.980	774.505	68	0	0
	2 (CAL)	94.019	500			
	3 (TD)	425.24	500			
5	1 (BEN)	1209.992	605.228	68	0	0
	2 (CAL)	193.317	500			
	3 (TD)	78.967	500			
6	1 (BEN)	1209.992	500	68	0	0
	2 (CAL)	206.662	500			
	3 (TD)	478.221	500			

Using FGPIP to simultaneously minimize total production costs (Z_1), carrying costs (Z_2), and changes in Work force levels (Z_3), yields total production cost of 32032504.2 DA, carrying cost of 4375292.99 DA, and changes in Work force levels of 0. and resulting achievement degrees for the three fuzzy goal (μ_1 , μ_2 and μ_3) are 0.9682679 , 0.8975380 and 1 respectively , all of which satisfy the requirements of decision makers.

Despite the good results that were obtained through the proposed model , but remains very much sensitive to the accuracy of the information and data provided by the Organization,

4. Conclusions:

The APP is concerned with determination of production, the inventory and the workforce levels of a company on a finite time horizon. The objective is to reduce the total overall cost to fulfill a no constant demand assuming fixed sale and production capacity.

In this study we proposed an application of a fuzzy goal programming approach with different importance and priorities developed by Chen and Tsai (2001) to aggregate production planning, The proposed model attempts to minimize total production and work force costs, carrying inventory costs and rates of changes in Work force so that in the end, the proposed models is solved by using LINGO program and getting optimal production plan.

The major limitations of the proposed model concern the assumptions made in determining each of the decision parameters, with reference to production costs, forecasted demand, maximum work force levels,, and production resources. Hence, the proposed model must be modified to make it better suited to practical applications. Future researchers may also explore the fuzzy properties of decision variables, coefficients, and relevant decision parameters in APP decision problems.

References

1. Bowman, E. H. **Consistency and optimality in managerial decision making,** Management Science, 9, 1963, pp. 310–321
2. Bowman, E. H. **Production scheduling by the transportation method of linear programming,** Operations Research, 4, 1956, pp. 100–103
3. Charnes, A. and Cooper, W.W. **Management models and industrial applications of linear programming,** Wiley, New York, 1961
4. Chen, L.H. and Tsai, F.C. **Fuzzy goal programming with different importance and priorities,** European Journal of Operational Research, 133, 2001, pp. 548–556
5. Hannan, E.L . **On Fuzzy Goal Programming,** Decision Sciences 12, 1981-b, pp. 522–531
6. Hannan, E.L. **Linear programming with multiple fuzzy goals,** Fuzzy Sets and Systems, 6, 1981-a, pp. 235-248
7. Holt, C.C., Modigliani, F and Simon, H.A. **Linear decision rule for production and employment scheduling,** Management Science 2, 1955, pp. 1–30
8. Jamalnia, A. and Soukhakian, M.A. **A hybrid fuzzy goal with different goal priorities to aggregate production planning,** 2008, pp. 1-13
9. Jones, C. H. **Parametric production planning,** Management Science, 13, 1967, pp. 843–866
10. Leberling, H. **On finding compromise solutions in multi criteria problems using the fuzzy min-operator,** Fuzzy Sets and Systems, 6, 1981, pp. 105–118
11. Lee, Y.Y. **Fuzzy set theory approach to aggregate production planning and inventory control,** PhD Dissertation, Department of I.E., Kansas State University, 1990
12. Liou, T. S. and Wang, M.T. **Ranking fuzzy numbers with integral value,** Fuzzy Sets and Systems, 50, 1992, pp. 247–255
13. Luhandjula, M. K. **Compensatory operations in fuzzy programming with multiple objectives,** Fuzzy Sets and Systems, 8, 1982, pp. 245–252

14. Masud, A. S. M. and Hwang, C. L. **An aggregate production planning model and application of three multiple objective decision methods,** International Journal of Production Research, 18, 1980, pp. 741–752
15. Narasimhan, R. **Goal Programming in a Fuzzy Environment,** Decision Sciences, 11, 1980, pp. 325–336
16. Rubin, P. A. and Narasimhan, R. **Fuzzy goal programming with nested priorities,** Fuzzy Sets and Systems, 14, 1984, pp. 115–129
17. Saad, C. **An overview of production planning model: structure classification and empirical assessment,** Int. J. Prod. Res., 20, 1982, pp. 105–114
18. Sakawa, M. **An interactive fuzzy satisficing method for multi objective linear fractional programming problems,** Fuzzy Sets and Systems, 28, 1988, pp. 129–144
19. Sakawa, M. and Yauchi, K. **An interactive fuzzy satisficing method for multi objective non-convex programming problems with fuzzy numbers through coevolutionary genetic algorithms,** IEEE Transactions on Systems, Man. and Cybernetics – Part B, 31(3), 2001, pp. 459–467
20. Singhal, K. and Adlakha, V. **Cost and shortage trade-offs in aggregate production planning,** Decision Sciences, 20, 1989, pp. 158–165
21. Tang, J., Wang, D., and Fung, R. Y. K. **Fuzzy formulation for multi-product aggregate production planning,** Production Planning and Control, 11, 2000, pp. 670–676
22. Taubert, W. H. **A search decision rule for the aggregate scheduling problem,** Management Science, l4, 1968, pp. 343–359
23. Tiwari, R. N., Dharmar, S., and Rao, J. R. **Fuzzy goal programming – An additive model,** Fuzzy Sets and Systems, 24, 1987, pp. 27–34
24. Wang, H. F. and Fu, C. C. **A generalization of fuzzy goal programming with preemptive structure,** Computers and Operations Research, 24, 1997, pp. 819–828
25. Wang, R. C. and Fang, H. H. **Aggregate production planning with multiple objectives in a fuzzy environment,** European Journal of Operational Research, 133, 2001, pp. 521–536
26. Wang, R.-C. and Liang, T.-F. **Aggregate production planning with multiple fuzzy goals,** International Journal of Advanced Manufacturing Technology ,Vol 25, 2005, pp. 589–597
27. Wang, R.-C. and Liang, T.-F. **Application of fuzzy multi-objective linear programming to aggregate production planning,** Computers and Industrial Engineering, 46, 2004, pp. 17–41
28. Yaghoobi, M. A. and Tamiz, M. **A method for solving fuzzy goal programming problems based on MINMAX approach,** European Journal of Operational Research, 177, 2007, pp. 1580–1590
29. Zadeh, L. A. **Fuzzy Sets,** Information and Control, 8, 1965, pp. 338–353
30. Zimmermann, H. J. **Applications of fuzzy sets theory to mathematical programming,** Information Science, 35, 1985, pp. 29-58
31. Zimmermann, H.-J. **Description and optimization of fuzzy systems,** International Journal of General Systems, 2, 1976, pp. 209–215
32. Zimmermen, H. J. **Fuzzy programming and linear programming with several objective functions,** Fuzzy Sets and Systems, 1, 1978, pp. 45–56

---

[1] **Mostefa Belmokaddem**, Doctor of Economics, University professor - was graduate of the Faculty of Economics at the University of Oran in 1977 and worked as assistant lecturer and professor at the Faculty of Economics University of Tlemcen (Algeria).
After receiving his Ph.D. (1982)in the Theoretical Statistics and Economics at the Academy of Economic Studies in Bucharest, he worked as a Lecturer at the Faculty of Economics, University of Tlemcen, Algeria, (1982-1989), Lecturer (1988-1990) and professor (1990 to present). He has participated in international scientific events and a

summer school (Valencia, Spain). It presents his ideas on a wide band of key issues in microeconomics, the various techniques to aid decision making by providing useful information for each discipline and research projects.
He is the author of handouts and has published several articles in journals.
The subjects are currently being microeconomics, applied microeconomics, econometrics and applied econometrics, applied statistics and goal programming (undergraduate, PhD School of Economics).

[2] **Mékidiche Mohammed** is currently Assistant Professor in the faculty of economics and commerce , University of Tlemcen, Maghnia Annex, Algeria , where he teaches Statistics and Operations Research He received the MS degree in production and operations Management at Faculty of Economics and commerce , University of Tlemcen,-Algeria in 2005 .
Mékidiche Mohammed is currently a PhD candidate in the field of production and operations Management at University of Tlemcen . His research project is optimization in production planning, fuzzy optimization and its application in production planning and scheduling, Time series analysis and its application in forecasting, neural network and its application in management.

[3] **SAHED Abelkader** holds a Masters degree in production and operations Management from Tlemcen University (2006), is currently a PhD candidate in the field of production and operations Management at University of Tlemcen. He teaches courses in statistics, probability, and Econometrics. His research interests include decision making, goal programming, fuzzy sets, decision making, operation and production management, and Econometrics.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid

Tlemcen Algérie

جامعة أبي بكر بلقايد

تلمسان الجزائر

كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية

رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الإقتصادية

تخصص : إدارة العمليات والإنتاج

التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة

إعداد الطالب : مكيديش محمد

تحت إشراف : أ.د بلمقدم مصطفى

أعضاء اللّجنة المناقشة:

طويل أحمد	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	رئيسا
بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	مشرفا
آيت زيان كمال	أستاذ التعليم العالي	جامعة خميس مليانة	ممتحنا
فقيه عبد الحميد	أستاذ محاضر	جامعة وهران	ممتحنا
بطاهر سمير	أستاذ محاضر	جامعة تلمسان	ممتحنا
يوسفي رشيد	أستاذ محاضر	جامعة مستغانم	ممتحنا

السنة الجامعية : 2012-2013

ملخص:
تتعلق مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج (APP)، بكيفية تحديد مستويات الإنتاج المثلى وحجم اليد العاملة ومستويات المخزون...، وذلك بهدف مواجهة تقلبات الطلب الموسمية، خلال أفق تخطيط معين يتراوح بين 6 إلى 18 شهر. تطبيقيا أثبث الواقع العملي بأن البيانات المتعلقة بالإدخالات في مشكلة APP ، و البيانات المتعلقة بالطلب والموارد والتكاليف، وحتى دوال الأهداف في غالب الأحيان تكون غير مؤكدة أو مبهمة بسبب قلة المعلومات المتعلقة بها، أو عدم الحصول على تلك المعلومات أصلا. وبالتالي فإنه لا يمكن حل مثل هذه المشاكل المبهمة باستخدام تقنيات البرمجة الرياضية التقليدية (البرمجة الخطية) ، وعليه قمنا في هذه الدراسة باقتراح وتطبيق صياغات رياضية لمشكلة الـــ APP في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة (Bental مغنية) وهذا حتى يتمكن مقرر الإنتاج بالوحدة من تحديد خطة إنتاج مثلى تواجه بها الوحدة تقلبات الطلب الموسمية على منتجاتها، ومن أجل ذلك استخدمنا البرمجة الخطية المبهمة والبرمجة بالأهداف المبهمة بغية تحديد الخطة الإنتاجية المثلى. في الأخير يشار إلى أن جميع الصياغات الرياضية المقترحة من أجل الوصول إلى الحل الأمثل تم حلها باستعمال البرنامجين MATLAB و LINGO .
الكلمات المفتـــاحية: التخطيط الإجمالي للإنتاج، البرمجة الخطية المبهمة، البرمجة بالأهداف المبهمة، دالة الإنتماء ، الطلب المبهم، المعلمات المبهمة.

Resumé :
La planification agrégée de la production (APP) est un problème qui concerne la détermination des niveaux optimaux de production, de main d'œuvres et de stocks…, afin de satisfaire au mieux la demande prévisionnelle, sur un horizon de planification variant de 6 à 18 mois. En pratique, les données des inputs et la demande prévue et les paramètres des coûts et des ressources, ainsi que les valeurs des butes dans les fonctions d'objectifs sont souvent imprécis ou floues, parce que certains informations sont incomplètes ou impossibles à obtenir. Les techniques traditionnelles de programmation mathématique (programmation linéaire) ne peuvent évidemment pas résoudre tous les problèmes de la programmation floue. Dans cette étude, nous avons proposé et appliqué des formulations mathématiques pour la planification agrégée de la production (APP) dans l'entreprise nationale des produits miniers non ferreux et des substances utiles (Bental Maghnia) ,Ce afin que le décideur de production dans l'entreprise peut être en mesure de déterminer un plan optimal de production à travers lequel l'entreprise faires face aux fluctuations saisonnières de la demande sur ses produits. Pour cela, nous avons utilisé la programmation linéaire floue et la programmation mathématique à objectifs multiples floues. Toutes les formulations mathématiques proposées ont été résolus à l'aide des deux programmes LINGO et MATLAB Pour obtenir le plan de production optimal.
Mots clés : planification agrégée de la production, programmation linaire floue, programmation à objectifs floues, fonction d'appartenance, demande floue, paramètres floues.

Abstract:
The aggregate production planning (APP) problem is concerned with determining the optimum production, work force and inventory levels…. needed to respond to fluctuating demand for each period of the planning horizon this horizon varies between 6 and 18 months . In practice, the input data in the problem of APP and also data of demand, resources and costs, as well as the objective function are frequently imprecise or fuzzy because some information is incomplete or unobtainable. Traditional mathematical programming techniques (linear programming) clearly cannot solve all fuzzy programming problems. In this Study, we have proposed and apply a mathematical formulations for aggregate production planning (APP) in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances (Bental Maghnia). So that its Decision Maker of production management in the firm can be able to specify an optimal production plan through which it faces the seasonal demand fluctuations on its products. For this, we use fuzzy linear programming and fuzzy goal programming. All the proposed mathematical formulations was solved by LINGO and MATLAB programs software and In order to obtain optimal production plan.
Keywords: Aggregate production planning, Fuzzy linear programming, Fuzzy Goal programming, membership function, fuzzy demand, Fuzzy Parameters.

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان –

كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية

رسالة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية

تخصص إدارة العمليات والإنتاج

استخدام البرمجة بالأهداف في تحليل الانحدار المبهم للتنبؤ بأسعار البترول

إعداد الطالب:

ساهد عبد القادر

إشراف الأستاذ:

أ.د بلقدم مصطفى

أعضاء لجنة المناقشة:

أ.د دربال عبد القادر	أستاذ التعليم العالي	جامعة وهران	رئيساً
أ.د بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	مشرفاً
أ.د بن بوزيان محمد	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	ممتحناً
د. بولنوار بشير	أستاذ محاضر	جامعة وهران	ممتحناً
د. صوار يوسف	أستاذ محاضر	جامعة سعيدة	ممتحناً
د. حساين أمال	أستاذة محاضرة	جامعة تلمسان	ممتحناً

السنة الجامعية 2012–2013

الملخص: تُعد دراسة التنبؤ بأسعار البترول من أكثر الدراسات تعقيدا نظرا لتعدد المتغيرات الديناميكية التي تؤثر في هذه السلعة الإستراتيجية فبالإضافة إلى القوانين الاقتصادية التي تتحكم في أسعارها كقانون العرض والطلب نجـد متغيـرات أخرى أكثر تحكما في أسعارها وهي الظروف السياسية خاصة إذا تعلق الأمر بدولة تساهم كثيرا في الإنتاج العالمي. وقد تزايد الاهتمام بموضوع التنبؤ خلال السنوات الأخيرة وظهرت أساليب حديثة خاصة، منها نماذج *GARCH*، الـشبكات العصبية الاصطناعية *Artificial Neural Networks*، نظرية المجموعات المبهمـة *Fuzzy Sets Theory* ونمـاذج الانحدار المبهم *Fuzzy Regression Models*. لذلك ظهرت الحاجة لمقارنة الطرائق الاعتيادية المستخدمة في التنبـؤ بأسعار البترول مع الأساليب المعاصرة لإيجاد الأسلوب الأكثر كفاءة في التنبؤ، فقد تم مقارنة الطرائـق الاعتياديـة مـع الطرائق المعاصرة وطريقة استخدام البرمجة بالأهداف في تحليل الانحدار المبهم في هذه الأطروحة، وتم الاعتماد علـى معيار متوسط القيم المطلقة لنسبة الخطأ Mean Absolute Percentage Error للمفاضلة بين الطرائق. وأثبتت طريقة استخدام البرمجة بالأهداف في تحليل الانحدار المبهم تفوقها على الطرائق الاعتيادية والمعاصرة.
الكلمات المفتاحية: البرمجة بالأهداف، نظرية المجموعات المبهمة، نماذج الانحدار المبهم ، أسعار البترول

Résumé: La prévision du prix du pétrole importantes est considérée comme la plus complexe dans le contexte des grands variables dynamiques qui influent sur cette marchandise stratégique. Outre les lois économiques qui déterminent son prix comme l'offre et la demande ; les conditions politiques sont considérées comme un facteur déterminant particulièrement quand il s'agit de grands pays producteurs. L'intérêt donné à cette théorie ne cesse de croitre pendant ces dernières années notamment envers les méthodes les plus spécifiques et modernes tels que le modèle de *GARCH*, les *Réseaux Neuraux Artificiels*, la Thé*orie des Ensembles Flous, les modèles de régression flous.* Cependant, il s'agit maintenant de les comparer et d'en trouver le modèle de prévision le plus adéquat et le plus performant de parmi les méthodes habituelles et les modèles les plus récents. L'objectif de cette recherche est de comparer ces modèles entre eux et avec la méthode de "goal programming" pour l'analyse de la régression floue en se basant sur le niveau moyen des valeurs absolues du taux de l'erreur. Dans ce contexte comparatif, c'est la méthode qui utilise la "goal programming" dans l'analyse de la régression floue qui a donné le plus des résultats significatifs.
Mots clés: " goal programming ", théorie des ensembles flous, réseaux neuraux artificiels, modèles de régressions floues, prix du pétrole.

Abstract: The study of forecast oil prices is considered among the most complex studies due to the various dynamic variables which influence on these strategic goods. In addition to the economic laws that control its prices such as the law of supply and demand, we find other variables which control more over its prices characterized in the political conditions, especially if it is concerned with the state that contributes a lot to the world production. There has been proving interest in the subject of forecasting during recent years and there have appeared specific modern methods for example, *GARCH Models, Artificial Neural Networks, Fuzzy Sets Theory and Fuzzy Regression Models.* For this reason, there has appeared the need of comparing the used ordinary methods to forecast the oil prices with modern methods to find the most competent method in forecasting. A comparison between the usual methods and the modern ones has been tackled in this research as well as with the use of Goal Programming in the analysis of Fuzzy Regression Models, and Mean Absolute Percentage Error has been adopted to make a comparison between the methods. Goal Programming Method has proved its superiority over the usual and modern methods in analyzing Fuzzy Regression Models.
Key Words: goal programming, fuzzy sets theory, fuzzy regression models, oil prices.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة أبي بكر بلقايد-تلمسان-

كلية العلوم الإقتصادية، العلوم التجارية و التسيير
رسالة تخرج لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الإقتصادية

الموضوع:

جــدولة وقيادة وحدات الإنتاج في الوقت المنظور
- تطبيق على الإنتاج الصناعي-

إعداد الطالب:
زكرياء جمعـــــــــــــة

إشراف الأستاذ الدكتور:
بلمقدم مصطفى

أعضاء لجنة المناقشة:

أ.د تشـــــوار خير الدين	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	رئيسا
أ.د بلمقـــــــــدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	مشرفا
د. صوار يوســـــــف	أستاذ محاضـــــر	جامعة سعيدة	ممتحنا
د. يحي برويقات عبد الكريم	أستاذ محاضـــــر	جامعة تلمسان	ممتحنا
د. مختاري فيـــــصل	أستاذ محاضـــــر	جامعة معسكر	ممتحنا
د. بوريش لحســـــــن	أستاذ محاضـــــر	جامعة سعيدة	ممتحنا

السنة الجامعية-2013- 2014