الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid جامعة ابي بكر بلقايد

Tlemcen Algérie 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

الإهـــــــداء

أهدي ثمرة هذا الجهد بالدرجة الأولى ،إلى من جعل الله طاعتهما بعد طاعته ، وطاعة رسوله الكريم صلى الله عليه وسلّم .

- ∞ إلى الوالدين الكريمين أمي وأبي أطال الله في عمرهما .

كما أهديه أيضا :

- ∞ إلي زوجتي الكريمة .
- ∞ إلى جميع أخواتي أزواجهم وأبناؤهم وبناتهم .
- ∞ إلى جميع أصدقائي خاصة ساهد ،شاكوري وشيبي و تربش .
- ∞ إلى جميع الأهل والأقارب سواء كانوا من بعيد أوقريب .
- ∞ إلي جميع زملائي الأساتذة بجامعة تلمسان وملحقة مغنية .

تشكرات

قال تعالى: "وَ لَئِنْ شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ، وَ لَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ".
نشكر الله تعالى و نحمده على التوفيق "وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ".

لي الشرف الكبير أن أزف تحيات العرفان والتقدير لمن ساعدني في سقي هذه الثمرة و أشرف على نضجها و عرفانا بالجميل ،أتقدم بالشكر الجزيل إلى :

- الأستاذ الدكتور بلمقدم مصطفى وذلك بفضل توجيهاته ونصائحه القيمة.
- جميع أعضاء لجنة المناقشة.
- جميع عمال وحدة Bental مغنية ،وبالخصوص قسم المحاسبة والمالية.
- عمال مكتبة العلوم الإقتصادية بجامعة تلمسان.

شكرا للجميع

مكيديش محمد

الفصل الأول : مشكـــلة التخطيط الإجمالي للإنتاج

الفصل الثاني: التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الخطية المبهمة

الفصل الثالث: التخطيط الإجمالي والبرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة

الفصل الرابع: نمذجـــة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحــــدة Bental مغنية

قـــــــــائمة الأشكـــــال والأشكـــــــال البيانية

قـــــــائمة الجـــــــداول

المقدمـــــة العـــامـــــــة

المقدمــــة العــامــة

لقد حُضيت دراسة الإدارة بأهمية بالغة بين الدارسين والممارسين في مختلف أوجه النشاط الإقتصادي ، ويرجع السبب لتعاظم أهمية دراسة الإدارة وتطبيق مبادئها في مجتمعنا الحديث، إلى تزايد المتغيرات و الظروف البيئية المختلفة من سياسة إقتصادية وتكنولوجية ،بالإضافة إلى زيادة حدة المنافسة بين المؤسسات المختلفة، مما أدى إلى زيادة الإهتمام بالأداء الفعال داخل تلك المؤسسات.

تعتبر إدارة الإنتاج أحد أقدم فروع الإدارة، إذ من الصعب علينا أن نحدد متى بدأ الإنسان في دراسة الإنتاج ، ولكن ومع التطور الكبير الذي شهدته علوم الإدارة، تطور مفهوم إدارة الإنتاج ليصبح إدارة العمليات والإنتاج ، وهي" عبارة عن تلك النشاطات المتعلقة بخلق السلع والخدمات ، من خلال تحويل المدخلات إلى مخرجات"[1]، هذه النشاطات يمكن أن نجدها في جميع المنظمات، ولكن في المؤسسات الصناعية فإن نشاطات الإنتاج والتي يمكن من خلالها خلق السلع تكون واضحة تماما وملموسة، فعند الإشارة إلى مثل هذه النشاطات يفضل إستخدام مصطلح إدارة الإنتاج، في حين أن المنظمات التي تنتج خدمات فإن وظيفة الإنتاج لاتكون واضحة وغير ملموسة، لهذا من الأفضل إستخدام إدارة العمليات ،وبشكل مختصر يمكن القول بأن الإنتاج يشير إلى التصنيع والعمليات تشير إلى الخدمات .

يمكن تقسيم وظائف الإدارة في أي مؤسسة إلى أربع وظائف أساسية، تشكل فيما بينها مزيجا متكاملا يمكن للمدير ومن خلالها تحقيق أهداف وحدته التنظيمية وهي: التخطيط ، التنظيم ، التوجيه ، والرقابة وهذا ماينطبق أيضا على إدارة العمليات والإنتاج، ويعتبر التخطيط الوظيفة الأولى والتي تعتمد عليها الوظائف الإدارية الأخرى ، إذ هو الوظيفة التي ترتكز على التهيُؤ والإستعداد للمستقبل، أما تخطيط الإنتاج بشكل خاص فهو لايختلف عما ذكر سابقا، فهو أيضا العملية التي يتم على إثرها معرفة ماذا يجب القيام به في المستقبل ، بحيث يتم تحديد الموارد (آلات، عدد عمال، مستوى الإنتاج،....)المطلوبة للإنتاج، ووضع الخطط التفصيلية لهذه الموارد، وكيف يمكن أن تستخدم لتصنيع منتجات معينة، كما يمكن القول بأن وظيفة تخطيط الإنتاج هي تلك الوظيفة التي تتولى تحديد أهداف الإنتاج، تطوير المنتجات، والتعرف على المبيعات لتقدير كمية الإنتاج....، فالقائم بعملية تخطيط الإنتاج، يحاول أن تكون لديه المعلومات الكاملة والصحيحة عن الطلب المستقبلي ، ويمكنه في سبيل ذلك أن يعتمد على الكثير من الأساليب الإحصائية والنوعية المستخدمة في التنبؤ، هذا الأخير الذي يلعب دورا مؤثرا في تخطيط الإنتاج ، إذ يعتبر مدخل العملية التخطيطية، فله إنعكاس واضح المعالم على كفاءة القرارات المتعلقة بتخطيط الإنتاج .

[1] ح.ع.التميمي،إدارة العمليات والإنتاج –مدخل كمي-، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع –عمان 1997ص23

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، إذ يتعلق بتخطيط الإنتاج لمدة زمنية تتراوح بين 6إلى 18شهر، حيث يتم فيه تحديد موارد المؤسسة (مستوى الإنتاج، المخزون، العمالة...) لكل فترة من الفترات التخطيطية، وهذا من أجل مواجهة حركة التذبذب في الطلب، ويسمى هذا النوع من التخطيط، بالتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، وهذا لأنه يكون شاملاً لجميع منتجات المؤسسة دون إستثناء.

فبعدما تقوم المؤسسات بوضع تقديرات الطلب على منتجاتها فإنه من النادر جدا أن نجدها تتعادل مع الطاقة المتاحة للمؤسسة كمًا 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 إلى تحمل تكاليف طاقات عاطلة ، ومن أجل تفادي ذلك يجب التفكير في طريقة لإحداث التسوية بين أرقام الطلب والطاقة المتاحة للمؤسسة، وفي سبيل ذلك هناك العديد من الإجراءات أو البدائل الإنتاجية والتي يطلق عليها بإستراتيجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، وهي عبارة عن بدائل إنتاجية تستخدمها المؤسسة لتلبية الطلب على منتجاتها ومنها :

- الوفاء بالطلب عن طريق المخزون، أي إنتاج كميات إضافية في حالة الطلب المنخفض ليتم 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 إستخدام عدة بدائل إنتاجية ،أو إستخدامها 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.

لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج رياضي وإن أول محاولة لنمدجة مشكلة التخطيط الإجمالي كانت سنة 1955 على يد الباحثين Holt, Modigliani , Mûth , Simon عن طريق نموذج قاعدة القرارات الخطية إذ تم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل و مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة في ظل عدم خطية التكاليف ، لكن تعرض هذا النموذج إلى الكثير من الإنتقادات بسبب عدم إستخدامه لجميع بدائل الإنتاج الممكنة ضف إلى ذلك صعوبة تصوير التكاليف في صورة تربيعية ، كما يعاب عليه أيضا عدم قدرته على إستعاب جميع قيود المؤسسة.

في سنة 1955 تمكن Bowman من صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل) لكن بالرغم من مساهمته الفعالة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي إلا أنه تعرض بدوره إلى إنتقادات كونه لا يقوم باحتساب تكاليف التغيير في حجم الإنتاج و المتمثلة في تكاليف تعيين عاملين جدد أو تكاليف الاستغناء عن جزء من العمالة المستخدمة، كذلك لا يأخذ في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الإنقطاع عن المخزون) ، وفي سنة 1960 قدما Hess and Hanssmann نموذجا للتخطيط الإجمالي مستخدمين في ذلك نموذج البرمجة الخطية إذ تمكنا من تدنية دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج ، تكاليف التخزين و تكلفة تغيير العمالة ، لتظهر فيما بعد العديد من النماذج الرياضية والتي تعتمد على نموذج البرمجة الخطية في معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي ومن بينهم Buffa and Miller (1979) ، وأيضا (Elsayed and Boucher (1985 ، Hackman and Leachman (1989) ، Johanson and Montgomery (1974) ، Khoshnevis (1981) وآخرين، وايضا الباحث Eilon(1975) والذي أدخل مفهوم التعاقد الخارجي (Subcontract) في النموذج الرياضي وهي الحالة التي تستعين فيها المؤسسة بالمصادر الخارجية من أجل سد النقص عند الإرتفاع الكبير للطلب.

وبالرغم من فعالية نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الجمالي إلا أنها في الكثير من الأحيان لا تعبر بدقة عن واقع التخطيط الإجمالي في المؤسسة نظرا لظروف عدم التأكد والتي تحيط ببعض المعلمات المتعلقة بالتكاليف وأيضا أرقام الطلب المتنبأ به إذ من الصعب جدا تحديدها بدقة نظرا لعدة عوامل يصعب التحكم فيها كليا ، كما أن الكثير من الباحثين أثبتوا بأنه لا يجب دراسة مشكلة التخطيط الإجمالي في إطار نمودج

رياضي يقوم بتدنية دالة هدف واحدة فمتخذ القرار في المؤسسة يمكن أن تكون له عدة أهداف كتدنية تكاليف الإنتاج ، تدنية تكاليف التخزين ، تلبية الطلبيات ، تدنية التغير في العمالة ،.... ولهذه الأسباب كان لزاما على الباحثين البحث عن نماذج رياضية تأخذ بعين الإعتبار عدة أهداف عند حلها لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وفعلا تم تطوير عدة نماذج رياضية باستعمال نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف والمطور من طرف الباحثين Charnes and Cooper (1955,1961) من أجل معالجة مشكلة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ومن بين هؤلاء الباحثين نجد Veikko jaaskelainen(1969) إذ قدم نموذج يعتمد على البرمجة بالأهداف تقوم على إثره المؤسسة بتعظيم مستوى الإنتاج و تدنية تكاليف التخزين والعمالة محققا نتائج مهمة ، وأيضا الباحث Goodman.D,(1974) والذي قدم نموذجا باستخدام GP في حل مشكلة الـــAPP مستخدما دوال التكاليف المقترحة من طرف الباحثين HMMS ثم نمذجتها في شكل نموذج برمجة أهداف غير خطي (تربيعي) يقوم بتدنية تكاليف الإنتاج وتكاليف التخزين وتكاليف العمالة ومقدار التغير في المخزون ومقدار التغير في العمالة ليليه فيما بعد عدة باحثين من بينهم Brauer and Naadimuthu(1992) إذ أضاف الباحثين مفهوم مستوى الخدمة للمخزون حيث قاما بوضع نموذج لمشكلة الـــ APP تقوم على إثره المؤسسة بتدنية تكاليف الإنتاج، تكاليف التخزين مع تعظيم مستوى خدمة المخزون إذ قاما بتطبيق النموذج على أحد المؤسسات الصناعية وتحصلا على نتائج جيدة، ويعتبر الباحثين(1980) Masud ,A and Hwang من بين أكثر الباحثين إسهاما في حل مشكلة الـــAPP إذ أثبتا من خلال عملهما بأنه يجب صياغة مشكلة الـــAPP في شكل نموذج رياضي متعدد الأهداف تقوم على إثره المؤسسات بتحقيق ثلاثة أهداف متعارضة وهي : تعظيم الأرباح ، تدنية تكاليف التخزين والإنقطاع، تدنية مقدار التغير في العمالة مع تدنية مقدار الوقت المستعمل.

وبالرغم من كل هذه الأبحاث إلا أن المسيرين القائمين على حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج واجهو عدة مشاكل تتمثل في كيفية تحديد مستوى الأهداف حيث تبين أنه من الصعب إعطاء قيمة محددة للأهداف ، هذا وبالإضافة إلى استحالة فرضية ثبات الطلب المتوقع وأيضا معلمات تكاليف الإنتاج والتي لا يمكن أن تكون مستقرة بسبب عدة عوامل كظروف السوق التي تتحكم في أسعار المواد الأولية وأيضا صعوبة تحديد جميع التكاليف التي يجب أن تحتويها وعليه ومن خلال كل هذه المشاكل تتضح معالم إشكالية بحثنا والمتمثلة في :

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

فمن خلال صياغة الإشكالية أعلاه يتضح أنها ذات طابع كمي، وهذا عن طريق البحث عن النموذج الرياضي الملائم، والذي تتمكن المؤسسة فيه، من تحديد المستوى الأمثل من الإنتاج ، المخزون، العمالة.
وتبرز أهداف هذه الدراسة في:

- إظهار أهمية التخطيط المتوسط المدى بالنسبة للمؤسسات الصناعية ، وكذا إستخدام الأساليب الرياضية والإحصائية في التعامل مع مشاكل التخطيط بصفة عامة، وتخطيط الإنتاج بصفة خاصة، وأيضا لفت إنتباه المسؤولين في المؤسسات الجزائرية إلى فعالية الأساليب الرياضية للتعامل مع مشاكل تخطيط الإنتاج بصفة عامة، والتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بصفة خاصة، وهذا من أجل مواجهة تقلبات الطلب بأدنى التكاليف.
- إبراز أهمية النماذج الرياضية وأهميتها في عمليات تخطيط الإنتاج داخل المؤسسات الصناعية.
- التطرق لأبرز النماذج الرياضية الحديثة في مجال البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف والبرمجة الرياضية المبهمة.
- البحث عن النماذج الرياضية الحديثة والتي يمكن من خلالها التعامل مع مشاكل تخطيط الإنتاج الغير المؤكدة.
- التطرق لنظرية المجموعات المبهمة والتطرق إلى كيفية إستعمالها في حل مشاكل الإنتاج داخل المؤسسات الإقتصادية.
- إثراء المكتبات الجامعية بهذا الموضوع، وهذا بالنظر لعدم وجود دراسات سابقة في هذا الموضوع وخاصة باللغة العربية.
- نشر مقالات علمية في هذا الموضوع وهذا في مجلات علمية متخصصة في بحوث العمليات والطرق الكمية الرياضيات التطبيقية وتسيير الإنتاج.

بما أن إشكالية البحث تأخذ الطابع الكمي، فإن المنهج الذي سوف نستخدمه هو منهج التحليل التقني، وهذا لأننا سوف نقوم بعرض نماذج رياضية لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، حيث قسمنا البحث إلى بابين، الباب النظري حيث سنتعرض فيه إلى مختلف الجوانب النظرية لمشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، أما الباب التطبيقي فسنحاول فيه بناء نماذج رياضية لمعالجة مشكلة التخطيط الإجمالي في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة مغنية (BENTAL مغنية)، وهذا في محاولة لإبراز فعالية النماذج الرياضية في حل مشكلة التخطيط الإجمالي في المؤسسات الجزائرية.
قمنا بتقسيم الباب النظري إلى 3 فصول وهي:مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج، التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الخطية المبهمة ، التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة .

سنتناول في الفصل الأول مفهوم وأهداف تخطيط الإنتاج بصفة عامة، كما سنتطرق إلى ماهية التخطيط الإجمالي وأهميته والحاجة إليه، ثم بعد ذلك سنتطرق إلى مفهوم الطاقة الإنتاجية وعلاقتها بالتخطيط الإجمالي، وبعد ذلك سنتناول بالتحليل إستراتجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، أي تلك البدائل الإنتاجية التي قد تستخدمها المؤسسات لحل مشكلة التخطيط الإجمالي ،كما سنحاول بعد ذلك استعراض أهم الدراسات السابقة والتي تم من خلالها حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في الأخير سنتطرق إلى الطرق الإجتهادية ونموذج

قاعدة القرارات الخطية بالنظر إلى أهمية هذا النموذج باعتباره أول نموذج رياضي حاول معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج .

أما الفصل الثاني فسنتطرق فيه إلى التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الخطية المبهمة ، حيث سنستعرض من خلال هذا الفصل بعض نماذج البرمجة الخطية المؤكدة في معالجة التخطيط الإجمالي للإنتاج ليتم بعد ذلك استعراض نماذج البرمجة الخطية المبهمة وأهم النماذج والطرق الرياضية في حلها، ثم سنتطرق إلى عرض بعض الأعمال المهمة في ميدان التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال البرمجة الخطية المبهمة.

في الفصل الثالث سنتطرق إلى التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة المتعددة الأهداف المبهمة، حيث ستتم الدراسة بالتفصيل لأهم نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المؤكدة، ثم نماذج البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة، ليتم ابراز فيما بعد أحد أهم الأعمال التي ساهمت في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال هذه النماذج.

أما الفصل التطبيقي فعنوناه بنمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة BENTAL مغنية، حيث سنحاول فيه إسقاط ماتطرقنا إليه نظريا، في إحدى المؤسسات الصناعية الجزائرية، ووقع إختيارنا على المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدة والمواد النافعة وحدة مغنية، وهذا بسبب تقلبات الطلب على منتجاتها، مما يجعلها تفوق في بعض الأحيان طاقة الوحدة المتاحة، حيث سنحاول بناء عدة نماذج رياضية حديثة يتم على إثرها معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج بالوحدة.

يشار في الأخير إلى أن من بين اسباب اختيارنا لهذا الموضوع هو الرغبة الكبيرة في مثل هذه الدراسات المتعلقة بالطرق الكمية والقياسية خاصة نماذج البرمجة الرياضية وتسيير الإنتاج والتخطيط الإجمالي للإنتاج وأيضا الرغبة في أن تكون لنا بعض المساهمات العلمية عبر نشر مقالات علمية في مجلات متخصصة حيث نشير إلى انه كانت لنا بعض الأعمال ومن بينها:

- Mekidiche,M et all. (2013) ‘Application of tolerance approach to fuzzy goal programming to aggregate production planning’, International. Journal. of Mathematics in Operational Research, Vol. 5, No. 2, pp.183–204. (2013 قبل للنشر وهو مبرمج في العدد 5 أي أفريل) .

- Mekidiche, M., Belmokaddem,. M. (2012) ‘Application of weighted additive fuzzy goal programming approach to quality control system design’, I.J. Intelligent Systems and Applications, Vol 11, pp14-23.

- Belmokaddem,M,. Mekidiche,M,.Sahed,A,K,.(2009), 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.

الفصل الأول:

مشكلة التخطيـــط الإجمـــالي للإنتاج

مقدمة:

يعتبر تخطيط الإنتاج أحد الوظائف المهمة في المؤسسة، إذ يعتمد بصفة كبيرة على أرقام الطلب المتنبأ به ، هذه الأرقام التي تكون متذبذبة بسبب عدة عوامل كالموسمية و العشوائية، فتارة يأخذ منحنى الطلب إتجاها معينا نحو الإرتفاع و تارة أخرى نحو الإنخفاض ، لذلك نادرا جدًا ما نجد أن الطاقة المتاحة لمؤسسة ما سواء كانت آلية أو طاقة أفراد تتعادل مع الوفاء بهذا القدر تماما مع الطلب المتنبأ به كمًا و توقيتا ، فقد تفوق أرقام الطلب المتنبأ بها الطاقة المتاحة للمؤسسة ، وهذا ما قد يضعها في مشاكل كبيرة مع زبائنها، كما ستفقد فرصا كبيرة للربح إلى غير ذلك ، وقد تنخفض أرقام الطلب المتنبأ بها عن طاقة المؤسسة الأمر الذي قد يحمل المؤسسة تكاليف ناتجة عن طاقات عاطلة، لذلك فهذا التقلب في أرقام الطلب مع محدودية الطاقة الإنتاجية للمؤسسة ، يستدعيها أن تقوم بتخطيط متوسط المدى من أجل مواجهة تلك التقلبات في أرقام الطلب، و يعرف هذا التخطيط بالتخطيط الإجمالي للإنتاج ،إذ تحاول المؤسسة فيه وضع خطة إجمالية تشمل جميع منتجاتها على إختلاف أنواعها لمواجهة الطلب الإجمالي المتنبأبه على منتجاتها بأدنى التكاليف، إذ يمكنها مواجهة الطلب باستخدام الوقت الإضافي للتشغيل عند إرتفاع الطلب و تخفيض الوقت العادي عند انخفاضه، كما يمكنها أيضا أن تقوم بتعيين عمال عند ارتفاع الطلب و تسريحهم عند انخفاضه، و أيضا يمكنها الرفع من طاقتها عن طريق التعاقد مع مصادر خارجية لسد النقص أثناء ارتفاع الطلب، و أيضا استخدام المخزون، إذ تنتج كميات إضافية في حالات الطلب المنخفض لتستخدمها في حالات الطلب المرتفع، إلى غير ذلك من إستراتيجيات التخطيط الإجمالي حيث تجدر الإشارة أن لكل إستراتيجية تكاليف خاصة بها، و مهمة المخطط تكمن في تحديد الإستراتيجية ذات التكلفة الأقل .

لذلك سنحاول في هذا الفصل تسليط الضوء بعد استعراض بعض المفاهيم الأساسية للتخطيط بصفة عامة و تخطيط الإنتاج بصفة خاصة ، على مفهوم التخطيط الإجمالي للإنتاج وأهميته, ضف إلى ذلك دراسة إستراتيجياته بشيء من التحليل في مواجهة الطلب المتنبأبه، ليتم فيما بعد استعراض أهم الدراسات السابقة في التخطيط الإجمالي للإنتاج ، ليتم في الأخير استعراض بعض الطرق الكلاسكية في معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وهي الطرق الإجتهادية ونموذج قاعدة القرارات الخطية.

I- مفهوم تخطيط الإنتاج في المؤسسة :

يعتبر التخطيط أحد الوظائف المهمة في الإدارة، إذ يعتبر الوظيفة الأولى التي تعتمد عليها الوظائف الإدارية الأخرى ، فهو العملية التي من خلالها تقوم المؤسسة بدراسة بيئتها و إمكانياتها الخاصة ، و إختيارها لإستراتيجية ما بإعادة توضيح أهدافها، ومن ثم تحديد الوسائل المادية و البشرية لتحقيقها.

I-1 مفهوم التخطيط :

يعرف (C.O.D'onnel, H.Koontz) "التخطيط بأنه عبارة عن أخذ قرار متقدم عن العمل الذي يجب القيام به في المستقبل ، و كيف ومتى سيتم القيام بهذا العمل ، لذلك فالتخطيط هو عبارة عن تلك الصلة التي تربط المؤسسة بالحالة الموجودة مع الحالة المرجوة ،أي الحالة التي تتمنى المؤسسة أن تصل إليها،لذلك يهتم التخطيط بما سيكون عليه المستقبل مع الإستعداد لهذا المستقبل ، أي وضع تقرير مسبق بما يجب عمله و كيف و متى ومن الذي يقوم به "[1].

ويمكن أن نستخلص من التعريف السابق فالتخطيط هو وظيفة الإدارة التي ترتكز على التهيؤ و الإستعداد للمستقبل ، أو أنه العمل المحدد مسبقا لما يراد القيام به في المستقبل كما أن التخطيط يرتبط بحقائق مرتبطة بالمستقبل ، و حيث أنه من الصعب معرفة هذه الحقائق و تحديدها بشكل دقيق، فإن الإدارة لا بد لها من أن تلجأ إلى القيام بتنبؤات أو توقعات حولها ، كما يمكن أن نستخلص بأن وظيفة التخطيط هي الوظيفة المسؤولة عن تحديد الأهداف النهائية التي يسعى المشروع إلى تحقيقها ، و كذلك تحديد الأهداف الجزئية الخاصة بالوحدات التي يضمها الهيكل التنظيمي، ثم تحديد الأعمال اللازمة لتحقيق كل هذه الأهداف ، و كذلك تحديد حجم ونوع الإمكانيات المطلوبة لتنفيذ هذه الأعمال ، ووضع الجدول الزمني لتتابع العمليات وتحديد المواعيد التي يجب أن تنتهي فيها كافة هذه الأعمال .

I- 2 مفهوم وظيفة تخطيط الإنتاج :

تخطيط الإنتاج لا يختلف في مفهومه كثيرا عما ذكر سابقا، فهو أيضا العملية التي بموجبها يتم تحديد مالذي يجب القيام به في المستقبل ، فمن خلاله يتم التحديد المسبق لموارد المؤسسة (آلات ، أجهزة ، مباني ...) المطلوبة للإنتاج، ووضع الخطط التفصيلية لهذه الموارد، و كيف يمكن أن تستخدم لتصنيع منتجات معينة.

ويمكن تعريف وظيفة تخطيط الإنتاج كالآتي:

"هي تلك الوظيفة التي تتولى مسؤولية تحديد أهداف الإنتاج،و تطوير المنتجات،و التعرف على المبيعات لتقدير كميات الإنتاج و إعداد برامجها، و تقدير كافة الإحتياجات المطلوبة كمّا و نوعا، و اللازمة لتنفيذ برامج الإنتاج الموضوعة ،و إعداد خطة العمل في المصنع بما يحقق أقصى كفاية إنتاجية ممكنة من عناصر الإنتاج،

[1] H.Koontz ,C.O Donnell;Management principes et méthodes de gestion;ed:MecGraw-Hill Irwin ; USA 1980 ; p60

و تخفيض المستثمر في المخزون إلى أقل حد ممكن ، ووضع الجداول الزمنية لتنفيذ الإنتاج بالكميات المطلوبة، وفي المواعيد المحددة للتسليم،وبالمواصفات المطلوبة "[2].

فمن التعريف أعلاه تتضح مختلف المهام و المسؤوليات التي تقع على عاتق وظيفة تخطيط الإنتاج .

I-3 أهداف وظيفة تخطيط الإنتاج :

تسعى وظيفة تخطيط الإنتاج إلى تحقيق عدة أهداف، فالمصنع كوحدة متكاملة يسعى إلى تحقيق أكبر إنتاج ممكن خلال فترة زمنية معينة وباستخدام الإمكانيات المتاحة له فقط ، و على ذلك يوكَل إلى القائم بوظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج مهمة إعداد البرامج التي يمكن على إثرها تحقيق الأهداف، و مراقبة تنفيذها، ومن بين الأهداف التي تسعى وظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج تحقيقها نذكر :

- العمل على الوصول برقم المخزون بمختلف أنواعه سواء كان مواد أولية، منتجات تامة الصنع... إلى الحد الأدنى، و ذلك يهدف تخفيض رأس المال المستثمر في السلع المستخدمة للتشغيل أو البضائع المعدة للبيع.
- الحد من ساعات تعطيل عناصر الإنتاج المستخدمة ، و إستعمال الخرائط الزمنية لهذا الغرض، لأن هذا التعطيل يؤدي بدوره إلى عجز المشروع عن إنتاج الكمية المطلوبة في مواعيدها فضلا عن تحملها بتكلفة التعطل .
- ضمان توفير الإنتاج بمستوى الجودة المحدد بما يحافظ على سمعة المؤسسة في السوق .
- إستخدام الإمكانيات المتاحة أفضل إستخدام ممكن.
- تقييم الأداء و اتخاذ الإجراء التصحيحي الملائم.

I-4 أنواع تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني:

يمكن التمييزبين3 أنواع أو مستويات من تخطيط الإنتاج و التي تتصل بمهام مدير الإنتاج و العمليات، وذلك على أساس الفترة الزمنية التي تغطيها الخطة الإنتاجية ، فهناك تخطيط الإنتاج الطويل المدى ، التخطيط المتوسط المدى ، والتخطيط القصير المدى و فيما يلي يمكن توضيح معالم وحدود و محتوى كل منها.

I-4 -1 تخطيط الإنتاج الطويل المدى: يتضمن التخطيط الطويل المدى، خطط تتضمن قرارات عبر فترات زمنية قد تطول إلى 5 سنوات قادمة أو أكثر ، فهي خطط تزيد مدتها عن عام ، أي أن أقل فترة زمنية تغطيها تلك النوعية من الخطة تتحدد بتلك الفترة الزمنية التي تأخذها لتغيير الطاقة المتاحة ، فيسمى هذا التخطيط أيضا بتخطيط الطاقة ،و مثال ذلك إستكمال التصميم الهندسي لأي مباني جديدة في المصنع ، إختيار حجم معين لمبنى معين ، وبصفة عامة يمكن القول بأن تخطيط الإنتاج الطويل المدى هو عبارة عن تلك القرارات ذات العلاقة بتصميم النظام، وتذكر من ذلك ، قرار إختيار الموقع ، التخطيط الداخلي للمصنع ، تخطيط نظم العمل ، تصميم المنتج ،

---

[2] فريد عبد الفتاح زين الدين؛ "تخطيط و إدارة الإنتاج(مدخل إدارة الجودة)"؛جامعة الزقازيق؛ 1997؛ ص19 .

و فيما يلي بعض القرارات التي تعتمد على التخطيط الطويل المدى

- **قرار الموقع** : يعتبر قرار الموقع أحد قرارات التخطيط الطويل المدى ،و هو من بين القرارات الإستراتيجية الهامة التي تتخذها إدارة المؤسسة سواء في المؤسسة الصناعية أو الخدماتية ، لأنه في بعض الأحيان قد تقرر المنشأة الزيادة في طاقتها الإنتاجية عن طريق إنشاء وحدة إنتاجية في منطقة ما، و المشكلة تنشأ عندما تكون للمؤسسة عدّة بدائل (مواقع)، فمثل هذا القرار قد يعرض المنشأة للكثير من التكاليف و التي قد يصعب الرجوع فيها كتكلفة إعادة البناء ، إعادة ترتيب الآلات... .
- **التخطيط الداخلي للمصنع** : إن من بين قرارات التخطيط الطويل المدى في المؤسسات الصناعية التخطيط الداخلي للمصنع ، حيث يقصد به التحديد المسبق لنظام العمل داخل الورشات الإنتاجية وإختيار مواقع محطات التشغيل، مراكز الإنتاج، مناطق الإنتظار و التخزين، وبصفة عامة يمكن القول بأن التخطيط الداخلي للمصنع هو تحديد أنسب للمواقع الملائمة للتجهيزات الإنتاجية و الخدماتية داخل المصنع بالشكل الذي يضمن الإستغلال الأمثل للطاقة الإنتاجية المتاحة.
- **قرار اختيار تصميم المنتج:** يأتي قرار تصميم المنتج على رأس القرارات الإستراتيجية الطويلة المدى، في مجال إدارة العمليات و الإنتاج، فرضاء المستهلك لن يتأتّى إلا عن طريق تقديم منتج مطلوب ذو جودة عالية، وبتكلفة تنافسية، وفي وقت الحاجة إليه.

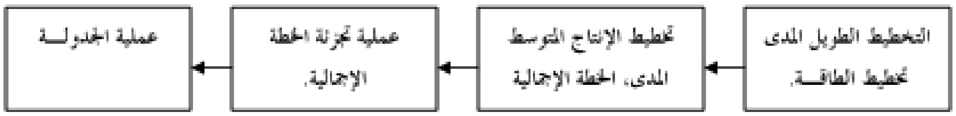
وترجع أهمية هذا القرار– أي قرار تصميم المنتج– أنه يترتب عليه تخطيط العمليات التشغيلية اللازمة لإنتاج هذا المنتوج ، و بالتالي فإن تصميم النظام الإنتاجي ككل يتوقف بشكل مباشر على نوع المنتج الذي تم إختياره، و التصميم الذي تم التوصل إليه.

I-4 -2 تخطيط الإنتاج المتوسط المدى : يتعلق تخطيط الإنتاج المتوسط المدى بتخطيط الإنتاج لمدة زمنية تتراوح بين 6 إلى 18 شهرا، حيث تتضمن هذه الخطة تقديرات إجمالية للإنتاج و العمالة و المخزون في كل فترة من الفترات التخطيطية، ويطلق على هذا النوع من تخطيط الإنتاج بالتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، هذا لأنه بمثابة تخطيط للطاقة الإنتاجية،وذلك عن طريق تحديد مستوى الإنتاج ، العمالة و المخزون[3]

I-4 -3 تخطيط الإنتاج القصير المدى : يتعلق تخطيط الإنتاج القصير الأجل بالتخطيط التفصيلي لفترات إنتاجية تقل عن شهر، فقد يكون التخطيط لمدة شهر أو أسبوع أو يوم و حتى لفترة ساعات، و يطلق على هذا النوع بجدولة الإنتاج وهي تتضمن تخصيص الموارد المتاحة (معدات، آلات، عمالة،...) لتشغيل الأوامر الإنتاجية للأعمال و الأنشطة اللازمة، وتعتمد عملية الجدولة على التقديرات السابقة في مرحلة التخطيط المتوسط المدى أي التخطيط الإجمالي، ويعني أن الجدولة هي آخر عمليات تخطيط الإنتاج، بدءا بتخطيط الطاقة و مرورا بالتخطيط المتوسط المدى ويمكن توضيح ذلك في الشكل الأتي:

[3] سوف نتطرق لهذا النوع من التخطيط بالتفصيل ، لأنه يعبر عن موضوع البحث

الشكل (1-1): سيرورة تخطيط الإنتاج في المؤسسة



المصدر: محمد توفيق ماضي (إدارة العمليات و الإنتاج-مدخل إتخاذ القرارات)جامعة الإسكندرية،ص338

و يترتب على ذلك أن مرحلة الجدولة تكون مقيدة بكل قيود المراحل السابقة للتخطيط ، و تهدف عملية جدولة الإنتاج إلى تحقيق الإستخدام الفعال و الكفء للطاقة الإنتاجية التي تم تحديدها مسبقا، مع ضمان مستوى خدمة معين للعملاء ، فغياب الكفاءة في عملية الجدولة يترتب عليه عدم الإستغلال الجيد للطاقة المتاحة، و يظهر ذلك في وجود آلات أو أفراد أو معدات عاطلة في إنتظار البدء في تشغيل بعض الأوامر، الأمر الذي يترتب عنه إرتفاع في تكاليف الإنتاج .

كما أن عدم الكفاءة في الجدولة قد يؤدي إلى تحرك أوامر الإنتاج ببطء في العملية التشغيلية، مما يترتب عليها في كثير من الأحيان عدم القدرة على تسليم الطلبيات في موعدها، و هذا أمر غير مرغوب فيه على الإطلاق ، وقد تحاول المؤسسة معالجة هذه الحالة بالإسراع في انجاز تلك الأوامر الهامة و المتأخرة، و يكون ذلك عن طريق الإعتماد على موارد عادة ما تكون ذو تكلفة مرتفعة ،مما يرفع من تكاليف التشغيل ، لذلك عادة ما يتم تقييم جودة (نجاح) عملية الجدولة على أساس درجة القدرة على تسليم الطلبيات في موعدها، ودرجة إستغلال الموارد الإنتاجية المتاحة للتشغيل .

و النتيجة النهائية لعملية الجدولة الإنتاجية تكون في شكل خطة زمنية (جدول) للأنشطة،يوضح فيها ما سوف يتم انجازه و تاريخ البدء و الإنتهاء منه ،و الموارد المخصصة له ، و تتضمن هذه القرارات الهامة في هذا الصدد تخصيص الأوامر على مراكز التشغيل (مركز التشغيل عبارة عن مجموعة من المعدات واحدة أو أكثر يتولى إدارتها عامل أو مجموعة من العمال المتكاملين) بشكل يحقق أهداف موضوعة كتدنية التكاليف أو تقليل وقت التشغيل الإجمالي.... .

وفي الأخير يمكن أن نذكر أيضا بعض الأمثلة عن التخطيط القصير المدى، كتخطيط و مراقبة المخزون، نظام تخطيط الإحتياجات من المواد (MRP)..... .

II- :ماهية وأهداف التخطيط الإجمالي للإنتاج والطاقة الإنتاجية:

ينقسم تخطيط الإنتاج كما ذكرنا سابقا الى3 أقسام وفق الأساس الزمني، وهي التخطيط الطويل المدى والتخطيط القصير المدى ،وهناك نوع آخر يقع بين التخطيطيين وهو التخطيط المتوسط المدى، والذي يطلق عليه أيضا بالتخطيط الإجمالي ويمكن توضيح معناه كالأتي.

II-1 طبيعة و معنى التخطيط الإجمالي:

يهتم التخطيط الإجمالي بإعداد خطط لفترات زمنية قادمة تتراوح بين 3الى 18شهر مع تفصيل لكل شهر، حيث يتضمن هذا النوع من التخطيط، بناء الخطة الإنتاجية التي تعمل على التوفيق والتسوية بين حجم الطاقة الإنتاجية (المتاحة)،وحجم الطلب المتنبأبه خلال الفترات الزمنية التي تضمها فترة الخطة الإجمالية، وذلك من خلال بعض الأساليب التي تحدث هذه التسوية المطلوبة.

وهناك عدة تعاريف للتخطيط الإجمالي نذكر منها:

- **تعريف1:**

"التخطيط الإجمالي للإنتاج هو عملية تحديد خطة إنتاجية عبر فترات زمنية لموارد المؤسسة الآتية:

- حجم اليد العاملة.
- مستويات الإنتاج لكل فترة.
- مستوى المخزون.
- الآلات، مواد أولية، أموال....

وذلك يهدف مقابلة إحتياجات الطلب المتنبأبه".[4]

فيتضح من هذا التعريف أن الخطة الإجمالية تضم عدد العمال ، كميات المنتجات، المواد الأولية و الآلات وفي بعض الأحيان حتى الأموال التي يجب أن توفرها المؤسسة من أجل مقابلة الطلب، و بالتالي عدم الوقوع في مشاكل مع الزبائن من جهة، وعدم تحمل طاقات عاطلة في العمل من جهة أخرى .

- **تعريف 2:**

"يعرف التخطيط الإجمالي للإنتاج بأنه تحديد إجمالي لحجم إستخدام الموارد، و مستوى الإنتاج و العمالة و المخزون عبر فترات زمنية محددة من أجل أفضل مواجهة للطلب المتنبأ به عن طريق أفق متوسط المدى"[5].

فمن هذا التعريف أيضا يمكن أن نستنتج بأن التخطيط المتوسط المدى يتم على إثره تحديد طاقة المؤسسة من اليد العاملة، و تحديد أفضل الكميات التي يجب تخزينها، و مستوى الإنتاج الإجمالي دون تخصيص لنوع معين من المنتجات.

و من خلال التعريفين السابقين يمكن إستخلاص التعريف الآتي :

---

[4] S. Nahmias, production and opérations analysis ;4eme edition ; McGraw-Hill Irwin ;USA ;2001.p99.

[5] McClain .J.O, Thomas.L.J, et Mazzola.J.B, (1992), "Operations Management, 3ème édition, PrenticeHall" , Englewood Cliffs, pp 189.

التخطيط الإجمالي للإنتاج هو تلك الخطة الإجمالية ، و التي يتم إعدادها لتغطي فترة تخطيطية زمنية متوسطة المدى تتراوح بين 3 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 .

فالتخطيط الإجمالي يحدد كيفية مقابلة الطلب من الموارد الإنتاجية المتاحة، مستهدفا بذلك تحقيق درجة عالية من الكفاءة و الفعالية في إستخدام الطاقة الإنتاجية المتاحة ،ويمكن توضيح بعض النقاط الأساسية في التخطيط الإجمالي وهي:[6]

- **أفق أو مدى التخطيط الإجمالي** : ويعني عدد الفترات الزمنية المستقبلية التي تستخدم لإعداد الخطة الإجمالية ، وفي معظم الأحيان تقوم المؤسسة بتحديد أفق للتخطيط يرتبط بتلك المدة أو الفترة الزمنية التي تكون عندها تقديرات الطلب دقيقة ، خاصة و أن الفترة الزمنية لها أثر كبير على دقة التنبؤات و تتراوح بين 3 إلى 18 شهر و غالبا ما تكون سنة .
- **التنبؤ بالطلب** : تعتمد خطة الإنتاج الإجمالية على أرقام الطلب المتنبأ به، فمشكلة التخطيط الإجمالي تنبع من تقلب الطلب من فترة لأخرى، الأمر الذي قد يولد مشاكل في الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، و بالتالي فإن خطة الإنتاج الإجمالية تتأثر كثيرا بأرقام الطلب المتنبأبه ، حيث أن دقة هذه الأرقام تنعكس بالسلب أو الإيجاب على خطة الإنتاج الإجمالية .
- **موارد المؤسسة** :الموارد الأكثر مرونة في فترة التخطيط الإجمالي هي اليد العاملة في عملية الإنتاج، حيث تعتمد قرارات التخطيط الإجمالي في تحديد حجم العمال الذي يجب تعيينهم في حالة الطلب المرتفع، وكذا حجم العمال الذي يتم تسريحهم في حالة الطلب المنخفض، و أيضا الحجم الساعي للوقت الإضافي للفترات التخطيطية، و هناك أيضا بعض القرارات المتعلقة باقتناء معدات و الاعتماد على الغير، كل ذلك في سبيل مواجهة الطلب المتنبأبه.
- **مستوى الإنتاج و المخزون**: يتم تحديد كميات الإنتاج الإجمالية التي يمكن بها مواجهة الطلب عن طريق عدّة بدائل من بينها: الإنتاج للتخزين في فترات الطلب المنخفض. وبذلك يساهم التخطيط الإجمالي في عملية تخطيط المخزون.ومستوى الإنتاج، وأيضا مواعيد التسليم، ففي بعض الأحيان لا يفي المخزون الزيادة في الطلب لذلك تلجأ المؤسسة إلى تأخير مواعيد التسليم حتى يتم تسوية تلك الزيادة.

II-2 تخطيط الإنتاج المتوسط المدى تخطيط إجمالي :

تتسم خطة الإنتاج المتوسطة المدى و التي تغطي بين 3 إلى 18 شهراً بأنها تتضمن تقديرات إجمالية لمستويات الإنتاج ، العمالة و المخزون، لكل فترة خلال الفترات التخطيطية ،دون تخصيص لنوعية معينة من المنتجات، فإذا كانت المؤسسة الإنتاجية تنتج عدة منتجات، فإن الرقم الشهري المقدر للإنتاج سوف يعبر عن مستوى إجمالي الإنتاج من تلك المنتجات مجتمعة على الرغم من تباينها، و يتم ذلك عن طريق وحدة قياس عامة. ففي صناعة تكرير البترول يستخدم البرميل سواء كان المنتج بنزين أو كيروزان ....، وفي الصناعات

[6] McClain .J.O et all ; Op-cité ; p 195.

المعدنية يتم إستخدام الطن ، و المتر في صناعة النسيج ، و السبب في ذلك أن المؤسسة الإنتاجية في هذا النوع من التخطيط لا يهمها نوعية المنتجات بالتفصيل، ولكن يهمها كمية الإنتاج الإجمالية دون تخصيص ،أما تفصيلات كل إنتاج على حدة، فهذا أمر يلي ذلك في مرحلة تالية تهتم بهذه التفصيلات .

"كما أن السبب أيضا في أن التخطيط الإجمالي يعتمد على التقديرات الإجمالية، هو أن المؤسسة تسعى إلى الإستغلال الأمثل للموارد النادرة و المتاحة لها لتحقيق أقصى ربح ممكن من هذا الإستغلال، و لا تتمكن من تحقيق هذا الهدف الا إذا كانت نظرتها إجمالية لكافة منتجاتها، حيث أن النظرة الإجمالية في هذه المرحلة من التخطيط ترفع من كفاءة إستغلال المدخلات إلى أقصى حد ممكن ، إذ غالبا ما نجد تخصيص موارد معينة لسلعة معينة يؤدي إلى وجود طاقات عاطلة في تلك الموارد ،لأنها قد تزيد عن الإحتياجات اللازمة لإنتاج تلك السلعة، في حين إذا تم ذلك بمنظور إجمالي لأمكننا تلافي تلك الطاقات العاطلة آلية كانت أو بشرية أو مواد أولية"[7].

كما أن النظرة الإجمالية أيضا تسهل عملية التخطيط خاصة إذا تمت عملية التخطيط وفق نموذج رياضي ، فالعمليات الحسابية تكون بسيطة و المتغيرات القرارية تكون أقل ."و قد يسمى هذا النوع من التخطيط بإسم مشكلة تسوية الإنتاج، و ترجع هذه التسمية لهذا النوع من التخطيط في إيجاد الأساليب و التي يمكن من خلالها تسوية جدول الطلب على عوامل الإنتاج والذي يكون متقلباً ، وإذا قبلت الإدارة بهذه التقلبات و لم تبدل محاولة لتعديلها تنشأ مشاكل خطيرة "[8].

II-3 الحاجة إلى التخطيط الإجمالي :

قد يرى البعض أن تقدير مستوى الإنتاج لكل فترة أمر هيّن، لأن الإنتاج أصلا من المفروض أن يكون لمواجهة الطلب المتنبأبه، فإذا كانت لدينا تقديرات الطلب المتنبأ به، فلماذا لا يتم إنتاج الكمية اللازمة فقط لمواجهة ذلك الطلب في كل فترة ؟ .

للإجابة على هذا السؤال ... يجب النظر أولا إلى منحنى الطلب المتنبأ به خلال سنة مثلا لبعض المنتجات، فإذا كان هذا الطلب ثابتا عند مستوى معين خلال السنة ، فإنه يمكن بسهولة إختيار مستوى من عوامل الإنتاج التي يمكن على إثرها إنتاج الكمية المطلوبة شهريا، و بالتالي تحديد الطاقة الإنتاجية المطلوبة للوفاء بالطلب ، لكن ثبات الطلب يعتبر حالة نظرية تماما ، لأن هناك عوامل كثيرة تؤثر عليه كالتغيرات الموسمية والتغيرات العشوائية، لذلك فإن منحنى الطلب سيتّسم بالتقلب فقد يأخذ إتجاها مرتفعا أو منخفضا، فمرة يفوق الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، مما قد يشكل خطرا عليها، و مرة أخرى يكون أدنى من الطاقة الإنتاجية للمؤسسة مما يجعلها تتحمل تكاليف طاقة عاطلة، فمن هذا المنطلق تظهر الحاجة الملحة في ضرورة وضع خطة إنتاجية إجمالية يتم فيها تعديل الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، و ذلك عن طريق إستراتيجيات مثلى تقوم بمواجهة الطلب بأقل تكلفة ممكنة .

كما أن للتخطيط الإجمالي أهداف أخرى منها:

[7] د.محمد توفيق ماضي،تخطيط ومراقبة الإنتاج،جامعة الإسكندرية 1992 ص 77 .
[8] د . فريد عبد الفتاح زين الدين، مرجع سبق ذكره ، ص124 .

- يمكن من خلال التخطيط الإجمالي للإنتاج تحقيق إمكانية للرقابة على إستخدام بدائل الإنتاج (تعيين و تسريح عمال جدد، الإنتاج للمخزون، تعاقد مع مصادر خارجية...) خاصة عند تغير معدلات الإنتاج من فترة لأخرى.

- يساهم التخطيط الإجمالي في تحقيق درجة عالية من التنسيق بين الأقسام الإنتاجية، مما يؤدي إلى الأداء الاقتصادي و تتابعه بشكل متوافق بسبب تحويل العمالة من قسم لآخر ، أو إعادة توزيع أوامر الإنتاج ، و كذا تفادي وجود طاقات عاطلة في العمالة أو الآلات .

- إن تخطيط الإنتاج بشكل إجمالي دون القيام بعملية التجزئة إلا في مرحلة لاحقة، يجعل هناك مرونة أكثر عند تحديد معدلات الإنتاج لكل فترة من فترات الخطة بما يحقق التوازن المطلوب، بأقل تكلفة ممكنة.

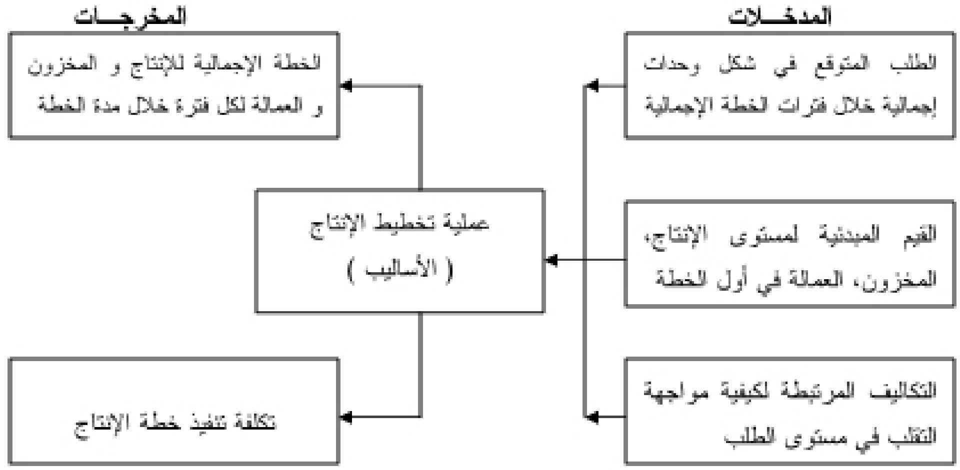
- تبقى الأهمية القصوى للتخطيط الإجمالي هي العمل على الوفاء بالطلب المتذبذب، وذلك من خلال وضع إستراتيجيات مثلى تعمل على تحقيق هذا الهدف بأقل التكاليف الممكنة.

ومما سبق يمكن القول أن التخطيط الإجمالي يهدف بالدرجة الأولى إلى تحديد مستوى الإنتاج الممكن و الأمثل لكل فترة و الذي يعمل على تدنية التكاليف إلى أدنى حد لها، شريطة الوفاء بالطلب المتنبأبه ، ولن تتمكن الإدارة من ذلك إلا من خلال تحديد الإستراتيجية المثلى التي تتبعها في هذا الخصوص لتحقيق هذا الهدف .ونجاحها في إختيار الإستراتيجية المثلى يضمن أن تكون خطة الإنتاج الإجمالية محققة لأهدافها و بالكفاءة المطلوبة، بحيث تساهم في الوصول بتكلفة الإنتاج إلى الحد الأدنى الذي يحقق الوفاء بالطلب المتنبأبه .

II-4 البيانات الأساسية للتخطيط الإجمالي :

لقد أوضح PETERS ET OLIVA إطارا عامًا لعملية تخطيط الإنتاج، و يتكون من ثلاثة أجزاء وهي المدخلات ، المخرجات و عمليات التخطيط ذاتها (الأساليب)، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل (1-2) الآتي :

الشكل (1-2): الإطار العام لعملية التخطيط الإجمالي للإنتاج



المصدر : د.محمد توفيق ماضي(تخطيط ومراقبة الإنتاج)جامعة الإسكندرية 1992 ص 80

تعبر المدخلات على مجموعة البيانات الأساسية الواجب توافرها حتى يتسنى إستخدام أسلوب من أساليب تخطيط الإنتاج ، و بالتالي فهي عبارة عن البيانات الأساسية للتخطيط الإجمالي وهي[9]:

II-4-1 إعداد التنبؤ بالطلب الإجمالي: طالما أن الهدف من العملية الإنتاجية هو مواجهة الطلب المتنبأ به ، لذلك يجب أولا تحديد و إعداد التنبؤات بالطلب الإجمالي،و بمعنى آخر تحديد الطلب المتنبأ لكل فترة من فترات المدة التخطيطية المعدة للقيام بالتخطيط الإجمالي، و يتعين أن تكون تلك التنبؤات في صورة وحدة قياس عامة و مشتركة لكافة أنواع المنتجات، أو لكافة نوعيات الخدمات المقدمة ، حيث أن هذا المستوى من التخطيط يتم بصفة إجمالية كما سبق الذكر ، ومن ثم فلا يعنينا في هذه المرحلة النوعيات المختلفة من حيث إختلاف وحدات قياسها ،ولكن يتم التعبير عنها جميعا في صورة واحدة مستخدمين في ذلك وحدة قياس عامة و مشتركة، تعتبر هي المدلول الموحد للتعبير عن تلك التنبؤات في مجموعها.فمثلا إذا كانت المؤسسة الصناعية تقوم بتكرير البترول، فيمكن إستخدام البرميل بغض النظر عما إذا كان البرميل يحتوي على بنزين أو كيروزان ، و أيضا في مجال المؤسسات التي تنتج خدمات كالفنادق ،فيمكن إستخدام (سرير/يوم) وذلك بصرف النظر عما إذا كان سيتم تسكين النزلاء في غرف فردية أو مزدوجة .

إن إعداد تقديرات الطلب الإجمالي يعتبر أهم مرحلة في التخطيط الإجمالي ، وحيث أن هناك عدة أساليب يمكن من خلالها إعداد التنبؤات بالطلب الإجمالي على منتجات المؤسسة ، كالسلاسل الزمنية ، و الطرق السببية و أساليب أخرى ، فدقة المعلومات التي يتحصل عليها المخطط ، ستجعل قرارات الخطة الإجمالية أكثر واقعية ، أما إذا كانت تقديرات الطلب تنحرف كثيرا عن الطلب الحقيقي فالمؤسسة ربما ستضع نفسها في مشاكل قد تكون أكبر من مشاكل التخطيط الإجمالي، فإذا حدث مثلا وكانت الطاقة الإنتاجية للمؤسسة 500

[9]- محمد توفيق ماضي ، تخطيط و مراقبة الإنتاج،جامعة الإسكندرية، ص80 .

وحدة، و كانت تقديرات الطلب مثلا 600 وحدة ، فقررت المؤسسة مثلا رفع طاقتها الإنتاجية بـــ 100 وحدة عن طريق الزيادة في الوقت الإضافي للعمال، و هذا ما سيرفع تكاليف العمال ، ثم يظهر أن الطلب الحقيقي هو 400 وحدة بدلا من 600 وحدة ، فسوف يكون للمؤسسة فائض قدره 200 وحدة ستتحمل تكاليف تخزينها ، وهذا كله راجع لسوء تقديرات الطلب ، لذلك يجب أن تقلل المؤسسة إلى أدنى حد إنحرافات الطلب الفعلي عن الطلب المتنبأبه، و ذلك بإختيار النموذج الملائم للتنبؤ .

II-4-2 القيم المبدئية لمستوى الطاقة المتاحة: البيانات التي تحكم إلى حد كبير الخطة الإجمالية للإنتاج، وهي البيانات الخاصة بالوضع الحالي للطاقة المتاحة ،و يقصد بذلك مستوى الإنتاج ، حجم المخزون ، و حجم العمالة في نهاية الفترة السابقة مباشرة بعد فترة التخطيط ، و هذه تمثل أرقام الإنتاج و المخزون و العمالة التي تبدأ بها خطة الإنتاج ، أما مستوى الإنتاج أي الطاقة الإنتاجية فيعتبر أساسيا لأن المؤسسة تقوم برفع طاقتها الإنتاجية لمواجهة الطلب المتنبأبه بإستخدام طاقة إضافية عندما تستنفد كل طاقتها الإنتاجية المتاحة ، لأن تعديل الطاقة الحالية للمؤسسة أمر يترتب عليه تكاليف يجب أخذها في الحسبان، كذلك يعد المخزون في نهاية الفترة السابقة على مدار فترة التخطيط كمخزون أول المدة بالنسبة للفترة الأولى، من الخطة الإنتاجية القادمة ، أساسيا لتقدير أرقام الإنتاج فمن الواضح أن وجود مخزون عالي في بداية المدة قد يبرر تخفيض الإنتاج خلال الفترة التالية و العكس صحيح في حالة وجود مخزون منخفض، أو عملاء منتظرين للسلعة.كما يجب أيضا جمع معلومات عن رقم العمالة في بداية الفترة ،و الذي يحكم في أحيان كثيرة رقم الإنتاج في الفترة التالية ، و يرجع ذلك غالبا إلى صعوبة تغيير مستوى العمالة سواء بالزيادة أو النقص، فعمليات التسريح و التعيين غالبا ما تتطلب وقتاً و تكلفة ، لذلك يصعب أحيانا الفصل و الإستغناء إما بسبب قوة النقابات العمالية أو التكاليف المترتبة على عملية الفصل أو التسريح و تكاليف التعيين .

II-4-3 تكاليف مواجهة الطلب المتقلب :تعتبر تكاليف التذبذب في الطلب أحد البيانات الأساسية، لإختيار أفضل توليفة إقتصادية من الإنتاج ، المخزون و العمالة ، و ترتبط هذه التكاليف بإختيار إستراتيجية معينة لمواجهة الطلب المتقلب ، فيمكن مواجهة تذبذب الطلب عن طريق عدة إستراتيجيات ، بحيث ترتبط كل إستراتيجية بتكلفة معينة فيمكن على سبيل المثال إنتاج ما يعادل الطلب عن طريق تغيير عدد العمال ، بحيث يتم تعيين عمال جدد في حالة الطلب المرتفع ، و تسريح عمال آخرين في حالة الطلب المنخفض ، ويترتب عن ذلك تكاليف عند إستخدام هذه الإستراتيجية ، وكذلك يمكن إستخدام المخزون وهذا ما قد يتسبب في رفع تكلفة الإحتفاظ بالمخزون ... ويمكن تحديد بيانات التكاليف اللازمة و الواجب أخذها في الحسبان عند اختيار البديل الأنسب وهي:

- **تكاليف تغيير عدد العمال:** وهي إما تكاليف تعيين عمال جدد، بما تنطوي على تكاليف الاختيار و المقابلة و التدريب والتكاليف الإجتماعية(frais sociaux)...، أو تكاليف تسريح عمال و هي تكاليف تتضمن التعويضات المادية أو إنخفاض الإنتاجية نتيجة لعمليات الفصل المتكررة...

- **تكاليف تغيير درجة تشغيل العاملين:** وهي تكاليف الأجر الإضافي، في حالة تشغيل العمال وقتاً إضافياً و التي غالبا ما تكون أعلى من تكاليف تشغيل الوقت الأصلي.
- **تكاليف تغيير مستوى المخزون** : تتضمن تكاليف الإحتفاظ بالمخزون في الحالة التي يتم فيها مواجهة الطلب عن طريق إنتاج كميات إضافية في حالة الطلب المنخفض من أجل إستخدامها في حالة الطلب المرتفع،و أيضا تكاليف عدم توافر عدد كافي من الوحدات في حالة عدم وجود مخزون(تكاليف الإنقطاع في المخزون).
- **تكاليف الإعتماد على مصادر خارجية** : وتتحملها المؤسسة عندما تلجأ إلى مصادر خارج المؤسسة تقوم بالإعتماد عليها لإنتاج ما يزيد عن طاقتها المتاحة، وهي سعر شراء الوحدة المنتجة من المصادر الخارجية و غالبا ما تكون تكلفتها أعلى من التكلفة التي تعتمدها المؤسسة في إنتاجها لمنتجاتها .

و يمكن إعتبار مرحلة تحديد تكاليف الإستراتيجيات الإنتاجية، أحد المراحل المهمة والتي تحكم بدرجة كبيرة نتائج الخطة الإنتاجية.

II-5 الطاقة الإنتاجية :

يعتبر موضوع الطاقة الإنتاجية أحد الموضوعات الشائكة التي تكثر فيها الأراء و تتشعب فيها المفاهيم، فقرار تحديد الطاقة الإنتاجية المطلوبة، يعتبر أحد القرارات المهمة جذا لإدارة المؤسسة الصناعية ، و التي يقع على عاتقها مسؤولية التوفيق بين الطاقة الإنتاجية والطلب على منتجاتها .

II-5-1 تعريف الطاقة الإنتاجية :هناك عدة تعاريف للطاقة الإنتاجية في المؤسسة من بينها :

تعرف الطاقة الإنتاجية "على أنها أعلى كمية من المخرجات لنظام إنتاجي خلال فترة زمنية معينة من الزمن[10] كما يعرفها البعض الآخر بأنها قدرة المؤسسة في حدود إمكانياتها الحالية على إنتاج منتجات معينة. وتعرف أيضا الطاقة على أنها معدل المخرجات الممكن الحصول عليه من تشغيل العملية أو العمليات الإنتاجية، خلال وحدة زمنية و تحت ظروف عمل مثالية ".[11]

فمن خلال التعاريف أعلاه يمكن إعتبار الطاقة الإنتاجية،على أنها عبارة عن كمية الإنتاج التي يمكن الحصول عليها ، بمواصفات محددة ، في ظل الإستخدام الشامل و المكثف لوسائل الإنتاج المتوفرة ، وذلك بتطبيق طرق معينة ، وخلال فترة زمنية معينة ، وذلك حتى تتمكن المؤسسات خاصة الصناعية من مواجهة الطلب على منتجاتها في ظل طاقة إنتاجية محددة .

[10] - Heizer and Render ; production and operation management ;Allynand Baconine,USA 1988; P 283

[11]- أحمد طرطار ;الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة; ديوان المطبوعات الجامعية;الجزائر ص29 .

II-5 -2 أنواع الطاقة الإنتاجية : تنقسم الطاقة الإنتاجية في المؤسسة إلى[12] :

أ. **الطاقة التصميمية :** تعتبر الطاقة التصميمية أعلى طاقة يمكن تحقيقها في ظل ظروف عمل مثالية عبر وحدة زمنية ، فهذا يعني مثلا في مؤسسة صناعية أنها تستغل ماكيناتها بنسبة إنتفاع قدرها 100% لكن غالبية المؤسسات تعمل بأقل من هذه الطاقة .

ب. **الطاقة المتاحة (الفعالة):** تعتبر الطاقة الإنتاجية المتاحة، المعدل الأعلى من المخرجات الممكن تحقيقه عند إستخدام الموارد الإنتاجية تحت ظروف العمل الإعتيادية أو الطبيعية. وهي أيضا النسبة المئوية المتوقعة الإنتفاع من الطاقة التصميمية ، وتقوم معظم المؤسسات الصناعية بتشغيل طاقاتها الإنتاجية بمعدلات تقل عن الطاقات التصميمية القصوى ،وذلك بسبب عوامل عديدة منها معدلات توقف المكائن لأسباب مختلفة ، وكذا العمر الاقتصادي لإستخدام المكائن و غيرها ، حيث تقوم المؤسسات الصناعية بتشغيل طاقاتها الإنتاجية بنسبة 92% أو حتى بأقل من ذلك أحيانا، وهذا ما يسمى بالطاقة المتاحة.

II-5 -3 وحدات قياس الطاقة الإنتاجية: عندما تكون المنتجات متجانسة بعضها مع البعض الآخر ، فهذا يعني بأن وحدات قياس الطاقة مفهومة وواضحة، ومثال ذلك مصانع السيارات التي تستخدم وحدة القياس (السيارات) للتعبير عن طاقتها الإنتاجية ، في حين المؤسسات التي تقوم بصنع تشكيلة متنوعة من المنتجات فيمكن أن تستخدم مثلا عدد بعض الموارد المستغلة في اليوم (ماكنة / ساعة) أو(شخص/ساعة)

II-5 -4 تخطيط الطاقة الإنتاجية:

كما ذكرنا سابقا فإن الجانب المهم في موضوع الطاقة الإنتاجية هو كيف تستطيع المؤسسة الصناعية مواجهة الطلب على منتجاتها في ظل طاقة إنتاجية محددة ، لذلك تعتمد قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية على دراسة التنبؤ بالطلب المستقبلي ثم تحويل نتائج تلك التنبؤات إلى إحتياجات للطاقة الإنتاجية ،وفي هذا الصدد يمكن تقسيم قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية إلى :[13]

- قرارات تخطيط الطاقة الطويلة الأجل.
- قرارات تخطيط الطاقة القصيرة الأجل.

حيث ترتبط قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية الطويلة الأجل بالمستوى الكلي من الطاقة كتوسيع المصنع، بناء وحدات إنتاجية جديدة، إقامة خط إنتاجي جديد...وترتبط هذه القرارات من خلال دراسة تقلبات الطلب بسبب التغيرات الإتجاهية و الدورية .

أما قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية القصيرة الأجل فترتبط بتقلبات الطلب بسبب التغيرات الموسمية و العشوائية، ثم محاولة التوفيق بين هذه التقلبات مع طاقة المؤسسة عن طريق تغيير العمال مثلا وفي غالب الأحيان تكون هذه القرارات شهرية.

---

[12]- "حسين عبد الله التميمي ; مرجع سبق ذكره،ص295 .

[13]-نفس المرجع السابق ; ص242 .

أما بخصوص تخطيط الطاقة فهناك عدة أساليب يمكن من خلالها للمؤسسة الصناعية تحقيق التوفيق بين الطاقة الإنتاجية المتاحة ، و الطلب على السلع التي تقوم بإنتاجها ، وهذه الأساليب عبارة عن إجراءات داخلية يمكن للمؤسسة الصناعية أن تكيف الطاقة الإنتاجية للطلب على منتجاتها ومن هذه الأساليب :

- تغيير حجم القوى العاملة ، مثلا تقليص حجم القوى العاملة من شأنه أن يؤدي إلى تقليص حجم الإنتاج بما يتماشى و حجم الطلب .
- تعديل العمليات الإنتاجية أو إجراء تغيير على المكائن و المعدات المستخدمة، مثلا شراء مكائن جديدة في حالة العمل على زيادة حجم الطاقة المتاحة ، أو تأجير المكائن و المعدات الحالية غير المستغلة في الحالة المعاكسة .
- تحسين طرق الإنتاج و طرق العمل التي يمكن من خلالها زيادة حجم المخرجات و بالتالي التوفيق بين حجم الطاقة و الطلب على هذه المخرجات.
- إعادة تصميم المنتوج بشكل يمكن أن تحقق فيه المؤسسة الصناعية الإستغلال الأفضل للطاقة المتاحة، و إمكانية تكيفها لظروف الطلب على المنتجات .ذلك لأن الهدف الأساسي من تخطيط الطاقة هو وضع خطة يتم على إثرها أخذ القرارات تتعلق بمقدار الموارد المطلوبة في المؤسسة، فمن هذه الموارد، نجد الموارد التي تحتفظ بها المؤسسة لفترة طويلة كالآلات، وحجم معين من العمال... وتحديد هذا المقدار بصفة جيدة يعتبر من الضروريات، لأن المؤسسة ترغب في الحصول على طاقة إنتاجية تمكنها من مواجهة الطلب المرتفع، و عدم الإحتفاظ بطاقة عاطلة يقع عبؤها على المؤسسة بدون فائدة.

II-5 -5 التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية: لقد ذكرنا سابقا بأن التخطيط الإجمالي، يهتم بوضع خطة إنتاج إجمالية يتم فيها تحديد كيفية قيام المؤسسة بتقديم الطاقة الإنتاجية اللازمة للوفاء بالطلب في المدى المتوسط ،حيث تتضمن مخرجات هذه الخطة مستوى الإنتاج الإجمالي و الذي ينبغي أن تحققه المؤسسة خلال كل شهر من الفترات التخطيطية ، حيث يعبر هذا المستوى على حجم الطاقات الإنتاجية ، كما توضح الخطة أيضا حجم العمالة و المخزون إلى غير ذلك من المتغيرات، و التي على إثرها يمكن الوصول إلى ذلك الحجم من الطاقة الإنتاجية ، فمن هذا المنطلق يعد التخطيط الإجمالي بمثابة تخطيط للطاقة الإنتاجية في المستوى المتوسط، لذلك يطلق عليه إسم التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، ولكن يجب التنويه إلى أن الفترة التخطيطية التي يتضمنها التخطيط الإجمالي، فترة متوسطة المدى، بحيث لا يمكن تعديل الطاقة الإنتاجية عن طريق توسيع حجم المصنع مثلا، إلى غير ذلك من القرارات الطويلة الأجل ، فالتخطيط الإجمالي يعالج خاصة مشاكل الطاقة الإنتاجية عند تقلبات الطلب الموسمية، عن طريق بعض الطرق و التي يمكن إستخدامها في الفترة المتوسطة كتغيير حجم العمال ، و إستخدام المخزون ..... .

III- إستراتيجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج:

بعد الوقوف على تقديرات الطلب الإجمالي، فنادرا جدًا ما نجد أن الطاقة المتاحة للمؤسسة سواء كانت آلية أو طاقة أفراد تتعادل تماما مع الوفاء بهذا القدر من الطلب المتنبأبه كمًا و توقيتا، ولكن سنجد أن حجم الطلب الشهري المتنبأبه غالبا ما سيكون متقلبا من شهر لآخر خلال الفترة التخطيطية، و هذا سيؤدي بدوره إلى تذبذب الطلب على عوامل الإنتاج اللازمة لإنتاج الكمية المطلوبة للوفاء بهذا الطلب ، فتارة سنجد أن مستوى الإنتاج الحالي الذي توفره الطاقة المتاحة يزيد عن حجم الطلب ، و تارة أخرى نجد أنها لا تفي بالطلب عندما يرتفع ، الأمر الذي يستلزم العمل على إتخاذ إجراء ما أو سياسة معينة بغية تسوية إستخدام الطاقة الإنتاجية.لذلك هناك عدة تساؤلات يجب الإجابة عليها عندما يتم وضع الخطة الإجمالية و هي[14]:

-هل المخزون يتم إستخدامه بما يؤدي إلى معالجة التغيرات الحاصلة في الطلب من خلال فترة التخطيط ؟

-هل يتم تشغيل العمال في الوقت العادي فقط أم هل أن الوقت الإضافي و الوقت الغير مستغل يعالجان التقلبات الحاصلة في الطلب ؟

- هل يتم إستخدام العقود الفرعية مع مصادر خارجية أي سد النقص من مصادر خارجية في حالة إرتفاع الطلب مما يؤدي إلى تحقيق حالة استقرار في قوة العمل ؟
- هل أن التغيرات التي تحدث في الطلب متماشية مع التغير الحاصل في حجم قوة العمل ؟
- هل يتم إستخدام الأسعار أو العوامل الأخرى (الترويج، الإعلان...) للتأثير في الطلب ؟

تمثل التساؤلات أعلاه إستراتيجيات أو بدائل يمكن إستخدامها لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، فمن بين هذه الإستراتيجيات ما هو متعلق بالتأثير على الطلب و جعله قريب من الثبات و ذلك من خلال الحملات الإعلانية ، الترويج ، تغيير الأسعار ...و تسمى هذه الإستراتيجيات (التي تحاول التأثير على الطلب) بالإستراتيجيات النشيطة (الفعالة)، بحيث تكون هذه الإستراتيجيات أو البدائل ضمن مهام إدارة التسويق في المؤسسة .

كما يمكن مواجهة الطلب بإعتبار أنه حقيقة يجب التعامل معها وذلك بتغيير الطاقة الإنتاجية ،و يتم ذلك عن طريق عدد لا نهائي من البدائل (الإستراتيجيات) ومنها :

- تغيير معدل الإنتاج بنفس قوة العمل الحالية(إستخدام الوقت الإضافي).
- تغيير معدل الإنتاج بتغيير حجم القوة العاملة .
- الوفاء بالطلب من خلال المخزون .
- الوفاء بالطلب من خلال تأخير مواعيد التسليم .
- الوفاء بالطلب عن طريق التعاقد الفرعي من مصادر خارجية .

و عندما تحاول المؤسسة تغيير طاقتها الإنتاجية لإمتصاص التغيرات الحاصلة في الطلب خلال فترة التخطيط، يتم ذلك عن طريق البدائل أعلاه ،و التي تسمى أيضا بالإستراتيجيات السلبية ، بحيث تكون هذه الإستراتيجيات ضمن مهام إدارة العمليات و الإنتاج .

14-.Aouni B ;Gestion des opération , Notes de cours et problèmes ; L'université laurentienne ,canada ;2000

وفي هذا الجانب سنحاول الدراسة بتحليل مختلف الإستراتيجيات التي يمكن من خلالها لإدارة العمليات و الإنتاج ، أن تكون قادرة على الوفاء بالطلب بأدنى التكاليف ، أي دراسة الإستراتيجيات السلبية فقط التي تقع تحت سلطة وظيفة الإنتاج،ضف إلى ذلك أن الإستراتجيات النشيطة تتعلق بوظيفة التسويق ، لذلك سنطلق على الإستراتيجيات السلبية إسم إستراتيجيات الإنتاج الممكنة.

III- 1 إستراتيجيات تخطيط الإنتاج الممكنة[15] :

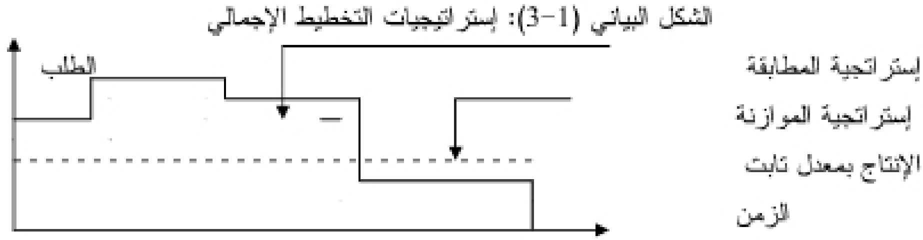
إستراتيجية الإنتاج هي ذلك الفن الذي يقوم بالترتيب العقلاني و الإقتصادي لمتغيرات الإنتاج بغرض وضعها في مخطط من أجل الوفاء بالطلب المتنبأبه ، في فترة التخطيط المعتبرة وذلك بأدنى التكاليف ، ويمكن التمييز بين3 إستراتيجيات و هي :

أ. **إستراتيجية المطابقة 'Stratégie Synchrone'** و يعني ذلك أن معدل الإنتاج يتماشى مع تقلبات الطلب ، ولكي يمكن للمؤسسة إستخدام هذه الإستراتيجية يمكنها إتباع عدة طرق ، كتغيير العمال (تعيين ، و تسريح)، إستخدام الوقت الإضافي ، التعاقد الفرعي مع مصادر خارجية .

ب. **إستراتيجية الموازنة "Stratégie de Nivellement"** ففي هذه الإستراتيجية تقوم المؤسسة بالإنتاج بمعدل ثابت عبر طول الفترة التخطيطية، و يمكن الوفاء بالطلب في حالة إرتفاع الطلب عن طريق المخزون، الذي تم الإحتفاظ به في حالة الطلب المنخفض.

ج. **الإستراتيجيات المختلطة : " Stratégie Mixte "** في بعض الأحيان يمكن المزج بين عدة إستراتيجيات أي إستخدام المخزون و الوقت الإضافي في آن واحد، وعند ذلك تسمى الإستراتيجية هنا بالإستراتيجية المختلطة ،و هي الإستراتيجية التي تستخدم بشكل واسع والشكل البياني (1-3) يوضح إستراتيجية المطابقة و الموازنة .

الشكل البياني (1-3): إستراتيجيات التخطيط الإجمالي



المصدر : D.A .Kadi ; production industrielle, Notes de cours ;Université ;Laval ;canada ;2002

كما ذكرنا سابقا تنقسم هذه الإستراتيجيات (إستراتيجية المطابقة و الموازنة) بدورها إلى عدة إستراتيجيات فرعية وهي:

---

[15]- D. A. Kadi ;production industrielle Notes de cours ; Université Laval ;canada ;2002 ; P.23

III- 1-2 تغيير معدل الإنتاج بنفس قوة العمل الحالية :وتعني هذه الإستراتيجية زيادة أو تخفيض الطاقة عن طريق تشغيل العمال الحاليين وقتا إضافيا ، أو تخفيض وقت العمل العادي ، إذ يتم وفق هذا البديل تشغيل العمال وقتا إضافيا أثناء إرتفاع الطلب عن الطاقة المتاحة، وتخفيض وقت التشغيل العادي عند إنخفاض الطلب عن الطاقة المتاحة ، و يعتبر إستخدام العمال وقتاً إضافياً أحد الأساليب ذات الجاذبية الخاصة و ذلك في مواجهة التقلبات الموسمية، حيث أنه البديل الذي يقلل الحاجة إلى مزيد من التعيين من القوى العاملة، وتدريبهم خاصة الذين سيتم الإستغناء عنهم في فترة الموسم الذي يوجد به طلب، كما سيتم الإبقاء على القوة العاملة الماهرة، و سيتم إعطاء فرصة للعمالة لزيادة أجورهم، وفي معظم الأحيان يتم إستخدام هذا البديل لأن المؤسسات تفضل الإحتفاظ بطاقم العمال الحالي و تشغيله وقتاً إضافياً أفضل من القيام بتعيين آخر لعمال جدد.
ومن ناحية أخرى فإن تخفيض الوقت العادي و الذي يأخذ شكل تخفيض تشغيل كل أو بعض القوى العاملة المتاحة عما هو معتاد، مع الالتزام بالأجور المعتادة ، قد يكون أقل تكلفة من الإلتجاء إلى تسريح العمال عند إنخفاض الطلب، فقد يكون تخفيض وقت التشغيل العادي إما عن تقصير يوم العمل عن ساعاته المعتادة ، أو التشغيل لعدد أقل من أيام الأسبوع مع تخفيض مماثل في التعويضات الممنوحة لهم .
"ولكن يجب التنويه إلى أن تغيير معدل الإنتاج عن طريق الوقت الإضافي ليس متاحا بلا قيود ، بل أنه من النواحي السلبية لهذا البديل أنه مقيد بمقدار التغيير الذي يمكن تحقيقه في معدل الإنتاج ، حيث أن هناك حد أقصى للوقت الإضافي المسموح به و المحدد قانونا ، فمثلا نجد أن بعض نقابات العمال تمنح العمال الذين ينتمون إليها الحق في رفض و عدم قبول الوقت الإضافي ، ومن ناحية أخرى فإنه لا يمكن تناسي ضرورة دفع أجور مرتفعة للعمل لوقت إضافي ، و الذي يكون مرتفعا إلى حد كبير بالمقارنة بمستوى أجور الوقت العادي، ضف إلى ذلك التكلفة الإضافية للإشراف على العمال أثناء وقت العمل الإضافي بالمقارنة مع تكلفتها في أوقات العمل العادية،ضف إلى ذلك أنه في وقت العمل الإضافي غالبا ما ينتج عنه إنخفاض في الإنتاجية ، إنخفاض في جودة السلعة ، زيادة حوادث العمل ، زيادة تكاليف الأجور و المرتبات"[16]

III- 1-3 تغيير معدل الإنتاج بتغيير حجم القوى العاملة:عندما تكون تقلبات الطلب خارج حدود إمكانية معالجتها بإستخدام زيادة أو تخفيض الطاقة الإنتاجية عن طريق التشغيل لوقت إضافي، أو تخفيض وقت التشغيل العادي –البديل السابق- ،فإن أحد الإستراتيجيات التي يمكن إتباعها و الأخذ بها في هذا المجال هو العمل على تغيير حجم قوة العمل المتاحة ، وذلك عن طريق تعيين عدد معين من العمال من أجل مواجهة الزيادة في الطلب في مواسم معينة، و كذلك تخفيض حجم قوة العمل المتاحة عن طريق تسريح بعض العمال خلال مواسم الإنخفاض الشديد للطلب على منتجات المؤسسة ، وهذان الأسلوبان (التعيين و التسريح) يتضمنان أيضا مجموعة من التكاليف الإضافية، و كذلك مجموعة من القيود التي تحد من إستخدامها .فالإلتجاء إلى تعيين المزيد من القوة العاملة يؤدي إلى تحمل تكاليف إضافية تتعلق بالإعلان ، الإختبارات، التدريب، التأمين،التكاليف الإجتماعية... ، ومن ثم يجب في هذه الحالة تقدير تكلفة زيادة معدل الإنتاج بوحدة واحدة عن طريق التعيين.

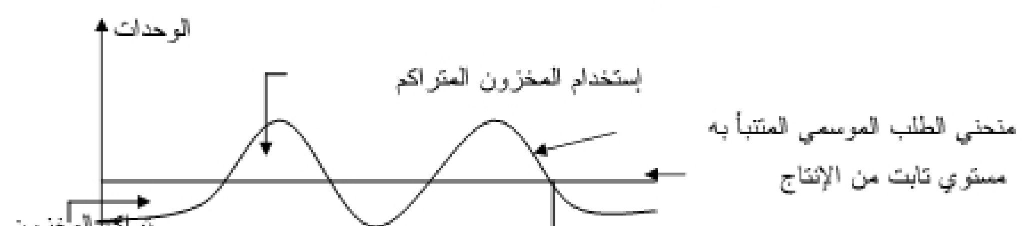
[16]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين ;مرجع سبق ذكره; ص180 .

"كذلك فإن تخفيض معدل الإنتاج عن طريق تسريح بعض أفراد القوة العاملة المتاحة، لها أيضا تكلفتها الإضافية، و تتمثل في تعويضات فصل العمال (Prime de Séparation)، إنخفاض الروح المعنوية للعمال الباقين، و يمكن أن يقود ذلك إلى تخفيض معدل الإنتاج"[17] ، هذا ويلاحظ أن كلاً من تكلفة التعيين و تكلفة التسريح ،تكون في بعض الأحيان مختلفة من فترة زمنية لأخرى، حيث يعتمد ذلك على وضع سوق العمل و الوضع الإقتصادي عموما .

"ومن ناحية أخرى فإن إستخدام هذا البديل لمقابلة تقلبات الطلب، يكون مناسبا إن كانت القوى العاملة التي يتم تعينها أو تسريحها لهم مهارات محدودة جدًا أو منعدمة، مثل العاملين بالفنادق و المزارع ، و بعض المصانع ، و أيضا عندما تكون هناك وفرة في سوق العمل ، و لهذا يصبح الأخذ بهذا البديل و تطبيقه أمراً غير منطقي بالنسبة لتلك المؤسسات التي تعتمد على نوعيات عالية من المهارة من العمال، و التي لها تخصصات دقيقة و خبرة مرتفعة في مجال عملها ، وحيث أن تلك النوعية من العمالة هي عمالة ثابتة و مستقرة ، لذلك فإن تلك النوعية من العمالة الماهرة لا يمكن أن تقبل العمل في مثل تلك المؤسسات التي تعتمد على سياسة التعيين و التسريح وفقا للتقلبات الموسمية للطلب"[18].

III- 4-1 الوفاء بالطلب من خلال المخزون :تتعلق هذه الإستراتيجية بتسوية الطلب على الإنتاج من خلال الإنتاج للمخزون ، إذ أنه في مؤسسة معينة يكون من الممكن لها الوفاء بالطلب على منتجاتها في حالة الإرتفاع من خلال المخزون الذي لديها، و الذي أمكن لها تكوينه و بنائه خلال فترات الركود في الطلب، و يقوم هذا البديل على إستخدام قوة عمل ثابتة بدلا من تكرار عمليات التعيين و الفصل ، ثم الإستفادة من زيادة طاقة قوة العمل خلال فترات إنكماش الطلب على الإنتاج بالتخزين، وذلك من أجل مواجهة الزيادة في الطلب عن مستوى الطاقة الحالية مما يجعل من السهل تسوية الإنتاج و الوفاء بالطلب من خلال دفع الوحدات المخزونة لإستكمال النقص في فترات الرواج ، و تكلفة هذه الإستراتيجية تعادل تكلفة الإحتفاظ بالمخزون و للتوضيح أكثر يمكن الاستعانة بالشكل(1-4):

الشكل البياني(1-4):إستراتجية الوفاء بالطلب من خلال المخزون



المصدر :محمد توفيق ماضي(تخطيط ومراقبة الإنتاج)جامعة الاسكندرية1992 ص85

---

[17]- C. Olivier ;Op-cité; P.34

[18]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين ;مرجع سبق ذكره ; ص181 .

فيتضح من خلال الشكل (1-4) أن الطلب على الإنتاج يتصف بالتغيرات الموسمية، ففي الموسم الأول مستوى الإنتاج أكبر من الطلب، الأمر الذي يشكل تراكم في المخزون تستخدمه المؤسسة في الموسم الثاني أين يكون الطلب أكبر من مستوى إنتاج المؤسسة[19].

إلا أنه يتعين ملاحظة أن هذه الإستراتيجية لا تصلح للتطبيق في كافة المؤسسات، إذ تعتبر غير عملية عندما تنتج المؤسسات سلعاً تباع على أساس الموضة مثلا كملابس السيدات، كذلك لا تصلح بالنسبة للمؤسسات التي تنتج منتجات قابلة للتلف السريع في حالة تخزينها ، أما بالنسبة للمؤسسات التي تنتج خدمات كالبنوك و المستشفيات ... فإن تطبيق هذه الإستراتيجية يكون مستحيلا و غير عملي ذلك لأنه من سمة الخدمة أنها غير قابلة للتخزين.[20]

وكما هو الحال بالنسبة للإستراتيجيات السابقة ، تجد أن هناك بعض المشاكل التي تواجه المؤسسات التي تأخذ بهذه الإستراتيجية، خاصة إذا كان نمط المبيعات المتوقعة لا يتكيف تماما مع المخزون ، بمعنى آخر أنه برغم وجود مخزون متراكم من فترات معينة سابقة إلا أن المؤسسة قد تواجه حالة يكون فيها مجموع الإنتاج الشهري من الوحدات مضافا إليه المخزون المتراكم من فترات سابقة، غير كاف لمقابلة حجم الطلب في ذلك شهر ، و هذا يعني أن هناك جزء من الطلب لا يمكن الوفاء به ، و هذا ما قد يعرض المؤسسة إلى تكاليف أخرى كتكلفة الإنقطاع ، وذلك عندما تطلب المؤسسة من عملائها الإنتظار لفترة أخرى ، لأن ذلك قد يصاحبه إغراءات معينة ، تعتبر كتكلفة تدخل ضمن التكاليف المحسوبة لهذه الإستراتيجية .

ولكن رغم هذه النقائص تعتبر هذه الإستراتيجية أكثر الإستراتيجيات إستخداما في المؤسسات الصناعية، حيث تكون فيها المشاكل أقل بالمقارنة مع الإستراتيجيات الأخرى.

III-1 -5 الوفاء بالطلب من خلال تأخير مواعيد التسليم :وتعني هذه الإستراتيجية أنه يمكن معالجة التقلبات في الطلب من خلال الوفاء بطلبات العملاء في الفترات التي يرتفع فيها الطلب ، وذلك بأن يطلب من العميل الإنتظار لفترة ما ،أي من خلال تعديل مواعيد التسليم و تأخيرها بما يتفق مع الطاقة الإنتاجية للمؤسسة ، فعندما يزيد الطلب عن الطاقة الإنتاجية وفي نفس الوقت لا يتوافر مخزون إضافي للوفاء بهذه الزيادة ، فإنه قد يكون من الممكن قبول أوامر للوفاء بها في وقت متأخر عما هو محدد لها كميعاد للتسليم ، و هذه الإستراتيجية وفق هذا المعنى تفترض بأن العميل عند إعداده لأمر التوريد الخاص به يكون على إستعداد لقبول التأخير في ميعاد التسليم ، و أنه لم يضع لنفسه أوقاتا حرجة لا تسمح بهذا التغيير ، الأمر الذي يتناسب مع ظروفه ، وفي كثير من الأحيان يستلزم مثل هذا الإستعداد من جانب العميل أن تقابله المؤسسة بتعويض له عن إستعداده لهذا التأخير ، و إذا رأى هذا العميل أن هذا التعويض كاف لتغطية أي مشاكل قد يتعرض لها من جراء ذلك، فإنه سيقبل ذلك طالما أن هذا التعديل لا يتعارض مع خططه بل ويمكن أن يحقق له بعض المكاسب التي تفوق ما قدّمه من تضحيات في هذا الشأن،و بالتالي تحدد المؤسسة تكلفة تأخير عن كل وحدة لفترة شهر مثلا.

[19]- محمد توفيق ماضي:إدارة العمليات و الإنتاج،مرجع سبق ذكره ،ص86 .
[20]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين: مرجع سبق ذكره: ص186.

6-1-III الوفاء بالطلب عن طريق التعاقد الفرعي من مصادر خارجية (Subcontracted):في بعض الأحيان نجد أنه لا يمكن مواجهة الطلب المتذبذب من خلال مجموعة الإستراتيجيات السابقة ، إذ قد يصعب جزئيا أو كليا إستخدام التشغيل لوقت إضافي ، كما قد يكون من الصعب الإلتجاء إلى إستراتيجية التعيين و التسريح نظرا للعيوب الجوهرية لهذه الإستراتيجية و التي تسيء إلى سمعة المؤسسة ، وكذا خلق مشاكل مع النقابة ، كذلك يصعب إستخدام إستراتيجية الوفاء بالطلب من خلال المخزون نظرا لطبيعة المنتجات الغير قابلة للتخزين أو لإرتفاع تكلفة التخزين ، أو لعدم التمكن من ذلك أصلا ، نظرا للنمط الذي يأخذه الطلب المتذبذب ، مما يستوجب الإلتجاء إلى أخذ إستراتيجيات مختلطة ، وقد يصعب أيضا أو يستحيل الطلب من العميل الإنتظار فترة من الوقت لتلبية طلبه ، فإذا واجهت المؤسسة عدم تمكنها من تطبيق أي من الإستراتيجيات السابقة أو مزيج منها لتسوية تقلبات الطلب على منتجاتها، فإنه يمكن التفكير في إستراتيجية أخرى و هي التعاقد الفرعي بجزء من الطلب و ذلك بدلا من رفض المؤسسة لبعض الطلبات التي ترد إليها في الفترات التي يرتفع فيها الطلب كثيرا حيث لا يكون بمقدرة الطاقة الحالية للمؤسسة الوفاء بهذا القدر ، وطبيعي لأن الإلتجاء إلى هذه الإستراتيجية، إنما هو محاولة لعدم تخلي المؤسسة عن بعض عملائها والذين يمثلون أهمية خاصة كعملاء متميزين لها ، و المعروف عنهم إستمرارهم التعامل مع المؤسسة في كل الظروف و الأحوال ثقتًا منهم في جودة منتجاتها و كفاءتها ، الأمر الذي يجعل المؤسسة أن تحاول بقدر المستطاع تلبية إحتياجاتهم بأي وسيلة و التي من بينها إقدام المؤسسة على إستراتيجية التعاقد الفرعي مع مصادر خارجية أو ما يسمى في بعض الأحيان شراء الكمية المطلوبة من الغير.

تقوم هذه الإستراتيجية على إفتراض أساسي يمثل جوهر هذه الإستراتيجية و هذا الإفتراض مضمونه و محتواه أن المقاول أو المقاولين أي– المصادر الخارجية– يحترمون تعاقداتهم مع المؤسسة، من حيث الكمية و الجودة و الوقت، إذ تلتجئ المؤسسة إلى تلك الإستراتيجية على إفتراض أن المقاول أو المقاولين (المصادر الخارجية) سيتولون تزويد الكمية المطلوبة للمؤسسة بكاملها، و أنهم يراعون دائما تنفيذ ما يطلب منهم وفق المواصفات المحددة من قبل المؤسسة و يلتزمون بذلك، لأن أي انحراف عن هذه المواصفات إنما سيضر بالدرجة الأولى المؤسسة التي تتعامل مع عملائها، و الذين لهم ثقة في منتجاتها التي تعودوا عليها ، وليس المقاول ، لأن العملاء ليس لديهم دراية بذلك ، وهذا ما سيؤثر على تعاملاتهم مع المؤسسة مستقبلا ، كما يجب أن يلتزم المقاولون بمواعيد التسليم، حتى تتمكن المؤسسة من تسليم البضاعة المطلوبة إلى زبائنها وفق المواعيد المتفق عليها دون أي تأخير قد يضر بمصالحهم و خططهم الإنتاجية ، الأمر الذي يسيء إلى سمعة المؤسسة .

من ناحية أخرى سنجد أن تكلفة الوحدة الواحدة التي يتم الحصول عليها من الغير بالشراء– التعاقد الفرعي – تكون ذات تكلفة عالية بالمقارنة بتكلفة إنتاج المؤسسة ، و هذا طبيعي إذ حتى بإفتراض تساوي تكاليف إنتاج الوحدة فإن المقاول سيحدد هامش الربح الذي يراه مناسبا، ومن ثمّ فإن المؤسسة ستحصل على الوحدة محمّلةً بتكاليفها وأرباحها ، لذلك تكون الوحدات التي تشتريها المؤسسة من مصادر خارجية ذات أسعار مرتفعة.

ضف إلى ذلك أنه غالبا ومن الصعب إيجاد المقاول أو المجهّز الذي بإمكانه تزويد المؤسسة بالمنتجات المطلوبة بنفس الجودة ، وهذا ما قد يفتح الباب للزبائن للاتجاه نحو المؤسسات المنافسة.
ولكن رغم هذه النقائص فإن هناك بعض المؤسسات التي تعمل بهذه الإستراتيجية خاصة المؤسسات الكبيرة في مجال الطائرات، أو صناعة السيارات، و العديد من الصناعات الأخرى.

1-III -6 الإستراتيجيات المختلطة: تشير الدراسات العلمية أن أحسن إستراتيجية لمعظم المؤسسات تتضمن إستخدام مزيج يضم عدداً من إستراتيجيات الإنتاج الممكنة ، و أنه من النادر إنفراد إستراتيجية إنتاجية لوحدها من أجل تكوين حل أمثل، فيمكن على سبيل المثال إستخدام المخزون و الوقت الإضافي في آن واحد، بل و يمكن إستخدام كل الإستراتيجيات في آن واحد ، وذلك من أجل أن تتحصل المؤسسة على أحسن مزيج يمكن به مواجهة الطلب المتنبأبه بأدنى التكاليف ، لذلك فأغلبية المؤسسات تسعى إلى الوصول إلى إستراتيجية التخطيط الإجمالي المثلى.

IV-الدراسات السابقة للتخطيط الإجمالي للإنتاج (Litirature review):

لقد حظيت دراسة مشكلة الـAPP بأهمية بالغة من طرف الباحثين، الأمر الذي دفع بهم إلى بدل الكثير من الجهود والمحاولات من أجل تحديد طرق ونماذج يتم على إثرها حل مشكلة الـAPP في المؤسسات ، لقد قسم الباحث Saad(1982) الطرق والنماذج التي يمكنها حل مشكلة الـAPP إلى 6 مجموعات وهي :

- ∞ الطرق التي تعتمد على قاعدة القرارات الخطية (Linear decision rules).
- ∞ طرق البحث عن قاعدة القرار (Search decision rules).
- ∞ نموذج معاملات الإدارة (management coefficient approach).
- ∞ طرق المحاكات (simulation).
- ∞ طرق نماذج النقل (Transportation méthodes).
- ∞ طرق نماذج البرمجة الخطية (Linear programming).

ولكن من خلال الأبحاث الحديثة وتطور البرمجة الرياضية وبرامج الإعلام الآلي يمكن أن طرق جديدة من بينها :

- ∞ طرق البرمجة الرياضية بالأهداف (Goal programming model).
- ∞ طرق البرمجة الخطية المبهمة (Fuzzy linear programming).
- ∞ طرق البرمجة بالأهداف المبهمة (Fuzzy goal programming).
- ∞ طرق البرمجة الإحتمالية (العشوائية) (Stochastic programming)

يعتبر نموذج قاعدة القرارات الخطية أول نموذج رياضي تم على إثره معالجة مشكلة الـAPP حيث تم تطوير هذا النموذج من طرف الباحثين Holt, Modigliani , Mûth , Simon(1955) ، حيث تمكن الباحثون من تحديد تكاليف تعيين العمال وتكاليف تسريح العمال وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون وفق علاقات تربيعية، ليتم فيما بعد من تحديد معدل الإنتاج الأمثل و مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة والتي تقوم بتدنية دالة التكلفة التربيعية مع قيد المخزون ليتم في الأخير من تحديد الخطة الإجمالية، لكن تعرض هذا النموذج إلى الكثير من الانتقادات بسبب عدم استخدامه لجميع بدائل الإنتاج الممكنة ضف إلى ذلك صعوبة تصوير التكاليف في صورة تربيعية، كما يعاب عليه أيضا عدم قدرته على إستعاب جميع قيود المؤسسة.

يعتبر نموذج معاملات الإدارة من بين الطرق التجريبية والتي تمكننا من إعداد الخطة الإنتاجية انطلاقا من أداء المسير ، حيث يتم وفق هذه الطريقة إدخال التجارب الماضية في النموذج، عن طريق تحليل الانحدار المتعدد وهذا بإدخال المعطيات التاريخية لجميع البدائل الإنتاجية السابقة ونتائجها ليتم تحديد معاملات إدارية يتم وفقها إتخاذ قرار الـAPP ويرجع الفضل لهذه الطريقة للباحثين Bowman(1963) و الذي وسع أعمال Ebert(1972) و الباحثين Buffa and Miller(1979) ، وبالرغم من النتائج الجيدة التي حصل عليها هؤلاء

الباحثين إلا أن هذه الطرق لم تعرف انتشارا واسعا لعدة أسباب من بينها أنها تعتمد على عدد كبير من المعطيات التارخية حول جميع البدائل الإنتاجية كما أنها لا يمكنها أن تعطي الخطة الإجمالية المثالية.

الطرق البيانية والاجتهادية (Heuristic method) بدورها طرق جاءت لتحل مشكلة الــAPP حيث تعتمد هذه الطرق على مبدأ التجربة والخطأ حيث يتم على إثرها مقارنة عدة خطط إنتاجية من حيث تكاليفها، ثم محاولة الوصول والأخذ بتلك الخطة ذات التكلفة الأقل، و التي يتم على إثرها الوفاء بالطلب مع إحترام قيود المؤسسة ، وتسمى غالبا بالطرق البيانية و هذا لأنها تعتمد على منحنيات الطلب المتجمع والطلب المتنبأبه المتجمع، من أجل المقارنة بين الخطط و إختيار أفضلها أي تلك الخطط التي لها تكلفة أقل و" تعتبر الطرق البيانية من الطرق الشائعة الاستعمال، وهذا لأنه من السهل فهمها و تطبيقها ومن بين روادها نذكر Petrson and Chun. N.C and Hwang.H, (1996), ، Holt,J.A(1981) ،Tersine(1980) والبحث Silver(1979) Nam.S,J and ،Hawan.H,CHA.C.N (1995) ، Roger.C and Vergin(1980) ، Dominic.C.Y .Foo et al(2008) . Mellichamp,J.M and Love.R.M(1978) ، Logendran (1995)

قدم Jons(1967) نموذج للتخطيط الإجمالي للإنتاج يعتمد على البرمجة الوسيطية ونموذج قاعدة القرارات الخطية المقترح من طرف الباحثين HMMS(1955) ويسمى نموذج تخطيط الإنتاج الوسيطي أو المعلمي Parametric production planning model ويعتمد هذا النموذج على قاعدتين للقرار الخطي واحدة تتعلق بحجم التغيير في العمالة والأخرى تتعلق بمعدل الإنتاج وتقوم طريقة Jons على تحديد جميع البدائل من خلال معلمات يتم تحديدها وفق أساليب رياضية ليتم في الأخير تحديد البديل الذي يقوم بتدنية التكاليف الإجمالية، وأثبث Jons من خلال بحثه أهمية ودقة هذه الطريقة ولكن بالرغم من ذلك إلا أن هذا النموذج لا يمكن تطبيقه في جميع الحالات لأن طريقة تحديد قاعدتي القرار جد معقدة كما أن هذا النموذج لا يحوي جميع بدائل الإنتاج الممكنة.

تعتبر طرق المحاكات (Simulation) من بين الطرق التي استعملها الباحثون في حل مشكلة الــAPP ويعتبر Vergin(1966) أول من استعمل طريقة المحاكات في تحديد خطة إنتاج إجمالية وتعتمد هذه الطرق على البيانات التارخية المتعلقة بالإنتاج ، مستوى المخزون ، مستوى التغيير في العمالة والتكاليف الدنيا المتعلقة بكل بديل إنتاجي ليتم إعداد خوارزمية تعطي أقرب وأحسن حل تتخدة المؤسسة بمساعدة الكمبيوتر، ومن أهم الأعمال الذي تم فيها استخدام طريقة المحاكات نذكر أعمال Schroeder and larson(1986) والتي يتم استخدامها عندما يكون الطلب عشوائي ويتبع توزيع احتمالي معين وهناك أيضا أعمال Pradenas and Penaailillo (2004) حيث اقترحوا خوارزمية رياضية تقدم حلولا جيدة معتمدين على دوال غير خطية للتكاليف كما تمكنا من التنبؤ بالأخطاء الناتجة عن كل إستراتيجية يمكن أن تتخذها المؤســـــــة .

نموذج البحث عن قاعدة القرار (Search decision rules,SDR) من بين النماذج الشائعة والمستخدمة في حل مشكلة الــAPP، حيث قدم Taubert(1968) طريقة أخر في حل مشكلة التخطيط الإجمالي، حيث ترتكز هذه

الطريقة البحث عن أفضل حل من خلال إجراء اختبارات رياضية بمساعدة الكمبيوتر لدالة الهدف المستخرجة من خلال نموذج قاعدة القرارات الخطية HMMS ، ليتم وضع خوارزمية تبدأ من حجم إنتاج قدره 0 إلى الحد الأقصى للإنتاج وهذا مع وضع مجالات لمعلمات التكاليف لدالة الهدف والتي يتم الحصول عليهم من خلال المعطيات التاريخية للإنتاج، لتبدأ عملية الحساب والبحث عن أفضل حل والذي يحقق شروط قاعدة القرار الخطية المقترحة من طرف HMMS حيث طور Taubert(1968) و Buffa.E.S and Taubert(1986) برامج في الإعلام الآلي لحل مشكلة الـAPP باستخدام طريقة SDR ، حيث قام Taubert(1968) بمقارنة طريقة SDR مع طريقة LDR حيث تبين بأنها الطريقة الأفضل ولكن وبالرغم من أن طريقة SDR لا تضمن خطة إنتاج مثالية.

في سنة 1955 تمكن Bowman(1955) من صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل) ورغم مساهمته الفعالة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي إلا أنه تعرض بدوره إلى إنتقادات كونه لا يقوم بحساب تكاليف التغيير في حجم الإنتاج و المتمثلة في تكاليف تعيين عاملين جدد أو تكاليف الاستغناء عن جزء من العمالة المستخدمة، كذلك لا يأخذ في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الإنقطاع عن المخزون) كما أنه يستخدم التكاليف في حالتها الخطية. وفي سنة 1960 طور Hess and Hanssmann نموذجا للتخطيط الإجمالي مستخدمين في ذلك نموذج البرمجة الخطية إذ تمكنا من تدنية دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج ، تكاليف التخزين و تكلفة تغيير العمالة مستخدمين دوال التكاليف المستعملة في نموذج HMMS، لتظهر فيما بعد العديد من النماذج الرياضية والتي تعالج مشكلة التخطيط الإجمالي باستخدام البرمجة الخطية وهذا بفضل طريقة Simplex المكتشفة من طرف Dantzig (1955) وأيضا تطور برامج الإعلام الآلي ، حيث أن نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي تهدف إلى تحديد خطة مثالية تقوم بتدنية مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية، بما فيها تكاليف التخزين ، تكاليف تعيين و تسريح العمال ، و تكاليف الوقت العادي و الوقت الإضافي و كذا تكاليف الشراء من مصادر خارجية ومن بين أهم الأعمال التي أسهمت في حل مشكلة التخطيط الإجمالي باستعمال البرمجة الخطية تذكر أعمال Buffa and Miller (1979) ، وأيضا (Elsayed and Boucher (1985 ، Hackman and Leachman (1989) ، Johanson and Montgomery (1974) ، Khoshnevis (1981) وآخرين، والباحث Hax and candea (1978) وأيضا الباحث Eilon(1975) والذي أدخل مفهوم التعاقد الخارجي (Subcontract) في النموذج الرياضي وهي الحالة التي تستعين فيها المؤسسة بالمصادر الخارجية من أجل سد النقص عند الارتفاع الكبير للطلب، ، وبالرغم من فعالية نماذج البرمجة الخطية إلا أنها في كثير من الأحيان لا تعبر عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة ذلك لأنها تأخذ بعين الاعتبار إلا هدفا واحدا خلال فترة التخطيط المعتبرة، فمتخذ القرار في المؤسسة يمكن أن تكون له عدة أهداف كتدنية تكاليف الإنتاج ، تدنية تكاليف التخزين ، تلبية الطلبيات ، تدنية التغير في العمالة ،.... ولهذه الأسباب كان لزاما على الباحثين تطوير نماذج رياضية تأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف عند حلها لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج.

تعتبر نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف أحد أهم النماذج المستعملة بكثرة في حل مشاكل اتخاذ القرار وتعتبر نموذج البرمجة بالأهداف أحد أهم النماذج المكونة لها حيث تمكن Charnes et al (1955) و(1961) Charnes and Cooper من وضع أول صياغة رياضية –الشكل النمطي - لنموذج البرمجة بالأهداف Goal programming ، ليتم فيما بعد إستحداث العديد من أشكال البرمجة بالأهداف من طرف العديد من الباحثين من بينهم Lee (1972) ، Charnes et cooper (1977) ، Romero(1991,1984, 2004)، Ignizio (1976,1982-a) ، Tamiz et al (1995)، Min and storbeck(1991) والعديد من النماذج وتدور فكرة البرمجة بالأهداف حول الكيفية التي يتم بموجبها الأخذ بعين الإعتبار عدة أهداف يمكن أن تكون متعارضة (تدنية وتعظيم) ثم تحديد الحل الأمثل الذي يقوم بتدنية مجموع الإنحرافات ، حيث يعبر الإنحراف عن مقدار المسافة التي تقترب من الهدف الذي يرغب المقرر إتخاذه ويمكن أن تكون إما سالبة أو موجبة.

تمكن العديد من الباحثين من صياغة مشكلة APP على أنها مشكلة متعددة الأهداف Multiple-Objective وما مكنهم من ذلك الطرق الحديثة لنماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف (Multiple-Objective Mathematical progamming) . غير أن أول من استخدم نموذج البرمجة بالأهداف في مجال التخطيط الإجمالي للإنتاج الباحث Veikko jaaskelainen(1969) إذ قدم نموذج يعتمد على البرمجة بالأهداف تقوم على إثره المؤسسة بتعظيم مستوى الإنتاج و تدنية تكاليف التخزين والعمالة محققا نتائج جيدة. كما قدم Goodman.D,(1974) نموذجا باستخدام GP في حل مشكلة الـــAPP مستخدما دوال التكاليف المقترحة من طرف الباحثين HMMS ثم نمذجتها في شكل نموذج برمجة أهداف غير خطي (تربيعي) يقوم بتدنية تكاليف الإنتاج وتكاليف التخزين وتكاليف العمالة ومقدار التغير في المخزون ومقدار التغير في العمالة ليليه فيما بعد عدة باحثين من بينهم Brauer and Naadimuthu (1992) إذ أضاف الباحثين مفهوم مستوى الخدمة للمخزون حيث قاما بوضع نموذج لمشكلة الـــ APP تقوم على إثره المؤسسة بتدنية تكاليف الإنتاج، تكاليف التخزين مع تعظيم مستوى خدمة المخزون إذ قاما بتطبيق النموذج على أحد المؤسسات الصناعية وتحصلا على نتائج جيدة، ويعتبر الباحثين(1980) Masud ,A and Hwang من بين أكثر الباحثين إسهاما في حل مشكلة الـــAPP إذ أثبتا من خلال عملهما بأنه يجب صياغة مشكلة الـــAPP في شكل نموذج رياضي متعدد الأهداف تقوم على إثره المؤسسات بتحقيق ثلاثة أهداف متعارضة وهي : تعظيم الأرباح ، تدنية تكاليف التخزين والإنقطاع، تدنية مقدار التغير في العمالة مع تدنية مقدار الوقت المستعمل، وقاما الباحثين بحل النموذج باستعمال ثلاثة طرق وهي طريقة البرمجة المتعددة الأهداف في اتخاذ القرار (Multiobjective Decision making) الغير الخطية والمقترحة من طرف Hwang.A and Masud(1979) ،وطريقة البرمجة بالأهداف GP وطريقة المرحلة STEP METHOD وهي عبارة عن طريقة تندرج ضمن الطرق الرياضية المتعددة الأهداف وتم مقارنة نتائج هذه النماذج مع نتائج مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج المقترحة من طرف الباحث Wallenius.J(1975) والذي استخدم نموذجا للبرمجة الخطية و الباحث Veikko jaaskelainen(1969) الذي استعمل نموذج برمجة الأهداف حيث تبين بأن نتائج النموذج المقترح أفضل بكثير من نتائج النموذجين السابقين وفي سنة 1984 قام الباحثين Kendall.E.k, Schenderjans.J.M(1985) بوضع نموذج باستعمال

برمجة الأهداف وضحا من خلاله كيفية معالجة مشاكل التخطيط الإجمالي في حالة تعدد المنتجات (Multi-product)، واستخدم نموذج برمجة الأهداف في شكله النمطي محققا نموذجا بسيطا وسهلا للتطبيق، لكن لا يأخذ بعين الإعتبار جميع إستراتيجيات التخطيط الإجمالي كما أنه يعتبر جميع تكاليف الإنتاج خطية، كما أنه يفترض أن جميع المعلومات المتعلقة بمشكلة الـAPP مؤكدة (Precis).

في سنة 1984 إستطاع الباحثين Deckro and Hebert, (1984) أن يطورا النموذج الذي اقترحه Goodman(1974) ليجعله يضم جميع بدائل الإنتاج مستخدما الشكل الرياضي لدوال التكاليف المقترحة من طرف الباحثين HMMS(1955) مستخدما أيضا طريقة البرمجة بالأهداف ذات الأولوية الغير الخطية وقارن الباحثين نموذجهما المقترح مع نموذج Goodman(1974) و(1975) Lee and Moore من أجل إثبات النتائج الجيدة الذي يقدمها نموذجهما المقترح، ولكن وبالرغم من ذلك إلا أنه أثبتت العديد من الدراسات أنه في العديد من الحالات يصعب تصوير تكاليف البدائل الإنتاجية في الصورة الغير الخطية كما أنه يصعب تطبيق النموذج من الناحية العملية نظرا لصيغته الغير الخطية التي تحتاج إلى إرجاعها للخطية.

في سنة 2003 قدم الباحثون stephen c. h. leung, yue wu and k. k. lai(2003) نموذجا لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج بالنسبة للمؤسسات التي تقوم بالتصدير والإستيراد وتعمل بنظام الطلبيات (مؤسسة تصدير ملابس النساء الداخلية بهونغ كونغ) حيث أدخلو إلى جانب مشكلة الـــAPP مشكلة الإمداد الشامل وقامو بنمذجتها وذلك باستعمال نموذج برمجة الأهداف ذات الأولويات (Lexicigraphic Goal programming) مستهدفين عدة دوال من بينها تعظيم والأرباح ، تدنية مقدار التغيير في العمالة، وتعظيم حصة تصدير المؤسسة مقارنة بالمؤسسات الأخرى ، فاستطاع الباحثون أن يقومو بحل النموذج باستعمال برامج الإعلام الآلي المختصة وتحصلوا على الحل الأمثل لمشكلة الـــAPP في المؤسسة رغم تعقدها.

وفي سنة 2009 قدم الباحثون Stephen C.H. Leung, Shirley S.W. Chan(2009) قدم الباحثان نموذجا لحل مشكلة الـــAPP في 4 مصانع واحد في الصين و 3 في أمريكا الشمالية حيث استخدم الباحثان نموذج البرمجة بالأهداف المؤكدة وهو نموذج البرمجة بالأهداف ذات الأولويات (Lexicigraphic Goal programming) مستهدفين عدة دول وهي تعظيم الأرباح ، تدنية تكاليف الصيانة، تعظيم وقت استعمال الآلات وهذا تحت قيود الطاقة الإنتاجية، قيود استعمال الآلات، قيود المساحة التخزينية، قيود مواقع المصانع، وقيود الموارد المحدودة في الأخير تم حل النموذج باستعمال البرنامج C++ والتحصل على الحل الأمثل والذي يحقق أهداف المصنع ويحترم قيود المصنع.

تفترض نماذج البرمجة الرياضية أن يحدد متخذ القرار الهدف وجميع معلمات التكاليف بدقة وبصورة محددة، الأمر الذي يعتبر في العديد من الأحيان صعبا إن لم نقل مستحيلا خاصة في حالة المؤسسات الضخمة والتي لها العديد من التكاليف وايضا الديناميكية الكبيرة التي تعرفها أسواق السلع والخدمات وأسواق المواد الأولية وسوق العمل وهذا ما يجعل تكاليف الإنتاج تتغير بصفة كبيرة ويصعب على مدير الإنتاج في المؤسسات تحديدها بدقة ، كما يعي في الكثير من الأحيان تحديد بعض معلمات التكاليف بصفة دقيقة مثل تكلفة

الاحتفاظ بالمخزون تكلفة انقطاع المخزون أثر التعلم..... لذلك فإنه في الكثير من الأحيان لا تعبر النماذج البرمجة الرياضية المؤكدة بدقة عن واقع التخطيط الإجمالي في المؤسسة نظرا لظروف عدم التأكد والتي تحيط بالمعلمات المتعلقة بالتكاليف وأيضا أرقام الطلب المتنبأ به إذ من الصعب جدا تحديديها بدقة نظرا لعدة عوامل يصعب التحكم فيها كليا ، وفي ضل هذه الضروف فإن إعتماد المقرر على نماذج البرمجة الخطية المؤكدة قد يؤدي به إلى إتخاذ قرارت خاطئة قد يصعب الرجوع فيها. كل هذه الأمور جعلت النماذج السابقة محدودة وعرضة للعديد من الأخطاء والأخطار الأمر الذي جعل بالباحثين التفكير في تطوير نماذج تأخذ بعين الإعتبار ظروف عدم التأكد ، وبدأت هذه الأعمال في الضهور بعد إكتشاف الباحث Zadeh(1965) لنظرية تعرف بنظرية المجموعات المبهمة (Fuzzy set théory) ،والتي تفترض أن لا يوجد شيء يمكن معرفته بدقة 100% وإنما يمكن معرفته في إيطار مجال معين تحكمه قواعد رياضية، ثم تطورت هذه النظرية لتدخل في مجال علوم القرار وهذه بعد العمل المشترك للباحثين Belman and Zadeh(1970) والمعنون بـــاتخاذ القرار في بيئة مبهمة (Decision making in a fuzzy environement) وفي هذا المقال حاول الباحثين إعطاء المبادئ الأساسية حول كيفية إتخاذ القرار في محيط مبهم مثل الأهداف المبهمة والقيود المبهمة...... كما أعطو مفهوم دول الإنتماء(Memberships function) وهي عبارة عن دوال تعبر عن الكيفية التي يعبر فيها المقرر عن درجة انتمائه لقيمة معينة داخل مجال محصور بين الصفر والواحد ، فإذا تحققت رغبته حقق درجة انتماء قدرها 1 أي 100% وتبدأ درجة الانتماء في الانخفاض إلى أن تصبح 0 أي 0% .

يعتبر الباحث Zimmerman(1976 ,1978) أول من استخدم مفهوم دوال الانتماء في حل مشاكل البرمجة الخطية حيث قدم سنة 1978 أول نموذج رياضي للبرمجة الرياضية المبهمة أي في الحالة التي يكون فيها الأهداف أو الموارد غير مؤكدة، لتظهر بعده العديد من الأبحاث يمكن تقسيمها إلى صنفين من حيث الطريقة والخوارزمية التي أتبعها كل باحث في حل نموذجه فالصنف الأول يسمى بطرق البرمجة المبهمة (Fuzzy programming) ومن أهم وأشهر النماذج التي يحتويها هذا الصنف تذكر نموذج Zimmerman(1976 ,1978)، نموذج Narasimhan(1980)، نموذج Tiwari et al(1986,1987) ، نموذج Yang et al (1991) ، نموذج Chen and Tsai(2001) .

أما الصنف الثاني فيعرف بنموذج البرمجة بالأهداف المبهمة (Fuzzy Goal Programming) ومن أشهر النماذج التي يحتويها هذا الصنف نذكر نموذج Hannan(1981-a , 1981-b) نموذج Mohammed R H(1997)، نموذج Kim and Whang(1998)، نموذج Yaghoobi and Tamiz(2007) ، نموذج Yaghoobi et al(2009) ، Baky.I(2009) و Mahmoud and Baky(2010).

إن تطور النماذج الرياضية التي تأخذ بعين الاعتبار الطبيعة الغير المؤكدة والمبهمة للأهداف جعل من الباحثين المهتمين بدراسة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج الـAPP يقومون بنمذجة هذه المشاكل في شكل نموذج برمجة مبهمة ومن بين أهم الأعمال نذكر أعمال .(1990) Lee, Y. Y. والذي قدم نموذج يقوم بحل مشكلة الـــAPP في ضل تعدد الأهداف المبهمة والطلب المبهم ، حجم العمالة مبهم لقد طور Lee,Y,Y(1990) طريقة لحل هذا النموذج مستعينا بطريقة Chanas(1983,1984) في حل نماذج البرمجة الخطية المبهمة (Fuzzy

Linear Programming) مستخدما طريقة البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف التفاعلية (-Interactive multi objective mathematical programming)، وتحصل عل نتائج جيدة.

قدم الباحثين (Wang and Fung(2000 نموذج جديدا في حل مشكلة الـAPP مستخدمين طريقة البرمجة الخطية المبهمة أخذين بعين الإعتبار الطلب كمتغير غير معروف بدقة أي مبهم ، تكلفة الوحدة للتعاقد الخارجي Cost to subcontract إضافة إلى أن دالة التكاليف الإجمالية المراد تدنيتها مبهمة واستخدم الباحثين دوال الإنتماء الخطية من الشكل شبه المنحرف Trapesoidal كما إستعمل الباحثين أيضا طريقة البرمجة الخطية التفاعلية (Interactive Fuzzy Linear programming) في حل النموذج و المقترحة من طرف الباحث (Rommelfanger,H (1991, 1996 من أجل الحصول على الحل الأمثل، وفي سنة 2001 طور Wang and (Fung(2001 أي نفس الباحثين السابقين في بحثهما المتعلق بحل مشكلة الـAPP نموذجا باستخدام البرمجة المتعددة الأهداف تقوم على إثره المؤسسات بتعظيم أرباحها وتدنية تكاليف التغيير في العمالة كما اعتبر الباحثين في نموذجهما بعض المعلمات مبهمة مثل الطلب، وتكلفة تعيين عامل وتكلفة تسريح عامل ومن أجل حل النموذج استخدم الباحثين طريقة البرمجة الخطية التفاعلية (Interactive Fuzzy Linear programming) المقترحة من طرف الباحث (Rommelfanger,H(1991 وتم إختبار النموذج بنجاح وفق مثال إفتراضي تحصل من خلاله الباحثين على الحل الأمثل.

قدم الباحثين (Wang and Liang(2004 نموذجا جديدا في حل مشكلة الـAPP مستخدمين طريقة (Zimrmman(1978 مستهدفين 3أهداف وهي تدنية تكاليف الإنتاج الإجمالية، تدنية تكاليف التخزين وتدنية معدل التغير في العمالة، معتبرين هذه الدوال مبهمة في حين إعتبرو جميع المعلمات الأخرى بما فيها الطلب مؤكدة، ومن أجل حل النموذج استعمل الباحثين طريقة (Zimmerman(1976,1978 وتحصل الباحثين من خلال مثال افتراضي على الحل الأمثل، كما قاموا بتحليل حساسية النموذج المقترح مبينين أهمية الإضافة النظرية لنموذجهما كونه سهل التطبيق ويأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف، و بالرغم ظهرت العديد من النقائص كون النموذج يستعمل الصيغة الخطية لنوعين فقط من دوال الإنتماء. وفي سنة (Wang and Liang(2005 عاد الباحثين ليطبق نفس النموذج على مؤسسة Daya technologie بالتايوان وقام الباحثين بنمذجة مشكلة الـAPP فيها وبدراسة مختلف التأثيرات التي يمكن من خلال تحليل الحساسية حيث بينا فعالية النموذج المقترح في المؤسسة.

في سنة 2003 قدم الباحثون (Dai,L et al (2003 نموذجا باستعمال البرمجة الخطية المبهمة وقامو باستعمال طريقة (Chanas(1983 في حل النموذج الذي يقوم بتدنية التكاليف الإجمالية والتي اعتبرت من خلال النموذج أنها مبهمة كما أن الطلب اعتبر مبهما ، حجم العمالة مبهما وعليه فإن الباحثين استعملوا نفس النموذج الذي اقترح من طرف (Lee(1990 غير أنهم إستعملو طريقة المحاكات، في تحديد الحل الأمثل عن طريق وضع برنامج باستخدام Matlab تحدد له الخطوات لمقدار معين α، يعبر عن درجة السماح للقيود، يتحرك في مجال

من الصفر إلى الواحــد ليتم عن طريق البرنامج تحديد الحل الأمثل في كل مرة وفي الأخير يتخذ القرار على أساس الحل الأمثل الأفضل من بين جميع الحلول المثلى المتحصل عليها.

في سنة 1992 قدم Gen et al نموذجا لحل مشكلة التخطيط الإجمالي وهذا بالإستعانة البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة، أخذين بعين الإعتبار 3 دوال وهي تدنية تكلفة الإنتاج الإجمالية ، تدنية تكاليف التخزين ، تدنية مقدار التغير في العمالة غير أن الباحثين اعتبروا بعض المعلمات المتعلقة بدوال التكاليف المذكورة غير مؤكدة ومبهمة وهذه المعلمات هي تكلفة إنتاج الوحدة، تكلفة وحدة واحدة من العمالة وعدد العمال الأقصى الواجب الإحتفاظ بهم في كل فترة ، كما إعتبرو ولأول مرة بأن المعلمات المتعلقة بإنتاجية كل عامل مبهمة وهذا ما يعرف في البرمجة الخطية المبهمة بـــ Fuzzy a_{ij} أو ما يعرف بـــ Fuzzy paramètre حيث كان النموذج أكثر تعبيرا عن واقع التخطيط الإجمالي في المؤسسات ولحل النموذج استخدم الباحثون الطريقة المقترحة من طرف Okada et al (1993) والذين استعملوا طريقة البرمجة الوسيطية في حل مشكلة البرمجة الخطية ذات المعلمات المبهمة في الأخير قدم الباحثون مثالا تطبيقيا من أجل اختبار النموذج الذي تبين أنه جيد ويقدم نتائج جيدة ضف إلى ذلك تعبيره المنطقي عن واقع الــAPP في المؤسسات غير أنه من بين عيوبه كثرة الحسابات وتعقدها من أجل الوصول إلى الحل الأمثل.

قدم الباحثون Tang et al(2000) وFung et all(2003) نموذجا لحل مشكلة الــAPP وذلك باستعمال البرمجة التربيعية المتعددة الأهداف المبهمة آخذين بعين الاعتبار هدفين، وهما تكاليف الإنتاج الإجمالية وتكاليف التخزين كما اعتبر الباحثين أن الطلب مبهم، و معلمات دالة الهدف مبهمة، واستعمل الباحثون دوال الانتماء الخطية وباستعمال برنامج الإعلام الآلي تحصل الباحثون على الحل الأمثل.

في سنة 2006 قدم الباحثون Yufu Ning et al (2006) بحثهما المتعلق بحل مشكلة التخطيط الإجمالي في حالة الطلب المبهم و الطاقة مبهمة والمداخيل مبهمة واستعمل الباحثون في حل النموذج طريقة قامو فيها بمزج 4 طرق وهي البرمجة بالمحاكات العشوائية المبهمة (fuzzy random simulation) ، البرمجة الألغوريتمية الوراثية (Genetic algorithm)، البرمجة المشوشة الاحتمالية التقريبية (Simultaneous perturbation stochastic approximation) ، وطريقة الشبكات العصبية (Neural Network) في الأخير تبين بأن ألغوريتم الحل المقترح يقود إلى نتائج جيدة وهذا بالرغم من تعقدها وكثرة المراحل التي تتطلبها هذه الطريقة من أجل الوصول إلى الحل الأمثل.

في سنة 2009 قدم الباحثين A Jamalnia , M. Ali Soukhakian(2009) أحد أحدث وأهم النماذج في حل مشكلة الــAPP وذلك باستعمال البرمجة الهجينة بالأهداف المبهمة (A hybrid fuzzy goal programming) ، وقام الباحثين من خلال نموذجهما باقتراح حل لمشكلة الــAPP تقوم على إثره المنظمات بتدنية 4 أهداف كمية وهي تكاليف الإنتاج، تكاليف التخزين، وتكاليف التغير في العمالة، وهدف نوعي هو تعظيم درجة إشباع

المستهلك واعتبر الباحثين الأهداف مبهمة، ومتفاوتة في الأولوية والأهمية لذلك استخدم الباحثين طريقة Chen and Tsai(2001) في البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة مع ترتيب الأولويات والأهمية مستخدمين نظريات المنطق المبهم (Fuzzy logic) ، وطريقة (1982) .Rinks, D. B، في تحويل التفضيلات اللغوية المبهمة المرغوبة من طرف المقرر إلى أرقام عن طريق مايعرف بالبرمجة اللغوية (Fuzzy Linguistic) كما أدخل الباحثين في نموذجهما أثر التعلم عن طريق دالة التعلم (Learning Curve Effects) في الأخير قام الباحثين بإسقاط نموذجها على إحدى المؤسسات الصناعية في إيران تقوم بصناعة الأجهزة الكهرومنزلية (الثلاجات و المكيفات....) كما تم اختبار النموذج بنجاح عن طريق تحليل حساسيته مقدمين بذلك أحد النماذج الجيدة والممتازة في حل مشكلة الـAPP غير أنه مايعاب علة النموذج هو أنه يفترض معلمات الطلب والطاقة مؤكدة وهذا ما يعتبر صعب وغير منطقي في الواقع وقد أثبت كما ذكرنا سابقا العديد من الباحثين عدم صحة ذلك.

بالإضافة إلى ما سبق هناك العديد من التطبيقات التي شهدها ميدان البحث في مشكلة الـAPP باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة ومن بينها أعمال ، (1997) Cherng Fang Dingwei Wang and Shu- ، Ward et al (1992) ، Wenyun Zhu (2008)، Tang et al (2003) ،R.A.Aliv et al (2007) ، M.D. Byrne(1994) M.A. Bakir ، Nam Sang-jin , Logendran R. Modified, (1995) E. Kathleen Adams et al (1996) والذين طبقوا نموذج التخطيط الإجمالي في قطاع الخدمات وبالضبط في المستشفيات ، Glay and Gosmann (1997) ، Silva Filho, O.S.,(1999) ، Vercellis(1991) Y. R. ، C.E. Love * and M. Turner(1993) ،Roll.Y and R. Karni, Multi-item, (1991), Bloemen(1992) ، Techawiboonwong and Yenradee (2002, 2003).

وبالرغم من فعالية نماذج البرمجة الرياضية المبهمة في حل مشكلة الـAPP إلا أن العديد من الباحثين فضلوا إستخدام البرمجة الرياضية الإحتمالية، والتي تفترض بأن معلمات نموذج البرمجة الخطية تتبع إحدى التوزيعات الإحتمالية المعروفة كالتوزيع الطبيعي، ومن بين أهم النماذج التي عالجت مشكلة الـAPP وفق نموذج البرمجة الإحتمالية نموذج(1978-b) Lokhett and Muhleman (1994) والباحثين Randolph F.C. Shen والباحث (1999) Silva Filho و (1994) Bruce Feiring وأخيرا الباحثين (2004,2006) SCH Leung et al حيث عالج الباحثون الحالة التي يكون فيها الطلب يتبع توزيعا إحتماليا مستخدمين في ذلك طريقة Kall Pan and Wallace SW (1994). و الباحثين(2003) Ruszczyn ski A and Shapiro A ، and Love.C.E Turner.M, (1993), في حل نماذج البرمجة الإحتمالية ليقوم الباحثين بتطبيق نموذجهما في إحدى المؤسسات الصناعية في الصين .

وبالرغم من أن إستخدام البرمجة الرياضية الإحتمالية يمكن أن يسهم في حل مشكلة الـAPP إلا أن افتراضه الأساسي يقوم على أساس أن معلمات نموذج الـAPP يتبع توزيعا إحتماليا معينا ومعروفا وهذا الفرض صعب التحقق في الكثير من التطبيقات الواقعية، كما أنها لا تقوم بإشراك المقرر في عملية التخطيط الإجمالي ضف إلى ذلك الصعوبة الرياضية التي يواجهها المقرر في التعامل رياضيا مع مثل هذه النماذج في تحديد الحل

الأمثل كل هذه الأمور حدّت من إستخدام هذه النماذج في التطبيقات العملية على عكس نماذج البرمجة الرياضية المبهمة والتي تعتبر أكثر سهولة ومرونة في حل مشاكل الـــAPP .

من خلال إستعراضنا لأهم الأعمال في مجال التخطيط الإجمالي للإنتاج نلاحظ أن هناك تنوعا كبيرا في الطرق والنماذج التي تقوم بمعالجة مشكلة الـــAPP الأمر الذي يفسر أهمية وصعوبة حل هذه المشكلة، خاصة في المؤسسات الصناعية الكبرى كما نلاحظ أيضا أنه من المنطقي والواقعي إعتبار مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج أنها مشكلة مؤكدة وإنما هي مشكلة مبهمة Fuzzy Problems نضرا لحجم وكثرة المعلومات التي تستعملها وهذا ما يجعل الحصول عليها جميعا بدقة وبصفة مؤكدة في الكثير من الأحيان أمرا صعبا إن لم نقل مستحيلا لذا فإننا من خلال دراستنا لأهم الأعمال والنماذج التي قامت بحل نماذج التخطيط الإجمالي فإننا ندعم الأعمال والنماذج التي تستخدم البرمجة الرياضية المبهمة نظرا لنتائجها المهمة، وفعاليتها وبساطتها في حل مشكلة الـــAPP كما أنها تقوم بإدخال تفضيلات المقرر، عن طريق ما يعرف بدوال الإنتماء وأيضا مايعرف بالبرمجة اللغوية المبهمة، وعليه فإننا سوف نحاول التركيز في هذه الرسالة على نماذج البرمجة الرياضية المبهمة محاولين اقتراح وتطبيق أحدث نماذج البرمجة الرياضية المبهمة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي وهذا باستعمال البرمجة الخطية المبهمة والبرمجة بالأهداف المبهمة.

V - الطرق الإجتهادية وطريقة قاعدة القرارات الخطية في التخطيط الإجمالي للإنتاج:

لقد قدم الباحثون العديد من الأساليب والطرق في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ومن بين هذه الأساليب نجد الطرق الإجتهادية الأمثل ومنها طريقة التجربة و الخطأ و التي تعرف عادة بالطرق البيانية، نموذج المعاملات الإدارية (management coefficient model) ، طرق المحاكات (Simulation) ، قواعد البحث عن القرار (Search Decision rules)، وتعتبر طريقة التجربة والخطأ من بين الطرق القديمة والواسعة الإنتشار نظرا لبساطتها سنستعرض في هذا العنصر طرق التجربة والخطأ ونموذج قاعدة البحث عن القرار

V-1 طرق التجربة و الخطأ :

هي عبارة عن طرق تجريبية يتم على إثرها مقارنة عدة خطط إنتاجية من حيث تكاليفها، ثم محاولة الوصول والأخذ بتلك الخطة ذات التكلفة الأقل، و التي يتم على إثرها الوفاء بالطلب مع إحترام قيود المؤسسة ، وتسمى غالبا بالطرق البيانية و هذا لأنها تعتمد على منحنيات الطلب المتجمع والطلب المتنبأبه المتجمع، من أجل المقارنة بين الخطط و إختيار أفضلها ."كما تعتبر الطرق البيانية من الطرق الشائعة الإستعمال، وهذا لأنه من السهل فهمها و تطبيقها، و بشكل أساسي فإن إعداد الخطة بموجب هذه الطريقة، يعتمد على القليل من المتغيرات على نحو يسمح للمخطط بمقارنة الطلب المتنبأ به مع الطاقة الحالية، حيث يتم الإعتماد على الخطأ و الصواب،إذ لا توجد ضمانة بأن تكون خطة الإنتاج مثالية. "[21]و تتطلب فقط عمليات حسابية بسيطة، يمكن أن يقوم بها أي موظف بالمؤسسة، وبشكل عام هناك خمس خطوات يمكن إتباعها في الطريقة البيانية و هي:[22]

1- تقدير الطلب الإجمالي (جميع المنتجات مجمعة) لكل فترة من الفترات التخطيطية.
2- تحديد كيف ستكون الطاقة الإنتاجية في حالة العمل في الوقت العادي، وفي حالة وجود الوقت الإضافي ، و أيضا في حالة التعاقد مع مصادر خارجية و مستوى المخزون .
3- إيجاد تكاليف العمل في الوقت العادي و الوقت الإضافي، و تكاليف تعيين عمال جدد و تكاليف تسريح العمال الحاليين، و تكاليف الإحتفاظ بالمخزون.
4- الأخذ بعين الإعتبار سياسة المؤسسة، و التي يمكن تطبيقها و الخاصة بمستوى المخزون و حجم القوى العاملة .
5- تطوير خطط بديلة و تحديد تكلفتها الإجمالية. وفي الخطوة الأخيرة يمكن تمثيل الإحتياجات من الإنتاج (besoin cumulatifs) المتجمعة و الطلب المتنبأبه المتجمع في منحنى بياني للمقارنة. وللتوضيح أكثر سوف نورد المثال (3-1) الآتي :

مثال (3-1): [23]

مؤسسة صناعية قامت بإعداد تنبؤات شهرية لمنتجاتها، و الجدول(1-1) يوضح ذلك، كما يوضح أيضا عدد الأيام الفعلية للعمل في كل شهر.

[21] -PH B . Aouni (Op- Cité.) P . 3 .4
[22]- PH B . Aouni (Op- Cité.) P . 3 .5

[23]- حسين عبد الله التميمي (مرجع سبق ذكره) ص482 .

الجدول (1-1): الطلب المتنبأبه و أيام الطلب الفعلية لخمسة أشهر في مؤسسة صناعية.

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
الطلب المتنبأ به	11440	8900	10160	14000	17500	13000
أيام العمل الفعلية	25	23	26	25	26	25

المصدر :حسين عبد الله التميمي (مرجع سبق ذكره) ص482

أما الجدول (1-2) فيوضح مختلف البيانات اللازمة لإعداد الخطة الإجمالية للإنتاج:

الجدول (1-2): البيانات اللازمة للتخطيط الإجمالي في مؤسسة صناعية

البيـــان	التكلفـــة
⇔ تكلفة الإحتفاظ بالمخزون	⇔ 2دج
⇔ تكلفة التعاقد مع مصادر خارجية	⇔ 3دج
⇔ تكلفة العمل للساعة في الوقت العادي	⇔ 4دج
⇔ تكلفة العمل للساعة في الوقت الإضافي.	⇔ 8دج
⇔ عدد ساعات العمل اللازمة لإنتاج وحدة واحدة .	⇔ 0,4 دج (عدد ساعات العمل 8 يوميا)
⇔ تكلفة تعيين عامل (التكلفة الزائدة في كل وحدة).	⇔ 3 دج
⇔ تكلفة تسريح العمال (تخفيض معدل الإنتاج)	⇔ 5 دج

المصدر : حسين عبد الله التميمي (إدارة العمليات و الإنتاج) ص 484.

و المطلوب إعداد خطة إنتاج إجمالية من أجل مواجهة الطلب المتنبأبه بأقل تكلفة عن طريق الإستراتيجيات الآتية :

أ- الإنتاج بمعدل ثابت مع عدم تغيير القوى العاملة.

ب - الإحتفاظ بمعدل ثابت من العمال لمواجهة أدنى مستوى طلب مع إستخدام التعاقد الخارجي.

ج - مواجهة الطلب المتنبأ به من خلال تسريح و تعيين العمال.

أ- **الإستراتيجية_1**: الإنتاج بمعدل ثابت مع عدم تغيير القوى العاملة.

لنفترض أن المؤسسة قررت الإنتاج بمعدل إنتاج ثابت في اليوم حيث قررت أن يكون هذا المعدل هو متوسط الطلب اليومي أي:

$$\text{متوسط للطلب اليومي} = \frac{\text{مجموع الطلب المتنبأ به}}{\text{عدد الأيام الفعلية للفترة التخطيطيه}} = \frac{75000}{150} = 500 \text{وحدة/ يوم}$$

لذلك سوف تكون هناك قوة عمل ثابتة يتم تحديدها كالآتي:

- عدد الوحدات المنتجة من قبل العامل الواحد في اليوم $= \frac{8 \text{ ساعات}}{0.4} = 20$ وحدة/ يوم

- عدد العمال المطلوبين لإنتاج 500 وحدة $= \frac{500}{20} = 25$ عامل

و يمكن تلخيص الخطة في الجدول (1-3)كالآتي :

الجدول (1-3): تكلفة الإنتاج بمعدل ثابت مع تغير القوى العاملة

الشهـــر	أيام العمل الفعلية	الإنتاج بمعدل 500 قطعة في اليوم	الطلب المتنبأبه	التغيير في المخزون	المخزون في نهاية الشهر
1	25	12500	11440	1060 +	1060
2	23	11500	8900	2600 +	3660
3	26	13000	10160	2840 +	6500
4	25	12500	14000	1500 -	5000
5	26	13000	17500	4500 -	500
6	25	12500	13000	500 -	0
المجموع	25	-	-	-	16720

المصدر : حسين عبد الله التميمي (موقع سبق ذكره) ص 485

∞ حساب تكلفة الخطة:

- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون = 16720 × 2 = 33440 دج .
- تكلفة العمل العادي = 25 × (8 × 4) × 150 يوم = 120000دج
- التكلفة الإجمالية للخطة = 33440 + 120000 = 153440 دج

ب- **الإستراتيجية 2**: الإحتفاظ بمستوى ثابت من العمال لمواجهة أدنى مستوى من الطلب، مع إستخدام التعاقد من مصادر خارجية.

في هذه الخطة سوف يتم أيضا إعتبار قوة العمل ثابتة ولكن تحدد بأقل قدر ممكن، يساعد على مواجهة أدنى طلب متنبأ به، ثم بعد ذلك يتم مواجهة الطلب عن طريق التعاقد من مصادر خارجية ويتم ذلك كالآتي:

أولا تحديد عدد العمال الأدنى:

- الطلب في شهر فيفري = 8900
- عدد الأيام الفعلية للعمل = 23
- الطاقة الإنتاجية اليومية اللازمة = $\frac{8900}{23}$ = 387 وحدة / يوم .
- عد العمال الضروري = $\frac{387}{20}$ = 19.4 عامل

أي يتم تشغيل 19عامل بوقت كامل و عامل واحد بوقت جزئي .

-عدد الوحدات التي يمكن إنتاجها من قبل المؤسسة = 387 وحدة / يوم × 150يوم عمل= 58050 وحدة.

-عدد الوحدات التي يجب توفيرها من خلال التعاقد مع مصادر خارجية = 75000 (الطلب المتنبأبه الكلي) – 58050 = 16950 وحدة .

تحديد تكلفة الخطة:

- تكلفة العمل في الوقت العادي = 19.4 × (8 × 4) دج /يوم × 150 = 93120 دج .
- تكلفة التعاقد مع مصادر خارجية = 16950 وحدة × 3 دج = 50850 دج
- التكلفة الإجمالية للخطة = 93120 + 50850 = 143970 دج .

ج- **الإستراتيجية 3:** مواجهة الطلب المتنبأبه عن طريق تغيير مستوى العمالة.

تتضمن هذه الإستراتيجية تغيير حجم قوة العمل من خلال تعيين عمال جدد، أو تسريح بعض العمال عند الضرورة، بحيث يجب أن يساوي معدل الإنتاج، الطلب على منتجات المؤسسة و الجدول رقم (1-4) يوضح مختلف العمليات الحسابية و التكلفة الإجمالية للخطة ، فتكلفة إنتاج الوحدة تساوي 5 دينار في حالة تخفيض معدل الإنتاج عن طريق تسريح بعض العمال عن مستوى الشهر الماضي ، و 3 دينار في حالة زيادة الإنتاج من خلال تعيين عمال جدد ، وذلك بإفتراض أن الطاقة الإنتاجية تعادل الطلب المتنبأبه للشهر الأول (11440).والجدول(3-3)يوضح ذلك:

الجدول (1-4): التكلفة الكلية لإستراتيجية مواجهة الطلب مع تغيير مستوي العمالة في مؤسسة صناعية.

الشهـــر	الطلب المتنبأبه	تكلفة الإنتاج = معدل الطلب× 0.4 ساعة ×4دج / الساعة	الكلفة الإضافية للإنتاج الزائد (تكلفة تعين عمال جدد)	التكلفة الإضافية نتيجة تخفيض الإنتاج	مجموع الكلفة
1	11440	18304	-	-	18304
2	8900	14240	-	12700 =5× 2540	26940
3	10160	16256	3780=3 ×126	-	20036
4	14000	22400	11520=3 ×3840	-	33920
5	17500	28000	10500=3 × 3500	-	38500
6	13000	20800	-	22500=5 ×4500	43300
المجموع		12000	25800	35200	181000

المصدر : حسين عبد الله التميمي (مرجع سبق ذكره) ص 488

فيتضح من الجدول (1-4) أن تكلفة الخطة (3) هي 181000دج

و بمقارنة الخطط الثلاث السابقة نجد أن الخطة 3 هي الخطة ذات التكلفة الأقل، ويمكن تجريب العديد من الإستراتيجيات المعقولة الأخرى و التي يمكن إتباعها في هذا المجال ، كما يمكن تجريب إستراتيجية تضم جميع البدائل بما فيها الوقت الإضافي و المخزون و تغيير العمال و الشراء من مصادر خارجية.

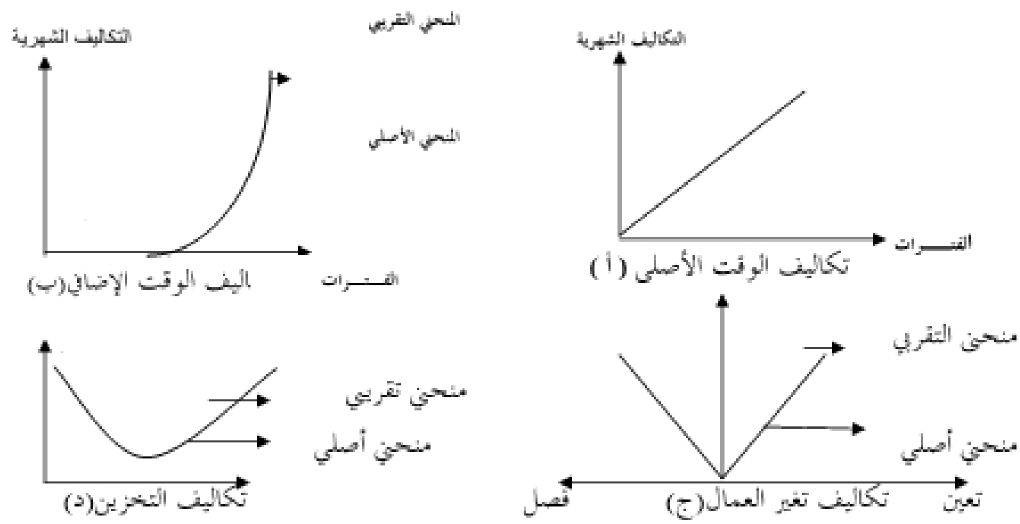
وعلى الرغم من أهمية هذه الطريقة -طريقة التجربة و الخطأ - في إعتبارها أداة مهمة تساعد في تقييم الإستراتيجيات ، و بالتالي إختيار الإستراتيجية ذات التكلفة الأقل ، و بساطتها و عدم إحتياجها إلى مستوى عالي من المهارة ، إلا أنها لا تقود إلى خطة مثلى أي الخطة ذات التكاليف الأقل ، فيمكن التفكير نظريا في عدد لا نـــهائي من البدائل ، و قد يكون البديل أو الإستراتيجية المثلى غير موجودة ضمن مجموعة الإستراتيجيات التي يتم تقدير التكاليف لها و مقارنتها ، لذلك يجب التفكير في مدخل أكثر دقة يأخذ بعين الإعتبار جميع التكاليف وأيضا جميع البدائل المتاحة ، و يقود إلى حل فعال أي أمثل ، و البرمجة الخطية هي المدخل المناسب في هذا المجال .

2-V نموذج قاعدة القرارات الخطية لــHMMS:

" لقد تم تطوير نموذج قاعدة القرارات الخطية سنة 1955 من طرف مجموعة من الباحثين في جامعة كارنجي ميلن للتكنولوجيا بالولايات المتحدة الأمريكية وهم Holt, Modigliani , Mûth , Simon لهذا يشار إختصارا لهذا النموذج بنموذج HMMS".

وهو عبارة عن نموذج رياضي في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ،إذ يتم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل و مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة في ظل عدم خطية التكاليف .
إبتدأت الدراسة من طرف الباحثين بحصر أنواع التكاليف التي يجب أخذها في الحسبان عند تخطيط الإنتاج ، و انتهت الدراسة إلى أن التكاليف الإجمالية لفترة واحدة، تساوي تكلفة الوقت العادي + تكلفة الوقت الإضافي + تكاليف تغيير العمال (التسريح و التعيين) + تكاليف التخزين وقاموا بفحص تلك الأنواع المختلفة من التكاليف لعدة سنوات (**15** سنة) في مصنع لصناعة الأصباغ ، ووجد أن تكاليف تعيين و تسريح العمال و تكاليف الوقت الإضافي و تكاليف الإحتفاظ و الإنقطاع في المخزون تأخذ تقريبا معادلات تربيعية، في حين تكلفة الوقت الأصلي تأخذ المعادلة الخطية، لهذا يسمى هذا النموذج أيضا بنموذج التكلفة التربيعية ، ويمكن توضيح العلاقات الرياضية لتكاليف بدائل الإنتاج من خلال الأشكال البيانية الآتية :

الشكل البياني (1-5)علاقات التكلفة لبدائل الإنتاج في التخطيط الإجمالي



المصدر : Holt CC, Modigliani F, Simon HA , «Linear decision rule for production and employment scheduling » ". Management Science 2:1–30 , 1955

ويلاحظ أن الجزء أ من الشكل(1−5)أن تكاليف الوقت العادي تزيد بمعدل خطي، مع الزيادة في حجم العمالة المستخدمة في كل شهر ،كما يشير الجزء ب إلى أنه عندما يلامس منحنى التكاليف المحور الأفقي ،فيعني ذلك أن الوقت الأصلي للعمالة قد إستخدم بالكامل ،أي أن أي نقطة تقع قبل هذا المستوى تعني تكاليف وقت غير مستغل (عطل)، نظرا لعدم إستغلال الوقت الأصلي بالكامل ،أما بعد تلك النقطة فتكلفة الوقت الإضافي تزيد وغالبا ما تكون أعلى من تكلفة الوقت العادي ، كما يلاحظ على منحنى التكاليف أيضا ،أن التغير في الوقت الإضافي يقابله تغير أكبر في التكلفة ، وينطبق هذا أيضا بالنسبة للمنحنى للجزء ج و د ،حيث يعبر الجزء ج عن تكاليف تعيين و تسريح العمال، و الذي يأخذ شكل العلاقة التربيعية ، فعندما تزداد الحاجة إلى تعيين عمال جدد يكون معدل الزيادة في التكلفة أعلى ، ونفس الشيء بالنسبة لتسريح العمال . أما بالنسبة للشكل البياني للجزء د فيمثل البديل الإنتاجي الرابع و هو المخزون، إذ يتضح من الشكل الذي يعبر عن هذه العلاقة، أن هناك مستوى أمثل للمخزون و هو المستوى الذي تصل فيه مجموعة تكلفة الإحتفاظ بالمخزون و الإنقطاع إلى حدها الأدنى. ويمكن تلخيص نتائج العلاقات الرياضية التي توصل إليها الباحثون في الجدول الآتي:

الجدول(1−5):العلاقات الرياضية لتكاليف البدائل الإنتاجية العامة والخاصة بالدراسة الأصلية

بدائل الإنتاج	نوع العلاقة الرياضية	الشكل العام	الشكل الخاص المتعلق بالدراسة الأصلية
الوقت العادي	خطية	C_1W_t	$-34W_t$
التعيين و التسريح	تربيعية	$C_2(W_t - W_{t-1})^2$	$64.3(W_t - W_{t-1})^2$
الوقت الإضافي	تربيعية	$C_3(P_t - C_4W_t)^2 + C_5P_t + C_6W_t$	$.2(P_t - 0.76W_t)^2 + 51.2P_t - 281W_t$
المخزون	تربيعية	$C_7(I_t - C_8 - C_9D_t)^2$	$0.0825(I_t - 329)^2$

المصدر: Holt , cc.,F,Modigliani and simon (1955)

مع العلم أن الباحثين إستخدموا طريقة المتوسطات المتحركة في التنبؤ.

حيث:

W_t:مستوى العمالة في الفترة t

P_t :مستوى الإنتاج في الفترة t

D_t :الطلب المتوقع خلال الفترة t

I_t :مستوى المخزون خلال الفترة t

C_1 :هي عبارة التكاليف المرتبطة بأجور اليد العاملة في الوقت العادي

C_2 :تكاليف تعيين و تسريح عمال جدد معبر عنها بالتغيرات الحاصلة في قوة العمل .

C_6, C_5, C_4, C_3 = تكاليف أنواع مختلفة من الوقت الإضافي .

C_9, C_8, C_7 = تكاليف أنواع مختلفة من المخزون .

علما أن C_1.........C_9 هي عبارة عن ثوابت يتم تحديدها باستخدام الطرق الرياضية و الإحصائية و هي تختلف حسب معلومات التكاليف التي يتم الحصول عليها في كل مؤسسة على حدة .كما أن المخزون في نهاية الفترة I_t = مخزون بداية الفترة I_{t-1} + الإنتاج الحالي P_t – الطلب الموقع للفترة الحالية D_t .

لذلك فان نموذج قاعدة القرارات الخطية يهدف إلى تخفيض إجمالي تكلفة الإنتاج للفترة التخطيطية ، و بالتالي فإننا نهدف إلى تدنية الدالة الآتية:

$$f(W_t, P_t, I_t) = C_1W_t + C_2(W_t - W_{t-1})^2 + C_5P_t - C_6W_t + C_7(I_t - C_8 - C_9D_t)^2$$

تحت قيد المخزون الآتي:

$$I_t = I_{t-1} + P_t - D_t \qquad \text{حيث} \qquad t = 1,2,...,12$$

و لحل المشكلة السابقة إستعان الباحثون بالتفاضل الجزئي (الاشتقاق الجزئي)، حيث تم التوصل إلى معادلتين، أو ما يطلق عليه بقاعدتين من القواعد القرارية الخطية، فالأولى تتعلق بمعدل الإنتاج P_t ، و الثانية تتعلق بحجم قوة العمل W_t .

$$P_t = (aD_t + bD_{t+1} + cD_{t+2} + ...iD_{t+11}) + mW_{t-1} - nP_{t-1} + K$$

$$W_t = (aD_t + uD_t + 1 + rD_{t+1} + ... + wD_t + 11) + W_{t-1} - yI_{t-1} + Z \text{،}$$

حيث:

$a, b, c.....Z$ هي عبارة عن ثوابت ناتجة عن القيام بالمفاضلة الجزئية، أما قيم الثوابت التي أسفرت عنها نتائج الأبحاث و الدراسة في مصنع الأصباغ كالآتي:

$a = 0.463$ ، $b = 0.236$ ، $c = 0.112$ ، $i = 0.005$ $m = 1.006$ ، $n = 0.464$ ، $K = 153$ ،

$q = 0.01$ ، $U = 0.008$ ، $r = 0.007$ ، $w = 0.0005$ ، $X = 0.743$ ، $y = 2.09$

وبذلك وبعد معرفة قيم الثوابت الخاصة بمؤسسة الأصباغ، يمكن أن نوضح الشكل الذي تأخذه المعادلتين السابقتان :

$$P_t = (0.463D_t + 0.236D_{t+1} + 0.112_{t+2} + ... + 0.005D_{t+11}) + 1.006W_{t-1} - 0.464I_{t-1} + 153.$$

$$W_t = (0.01D_t + 0.008D_{t+1} + 0.007D_{t+1} + ... + 0.0005D_{t+11}) + 0.743W_{t-1} - 0.01I_{t-1} + 2.09 \text{،}$$

و بنظرة فاحصة للمعادلة الأولى و الخاصة بمعدل الإنتاج يلاحظ أن ثوابت أو معاملات الطلب تتناقص كلما إنتقلنا من فترة لأخرى، حتى تصل إلى أدنى قيمة لها في نهاية الفترة التخطيطية ($(t+11)$)، و هذا أمر منطقي إذ أنه ليس إقتصاديا على الإطلاق أن يتم الإنتاج حالا للوفاء بطلب توقيته بعد عدة شهور قادمة ، وذلك لما يجلبه هذا الوضع من وجود تكاليف تخزين بمختلف أشكالها ، كما يتضح أيضا من المعادلة أنه إذا كان مستوى المخزون في بداية الفترة مرتفعاً، فإنه يجب تخفيض الإنتاج، وهذا حتى يتم استخدام المخزون أولا لتفادي تراكمه ، أما بالنسبة للمعادلة الثانية فتشير إلى أن العلاقة قوية بين حجم القوة العاملة من الفترة السابقة و الفترة التالية لها، و هذا طبيعي أيضا من أجل تفادي تكاليف التسريح و تعيين عمال جدد، كما أن هناك حد أدنى من العمالة يجب توافره لإنتاج الحد الأدنى و هو العدد الثابت ($K = 153$) في المعادلة الأولى ،كذلك فان أرقام الطلب حتى آخر السنة لها تأثير موجب على رقم القوى العاملة في الفترة الحالية .

و متى توافرت لأي مؤسسة قيم الثوابت و البيانات اللازمة الأخرى كأرقام الطلب المتوقع ، ومخزون أول المدة و مستوى العمالة في نهاية الفترة السابقة، فإنه يمكن إستخدام المعادلتين السابقتين لتحديد مستوى الإنتاج الإجمالي المرغوب بالوحدات ، وكذلك تحديد عدد وحدات مستوى المخزون الإجمالي المرغوب، و يمكن التوضيح أكثر عن طريق المثال الآتي والمقتبس من مقال الباحثين Deckro.R and Hebert.J (1984):

مثال : (4-4): ترغب أحد المؤسسات الصناعية بإعداد خطة إنتاج إجمالية لشهر أوت ، سبتمبر و أكتوبر ، المتوقع للأشهر الخمسة الباقية من سنة 2000 كالآتي :

جدول (1-6) الطلب المتنبأبه لـــ 5 أشهر لإحدى المؤسسات الصناعية.

الأشهـــر	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الطلب المتنبأبه	10000	15000	12000	11000	10000

المصدر : Deckro.R; Hebert.J (Goal programming Aproaches Solving Linéaire Décision Rule Based Aggrégate Production Planning Models); lle Transactions; Volume 16; 1984; N.4; p310

حيث ثبت أن مخزون أول المدة = 1000 و مستوى العمالة في نهاية الفترة السابقة على تلك الفترة التخطيطية كان 500 عامل.

و بإستخدام نموذج قاعدة القرارات الخطية تريد المؤسسة تحديد خطة إنتاج إجمالية للأشهر أوت ...أكتوبر، مبينا مستوى الإنتاج الإجمالي الأمثل ، و مستوى العمالة الأمثل ، وكذلك مستوى المخزون الأمثل .

أ)شهر أوت :

1) مستوى الإنتاج = (0.463 × 10000+ 0.236 × 1500+ 0.112) + 1.006 × 500−0.464 × 1000 + 153 = 9706 وحدة.

2) مستوى العمالة = (0.1 × 10000 + 0.008 × 15000 + 0.007 × 12000) + 0.743 × 500 − 0.01 × 1000 + 2.09 = 667 عامل .

3) مخزون آخر المدة = 1000 + 9706 − 10000 = 706 وحدة.

ب) شهر سبتمبر :

1) مستوى الإنتاج: (0.463× 15000 + 0.236 12000 + 0.112 × 11000) + 1.006 × 667 − 0.464 × 706 + 153 = 11505 وحدة.

2) مستوى العمالة = (0.01× 15000 + 0.008 × 12000 + 0.007 × 11000) + 0.743 × 667 − 0.01 × 706 + 2.09 = 813 وحدة.

3) مخزون آخر المدة: 706+11505−15000= −2789 وحدة (عجز).

ج) شهـــر أكتوبر :

1) مستوى الإنتاج = (0.463 × 12000 + 0.3236 1000 + 0.112 1000) + 1.006 813−0.464
(−2789) + 153 − 11536 وحدة.

2) مستوى العمالة = (0.01 × 12000+ 0.008 × 11000+ 0.007 × 10000) + 1.006 813−
0.01 × (−2789) +2.09 −1126وحدة.

3) مخزون آخر المدة: − 2789 + 11532 − 12000 = − 3253 وحدة.

ويمكن تلخيص النتائج في الجدول الآتي :

جدول (1−6) : نتائج الخطة الإجمالية للطاقة الإنتاجية باستخدام نموذج قاعدة القرارات الخطية

الشهر	مخزون أول المدة	مستوى الإنتاج المرغوب فيه	إجمالي الوحدات المتاحة	الطلب المتوقع بالوحدات	مستوى المخزون الإجمالي المرغوب فيه آخر الفترة	مستوى العمالة الإجمالي المرغوب
أوت	1000	9706	10706	10000	706	667
سبتمبر	706	11505	12211	15000	2789−	813
أكتوبر	2789−	11536	8747	12000	3252−	1126

المصدر : Deckro.R ;Hebert.j.c ;(1984)

يعتبر نموذج قاعدة القرارات الخطية أحد النماذج الرياضية التي تستخدم في حالة عدم خطية التكاليف، حيث تمكن الباحثون HMMSمن تحديد الشكل الرياضي لعلاقات التكاليف و هذا ما قد يساعد الباحثين في إستخدام هذه الأشكال لتطوير نماذج أخرى. ويعاب على هذه الطريقة بعض الصعوبة في المعالجة الرياضية ، ليست التي تصاحب الحل فهذه لا تخرج عن كونها عمليات حسابية عادية ،و لكن ما يلزم منها للوصول إلى القاعدتين الخطيتين ، ومن ناحية أخرى يصعب في غالبية الأحوال عند تطبيق هذه الطريقة، الوصول إلى تقديرات دقيقة للتكاليف أو بشكل المعادلات من واقع التطبيق العملي، لأنه يصعب في كثير من الأحيان تصوير التكلفة في شكل تربيعي .

خـــلاصــــة:

يهدف تخطيط الإنتاج المتوسط المدى ، أو التخطيط الإجمالي للإنتاج إلى تحديد أفضل مستوى من الإنتاج، العمالة و المخزون لكل فترة زمنية عادة ما تكون شهر خلال فترة زمنية تخطيطية (3إلى18شهر)، وذلك عن طريق دراسة عدة إستراتيجيات تسمى بإستراتيجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج وهذا من أجل مواجهة تقلبات الطلب الإجمالي و إختيار البديل الذي يقلل تكاليف الإنتاج الإجمالية على مدار الفترة التخطيطية ، و لتحقيق ذلك يجب توافر معلومات عن الطلب المتنبأبه، و الوضع الحالي من حيث مستوى الإنتاج و العمالة و المخزون ، وبيانات عن تكاليف تغيير مستوى العمالة و تغيير ساعات العمل و تكاليف التخزين و النفاذ.

حُضيت مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج بكثير من الإهتمام من طرف الباحثين والمسيرين حيث اعتمد المسيرين في أول الأمر على طرق تجريبية واجتهادية تسمى بطرق التجربة والخطأ غير أن تلك الطرق لا يمكن من خلالها تحديد الحل الأمثل وهذا ما استدعى الباحثين بدل المزيد الجهود في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج رياضي، وإن أول محاولة لنمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج، كانت سنة 1955 على يد الباحثين Holt, Modigliani , Mûth and Simon عن طريق نموذج قاعدة القرارات الخطية، إذ تم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل، مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة في ظل عدم خطية التكاليف، لكن تعرض هذا النموذج إلى الكثير من الانتقادات بسبب عدم استخدامه لجميع بدائل الإنتاج الممكنة، ظف إلى ذلك صعوبة تصوير التكاليف في صورة تربيعية ، كما يعاب عليه أيضا عدم قدرته على استيعاب جميع قيود المؤسسة.

وعليه قمنا في هذا الفصل بالتعريف بمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وشرح استراتجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج في مواجهة الطلب المتوقع وكذا تكاليف البدائل الإنتاجية التي يمكن أن تستعمل في مواجهة الطلب الغير المتوقع ، كما قمنا باستعراض أهم الدراسات السابقة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج حيث لاحظنا تشعب وكثرة النمادج والطرق الرياضية المستعملة في حل هذه المشكلة وهذا ما يدل على أهميها وصعوبتها ، ليتم في الأخير استعراض بعض الطرق الكلاسكية والتي ستؤسس لميلاد الطرق الحديثة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وهي الطرق الإجتهادية ونمودج قاعدة القرارات الخطية.

وكخلاصة يمكن القول بأن الحصول على خطة إنتاج جيدة يجب أن يتم جمع معلومات دقيقة عن الأنواع المختلفة للتكاليف و التي تتميز بها كل إستراتيجية، و أهمها تكاليف الإحتفاظ بالمخزون، و تكاليف نفاذ المخزون وكذا تكاليف الوقت الإضافي ، تكاليف تعيين و فصل العمال وتكاليف الإعتماد على الغير في إنتاج وحدات المؤسسة ، هذا إضافة للتقديرات الدقيقة للطلب المستقبلي وكذا المعلومات التي تفرزها نماذج المخزون، كمخزون الأمان ، فدقة هذه المعلومات ستنعكس بالطبع على نتائج الخطة الإجمالية للإنتاج و تجعل نتائجها جيدة الأمر الذي يبدو صعبا وإن لم نقل مستحيلا لذلك فإنه من المنطقي أن يتم البحث عن طرق رياضية يتم على إثرها حا مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في محيط غير مؤكد.

الفصل الثاني:

التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الخطية المبهمة

مقـــــدمة:

لقد تطرقنا في الفصل الأول إلى دراسة مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، و كذا مختلف الإستراتيجيات التي يمكن للمؤسسة إستخدامها في حل مشكلة التخطيط الإجمالي،حيث سبقت الإشارة إلى أنه بعد الوقوف على تقديرات الطلب الإجمالي، فإنه نادرا جدا ما نجد أن الطاقة المتاحة للمؤسسة سواء كانت آلية أو طاقة أفراد أو مواد تتعادل تماما مع الوفاء بهذا القدر من الطلب كمًّا وتوقيتا ، فتارة يكون الطلب أكبر من الطاقة الإنتاجية للمؤسسة وتارة العكس ، وفي كلتا الحالتين لا يعتبر ذلك أمرا جيّدا .

لذلك يجب على المؤسسة أن تأخذ إجراءا ما بغية تعديل طاقتها ، وجعلها تتماشى مع تقديرات الطلب ، كما قمنا في الفصل الأول بدراسة مختلف الإستراتيجيات التي تكون متاحة لإدارة الإنتاج و قد تتبعها المؤسسة في سبيل تسوية طاقتها الإنتاجية .حيث ترتبط بكل إستراتيجية إنتاجية تكلفه معينة كتكاليف الإحتفاظ بالمخزون ، تكاليف الوقت الإضافي ، تكاليف تسريح أو تعيين العمال .....، ظف إلى ذلك محدودية إستخدام بعض الإستراتيجيات كالوقت الإضافي الذي يكون محدداً بنسبة معينة قد لا تكفي لمواجهة الطلب، و المخزون و الذي قد لا يمكن إستخدامه بسبب الطبيعة التي ينتهجها الطلب.

وعليه فإنه يجب على المؤسسة التفكير في إستراتيجية تعمل على أحسن مواجهة للطلب و تكون تكلفتها منخفضة ، ويمكن القول بأن إستراتيجية الإنتاج المثلى هي الإستراتيجية التي تعمل على الوفاء بالطلب المتنبأ به من خلال مزيج من البدائل الإنتاجية، في كل فترة و التي تقوم على تخفيض التكلفة الإجمالية للفترة التخطيطية إلى حدها الأدنى .

من خلال تطرقنا للدراسات السابقة لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج لاحظنا كثرة الطرق والنماذج الرياضية المستخدمة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، ولعل أهم تلك الطرق نماذج البرمجة الخطية المؤكدة والغير مؤكدة والتي تعرف بالبرمجة الخطية المبهمة والتي يمكن على إثرها معالجة المشاكل القرارية في الحالة التي يصعب فيها التحديد بدقة لمعلمات النموذج الرياضي.

ولذلك سوف نتطرق في هذا الفصل إلى كيفية إعداد خطة الإنتاج الإجمالية ،حيث سنتناول بعض أهم نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي للإنتاج ليتم فيما بعد التطرق إلى نماذج البرمجة الخطية المبهمة ثم بعد دلك أهم الأعمال التي عالجت مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية المبهمة .

I- نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي للإنتاج:

ظهرت في الخمسينات مجموعة من الأساليب الرياضية لمعالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، و تعتبر البرمجة الخطية أحد أهم هذه الطرق، إذ تعتبر أحد الأساليب التي يمكن على إثرها الوصول إلى حل أمثل في حالة المشاكل التي تنطوي على عدد كبير من البدائل، ضمن هدف معين كتدنية التكاليف أو تعظيم الأرباح ، حيث طورت العديد من نماذج البرمجة الخطية من أجل معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي .

I-1-نموذج النقل في التخطيط الإجمالي لــBowman (1956):

في سنة 1955 قدم بويـــمان طريقة أيسر و أدق للتعامل مع مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، إذ أمكنه صياغة و تشكيل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية على صورة نموذج للنقل، و الذي يندرج ضمن أساليب البرمجة الخطية حيث يمكن من خلاله الحصول على الحل الأمثل للمشكلة. وميزة هذه الطريقة– طريقة النقل – في التخطيط الإجمالي للإنتاج أنها تسمح لنا بإستخدام بدائل الإنتاج الممكنة وهي: إنتاج الوقت العادي، إنتاج الوقت الإضافي، المخزون والتعاقد مع مصادر خارجية (subcontracted) ولكي يمكن إستخدام طريقة النقل فإنه يتعين صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج بحيث يتم مراعاة الأتي:

- ∞ أن يتم التعبير عن الطاقة الإنتاجية لبدائل الإنتاج المختلفة، والطلب المتنبأبه بوحدة قياس مشتركة إما بالوحدات أو ساعات العمل...، إذ سيتم الوفاء بالطلب من تلك الطاقات الإنتاجية مما يستلزم أن تكون وحدات القياس واحدة.
- ∞ أن تتعادل الطاقة الإنتاجية الكلية لكافة بدائل الإنتاج للفترة التخطيطية، مع إجمالي الطلب المتنبأبه لتلك الفترة ، وهذا الشرط نادرا ما يتحقق لذلك يجب التدخل لإحداث هدا التعادل ويتم ذلك من خلال إفتراض وجود مورد طاقة وهمي ،أو إحتياج لطلب وهمي، وأن يكون أي منهما بتكلفة صفرية للوحدة، عندئذ يتحقق التوازن المطلوب للنموذج مما يساعد علي تطبيقه وإستخدامه في الحل.
- ∞ أن تكون كل علاقات التكاليف خطية.

ولتوضيح كيف يتم تطبيق طريقة النقل لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية سوف نتطرق للمثال الأتي:

مثال: كانت المعلومات المتعلقة بإحدى المؤسسات الصناعية لخمس فترات إنتاجية كما يلي:

جدول(2-1): توقعات الطلب و الطاقة الإنتاجية و تكاليف البدائل الإنتاجية في إحدى المؤسسات الصناعية

الفترات	1	2	3	4	5
توقعات الطلب	200	400	600	500	300
الطاقة في الوقت العادي	300	300	300	400	500
الطاقة في الوقت الإضافي	100	50	100	150	100
الطاقة من مصادر خارجية	100	100	100	100	0
تكلفة الوحدة المنتجة					
تكلفة الوحدة في الوقت العادي	10	10	14	13	10
تكلفة الوحدة في الوقت الإضافي	13	13	13	18	18
تكلفة الوحدة من مصادر خارجية	12	15	17	19	-

- تكلفة التخزين تقدر ب 1.75 دج / للوحدة / الشهر
- مخزون أول المدة تقدر ب 20 وحدة تكلفة.
- مخزون آخر المدة يجب أن يكون 100 وحدة
- لا يوجد إنقطاع في المخزون .

ويمكن وضع المعلومات في الجدول (2-2) و الذي يعبر عن طريقة النقل في حل مشكلة التخطيط الإجمالي.

نلاحظ من خلال المثال السابق أن الطلب المتنبأبه، و حدود طاقات بدائل الإنتاج المتاحة جميعها مقاسه بوحدة قياس واحدة، و هي الوحدة الإنتاجية و هذا يحقق الشرط الأول.

نلاحظ عدم وجود تعادل بين إجمالي الطاقة للبدائل المتاحة للإنتاج مضافا إليه مخزون أول المدة، مع إجمالي الطلب علي المنتجات مضافا إليه مخزون آخر المدة، حيث أن إجمالي الطاقة المتاحة تزيد عن إجمالي الطلب بمقدار620 ،و هي مقدار الطاقة الغير مستخدمة لذا تمت إضافة مصدر وهمي للطلب بغرض تحقيق التعادل المطلوب.

و عليه تكون تكلفة الخطة الإجمالية باستخدام طريقة Bowman(1956) للنقل 25527.5.

جدول(2-2):التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بإستخدام طريقة Bowman(1956) للنقل

الفترات التخطيطية(الإستخدام)									
الفترات		1	2	3	4	5	الطاقة غير المستخدمة	الطاقة المتاحة	التكلفة الإجمالية
المخزون المبدئي		0 **20**	1.75	3.5	5.25	7		**20**	
1	**TR**	10 **180**	11.75 **100**	13.5 **20**	15.25	17	**0**	**300**	**4245**
	TS	13	14.75	16.5 **30**	18.25	20	**70**	**100**	**495**
	ST	12	13.75	15.5	17.25	19	**0**	**100**	**1550**
2	**TR**		10 **300**	11.75	13.5	15.25	**0**	**300**	**3000**
	TS		13	14.75 **50**	16.5	18.25	**0**	**50**	**737.5**
	ST		15	16.75	18.5	20.25	**100**	**100**	**0**
3	**TR**			14 **300**	15.75	17.5	**0**	**300**	**4200**
	TS			13 **100**	11.75	16.5	**0**	**100**	**1300**
	ST			17	18.75	20.5	**100**	**100**	**0**
4	**TR**				13 **400**	14.75	**0**	**400**	**5200**
	TS				18 **100**	19.75	**50**	**150**	**1800**
	ST				19	20.75	**100**	**100**	**0**
	TR					10 **400**	**100**	**500**	**4000**
	TS					18	**100**	**500**	**0**
	ST					0	**0**	**0**	0
الطلب		**200**	**400**	**600**	**500**	**400**			25527.5

Source : Bowman, E. H. (1956). Production scheduling by the transportation method of linear programming. Operations Research, 4, 100–103.

يمكن صياغة نموذج Bowman(1956) في شكل نموذج للبرمجة الخطية و هذا حتى يمكن حله بمساعدة البرنامج LINGO كالآتي :

$$MinZ = \sum_{k=1}^{T}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=i}^{T} C_{ijk} X_{ijk}$$

تحت الشروط:

قيــود الطاقــــة $\sum_{k=i}^{T} x_{ijk} \le p_{ij}$

قيــود الطلب $\sum_{i=1}^{T}\sum_{j=1}^{m} x_{ijk} \Diamond D_k$

قيــود عدم السلبية $x_{ijk} \Diamond 0$

$i = 1,2,.....,T$

$j = 1,2,.....,m$

$k = 1,2,......,T$

حيــث:

x_{ijk} :الكمية المنتجة في الفترة i بإستخدام الإجراء j (ST,TS,TR) للفترة k

C_{ijk} : تكلفة الوحدة الواحدة المنتجة في الفترة iبإستخدام الإجراء j للفترة k

p_{ij} : الطاقة المتاحة في الفترة i من البديل j (ST,TS,TR) .

D_k : كمية الطلب الإجمالي في الفترة k

T : الأفق الزمني للتخطيط .

m : عدد الإجراءات من البدائل الإنتاجية (في المثال السابق يساوي 3)

بإستخدام هذا النموذج يمكن مباشرة الحصول على الحل الأمثل، أي الحل الذي يقوم بتدنيه جميع التكاليف.

إن أهم الإنتقادات التي توجّه إلى طريقة النقل هي أنها لا تقوم بحساب تكاليف التغيير في حجم الإنتاج و المتمثلة في تكاليف تعيين عاملين جدد أو تكاليف الاستغناء عن جزء من العمالة المستخدمة، كذلك لا تأخذ في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الإنقطاع) ، و الحقيقة أن هذا الإنتقاد و أن كان يمثل نقطة ضعف في فترة سابقة، إلا أن التقدم الذي شهدته طريقة النقل يمكن أن يقدم العلاج المناسب لمثل تلك الحالات .

كما أن إفتراض الخطية يمكن أن يمثل أحد نقاط الضعف، و بخلاف ذلك فإن طريقة النقل ممتازة في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، طالما كانت فروضها مطابقة تماما للحالة المعنية.

II-2- نموذج Hanssman and Hess(1960) في التخطيط الإجمالي

لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في بناء و صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نماذج للبرمجة الخطية، و يعتبر Hanssman and Hess(1960) إحدى الباحثين في هذا المجال ، إذ تمتاز نماذج البرمجة الخطية على نماذج النقل لـــ Bowman في أنها تعطي الحل الأمثل لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج دون إهمال أي بديل ممكن و متاح ، على عكس طريقة النقل التي تميزت بنقطة الضعف الأساسية الخاصة بعدم إمكانية حساب تكاليف التغيير في حجم قوة العمل، وفي معدل الإنتاج عن طريق تعيين قوة عمل إضافية أو الإستغناء عن جزء من العمالة الحالية .

ويهدف نموذج البرمجة الخطية إلى تدنية التكلفة الكلية الخاصة بجميع تكاليف البدائل الإنتاجية، بما فيها التخزين ، تكاليف تعيين و تسريح العمال ، و تكاليف الوقت العادي و الوقت الإضافي و كذا تكاليف الشراء من مصادر خارجية و يمكن توضيحه كالآتي :

أ: تعــريف معلمــات و متغيــرات النموذج:

C_F : تكلفة تسريح عامل واحد.

C_H : تكلفة تعيين عامل واحد.

C_R : تكلفة الإنتاج لوحدة واحدة في الوقت العادي.

C_O : تكلفة الإنتاج لوحدة واحدة في الوقت الإضافي.

C_I : تكلفة الإحتفاظ بوحدة واحدة في المخزون.

C_E : تكلفة الوحدة الواحدة المتحصل عليها من مصادر خارجية.

C_U : تكلفة الزمن الغير مستغل فيما إذا كانت مستويات الإنتاج أقل من طاقة قوة العمل.

H_t :عدد العمال الذين يتم تعينهم في الفترة t.

F_t :عدد العمال الذين يتم تسريحهم في الفترة t .

x_t :عدد الوحدات المنتجة في الوقت العادي للفترة t.

O_t :عدد الوحدات المنتجة في الوقت الإضافي للفترة t.

I_t :عدد الوحدات المخزنة في نهاية الفترة t .

U_t :عدد الوحدات التي لم تنتج نتيجة للزمن الغير مستغل في الفترة t.

S_t :عدد الوحدات المتحصل عليها من مصادر خارجية في الفترة t

D_t :التنبؤ بالطلب للفترة t.

SS_t :مخزون الأمان (الحد الأدنى من الوحدات التي يجب الإحتفاظ بها في المخزون في الفترة t).

A_t :عدد الوحدات الأقصى التي يمكن أن ينتجها عامل واحد في الوقت العادي في الفترة t.

W_t : عدد العمال في الفترة t.

A_{0t} : عدد الوحدات الأقصى التي يمكن أن ينتجها عامل واحد في الوقت الإضافي في الفترة t.

G_t : عدد الوحدات التي لم يتم إستخدامها في الوقت الإضافي للفترة t .

A_3 : عدد العمال في بداية فترة التخطيط.

A_4 : عدد الوحدات المخزنة في بداية فترة التخطيط .

A_5 :عدد العمال التي ترغب المؤسسة الإبقاء عليهم في الفترة T

T : عدد الفترات التخطيطية (أفق التخطيط).

ب) : الصياغة الرياضية للنموذج:

دالـــة الهـــدف : ترغب المؤسسة في تدنية مجموع التكاليف المتعلقة بجميع البدائل الإنتاجية:

$$MinZ = \sum_{t=1}^{T} (C_h H_t + c_F F_t + C_r x_t + C_o O_t + C_i I_t + C_u U_t + C_s S_t)$$

وفق الشروط الأتية:

1)القيد المتعلق بالوحدات المنتجة :

$$X_t + O_t + S_t + I_{t-1} - I_t = Dt \qquad t = 1,2,....,T$$

$$I_t \Diamond SS_t$$

2) القيد المتعلق بالإنتاج في الوقت العادي:

$$X_t - A_{1t} W_t + U_t = 0 \qquad t = 1,2,....,T$$

3) القيد المتعلق بالإنتاج في الوقت الإضافي:

$$O_t - A_{2t} W_t + G_t = 0 \qquad t = 1,2,....,T$$

4) القيد المتعلق باليد العاملة:

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

5)القيود المبدئية:

$$W_0 = A_3$$

$$I_0 = A_4$$

$$W_t = A_5$$

شروط عدم السلبية:

$$X_t ; O_t ; S_t ; I_t ; U_t ; G_t \Diamond 0$$

$$W ; H ; F \Diamond 0 \quad et \quad entier$$

ج)شـــــرح النمـــــوذج:

يمثل النموذج أعلاه أحد نماذج البرمجة الخطية المستخدمة بصفة كبيرة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي حيث تعبّر دالة الهدف على تدنية مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية .

أما فيما يخص القيد الأول وهو القيد المتعلق بالوحدات المنتجة، فيوضح أنه يجب أن تكون الكمية المنتجة في الوقت العادي + الكمية المنتجة في الوقت الإضافي + عدد الوحدات المتحصل عليها من مصادر خارجية

+ كمية المخزون السابقة – كمية المخزون الحالية يجب أن يساوي الطلب المتنبأبه في تلك الفترة، كما يجب أن تحتفظ المؤسسة على الأقل بمخزون أمان SS_t لكي تواجه به إحتمال النفاد.

أما القيد الثاني فيتعلق بكمية الإنتاج في الوقت العادي، حيث تعبر A_t عن أقصى إنتاج يمكن أن يحققه عامل واحد في الفترة t،و يمكن تحديده عن طريق جداء عدد أيام العمل الشهرية × عدد الساعات اليومية × عدد الوحدات المنتجة من طرف كل عامل خلال ساعة عمل، و عليه تساوي الكمية المنتجة في الوقت العادي المقدار A_t × عدد العمال في الفترةt + الكمية U_tو التي تعبّر عن مقدار الوحدات التي قد لا ينتجها العامل نتيجة لإنخفاض إنتاجيته مثلا بسبب الغيابات ... الخ.

أما القيد الثالث فيتعلق بكمية الإنتاج في الوقت الإضافي، و لا يختلف شرحه عن القيد السابق.

أما القيد الرابع فيعبر عن مستوى العمالة في كل فترة حيث أن:

عدد العمال في الفترة t= عدد العمال في الفترة السابقة t−1 + عدد العمال الذين يتم تعينهم في الفترةt− عدد العمال الذين يتم تسريحهم في الفترةt و يمكن التوضيح أكثر عن طريق الإستعانة بالمثال التالي:

مثال: [1] ترغب أحد المؤسسات الصناعية في إعداد خطة إنتاج إجمالية مثلى حيث كانت المعلومات المتعلقة بالطلب المتوقع و أيام العمل الفعلية خلال الستة أشهر الأولى من إحدى السنوات كالآتي :

جدول (2−3) : الطلب المتنبأ به و عدد الأيام الفعلية لستة أشهر في أحد المؤسسات

الفترات	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
الطلب المتنبأ به	1280	640	900	1200	2000	1400
أيام الطلب الفعلية	20	24	18	26	22	15

المصدر : Steven Nahmias (production and operation analysis) macc Graw Hill ;USA ;2001 P125

حيث تحتفظ المؤسسة ب 500 وحدة جاهزة في المخزون قبل فترة التخطيط ، كما ترغب المؤسسة في أن يكون مستوى مخزونها في آخر فترة التخطيط بـــ 600 وحدة .

مستوى العمالة في بداية فترة التخطيط 300 عامل .

[1] -Steven Nahmias, (production and operation analysis), Macc Graw Hill , 2001, P125.

أما فيما يخص التكاليف المتعلقة بالبدائل الإنتاجية فيمكن تلخيصها في الجدول(2-4) الآتي:

جدول (2-4): تكاليف تعيين العمال و الإحتفاظ بالمخزون

نـــوع التكلفـــة	القيـــمة
تكلفة تعيين عامل	500 دج
تكلفة تسريح عامل	1000دج
تكلفة الإحتفاظ بوحدة /شهر	80دج

المصدر: من إعداد الطالب

حسب المعطيات التاريخية لوحظ أنه في فترة 22 يوم وعن طريق 67 عامل يمكن إنتاج 245 وحدة.
من أجل وضع النموذج يجب أولا تحديد الحد الأقصى لعدد الوحدات التي يمكن إنتاجها من طرف عامل واحد في كل فترة A_t.

فإذا إعتبرنا K هو عبارة عن الوحدات المنتجة من طرف عامل كل يوم فإن :

$$K = \frac{\text{245 وحدة / 22 يوم}}{\text{76 عامل}} = 0.14653$$

ويمكن تلخيص نتائج A_t في الجدول الآتي :

جدول (2-5) : تحديد عدد الوحدات المنتجة من طرف عامل واحد خلال كل فترة

الأشهـــر	$A_t = K \times$ عدد الأيام الفعلية لكل شهر
جانفي	2.931
فيفري	2.517
مارس	2.638
أفريل	3.81
ماي	3.224
جوان	2.198

المصدر: من إعداد الطالب

و عليه تكون الصياغة الرياضية للمثال السابق كالآتي :

$$MinZ = 500\sum_{t=1}^{6} H_t + 1000\sum_{t=1}^{6} F_t + 80\sum_{t=1}^{6} I_t$$

تحت الشروط:

1)تحديد مستوى العمالة لكل فترة:

$$W_1 - W_0 - H_1 + F_1 = 0$$
$$W_2 - W_1 - H_2 + F_2 = 0$$
$$W_3 - W_2 - H_3 + F_3 = 0$$
$$W_4 - W_4 - H_3 + F_4 = 0$$
$$W_5 - W_4 - H_5 + F_5 = 0$$
$$W_6 - W_5 - H_6 + F_6 = 0$$

2)تحديد عدد الوحدات المنتجة والمخزنة في كل فترة:

$$P_1 - I_1 + I_0 = 1280$$
$$P_2 - I_2 + I_1 = 640$$
$$P_3 - I_3 + I_2 = 900$$
$$P_4 - I_4 - I_3 = 1200$$
$$P_5 - I_5 + I_4 = 2000$$
$$P_6 - I_6 + I_5 = 1400$$

3)إستغلال الوقت العادي في الإنتاج

$$P_1 - 2.931W_1 = 0$$
$$P_2 - 3.517W_2 = 0$$
$$P_3 - 2.638W_3 = 0$$
$$P_4 - 3.810W_4 = 0$$
$$P_5 - 3.224W_5 = 0$$
$$P_6 - 2.198W_6 = 0$$

4)الشروط المبدئية:

$$W_0 = 300$$
$$I_0 = 500$$
$$I_6 = 600$$

5)شروط عدم السلبية:

$$W, F, H \Diamond 0 \text{ et entier} \qquad t = 1,2,....,6$$
$$P_t, I_t \Diamond 0$$

وبإستخدام البرنامج Lingo في حل النموذج السابق يمكن تلخيص النتائج في الجدول الأتي:

جدول(2–6): نتائج الخطة الجمالية باستخدام البرمجة الرياضية

الأشهر	عدد العمال في الفترة t	عدد العمال الذين يجب تعينهم	عدد العمال الذين يجب تسريحهم	عدد الوحدات التي يجب إنتاجها	عدد الوحدات التي يجب تخزينها
جانفي	273	–	27	800	20
فيفري	273	–	–	960	160
مارس	273	–	–	720	0
أفريل	273	–	–	1040	379
ماي	738	465	–	2379	1
جوان	738	–	–	1622	–

المصدر :من إعداد الطالب

وعليه تكون التكلفة الكلية للخطة الإنتاجية:379500دج.

"يعتبر نموذج البرمجة الخطية لــ(1960)Hanssman and Hess و الذي سبق شرحه، أحد النماذج الجيدة في معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، خاصة بعد التطور الكبير في برامج الإعلام الآلي المستخدمة في حل مثل هده النماذج،ضف إلي ذلك إمكانية القيام بتحليل للحساسية(analyse de sensibilité)،والتي تهتم بدراسة أثر التغير في أحد مؤشرات(معلمات)النموذج علي الحل الأمثل ،الأمر الذي يجعل دراسة النموذج أكثر واقعية ،خاصة إذا علمنا أنّه في غالب الأحيان تكون هذه المؤشرات غير مؤكدة (imprécis)أو عشوائية" ،فيمكن مثلا معرفة أثر الزيادة في أجور اليد العاملة،أو ساعة عمل إضافية على الحل الأمثل للخطة الإنتاجية.

من نقائص النموذج السابق أنه لا يدخل في إعتباره تكاليف الإنقطاع في المخزون ،كما أن هناك مؤسسات تقوم بصنع عدة تشكيلات من المنتجات الأمر الذي يجعل وحدة القياس غير ممكنة، مثل (الزيت بمختلف أحجامه ، و الصابون بأنواعه) ففي هذه الحالة ربما قد يكون الفصل بين التشكيلتين أفضل عند بناء النموذج، ضف إلى ذلك إفتراض الخطية الذي قد يعتبر عائقا أمام تلك النتائج المتحصل عليها.

3-I نموذج HAX and Candéa (1978) في التخطيط الإجمالي:

يعتبر هاكس و كاندي أحد الباحثين البارزين في إدارة العمليات والإنتاج،خاصة في التخطيط الإجمالي ،ففي سنة 1984 أصدرا كتابا عنوانه إدارة الإنتاج و المخازن (production and invontory management)، حيث وضعا نموذجاً للتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية وهو عبارة عن نموذج برمجة خطية، يستخدم في الحالة التي تنتج فيها المؤسسة عدّة منتجات، بحيث يصعب عندها دمج جميع تلك المنتجات في وحدة قياس واحدة ، أو عندما يكون عدد المنتجات قليل بحيث يصبح فصل المنتجات أمراً نوعاً ما سهلاً(قلة المتغيرات)، أو عندما تنتج المؤسسة تشكيلات مجتمعة من منتجات مختلفة كأن تصنع الزيت بمختلف الأحجام ، أو الصابون بمختلف أنواعه ، حيث تعتبر منتجات الزيت عن تشكيلة1 و الصابون تشكيلة 2 ، و نموذج هاكس و كاندي هو عبارة عن نموذج برمجة خطية لعدة فترات زمنية تخطيطية ، مع مستوى عمالة ثابتة ، و إستخدام الوقت الإضافي و المخزون، و عليه تقوم دالة الهدف بتدنية تكاليف الوقت الإضافي و الإحتفاظ بالمخزون و تكاليف الإنتاج و يكون هذا النموذج كالآتي:

أ- تعريف المعلمـــات و المتغـــيرات:

V_{it}= تكلفة إنتاج وحدة واحدة من المنتوج i في الفترة t بإستثناء تكاليف اليد العاملة.

C_{it} : تكلفة الإحتفاظ بوحدة واحدة من المنتوج i بين الفترة t و الفترة t+1.

T_t : تكلفة الساعة الواحدة من اليد العاملة في الوقت العادي في الفترة t.

o_t : تكلفة الساعة من اليد العاملة في الوقت الإضافي في الفترة t.

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

K_i : عدد الساعات المتاحة لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج i .

$(Tm)_t$: عدد الساعات الإجمالية من الساعات المتاحة من الوقت العادي في الفترة t.

$(Om)_t$: العدد الإجمالي من الساعات المتاحة من الوقت الإضافي في الفترة t.

I_{oi} : مستوى المخزون المبدئي من المنتوج i.

T : الأفق الزمني للتخطيط .

N : العدد الكلي للمنتجات .

X_{it} : الكمية من المنتوج i المنتجة في الفترة t.

I_{it} :الكمية المخزنة من المنتوج iفي الفترة t

W_t : عدد ساعات العمل من الوقت العادي في الفترة t.

O_t : عدد ساعات العمل من الوقت الإضافي في الفترة t.

أ-*الصياغة الرياضية للنموذج*:

$$MinZ = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(V_{it} + C_{it} I_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + o_t O_t)$$

تحت الشروط:

1)القيد المتعلق بالمخزون و الإنتاج:

$$X_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad \begin{array}{l} i = 1,2,......, N \\ t = 1,2,......., T \end{array}$$

2)القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:

$$\sum_{i=1}^{N} K_i X_{it} - W_t - O_t = 0 \qquad \begin{array}{l} i = 1,2,...., N \\ t = 1,2,....., T \end{array}$$

3)القيد المتعلق بالحد الأعلى للوقت العادي:

$$W_t \leq (rm)_t$$

4)القيد المتعلق بالحد الأعلى للوقت الإضافي:

$$O_t \leq (om)_t$$

5)شروط عدم السلبية:

$$X_{it}, I_{it}, W_t, O_t \, \Diamond \, 0$$

يعتبر النموذج أعلاه أحد النماذج الجيدة في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ،إذ يقوم بتحديد كمية كل منتوج، أو مجموعة معينة من تشكيلة من المنتجات التي يجب علي المؤسسة إنتاجها ،ولكن لا يأخد في الإعتبار تكاليف تغيير العمال ،وأيضا لا يقوم بتدنية تكاليف الإنقطاع في المخزون ،ضف إلي ذلك صعوبة إستخدامه خاصة في المؤسسات التي تقوم بإنتاج عدد كبير من المنتجات المختلفة، حيث يكون عدد المتغيرات نوعا ما ضخماً.

I-4 **نموذج Hax and Candéa (1984) الموسع:** لقد تمكن هاكس و كاندي من تحسين نموذجهما ،وذلك بإضافة عدة متغيرات وقيود،ليشمل تكاليف تغيير العمال عن طريق التسريح و التعيين، وأيضا تكاليف إنقطاع المخزون ،ويمكن إعادة صياغة النموذج كالآتي:

أ- ***تعريف المتغيرات والمعلمات*** :

H_t :عدد العمال الذين يتم تعينهم(بالساعات) في الفترة t

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

I^+_{it} :عدد الوحدات من مخزون المنتوج iفي نهاية الفترة t

I^-_{it} :عدد وحدات انقطاع المخزون من المنتوج i في نهاية الفترة t

b_{it} :تكلفة الانقطاع لكل وحدة من المنتوج iبين الفترة tو الفترة $t+1$.

h_t: تكلفة تعيين عامل لساعة عمل واحدة في الفترة t .

f_t : تكلفة تسريح عامل لساعة عمل واحدة في الفترة t.

p :نسبة الوقت الإضافي المسموح به نسبةً للوقت العادي.

ب-الصياغة الرياضية للنموذج.

$$\text{MinZ} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(V_{it}X_{it} + C_{it}I_{it}^{+} + b_{it}I_{it}^{-}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + o_t O_t + h_t H_t + f_t F_t)$$

تحت الشروط:

1)القيد المتعلق بالاحتفاظ وانقطاع المخزون والإنتاج:

$$X_{it} + I_{i,t-1}^{+} - I_{i,t-1}^{-} - I_{i,t-1}^{+} + I_{it}^{-} = d_{it} \qquad i = 1,2,\dots,N \quad t = 1,2,\dots,T$$

2)القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:

$$\sum_{i=1}^{N} K_i X_{it} - W_t - O_t = 0 \qquad i = 1,2,\dots,N \quad t = 1,2,\dots,T$$

3)القيد المتعلق بتعيين وتسريح العمال:

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad t = 1,2,\dots,T$$

2) حدود الوقت الإضافي :

$$O_t - PW_t \le 0 \qquad t = 1,2,\dots,T$$

5) شروط عدم السلبية :

$$X_{it}, I_{it}^{+}, I_{it}^{-}, W_t, O_t, P_t, H_t, F_t \lozenge 0 \qquad i = 1,2,\dots,N \quad t = 1,2,\dots,T$$

ب: شرح النمـــوذج :

تتضمن دالة الهدف في نموذج هاكس و كاندي الموسع إضافة إلى النموذج السابق، تدنية تكاليف الإنقطاع في المخزون و تكاليف تسريح و تعيين العمال .

ففي القيد الأول المتعلق بالإحتفاظ و الإنقطاع في المخزون، تم تعويض كمية المخزون I_{it} بــ$(I_{it}^{+} - I_{it}^{-})$أي أن حجم المخزون من المنتوج i في الفترة t،هو عبارة عن الفرق بين عدد الوحدات المحتفظ بها في الفترة t وعدد الوحدات الغير ملباة في تلك الفترة ،أما القيد الرابع فيعبر على أن الوقت الإضافي هو عبارة عن نسبة من الوقت العادي، بحيث يجب على المؤسسة أن لاتتجاوزها.

أما باقي القيود فتبقى كما في النموذج الأول لهاكس و كاندي(Hax and Candéa).

يمكن إعتبار نموذج البرمجة الخطية أحد أحسن الطرق في عملية التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية كما أن معظم البحوث في الآونة الأخيرة المتعلقة بالتخطيط الإجمالي تركّز على هذا النوع من النماذج.

ولكن إستناد هذه النماذج على فرضية الخطية يمكن أن يجعل النتائج في بعض الأحيان غير واقعية ،ذلك لأن علاقة التكاليف التي تتعلق ببعض أو كل البدائل الإنتاجية الممكنة و المتاحة، لا تأخذ الشكل الخطي بل تكون في صورة علاقات غير خطية، وبالتالي لا يمكن تطبيق البرمجة الخطية،فمثلا إذا أرادت المؤسسة تغيير العمالة عن طريق تعيين عمال جدد للوفاء بالطلب المتوقع، فمثل هذا الإجراء تنجر عنه تكاليف كالتدريب و الإعلان والمقابلة الشخصية... حيث يمكن للعمال الموجودين بالمؤسسة القيام بذلك، لكن إذا كان التعيين يضم عدداً كبيراً فان ذلك يستوجب تكاليف إضافية عن طريق تخصيص أفراد داخل وخارج المؤسسة لتولي ذلك ،لذلك يمكن القول أن تكلفة تعيين عامل بالنسبة لـــ5 عمال تختلف عن تكلفة تعين عامل لـــ50عامل ،وبالتالي يمكن القول بأن أن تكلفة تغيير العمال غير خطية.

II - البرمجة الخطية المبهمة :

تعبر البرمجة الخطية المبهمة (Fuzzy linear programming) عن الحالة التي تكون فيها بعض أو كل معلمات نموذج البرمجة الخطية ، مبهمة وغير محددة وهذا نظرا لعدة عوامل أو ظروف تسمى بظروف عدم التأكد وفي نموذج البرمجة الخطية المبهمة يمكن التمييز بين عدة حالات من أهما :

- حالة الموارد المتاحة ($\tilde{b}_i$) مبهمة .
- حالة الموارد المتاحة ($\tilde{b}_i$) ودالة الهدف ($\tilde{z}_i$) مبهمة.
- حالة معلمات دالة الهدف ($\tilde{c}_i$) مبهمة.
- حالة المعلمات $\tilde{a}_{ij}$ و الموارد المتاحة ($\tilde{b}_i$) ومعلمات دالة الهدف مبهمة.

II-1 البرمجة الخطية المبهمة -حالة الموارد المتاحة المبهمة:

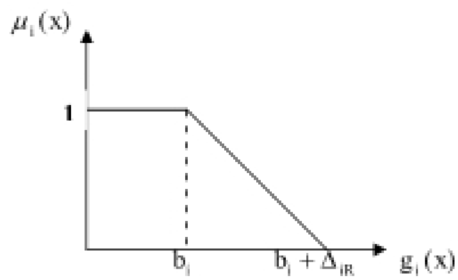
هناك العديد من الحالات الواقعية يكون فيها شعاع الموارد المتاحة ($\tilde{b}_i$) غير مؤكد وهذا الأمر قد يكون أقرب للكثير من المسائل العلمية ، ففي الكثير من الأحيان لايمكن التحديد بدقة كمية المواد الأولية التي يتم استعمالها أو ساعات العمل المتاحة... أما في نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج فإن من الصعب جدا التحديد بدقة قيم أرقام الطلب المتوقعه الأمر الذي قد يؤدي إلى نتائج غير واقعية كما أن إعتبار عدد العمال أو ساعات العمل المتاحة وإنتاجية العامل رقما مؤكدا يعتبر أمرا غير واقعي وهذا بسبب الغيابات ، انخفاض المردودية أثر التعلم... كل هذه الأمور إضافة إلى أمور أخرى قد تجعل من شعاع الموارد المتاحة في نموذج التخطيط الإجمالي غير مؤكد ولهذا فإن الاستعانة بنظرية المجموعات المبهمة من شأنه أن يعالج ظروف عدم التأكد المحاطة بشعاع الموارد المتاحة ($\tilde{b}_i$) ،ويمكن التعبير عن نموذج البرمجة الخطية المبهمة (في حالة شعاع الموارد المتاحة $\tilde{b}_i$ مبهمة) رياضيا وفق النموذج الرياضي الآتي:

$$\begin{aligned}
&\text{Max.ou.Min....}Z = CX \\
&\text{st} \\
&AX \leq . = . \lozenge\ \tilde{b}_i .., i = 1,2..........., m \qquad ....(2\text{-}1) \\
&X \lozenge 0
\end{aligned}$$

$\tilde{b}_i$: شعاع الموارد المتاحة في طابعه المبهم.

ولحل مثل هذا الإشكال لابد أولا من تعريف جميع متغيرات الشعاع $\tilde{b}_i$ وفق دالة الانتماء (membership function) ، وللتوضيح يمكن الاستعانة بدالة الانتماء الآتية :

الشكل (2-1) : دالة الانتماء للمورد المتـــاح $\tilde{b}_i$



حيث :

Δ_{iR} : القيمة العظمى (maximum tolérance) المسموح تجاوزها بالنسبة للمورد المتاح b_i ويــتم فــي غالب الأحيان تحديدها من طرف المقرر (décision maker) بناء على الخبرة والتجربة.

$g_i(x)$: القيود رقم i المرتبطة بالكمية المتاحة b_i .

ووفق دالة الانتماء أعلاه والتي يتحدد شكلها أيضا وفق رغبات المقرر يمكن تحديد الصياغة الرياضية التحليلية للدالة أعلاه (الشكل (2-1)) كما يلي :

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 \text{.................................si..} g_i(x) < b_i \\ 1 - \left[(g_i(x) - b_i) / \Delta_{iR} \right] \text{......si..} g_i(x) \le b_i + \Delta_{iR} \\ 0 \text{.................................si..} g_i(x) > b_i + \Delta_{iR} \end{cases} \quad \text{.................(2-2)}$$

ووفق دالة الانتماء وصياغتها الرياضية أعلاه فإن درجة رضا المقرر تكون 100% إذا كان $g_i(x) < b_i$ أما إذا كان $g_i(x) \le b_i + \Delta_{iR}$ فغن درجة رضا المقرر تبدأ في التناقص وفق دالة خطية $\left[1 - (g_i(x) - b_i)/\Delta_{iR}\right]$ إلى أن تنعدم عندما تبلغ $b_i + \Delta_{iR}$ ، أما إذا كان $g_i(x) > b_i + \Delta_{iR}$ فإن درجة رضا المقرر تكون 0 أي أنه غير راض تمام.

و من أجل نمذجة انتماءات المقرر بالنسبة للكميات المتاحة $\tilde{b}_i$ في حالة الظروف المبهمة وإدراجها في نموذج للبرمجة الخطية يمكن عن طريقه حساب الحل الأمثل سوف نستعرض طريقتين وهما :

- طريقة Verdegay(1982).
- طريقة Werner's(1987-a), (1987-b).

1-1-II طريقة Verdegay(1982) : لقد استعان الباحث Verdegay بطرقة البرمجة الوسيطية لحل إشكالية نموذج البرمجة الخطية في حالة الموارد المبهمة وكان النموذج المقترح كمايلي :

$$\begin{aligned}
&Max..ou..Min.Z = CX\\
&St\\
&(g_i(x)) \leq . = . \lozenge .b_i + (1-\alpha)\Delta_{iR} ....(2-3)\\
&0 \leq \alpha \leq 1\\
&X \lozenge 0
\end{aligned}$$

حيث أن α عبارة عن معلمة محصورة مابين 0 و 1 فإذا كانت تساوي 1 فهذا يعني أن درجة رضا المقرر تساوي 0 لأنه بذلك يصبح $g_i(x) = b_i + \Delta_{iR}$ أما إذا كانت تساوي 1 فهذا يعني أن $g_i(x) = b_i$ وبالتالي فإن درجة رضا المقرر تساوي 1 وعليه فكلما اقتربت α من الواحد كان ذلك أفضل بالنسبة للمقرر، كما يمكن وضع $\theta = 1-\alpha$ ليتم حساب الحلول المثلى لقيم Z عند مستويات مختلفة لقيم θ مثلا $\theta = (0.1..0,2........,1)$ ليتم في الأخير تحديد الحل الأمثل الذي يرتضيه متخذ القرار.

2-1-II طريقة Werner's (1987-a), (1987-b): من بين الباحثين الذين عالجوا مشكلة الموارد المتاحة المبهمة في نموذج البرمجة الخطية الباحث Werner's والذي اعتبر أن دالة الهدف Z سوف تكون مبهمة إذا كان شعاع الموارد المتاحة مبهم ، لهذ فإن Werner's يقترح أولا تحديد قيم Z_1 و Z_2 والتي تعبر عن القيم المثلى لدالة الهدف وفق القيـــود $g_i(x) < b_i$ و $g_i(x) \lozenge b_i + \Delta_{iR}$ على الترتيب وهذا ما يمكن التعبير عنه رياضيا كما يلي :

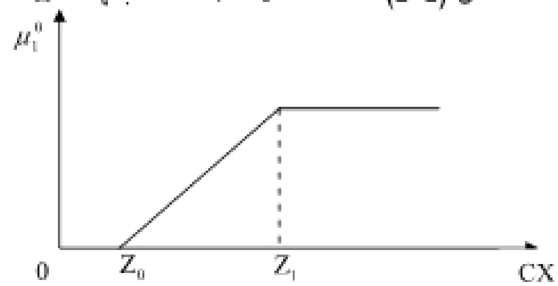
- $$\begin{aligned}
&Max..Z_0 = CX\\
&St\\
&g_i(x) \leq . \lozenge\ b_i ......i = 1,2,........, n \qquad ....(2-4)\\
&X \lozenge 0
\end{aligned}$$

- $$\begin{aligned}
&Max..Z_1 = CX\\
&St\\
&g_i(x) \leq . \lozenge\ b_i + \Delta_{iR} ......i = 1,2,........, n \qquad ....(2-5)\\
&X \lozenge 0
\end{aligned}$$

وعند تحديد قيم Z_0 و Z_1 يتم نمذجتها وفق دالة انتماء معينة تأخذ بعين الاعتبار دوال الانتماء المفروضة على القيود و حدودها قيم Z_0 و Z_1 المحددة من خلال النموذجين $(2-4)$ و $(2-5)$

ومن بين أكثر أنواع دوال الانتماء المستخدمة لدالة الهدف في الحالة التي يتم الأخذ بعين الاعتبار دالة الانتماء في الشكل (2-1) والشكل (2-2) يوضح ذلك الدالة الآتية :

الشكـــل (2-2) : دالــــة الانتماء المتعلقة بالهدف Z



إن الصيغة التحليلية الرياضية لدالة الانتماء في الشكل (2-2) تعطى بالصيغة الآتية :

$$\mu_0 = \begin{cases} 1 \text{.......................................si....} CX > Z \\ 1-(Z_1 - CX)/Z_1 - Z_0 \text{......si....} Z_0 \leq CX \leq Z_1 \\ 0 \text{.......................................si....} CX < Z_0 \end{cases} \quad \text{............(2-6)}$$

وفق دالة الانتماء أعلاه يمكن كتابة نموذج Werner's كما يلي :

$$\begin{aligned} & \text{Max...} Z_3 = \alpha \\ & \text{St} \\ & \mu_0(x) \Diamond . \leq \alpha \\ & \mu_1(x) \Diamond . \leq \alpha \\ & 0 \leq \alpha \leq 1 \\ & X \Diamond 0 \end{aligned} \quad \text{..............(2-7)}$$

أما إذا أخذنا الصيغ الرياضية وفق الصياغة التحليلية الرياضية لدوال الانتماء (2-2) و (2-6) فسوف نتحصل على النموذج الآتي :

$$\begin{aligned}
&Max..Z_3 = 1-\alpha \\
&CX \lozenge b_i - p_i(1-\alpha) \\
&g_i(x) \le b_i + p_i(1-\alpha) \;..........(2\text{-}8) \\
&0 \le \alpha \le 1 \\
&X > 0
\end{aligned}$$

يوضح النموذج (2-7) أن هناك دالتي انتماء واحدة تتعلق بدالة انتماء دالة الهدف والأخرى تتعلق بدوال الانتماء للقـــيود ، إن طريقة Werner's يمكن أن تقدم نتائج جيدة مقارنة بطريقة Verdegay ولكن من عيوبها أنه من الصعب تطبيقها عندما يكون هناك العديد من الأهداف على عكس طريقة Verdegay .

3-1-II طريقة Max-Min أو المرحلتين لـــ Guu, S. M. and Y. K. Wu., (1999) : في سنة 1999 قدم الباحثين ,Guu, S. M. and Y. K. Wu., (1999) طريقة جديدة في حل مشاكل البرمجة الخطية في حالة الموارد المبهمة وتعتمد هذه الطريقة على حل نموذج إنطلاقا من مرحلتين حيث يتم في المرحلة الأولى تحديد درجات الإنتماء العظمى والتي لا يمكن للمقرر أن يحقق أقل منها ليتم إعتبارها قيودا في المرحلة الثانية ويمكن توضيح ذلك رياضيا كما يلي:

ويمكن كتابة مشكلة البرمجة الخطية ذات الموارد المتاحة المبهمة كما يلي:

$$\begin{aligned}
&\text{Max} \quad Z(x) = c^T x \\
&\text{st} \qquad (Ax)_i \le \tilde{b}_i, \qquad i = 1,2,.........,m \\
&\qquad\qquad x \lozenge 0 \rfloor \; R^n,
\end{aligned}$$

أولا يجب تحديد وعلى غرار طريقة Werner يجب أول تحديد قيم Z_1 و Z_2 والتي تعبر عن القيم المثلى لدالة الهدف وفق القيـــود $g_i(x) < b_i$ و $g_i(x) \lozenge b_i + \Delta_{iR}$ على الترتيب وهذا ما يمكن التعبير عنه رياضيا كما يلي :

$$\begin{aligned}
&Max..Z_0 = CX \\
&St \\
&g_i(x) \le . \lozenge b_i .....i = 1,2,........, n \\
&X \lozenge 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&Max..Z_1 = CX \\
&St \\
&g_i(x) \le . \lozenge b_i + \Delta_{iR} .....i = 1,2,........, n \\
&X \lozenge 0
\end{aligned}$$

ومن خلال النتائج أعلاه يتم تحديد دالة الإنتماء الخطية لدالة الهدف وهذا كما يلي:

$$\mu_0(x)=\begin{cases} 1 & \text{si } c^T x > Z_1, \\ 1-\dfrac{Z_1-c^T x}{Z_1-Z_2} & \text{si } \quad Z_0 \le c^T x \le Z_1, \\ 0 & \text{si } \quad c^T x < Z_0 \end{cases}$$

وعليه فإن طريقة Guu, S. M. and Y. K. Wu., (1999), تستدعي في المرحلة الأولى حل النموذج الآتي :

$$\begin{aligned} & \text{Max} = \alpha \\ & \text{st} \qquad 1 \Diamond \mu_{j(x)} \Diamond \alpha \Diamond 0 \\ & \qquad\qquad x \Diamond 0 \end{aligned}$$

حيث تعبر $\mu_{j(x)}$ عن دوال الإنتماء بالنسبة للقيود أما قيمة α فتعبر عن أعظم درجة إنتماء بالنسبة لدوال الإنتماء المتعلقة بالموارد المتاحة وعليه فمن خلال النموذج أعلاه تتحدد قيمة α المثلى ليتم في المرحلة الثانية المرور للمرحلة الثانية وهي تعظيم النموذج الرياضي الأتي:

$$\begin{aligned} & \text{Max } = \sum_{j=0}^{m} \alpha_j \\ & \text{st} \qquad 1 \Diamond \mu_j(x) \Diamond \alpha_j \Diamond \mu_j(x^*) \forall j \\ & \qquad\quad x \Diamond 0. \end{aligned}$$

حيث تعبر m عن عدد دوال الإنتماء المتعلقة بالموارد المتاحة المبهمة إن حل النموذج الرياضي يعطي الحل الأمثل ، كما نلاحظ من خلال هذه الطريقة أنها تأخذ بعين الإعتبار أكبر القيم لدوال الإنتماء كما أن تحد من عملية المكاملة بين دوال الإنتماء.

II-2- البرمجــة الخطية المبهمة حــالة الموارد مبهمة ودالة الهدف مبهمة :

يوجد العديد من الحالات الواقعية تكون فيها الموارد المتاحة مبهمة ودالة الهدف مبهمة ويمكن توضيح ذلك من خلال الصياغة الرياضية كما يلي:

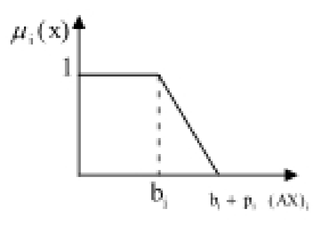
$$\begin{aligned} & Max.\tilde{Z} = CX \\ & St \\ & (AX)_i \le \tilde{b}_i ...i = 1,2,......,m \\ & X \Diamond 0 \end{aligned} \quad ....(2\text{–}9)$$

من خلال النموذج (2–9) أعلاه يتضح أن الموارد المتاحة $\tilde{b}_i$ مبهمة وأيضا دالة الهدف $\tilde{Z}$ وتعتبر هذه الحالة أكثر واقعية خاصة في نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج والذي يتميز بكثرة المتغيرات الأمر الذي يجعل دالة الهدف أيضا مبهمة لأنه من الصعب جدا على المقرر أن يقوم بتحديد قيمة محددة لدالة الهدف في حين يمكن أن يقدم مجالا تتغير فيه درجـــة رضاه ومن بين الطرق المقترحة لحل النموذج أعلاه :

- طريــقة Zimmermann(1978) .
- طريــقة Chanas (1983).

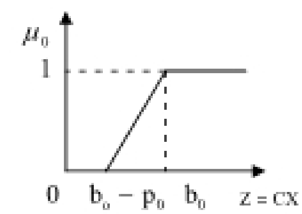
II-2-1 طريــقة Zimmermann(1978): يعتبر الباحث Zimmermann أحــد أهم الباحثين الذين ساهموا بشكل كبير في تطوير استخدام نظرية المجموعــات المبهمة في علوم إتخاذ القرار ، إذ تعتبر أبحاثه المقترحه في سنة 1978 و 1983 في مجال البرمجة الرياضية (إضافة إلى أبحـــاث أخرى) من بين أكثر الأبحاث استخداما ومرجعية في هذا المجال وهذا نظرا لبساطتها من جهـــة وفعاليتها من جـــهة أخرى ، حيث تطرق Zimmermann إلى الحـــالة التي تكون فيها الموارد المتاحة $\tilde{b}_i$ مبهمة و $\tilde{Z}$ مبهمة أيضا واستخدم في ذلك مفهوم دوال الانتماء ومن أجل توضيح نموذج Zimmermann سوف نستخدم دالتي الانتماء الآتية:

الشكل (2-3) : دالة الانتماء المتعلقة بالقيود مع الصياغة الرياضية التحليلية



$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1..................if..(AX)_i < b_i \\ 1 - \left[(AX)_i - b_i\right]/p_i ..if..(AX)_i \le b_i + p_i ...i = 1,...,n...(1) \\ 0................if..(AX)_i > b_i + p_i \end{cases}$$

الشكل (2-4) : دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف مع الصياغة الرياضية التحليلية



$$\mu_o = \begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \;.\; CX \geq b_0 \\ 1-(b_0 - CX)/p_0 \;..\text{if}\;.\; b_0 - p_0 \leq CX \leq b_0 \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{if}\;.\; CX < b_0 - p_0 \end{cases}$$

ويمكن صياغة نموذج Zimmermann وفق دالتي الانتماء أعلاه الشكل (2-3) و (2-4) كما يلي :

$$\begin{aligned}
&\text{Max}Z = .\lambda \\
&\text{st} \\
&\mu_0 = 1-(b_0 - CX)/p_0 \geq \lambda \\
&\mu_i = 1-\left[(AX)_i - b_i\right]/p_i \geq \lambda \;..\; i = 1,2,\ldots\ldots,n \\
&\lambda \in [0..1] \\
&X \geq 0
\end{aligned}$$

ومن خلال النموذج أعلاه فإن Zimmermann يقترح تعظيم قيمة λ والذي يعبر عن درجة انتماء ورضا المقرر ويلاحظ بأنه محصور بين 0 و 1 فكلما اقترب من الواحد كانت درجة رضا المقرر في درجـــة عـــالية وبالتالي فإن الحل الأمثل هو الحل الذي يعظم قيمة λ .

بالرغم من النتائج الجيدة التي يقدمها نموذج Zimmermann جهة وسهولة تطبيقه من جهة أخرى إلا أن هناك بعض النقائص التي لايمكن إغفالها ومن بينها :

- يفترض نموذج Zimmermann على أن درجة رضا المقرر في دالة الهدف هي نفسها درجة رضا المقرر في جميع القيود وهذا مالايمكن أن يتحقق في العديد من الحالات الواقعية.
- يستخدم نموذج Zimmermann دوال الانتماء من المشار إليهما أعلاه.

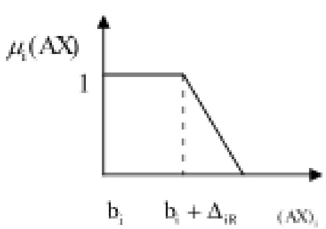
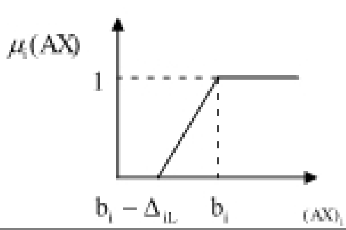
2-2-II طريــقة Chanas (1983): في سنة 1983 قدم الباحث Chanas طريقة جديدة في حل نماذج البرمجة الخطية المبهمة في الحالة التي تكون فيها الموارد ودالة الهدف مبهمة اعتمد Chanas في طريقته على طرق البرمجة الرياضية التفاعلية Interactive mathematical programming فالباحث Chanas في طريقته لا يفترض تحديد قيمة مبدئية لدرجة السماح Δ_{iR} أو Δ_{iL} وقيمة المورد المتاح b_0 حيث يتم وفق نموذجه تحديد منطقة الحلول المبهمة والتي على إثرها يتم تحديد الحل الأمثل ويمكن شرح طريقة Chanas(1983) وفق المراحل الآتية:

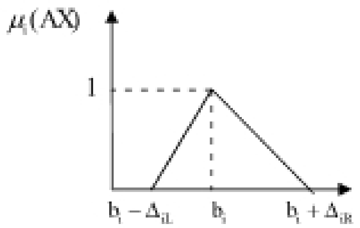
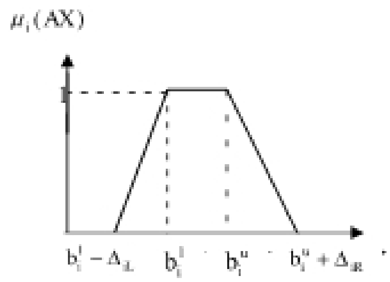
⇔ **المرحلة الأولى**: الكتابة الرياضية للنموذج مع تحديد دوال الإنتماء الخطي للموارد المتاحة b_i بالنسبة لكل قيد:

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

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

الشكل (2-5) :أنواع دوال الإنتماء للقيود المبهمة المستخدمة وفق طريقة Chanas(1983)

<table>
<tr><th>الصياغة التحليلية</th><th>دالة الإنتماء</th></tr>
<tr><td>$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 \text{..................if..}(AX)_i \leq b_i \\ \dfrac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} \text{..if..} b_i \leq (AX)_i \leq b_i + \Delta_{iR} \text{...} i = 1,\dots, i_0 \text{...(1)} \\ 0 \text{..............if..}(AX)_i \Diamond b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">النوع الأول</td></tr>
<tr><td>$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 \text{..................if..}(AX)_i \Diamond b_i \\ \dfrac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} \text{..if..} b_i \leq (AX)_i \leq b_i + \Delta_{iL} \text{...} i = i_0 + 1,\dots, j_0 \text{...(2)} \\ 0 \text{..............if..}(AX)_i \leq b_i + \Delta_{iL} \end{cases}$$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">النوع الثاني</td></tr>
</table>

	$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}0 \ldots\ldots\ldots \text{if} \ldots (AX)_i \le b_i \\ \frac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}} \ldots \text{if} \ldots b_i \le (AX)_i \le b_i+\Delta_{iR}, \quad i=j_0+1,\ldots,k_0 \\ \frac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}} \ldots \text{if} \ldots b_i \le (AX)_i \le b_i+\Delta_{iL} \\ 0 \ldots\ldots\ldots \text{if} . (AX)_i \Diamond b_i+\Delta_{iR}\end{cases} \quad \ldots(3)$
النوع الثالث	
	$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}0 & \text{if} \quad (AX)_i \le b_i^l-\Delta_{iL} \\ 1-\frac{b_i^l-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & \text{if} \quad b_i^l-\Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_i^l \\ 1 & \text{if} \quad b_i^l \le (AX)_i \le b_i^u \qquad i=k_0+1,\ldots\ldots,K(4) \\ 1-\frac{(AX)_i-b_i^u}{\Delta_{iR}} & \text{if} \quad b_i^u \le (AX)_i \le b_i^u+\Delta_{iR} \\ 0 & \text{if} \quad (AX)_i \Diamond b_i^u+\Delta_{iR}\end{cases}$
النوع الرابع	

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

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

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

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

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

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

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

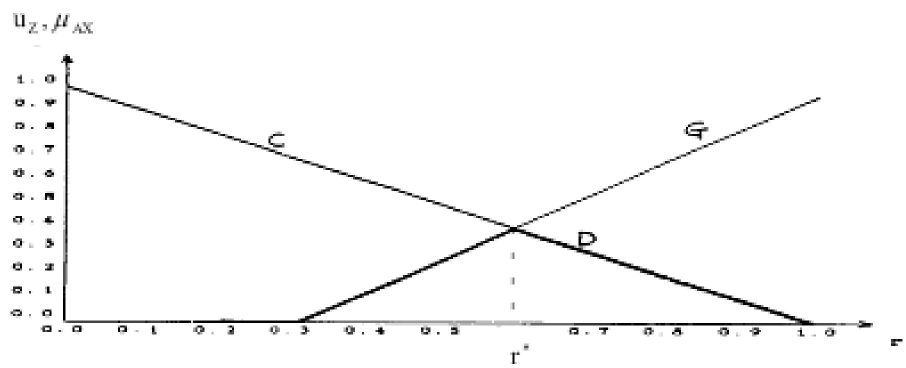
$$
u_Z = \begin{cases} 1, & u_Z \le Z_l \\ 1 - \dfrac{Z - Z_l}{Z_u - Z_l}, & Z_l \le u_Z \le Z_u \\ 0, & u_Z \lozenge Z_u \end{cases}
$$

ومن أجل تحديد الحل الأمثل يتم حل النموذج الرياضي الآتي :

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

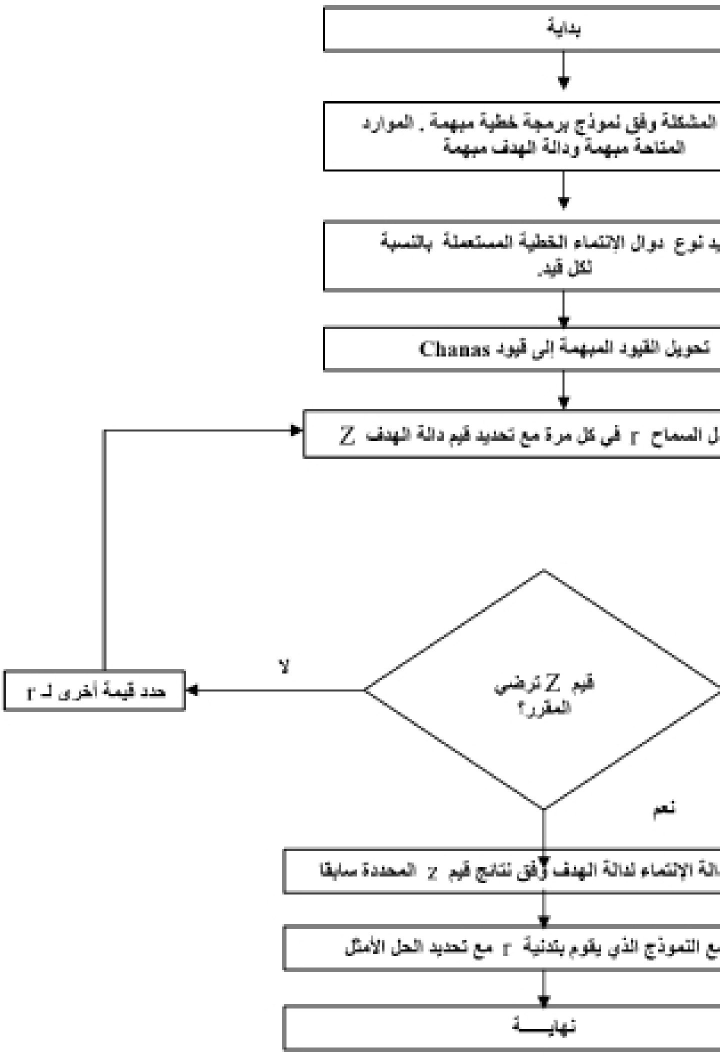
إن حل النموذج أعلاه يحدد الحل الأمثل للبرنامج الرياضي وفق طريقة Chanas كما يحدد قيمة r المثلى والتي يجب على المقرر أن يختارها إذا ما أراد أن يعظم درجة إنتمائه λ حيث $\lambda = 1 - r$ والشكل البياني أدناه يوضح أن القيمة المثلى لــ r^* هي القيمة التي تتقاطع عندها قيم دوال الإنتماء للقيود C (Fuzzy constrants)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

الشكل (6-2) : تحديد النسبة المثلى التي تعظم درجة إنتماء المقرر



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

الشكل(2-7) : مخطط بياني يبين كيفية حل نموذج البرمجة الخطية المبهمة وفق طريقة Chanas(1983)



المصدر : من إعداد الباحث إعتمادا على طريقة Chanas(1983)

II-3- البرمجـة الخطية المبهمة حـالة الموارد مبهمة ودالة الهدف مبهمة والمعلمات مبهمة:

في العديد من المشاكل الواقعية التي تواجه المؤسسات لا يمكن تحديد معلمات نموذج البرمجة الخطية بصفة مؤكدة ودقيقة نظرا لعدم توافر المعلومات أو صعوبة تحديد جميع المتغيرات التي تتضمنها المعلمة فمثلا لا يمكن تحديد بدقة إنتاجية العامل من وحدات منتجة في اليوم بسبب الغيابات وتوقف العمل و الحالة النفسية للعامل التي تجعل مردوديتة متذبذبة ضف إل ذلك أثر التعلم وعليه فإنه من غير المنطقي أن يقال بأن إنتاجية العامل 5 وحدات مثلا في اليوم فيمكن أن تكون أقل كما يمكن أن تكون أكثر لدى كان من الضروري على الباحثين البحث عن طرق رياضية يتم على إثرها حل نموذج البرمجة الخطية مع اعتبار المعاملات التكنولوجية a_{ij} غير مؤكدة أو مبهمة ومن بين أهم الطرق الرياضية التي أسهمت في حل مثل هذه المشاكل نذكر طريقة Carelsson and Korhonen(1986) والتي تعتمد على البرمجة الغير خطية المبهمة ولكن في الأونة الأخيرة طور الباحثون طرقا أكثر فاعلية وسهولة ومن أهم هذه الطرق المطورة حديثا نذكر:

⇔ طريقة Nguyen Van Hop(2007)

⇔ طريقة Mariano Jiminez et all (2007)

II-3-1 طريقة Nguyen Van Hop(2007): في سنة 2007 قدم الباحث Nguyen Van Hop طريقة جديدة في حل مشكلة البرمجة الخطية المبهمة ذات المعلمات المبهمة والتي يمكن كتابتها رياضيا كما يلي:

$$\begin{aligned} &\text{Max} = cx \\ &\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij}\, x_j \le \tilde{b}_i \\ &\qquad x_j \ \Diamond\ 0 \end{aligned}$$

حيث نلاحظ أن الباحث حاول حل نموذج البرمجة الخطية المبهمة في الحالة التي تكون فيها الموارد المتاحة مبهمة والمعاملات التكنولوجية مبهمة ومن أجل حل النموذج استعان الباحث بنظرية الأرقام المبهمة Fuzzy nember theory وعليه فإن الباحث وبعد سلسلة كبيرة من البراهين الرياضية والتي يمكن الإطلاع عليها في مقاله العلمي فإن الباحث تحصل على نموذج رياضي مكافئي صيغته الرياضية كما يلي:

$$\begin{aligned} &\text{Max} = cx - \sum_{i=1}^{m} \lambda_i \\ &\text{st} \\ &\overline{D}\left((\tilde{b}_i), \sum_{j=1}^{n} (\tilde{a}_{ij})\, x_j \right) = \lambda_i, \quad i = 1, m \\ &x_j, \lambda_i \ \Diamond\ 0 \end{aligned}$$

علما أن :

$$\overline{D}(\widetilde{P},\widetilde{Q})=\frac{u-v+b+c}{2}$$

حيث :

$\widetilde{P}$ رقم مبهم له دالة انتماء خطية مثلثية أي $\widetilde{P}(u,a,b)$.

$\widetilde{Q}$ رقم مبهم له دالة انتماء خطية مثلثية أي $Q(v,c,d)$.

m : عدد القيود المبهمة.

λ_i : عبارة عن عدد طبيعي موجب

ومن أجل التوضيح ليكن لدينا المثال الآتي :

$$\begin{aligned}
&\text{Max}Z=7x_1+9x_2\\
&\text{st}\\
&\widetilde{2}x_1+\widetilde{3}x_2\le\widetilde{9}\\
&\widetilde{6}x_1+\widetilde{4}x_2\le 1\widetilde{8}\\
&x_1,x_2\ \Diamond\ 0
\end{aligned}$$

علما أن جميع الأرقام المبهمة لها دالة إنتماء مثلثية بدرجة سماح $\Delta_{iL}=\Delta_{iR}=1$ وعليه فإن النموذج الرياضي المكافئ وفق طريقة Nguyen Van Hop(2007) كما يلي:

$$\begin{aligned}
&\text{Max}\,Z=7x_1+9x_2-\lambda_1-\lambda_2\\
&\text{st}\\
&\frac{1}{2}\left[(9-2x_1-3x_2)+(1+x_1+x_2)\right]=\lambda_1\\
&\frac{1}{2}\left[(18-6x_1-4x_2)+(1+x_1+x_2)\right]=\lambda_2\\
&x_1,x_2\ \Diamond\ 0
\end{aligned}$$

وبحل النموذج الرياضي أعلاه نتحصل على الحل الأمثل كما يلي : $x_1=0,875$ و $x_2=4,875$ في حين دالة الهدف قيمتها $Z=50$.

إذن نلاحظ من خلال هذه الطريقة أن الباحث قدم طريقة جديدة في التعامل مع مشاكل البرمجة الخطية المبهمة والتي تكون فيها الموارد والمعاملات مبهمة غير انه من نقائص هذا النموذج أنه يستعمل في حالة دالة الإنتماء المثلثية كما أنه يفترض أن دالة الهدف ومعاملات دالة الهدف c_i مؤكـدة الأمر الذي يعتبر غير وقعيا في الكثير من التطبيقات العملية.

2-3-II طريقة Mariano Jiminez et all (2007) : في سنة 2007 قدم Jiminez وآخرون طريقة جديدة وأكثر فعالية في حل نماذج البرمجة الخطية والتي تكون فيها معالم دالة الهدف مبهمة، الموارد المتاحة مبهمة والمعاملات التكنولوجية مبهمة الأمر الذي جعل هذا البحث أكثر أهمية نظرا لحجم المشاكل التي يمكن أن يحلها في العديد من المجالات وعليه فإن البحثين في مقالهم يقترحون نموذج برمجة خطية مبهمة من الشكل الرياضي الآتي:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } Z = \tilde{c}^{t} x \\
&\text{st} \\
&x \in N(\tilde{A}, \tilde{b}) = \left\{ x \in R^{n} \,\middle|\, a_i x \geq \tilde{b}_i, \quad i = 1, \ldots\ldots, m, \; x \geq 0 \right.
\end{aligned}$$

حيث : $\tilde{c} = (\tilde{c}_1, \tilde{c}_2, \ldots\ldots, \tilde{c}_n)$ و $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ و $\tilde{b} = (\tilde{b}_1, \tilde{b}_2, \ldots\ldots, \tilde{b}_n)$ تعبر عن معلمات مبهمة لها أرقام مبهمة وتتبع دوال إنتماء مبهمة.

من خلا سلسلة كبيرة من البراهين الرياضية إستطاع Jiminez والأخرون من الوصول إلى برنامج خطي مكافيء يتم على إثره حل النموذج أعلاه وهذا الموذج الرياضي كما يلي:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } EV(\tilde{c})x \\
&\text{st} \\
&\left([1-\alpha)E_2^{a_i} + \alpha E_1^{a_i}\right]x \geq \alpha E_2^{b_i} + (1-\alpha)E_1^{b_i}, \;\; i = 1, \ldots\ldots, m, \; x \geq 0, \; \alpha \in [0\ ,\ 1]
\end{aligned}$$

حيث :

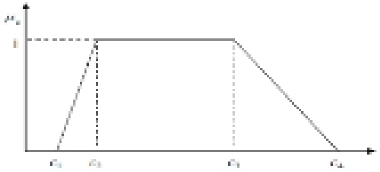
$EV(\tilde{c})$ تعبر عن النقطة المتوسطة للمجال المبهم Heilpern(1992) ويعبر عنها رياضيا كما يلي:

$$EV(\tilde{c}) = \frac{E_1^{c} + E_2^{c}}{2}$$

- أما القيم $E_2^{a_i}$ و $E_1^{a_i}$ هي عبارة عن حدود دالة الانتماء المستعملة بالنسبة للمعاملات وفي هذه الحالة تكون من الشكل المثلثي.

أما القيم $E_2^{b_i}$ و $E_1^{b_i}$ هي عبارة عن حدود دالة الانتماء المستعملة بالنسبة للموارد المتاحة وفي هذه الحالة تكون من الشكل المثلثي. أما إذا كانت دالة الإنتماء الخطية من شكل دالة شبه المنحرف أي من الشكل (2-8):

الشكل (2-8) : دالة الإنتماء الخطية -شكل دالة المنحرف-



يصبح في هذه الحالة $EI(\tilde{c}) = \left[E_1^c, E_2^c\right] = \left[\frac{1}{2}(c_1 + c_2), \frac{1}{2}(c_3 + c_4)\right]$ أما القيود في حالة دالة شبه المنحرف فتكون كما يلي:

$$\left[(1-\frac{\alpha}{2})E_1^{a_i} + \frac{\alpha}{2}E_2^{a_i}\right]x \leq \frac{\alpha}{2}E_1^{b_i} + (1-\frac{\alpha}{2})E_2^{b_i}, \quad i = 1,....,m, x \geq 0, \alpha \in [0,1]$$

$$\left[(1-\frac{\alpha}{2})E_2^{a_i} + \frac{\alpha}{2}E_1^{a_i}\right]x \leq \frac{\alpha}{2}E_2^{b_i} + (1-\frac{\alpha}{2})E_1^{b_i}, \quad i = 1,....,m, x \geq 0, \alpha \in [0,1]$$

حيث يعبر α عن مستوى الإمكانية المبهمة (Degree of faisability). حيث يعتبر هذا النموذج من أحدث نماذج البرمجة الخطية وأكثرها واقعية وتطبيقا حيث قام David Peidro et all(2010) بتطبيقه في مجال شبكات الإمداد وتحصل على نتائج ممتازة، وفي سنة 2011 قام Marbini et Tavana (2001) بتوسيع النموذج عن طريق إضافة قيد لدالة الهدف كما يلي:

$$\mu_{\tilde{G}_i}(z) = \begin{cases} 0, & z \leq \min\{Z^l{}_\alpha\} \\ \dfrac{z - \min\{Z^l{}_\alpha\}}{\max\{Z^u{}_\alpha\} - \min\{Z^l{}_\alpha\}}, & \max\{Z^u{}_\alpha\} \leq z \leq \min\{Z^l{}_\alpha\}, \\ 1, & z \geq \min\{Z^u{}_\alpha\} \end{cases}$$

حيث يتم الحصول على الحد الأدنى والحد الأعلى لدالة الهدف إنطلاقا من النموذج وفقا لقيم ومستويات الإمكانية المبهمة α.

من خلال عرضنا لهذا النموذج فإننا نلاحظ بأنه نموذج يمكن أن يفيدنا جدا في حل مشكلة التخطيط الإجمالي ذلك لأن هناك العديد من المعلمات سواء تلك المتعلقة بالطلب والتكاليف الإنتاج وإنتاجية العمال وتكاليف التخزين ، كل هذه المعلمات يصعب تقديرها بدقة أو الحصول على جميع المعلومات المتعلقة بالتكاليف الداخلة فيها الأمر الذي يجعل من نموذج Jiminez et all (2007) ونموذج David Peidro et all(2010) نموذجا مثاليا يمكن من خلاله التعبير بدقة عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسات.

III-أهم نماذج التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال البرمجة الخطية المبهمة :

يعد العمل العلمي الكبير الذي قام به الباحثين Belman and Zadeh(1970) والذي وضحا فيه كيف يمكن أن تساهم نظرية المجموعات المبهمة في علوم اتخاذ القرار ، بادر العديد من الباحثين العلميين في هذا المجال إلى تطوير نماذج رياضية يتمكن المسيرين على إثرها اتخاذ قرارات في بيئة غير مؤكدة ومن بين هؤلاء الباحثين نذكر الباحث Zimmerman(1976,1978) والباحث Chanas(1983) وغيرهم من الباحثين الذين طوروا أساليب في البرمجة الرياضية يتم على إثرها حل مشاكل اتخاذ القرار في محيط مبهم، ومن بين مشاكل التسيير المعقدة والتي استفادت من نظرية المجموعات المبهمة في حلها مشكلة الــتخطيط الإجمالي للإنتاج بسبب كثرة المعلمات وصعوبة تقديرها وفي بعض الأحيان حتى الحصول عليها الأمر الذي يجعل منها معلمات غير مؤكدة أو مبهمة وهذا ما أدى بالباحثين إلى التفكير في كيفية نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال البرمجة الخطية المبهمة ومن بين أهم الأعمال العلمية التي قدم فيها الباحثون نموذجا لحل مشكلة الــAPP واستعمل فيه نموذج البرمجة الخطية المبهمة نذكر:

- ∞ نموذج Lee,Y,Y(1993) .
- ∞ نموذج Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (2000)

III-1-أعمـــال Lee,Y,Y(1990) :

في سنة 1990 قدم الباحث Lee,Y,Y(1993) عمله العلمي في إحدى المجلات العلمية والمتمثل في إقتراح لحل مشكلة الــAPP عن طريق نموذج برمجة خطية مبهمة استعمل فيه طريقة Chanas(1983) في حله حيث اعتبر الباحث أن مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج هي مشكلة تتميز بدالة هدف مبهمة ، حجم عمالة أقصى مبهم ، طلب مبهم حيث كان النموذج المقترح من طرف هذا الباحث وفق صيغته المبهمة كما يلي:

$$\mathrm{Min}\,\tilde{Z} = \sum_{t=1}^{T}\left[C_{pt}(P_{rt}+P_{ot}) + C_{rt}W_t + C_{ot}(K\ P_{ot}) + C_{it}I_t + C_{bt}B_t + C_{ht}H_t + C_{lt}L_t\right]$$

Subject to :

$$W_t \le \tilde{W}_{t\ max} \quad \ldots\ldots 1$$

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \quad \ldots\ldots 2$$

$$K\ P_{rt} \le \delta\, W_t \quad \ldots\ldots 3$$

$$K\ P_{ot} \le \beta_t \delta\, W_t \quad \ldots\ldots 4$$

$$P_{rt} + P_{ot} + I_{t-1} \Diamond F_{t\ min} \quad \ldots\ldots 5$$

$$I_t - B_t = I_{t-1} - B_{t-1} + P_{rt} + P_{ot} - \tilde{F}_t \quad \ldots\ldots 6$$

$$P_{rt},\ P_{ot},\ W_t,\ I_t,\ H_t,\ L_t \Diamond 0 \quad \ldots\ldots 7$$

حيث :

∞ **معلمات النموذج :**

C_{pt} : تكلفة الإنتاج بإستثناء تكاليف اليد العاملة .

C_{0t} : تكلفة الإنتاج لوحدة واحدة في الوقت الإضافي خلال الفترة t .

C_{rt} : تكلفة اليد العاملة خلال الفترة t .

C_{it} : تكلفة الإحتفاظ بالمخزون خلال الفترة t .

C_{ht} : تكلفة تعيين عامل خلال الفترة t .

C_{lt} : تكلفة تسريح عامل خلال الفترة t .

C_{bt} : تكلفة الإنقطاع عن المخزون بالنسبة لكل وحدة خلال الفترة t .

K : معامل يعبر عن نسبة الوقت الإضافي المتاح من الوقت العادي.

δ : عدد الوحدات المنتجة خلال الوقت العادي من طرف عامل واحدة خلال وحدة زمنية .

β_t : نسبة الوقت الإضافي من الوقت العادي المتاح.

T : أفق التخطيط.

I_0 :عدد الوحدات المخزنة في بداية فترة التخطيط t .

W_0 :عدد العمال المحتفظ بهم في بداية الفترة t .

B_0 : عدد وحدات العجز خلال الفترة المبدئية.

$\tilde{W}_{t\,max}$: عدد العمال الأقصى والذي لا يجب أن تتجاوزه المؤسسة.

$\tilde{F}_t$: حجم الطلب المتنبأ به خلال الفترة t .

$F_{t\,min}$: حجم الطلب الأدنى الواجب الاحتفاظ به خلال الفترة t .

∞ **متغيرات النموذج :**

P_{rt} : عدد الوحدات المنتجة خلال الوقت العادي خلال الفترة t .

P_{0t} : عدد الوحدات المنتجة خلال الوقت الإضافي خلال الفترة t .

W_t : عدد العمال خلال الفترة t .

I_t : عدد الوحدات المخزنة خلال الفترة t .

B_t : عدد الوحدات العجز أي الإنقطاع عن المخزون.

H_t : عدد العمال الذين يجب تعيينهم خلال الفترة t .

L_t : عدد العمال الواجب تسريحهم خلال الفترة t .

يعبر الرمز ~ بالنسبة للمعلمات $\tilde{W}_{t\,max}$ ، $\tilde{F}_t$ ، $Min\tilde{Z}$ عن الطبيعة المبهمة والغير مؤكدة .

فمن خلال هذا النموذج أراد Lee,Y,Y(1993) أن يبحث عن نموذج مكافئ لنموذجه وأستعمل في ذلك طريق Chanas(1983) وهذا عن طريق مايعرف بالبرمجة الخطية المبهمة التفاعلية ومن أجل شرح النموذج سوف نأخذ التطبيق العددي الذي إستعمله Lee,Y,Y(1993) :

- هناك 6 فترات تخطيطية.
- المعطيات المتعلقة بالحد الطلب والحد الأدنى للطلب مبينة في الجدول رقم(2-7)

جدول (2-7) : معلومات المتعلقة باليد العاملة والطلب

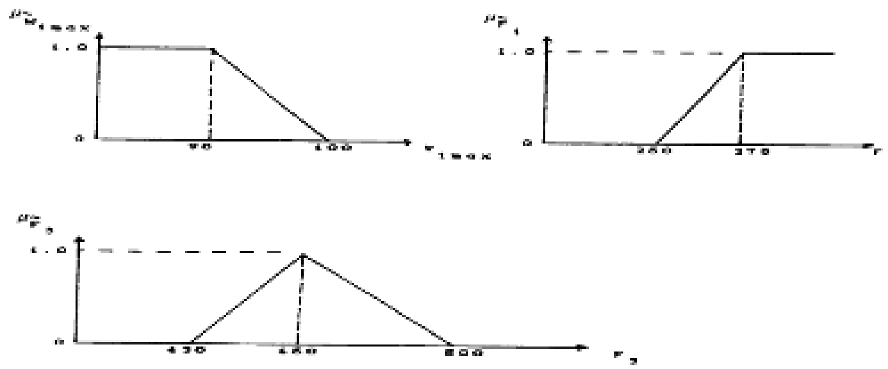
$W_{t\,max}$	$F_{t\,min}$	$\widetilde{F}_t$
90	250	275
100	285	330
120	430	450
120	260	300
120	300	300
120	270	270

المصدر : Lee,Y,Y(1993) « A Fuzzy linear programming approach to aggregate production planning, Journal of the chinese institute of industrial engineers, 10(1) :25-32

- دوال الإنتماء الخطية المتعلقة بالطلب المبهم بالنسبة لكل فترة هي : (275 ، 25 ، 275 ، 0) ، (330 ، 45، 330، 0) ، (450، 20، 450، 50) ، (300، 40 ، 300، 20) ، (300، 0، 300، 50)، (270، 0، 270، 70).
- تكلفة الإنتاج باستثناء اليد العاملة 20$ بالنسبة لكل وحدة ،
- معدل الوقت الإضافي المتاح هو 30% كحد أقصى علما أن الإنتاج في الوقت الإضافي يكلف 15$ لكل ساعة.
- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون هي 2$ للوحدة كما تتطلب كل وحدة منتجة 3 ساعات في حين أن عدد ساعات العمل اليومية بالنسبة لكل عامل هي 8 ساعات يومية ، أما تكاليف الإنقطاع عن المخزون فتقدر بـــ 3$ لكل وحدة.
- القيمة المبدئية لعدد العمال في فترة التخطيط هي 100 عامل اما القيم المبهمة للحد الأقى في تتبع دوال إنتماء لها القيم الأتية : (90، 0، 90، 10) ، (100، 0، 100، 15) بالنسبة للفترة الأولى والثانية أما الفترات الثلاث المتبقية المتبقية فلها دوال الإنتماء (120، 0، 120، 30).
- التكاليف المتعلقة تكلفة العامل، تسريح عامل و تعيين عامل هي على الترتيب ، 64$ ، 30$ و 40$ على الترتيب.

أما أشكال دوال الإنتماء المستخدمة في النموذج أعلاه كما يلي :

دوال الإنتماء المستخدمة في حل نموذج الــAPP



المصدر : Lee,Y,Y(1993) « A Fuzzy linear programming approach to aggregate production planning, Journal of the chinese institute of industrial engineers, 10(1) :25-32

وعليه فإنه يجب تحويل القيود المبهمة إلى قيود Chanas فبالنسبة لدالة الانتماء المتعلقة بحجم العمالة القصوى والتي يمكن التعبير عن صيغتها الرياضية التحليلية:

$$\mu_{\tilde{W}\max} = \begin{cases} 1, & \text{if } W_1 \leq 90 \\ 1 - \dfrac{W_1 - 90}{10}, & \text{if } 90 \leq W_1 \leq 100. \\ 0, & \text{if } W_1 \geq 100. \end{cases}$$

وعليه فإن الباحث LeeY,Y قام بتحويل القيود المبهمة إلى قيود Chanas(1983) المكافئة والتي سبق أن تم شرحها نظريا وفي هذا القيد يمكن تحويله مع إعتبار درجة السماح r فبالنسبة لدالة الإنتماء الخطية أعلاه يمكن أن تحول إلى قيد مكافئ كما يلي:

$$W_1 \leq 90 + 10r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 8$$

فهذا يعني بــأن المقرر له درجة إنتماء عليا $\lambda = 1 - r$ أي $\lambda = 1$ فهذا يعني بأن مستوى العمالة يسا90 خلال الفترة الأولى و $\lambda = 0$ أي أن المقرر له درجة إنتماء تقدر بــ0 وبنفس الطريقة يمكننا أن نحول القيود المتعلقة بالعمالة أي القيود رقم 1 كما يلي:

$$W_2 \leq 100 + 15r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 9$$

$$W_3 \leq 120 + 30r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 10$$

$$W_4 \leq 120 + 30r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 11$$

$$W_5 \leq 120 + 30r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 12$$

$$W_6 \leq 120 + 30r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 13$$

أما الطلب أي القيود رقم 6 فيمكن أن تحول إلى قيود Chanas كما يلي:

$I_0 + B_1 - I_1 - B_0 + P_{r1} + P_{01} + x_1 = 275$................15

$x_1 \le 25r$..16

$I_1 + B_2 - I_2 - B_1 + P_{r2} + P_{02} + x_2 = 330$................17

$x_2 \le 45r$..18

$I_2 + B_3 - I_3 - B_2 + P_{r3} + P_{03} + x_3 = 450 + 50r$......19

$x_3 \le 70r$..20

$I_3 + B_4 - I_4 - B_3 + P_{r4} + P_{04} + x_4 = 300 + 20r$......21

$x_4 \le 60r$..22

$I_4 + B_5 - I_5 - B_4 + P_{r5} + P_{05} + x_5 = 300 + 50r$......23

$x_5 \le 50r$..24

$I_5 + B_6 - I_6 - B_5 + P_{r6} + P_{06} + x_6 = 270 + 70r$.....25

$x_6 \le 70r$..26

وبإضافة القيود من 8 إلى 26 إلى النموذج السابق والمقترح من طرف Lee,Y,Y باستثناء القيود 1 و 6 بسبب أنها حولت إلى قيود مكافئة وباستعمال البرنامج Matlabe مع تحديد 0 كقيمة مبدئية لدرجة السماح r تحص الباحث على النتائج الآتية :

الجدول رقم (2-8) يوضح قيم دالة الهدف المرافقة لدرجة السماح r

r value	Z value	r value	Z value
1.0	81915	0.5	?6482
0.9	82809	0.4	?7419
0.8	83717	0.3	88360
0.7	84625	0.2	89311
0.6	85545	0.1	90262
		0.0	91213

نلاحظ من خلال الجدول (2-8) بأنه كلما كانت درجة السماح منخفضة أي درجة الإنتماء عالة كلما كانت قيمة دالة الهدف مرتفعة ذلك لأن معدل إنتماء كبير معناه زيادة في قيمة الطلب المتوقع وهذا مايؤدي إلى زيادة في كمية الموارد المستخدمة الأمر الذي يؤدي إلى مضاعفة التكاليف وهذا ما يفسر العلاقة العكسية بين دالة الهدف ودرجة السماح r.

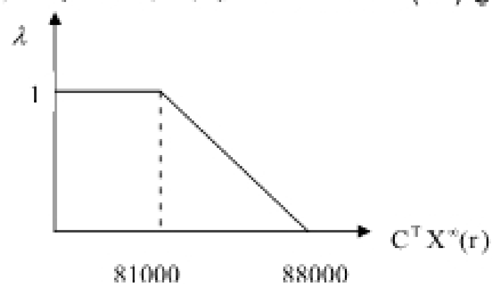
أما الجدول (2-9) فإنه يبين مختلف الخطط الإنتاجية المتحصل عليها من طرف النموذج أعلاه والمتعلق بـــحل مشكـــلة التخطيط الإجمالي للإنتاج .

الجدول رقم (2-9) يوضح قيم دالة الهدف المرافقة لدرجة السماح r

r	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0
Pr1	267	284	261	259	266	253	251	248	245	243	240
Pr2	307	303	299	296	291	287	283	279	275	271	267
Pr3	307	303	299	295	292	295	298	302	308	314	320
Pr4	280	283	286	289	292	295	298	302	308	314	320
Pr5	280	283	286	389	292	295	298	300	300	300	300
Pr6	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
Po1	0	0	0	0	4	8	14	20	25	30	35
Po2	0	12	31	50	63	67	72	75	76	77	77
Po3	85	91	90	88	88	89	89	91	92	94	96
Po4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Po5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Po6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I1	17	12	6	1	0	0	0	0	0	0	0
I2	38	37	42	47	50	47	43	37	30	22	14
I3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I4	20	17	14	11	8	5	2	0	0	0	0
I5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W1	100	99	98	97	96	95	94	83	92	91	90
W2	115	114	112	111	109	108	106	105	103	102	100
W3	115	114	112	111	110	111	112	113	116	118	120
W4	105	106	107	108	110	111	112	113	116	118	120
W5	105	106	107	108	110	111	112	113	113	113	112
W6	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10
H3	0	0	0	0	1	3	6	8	13	16	20
H4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L4	10	8	5	3	0	0	0	0	0	0	0
L5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	8
L6	4	6	6	7	9	10	11	12	12	12	11

من خلال الجدول (2-8) يتبن دالة الهدف محصورة في المجـال [81915, 91213] وعليه فإن متخذ القـرار عليه أن يختار مجال يقع ضمن هذا المجال حيث افترض الباحث Lee,Y,Y في بحثه بأن متخذ القرار إختار المجال [81000, 88000] وهو عبارة عن المجال الذي يعبر عن حدود دالة الإنتماء المستعملة والشكل البياني (2-9) يوضح ذلك :

الشكل البياني (2-9) : دال الانتماء الخطية بالنسبة لدالة الهدف $C^T X^*(r)$



أما الصيغة الرياضية التحليلية لدالة الانتماء الخطي أعلاه هي من الشكل :

$$\mu_G(X^*(r)) = \begin{cases} 1, & C^T X^*(r) \le 81000. \\ 1 - \dfrac{C^T X^*(r) - 81000}{88000 - 81000}, & 81000 \le C^T X^*(r) \le 88000 \\ 0, & C^T X^*(r) \lozenge 88000 \end{cases}$$

وعليه ووفق دالة الهدف أعلاه فإنه يمكن صياغة قيد دالة الهدف رياضيا كما يلي :

$$C^T X^*(r) \le 81000 + 7000\, r \text{........................}27$$

وعليه فإن النموذج الذي يقوم بتحديد الحل الأمثل لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج وهو الحل الذي يقوم بتعظيم درجة الإنتماء $\lambda = 1 - r$ أوتدنية معدل السماح r وعليه فإن نموذج الـAPP المقدم من طرف الباحث Lee,Y,Y كما يلي:

$$\begin{aligned} &\operatorname{Min} Z(C^T X^*(r)) = r \\ &\text{subject to :} \\ &\text{constraint } (1 - 27) \end{aligned}$$

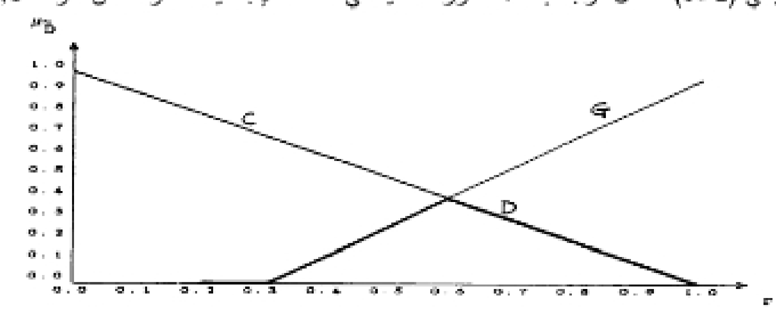
وبحل النموذج الرياضي أعلاه فإننا نتحصل على النتائج الموضحة في الجدول (2-10) كما يلي:

الجـــدول (2-10) : الحل الأمثل لمشكلة الـــAPP بالنسبة لأعمال Lee,Y,Y(1993)

r =	0.6211	Z =	85348
Production Level:			
P_{r1}	257	P_{o1}	3
P_{r2}	292	P_{o2}	62
P_{r3}	292	P_{o3}	87
P_{r4}	291	P_{o4}	0
P_{r5}	291	P_{o5}	0
P_{r6}	270	P_{o6}	0
Inventory Level:			
I_1	0	B_1	0
I_2	51	B_2	0
I_3	0	B_3	8
I_4	9	B_4	0
I_5	0	B_5	0
I_6	0	B_6	0
Work Force Level:			
W_1	96	L_1	4
W_2	109	L_2	0
W_3	109	L_3	0
W_4	109	L_4	0
W_5	109	L_5	0
W_6	101	L_6	8
H_1	0		
H_2	13		
H_3	0		
H_4	0		
H_5	0		
H_6	0		

إذن من خلال الجدول أعلاه يتبن لنا الحل الأمثل الذي توصل إليه الباحث Lee,Y,Y(1993) في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال البرمجة الخطية المبهمة في الحالة التي تكون فيها دالة الهدف مبهمة ، الطلب مبهم والحد الأقصى للعمالة مبهم حيث بين الجدول أعلاه بأن معدل السماح الأقصى والذي يحقق التوافق مابين القيود المبهمة ودالة الهدف هو 0,62 أي 62% وهذا يعني أن درجة أنتماء المقرر بالنسبة لهذا المخطط هي 48%، والشكل البياني (2-10) يوضح ذلك :

الشكل البياني (2-10): معدل درجة إنتماء المقرر المثالية في الخطة الإجمالية المقترحة من طرف Lee,Y,Y



III-2- أعمال Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (2000) :

قدم الباحثون Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (2000) نموذجا لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية باستعمال البرمجة الخطية المبهمة حيث اعتبر الباحثون أن دالة الهدف مبهمة ، ومعلمة التكاليف المتعلقة بالتعاقد الخارجي مبهمة وذلك نظرا لصعوبة تقدير هذه المعلمة بفضل تفاعل قوى السوق المتعلقة بتكاليف الإنتاج وتكاليف المواد الأولية ، هذا وبالإضافة إلى أن الباحثين اعتبروا أن الطلب على المنتجات يصعب تقديره بدقة فهو إذا غير مؤكد أي مبهم وعليه فإن مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية يمكن صياغتها رياضيا كما يلي وفق الباحثين Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (2000) كما يلي:

$$\text{Min}\,\tilde{Z} = \sum_{t=1}^{T}\left(c_w W_t + c_h H_t + c_l L_t + \tilde{c}_{st} S_t + c_i I_t + c_o O_t\right) \ldots\ldots\ldots 1$$

ST :

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \ldots\ldots\ldots 2$$

$$I_{t-1} + \delta W_t + O_t + S_t - I_t \cong \tilde{D}_t \ldots\ldots\ldots 3$$

$$O_t \leq k\delta W_t \ldots\ldots\ldots 4$$

$$W_t, H_t, L_t, I_t, S_t, O_t \lozenge 0 \quad t = 1,2,\ldots\ldots, T \ldots\ldots\ldots 5$$

حيث :

W_t : عدد العمال خلال الفترة t .

H_t : عدد العمال الذين يجب تعيينهم خلال الفترة t .

L_t : عدد العمال الواجب تسريحهم خلال الفترة t .

I_t : عدد الوحدات المخزنة خلال الفترة t .

S_t : عدد الوحدات المنتجة من خلال التعاقد الخارجي.

O_t : عدد الوحدات المنتجة باستعمال الوقت الإضافي.

c_w : تكلفة اليد العاملة لإنتاج وحدة واحدة .

c_h : تكلفة تعيين عامل خلال الفترة t .

c_l : تكلفة تسريح عامل خلال الفترة t .

c_i : تكلفة تخزين وحدة واحدة خلال الفترة t .

$\tilde{c}_{St}$: تكلفة إنتاج وحدة واحدة من خلال التعاقد الخارجي خلال الفترة t .

c_o : تكلفة إنتاج وحدة واحدة خلال الوقت الإضافي.

δ : عدد الوحدات المنتجة من طرف كل عامل خلال الوقت العادي.

k : معامل يعبر عن نسبة الوقت الإضافي المتاح من الوقت العادي.

$\tilde{D}_t$: الطلب المتوقع خلال الفترة t.

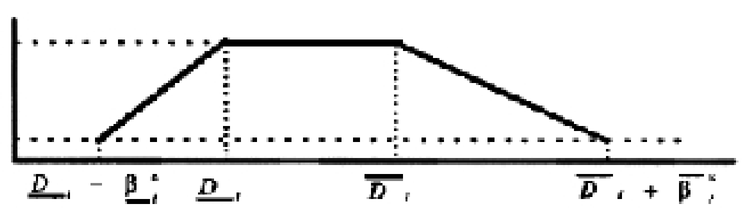
يعبر الرمز ~ بالنسبة للمعلمات $\tilde{D}$ ، $\tilde{c}_{St}$ ، $Min\tilde{Z}$ عن الطبيعة المبهمة والغير مؤكدة .

حيث أراد الباحثين من خلال دالة الهدف تدنية تكلفة اليد العاملة، تكلفة تسريح وتعين العمال وتكلفة التعاقد الخارجي بالإضافة إلى تكلفة الوقت الإضافي وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون وهذا عند أربعة قيود حيث يعبر القيد 1 عن حجم العمالة المستعمل خلال كل فترة، في حين يعبر القيد الثاني عن قيد الطلب أي تحديد حجم الطاقة الإنتاجية والتخزينية وحجم التعاقد الخارجي الواجب توفيره خلال كل فترة بهدف مواجهة الطلب المتوقع ، اما القيد الرابع فيعبر عن قيود الوقت الإضافي الواجب توفيره خلال كل فترة والذي يجب أن لا يتجاوز نسبة من وقت العمل العادي أما القيد الرابع فيعبر عن قيود عدم السلبية.

إعتبر الباحثين من خلال نموذجهما أن معلمات الطلب $\tilde{D}$ يصعب تحديدها بدقة وبالتالي فيمكن إعتبارها مبهمة كما أن تكلفة التعاقد الخارجي $\tilde{c}_{St}$ ، يصعب تحديدها بدقة نظرا للتقلبات السوقية كما أن دالة الهدف $Min\tilde{Z}$ يمكن اعتبارها مبهمة بسبب التغيرات الإجمالية التي يمكن أن تحدث في أسعار عوامل الإنتاج والمواد الأولية في السوق ومن أجل حل النموذج الرياضي أعلاه استعمل الباحثين طريقة البرمجة الخطية المبهمة التفاعلية (Interactive Fuzzy Linear Programming) حيث إستعمالا طريقة Rommelfanger(1991) وهذا وفق 6 مراحل يمكن تلخيصها كما يلي :

- **المرحلة الأولى** : صياغة النموذج الرياضي صياغة رياضية مبهمة وهذا كما هو مبين أعلاه.
- **المرحلة الثانية** : تحديد دوال شكل دوال الإنتماء المبهمة والمعطيات بالنسبة للمعلمات المبهمة . وقد كان شكل دوال الإنتماء المستعملة من طرف الباحثين كما يلي:

الشكل (2-11) : دالة الإنتماء المتعلقة بالطلب المبهم المستعملة من طرف الباحثين



المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang, « aggregate production planning in a fuzzy environment », international journal of industrial engineering, 7(1),PP 5-14, (2000)

حيث :

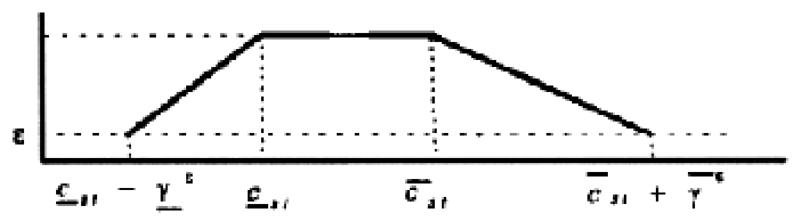
$\underline{\beta}_t^{\varepsilon}$: درجة السماح الدنيا بالنسبة لمعلمة الطلب المتوقع و المقترحة من طرف المقرر

$\overline{\beta}_t^{\varepsilon}$: درجة السماح العليا بالنسبة لمعلمة الطلب المتوقع و المقترحة من طرف المقرر

ويتم تحديد حدود الطلب المتوقع وشكل دالة الإنتماء ودرجة السماح من طرف متخذ القرار.

أما دالة الإنتماء المتعلقة بمعلمة التعاقد الخارجي $\widetilde{c}_{St}$ فكانت كما يلي :

الشكل (2-12) : دالة الإنتماء المتعلقة بمعلمة التعاقد الخارجي $\widetilde{c}_{St}$



المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (op cité)

حيث :

$\underline{\gamma}^{\varepsilon}$: درجة السماح الدنيا بالنسبة لمعلمة تكلفة إنتاج التعاقد الخارجي المتوقعة و المقترحة من طرف المقرر

$\overline{\gamma}^{\varepsilon}$: درجة السماح العليا بالنسبة لمعلمة تكلفة إنتاج التعاقد الخارجي المتوقعة و المقترحة من طرف المقرر

ε : هي عبارة عن عتبة الهدف والقيود وهي قيمة تحدد من طرف المقرر تشير إلى كمية المعلومات المتوفرة عن الهدف فكلما كانت صغيرة كلما دل ذلك على صعوبة الحصول على المعلومات المتعلقة بالهدف.

- **المرحلة الثالثة** : تحديد العلاقة الرياضية بين القيود المبهمة ودوال الإنتماء المبهمة ويمكن تحويل العلاقة 3 أي القيود إلى صيغة رياضية أو قيود مكافئة مبهمة كما يلي :

$$I_{t-1} + \delta W_t + O_t + S_t - I_t = \sum_j a_{ij} x_j = A_t(x) \widetilde{\leq}_R \widetilde{D}_t \quad \forall t \qquad ....(6)$$

$$I_t - I_{t-1} + \delta W_t - O_t - S_t = -\sum_j a_{ij} x_j = -A_t(x) \widetilde{\leq}_R \widetilde{D}_t \quad \forall t \qquad ...(7)$$

لقد أثبث Ramik and Rimanek(1985) بأنه عندما تتحقق العلاقة رقم (6) و رقم (7) فهذا يعني رياضيا أن :

$$A_t(x) \widetilde{\leq}_R \widetilde{D}_t \quad \begin{cases} A_t(x) \leq \widetilde{D}_t + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} ....(8a) \\ \operatorname{Max} \mu_{D_t}(A_t(x)) ....(8b) \end{cases}$$

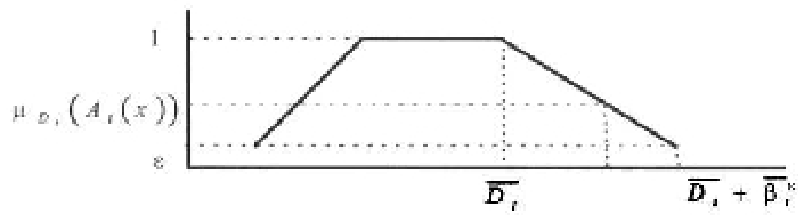
حيث :

$$-A_t(x) \widetilde{\leq}_R -\widetilde{D}_t \quad \begin{cases} A_t(x) \leq -\widetilde{D}_t + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} ....(9a) \\ \operatorname{Max} \mu_{D_t}(-A_t(x)) ....(9a) \end{cases}$$

تشمل الصياغة أعلاه على العلاقة المتشائمة (pessimistic) (8a) و (9a) بالإضافة إلى الهدف المبهم (8b) و (9b) وعليه فإنه يمكن صياغة دالة الإنتماء μ_{D_t} بالنسبة للطلب المبهم من خلال الشكل (2-13) كما يلي:

$$\mu_{D_t}(A_t(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad A_t(x) < \overline{D}_t \\ 1 - \dfrac{A_t(x) - \overline{D}_t}{\overline{\beta}_t^{\varepsilon} /(1-\varepsilon)} & \text{if} \quad \overline{D}_t \le A_t(x) \le \overline{D}_t + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} \\ 0 & \text{if} \quad A_t(x) > \overline{D}_t + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} \end{cases} \qquad (10)$$

الشكل (2-13) : دالة الإنتماء الجديدة بالنسبة للقيود المكافئة الجديدة

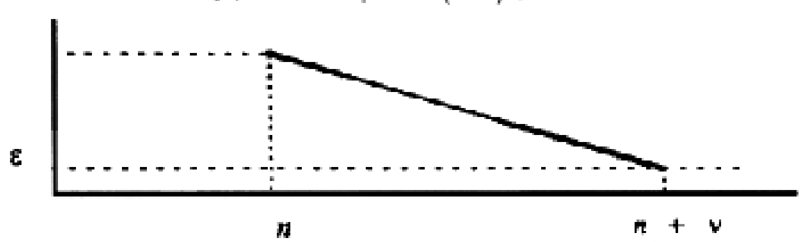


المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (op cité)

∞ **المرحلة الرابعة** : تحديد العلاقة الرياضية لدالة الإنتماء الخطية لدالة الهدف إذ لتحديد مجموعة الحلول المقنعة (satsfactory solution) فلقد إستعمل الباحثين طريقة Slowinski(1986) وهذا من أجل تحديد العلاقة الرياضية التي تشمل مجموعة الحلول المقنعة وهذا بناء على درجة إنتماء المقرر.

فإذا إعتبرنا أن المقرر أراد تحقيق مستوى للهدف وقدره $\tilde{N} = (n, n, 0, v^{\varepsilon})^{\varepsilon}$ فإن دالة الإنتماء المستخدمة من طرف Slowinski(1986) يمكن تمثيلها بيانيا كما يلي:

الشكل (2-14) : دالة الإنتماء المتعلقة بالهدف $\tilde{N}$



المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (op cité)

حيث:

$$\tilde{Z} \tilde{\le}_R \tilde{N}$$

ويمكن تحديد العلاقة الرياضية لدالة الإنتماء لدالة الهدف والتي تعبر عن مجموعة الحلول المقنعة كما يلي :

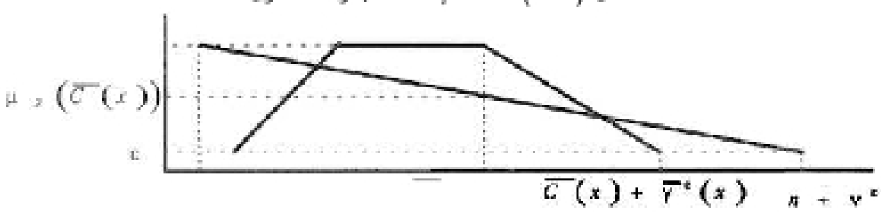
$$\begin{cases} \sum_{t=1}^{T}(c_w W_t + c_h H_t + c_l L_t + (\overline{c_{st}} + \overline{\gamma}_t^{\varepsilon}) S_t + c_i I_t + c_o O_t) = \overline{C}(x) + \overline{\gamma}_t^{\varepsilon}(x) \leq n + v^{\varepsilon} \\ \text{Max } \mu_Z(\overline{C}(x)) \end{cases}$$

حيث تعبر $\mu_Z(\overline{C}(x))$ هي عبارة عن دالة إنتماء صياغتها الرياضية كما يلي :

$$\mu_Z(\overline{C}(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad \overline{C}(x) < n \\ 1 - \dfrac{\overline{C}(x) - n}{v^{\varepsilon}/(1-\varepsilon)} & \text{if} \quad n \leq \overline{C}(x) \leq n + v^{\varepsilon} \\ 0 & \text{if} \quad \overline{C}(x) > n + v^{\varepsilon} \end{cases}$$

ويمكن التعبير عنها بيانيا كما يلي:

الشكل (15-2) : دالة الإنتماء لمجموعة الحلول المقنعة



المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (op cité)

ولكن يبقى المشكل في كيفية تحديد قيم n ومن اجل أي تحديد القيم العليا والسفلى لدالة الهدف ولحل هذا المشكل يمكن إستعمال طريقة Rommelfanger(1991) حيث يتم تحديد القيمة السفلى $\underline{Z}$ وهذا وفق الطريقة الأتية :

$$n = \underline{Z} = \overline{C}x^{**}$$

حيث تعبر x^{**} عن الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية الآتي:

$$\begin{aligned} &\text{Min} \quad \overline{C}x \\ &\text{ST} \\ &\quad A_t(x) \leq \overline{D}_t + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} \qquad \forall t \\ &- A_t(x) \leq -\underline{D}_t + \underline{\beta}_t^{\varepsilon} \qquad \forall t \\ &x \in X \end{aligned}$$

حيث X تعبر عن مجموعة القيود أما القيمة العليا فيتم تحديدها رياضيا كما يلي :

$$\overline{Z} = \text{Max}\left\{(\overline{C} + \overline{\gamma}^{\varepsilon})x^{*}, (\overline{C} + \overline{\gamma}^{\varepsilon})x^{**}\right\}$$

في حين يمكن تحديد قيم x^{*} وفق نموذج البرمجة الخطية الآتي :

$$
\begin{aligned}
&\text{Min} \quad (\overline{C} + \overline{\gamma}^{\varepsilon})x \\
&\text{ST} \\
&\quad A_t(x) \le \overline{D}_t \qquad \forall t \\
&- A_t(x) \le -\underline{D}_t \quad \forall t \\
&x \in X
\end{aligned}
$$

المرحلة الخامسة : نمذجة وحل لمشكل في شكل برمجة خطية وهذا عن طريق تعظيم دالة الهدف الآتية :

$$\lambda(x) = \min \left\{ \mu_z(\overline{C}(x)) \, , \, \mu_{D_t}(A_t(x)) \;\; \forall t \right\}$$

وعليه فإنه يمكن الحصول على الحل الأمثل النهائي عند حل البرنامج الخطي الآتي:

$$
\begin{aligned}
&\text{Max } \lambda \\
&\text{st} \\
&\lambda \le \mu_z(\overline{C}(x)) \\
&\lambda \le \mu_{D_t}(A_t(x)) \qquad \forall t \\
&\lambda \le \mu_{-D_t}(-A_t(x)) \qquad \forall t \\
&\overline{C}(x) + \overline{\gamma}^{\varepsilon}(x) \le n + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} \quad \forall t \qquad (17) \\
&A_t(x) \le \overline{D}_t + \overline{\beta}_t^{\varepsilon} \qquad \forall t \\
&- A_t(x) \le -\underline{D}_t + \underline{\beta}_t^{\varepsilon} \qquad \forall t \\
&\varepsilon \le \lambda \le 1 \\
&x \in X
\end{aligned}
$$

∞ **المرحلة السادسة** : تشغيل النموذج وتصحيحه والقيام بتحليل حساسيته ويمكن تلخيص خطوات هذه المرحلة من خلال المخطط البياني الآتي :

الشكل (2-16) : مخطط بياني يلخص خطوات الحل لنموذج Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (2000)

المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (op cité)

ومن أجل إختبار النموذج قدم الباحثين Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (2000)، دراسة تطبيقية لإحدى المؤسسات حيث كانت المعلومات كما يلي:

- هناك 6 فترات تخطيطية .
- عدد العمال في الفترة المبدئية 30 عامل ، حيث بلغت إنتاجية العامل 20 وحدة ، حيث بلغت تكلفة الإنتاج في الوقت العادي ، وتكلفة التعيين وتكلفة التسريح كما يلي \$1500 ، \$1000 ، \$1100 بالنسبة لكل عامل على الترتيب.
- لا يمكن أن يتجاوز الوقت الإضافي 10% من الوقت العادي في حين تبلغ تكلفة الوقت الإضافي \$82 بالنسبة لكل وحدة.
- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون تقدر بـــ 2,5 \$ بالنسبة لكل وحدة.

المرحلة الأولى : صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للمؤسسة في شكل نموذج برمجة خطية مبهمة

$$\text{Min} \sum_{t=1}^{6}\left(1500W_t + 1000H_t + 1100L_t + \tilde{c}_{st}S_t + 2{,}5I_t + 82O_t\right)$$

$$\begin{array}{ll}
\text{ST} & \\
W_t = W_{t-1} + H_t - L_t & \forall t \\
I_{t-1} + 20W_t + 0_t + S_t - I_t \cong \overline{D}_t & \forall t \\
O_t \leq 2W_t & \forall t \\
W_t, H_t, L_t, I_t, S_t, O_t \Diamond 0 & \forall t
\end{array}$$

المرحلة الثانية : وضع معطيات نموذج التخطيط الإجمالي المبهمة حيث تم تحديد قيمة عتبة الهدف والقيود ε بـــ 0,1 في حين بلغت معطيات دالة الإنتماء المبهمة بالنسبة للطلب خلال الـــ6 الفترات القادمة كما يلي $(790, 800, 50, 50)^{0,1}$، $(580, 590, 50, 50)^{0,1}$، $(770, 780, 50, 60)^{0,1}$، $(810, 810, 60, 50)^{0,1}$ $(620, 630, 50, 50)^{0,1}$، $(780, 780, 50, 50)^{0,1}$ في حين بلغت معطيات تكلفة الإنتاج للتعاقد الخارجي كما يلي $(84, 84, 3,3)^{0,1}$.

المرحلة الثالثة: تحديد علاقة دوال الإنتماء بالنسبة للقيود المبهمة وهذا من خلال العلاقة (8a) و (9a)

$$20W_t + O_t + S_t - I_t \leq 850$$
$$-20W_t - O_t - S_t + I_t \leq -740$$

في حين يمكن كتابة دوا الإنتماء وفق العلاقة (8b) و (9b)

$$\mu_{D_1} = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad 20W_1 + O_1 + S_1 - I_1 < 800 \\ 1 - \dfrac{\left(20W_1 + O_1 + S_1 - I_1\right) - 800}{50/0.9} & \text{if} \quad 800 \leq 20W_1 + O_1 + S_1 - I_1 \leq 850 \\ 0 & \text{if} \quad 20W_1 + O_1 + S_1 - I_1 > 850 \end{cases}$$

$$\mu_{-D_1} = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad -20W_1 - O_1 - S_1 + I_1 < -790 \\ 1 - \dfrac{(-20W_1 - O_1 - S_1 + I_1) - (-790)}{50/0.9} & \text{if} \quad -790 \le -20W_1 - O_1 - S_1 + I_1 \le -740 \\ 0 & \text{if} \quad -20W_1 - O_1 - S_1 + I_1 > -740 \end{cases}$$

وبنفس الطريقة يتم الحصول على جميع دوال الإنتماء للطلب المبهم خلال الفترات التخطيطية المتبقية.

المرحلة الرابعة : من خلال العلاقة (15) و (16) والتي سبق شرحها يتم تحديد مستويات دالة الهدف كما يلي:
$n = \underline{Z} = 306750.00$ في حين $(n + v^{0,1}) = 332881.30$ وعليه يمكن صياغة البرنامج الرياضي المتعلق بمجموعة الحلول المقنعة المعادلة (13a) كما يلي:

$$\sum_{t=1}^{6} 1500W_t + 1000H_t + 1100L_t + 87S_t + 2{,}5I_t + 82O_t \le 332881.30$$

وبالتالي فإنه يمكن صياغة دالة الإنتماء لدالة الهدف كما يلي :

$$\mu_Z = \begin{cases} 1 \quad \text{if} & \sum_{t=1}^{6} 1500W_t + 1000H_t + 1100L_t + 84S_t + 2.5I_t + 82O_t < 306750.00 \\ 1 - \dfrac{\sum_{t=1}^{6}(1500W_t + 1000H_t + 1100L_t + 84S_t + 2.5I_t + 82O_t) - 306750.00}{26131.3/0.9} & \\ \quad \text{if} & 306750.00 \le \sum_{t=1}^{6} 1500W_t + 1000H_t + 1100L_t + 84S_t + 2.5I_t + 82O_t \le 332881.30 \\ 0 \quad \text{if} & \sum_{t=1}^{6} 1500W_t + 1000H_t + 1100H_t + 84S_t + 2.5I_t + 82O_t > 332881.30 \end{cases}$$

المرحلة الخامسة : صياغة وحل مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نموذج برمجة خطية مكافئة لنموذج البرمجة الخطية المبهمة وهذا من خلال البرنامج الرياضي رقم (17) والجدول (2-11) يوضح خطة الإنتاج الإجمالية في المؤسسة مع مقارنته بنموذج للبرمجة الخطية المؤكدة.

جدول(2-11) : نتائج البرمجـــة الخطية المبهمة والمؤكدة للدراسة التطبيقية لـــ Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang

Model	FLP Model				LP Model			
Period	$\lambda = 0.55$ Z=319719.86				Z=334180.00			
	Work Force Level				Work Force Level			
	W	L	H	O	W	L	H	O
1	30.00	0.00	0.00	60.00	31.25	0.00	1.25	62.50
2	30.00	0.00	0.00	0.00	31.25	0.00	0.00	0.00
3	30.00	0.00	0.00	60.00	31.25	0.00	0.00	62.25
4	30.00	0.00	0.00	60.00	31.25	0.00	0.00	62.25
5	30.00	0.00	0.00	0.00	31.25	0.00	0.00	0.00
6	30.00	0.00	0.00	60.00	31.25	0.00	0.00	62.25
Period	Inventory Level		Subcontract Level		Inventory Level		Subcontract Level	
1	0.00		105.18		0.00		107.50	
2	44.82		0.00		40.00		0.00	
3	0.00		40.37		0.00		52.50	
4	0.00		120.22		0.00		117.50	
5	4.82		0.00		0.00		0.00	
6	0.00		90.37		0.00		92.50	

المصدر : Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang (op cité)

ومن أجل مقارنة نتائج الخطة الإجمالية باستخدام البرمجة الخطية المبهمة قاما الباحثين (2000) Reay-Chen Wang and Hsiao-Hua Fang بمقارنة نتائجهما مع نتائج خطة الإنتاج الإجمالية باستخدام البرمجة الخطية المبهمة حيث تبين بأن التكلفة الدنيا هي تكلفة الخطة الإجمالية باستعمال البرمجة الخطية المبهمة كما أنها تأخذ بعين الإعتبار ظروف عدم التأكد المحيطة بأرقام الطلب وأيضا ظروف عدم التأكد المحيطة بتكلفة إنتاج الوحدة عند اللجوء إلى التعاقد الخارجي ودالة الهدف ، كما بين الجدول (2-11)أن درجة انتماء المقرر تقدر بـــ 0,55 ولكن وبالرغم من ذلك فيمكن إنتقاد طريقة الباحثين من حيث درجة التعقيد والصعوبة التي يمكن أن يواجهها المقرر في إستخدام هذه الطريقة خاصة إذ أردنا تعميمها لتشمل العديد من المعلمات المبهمة لمشكلة التخطيط الإجمالي مثل تكاليف تسريح وتعيين العمال، تكاليف الإنتاج،...، .

خلاصـــــــة:

يهدف التخطيط الإجمالي للإنتاج إلى تحديد أفضل مستوى للإنتاج و العمالة و المخزون لكل فترة زمنية على مدار الفترة التخطيطية ، وذلك عن طريق دراسة مختلف البدائل الممكنة لمواجهة التقلب في الطلب و إختيار البديل الذي يقلل تكاليف الإنتاج الإجمالية ، خاصة اذا علمنا أن هناك عدد كبير من البدائل حيث ترتبط بكل بديل تكلفة معينة الأمر الذي يجعل عملية إختيار البديل الأمثل نوعا ما معقدة .

لقد أشرنا فيما سبق لبعض الطرق الإجتهادية والتي يمكن من خلالها حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج حيث لا تتطلب مهارة عالية لكن يعاب عليها عدم قدرتها في تحديد البديل الأمثل الذي يقوم بتدنية التكاليف ، وهذا ما أدى بالباحثين إلى تطوير أساليب رياضية من أهمها النماذج التي تعتمد على أسلوب البرمجة الخطية المؤكدة، والتي تمكن المقرر من الوصول إلى خطة إنتاج إجمالية مثلى وهذا الإستعانة ببرامج الإعلام الآلي ،كما القيام في هذه النماذج بتحليل الحساسية للحل الأمثل، من أجل معرفة أثر تغير معلمات النموذج على الحل الأمثل ،ولكن يعاب عليها أنها تشترط المعرفة المؤكدة لجميع المعلمات وهذا الأمر قد لا يعتبر واقعيا في الكثير من مسائل التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسات ، فمثلا من الصعب جدا التحديد بدقة قيمة الطلب المتوقع وأيضا تكلفة الإنتاج التي قد تتغير كثيرا بسبب تغيرات الطلب على المواد الأولية ، كما أنه من الصعب وضع رقم ثابت للتعبير عن مردودية العمال نضرا لعدة أسباب كالغيابات ، العامل النفسي...، كما أنه توجد العديد من المعطيات التي يصعب تقديرها وجمع معلومات دقيقة حولها ، لذا وفي ضل هذه الظروف فإن إعتماد المقرر على نماذج البرمجة الخطية المؤكدة في حل مشكلة الـــ**APP** قد يؤدي به إلى إتخاذ قرارت خاطئة قد يصعب الرجوع فيها.

تعتبر نماذج البرمجة الخطية المبهمة أحد النماذج الحديثة والتي تم استحداثها من طرف الباحثين من أجل حل المشاكل القرارية والتي يصعب التحديد فيها بدقة قيمة المعلمات ، الأمر الذي ينطبق كثيرا على مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج لذا قمنا في هذا الفصل بالتطرق لأهم نماذج التخطيط الإجمالي باستعمال البرمجة التخطيط المبهمة ليتم التطرق فيما بعد إلى أسلوب البرمجة الخطية المبهمة وأهم الطرق الحديثة والتي يمكن من خلالها حل نموذج البرمجة الخطية المبهمة في العديد من الحالات ، ليتم في الأخير إستعراض بعض أهم الأعمال التي إستعمل فيها نموذج البرمجة الخطية المبهمة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، ولكن وبالرغم من فعالية نماذج البرمجة الخطية المبهمة إلا أن إعتمادها على هدف واحد في حد ذاته أمرا لا يعبر عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في ، كون أن المقرر في الكثير من الأحيان يسعى إلى تحديد خطة إنتاج يأخذ بعين الإعتبار فيها عدة أهداف كتدنية التكاليف، تدنية مقدار التغيير في العمالة ، تلبية الطلبات...، الأمر الدي يمكن تأخذه بعين الإعتبار نماذج البرمجة الخطية المبهمة ، لدى سنتطرق في الفصل الثالث إلى كيفية حل مشكلة التخطيط الإجمالي في الحالة التي يأخذ فيها المقرر بعين الإعتبار العديد من الأهداف.

الفصل الثالث:

التخطيط الإجمالي للإنتاج والبرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة

مقـــــدمة:

تهدف نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي إلى تحديد خطة إنتاج مثالية تقوم بتدنية مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية، والتي تعبر عن تكاليف التخزين، تكاليف تعيين و تسريح العمال، و تكاليف الوقت العادي و الوقت الإضافي و كذا تكاليف الشراء من مصادر خارجية، وهذا تحت قيود معينة تسمى بقيود التخطيط الإجمالي للإنتاج، إذ تمكن الباحثون من خلال هذه النماذج التوصل إلى حلول مثلى وهذا في إطار فرضيتين أساسيتين فالأولى تشير إلى أن للمقرر هدف واحد فقط وهو تدنية مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية، أما الثانية فتعني أن الهدف المنشود تحقيقه من طرف المقرر واضح ومعلوم بدقة. وبالرغم من فعالية هذه النماذج إلا أنها في كثير من الأحيان لا تعبر عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة ذلك لأنها لا تأخذ بعين الاعتبار إلا هدفا واحدا خلال فترة التخطيط المعتبرة، وهذا ما يتنافى مع العديد من الحالات التطبيقية فمتخذ القرار في المؤسسة يمكن أن تكون له عدة أهداف كتدنية تكاليف الإنتاج، تدنية تكاليف التخزين، تلبية الطلبيات، تدنية التغير في العمالة ،.... الأمر الذي يجعل مشكلة التخطيط الإجمالي باستعمال البرمجة الخطية ذات الهدف الواحد أمرا غيرا ممكن ، وهذا ما أدى بالباحثين إلى التفكير في نماذج رياضية أخرى يمكن من خلالها الأخذ بعين الإعتبار عدة أهداف ، وقد تم ذلك فعلا عن طريق إستعمال نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف والتي يمكن من خلالها حل مشكلة الـــAPP باستعمال عدة أهداف مؤكدة ثم تطورت هذه النماذج الرياضية لتشمل حتى الحالات التي يصعب فيها تحديد هذه الأهداف بدقة وبصورة مؤكـــدة وهذا في إطار ما يعرف بنماذج البرمجـــة الرياضية المتعددة الأهداف المبهـــمة .

في هذا الفصل سنتطرق إلى الصيغ الرئيسية لنموذج البرمجة بالأهداف، ثم نتطرق فيما بعد للصيغ التوسعية لنموذج البرمجة بالأهداف ليتم التطرق بالتفصيل لأهم وأحدث نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف، المبهمة وأخيرا سنتطرق لأحد أهم الأعمال التي تم فيها استعمال نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة في حل مشكلة APP.

I- لمــحة عن نموذج البرمجة بالأهداف Goal programming Model :

يعتبر نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف أحد النماذج الأكثر استعمالا وواقعية في مجال اتخاذ القرار، إذ يندرج ضمن ما يعرف بالطرق المتعددة المعايير لاتخاذ القرار (l'aide multicritère à la decision) ، والذي يعرفه JP Branset et Marshal(2001)- بأنه ذلك الأسلوب الذي يساعد على اتخاذ قرار باختيار بديل ضمن عدة بدائل في ضل وجود عدة معايير تميز كل بديل عن الآخر ، إذ يمكن أن تكون هذه المعايير إما كمية أو نوعية أو مزيج بينهما. لقد تم تطوير هذه الطرق بشكل كبير من طرف عدة باحثين إذ تم استحداث العديد من الطرق نذكر من بينها : طرق ELECTRE لــ(1968 , 1970)Roy, B ، وطرق PROMETHEE لــ Brans and Mareshale (1995,2002,2005), و Brans,Mareshaland Vincke(1984) وبالرغم من وجود هذه الطرق، تبقى نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف أحد أهم هذه الطرق وأكثرها استخداما إذ يعود الفضل في اكتشافها إلى الباحثين الأمريكيين Charnes et al (1955) و Charnes and Cooper(1961) ، ثم بعد ذلك شهدت نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف العديد من التغيرات إذ من الصعب جدا حصر جميع الأعمال التي قام بها الباحثين في تطوير هذه النماذج ولكن يمكن أن نذكر أهم الباحثين والأعمال في هذا المجال ومن بينهم Charnes and Cooper(1977) ، Lee(1972) ، Kornbluth(1974) ، Lin (1980, 1993)، Romero(1985,1991,2004) ، Min and Stoberck(1991)، Tamiz et al (1995)، Hannan (1977, 1981-a,1981-b,1981-c,1985)، Martel et Aouni(1990) ، Ignizio(1976,1982-a,1982-b,1983) ، Inuiguichi and Kume(1991) ، Jones and Tamiz(1995) ....

يجب التنويه إلى أن هذه الأعمال تعبر عن عينة صغيرة من مجمل ما تم من أبحاث علمية حول نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف بالنظر إلى أهميتها وفعاليتها في حل مشاكل اتخاذ القرارات التي تواجه المنظمات الاقتصادية حيث شهدت العديد من التطبيقات ونذكر من بينها، التخطيط الإجمالي للإنتاج ، تخطيط الموارد البشرية ، مراقبة الجودة، تخطيط الاستثمارات ، تخطيط السياسات الاقتصادية الكلية، التسويق ، التوزيع والنقل، التخطيط الفلاحي ، تخطيط الطاقة، تخطيط الموارد المائية، تسيير المحافظ المالية، تخطيط وتسيير المخزون، قرار الموقع .....

قدم Jones and Tamiz(2002) جدولا خلال الفترة 1999 -2000 يوضح عدد الأعمال العلمية المرافقة ونسبتها المتعلقة بكل مجال تم التطبيق فيه نموذج برمجة الأهداف، والجدول (3-1) يوضح ذلك إذ تبين ما مدى أهمية وتوسع تطبيقات نموذج البرمجة بالأهداف ، كما بين الجدول بأن المجال الأكثر استخداما في مجال الإدارة هو تخطيط الإنتاج وهذا نظرا لما له من أهمية داخل المؤسسات الصناعية.

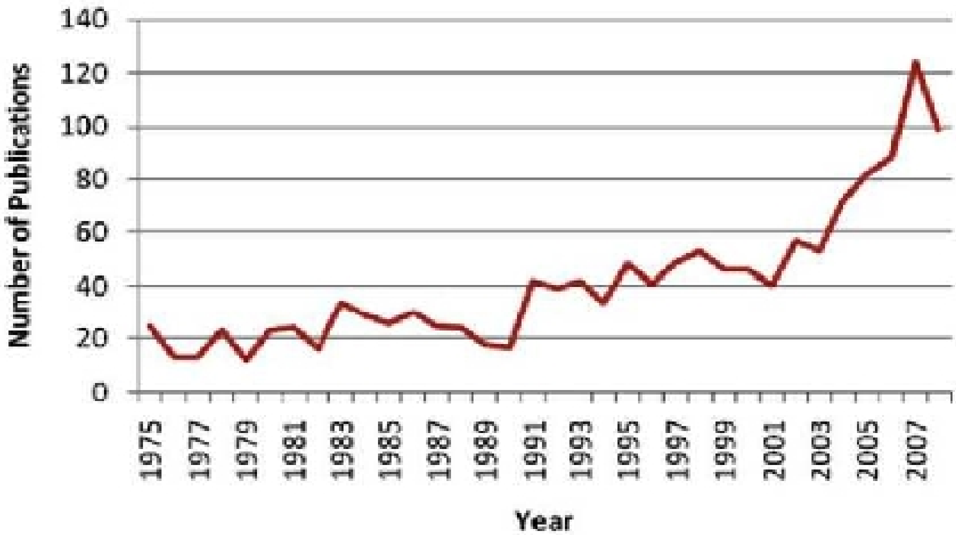
الجدول (3-1) : عدد الأعمال العلمية باستعمال برمجة الأهداف الموافقة لكل مجال تطبيق

مجـــــــــــــال التطبيق	عدد الأعمال العلمية	النسبة
الإدارة الأكاديمية (Academic Management)	4	1 ,5
الإدارة الفلاحية (Agricultural Management)	20	7,5
تطبيقات بحوث العمليات الكلاسيكية (Classical OR Application)	9	3,4
تخطيط الطـــاقة والإنتاج (Energy planning and Production)	18	6,8
الهندسة الإنتاجية بكل أنواعها (Engineering all types)	19	7,2
إدارة البيئة والنفايات (Environmental and Waste Management)	14	5,3
المـــــــــالية (Finance)	5	1,9
تخطيط الصحة (Health Planning)	5	1,9
تكنولوجيا المعلومات والحاسبات (Information Technology and Computing)	10	3,8
إدارة التخطيط الإستراتيجية (Management and Stratigic planning)	15	5 ,7
الجيش (Military)	4	1,5
إدارة الموارد الطبيعية (Natural Resource Management)	26	9,8
تخطيط الإنتاج (Production planning)	27	10,2
التخطيط الإجتماعي-الإقتصادي (Socio-Economic Planning)	7	2,6
نظريات برمجة الأهداف (Theoretical)	71	26,8
مجال النقل والتوزيع (Transportation and Distribution)	11	4,2

Source : 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, 129–170

كما شهدت نماذج البرمجة بالأهداف تطور كبيرا واهتماما كبيرين من طرف العديد من الباحثين، خاصة مع إنشاء العديد من المجلات العلمية العالمية في مجال الإدارة العلمية وبحوث العمليات والمنحنى البياني (3-1) يبين تطور عدد المنشورات العلمية خلال السنوات 1975-2007 . حيث يلاحظ أن الأبحاث العلمية في مجال البرمجة بالأهداف تشهد نموا واتجاه عام كبير وهذا نظرا لما يحققه من نتائج باهرة في مجال اتخاذ القرار للمسيرين وهذا في العديد من المجالات.

الشكل البياني (3-1) : تطور الأعمال العلمية في مجال البرمجة بالأهداف خلال الفترة 1975-2007



المصدر : ISI Web of Knowledge, published by Thomson Reuters

II- المتغيرات الرئيسية لنموذج البرمجة بالأهداف :

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 :

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).**

II-1 نموذج البرمجة بالأهداف التجميعي المرجح(Weighted Additve Goal Programming):

II-1-1الصياغة النمطية لنموذج البرمجة الرياضية التجميعية بالأهداف: يعرف Romero and Tamiz(1998) نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف« بأنها عبارة عن منهجية رياضية مرنة و واقعية موجهة بالأساس لمعالجة تلك المسائل القرارية المعقدة التي تتضمن عدة أهداف إضافة للكثير من المتغيرات و القيود » ، أما Sang and Olson (1999) فيعرف نموذج البرمجة بالأهداف بأنه« إحدى طرق التسيير العلمي الموجهة لحل مسائل القرار ذات الطابع المتعدد الأهداف » وكخلاصة يمكن تعريف البرمجة الرياضية بالأهداف بأنها جميع النماذج الرياضية والتي تهدف لمعالجة المسائل القرارية التي تتضمن العديد من الأهداف وهذا عن طريق تحديد متغيرات تسمى بمتغيرات القرار مع مراعاة العديد من القيود ، وبالتالي فنماذج البرمجة الرياضية بالأهداف هي عبارة عن منهجية رياضية مرنة وواقعية تساعد المسيرين على اتخاذ القرار، باختيار أحسن بديل من عدة بدائل ممكنة حيث يضمن هذا البديل تحقيق مجموعة من الأهداف أو على الأقل اختيار الحل الأقرب لهذه الأهداف.

إن أول صياغة رياضية لنموذج البرمجة بالأهداف هي تلك الصياغة الرياضية التي قدمها Charnes and al (1955) و Charnes and Cooper (1961) ويمكن كتابة هذه الصياغة كما يلي:

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

n_i : هو عبارة عن الانحراف السالب المتعلق بالهدف g_i .

p_i :. هو عبارة عن الانحراف الموجب المتعلق بالهدف g_i .

b_i عبارة عن مستوى الهدف i المرغوب تحقيقه من طرف المقرر.

Z : عبارة عن دالة الهدف والتي تعبر عن مجموع الانحرافات المرغوب تدنيتها .

C_x : مصفوفة المتعلقة بمعاملات قيود النظـــــام.

c : شعاع الموارد المتاحة.

كما يمكن كتابة دالة الهدف لنموذج البرمجة الرياضية بالأهداف أعلاه كما يلي :

$$\text{Minimiser} \quad \sum_{i=1}^{p} \left| f_i(x) - g_i \right|$$

حيث :

$f_i(x)$: عبارة عن دوال الأهداف المرغوب تحقيقها حيث $f_i(x) = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j$

a_{ij} : المعلمات التكنولوجية المتعلقة بالنظام.

x_j : متغير القرار رقم j ($j = 1,2,...,n$).

ويمكن الإثبات رياضيا بأن الانحرافات السالبة والموجبة يمكن كتابتها رياضيا كما يلي:

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

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

وعليه فإن مجموع الانحرافات السالبة والموجبة يمكن كتابتها كما يلي:

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

$$= d = \left|b_i - f_i(x_j)\right|$$

ومن أجل تحديد قيمة الانحرافات التي يجب أن تظهر في دالة الهدف إقترح Ignizio(1983) 3 حالات يمكن أن تواجه المقرر وتمكن من صياغتها رياضيا كما يلي :

$$f(x) \leq g_i \qquad (1)$$

$$f(x) \lozenge g_i \qquad (2)$$

$$f(x) = g_i \qquad (3)$$

وعليه ووفقا للنموذج (1) فإن المقرر يرغب في الحصول على قيمة الهدف g_i أو أقل منه ويمكن أن تحدث هذه الحالة في حالة التكاليف أي أن المقرر يرغب في الحصول على تكلفة معينة ولا يرغب في تجاوزها في هذه الحالة سيقوم المقرر بتدنية الانحرافات الموجب فقط p_i .

أما النموذج (2) فإن المقرر يرغب في الحصول على قيمة الهدف g_i أو أكبر منها ويمكن أن تحدث هذه الحالة في حالة الربح أي أن المقرر يرغب في الحصول على قيمة ربح معين ولا يريد أن يحصل على أقل منه وفي هذه الحالة سيقوم المقرر بتدنية الانحرافات السالبة فقط n_i فقط.

أما في حالة النموذج (3) فإن المقرر يرغب في الحصول على قيمة الهدف g_i بالتحديد، أي لا ترضيه لا الانحرافات الموجبة ولا الانحرافات السالبة ويمكن أن تحدث هذه الحالة مثلا في الطلب أي أن المقرر يريد

الوصول إلى رقما معينا للطلب فلا يرغب في تجاوزه حتي لا يتحمل تكاليف الإحتفاظ بالمخزون ، ولا يرغب في أن يكون أقل منه حتى لا يتحمل تكاليف الانقطاع في المخزون وعليه ففي هذا النموذج سيقوم المقرر بتدنية مجموع الانحرافات السالبة الموجبة $n_i + p_i$.

ويمكن تلخيص هذه النتائج من خلال الجدول (3-2) كما يلي :

الجدول (3-2) : الأهداف والانحرافات الواجب تدنيتها

الانحراف الواجب تدنيته	الصيغة المحولة المكافئة	الصيغة المبدئية للهدف
p_i	$f(x) + n_i - p_i = g_i$	$f(x) \leq g_i$
n_i	$f(x) + n_i - p_i = g_i$	$f(x) \lozenge g_i$
$n_i + p_i$	$f(x) + n_i - p_i = g_i$	$f(x) = g_i$

ومن أجل توضيح ألية إتخاذ القرار باستعمال نموذج البرمجـــة بالأهداف سنأخذ المثال الأتي:

مــثال 1: تنتج مؤسسة CRM منتوجين A، و B، إذا يهدف مقرر هذه المؤسسة إلى تحديد الكميات المنتجة من هذين المنتوجين خلال الأسبوع المقبل حيث يواجه مقرر هذه المؤسسة أربعة أهداف وهي :

- **الهدف الأول** : يرغب المقرر في استعمال 120 ساعة يد عاملة خلال الأسبوع على الأكثر علما أن وحدة واحدة من A تتطلب 4 ساعات في حين وحدة واحدة من B تتطلب 3 ساعات.
- **الهدف الثاني** : يرغب المقرر في تحقيق ربح يقدر بـــ 7000 دج على الأقل علما أن ربح وحدة واحدة من A و B هو على الترتيب 100 دج و 150 دج على الترتيب.
- **الهدف الثالث** : تحقيق على الأقل 40 وحدة من A.
- **الهدف الرابع**: تحقيق على الأقل 40 وحـــدة من B.

نظرا لاتفاقيات معينة مع مورديها يجب أن تستعمل المؤسسة أكثر من 50 كغ من المادة الأولية في إنتاج المنتوجين كل أسبوع علما أن كل وحدة من A و B تستعمل 2 و 1 كغ على الترتيب. في حين الحد الأقصى من الوقت المتاح للآلات هو 75 وحدة زمنية خلال الأسبوع.

الحــل : نضع :

x_1 : الكمية الأسبوعية المنتجة من المنتوج A.

x_2 : الكمية الأسبوعية المنتجة من المنتوج B.

وعليه فإنه يمكن صياغة مشكلة المؤسسة من خلال نموذج برمجة الأهداف كمـــا يلي :

$$\text{Min } Z = p_1 + n_2 + n_3 + n_4$$
$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120 \quad (1)$$
$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000 \quad (2)$$
$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40 \quad (3)$$
$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40 \quad (4)$$
$$2x_1 + x_2 \lozenge 50 \quad (5)$$
$$x_1 + x_2 \leq 75 \quad (6)$$
$$x_1 , x_2 \lozenge 0 \ \ , n_q . p_q \lozenge o \ \ q = 1,...,4$$

وباستعمال البرنامج Lingo يمكن تحديد الحل الأمثل من خلال الجدول (3-3) كما يلي:

الجدول (3-3) : الحل الأمثل للمثال رقم 1

متغيرات القرار	دالة الهدف	الفروق	
		السالبة	الموجبة
$x_1 = 2,5$	$Z = 62,5$	$n_1 = 0$	$p_1 = 25$
		$n_2 = 0$	$p_2 = 0$
$x_2 = 45$		$n_3 = 37$	$p_3 = 0$
		$n_4 = 0$	$p_4 = 5$

2-1-II الصياغة الرياضية نموذج البرمجة بالأهداف التجميعي المرجح(Weighted Additve Goal Programming):

من بين الانتقادات الموجهة لنموذج البرمجة بالأهداف في شكله المعياري ، أنه يمنح نفس الأهمية والترجيح لكل الأهداف، الأمر الذي لا يعبر عن واقع القرارات التطبيقية داخل المنظمات حيث أنه في أغلب الأحيان يكون للمقرر أهداف أكثر أهمية من الأخرى ففي قرار التخطيط الإجمالي للإنتاج مثلا يكون هدف تدنية تكاليف الإنتاج أهم من هدف تدنية تكاليف الاحتفاظ بالمخزون وهكذا ، وعليه ومن أجل تجاوز هذا النقص اقترح الباحثين Charnes and cooper(1961) نموذج البرمجة بالأهداف المرجح (Weighted Goal Programming) وهذا عن طريق منح أوزان مرجحة تتعلق بالانحرافات السالبة w^- و أوزان مرجحة تتعلق بالانحرافات الموجبة w^+ ، حيث يتم التعبير غالبا عن هذه الانحرافات بنسب معينه إذ يمنح المقرر نسبا منخفضة بالنسبة لانحرافات الأهداف المهمة ونسبا مرتفعة بالنسبة لانحرافات الأهداف الأقل أهمية وهكذا وعليه فإنه يمكن صياغة نموذج البرمجة بالأهداف المرجحة كما يلي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} (w^- n_i + w^+ p_i)$$
$$\text{Subject to :}$$
$$f_i(x_j) + n_i - p_i = g_i \qquad \text{for} \quad i = 1,...,k$$
$$C_x \leq c \quad (\text{system constraints})$$
$$n_i , p_i , x_j \lozenge 0, \qquad \text{for} \quad i = 1,....,k \ \ j = 1,...,m \qquad (2)$$

حـــــيث :

w^- : الأوزان المرجحة المتعلقة بالانحرافات السالـــــبة.

w^+ : الأوزان المرجحة المتعلقة بالانحرافات المـــوجبة.

لقد اعتبر Romero(1985, 1991) بأن نموذج البرمجة بالأهداف المرجح هو عبارة عن حالة خاصة من نموذج دوال المسافة (Distance Function Model) DFM، إذ اعتبر بأن الحل الأمثل لنموذج البرمجة بالأهداف المرجح هو عبارة عن البرنامج الرياضي الذي يقوم بتدنية دالة المسافة ذات الصياغة الرياضية الآتية:

$$\text{Min}\left\{\sum_{i=1}^{p} w_i \left| f_i^* - f_i(x)\right|\right\}^{1/r}$$

$$\text{Subject to :}$$

$$Cx \leq c \; ;$$

$$x \in X \; ;$$

حيث :

w_i : الوزن المرجح المتعلق بالهدف i .

f_i^* : مستوى الطموح (Aspiration) المرغوب تحقيقه والمتعلق بالهدف i .

$f_i(x)$: الدالة المتعلقة بدرجة تحقيق الهدف i .

r : المعلمة التي تبين العائلة التي تنتمي لها دالة الإنتماء.

وعليه فإن النموذج أعلاه هو عبارة عن نموذج غير خطي، وبالتالي فعندما يكون $r = 1$ فهذا يعني بأن نموذج تدنية دوال المسافات DFM يصبح نموذج برمجة بالأهداف المرجحة .

من بين أهم الانتقادات الموجهة لنموذج البرمجة بالأهداف في شكله المعياري أو المرجح هو مشكلة وحدات القياس، إذ لوحظ بأن نموذج البرمجة بالأهداف يتأثر بمشكلة وحدات القياس فمثلا لو قمنا بتحديد الحل الأمثل لمشكلة برمجة أهداف تحتوي على هدف يشير إلى الأرباح، وكانت وحدة القياس هي الدينار الجزائري فسنحصل على حل أمثل ولكن نفس الهدف إذا تمت نمذجته باستخدام السنتيم بدلا من الدينار فسنحصل على حل أمثل مغاير والمشكل المطروح ماهو الحل الأمثل الذي يجب أن يستخدمه المقرر ، هنا ظهر مشكل تعديل وحدات القياس(Normalization) في نموذج البرمجة بالأهداف ومن أجل التوضيح سوف نعوذ للمثال السابق المتعلق بمؤسسة CRM حيث سنغير وحدة القياس بالنسبة للهدف رقم (1) المتعلق بالزمن إذ سنأخذ الدقائق بدلا من الساعات ، أي أن القيد الأول يصبح :

$$120x_1 + 180x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 7200$$

وباستخدام البرنامج Lingo نحصل على الحل الأمثل الآتي:

الجدول (3-4) : الحل الأمثل للمثال رقم 1 بعد تغيير وحدة القياس للقيد رقم 2

متغيرات القرار	دالة الهدف	الفروق	
		السالبة	الموجبة
$x_1 = 40$	$Z = 1026{,}66$	$n_1 = 0$	$p_1 = 0$
		$n_2 = 1000$	$p_2 = 0$
$x_2 = 13{,}33$		$n_3 = 0$	$p_3 = 0$
		$n_4 = 0$	$p_4 = 26{,}66$

نلاحظ بأن الحل الأمثل تغير بالرغم من أن المشكل القراري لم يتغير فقط تغيرت وحدة القياس ، وعليه فإن المشكل المطروح يكمن في تحديد الحل الأمثل الذي يجب اعتماده ، هنا ظهر مشكل تعديل وحدات القياس (Normalization) في نموذج البرمجـــة بالأهداف وعليه فإن Jones and Tamiz(2010) قاموا بكتابة دالة الهدف لنموذج البرمجة بالأهداف المرجح وفق الصيغة الرياضية الأتية :

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

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 :

1-2-1-II طريقة التوحيد النسبي (Percentage Normalization) : اقترحت هذه الطريقة من طرف Romero(1991) و Romero and Rahman(2003) وطورت من طرف لباحثين Rodriguez et al (2002) ، حيث تشير هذه الطريقة إلى تحويل الأهداف إلى نسب مئوية ليتم تدنية الانحرافات النسبية بدلا من الانحرافات المطلقة وهذا في دالة الهدف والقيود وذلك وفق النموذج الآتي:

$$\begin{aligned}
&\sum_{i=1}^{k} (w_i^- n_i + w_i^+ p_i) \\
&S\,T: \\
&\sum_{j=1}^{r} a_{ij} \frac{100}{g_i} x_j + n_i - p_i = 100; \qquad (\text{pour } i = 1,\dots,k) \\
&Cx \le c\ ; \\
&x_{ij} \Diamond o\ , \qquad\qquad (\text{pour } j = 1,2,\dots,r) \\
&n_i\ ,\ p_i \Diamond o, \qquad\qquad (\text{pour } i = 1,\dots,k)
\end{aligned}$$

حيث :

n_i، p_i : انحرافات نسبية موجبة وسالبة على الترتيب. وهي تساوي $p_i = \frac{p_i}{g_i}100$ ، $n_i = \frac{n_i}{g_i}100$

في حين أشار الباحثين Rodriguez et al (2002) إلى أنه يمكن استعمال مباشرة دالة الانحرافات النسبية من أجل توحيد وحدات القياس وهذا بقسمة الانحرافات على قيمة الهدف المرافق له حيث يتم الحصول على نفس نتيجة نموذج Romero(1991) وذلك وفق الصيغة الرياضية الآتية :

$$\sum_{i=1}^{k}(w_i^- \frac{n_i}{g_i} + w_i^+ \frac{p_i}{g_i})$$
$$S\,T:$$
$$\sum_{j=1}^{r} a_{ij}\; x_j + n_i - p_i = 100; \qquad (\text{pour } \; i = 1,\dots,k)$$
$$Cx \leq c\;;$$
$$x_{ij} \lozenge o\,, \qquad\qquad (\text{pour } \; j = 1,2,\dots,r)$$
$$n_i\;,\; p_i \lozenge o, \qquad\qquad (\text{pour } \; i = 1,\dots,k)$$

وبالعودة للمثال الآتي سنجد الحل الأمثل سواء باستعمال طريقة الانحرافات النسبية لـ Romero(1991) أو باستعمال طريقة الانحرافات النسبية لـ Rodriguez et al (2002) حيث يساوي هذا الحل الأمثل $x_1 = 10$ و $x_2 = 40$. أي أن معامل التوحيـد المشار إليه سابقا هو : $K_i = g_i$

يشار إلي أنه لا يمكن استعمال طريقة التوحيد النسبي في الحالة التي يكون فيها أحد الأهداف في النموذج صفـر.

II-1-2-2 طريقة الصفر – واحد للتوحيد (Zero- one Normalization) : إقترحت هذه الطريقة من طرف الباحثين Masud and Hawang(1981) ومن خلال هذه الطريقة فإن معامل التوحيد K_i يساوي المسافة التي تفصل بين قيمة الهدف وأسوء قيمة محتملة للإنحراف المتعلق بذلك الهدف أي $K_i^p = p_i^{max}$ ، و $K_i^n = n_i^{max}$ ، حيث p_i^{max} و n_i^{max} عبارة عن أسوء قيمة للإنحراف يتم توقعها من طرف المقرر ، وعليه يتم توحيد وحدات القياس عن طريق تدنية الإنحرافات الغير مرغوب فيها بالنسبة لأسوء قيمة للإنحراف الغير المرغوب فيه وعليه فإن دالة الهدف في هذه الحالة تصبح كما يلي:

$$\sum_{i=1}^{k}(w_i^- \frac{n_i}{K_i^{max}} + w_i^+ \frac{p_i}{K_i^{max}})$$
$$S\,T:$$
$$\sum_{j=1}^{r} a_{ij}\; x_j + n_i - p_i = 100; \qquad (\text{pour } \; i = 1,\dots,k)$$
$$Cx \leq c\;;$$
$$x_{ij} \lozenge o\,, \qquad\qquad (\text{pour } \; j = 1,2,\dots,r)$$
$$n_i\;,\; p_i \lozenge o, \qquad\qquad (\text{pour } \; i = 1,\dots,k)$$

وبالعودة للمثال1 السابق المتعلق بمؤسسة CRM ، وبعد تحديد الانحرافات الأسوء بالنسبة لكل هدف كما يوضحه الجدول(3-5) .

الجدول(3-5): القيمة العظمى بالنسبة للإنحرافات الغير المرغوب فيها بالنسبة للمثال 1

القيمة العظمى (القيمة الأسوء)	الانحراف الغير المرغوب فيه
180	p_1
4500	n_2
40	n_3
40	n_4

وعليه فإنه يمكن صياغة نموذج البرمجة بالأهداف للمثال مع الأخذ بعين الإعتبار طريقة التوحيد النسبية كما يلي:

$$\text{Min } Z = \frac{p_1}{180} + \frac{n_2}{4500} + \frac{n_3}{40} + \frac{n_4}{40}$$

$$\begin{aligned}
&\text{S.T.}\\
&4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120\\
&100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000\\
&x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40\\
&x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40\\
&2x_1 + x_2 \Diamond 50\\
&x_1 + x_2 \leq 75\\
&x_1, x_2 \Diamond 0 \quad , n_q . p_q \Diamond o \quad q = 1,...,4
\end{aligned}$$

وباستخدام البرنامج Lingo يتم الحصول على الحل الأمثل كما يلي: $x_1 = 40 \text{ et } x_2 = 35$.

3-2-1-II طريقة التوحـــيد الإقليدية (Euclidean normalization): تم تطوير هذه الطريقة من طرف Kluyver (1979) والباحث Wildhelm (1981) حيث تستدعي هذه الطريقة تعديل القيود بقسمتها على $\sqrt{a_{ij}^{\ 2}}$ وهذا إنطلاقا من الإنحرافات السالبة والموجبة كما يلي :

$$p_i = \frac{p_i}{\left(\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^2\right)} \quad \text{و} \quad n_i = \frac{n_i}{\left(\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^2\right)}$$

وعليه فإن توحيد نموذج البرمجة بالأهداف وفق طريقة التوحيد الإقليدية يمكن صياغته كما يلي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} (w_i^- n_i + w_i^+ p_i) = \sum_{i=1}^{k} \frac{w_i}{g_i \left(\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^2\right)} (n_i + p_i)$$

$$\begin{aligned}
&\text{subject to :}\\
&\frac{\sum_{i=1}^{k} a_{ij} x_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^{\ 2}}} - n_i + p_i = \frac{g_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^{\ 2}}} \quad (\text{pour } i = 1,2,...,n)\\
&Cx \leq c \ ;\\
&x_{ij} \Diamond o \ , \qquad\qquad (\text{pour } j = 1,2,..., r)\\
&n_i \ , \ p_i \Diamond o, \qquad\qquad (\text{pour } i = 1,... \ ,k)
\end{aligned}$$

وباستعمال طريقة التوحيد الإقليدي للمثال رقم 1 بالنسبة لمؤسسة CRM تم الحصول على الحل الأمثل الآتي : $x_2 = 45 \quad et \quad x_1 = 2,5$ ، ووفق هذه الطريقة فإن معامل التوحيد هو $K_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^2}}$ كما أشار Romero(1991) إلى أنه يمكن تحديد المعامل U_i الذي من خلاله يتم توحيد وترجيح دالة الهدف وهذا وفق الصيغة الرياضية الآتية:

$$U_i = \frac{w_i}{g_i\left(\sum_{i=1}^{k} a_{ij}^2\right)}$$

4-2-1-II طريقة التوحـــيد التجميعية (Summation Normalization): اقترحت هذه الطريقة من طرف الباحث Jones(1995)، وهي تشبه طريقة التوحيد الإقليدي والفرق هو أخذ القيمة المطلقة لمجموع المعاملات التكنولوجية بدلا من الجذر التربيعي في حين الانحرافات السالبة والانحرافات الموجبة يتم حسابها كما يلي:

$$p_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^{k} |a_{ij}|} \quad و \quad n_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^{k} |a_{ij}|}$$

ويمكن التعبير رياضيا عن النموذج الذي يتم من خلاله حساب الحل الأمثل وفق طريقة التوحيد التجميعية كما يلي:

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

$$\text{subject to :}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{k} a_{ij} x_j}{\sum_{i=1}^{k} |a_{ij}|} - n_i + p_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^{k} |a_{ij}|} \quad (\text{pour} \quad i = 1,2,\ldots,n)$$

$$Cx \le c \ ;$$

$$x_{ij} \Diamond o \ , \qquad (\text{pour} \quad j = 1,2,\ldots, r)$$

$$n_i \ , \ p_i \Diamond o, \qquad (\text{pour} \quad i = 1,\ldots ,k)$$

وباستعمال طريقة التوحيد الإقليدي للمثال رقم 1 بالنسبة لمؤسسة CRM وباستعمال البرنامج Lingo تم الحصول على الحل الأمثل الآتي : $x_2 = 35 \quad et \quad x_1 = 40$.

2-II نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات (Lexicographic Goal programming) :

يعود الفضل في اقتراح وتطوير نموذج برمجة الأهداف ذات الأولوية LPG من طرف الباحثين Romero(1991) و Tamiz et al (1995) و Tamiz et jones (1997) ، حيث أشار Tamiz et al (1995) بأن، معظم الدراسات التطبيقية في مجال برمجة الأهداف تستعمل نموذج البرمجة بالأهداف المرجحة أو نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات ، كما أشار بحث آخر لـــ Tamiz and jones(2002) درسا فيه نموذج البرمجة بالأهداف خلال الفترة 1990-2000 بأن 59% من التطبيقات تستعمل LPG ، في حين 41% تستعمل WGP ، لا توجد إحصائيات مماثلة خلال الفترة 2000-2010 ولكن المتتبع لهذا المجال يمكن أن يلاحظ التطبيقات الكثيرة لنموذج LGP مقارنة بالنماذج الأخرى نظرا لمرونته من جهة وتعبيره الواقعي عن رغبة المقرر خاصة فيما يتعلق بترتيب الأولويات من جهة أخرى ، وفي هذا النموذج يرتب المقرر الأهداف حسب الأولوية بالنسبة لكل هدف ، حيث يحاول تدنيه (أو تعظيم) دالة الهدف ذات الأولوية الأولى ويحتفظ بقيمة دالة الهدف لتصبح كشرط عند قيامة بتدنيه الهدف ذو الأولوية الثانية وهكذا حيث أن نتيجة المرحلة الأخيرة هي النتيجة التي تعبر عن الحل الأمثل ويمكن صياغة نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات كما يلي:

$$\begin{aligned}
&\text{Lex min } Z = \left[l_1(n_i\ ,\ p_i),\ l_2(n_i\ ,\ p_i), \ldots l_r(n_i\ ,\ p_i)\right] \\
&\text{Subject to:} \\
&f_i(x_j) + n_i - p_i = g_i \qquad \text{for} \quad i = 1,\ldots,k \\
&C_x \le c \qquad (\text{system constraints}) \\
&n_i, p_i, x_j \,\Diamond\, 0, \qquad \text{for} \quad i = 1,\ldots,k \quad j = 1,\ldots,m
\end{aligned}$$

حيث :

L_r : يعبر عن هيكل الأولويات إذ يتم تحديد هذا الهيكل بناء على رغبة متخذ القرار .

بالعودة للمثال 1 المتعلق بمؤسسة CRM سنأخذ الأولويات الآتية :

- **الأولوية الأولى** : تحقيق الربح بالنسبة للهدف الأول .
- **الأولوية الثانية** : تحقيق الهدفين الثالث والرابع والمتعلق بإستراتيجية الإنتاج.
- **الأولوية الثالثة:** تحقيق الهدف الأول المتعلق بالعمالة.

وعليه فإنه صياغة مشكلة المؤسسة CRM وفق نموذج البرمجة بالأهداف ذات الأولوية LGP تكون كما يلي :

$$\text{Lex min } Z = \left[l_1(n_2)\ ,l_2(n_3+n_4),\ l_3(p_1)\right]$$
subject to :
$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$
$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000$$
$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$
$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$
$$2x_1 + x_2 \Diamond 50$$
$$x_1 + x_2 \leq 75$$
$$x_1, x_2 \Diamond 0\ ,n_q.p_q \Diamond o \quad q = 1,...,4$$

حيث :

$l_i \quad (i = 1,2,3)$: يعبر عن أولويات الأهداف بالترتيب.

وباستعمال البرنامج Lingo مستخدمين الأمر المتعلق بالأولويات نحصل على النتائج الآتية :

الجدول (3-6) : الحل الأمثل للمثال رقم 1 باستعمال نموذج LGP

متغيرات القرار	دالة الهدف	الفروق	
		السالبة	الموجبة
$x_1 = 35$	$Z = 140$	$n_1 = 140$	$p_1 = 0$
		$n_2 = 0$	$p_2 = 25$
$x_2 = 40$		$n_3 = 5$	$p_3 = 0$
		$n_4 = 0$	$p_4 = 0$

يلاحظ بأن الحل الأمثل لنموذج LGP يختلف عن نموذج WGP كما أن نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات يتأثر بترتيب الأولويات فبالعودة للمثال 1 المتعلق بالمؤسسة CRM ووضع هيكل لترتيب الأولويات كما يلي:

- **الأولوية الأولى** : تحقيق الهدف الأول المتعلق بالعمالة.
- **الأولوية الثانية** : تحقيق الهدفين الثالث والرابع والمتعلق بإستراتيجية الإنتاج.
- **الأولوية الثالثة:** تحقيق الربح بالنسبة للهدف الأول .

وعليه فإنه يمكن صياغة البرنامج الرياضي وفق هيكل الأولويات الجديد كما يلي :

$$\text{Lex min } Z = \left[l_1(p_1)\ ,l_2(n_3+n_4)\ ,l_3(n_2)\right]$$
subject to :
$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$
$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000$$
$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$
$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$
$$2x_1 + x_2 \Diamond 50$$
$$x_1 + x_2 \leq 75$$
$$x_1, x_2 \Diamond 0\ ,n_q.p_q \Diamond o \quad q = 1,...,4$$

وباستعمال البرنامج Lingo نحصل على الحل الأمثل الآتي : $x_1 = 15$, $x_2 = 20$ وعليه فإنه يلاحظ بأن ترتيب الأولويات مهم جدا ويؤثر على الحل الأمثل ، وقد أشار Jones and Tamiz(2010) إلى أنه يجب تعديل وحدات القياس وفق طريقة التوحيد النسبية المشار إليها سابقا وعليه فإنه يمكن كتابة دالة الهدف كما يلي:

$$\text{Lex min } Z = \left[l_1\left(\frac{n_i}{g_i}, \frac{p_i}{g_i}\right), l_2\left(\frac{n_i}{g_i}, \frac{p_i}{g_i}\right), \dots l_r\left(\frac{n_i}{g_i}, \frac{p_i}{g_i}\right) \right]$$

$$\begin{array}{ll} \text{Subject to :} & \\ f_i(x_j) + n_i - p_i = g_i & \text{for } \quad i = 1, \dots, k \\ C_x \le c & (\text{system constraints}) \\ n_i, p_i, x_j \geq 0, & \text{for } \quad i = 1, \dots, k \quad j = 1, \dots, m \end{array}$$

3-II نموذج البرمجة بالأهداف MINMAX (MINMAX Goal Programming) :

يعتبر نموذج MGP المتغير الرئيسي الثالث في نموذج البرمجة بالأهداف ويعوذ الفضل في اكتشافه للباحث Flavell(1976) و نموذج MINMAX Goal programming يعرف أيضا بـــ Chebyshev Goal programming ، وهذا لأن هذا النموذج يستخدم مفهوم تشبتشيف في قياس المسافة وهذا عن طريق تعيين متغير القرار الذي يضمن المسافة الأقل من بين جميع المسافات العظمى، وبصفة أوضح فإن خوارزمية الحل الأمثل لنموذج MGP تعتمد على تحديد جميع انحرافات الأهداف عند جميع الحلول الممكنة وحسابها وتحديد قيمة الانحراف عند كل هدف مع تحديد أكبر هذه الانحرافات ، في الأخير يتم ترتيب جميع هذه الانحرافات العظمى ويكون الحل الأمثل للبرنامج هو ذلك الحل المحقق عند أدنى انحراف من مجموعة الانحرافات العظمى المحصل عليها سابقا، وعليه فإنه يمكن صياغة نموذج MINMAX Goal programming رياضا كما يلي:

$$\begin{array}{lll} \text{Min } Z = D & & \\ \text{Subject to:} & & \\ w_i^- n_i + w_i^+ p_i \le D & (\text{pour } i = 1, 2, \dots, p); & (1) \\ f_i(x) + n_i - p_i = g_i & (\text{pour } \quad i = 1, 2, \dots, p); & (2) \\ x \in X; & & \\ n_i, \; p_i \geq o & (\text{pour } i = 1, 2, \dots, p), & \end{array}$$

حيث :

D : يعبر عن قيمة أدنى انحراف أعظمي محصل عليه .

فمن خلال النموذج أعلاه يتضح أن جميع الانحرافات المحصل عليها من خلال قيود الأهداف (2) سيتم اختبارها من خلال القيد رقم (1) ليتم تحديد الحل الأمثل الذي يعطي أدنى قيمة أعظمية تم الوصول إليها سابقا، ولقد حقق هذا النموذج رواجا كبيرا بين الباحثين وتم إستحدات العديد من النماذج من خلاله ، ومن أجل

توضيح كيفية صياغة نموذج برمجة الأهداف وفق هذا النموذج سنعود للمثال رقم1 المتعلق بالمؤسسة CRM وعليه فإنه يمكن صياغة مشكل المؤسسة وفق نموذج MGP كما يلي:

$$
\begin{aligned}
&\text{Min } Z = D \\
&\text{subject to :} \\
&p_1 \leq D \\
&n_2 \leq D \\
&n_3 \leq D \\
&n_4 \leq D \\
&4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120 \\
&100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000 \\
&x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40 \\
&x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40 \\
&2x_1 + x_2 \geq 50 \\
&x_1 + x_2 \leq 75 \\
&x_1, x_2 \geq 0 \;\; , n_i . p_i \geq 0 \;\; i = 1,\dots,4
\end{aligned}
$$

الجدول (3-7) : الحل الأمثل للمثال رقم 1 باستعمال نموذج MGP

متغيرات القرار	دالة الهدف	الفروق	
		السالبة	الموجبة
$x_1 = 6,88$		$n_1 = 140$	$p_1 = 33,11$
	$Z = D = 33,11$	$n_2 = 33,11$	$p_2 = 0$
$x_2 = 41,85$		$n_3 = 33,11$	$p_3 = 0$
		$n_4 = 0$	$p_4 = 1,85$

أشار Jones et Tamiz(2002) إلى أن نموذج MGP يتأثر عند تغيير وحدات القياس ، وعليه أضافوا للصياغة الرياضة السابقة معامل التوحيد K_i والذي يتم حسابه وفق طريقة التوحيد المستعملة والتي سبقت الإشارة إليها وعليه يصبح نموذج MGP وفق الصياغة الرياضية الآتية:

$$
\begin{aligned}
&\text{Min } Z = D \\
&\text{Subject to:} \\
&w_i^- \frac{n_i}{K_i} + w_i^+ \frac{p_i}{K_i} \leq D \qquad (\text{pour } i = 1,2,\dots, p); \qquad (1) \\
&f_i(x) + n_i - p_i = g_i \qquad (\text{pour } i = 1,2,\dots, p); \qquad (2) \\
&x \in X; \\
&n_i , \; p_i \geq 0 \qquad (\text{pour } i = 1,2,\dots, p),
\end{aligned}
$$

وبالعودة للمثال1 والمتعلق بمؤسسة CRM فإنه يمكن صياغة المشكل رياضيا مع استخدام طريقة التوحيد النسبية كما يلي:

$$\text{Min } Z = D$$

subject to :

$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$
$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000$$
$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$
$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$
$$2x_1 + x_2 \Diamond 50$$
$$x_1 + x_2 \leq 75$$
$$x_1 , x_2 \Diamond 0 \;\; , n_i . p_i \Diamond o \quad i = 1,...,4$$

$$\frac{p_1}{120} \leq D$$
$$\frac{n_2}{7000} \leq D$$
$$\frac{n_3}{40} \leq D$$
$$\frac{n_4}{40} \leq D$$

وباستعمال البرنامج LINGO تم الحصول على الحل الأمثل الآتي : $x_1 = 24 \; , \; x_2 = 24$.

III-الصياغة الحديثة لنموذج البرمجة بالأهداف (Advanced Formulation in Goal programming):

إن النماذج السابقة والتي تمت الإشارة إليها ترتكز على 4 بديهيات أشار إليها Winston(2004) وهي :

- **التناسبية** (:Proportionality): تشير هذه البديهية إلى أنه في نموذج **GP** فإن معاقبة **(Pénalisation)** الانحراف الغير المرغوب فيه يتناسب طرديا مع بعد المسافة لمستوى الهدف .
- **التجميع** (**Additivity**): تشير هذه البديهية أن مستوى معاقبة الانحراف الغير المرغوب فيه عن مستوى الهدف مستقل عن مستويات الانحرافات غير المرغوب فيها من الأهداف الأخرى.
- **القسمة** (**Divisibility**): تشير هذه البديهية أن جميع متغيرات القرار يجب أن تكون حرة في اتخاذ أي قيمة، ضمن مجال الحول المحدد (أكبر أو تساوي الصفر افتراضيا).
- **اليقين أو التأكد التام** (**Certainty**): تشير هذه البديهية أن جميع معلمات نموذج GP بما فيها الأهداف تكون محدد بدقة ومعروفة على وجه اليقين.

وعليه فإن في العديد من الحالات الواقعية تكون هذه البديهيات غير محققة، فقد تتعارض مع تفضيلات متخذ القرار من جهة والواقع العملي الذي تشهده الكثير من التطبيقات الإدارية من جهة أخرى فقد يرغب المقرر بأن لا يعاقب الانحرافات الغير المرغوبة بنفس الدرجة على طول المسافة التي تربط بين الهدف المحقق والقيمة المستهدفة كما أثبت التطبيقات العملية أنه في العديد من الأحيان يصعب تحديد معلمات نموذج البرمجة بالأهداف وحتى الأهداف بدقة وبصورة يقينية وأكيدة، فكل هذه الأمور وإضافة إلى أمور أخرى يطول شرحها أدت بالباحثين إلى استحداث نماذج وطرق أخرى لصياغة نماذج برمجة بالأهداف تعالج بعض هذه النقائص.

III-1 نموذج برمجة الأهداف باستخدام دوال الجزاء(العقوبة) (Goal Programming Witch Penalty Function):

استعمل الباحثين Jones and Tamiz(1995)، مفهوم دوال الجزاء أو العقوبة وهذا من أجل تحديد مستويات العقوبة أو الجزاء بالنسبة لكل انحراف غير مرغوب فيه على طول المسافة التي تربط بين الهدف المحقق والقيمة المستهدفة ، كما وضح Jones and Tamiz(1995) بأن دوال الجزاء وتساعد المقرر في إدخال تفضيلاته أي التعبير بصفة جيدة عن هيكل أولوياته على عكس النماذج السابقة كما أوضح الباحثين بأن دوال الجزاء تأخذ عدة حالات وهي :

أ. حالة الزيادة المستمرة في مستوى وحدة العقوبة **(Increase in Per Unit Penalty)**

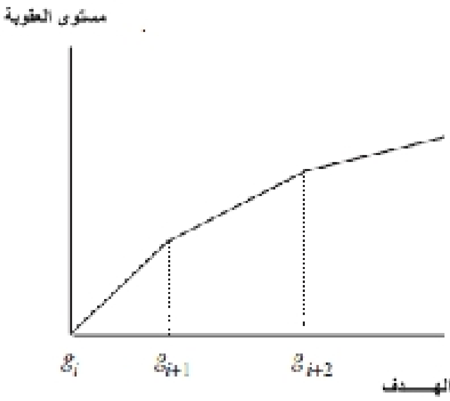
ب. حالة التخفيض المستمر في مستوى وحدة العقوبة.**(Decrease in Per Unit Penalty)**

ج. حالة العقوبة المتقطعة **(Single Increase in Penalty)**.

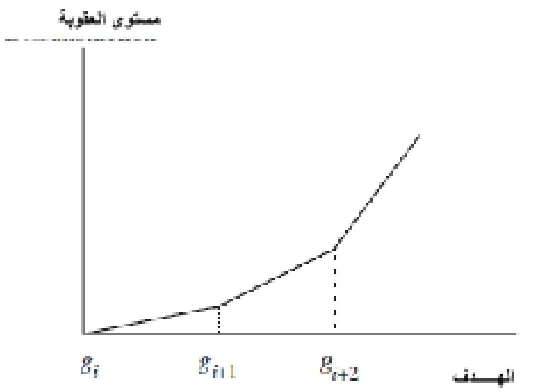
د. حالة العقوبة الغير الخطية (a non linear Penalty).

ويمكن التعبير عن دوال العقوبة بالنسبة للحالة أ و ب:

الشكل البياني(3-2) : الشكل البياني لبعض دوال الجزاء



الشكل أ :دالة الجـزاء في حالة التخفيض المستمر في مستوى وحدة العقوبة



الشكل ب : دالة الجزاء في حالة الزيادة المستمرة في مستوى وحدة العقوبة

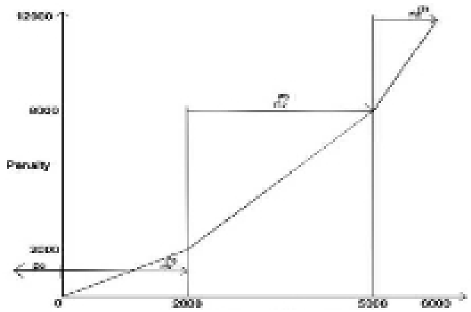
كما يوجد العديد من أشكال دوال الجزاء مثل دالة الجزاء الغير الخطية ، دالة الجزاء S (شكلها شكل الحرف S) ، دالة الجزاء U (شكلها شكل الحرف U) وعليه فإننا سنناقش كيفية صياغة نموذج البرمجة بالأهداف في حالة الشكل أ فقط وهذا بالنظر لمدى تطابق هذا الشكل وواقع التسيير في العديد من المؤسسات الإقتصادية.

هناك صياغتين رياضيتين رئيستين لنموذج البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الجزاء في حالة الدالة ذات الشكل أ، إذ يتم من خلالهما استخدام دوال الجزاء، فالصياغة الرياضية الأولى هي تلك الصياغة المقترحة من طرف الباحثين Can and Houck(1984) واللذان استخدماها في مجال تخطيط الموارد المائية وطورت هذه الصياغة من طرف Romero (1991) و Martel and Aouni(1990) و Chang(2006) ومن أجل توضيح كيفية النمذجة باستعمال طريقة Can and Houck(1984) وباستعمال الدالة ذات الشكل أ سنعود للمثال رقم 1 المتعلق بمؤسسة CRM حيث كان الهدف المتعلق بالربح كما يلي:

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000$$

حيث نفترض بأن دالة الجزاء المتعلقة بالهدف الثاني المتعلق بالربح كانت كما يلي :

الشكل البياني (3-3) : المنحنى البياني لدالة الجزاء المتعلقة بهدف الربح للمثال رقم 1

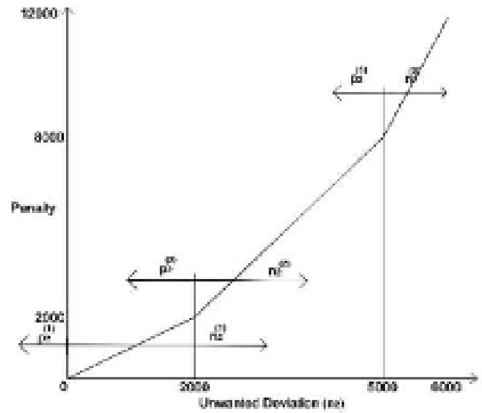


إذ نلاحظ من خلال الشكل البياني أعلاه بأن مستوى الجزاء(العقوبة) غير ثابت وهو يتغير وفق 3 مجالات بناء على قيمة الانحراف الغير المرغوب فيه، حيث نفترض بأن المقرر يمنح مستوى عقوبة ثابت عندما ينتمي الانحراف الغير المرغوب فيه $[0\,,2000] \in n_2^{(1)}$ حيث يرتفع مستوى العقوبة عندما ينتمي الانحراف إلى المجال $[2000\,,5000] \in n_2^{(2)}$ ، في حين يرتفع مستوى العقوبة أكثر عندما ينتمي الانحراف إلى $n_2^{(2)} \geq 5000$ ويتم تحديد هذه المجالات من طرف متخذ القرار حيث يمنح المقرر مستوى العقوبة عندما يتحرك الانحراف في أحد هذه المجالات ، ومن خلال هذا المثال نفترض بأن مستوى العقوبة في المجال الأول يكون واحد ويتضاعف وفق زيادة مستمرة بالنسبة للمجالات الأخرى وعليه فإن الصياغة الرياضية تكون كما يلي :

$$\text{Min } Z = p_1 + \frac{n_2^{(1)} + 2n_2^{(2)} + 4n_2^{(3)}}{7000} + n_3 + n_4$$
$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$
$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(1)}} + \underline{n_2^{(2)}} + \underline{n_2^{(3)}} - p_2 = 7000$$
$$0 \le n_2^{(1)} \le 2000$$
$$0 \le n_2^{(2)} \le 3000$$
$$0 \le n_2^{(3)} \le 1000$$
$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$
$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$
$$2x_1 + x_2 \geq 50$$
$$x_1 + x_2 \le 75$$
$$x_1, x_2 \geq 0 \;, n_q . p_q \geq 0 \quad q = 1,\dots,4$$

وبحل النموذج أعلاه و باستعمال البرنامج LINGO نجد $x_1 = 15$ و $x_2 = 20$ ، وفي سنة 1995 قدم Jones and Tamiz (1995) صياغة رياضية تعتمد هذه الصياغة على إعادة كتابة الهدف عند كل نقطة يزيد فيها مستوى العقوبة وهذا وفق الشكل البياني الآتي :

الشكل(3-4) : تحديد النقاط والأهداف التي يزيد فيها مستوى العقوبة



وعليه فإن الصياغة الرياضية وفق طريقة Jones and Tamiz (1995) تكون كما يلي:

$$\text{Min } Z = p_1 + \frac{n_2^{(1)} + 2n_2^{(2)} + 4n_2^{(3)}}{7000} + n_3 + n_4$$

$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(1)}} - p_2^{(1)} = 7000$$

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(2)}} - p_2^{(2)} = 5000$$

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(3)}} - p_2^{(3)} = 2000$$

$$100x_1 + 150x_2 \Diamond 1000$$

$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$

$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$

$$2x_1 + x_2 \Diamond 50$$

$$x_1 + x_2 \leq 75$$

$$x_1, x_2 \Diamond 0 \quad , n_q , p_q \Diamond o \quad q = 1,\ldots,4$$

وبحل النموذج أعلاه و باستعمال البرنامج LINGO نجد $x_1 = 15$ و $x_2 = 20$ ، وقد اعتبر Jones and Tamiz (1995) بأن هذه الصياغة أفضل من صياغة Can and Houck (1984) باعتبار أنها أكثر مرونة وقابلة للتطوير لتشمل جميع أنواع دوال الجزاء، كما يمكن إعادة صياغة النموذج أعلاه باستعمال نموذج البرمجة بالأهداف MINMAX وعليه فإن صياغة المثال السابق وفق هذا النموذج كما يلي:

$$\text{Min } Z = D$$

$$\frac{\underline{p_1}}{120} \leq D$$

$$\frac{\underline{n_2^{(1)}} + 2\underline{n_2^{(2)}} + 4\underline{n_2^{(3)}}}{7000} \leq D$$

$$\frac{\underline{n_3}}{40} \leq D$$

$$\frac{\underline{n_4}}{40} \leq D$$

$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(1)}} - p_2^{(1)} = 7000$$

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(2)}} - p_2^{(2)} = 5000$$

$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2^{(3)}} - p_2^{(3)} = 2000$$

$$100x_1 + 150x_2 \geq 1000$$

$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$

$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$

$$2x_1 + x_2 \geq 50$$

$$x_1 + x_2 \leq 75$$

$$x_1 , x_2 \geq 0 \;\; , n_q . p_q \geq o \quad q = 1,...,4$$

وباستخدام البرنامج LINGO نجد الحل الأمثل : $x_1 = 24$ و $x_2 = 24$

III-2 نموذج برمجة بالأهداف بالمجالات (Interval Goal Programming):

أثبت الواقع العملي أنه في العديد من الأحيان من الصعب على المقرر تحديد قيم دقيقة للقيم المستهدفة، فمثلا يمكن تحديد التكلفة، بناء على ميزانية المؤسسة والتي يتم تقديرها وفق مجال محدد بدلا من قيمة، كالقول أن الميزانية المتاحة والتي يجب عدم تجاوزها هي بين 600 و 1000 أو أن الطلب المتوقع هو بين 400 و 600 وهكذا فهذا الأمر قد يكون أكثر واقعية للمؤسسات ويسمح لها بتقليل المخاطر الناجمة عن سوء تقدير القيم المستهدفة، وعليه فإن الصيغة العامة لنموذج البرمجة بالأهداف بالمجالات يمكن تحديدها وفق الصيغة الرياضية الآتية:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} (n_i + p_i)$$

$$\text{Subject to :}$$

$$f_i(x_j) + n_i - p_i = g_i \in [g_{LOWER} \;,\; g_{UPPER}] \qquad \text{for} \quad i = 1,...,k$$

$$C_x \leq c \qquad (\text{system constraints})$$

$$n_i , p_i , x_j \geq 0, \qquad \text{for} \quad i = 1,...,k \;\; j = 1,...,m$$

حيث :

g_{LOWER} : الحد الأدنى للقيمة المستهدفة.

g_{UPPER} : الحد الأعلى للقيمة المستهدفة.

هناك عدة طرق من أجل نمذجة نموذج برمجة الأهداف بالمجالات ومن أهمها نموذج : Charnes and Collomb(1972) ويمكن صياغته رياضيا كما يلي :

$$
\begin{aligned}
&\operatorname{Min} Z = \sum_{i=1}^{k} (n_i^{L} + p_i^{U}) \\
&\text{Subject to :} \\
&f_i(x_j) + \underline{n_i}^{L} - p_i^{L} = g_{LOWER} \\
&f_i(x_j) + n_i^{U} - \underline{p_i}^{U} = g_{UPPER} \\
&C_x \leq c \quad (\text{system constraints}) \\
&n_i, p_i, x_j \geq 0, \qquad \text{for} \quad i = 1,\dots,k \quad j = 1,\dots,m
\end{aligned}
$$

III-3 نموذج ميتا – برمجة أهداف(Meta-Goal Programming) :

يعوذ الفضل في تطوير نموذج **Meta-GP** للباحثين Rodriguez et al(2002) فمن خلال هذا النموذج يتم اشتقاق أهداف ثانوية **(Meta-Goal)** أخرى وتدنيتها من الأهداف الرئيسية المراد تحقيقها ، كما يتيح هذا النموذج لمتخذ القرار بالتعبير بشكل أفضل على تفضيلاته هناك 3 أنواع من الأهداف الثانوية التي يمكن إشتقاقها من الأهداف الرئيسية وهي :

- **النـــوع الأول:** أهداف ثانوية (Meta-GP) تتعلق بمجموع النسب للانحرافات النسبية الغير مرغوب فيها.
- **النوع الثاني:**أهداف ثانوية (Meta-GP) تتعلق بالقيمة القصوى للانحرافات النسبية.
- **النوع الثالث:** أهداف ثانوية (Meta-GP) تتعلق بنسبة معينة للأهداف الغير منجزة.

وعليه فإن نموذج Meta-GP يمكن صياغته رياضيا كما يلي:

$$
\begin{aligned}
&\operatorname{Min} Z = \left\{\beta_1^{(1)}, \dots, \beta_{r1}^{(1)}, \beta_1^{(2)}, \dots, \beta_{r2}^{(2)}, \beta_1^{(3)}, \dots, \beta_{r3}^{(3)}\right\} \\
&\text{s.t.} \\
&f_i(x) + n_i + p_i = g_i, && i = 1,\dots, s, \\
&C_j(x) \leq b_j, && j = 1,\dots, m, \\
&\sum_{i \in S_k^{(1)}} w_i \frac{n_i}{g_i} + \alpha_k^{(1)} - \beta_k^{(1)} = Q_k^{(1)}, && k = 1,\dots, r1, \\
&w_i \frac{n_i}{g_i} - D_l \leq 0, \qquad i \in S_l^{(2)}, && l = 1,\dots, r2. \\
&D_l + \alpha_l^{(2)} - \beta_l^{(2)} = Q_l^{(2)}, && l = 1,\dots, r2, \\
&n_i - M_i y_i \leq 0, \quad i \in S_r^{(3)}, && r = 1,\dots, r3, \\
&\frac{\sum_{i \in S_r^{(3)}} y_i}{\operatorname{card}(S_r^{(3)})} + \alpha_r^{(3)} - \beta_r^{(3)} = Q_r^{(3)}, && r = 1,\dots, r3, \\
&y_i \in \{0, 1\}, && i \in 1,\dots, s, \\
&X \in R^n, \\
&\alpha_k^{(1)}, \beta_k^{(1)}, \alpha_l^{(2)}, \beta_l^{(2)}, \alpha_r^{(3)}, \beta_r^{(3)} \geq 0.
\end{aligned}
$$

حيث :

$Q_k^{(1)}, Q_l^{(2)}, Q_r^{(3)}$: الهدف الثانوي (Meta-Goal) المشتق الهدف الرئيسي وهذا وفق النوع الأول و الثاني و الثالث على الترتيب .

y_i : متغير رقمي ثنائي يأخذ الصفر أو الواحد (Binary variables).

$S_k^{(1)}, S_l^{(2)}, S_r^{(3)}$:المجموعات التي تنتمي لها الأهداف من النوع الأول ، الثاني والثالث على الترتيب.

M : عبارة عن قيمة كبير جدا لا يمكن الوصول إليها.

D_l : عبارة عن أعظم إنحراف نسبي مرجح.

$\alpha_k^{(1)}, \beta_k^{(1)}, \alpha_l^{(2)}, \beta_l^{(2)}, \alpha_r^{(3)}, \beta_r^{(3)}$: عبارة عن الانحرافات الموجبة والسالبة الناتجة عن الأهداف الثانية المشتقة من الأهداف الرئيسية.

ولفهم آلية عمل هذا النموذج سنعود للمثال رقم 1 المتعلق بمؤسسة CRM وبافتراض أن متخذ القرار في المؤسسة أخذ 3 أهداف ثانوية (« Meta-goal « MG) وهي كالآتي:

- MG1: الإنحرافات القصوى المتعلقة بجميع الأهداف لا ينبغي أن يتجاوز 50%.
- MG2: لا ينبغي أن يتجاوز كل هدف على حدة نسبة 30%.
- MG3: يجب أن لا يتجاوز عدد الأهداف التي لا تتحق 2.

بالنسبة للنوع 1 من الأهداف الثانوية فإنه يتم استخدام الانحرافات النسبية وعليه فإن الهدف MG1 يمكن صياغته كما يلي:

$$\frac{p_1}{120} + \frac{n_2}{7000} + \frac{n_3}{40} + \frac{n_4}{40} + \alpha_1 - \underline{\beta}_1 = 0,5$$

أما النوع الثاني من الأهداف الثانوية فيتم صياغته بطريقة MINMAX وهذا بالحصول على أعظم انحراف من بين الأربعة أهداف الرئيسية السابقة ويكون وفق القيود الآتية:

$$\frac{p_1}{120} \leq D \qquad \frac{n_3}{40} \leq D$$

$$\frac{n_2}{7000} \leq D \qquad \frac{n_4}{40} \leq D$$

وعليه فإنه يمكن صياغة MG2 كما يلي :

$$D + \alpha_2 - \underline{B}_2 = 0,3$$

بالنسبة للنوع الثالث من الأهداف الثانوية MG3 فإنه يتم استخدام طريقة البرمجة الرياضية بالأعداد الصحيحة (Integer programming) ، حيث : $y_i = 1$ إذا لم يتم تحقيق الهدف و $y_i = 0$ و $i = 1,...,4$ في الحالات الأخرى مع استخدام العدد الافتراضي الكبير M ويمكن صياغة ذلك رياضيا كما يلي:

$$p_1 - M\ y_1 \leq 0$$
$$n_2 - M\ y_2 \leq 0$$
$$n_3 - M\ y_3 \leq 0$$
$$n_4 - M\ y_4 \leq 0$$

ومن خلال هذه القيود يلاحظ بأنه إذا لم يتحقق الهدف الأول ، فهذا يعني أن هناك قيمة للانحراف p_1 تكون موجبة وعليه فإن قيمة المتغير الرقمي الثنائي $y_i = 1$ وحتى لا يكون هناك تناقض في القيد يجب أن تكون قيمة M موجبة وعدد كبير بالشكل الذي يجعل أي قيمة موجبة للانحراف p_1 أصغر من القيمة M ، أما في الحالة التي يتحقق فيها الهدف فإن $y_i = 0$ و $p_1 = 0$ ويتحقق القيد فإن الهدف الثانوي الثالث من الأهداف MG3، يمكن صياغته كما يلي :

$$\sum_{i=1}^{4} y_i + \alpha_3 - \beta_3 = 2$$

وعليه فإن يمكن صياغة دالة الهدف لنموذج Meta-GP كما يلي :

$$\text{Min} \quad Z = \frac{\beta_1}{0,5} + \frac{2\ \beta_2}{0,3} + \frac{\beta_3}{2}$$

S.T.

$$4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$
$$100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000$$
$$x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$
$$x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$
$$2x_1 + x_2 \lozenge 50$$
$$x_1 + x_2 \le 75$$
$$\frac{p_1}{120} + \frac{n_2}{7000} + \frac{n_3}{40} + \frac{n_4}{40} + \alpha_1 - \underline{\beta}_1 = 0$$
$$D + \alpha_2 - \underline{B}_2 = 0,3$$
$$\frac{p_1}{120} \le D$$
$$\frac{n_3}{40} \le D$$
$$\frac{n_2}{7000} \le D$$
$$\frac{n_4}{40} \le D$$
$$\sum_{i=1}^{4} y_i + \alpha_3 - \underline{\beta}_3 = 2$$
$$\sum_{i=1}^{4} y_i + \alpha_3 - \underline{\beta}_3 = 2$$
$$p_1 - My_1 \le 0$$
$$n_2 - My_2 \le 0$$
$$n_3 - My_3 \le 0$$
$$n_4 - My_4 \le 0$$
$$x_1, x_2 \lozenge 0 \ , n_i, p_i \lozenge 0 , i = 1,\dots,4 \ , \alpha_i, \beta_i \lozenge 0$$
$$i = 1,\dots,3;\ D \lozenge 0 \ ;\ y_i = 1 \text{ or } 0$$

وباستعمال البرنامج LINGO نجد الحل الأمثل يساوي $x_1 = 17{,}14$ و $x_2 = 40$ ، كما يلاحظ بأن هذا النموذج أكثر واقعية بالنسبة لتخذ القرار كما يتيح له من خلال الأهداف الثانوية بترتيب أولوياته وإدخال تفضيلاته من خلال Meta Goal .

4-III نموذج البرمجة بالأهداف الموسع (Extended Goal Programming) :

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 وهذا من خلال النموذج الرياضي الآتي :

$$\text{Min } Z = \lambda D + (1-\lambda)\sum_{i=1}^{N}(w_i^- \frac{n_i}{g_i} + w_i^+ \frac{p_i}{g_i})$$

ST

$$w_i^- \frac{n_i}{K_i} + w_i^+ \frac{p_i}{K_i} \leq D \qquad (\text{pour } i = 1,2,\ldots, p);$$

$$f_i(x) + n_i - p_i = g_i \qquad (\text{pour } i = 1,2,\ldots, p);$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$x \in X;$$

$$n_i,\ p_i \geq o \qquad (\text{pour } i = 1,2,\ldots, p),$$

فإذا كانت $\lambda = 1$ فسوف نكون أمام نموذج برمجة أهداف MINMAX أما إذا كان $\lambda = 0$ فهذا يعني أننا سنكون أمام نموذج برمجة أهداف تجميعي، وفيما عدا ذلك فإن الحل الأمثل سيكون حلا وسيطيا بين النموذجين، ويأخذ الخصائص الجيدة لكل نموذج ومن أجل التوضيح سنعود للمثال رقم 1 المتعلق بمؤسسة CRM ويمكن تحديد الصياغة الرياضية لهذا النموذج كما يلي :

$$\text{Min } Z = \lambda D + (1-\lambda)(\frac{p_1}{120} + \frac{n_2}{7000} + \frac{n_3}{40} + \frac{n_4}{40})$$

Subject to :

$$\frac{p_1}{120} \leq D \qquad 4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120$$

$$\frac{n_2}{7000} \leq D \qquad 100\,x_1 + 150\,x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 7000$$

$$\frac{n_3}{40} \leq D \qquad x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40$$

$$\frac{n_4}{40} \leq D \qquad x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40$$

$$2x_1 + x_2 \geq 50$$

$$x_1 + x_2 \leq 75$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \;\; , n_i . p_i \geq o \quad i = 1,\ldots,4$$

وبحل النموذج أعلاه مع تغيير قيمة المعامل λ يمكن تحديد النتائج وفق الجدول الآتي :

الجدول(3-8) : حل نموذج البرمجة بالأهداف الموسع EGP

Point	α	x_1	x_2	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
A	1.0	24	24	168	6250	24	24
A	0.8	24	24	168	6250	24	24
B	0.6	20	33.33	180	7000	20	33.33
B	0.4	20	33.33	180	7000	20	33.33
C	0.2	10	40	160	7000	10	40
C	0.0	10	40	160	7000	10	40

ومن خلال الجدول أعلاه تتضح مختلف الحلول المثلى والتي تتوافق مع مستوى قيمة λ، والتي تتغير قيمتها بين 0 و 1 وعليه فإن المقرر يمكن من خلال الجدول أعلاه اختيار الحل الأمثل الذي يتوافق مع واقعه العملي.

وفي سنة 2004 طور Romero (2004) وجعله يشمل الأولويات ليصبح نموذج البرمجة بالأهداف الموسع مع الأولويات Extended Lexicigraphic Goal Programming (ELGP) .

5-III نموذج البرمجة بالأهداف المتعدد الاختيارات (Multi-Choice Goal Programming):

في العديد من الحالات الواقعية لا يستطيع أن يحدد المقرر قيمة مستهدفة (Target) واحدة بكل دقة، وإنما عدة قيم مستهدفة، وهذا بالنسبة لكل هدف الأمر الذي يجعل نموذج البرمجة بالأهداف في صيغه السابقة غير قادر على تحديد حل أمثل يأخذ بعين الإعتبار جميع هذه القيم المستهدفة في آن واحد، ومن أجل معالجة هذه الإشكالية طور الباحث Chang(2007) نموذجا للبرمجة بالأهداف باستعمال البرمجة بالمتغيرات الرقمية الثنائية Binery Variables Programming، ويمكن تحديد الصياغة العامة لنماذج البرمجة بالأهداف المتعددة الاختيارات كما يلي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{n} w_i \left| f_i(X) - g_{i1} \text{ or } g_{i2} \text{ or } \ldots \text{ or } g_{im} \right|$$
$$\text{s.t} \quad X \in F \quad (F \text{ is a Feasible set})$$

وهذا يعني بأن المقرر يحدد قيما مستهدفا عديدة بالنسبة لكل هدف بدلا من قيمة مستهدفة واحدة والمشكل يكمن في كيفية تحديد الحل الأمثل الذي يتوافق مع التوفيقة المثلى من القيم المستهدفة بالنسبة لكل هدف مع الأهداف الأخرى، ومن أجل ذلك أقترح Chang(2007) طريقة في حل هذا الإشكال وهذا وفق النموذج الرياضي الآتي:

$$
\begin{aligned}
&\text{Min } \sum_{i=1}^{n} w_i (n_i + p_i) \\
&\text{subject to :} \\
&f_i(x) + n_i - p_i = \sum_{j=1}^{m} g_{ij} S_{ij}(B), \quad (i = 1, \ldots, k), \\
&\qquad\qquad i = 1, 2, \ldots, n \\
&\quad n_i,\ p_i \geq 0, \qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \\
&\quad S_{ij}(B) \in R_i(x) \qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \\
&\quad X \in F \ (F \text{ is a feasible set}),
\end{aligned}
$$

حيث :

$S_{ij}(B)$: تعبر عن دالة المتسلسلة الرقمية الثنائية (function of binary serial number).

$R_i(x)$: تعبر عن قيمة الموارد المحدودة.

فإذا افترضنا بأن نموذج يتكون من هدفين ولكل هدف قيمتين مستهدفتين وهذا وفق الشكل الرياضي الآتي :

$$
\begin{aligned}
&\text{Min } Z = n_1 + p_1 + n_2 + p_2 \\
&\text{subject to :} \\
&f_1(x) + n_1 - p_1 = g_1 \text{ or } g_2 \\
&f_1(x) + n_2 - p_3 = g_3 \text{ or } g_4 \\
&n_i,\ p_i \geq 0, \quad i = 1, 2.
\end{aligned}
$$

فإنه يمكن حل النموذج وفق طريقة Change(2007) كما يلي:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } Z = n_1 + p_1 + n_2 + p_2 \\
&\text{subject to}: \\
&f_i(x) + n_1 - p_1 = g_1 z_1 + g_2 (1 - z_1) \\
&f_i(x) + n_2 - p_3 = g_3 z_2 + g_4 (1 - z_2) \\
&n_i,\ p_i \lozenge 0, \quad i = 1,2.
\end{aligned}$$

وعليه يصبح النموذج أعلاه نموذج برمجة بالأهداف ولكنه غير خطي ويمكن إرجاع خطيته وفق العديد من الطرق ولكن أحسنها ما توصل إليه الباحث Chang(2000)، كما يمكن حل النموذج مباشرة باستعمال البرنامج LINGO والذي يمكنه حل النماذج الغير الخطية ومن أجل التوضيح أكثر سنعود للمثال رقم 1 والمتعلق بالمؤسسة CRM ولنفترض أن المقرر لا يمكنه تحديد القيم المستهدفة وحتى الموارد المتاحة بالضبط وإنما يحدد عدة قيم بالنسبة لكل هدف أي أنه سيحاول حل النموذج الرياضي الآتي :

$$\begin{aligned}
&\text{Min } Z = p_1 + n_2 + n_3 + n_4 \\
&4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120 \text{ or } 160 \text{ or } 200 \\
&100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 600 \text{ or } 7000 \text{ or } 8000 \\
&x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40 \text{ or } 80 \\
&x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40 \text{ or } 60 \\
&2x_1 + x_2 \lozenge 50 \text{ or } 70 \\
&x_1 + x_2 \leq 75 \\
&x_1, x_2 \lozenge 0 \ , n_q.p_q \lozenge o \ \ q = 1,...,4
\end{aligned}$$

ومن خلال النموذج الرياضي أعلاه فمثلا يفترض أن للمؤسسة عدة قيم مستهدفة بالنسبة لكل هدف والمشكل يكمن في تحديد الصياغة الرياضية التي تتوافق مع هذه الأهداف ،وعليه وبتطبيق الصياغة الرياضية المقترحة من طرف الباحث Chang(2000) فإنه يمكن نمذجة المشكل أعلاه وفق النموذج الرياضي الآتي:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } Z = p_1 + n_2 + n_3 + n_4 \\
&4x_1 + 3x_2 + n_1 - \underline{p_1} = 120 z_1 z_2 + 160 z_1 (1 - z_2) + 200 z_2 (1 - z_1) \\
&100x_1 + 150x_2 + \underline{n_2} - p_2 = 6000 z_3 z_4 + 7000 z_3 (1 - z_4) + 8000 z_4 (1 - z_3) \\
&x_1 + \underline{n_3} - p_3 = 40 z_5 + 80 (1 - z_5) \\
&x_2 + \underline{n_4} - p_4 = 40 z_6 + 60 (1 - z_6) \\
&2x_1 + x_2 \lozenge 50 z_7 + 70 (1 - z_7) \\
&x_1 + x_2 \leq 75 \\
&x_1, x_2 \lozenge 0 \ , n_q.p_q \lozenge o \ \ q = 1,...,4 \\
&z_i = 0 \text{ or } 1 \ \ i = 1,2,...,7;
\end{aligned}$$

وباستعمال البرنامج LINGO يتم حل النموذج الرياضي أعلاه والحصول على الحل الأمثل الآتي :

$x_1 = 20,\ x_2 = 40$.

IV- البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة :

تعتبر البرمجة الرياضية المبهمة من بين أهم أدوات اتخاذ القرار بسبب أنه يمكن من خلالها التعبير عن العديد من مشاكل اتخاذ القرار المعقدة كمشاكل تخطيط الإنتاج ومراقبة الجودة واختيار الاستثمار، وجدولة العمليات الإنتاجية......لذا فإن نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة لاقت الكثير من الاهتمام من طرف العديد من الباحثين الأمـــر الذي أدى إلى استحداث وتطوير العديد من النماذج الرياضية في حل مشاكل البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف.

1-IV الصياغة العامة لمشكلة البرمجة بالأهداف المبهمة:

من خلال نظرية المجموعات المقترحة من طرف الباحث Zadeh(1965) وأيضا الباحثين Zadeh an Bellman(1970) تبين بأن هناك العديد من مشاكل اتخاذ القرار التي تتصف بعدم التأكد والإبهام، خاصة المشاكل القرارية التي يمكن صياغتها في شكل نماذج للبرمجة الخطية أو البرمجة المتعددة الأهداف التي تتميز بدالة أو دوال أهداف يصعب تحديدها بدقة في الواقع العملي لدى كان لابد من تطوير العديد من النماذج الرياضية والتي تأخذ بعين الاعتبار الطبيعة المبهمة لدوال الأهداف، ويعتبر الباحث Zimmerman(1978) والباحث Narasimhan(1980) والباحث Hannan(1981) أول من أسهم في حل مشاكل البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف ، قدم الباحثين Chanas and Kuchta(2002) في بحثهما صياغة عامة لمشاكل البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة كما يلي:

$$
\begin{array}{llr}
\text{OPT } (AX)_i \underset{\sim}{\leq} b_i & i = 1,\dots,i_0 & (1)\\
(AX)_i \underset{\sim}{\lozenge} b_i & i = i_0 + 1,\dots, j_0 & (2)\\
(AX)_i \cong b_i & i = j_0 + 1,\dots,K & (3)\\
X \rfloor C_{S.} & &
\end{array}
$$

حيث:

OPT هي عبارة عن الحلول المثلى للمتغير القراري X والذي يأخذ بعين الاعتبار جميع الأهداف.

$i = 1,\dots,k \quad (AX)_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j$ و b_i هو عبارة عن الهدف المراد الوصل إليه والذي يأخذ الطبيعة المبهمة. أما الرمز $\cong$ هو عبارة عن رمز يعبر عن الصيغة المبهمة للنموذج.

ومن خلال الصياغة الرياضية أعلاه فهناك العديد من مشاكل اتخاذ القرار التي تأخذ صيغة المعادلة (1) وهي الحالة التي يريد فيها المقرر الحصول على قيمة الهدف المبهم b_i والذي يحقق له درجة رضا 100% وإذا لم يوجد فيجب الحصول على الحل الأمثل والذي يحقق الرقم الأقرب، ولكن من الجهة الدنيا للهدف المبهم أما إذا أخذ المشكل القراري صيغة المعادلة (2) فهذا يعني بأن المقرر يريد الحصول على الحل الأمثل الذي يحقق له قيمة الهدف المبهم b_i والذي يحقق له درجة إنتماء 100% وإذا لم يوجد فيجب الحصول على الحل

الأمثل والذي يحقق الرقم الأقرب ولكن من الجهة العليا، أما مشاكل اتخاذ القرار والتي تأخذ صيغة المعادلة الرياضية رقم (3) فهذا يعني بأن المقرر سيأخذ الحل الأمثل والذي يحقق الرقم الأقرب سواء من الجهة الدنيا أو الجهة العليا لقيمة الهدف b_i. كما تجب الإشارة بأن جميع مشاكل اتخاذ القرار في البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة تأخذ إما أحد صيغ المعادلات الثلاث أو جميعها في آن واحد.

2-IV تصنيف تغيرات البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة :

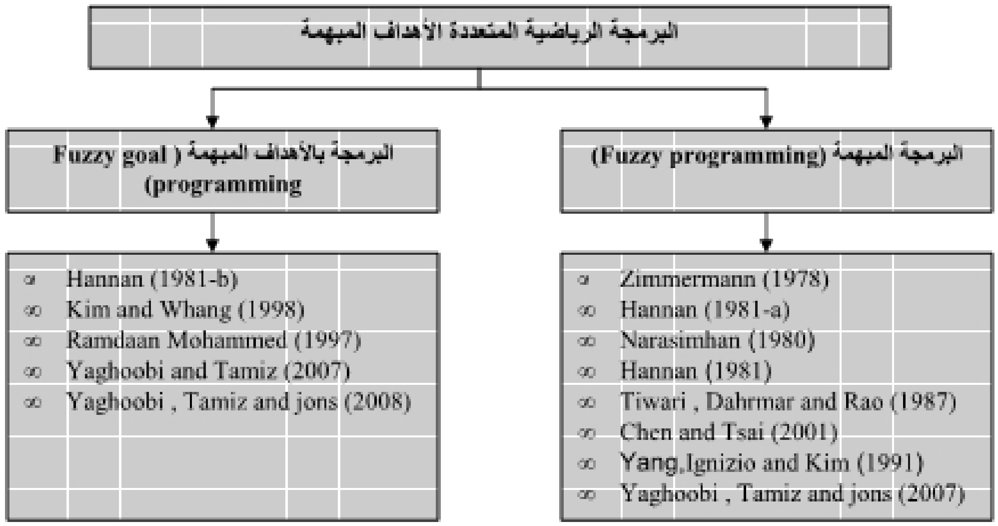
تعتبر البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة (Fuzzy multiobjective mathemaical programming) أحد أحدث وأبرز المفاهيم المتعلقة بالطرق المتعددة المعايير(multicritaria decision، إذ أنها أصبحت تستعمل بكثرة في حل العديد من المشاكل الإدارية المعقدة والتي تتميز بعدة أهداف يمكن أن تكون متعارضة، كما أنها لا تفترض صفة التأكد في الأهداف حيث أن المقرر من خلال هذه النماذج يمكن أن يضع مجالا أو عدة قيم تتبع دوال إنتماء معينة (Membership functions) ، ليتم في الغالب تحويل تلك النماذج إلى نماذج برمجة رياضية مكافئة يمكن حلها باستعمال برامج الإعلام الآلي LINGO، ويمكن تقسيم نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة إلى عدة أقسام فمن حيث المفهوم الرياضي للبرمجة بالأهداف يمكن تقسيمها إلى قسمين وهما : نماذج البرمجة المبهمة ، ونماذج البرمجة بالأهداف المبهمة.

أ. **نماذج البرمجة المبهمة (Fuzzy programming)**: : يمكن اعتبار نماذج البرمجة المبهمة على أنها 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.

ب. **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.

والشكل (3-5) يوضح أهم النماذج المستخدمة في كل قـــــسم :

الشكل (3-5) : مخطط بياني يوضح أهم النماذج المستخدمة في البرمجة الرياضية المبهمة



المصدر : من إعداد الباحث

أما من حيث الغوريثم المتبعة في تحديد الحل الأمثل بالنسبة لكل نموذج فيمكن تقسيمها إلى قسمين وهما : قسم النماذج التجميعية وقسم نماذج Minmax .

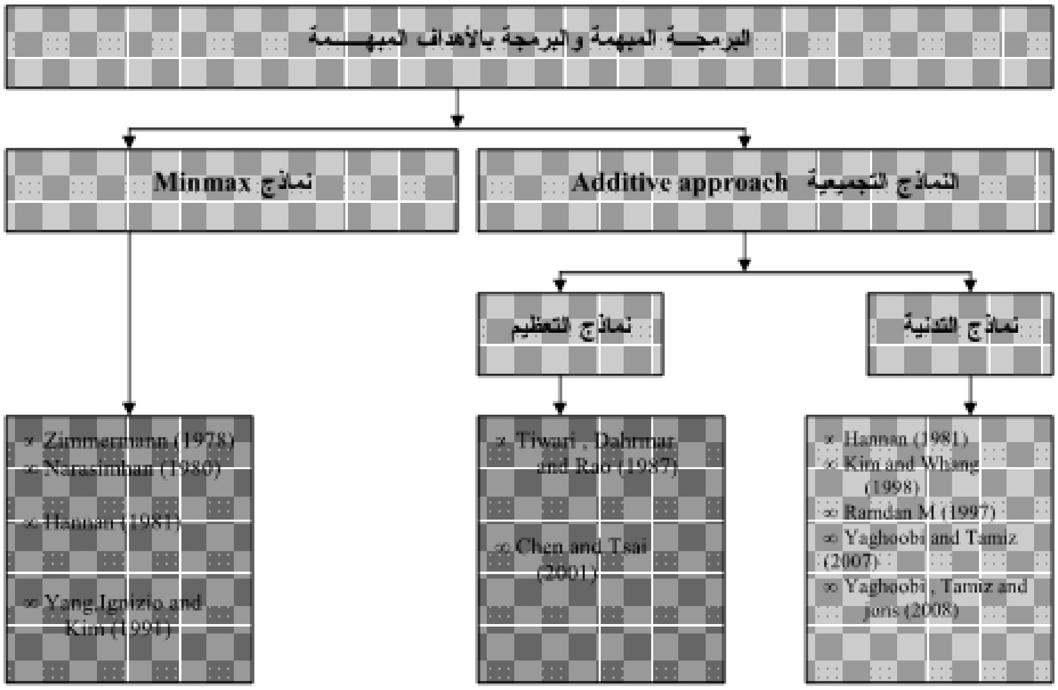
أ. **قســـم مجموعة النماذج التجميعية** (Additive approach) : ويمكن تقسيم هذه النماذج إلى قسمين أيضا وهما :

- **نماذج تدنية دالة الهدف** : ومن أهم هذه النماذج نذكر نموذج(Hanna(,1981-B، نموذج Ramdan Mohammed(1997) ، نموذج Kim and Whang(1998)، نموذج Yaghoobi and Tamiz(2007) ، نموذج Yaghoobi , Tammiz and Jons(2008)
- **نماذج تعظيم دالة الهدف** : ومن أهم هذه النماذج نذكـــر نموذج Tiwari , Dahrmar and Rao(1987) ، نموذج Chen and Tsai (2001) .

ب. **قســــم مجموعة نماذج Mimax (Minmax approach)**: ومن أهم هذه النماذج نذكـــر نموذج Zimmerman(1978) ، نموذج Narasiman(1980) ، نموذج Hannan(1981-a) ، نموذج Yang , Ignizio and Kim(1991).

والشكل (3-6) يوضح كيفية تقسيم النماذج وفق ألغوريثم البحث عن الحل الأمثل

الشكل (3-6) : مخطط بياني يبين كيفية تقسيم نماذج البرمجة الرياضية المبهمة وفق ألغوريتم الحل الأمثل



المصدر : من إعداد الباحث

3-IV نماذج البرمجة المبهمة :

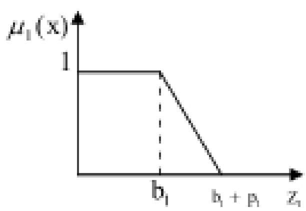
كما ذكرنا آنفا فإن نماذج البرمجة المبهمة هي تلك النماذج التي لا تأخذ في صياغتها الرياضية مفهوم الانحراف ، و تعتمد في الغوريتم حلها على نموذج Minmax المقترح من طرف الباحث Flavel(1976) ولقد تم استحداث عدة نماذج رياضية سبق توضيحها من خلال الشكل (3-6).

1-3-IV نموذج Zimmermann(1978): لقد أشرنا عند تطرقنا لنموذج Zimmermann(1978) في حل مشكلة البرمجة الخطية المبهمة في حالة الموارد المبهمة غير أن يمكن توسيع النموذج وجعله يحل حتى مشاكل البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة ومن أجل توضيح كيفية تحديد الحل الأمثل وفق نموذج Zimmerman(1978) سنأخذ الحالة التي يتكون فيها النموذج من دالتي هدف مع قيود للموارد المتاحة المبهمة وهذا في حالة التعظيم وفي حالة التدنية ويمكن صياغة هذه المشكلة رياضيا وفق الصياغة الرياضية الآتية :

$$
\begin{aligned}
&\text{Min} \quad \tilde{Z}_1 = C_1 X \\
&\text{Max} \quad \tilde{Z}_2 = C_2 X \\
&\text{St} \\
&(AX)_i \underset{\sim}{\leq} b_i, \qquad i = 1,2,\ldots, m \\
&(AX)_i \underset{\sim}{\geq} b_i, \qquad i = 1,2,\ldots, m \\
&X \geq 0
\end{aligned}
$$

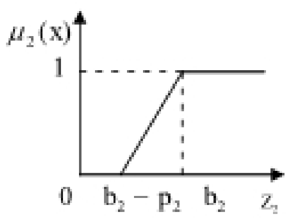
ومن أجل حل النموذج يقترح Zimmermann(1978) دوال الإنتماء الآتية :

الشكل (3-7) : دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حالة التدنية مع الصياغة الرياضية التحليلية



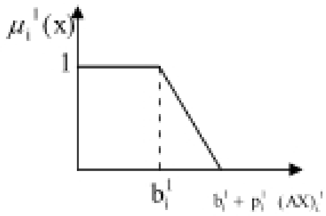
$$
\mu_1(x) = \begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \; C_1 X < b_1 \\ 1 - [C_1 X - b_1]/p_1 \;\text{if}\; C_1 X_i \leq b_1 + p_1 \ldots i = 1,\ldots, n \ldots (1) \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if}\; C_1 X > b_1 + p_1 \end{cases}
$$

الشكل (3-8) : دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حلة التعظيم مع الصياغة الرياضية التحليلية



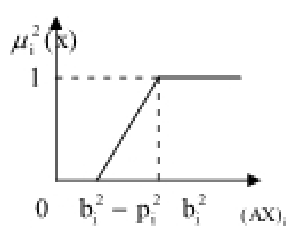
$$
\mu_2(x) = \begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \; C_2 X \geq b_2 \\ 1 - (b_2 - C_2 X)/p_2 \;\text{if}\; b_2 - p_2 \leq CX \leq b_2 \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if}\; C_2 X < b_2 - p_2 \end{cases}
$$

الشكل (3-9) : دالة الانتماء المتعلقة بالقيود في مع الصياغة الرياضية التحليلية



$$
\mu_i^1(x) = \begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \; (AX)^1_i < b_i^1 \\ 1 - [(AX)^1_i - b_i^1]/p_i \;\text{if}\; (AX)^1_i \leq b_i^1 + p_i^1 \ldots i = 1,\ldots, n \ldots (1) \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if}\; (AX)^1_i > b_i^1 + p_i^1 \end{cases}
$$

الشكل (3-10) : دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف مع الصياغة الرياضية التحليلية



$$
\mu_i^2(x) = \begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \; (AX)^2_i < b_i^2 \\ 1 - [b_i^2 - (AX)^2_i]/p_i^2 \;\text{if}\; (AX)^2_i \leq b_i^2 + p_i^2 \ldots i = 1,\ldots, n \ldots \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if}\; (AX)^2_i > b_i^2 + p_i^2 \end{cases}
$$

ويمكن صياغة نموذج Zimmermann وفق دوال الإنتماء الخطية وفق كل شكل من أشكال دوال الإنتماء أعلاه كما يلي(الأشكال (3–4) و (3–5) ، (3-6) ، (3-7)) :

$$
\begin{aligned}
&\text{Max } F = \lambda \\
&\text{st} \\
&\mu_1 = 1 - \left[(C_1X)_i - b_i\right]/p_i \geq \lambda \qquad i = 1,2,....,n \\
&\mu_2 = 1 - (b_2 - C_2X)/p_2 \geq \lambda \\
&\mu_i^1 = 1 - \left[(AX)_i^1 - b_i^1\right]/p_i^1 \geq \lambda \qquad i = 1,2,....,n \\
&\mu_i^2 = 1 - \left[b_i^2 - (AX)_i^2\right]/p_i^2 \geq \lambda \qquad i = 1,2,....,n \\
&\lambda \in [0..1] \\
&X \geq 0
\end{aligned}
$$

ومن خلال النموذج أعلاه فإن Zimmermann يقترح تعظيم قيمة λ والذي تعبر عن درجة انتماء ورضا المقرر ويلاحظ بأنه محصورة بين 0 و 1 فكلما اقتربت من الواحد كانت درجة رضا المقرر في درجـــة عـــالية وبالتالي فإن الحل الأمثل هو الحل الذي يعظم قيمة λ، كما أن النموذج أعلاه يأخذ بعين الإعتبار دوال الهدف المبهمة وفق الأشكال(3–4) و (3–5) ، (3-6) ، (3-7) فقط، كما يلاحظ بأنه يمكن إعتبار حتى موارد النموذج المتاحة مبهمة، ولكن وبالرغم من النتائج الجيدة التي يقدمها نموذج Zimmermann من جهة وسهولة تطبيقه من جهة أخرى إلا أن هناك بعض النقائص التي لايمكن إغفالها والتي سبق ذكرها سابقا ومن بينها أنه يستعمل شكلين فقط والمشار إليهم أعلاه من أشكال دوال الإنتماء الخطية كما أنه يعتمد في حله كما سبق على ألغوريتم MINMAX والمقترح من طرف Flavel(1976).

IV-3-2 نموذج (Hannan (1981: كما ذكرنا سابقا فإن نموذج Zimmerman(1978) يأخذ بعين الإعتبار فقط الحالات التي تكون فيها دالة الهدف المبهمة من الشكل :

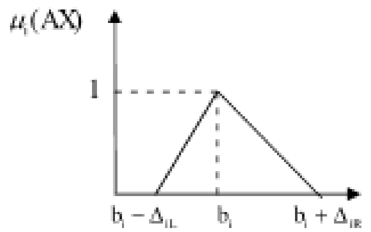
$$
\begin{aligned}
\text{OPT } \; Z &= (CX)_i \underset{\smile}{\leq} b_i \quad i = 1,............,i_0 \qquad (1) \\
Z &= (CX)_i \underset{\smile}{\geq} b_i \quad i = i_0 + 1,......, j_0 \qquad (2) \\
X &\in C_{S,}
\end{aligned}
$$

والبرنامج أعلاه يبين بأن نموذج Zimmerman(1978) تأخذ بعين الاعتبار حالات التي يريد فيها متخذ القرار الوصول إلى الهدف أو تجاوزه مثل حالة الربح أو الحالة التي يريد فيها الوصول إلى هدف يتعلق بنفقات معينة أو أقل ولكن لا يمكن إستخدام نموذج Zimmerman(1978) في الحالة التي يريد فيها المقرر الوصول إلى الهدف مع تدنية الانحراف الموجب والسالب معا مثل الوصول إلى حجم معين من الطلب، فتجاوزه يعني تحمل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون أما عدم تجاوزه فيعني تحمل تكاليف الانقطاع عن المخزون وعليه فإن المقرر في هذه الحالة يحاول الوصول للهدف المبهم المحدد وعليه فإن دوال الانتماء التي يستعملها Zimmerman(1978) تصبح غير قادرة على حل هذه الإشكالية والتي يمكن التعبير عنها رياضيا :

$$OPT \quad Z = (CX)_i = \tilde{b}_i \quad i = 1,\ldots\ldots\ldots\ldots, i_O \qquad (3)$$
$$X \rfloor C_{S,}$$

في سنة 1981 قدم الباحث Hannan نموذج رياضي يقوم من خلاله تدنية أو تعظيم دالة الهدف المبهمة في الحالة التي يرغب فيها المقرر الوصول إلى الهدف المبهم مع تدنية الانحراف الموجب والسالب، وتعتبر أعمال Hannan(1980) تعميما وتطويرا لنموذج Narasimhan(1980) والذي يعتبر مكافئا له حيث يستخدم Hannan(1981) دالة الانتماء المثلثية والشكل البياني (3-11) يوضح دالة الانتماء المقترحة من طرف Hannan(1980) كما يلي:

الشكل (3-11) : دالة الانتماء المثلثية المتعلقة بدالة الهدف مع الصياغة الرياضية التحليلية



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

حيث يفترض نموذج Hannan(1981) أن دالة الانتماء المثلثية الموافقة للهدف المبهم متناظرة أي أن $\Delta_{iR} = \Delta_{iL} = \Delta_i$ وعليه فإن الصيغة الرياضية لنموذج Hannan(1981) يمكن كتابتها كما يلي:

$$\begin{aligned} & \text{Max } Z = \lambda \\ & ST: \\ & \left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \Big/ \Delta_i \right) - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i / \Delta_i \quad (\text{pour } i = 1,2,\ldots\ldots, p) \\ & \lambda + \delta_i^+ + \delta_i^- \le 1 \quad (\text{pour } i = 1,2,\ldots\ldots, p) \\ & Cx \le c \\ & \lambda, \delta_i^+, \delta_i^- \text{ et } x_j \lozenge 0 \quad (\text{pour } i = 1,2,\ldots\ldots, p \text{ et } j = 1,2,\ldots\ldots, n) \end{aligned}$$

حيث يعتمد نموذج Hannan(1981) في طريقة حله على ألغوريتم Minmax إذ يتم الوصول إلى الحل الأمثل عن طريق تحديد قيمة المتغيرات التي تعطي أعظم قيمة لـ λ والتي تساوي الواحد عندما يتحقق الهدف، أو البحث عن متغيرات القرار التي تقوم بتعظيم قيمة λ والممثلة في دالة الانتماء المثلثية كما في الشكل(3-11).

وبالرغم من النتائج الجيدة التي يقدمها نموذج Hannan(1981) إلا أنه يعاني من عدة نقائص من أبرزها أنه يستخدم فقط دالة الانتماء المثلثية ولا يمكن استعماله إلا في حالة النموذج المبهم من الصيغة الرياضية :

$$OPT \quad Z = (CX)_i = b_i \quad i = 1,\ldots\ldots\ldots\ldots, i_0$$
$$X ⌡ C_{S.}$$

كما لا يمكن أن يدرج المقرر من خلال هذا النموذج أوزانا تتعلق بالأهمية النسبية لكل انحراف، كما أن هناك العديد من الحالات التي لا تكون فيها درجة السماح بالنسبة للجهة السالبة للهدف متساوية بنفس القدر مع درجة السماح بالنسبة للجهة الموجبة أي أن صفة التناظر بالنسبة لدالة الانتماء الخطية المستعملة في النموذج أعلاه لا تعتبر عملية وواقعية في الكثير من التطبيقات الواقعية كما أننا نلاحظ أن المقرر غائب تماما ولا يستطيع إبراز تفضيلاته في هذا النموذج.

3-3-IV نمــوذج Tiwari ,Dharmar and Rao (1987): فــي ســنة 1987 قــدم البــاحثون Tiwari Dharmar and Rao, نموذج برمجة مبهمة متعدد الأهداف يقوم من خلاله المقرر بتعظيم مجموع قيم درجة الانتماء الخطية المتعلقة بالأهداف وعليه فإن هذا النموذج يصنف ضمن النماذج التجميعيــة أي تحديــد الحــل الأمثل الذي يقوم بتدنية مجموع قيم درجة الإنتماء الخطية للأهداف، ويكون ذلك وفق النموذج الآتي:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^{K} w_i \mu_i$$

$$\text{st.}$$

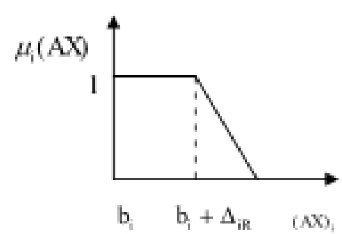
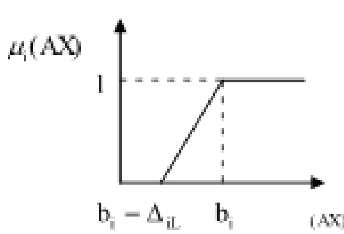
$$\mu_i = 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} \qquad i = 1,\ldots, i_0$$

$$\mu_i = 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} \qquad i = i_0 + 1,\ldots, K$$

$$0 \le \mu_i \le 1 \qquad i = 1,\ldots, K \qquad (5)$$

$$X ⌡ C_S$$

ولكن يجب الإشارة إلى أن النموذج أعلاه يمكن إستعماله في حالة شكل دوال الإنتماء الخطية ذات الأشكال الآتية:

الشكل (3-12) : دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حالة التدنية مع الصياغة الرياضية التحليلية	
$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 & \text{if } (AX)_i \le b_i \\ 1 - \dfrac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} & \text{if } b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iR} \quad i = 1,\ldots, i_0 \\ 0 & \text{if..}(AX)_i \Diamond b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$$	
الشكل (3-13) : دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حالة التعظيم مع الصياغة الرياضية التحليلية	
$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 & \text{if } (AX)_i \Diamond b_i \\ 1 - \dfrac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} & \text{if } b_i - \Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_i \quad i = i_0 + 1,\ldots, j_0 \\ 0 & \text{if } (AX)_i \le b_i - \Delta_{iL} \end{cases}$$	

كما نلاحظ أن Tiwari et al (1987) أدخلوا من خلال نموذجهما مفهوم الترجيح على عكس نموذج Hannan(1981) والذي لا يمكن من خلاله إدخال الترجيح، والذي يعتبر مهما حيث من خلاله يتم إدخال تفضيلات المقرر، كما لاحظ الباحثين Yaghoobi and Tamiz (2006) بأن مجموعة حلول النموذج صغيرة أي أن هناك العديد من الحالات التي يصعب فيها تحديد حل أمثل وعليه فإنهم قاموا بتعديل النموذج ليصبح كما يلي:

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

أي أنهم استعملوا رمز أصغر من أو تساوي بدلا من المساواة في إعداد القيود. لقد لقي النموذج أعلاه اهتمام العديد من الباحثين في مختلف المجالات وخاصة في مجال تخطيط الإنتاج وهذا بسبب بساطته من جهة وفعاليته من جهة أخرى كما يمكن للمقرر فيه أن يعطي أوزانا مرجحة يحدد من خلالها الأهمية النسبية لكل هدف غير أن من سلبياته أنه لا يستخدم إلا الشكلين أعلاه من أشكال دوال الانتماء الخطية.

IV-3-4 نموذج (Chen and Tsai (2001: في سنة 2001 قدم الباحثين Chen and Tsai نموذجا لحل مشكلة البرمجة المبهمة المتعددة الأهداف، حيث كان هذا النموذج مستحدثا من النموذج السابق لـ Tiwari et al (1987) غير أن Chen and Tsai غيرا مفهوم الترجيح والأولوية الذي كان سائدا ، حيث بينا من خلال بحثهما أنه في العديد من الأحيان عند ترجيح أهداف معينة من خلال ضرب درجات الانتماء الخطية μ_i في معاملات الأوزان w_i المرغوبة من طرف المقرر، فإنها لا تحقق الهدف المراد منها في توفيق رغبات المقرر مع معاملات الأوزان المرجحة المقترحة من طرف المقرر، ضف إلى ذلك فإن الباحثين أدخلا من خلال النموذج المقترح مفهوم الأولوية، أي تحديد نموذج يتم من خلال ألغوريتم حله الأخذ بعين الإعتبار أولوية معينة لكل هدف، وعليه فإن الصياغة الرياضية المقترحة لنموذج Chen and Tsai كانت كما يلي:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^{K} \mu_i$$

st.

$$\mu_i = 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} \qquad i = 1,\dots, i_0 \qquad (1)$$

$$\mu_i = 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} \qquad i = i_0 + 1,\dots, K \qquad (2)$$

$$\mu_i \geq \alpha_i$$

$$\mu_i \leq 1 \qquad i = 1,\dots, K \qquad (3)$$

$$X \in C_S$$

يلاحظ بأن النموذج أعلاه يستخدم بدوره نوعين فقط من دوال الانتماء الخطية وهما النوعين المقترحين في الشكل (3−12) والشكل (3-13).

من خلال النموذج أعلاه يتضح أن المقرر بدلا من أن يمنح أوزانا مرجحة على أساس رغبة المقرر لكل هدف فإنه يضيف قيدا (القيد رقم 3) يتم من خلاله تحديد درجة الإنتماء المرغوبة حيث يفضل المقرر الهدف الذي تكون له درجة انتماء مرغوبة α_i كبيرة ضف إلى ذلك فإن هذا القيد يتم من خلاله أيضا تحديد أولويات المقرر فالمقرر ستكون أولويته كبيرة بالنسبة للهدف الذي سيمنحه قيمة α_i كبيرة وهكذا .

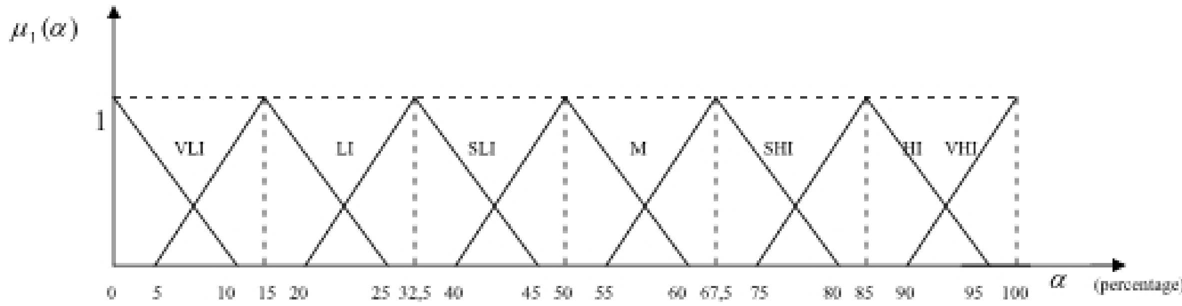
إن المشكلة التي ستواجه المقرر هي الكيفية التي سيتم فيها تحديد قيم درجة الانتماء المرغوبة قيم α_i ، فيمكن للمقرر أن يحددها وفقا للخبرة السابقة كما يمكن أن يستعمل ما يعرف بالبرمجة اللفظية (اللغوية) المبهمة وهذا عن طريق ترتيب أهمية الأهداف وتحويل رغبات المقرر اللفظية إلى أرقام وفق المصطلحات الآتية:

- 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

يمكن تعريف دالة الانتماء الخطية $\mu_1(\alpha)$ المتعلقة بالقيم اللغوية لكل متغير مرتبط بهدف معين حيث $\mu_1(\alpha) \in [0,1]$، علما أن قيمة α تأخذ قيمة ضمن المجال $[\alpha_{min}\, \alpha_{max}]$ ، $0 \leq \alpha_{min} \leq \alpha_{max} \leq 1$ ، حيث يمكن استعمال طريقة تصنيف الأرقام المبهمة أو ما يعرف fuzzy numbers ranking ويمكن الحصول على دالة الانتماء الخطية ذات الشكل المثلثي بالنسبة للأرقام المبهمة والمعرفة ممن طرف المقرر كما أشرنا أعلاه وعليه فإن الأرقام المبهمة المثلثية والمتعلقة بكل هدف هي كما يلي:

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%).

الشكل (3-14) : دالة الانتماء الخطية المثلثية بالنسبة للبرمجة اللفظية المبهمة والمتعلقة بالأهمية النسبية لكل هدف



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 الانتماء المرغوبة α_i لكل هدف ، وعليه فإن Liou and Wang (1992) لنفترض أنه لدينا دالة إنتماء مثلثية مبهمة $\widetilde{A} = (a, b, c)$ كما يلي:

$$
\begin{aligned}
I_T^{\alpha} &= \alpha . I_R(\widetilde{A}) + (1-\alpha).I_L(\widetilde{A}) \\
&= \alpha \int_0^1 g_{\widetilde{A}}^{R}(y)\,dy + (1-\alpha)\int_0^1 g_{\widetilde{A}}^{L}(y) \\
&= \alpha \int_0^1 \left[c + (b-c)y\right]dy + (1-\alpha)\int_0^1 \left[a + (b-a)y\right]dy . \\
&= \frac{1}{2}\left[\alpha .c + b + (1-\alpha).a\right]
\end{aligned}
$$

حيث $g_{\widetilde{A}}^{R}$ ، $g_{\widetilde{A}}^{L}$ تعبر عن الدالة العكسية لدالة الانتماء الخطية المثلثية والتي يمكن كتابتها كما يلي:

$$
\mu .(x) = \begin{cases}
0 & \text{if} \quad x \le a \\
\dfrac{x-a}{b-a} & \text{if} \quad a \le x \le b \\
\dfrac{x-c}{b-c} & \text{if} \quad b \le x \le c \\
0 & \text{if} \quad x \lozenge c
\end{cases}
$$

- إذا كان $\alpha = 0$ فإن مجموع قيمة التكامل $I_T^0(\widetilde{A})$ تعبر على أن متخذ القرار متشائم وتكون قيمته كما يلي:

$$I_T^0(\widetilde{A}) = \frac{1}{2}\left[b + a\right]$$

- إذا كان $\alpha = 0.5$ فإن مجموع قيمة التكامل $I_T^{0.5}(\widetilde{A})$ تعبر على أن متخذ القرار معتدل وتكون قيمته كما يلي:

$$I_T^{0.5}(\widetilde{A}) = \frac{1}{2}\left[0.5.c + b + 0.5.a\right]$$

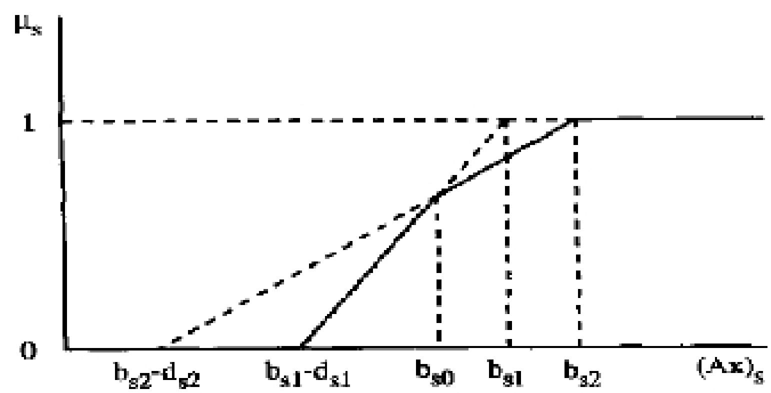
- إذا كان $\alpha = 1$ فإن مجموع قيمة التكامل $I_T^1(\widetilde{A})$ تعبر على أن متخذ القرار متفائل وتكون قيمته كما يلي:

$$I_T^1(\tilde{A}) = \frac{1}{2}[c + b]$$

يعتبر نموذج Chen and Tsai(2001) من بين النماذج التي قدمت مفهوما حديثا حول كيفية تحديد أولوية وأهمية الهدف، كما أنهما أول من أشارا إلى أن ترجيح الأهداف لا يجب أن يكون ضمن دالة الهدف وإنما يمكن ترجيح الأهداف من خلال إضـــافة قيد ولكن وبالرغم من ذلك إلا أن هذا النموذج لا يستعمل إلا نوعين من دوال الانتماء الخطي وهما النوعين المشار إليهما سابقا كما أنه لا يستعمل أشكالا غير خطية.

5-3-IV نموذج (Yang, Ignizio and Kim (1991: يعتبر نموذج Yang, Ignizio and Kim(1991) من بين أهم نماذج البرمجة المبهمة المتعددة الأهداف حيث يعتبر النموذج المقترح من طرف الباحثين تطويرا لنموذج Hannan(1981) ولكن في الحالة التي تكون فيها دالة الانتماء المثلثية غير خطية من جهة وغير متناظرة من جهة أخرى والشكل البياني(3-15) يوضح ذلك:

الشكل (3-15):النوع دالة الانتماء المقعرة الغير خطية المستعملة من طرف الباحثين Yang, Ignizio and Kim(1991)



أما الصياغة التحليلية الرياضية لدالة الانتماء أعلاه فهي كالآتي:

$$\mu_s(Z_s) = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad (Cx)_s \Diamond b_{s2}, \\ 1 - \dfrac{b_{S2} - (Cx)_s}{d_{S2}} & \text{si} \quad b_{so} \le (Cx)_i < b_{s2}, \\ 1 - \dfrac{b_{S1} - (Cx)_s}{d_{S1}} & \text{si} \quad b_{s1} - d_{S1} \le (Cx)_i < b_{so}, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

ويمكن تجزئة دالة الانتماء μ_sأعلاه إلى دالة انتماء μ_{s1} تتعلق بالهدف الأول ودالة الانتماء μ_{s2} تتعلق بالهدف الثاني، ويمكن كتابة الصياغة الخطية التحليلية لكل دالة كما يلي:

$$\mu_{s1}(Z_s)=\begin{cases}1 & \text{si} \quad (Cx)_s \geq b_{S1},\\ 1-\dfrac{b_{S1}-(Cx)_s}{d_{S1}} & \text{si} \quad b_{s1}-d_{S1}\leq (Cx)_i < b_{s1},\\ 0 & \text{otherwise,}\end{cases}$$

أما بالنسبة للهدف الثاني:

$$\mu_{s2}(Z_s)=\begin{cases}1 & \text{si} \quad (Cx)_s \geq b_{S1},\\ 1-\dfrac{b_{S2}-(Cx)_s}{d_{S2}} & \text{si} \quad b_{s2}-d_{S2}\leq (Cx)_i < b_{s2},\\ 0 & \text{otherwise,}\end{cases}$$

ووفقا لدالة الانتماء الموضحة في الشكل (3-15) وصياغتها الرياضية التحليلية أعلاه فإنه يمكن صياغة نموذج البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة لـــ Yang, Ignizio and Kim(1991) كما يلي:

$$\begin{aligned}
&\text{Maximize } Z=\lambda\\
&\text{S.t.}\\
&\left.\begin{aligned}\lambda &\leq 1-\frac{b_{S1}-(Cx)_S}{d_{S1}}\\ \lambda &\leq 1-\frac{b_{S2}-(Cx)_S}{d_{S2}}\end{aligned}\right\}\text{ for all } S(\in K),\\
&\lambda \leq f_t(Z_t) \qquad \text{for all } t(\in K),\\
&(Bx)\leq b_o,\\
&x \geq o,
\end{aligned}$$

حـــيث :

λ : درجة الانتماء المرغــوبة.

b_s : قيمة الهدف المرغوب تحقيقها.

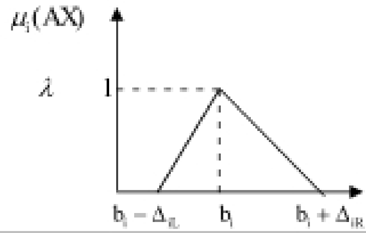
d_S : درجة السماح المقبولة من طــرف المقرر.

$(Cx)_S$: قيـــود دالة الهـــدف.

B : مصفوفة المعاملات التقنية للقيود.

وعليه فلقد تم من خلال نموذج Yang, Ignizio and Kim(1991) صياغة نموذج رياضيي باستعمال دالة الإنتماء المثلثية من الشكل(3-16) :

الشكل (3-16) : دالة الانتماء المتلثية المتعلقة بدالة الهدف مع الصياغة الرياضية التحليلية



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

وبالتالي فإن نموذج Yang, Ignizio and Kim(1991) يمكن استعماله في حالة دالة الانتماء المثلثية وأيضا الحالة الغير متناظرة على عكس نموذج Hannan(1981) ويمكن صياغة هذا النموذج رياضيا كما يلي:

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad Z = \lambda \\ &\text{S.t.} \\ &\left.\begin{aligned} \lambda &\leq 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iL}} \\ \lambda &\leq 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iR}} \end{aligned}\right\} \quad \text{for all } i \\ &x \Diamond o, \end{aligned}$$

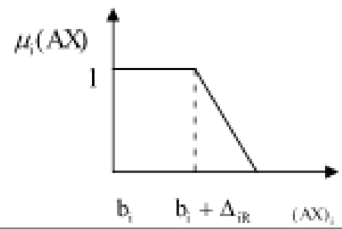
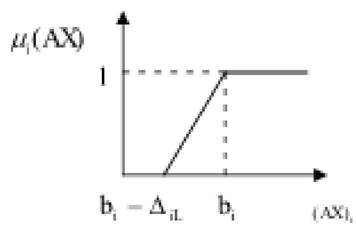
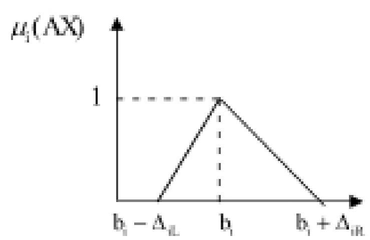
يمكن اعتبار نموذج Yang, Ignizio and Kim(1991) من أهم النماذج التي أسهمت كثيرا في نموذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف باعتباره أول نموذج تم التطرق فيه إلى مشكلة دوال الإنتماء الغير الخطية، كما أنه تطرق إلى حل مشكلة دوال الإنتماء المثلثية الغير المتناظرة ($\Delta_{iL} = \Delta_{iR}$) ، والتي تمكن المقرر في العديد من الأحيان من أن يدخل تفضيلاته، ولكن وبالرغم من ذلك إلا أن النموذج لازالت تعتريه بعض النقائص من بينها أنه لا توجد آليـــــة يمكن من خلالها ترجيح الأهداف من طرف المقرر، كما أنه يعتمد على ألغوريتم Minmax.

IV-4 نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة :

ذكرنا سابقا بأن نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة هي تلك النماذج التي تعتمد في حلها على مفهوم الإنحراف أو المسافة ومن أهم هذه النماذج نذكر نموذج Kim and Whang (1998 , 2002) ، ونموذج Yaghoobi and Tamiz(2007) ونموذج Yaghoobi et al(2008)

IV-4-1 نموذج Kim and Whang (1998 , 2002): تعتبر أعمال Kim and Whang (1998) من أهم الأعمال في مجال البرمجة بالأهداف المبهمة (Fuzzy Goal programming) ، إذ يعتبر الباحثين أول من قدم نموذجا يستخدم 3 أنواع من دوال الإنتماء الآتية :

الشكل (3-17) : دوال الانتماء المثلثية المتعلقة بدالة الهدف مع الصياغة الرياضية التحليلية المستعملة من طرف Kim and Whang (1998)

<table>
<tr><th>الصـــياغة التحليلية الرياضية</th><th>دالـة الإنتـماء</th></tr>
<tr><td>$$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}1 & \text{if } (AX)_i\le b_i\\ 1-\dfrac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}} & \text{if } b_i\le (AX)_i\le b_i+\Delta_{iR} \quad i=1,\ldots,i_0 \quad (1)\\ 0 & \text{if } (AX)_i\geq b_i+\Delta_{iR}\end{cases}$$</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">النــــوع الأول</td></tr>
<tr><td>$$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}1 & \text{if } (AX)_i\geq b_i\\ 1-\dfrac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & \text{if } b_i-\Delta_{iL}\le (AX)_i\le b_i \quad i=i_0+1,\ldots,j_0 \quad (2)\\ 0 & \text{if } (AX)_i\le b_i-\Delta_{iL}\end{cases}$$</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">النــوع الثاني</td></tr>
<tr><td>$$\mu_i(AX)_i=\begin{cases}0 & \text{if } (AX)_i\le b_i-\Delta_{iL}\\ 1-\dfrac{(AX)_i-b_i}{\Delta_{iR}} & \text{if } b_i-\Delta_{iL}\le (AX)_i\le b_i \quad i=j_0+1,\ldots,k_0\\ 1-\dfrac{b_i-(AX)_i}{\Delta_{iL}} & \text{if } b_i\le (AX)_i\le b_i+\Delta_{iL}\\ 0 & \text{if } (AX)_i\geq b_i+\Delta_{iR}\end{cases} \quad (3)$$</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">النــــوع الثالث</td></tr>
</table>

وعليه فإن Kim and Whang (1998) قدما صياغة رياضية مبهمة تم فيها الإعتماد على مفهوم الإنحراف النسبي β_i ، كما يتم من خلاله أيضا الإعتماد على الصيغ التجميعية لنموذج البرمجة بالأهداف والتي يمكن من خلالها إضافة الترجيح وفق تفضيلات المقرر وبالتالي فإن الصياغة الرياضية لنموذج Kim and Whang (1998) كما يلي:

$$\text{Min} \quad Z=\sum_{i=1}^{i_0} w_i\beta_i^+ + \sum_{i=i_0+1}^{j_0} w_i\beta_i^- + \sum_{i=j_0+1}^{k} w_i(\beta_i^+ + \beta_i^-)$$

$$\begin{array}{ll}
\text{st :} & \\
(AX)_i-\Delta_{iR}\beta_i^+\le b_i & i=1,\ldots,i_0\\
(AX)_i+\Delta_{iL}\beta_i^-\geq b_i & i=i_0+1,\ldots,j_0\\
(AX)_i+\Delta_{iL}\beta_i^- -\Delta_{iR}\beta_i^+ = b_i & i=j_0+1,\ldots,K\\
\beta_i^+,\beta_i^-\geq 0 & i=1,\ldots,K\\
X\in C_S, &
\end{array}$$

ويتضح من خلال النموذج أعلاه، أن الباحثين اعتمدا على مفهوم درجة السماح ، معتمدين في ذلك على أشكال دوال الإنتماء الثلاث والمشار إليها أعلاه، كما نلاحظ بأنه يمكن إدخال مفهوم الأوزان المرجحة w_i والتي يمكن إختيارها من طرف المقرر ، غير أن الباحثين من خلال نموذجها لم يدخلا قيودا تشير إلى أن النموذج يقترن بدرجة الإنتماء في المجال $[1 \ , \ 0]$ وهذا ما لاحظه وصححه الباحثين Yaghoobi and Tamiz (2007) , في ورقة بحثية مصغرة ومنشورة (Short communication) وذلك بإضافة القيود الثلاث الآتية :

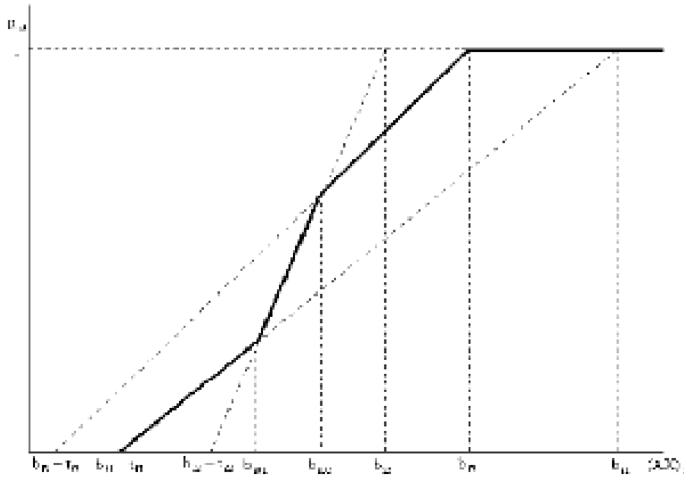
$$\beta_i^+ \leq 1 \qquad i = 1, \ldots, i_0$$

$$\beta_i^- \leq 1 \qquad i = i_0 + 1, \ldots, j_0$$

$$\beta_i^+ + \beta_i^- \leq 1 \qquad i = j_0 + 1, \ldots, K$$

وعليه فإن إستخدام نموذج Kim and Whang (1998) يجب أن يرفق بالقيود الثلاث أعلاه وهذا حتى يعبر عن مشكلة البرمجة بالأهداف المبهمة ، كما أن Kim and Whang(2002) إستطاعا أن يطورا نموذجها ليشمل دالة الإنتماء الغير خطية الأتية :

الشكل(3-18) : الشكل البياني لدالة الإنتماء الخطية الغير مقعرة (non concave)



حيث أن الصياغة التحليلية لهذه الدالة هي كالآتي :

$$\mu_{Si} = \begin{cases} 1 & \text{if } (Ax)_i \Diamond b_{i3}, \\ 1 - \dfrac{b_{i3} - (Ax)_i}{t_{i3}} & \text{if } b_{i02} \leq (Ax)_i < b_{i3}, \\ 1 - \dfrac{b_{i2} - (Ax)_i}{t_{i2}} & \text{if } b_{i01} \leq (Ax)_i < b_{i02}, \\ 1 - \dfrac{b_{i1} - (Ax)_i}{t_{i1}} & \text{if } b_{i1} - t_{i1} \leq (Ax)_i < b_{i01}, \end{cases}$$

حيث:

t_i : درجة السماح والتي يتم تحديدها من طرف متخذ القرار.

b_i: قيمة الهدف المحدد من طرف المقرر والذي تتغير عنده درجة إنتماء المقرر

$$\begin{aligned} &\text{Min } Z = w_i\beta_{i1} + w_i\beta_{i2} + w_i\beta_{i3} + w_i^-\beta_i^- + w_i^+\beta_i^+ \\ &\text{ST} \\ &(Ax)_i + t_{i1}\beta_{i1} + M\delta_i \leq b_{i1}, \\ &(Ax)_i + t_{i2}\beta_{i2} + M\delta_i \leq b_{i2}, \\ &(Ax)_i + t_{i3}\beta_{i3} + M(1-\delta_i) \leq b_{i3}, \\ &(Ax)_i + t_i^-\beta_i^- - t_i^+\beta_i^+ = b_i, \\ &\beta_{i1} + \beta_{i2} + \beta_{i3} \leq 1, \\ &\beta_i^- + \beta_i^+ \leq 1, \\ &x, \beta_{i1}, \beta_{i2}, \beta_{i3}, \beta_i^-, \beta_i^+ \Diamond 0, t_{i1}, t_{i2}, t_{i3}, t_i^-, t_i^+ > 0, \delta_i = 0,1 \text{ for all } i \; (\in k) \end{aligned}$$

حيث :

M : عدد طبيعي كبير جدا.

وعليه فإن النموذج أعلاه يمكن إستعماله في الحالة التي تكون فيها دالة الإنتماء من الشكل المثلثي وأيضا الغير مقعرة كما في الشكل(3-16)، (3-18) الأمر الذي يجعل نموذج Kim and Whang(1998, 2002) من أهم نماذج البرمجة بالأهدف المبهمة كونه سهل التطبيق ويستعمل جميع أنواع دوال الإنتماء المتناظرة وغير المتناظرة وحتى الغير مقعرة وهذا ما يمكن المقرر من إدخال تفضيلاته، كما يمكن إدراج الترجيح كما أنه يعتمد على أسلوب البرمجة بالأهداف التجميعية .

IV-4-2 نماذج Yaghoobi and Tamiz (2007 , 2008): خلال سنة 2007 قدم الباحثين Yaghoobi and Tamiz نموذجا رياضيا يعتمد في طريقة حله على ألغوريتم Minmax والمقترح من طرف Flavell(1976)، حيث عبر Flavell كما أشرنا سابقا عن مشكلة البرمجة بالأهداف وفق الصياغة الرياضية الآتية:

$$
\begin{array}{ll}
\text{Min} \quad D & \\
\text{st} & \\
\alpha_i n_i + \beta_i p_i \leq D & i = 1,\dots,K \\
(AX)_i + n_i - p_i = b_i & i = 1,\dots,K \\
D, n_i, p_i \geq 0 & i = 1,\dots,K \\
X \in C_S & \qquad (1)
\end{array}
$$

وعليه فإن (Yaghoobi and Tamiz (2007 ، طورا النموذج أعلاه حيث أثبتا بأنه يمكن اشتقاق نموذجا للبرمجة بالأهداف المبهمة يشمل دوال الإنتماء الخطية الثلاث والمشار إليها سابقا في الشكل (3-17)، حيث تعبر $\alpha_i = \frac{1}{\Delta_{iL}}$ و $\beta_i = \frac{1}{\Delta_{iR}}$ وهذا يعني بأن معاملات الترجيح لنموذج Flavell تصبح مقترنة في الصيغة المبهمة بدرجتي السماح Δ_{iL} و Δ_{iR} وعليه فإن النموذج (1) يصبح كما يلي:

$$
\begin{array}{ll}
\text{Min} \quad D & \\
\text{st} & \\
\frac{1}{\Delta_{iL}} n_i + \frac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq D & i = 1,\dots,K \\
(AX)_i + n_i - p_i = b_i & i = 1,\dots,K \\
D \leq 1 & \\
D, n_i, p_i \geq 0 & i = 1,\dots,K \\
X \in C_S & \qquad (2)
\end{array}
$$

غير أن النموذج أعلاه يمكن استعماله فقط في الحالة $(AX)_i \cong b_i \quad i = j_O + 1,\dots,K$ أي الحالة الثالثة من نماذج البرمجة الرياضية المبهمة وفق تصنيف Chanas and Kuchta(2002) أي أن النموذج يمكن إستعماله فقط في حالة الأهداف التي يمكن للمقرر التعبير عنها وفق دالة الإنتماء الخطية من الشكل المثلثي كما في الشكل (3-16) النوع الثالث غير أن (Yaghoobi and Tamiz (2007 إستطاعا أن يوسعا نموذجهما ليشمل جميع حالات البرمجة الرياضية المبهمة والتي تأخذ الشكل الرياضي الأتي:

$$
\begin{array}{lll}
(AX)_i \underset{\sim}{\geq} b_i & i = i_O + 1,\dots,j_o & (3) \\
(AX)_i \underset{\sim}{\leq} b_i & i = j_O + 1,\dots,K & (4)
\end{array}
$$

وهذا ما ينطبق على دوال الإنتماء من النوع الأول والثاني (الشكل(3-17))، حيث أضافا قيودا جديدة تشكل الشكل العام التي يمكن أن يستخدم فيه المقرر دوال الإنتماء من النوع الأول والثاني والثالث حيث كان النموذج كما يلي :

$$
\begin{aligned}
&\text{Min} \quad D \\
&\text{st} \\
&(AX)_i - p_i \leq b_i && i = 1,\dots,K \\
&(AX)_i + n_i \geq b_i && i = 1,\dots,K \\
&(AX)_i + n_i - p_i = b_i && i = 1,\dots,K \\
&\frac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq D && i = 1,\dots,K \\
&\frac{1}{\Delta_{iL}} n_i \geq D && i = 1,\dots,K \\
&\frac{1}{\Delta_{iL}} n_i + \frac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq D && i = 1,\dots,K \\
&D \leq 1 \\
&D, n_i, p_i \geq 0 && i = 1,\dots,K \\
&X \in C_S && (5)
\end{aligned}
$$

بوضع $\lambda = 1 - D$ فإن النموذج رقم (5) حيث أن Min D تصبح تكافئ Max D وعليه فإن النموذج رقم (5) يمكن يصبح من النماذج التي يعتمد ألغورتم حلها لصيغة MINMAX ويمكن كتابته كما يلي:

$$
\begin{aligned}
&\text{Max} \quad \lambda \\
&\text{st} \\
&(AX)_i - p_i \leq b_i && i = 1,\dots,i_0 \\
&(AX)_i + n_i \geq b_i && i = i_0 + 1,\dots,j_0 \\
&(AX)_i + n_i - p_i = b_i && i = j_0 + 1,\dots,K \\
&\lambda + \frac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq 1 && i = 1,\dots,i_0 \\
&\lambda + \frac{1}{\Delta_{iL}} n_i \geq 1 && i = i_0 + 1,\dots,j_0 \\
&\lambda + \frac{1}{\Delta_{iL}} n_i + \frac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq 1 && i = j_0 + 1,\dots,K \\
&\lambda, n_i, p_i \geq 0 && i = 1,\dots,K \\
&X \in C_S && (5)
\end{aligned}
$$

ومن بين الإمتيازات التي يقدمها هذا النموذج مقارنة بالنموذج السابق هو أن قيمة درجة إنتماء المقرر تظهر من خلال النموذج، ولكن وبالرغم من ذلك فإن إعتماد النموذج على قاعدة MINMAX يجعله في كثير من الأحيان يمنح حلول مثلى لا ترضي المقرر كما أنه لا يمكن ترجيح الأهداف من خلال هذا النموذج ، لذا فإن Yaghoobi and Tamiz (2007) قاما بإقتراح نموذج يعتمد في ألغوريتم حله على البرمجة بالأهداف التجميعية كما أنه يستخدم جميع دوال الإنتماء الثلاث والمشار إليها سابقا، حيث قاما الباحثين بتوسيع نموذج Kim and Whang (1998) وهذا عن طريق وضع :

$$\beta_i^{+} = \frac{p_i}{\Delta_{iR}}$$

$$\beta_i^{-} = \frac{n_i}{\Delta_{iL}}$$

وهذا يعني بأن الانحرافات المطلقة يمكن أن تظهر في دالة الهدف بدلا من الإنحرفات النسبية، الأمر الذي يفيد جدا متخذ القرار من الناحية التسييرية وهذا بمعرفته للمسافة التي تفصله بين الحل الأمثل والهدف المحدد، وعليه فإن النموذج المقترح من طرف Yaghoobi and Tamiz (2007) وفق الصيغة التجميعية لنموذج برمجة الأهداف المبهمة كان كما يلي :

$$\text{Min} \quad z = \sum_{i=1}^{i_0} w_i \frac{p_i}{\Delta_{iR}} + \sum_{i=i_0+1}^{j_0} w_i \frac{n_i}{\Delta_{iL}} + \sum_{i=j_0+1}^{K} w_i \left(\frac{n_i}{\Delta_{iL}} + \frac{p_i}{\Delta_{iR}}\right)$$

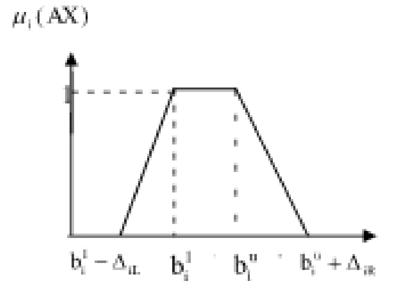
subject to:

$$\begin{array}{ll}
(AX)_i - p_i \leq b_i & i = 1,\ldots, i_0 \\
(AX)_i + n_i \geq b_i & i = i_0+1,\ldots, j_0 \\
(AX)_i + n_i - p_i = b_i & i = j_0+1,\ldots, K \\
\lambda + \dfrac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq 1 & i = 1,\ldots, i_0 \\
\lambda + \dfrac{1}{\Delta_{iL}} n_i \geq 1 & i = i_0+1,\ldots, j_0 \\
\lambda + \dfrac{1}{\Delta_{iL}} n_i + \dfrac{1}{\Delta_{iR}} p_i \leq 1 & i = j_0+1,\ldots, K \\
\lambda, n_i, p_i \geq 0 & i = 1,\ldots, K \\
X \in C_s &
\end{array}$$

يعتبر النموذج أعلاه من بين أهم وأشمل نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة، كما يلاحظ بأن النموذج أعلاه بسيط وخطي كما يمكن إضافة أوزان مرجحة بناء على تفضيلات متخذ القرار بالنسبة لأولوياته من الأهداف، كما يمكن حساب من خلال النموذج أعلاه قيمة درجة انتماء المقرر λ والتي توضح درجة رضا المقرر من الأهداف، وفي سنة 2008 تمكن الباحثين (Yaghoobi and Tamiz (2008 من تطوير وتحديث نموذجهما ليشمل أيضا دوال الإنتماء من الشكل دالة المنحرف ، والتي تعبر بصفة أعمق في كثير من الأحيان عن واقع الكثير من القرارات داخل المنظمات الاقتصادية.

وعليه فإن نموذج (Yaghoobi and Tamiz (2008 جاء ليوسع النموذج السابق وهذا بإضافة دالة الإنتماء من النوع 4 إضافة لدوال الإنتماء والتي سبق عرضها في الشكل البياني(3-17) ويمكن توضيحها من خلال الشكل البياني (3-19) الأتي:

الشكل (3-19) : دالة الإنتماء من النوع 4 المتعلقة بدالة الهدف مع الصياغة الرياضية التحليلية لها



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

النـــوع 4

حيث نلاحظ من خلال الشكل البياني أعلاه يوضح شكل دالة الإنتماء الخطية من النوع الرابع، إذ تختلف على دالة الإنتماء من النوع الرابع، حيث أن المقرر من خلال هذه الدالة يمكنه الحفاظ على مستوى انتماء تام $\mu = 1$ عند المجال $\left[b_i^l \;,\; b_i^u\right]$ وهذا على عكس دالة الإنتماء من النوع الثالث، والتي تمكن متخذ القرار من تحديد مستوى انتماء تام قدره 100% عند رقم معين الأمر الذي يعارض في الكثير من الأحيان الواقع العملي وعليه فإن النموذج الرياضي المقترح من طرف Yaghoobi and Tamiz (2008) والموسع يمكن صياغته رياضيا كما يلي:

$$\text{Min} \qquad z = \sum_{i=1}^{i_0} w_i \frac{p_i}{\Delta_{iR}} + \sum_{i=i_0+1}^{j_0} w_i \frac{n_i}{\Delta_{iL}} + \sum_{i=j_0+1}^{K} w_i \left(\frac{n_i}{\Delta_{iL}} + \frac{p_i}{\Delta_{iR}}\right)$$

subject to:

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

يتميز النموذج أعلاه بأنه يستخدم جميع دوال الإنتماء كما يمكن تطويره ليشمل دوال انتماء غير خطية وأيضا دوال الانتماء الغير مقعرة ، كما يمكن التعبير عن تفضيلات المقرر من خلال تحديد مستويات درجة السماح العليا Δ_{iR} ودرجة السماح السفلى Δ_{iL} كما يمكن للمقرر وضع قيم مختلفة تعبر عن الأوزان المرجحة للأهداف وفق رغباته.

V- التخطط الإجمالي للإنتاج باستعمال نموذج البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة :

إن التطور الكبير الذي شهدته نماذج البرمجة المتعددة الأهداف ، انعكس على العديد من المجالات التسييرية منها المالية، والتسويق والجودة .... حيث ساهم هذا التطور الكبير الذي حققته نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف المؤكدة والمبهمة في إبراز العديد من الأعمال والتطبيقات الإقتصادية والإدارية في حل المشاكل التي تواجه المنظمات الإقتصادية ، وكان لمشكل التخطيط الإجمالي للإنتاج نصيب كبير من هذه الأعمال ، وذلك بالنظر لأهميته بالنسبة للمؤسسات خاصة الصناعية منها ، كما أن هذه النماذج تلاءمت بصفة كبيرة مع مشكل الــAPP ، والذي ظهر بأنه مشكل مشكل يمتاز بكثرة المعلمات والأهداف والتي يصعب تحديدها بدقة وبصفة أكيدة ، الأمر الذي جعل العديد من الباحثين المتخصصين إلى المسارعة في تطوير نماذج رياضية يمكن من خلالها حل مشكل الــAPP باستخدام البرمجة المتعددة الأهداف المبهمة يصعب الإشارة إليها بسبب وصعوبتها البالغة ودرجة تعقيداتها غير أننا ارتأينا نقدم أحذ أهم هذه الأعمال وهي: أعمال (2005) Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang ، والذي إعتمد فيها على نموذج Zimmerman الذي سبق شرحها كما أن الباحثين استخذام 3 أهداف كما قدما خوارزمية ممتازة تمكن المسيريين من الوصول بطرقة جيدة للحل الأمثل ، هذا إضافة إلى أن الباحثين قاما بتطبيق نموذجهما في إحدى المؤسسات الصناعية بـــ Taiwan ، كما بينا من خلال بحثهما فعالية نموذجهما إنطلاقا من تحليل الحساسية اللذان قاما به.

1-V أعمال Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang:

في سنة 2005 قدم الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang نموذجا للتخطيط الإجمالي للإنتاج ، تم من خلاله تدنية تكاليف الإنتاج ، تدنية تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع للمخزون، وتدنية مستوى التغيير في العمالة حيث أخذ الباحثين في الإعتبار عدة قيود وهي مستوى العمالة ،المساحة التخزينية، طاقة عمل الآلات، كما إعتبر الباحثين بأن الأهداف المعتبرة من طرف المقرر لا يمكن تحديدها بدقة من طرف المقرر لهذا اعتمدا الصيغة المبهمة عند صياغتهم لتلك الأهداف ومن أجل حل النموذج اعتمدا على طريقة البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة والمقترحة من طرف الباحث Zimmerman(1978) وهذا بغية تحويل النموذج المبهم إلى نموذج خطي مكافئ يمكن حله باستعمال البرنامج LINGO ، ومن أجل توضيح فعالية نموذجهما المقترح قام الباحثين بتطبيقه واقعيا في إحدى المؤسسات الصناعية بـــ Taiwan كما بينا باستعمال أسلوب تحليل الحساسية نقاط القوة التي يمتاز بها نموذجهما المقترح، ومن أجل استعراض النموذج لا بد من تعريف المعلمات والمتغيرات المستعملة فيه كما يلي:

N : نوع النموذج.

T :أفق التخطيط.

Z_1 :مجموع تكاليف الإنتاج.

Z_2 :تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون.

Z_3 :تكاليف تغير العمالة.

D_{nt}: التنبؤ بالطلب بالنسبة للمنتوج n خلال الفترة t .

a_{nt} : تكلفة إنتاج وحدة من المنتوج n خلال الفترة t وهذا خلال الوقت العادي.

Q_{nt} :مجموع الوقت العادي المتاح من المنتوج n خلال الفترة t .

i_a :معامل يعبر عن نسبة تكلفة الوقت العادي المتاح من تكلفة وقت الإنتاج الإجمالي.

b_{nt} : تكلفة إنتاج وحدة من المنتوج n خلال الفترة t وهذا خلال الوقت الإضافي.

O_{nt} : مجموع الوقت الإضافي المتاح من المنتوج n خلال الفترة t .

i_b : معامل يعبر عن نسبة الوقت الإضافي المتاح.

c_{nt} :تكلفة التعاقد الخارجي للوحدة الواحدة من المنتوج n خلال الفترة t .

S_{nt} :حجم التعاقد الخارجي من المنتوج n خلال الفترة t .

i_c :معامل يعبر عن نسبة تكلفة المنتوج المتعاقد عنه خارجيا.

d_{nt} : تكلفة الإحتفاظ بالمخزون من الوحدة الواحدة للمنتوج n خلال الفترة t .

I_{nt} : مستوى المخزون من المنتوج n خلال الفترة t .

i_d : معامل يعبر عن نسبة تكلفة المنتوج المحتفظ به .

B_{nt} :مستوى الوحدات الغير الملباة بسبب إنقطاع المخزون من المنتوج n خلال الفترة t .

i_e : معامل يعبر عن نسبة الوحدات الغير الملباة بسبب إنقطاع المخزون من المنتوج n خلال الفترة t .

k_t : تكلفة تعيين عامل واحد خلال الفترة t .

H_t :عدد العمال المعينين خلال الفترة t .

m_t :تكلفة تسريح عامل واحد.

F_t : عدد العمال المسرحين خلال الفترة t .

i_f : معامل يعبر عن نسبة تكلفة العمال المسرحين .

n_{nt} :عدد الوحدات الزمنية المستغرقة من طرف كل عامل لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج n خلال الفترة t .

r_{nt} : عدد الوحدات الزمنية المستغرقة من طرف كل آلة لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج n خلال الفترة t .

υ_{nt}: المساحة التخزينية لكل وحدة من المنتوج n خلال الفترة t .

$W_{t\max}$: الكمية القصوى من حجم العمالة المتاحة خلال الفترة t .

$M_{t\max}$: الكمية القصوى من حجم الوقت اللازم المتاح للآلات خلال الفترة t .

$V_{t\max}$: الكمية القصوى من الطاقة التخزينية خلال الفترة t .

$S_{nt\max}$: الكمية القصوى من حجم التعاقد الخارجي الواجب عدم تجاوزه خلال الفترة t .

$I_{nt\min}$: الكمية الدنيا من المخزون التي لا يجب تخطيها (مخزون الآمان) من المنتوج n خلال الفترة t .

$B_{nt\max}$:الكمية القصوى من عدد الوحدات الغير املباة التي لا يجب تجاوزها خلال الفترة t .

$f_i(z_i)$: دالة الإنتماء الخطية بالنسبة للهدف i .

z_i^l : الحد الأعلى للهدف والذي يمكن السماح به في دالة الإنتماء.

z_i^u : الحد الأدنى للهدف والذي يمكن السماح به في دالة الإنتماء.

L : درجة الإنتماء التي يرغب المقرر في تعضيمها.

إعتمد الباحثين في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج على نموذج البرمجة الخطية المتعددة الأهداف والمقترحة من طرف الباحثين Masud and Hwang(1980) والذين قدما نموذجا للتخطيط الإجمالي يمكن من خلاله تدنية 3 أهداف وهي تدنية تكاليف الإنتاج، تدنية تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع للمخزون، تدنية مستوى التغيير في العمالة ، إلا أن البحثين إستعملا تكاليف العمالة بدلا من مستوى التغيير في العمالة وذلك لأن مستوى العمالة سيكون في حدة الأدنى عند تخفيض مجموع تكاليف تغيير العمالة.

V-1-1 الصياغة الرياضية لمشكلة APP باستعمال البرمجة الخطية المتعددة الأهداف:

1. **دوال الأهداف:**

- **الهدف الأول** : تدنية مجموع تكاليف الإنتاج :

$$Min\, z_1 = \sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\Big[a_{nt}Q_{nt}(1+i_a)^t + b_{nt}O_{nt}(1+i_b)^t + c_{nt}S_{nt}(1+i_c)^t + d_{nt}I_{nt}(1+i_d)^t + e_{nt}B_{nt}(1+i_e)^t\Big] + \sum_{t=1}^{T}(k_t H_t + m_t F_t)(1+i_f)^t \qquad (1)$$

تتكون مجموع تكاليف الإنتاج من مجموع تكلفة الإنتاج لجميع المنتجات مضافا إليها تكاليف تغيير مستوى العمالة خلال الأفق الزمني T ، تتكون دالة الهدف z_1 من الصيغة الرياضية الآتية:

$$\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\Big[a_{nt}Q_{nt}(1+i_a)^t + b_{nt}O_{nt}(1+i_b)^t + c_{nt}S_{nt}(1+i_c)^t + d_{nt}I_{nt}(1+i_d)^t + e_{nt}B_{nt}(1+i_e)^t\Big]$$

والتي تقوم بحساب تكلفة الإنتاج إنطلاقا من 5 عمليات وهي :

- $\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left[a_{nt}Q_{nt}(1+i_a)^t\right]$ ومن خلال هذا الصيغة يتم إحتساب تكاليف الإنتاج في الوقت العادي.
- $\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left[b_{nt}O_{nt}(1+i_b)^t\right]$ ومن خلال هذه الصياغة يتم إحتساب تكاليف الإنتاج في الوقت الإضافي.
- $\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left[c_{nt}S_{nt}(1+i_c)^t\right]$ ويتم من خلال هذه الصيغة إحتساب تكاليف التعاقد الخارجي.
- $\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left[d_{nt}I_{nt}(1-i_d)^t\right]$ ويتم من خلال هذه الصيغة إحتساب تكاليف الإحتفاظ بالمخزون.
- $\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left[e_{nt}B_{nt}(1+i_e)^t\right]$ ويتم من خلال هذه الصياغة الرياضية إحتساب تكاليف الإنقطاع عن المخزون.
- $\sum_{t=1}^{T}(k_t H_t+m_t F_t)(1+i_f)^t$ ويتم من خلال هذه الصيغة إحتساب تكاليف تغيير العمالة.

- **الهدف الثاني** : تدنية مجموع تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع للمخزون :

$$Min\, z_2=\sum_{n=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left[d_{nt}I_{nt}(1+i_d)^t+e_{nt}B_{nt}(1+i_e)^t\right] \tag{2}$$

- **الهدف الثالث** : تدنية مجموع تكاليف تغيير العمالة :

$$Min\, z_3=\sum_{t=1}^{T}(k_t H_t+m_t F_t)(1+i_f)^t \tag{3}$$

2. قيود النمـــــوذج :

إن دوال الأهداف أعلاه تعترضها العديد من القيود وهي : قيود الإحتفاظ بالمخزون والطلب ، قيود مستوى التغيير في العمالة ، قيود طاقة عمل الألات والمساحة التخزينية إضافة لقيود عدم السلبية بالنسبة لمتغيرات القرار.

- **قيود الإحتفاظ بالمخزون والطلب :**

$$I_{nt}-B_{nt}=I_{nt-1}-B_{nt-1}+Q_{nt}+O_{nt}+S_{nt}-D_{nt}\quad \forall n,\ \forall t \tag{4}$$

$$B_{nt}\leqslant B_{nt\,\max}\quad \forall n,\ \forall t \tag{5}$$

∞ قيود مستوى التغيير في العمالة :

$$\sum_{n=1}^{N} n_{nt-1}(Q_{nt-1}+O_{nt-1})-H_t-F_t=\sum_{n=1}^{N} n_{nt}(Q_{nt}-O_{nt}) \quad \forall t \tag{6}$$

$$\sum_{n=1}^{N} n_{nt}(Q_{nt}+O_{nt}) \leqslant W_{t\max} \quad \forall t \tag{7}$$

∞ قيود طاقة عمل الآلات والمساحة التخزينية:

$$S_{nt} \leqslant S_{nt\max} \quad \forall n,\ \forall t \tag{8}$$

$$\sum_{n=1}^{N} r_{nt}(Q_{nt}+O_{nt}) \leqslant M_{t\max} \quad \forall t \tag{9}$$

$$\sum_{n=1}^{N} v_{nt} I_{nt} \leqslant V_{t\max} \quad \forall t \tag{10}$$

∞ قيود عدم السلبية لمتغيرات القرار:

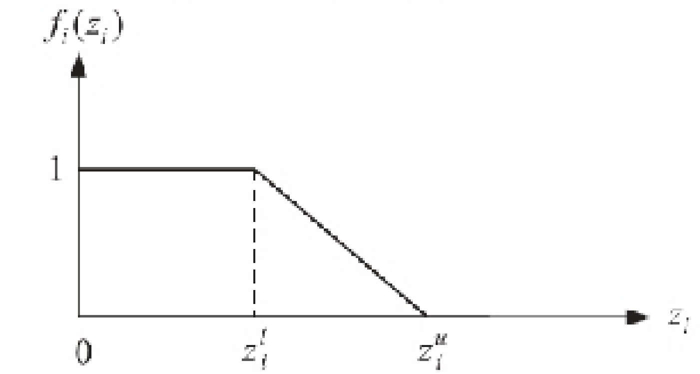
$$Q_{nt},\ O_{nt},\ S_{nt},\ I_{nt},\ B_{nt},\ H_t,\ F_t \geqslant 0 \quad \forall n,\ \forall t \tag{11}$$

V-1-2 صياغة مشكلة APP باستعمال البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهـــمة:

إن الصياغة الرياضية أعلاه بالنسبة للنموذج لا يمكن حلها باستعمال نموذج البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة ذلك لأنه من الصعب جدا تحديد قيمة دوال الأهداف وهذا بالنضر لطبيعتها الغير المؤكدة والمبهمة بسبب العديد من الظروف الإقتصادية (إرتفاع أو انخفاض أسعار المواد الأولية بسبب العرض والطلب ، الزيادة في الأجور،....) والغير الإقتصادية كغيابات العمال ضعف المردودية .... وعليه قام الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang (2005) باستعمال نظرية المجموعات المبهمة في اتخاذ القرار والمطورة من طرف الباحثين Bellman and Zadeh(1970) ، وهذا عن طريق تحويل النموذج من نموذج برمجة خطية متعددة الأهداف المؤكدة إلى نموذج برمجة خطية متعددة الأهداف المبهمـــة وهذا عن طريق إستعمال ما يعرف بدوال الإنتماء والتي تم شرحها سابقا:

1. **دالة الإنتماء الخطية** : هناك العدد من دوال الإنتماء الخطية والغير الخطية والتي يمكن من خلالها التعبير عن الصيغة المبهمة لدوال الأهداف وفي هذا النموذج إستعمل الباحثين (2005) Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang دالة الإنتماء الخطية ذات الشكل الآتي :

الشكل (3-20) : دالة الإنتماء الخطية المستعملة من طرف الباحثين Reay-Chen Wang (2005) and Tien-Fu Liang في حل مشكل APP



أما الصياغة الرياضية التحليلية لهذه الدالة فهي كما يلي :

$$f_i(z_i) = \begin{cases} 1 & z_i \leqslant z_i^l \\ \dfrac{z_i^u - z_i}{z_i^u - z_i^l} & z_i^l < z_i < z_i^u \\ 0 & z_i \geqslant z_i^u \end{cases} \qquad (12)$$

حيث : z_i^l و z_i^u تعبر عن الحد الأعلى والأدنى على الترتيب للهدف الذي يمكن السماح به في دالة الإنتماء. ولقد تم إستعمال هذه الدالة نظرا لتوافقها الكبير مع دوال التكلفة .

2. ألغوريتم الحل : من أجل حل النموذج أعلاه لابد من المرور بالمراحل الآتية:

- **المرحلة الأولى** : صياغة مشكلة الـــ APP باستعمال البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المؤكدة.
- **المرحلة الثانية**: تحديد الشكل الرياضي لدالة الانتماء الخطية ومعلماتها بالنسبة لكل هدف.
- **المرحلة الثالثة**: إدخال متغير ثانوي L والذي يعبر عن درجة انتماء المقرر بالنسبة لمجموع الأهداف ، وتحويل النموذج المبهم إلى نموذج خطي مؤكد مكافئ.
- **المرحلة الرابعة**: حل النموذج باستعمال البرنامج LINGO وتحديد الحل الأمثل.
- **المرحلة الخامسة**: دراسة صلاحية النموذج عن طريق دراسة فيما إذا كان الحل يرضي متخذ القرار أما في حالة عدم الرضي فيجب العودة للمرحلة الأولى وتعديل النموذج إلى غاية الحصول على حل يرضي متخذ القرار. ويمكن صياغة النموذج المكافئ لنموذج البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة والمستخدم من طرف الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) ، واللذان استخدما فيه أسلوب Zimmermen وهذا وفق الصياغة الرياضية الآتية:

$$\mathit{Max}\, L$$

$$\text{s.t. } L \leqslant \left(z_i^u - z_i\right) / \left(z_i^u - z_i^l\right) \quad \forall i$$

$$I_{nt} - B_{nt} - I_{nt-1} - B_{nt-1} + Q_{nt} + O_{nt} + S_{nt} - D_{nt} \quad \forall n, \forall t$$

$$B_{nt} \leqslant B_{nt\,\max} \quad \forall n, \forall t$$

$$\sum_{n=1}^{N} n_{nt-1}(Q_{nt-1} - O_{nt-1}) + H_t - F_t = \sum_{n=1}^{N} n_n(Q_{nt} + O_{nt}) \quad \forall t$$

$$\sum_{n=1}^{N} n_{nt}(Q_{nt} + O_{nt}) \leqslant W_{t\,\max} \quad \forall t$$

$$S_{nt} \leqslant S_{nt\,\max} \quad \forall n, \forall t$$

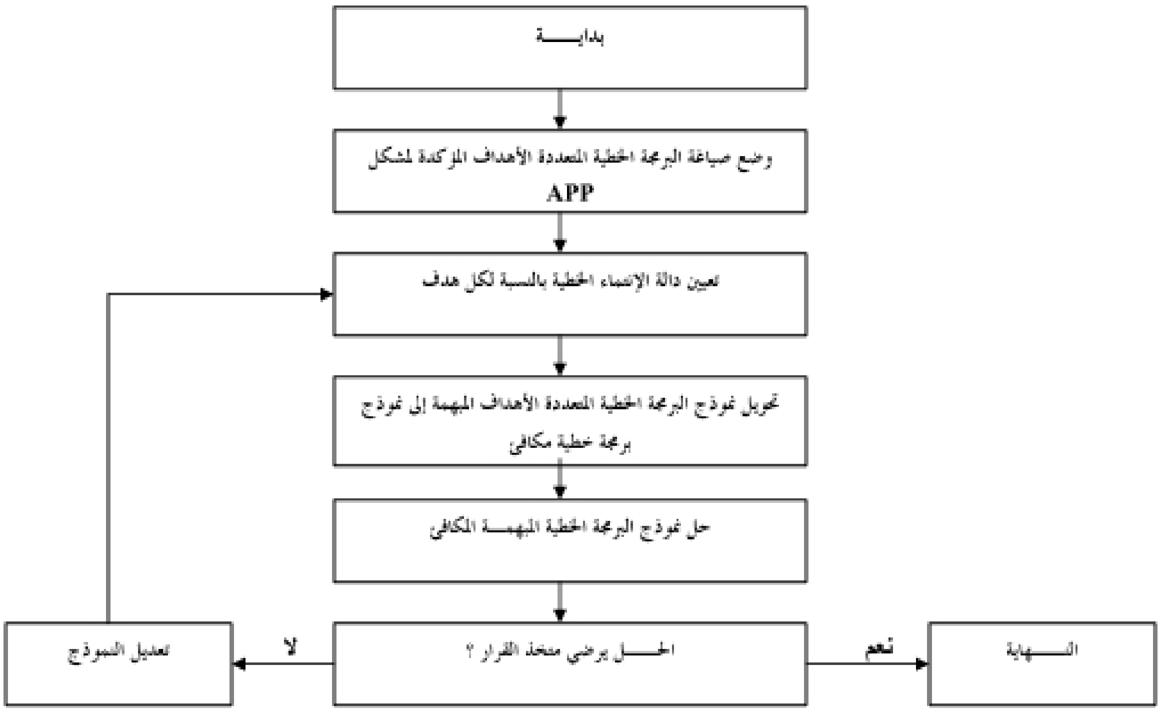
$$\sum_{n=1}^{N} r_{nt}(Q_{nt} + O_{nt}) \leqslant M_{t\,\max} \quad \forall t$$

$$\sum_{n=1}^{N} v_{nt} I_{nt} \leqslant V_{t\,\max} \quad \forall t$$

$$L,\ P_{nt},\ O_{nt},\ I_{nt},\ B_{nt},\ S_{nt},\ H_t,\ F_t \geqslant 0 \quad \forall n, \forall t$$

ويمكن تحديد خطوات ألغوريتم الحل المقترح من خلال المخطط البياني الآتي:

الشكل (3-21) : مخطط بياني يوضح ألغوريتم الحل بالنسبة لنموذج البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) لمشكل APP



3-1-V الدراسة التطبيقية : قام الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) بتطبيق نموذجهما المقترح في إحدى المؤسسات الصناعية في Taiwan، والعرفة باسم Daya والتي تقوم بصناعة نوعين من الآلات الدقيقة حيث تريد المؤسسة من إعداد خطة نتاج إجمالية للأربع فترات القادمة.

1. **معطيات الدراسة** : وعليه فإن المعلومات المتاحة للشركة هي:
   - فترة التخطيط هي أربعة أشهر (ماي ، جوان ، جويلية ، أوت)
   - تتضمن الخطة الإجمالية نوعين من المنتجات النوع A و النوع B.
   - الطلب المتنبأ به بالنسبة للمنتوج A والمنتوج B موضح في الجدول (3-9) الآتي:

الجدول (3-9) : الطلب المتنبأ به بالنسبة لمؤسسة Daya

الطلب المتنبأ به	ماي	جوان	جويلية	أوت
منتوج A	1000	3000	5000	2000
منتوج B	1000	500	3000	2500

   - الطاقة القصوى لليد العاملة هي 300 يد عاملة في حين الطاقة التخزينية القصوى هي 1000 متر مربع.

- طاقة عمل الآلات القصوى هي :400 ، 500 ، 600 ، 500 ساعة عمل آلة خلال الأربعة فترات القادمة على الترتيب.
- الجدول رقم (3-10) يعبر عن مختلف المعطيات عن المعلمات المستعملة والمستخرجة من أرشيف المؤسسة.

الجدول (3-10): معلومات حول معلمات مؤسسة Daya

Period	Product	D_{nt}	a_{nt}	b_{nt}	c_{nt}	d_{nt}	e_{nt}	g_{nt}	r_{nt}	v_{nt}	$S_{nt\max}$	$B_{nt\max}$	$W_{t\max}$	$M_{t\max}$	$V_{t\max}$
1	1	1000	20	30	25	0.30	40	0.05	0.10	2	500	500	300	400	10000
	2	1000	10	15	12	0.15	20	0.07	0.08	3	400	500			
2	1	3000	20	30	25	0.30	40	0.05	0.10	2	500	500	300	500	10000
	2	500	10	15	12	0.15	20	0.07	0.08	3	400	500			
3	1	5000	20	30	25	0.30	40	0.05	0.10	2	500	500	300	600	10000
	2	3000	10	15	12	0.15	20	0.07	0.08	3	400	500			
4	1	2000	20	30	25	0.30	40	0.05	0.10	2	500	500	300	500	10000
	2	2500	10	15	12	0.15	20	0.07	0.08	3	400	500			

- القيم المبدئية لمستوى المخزون هي 400 و 200 و بالنسبة للمنتوج 1 و 2 على الترتيب.
- تريد المؤسسة أن يكون مستوى المخزون خلال نهاية الفترة 4 بـــ 300 و و 200 و بالنسبة للمنتوج1 و 2 على الترتيب.
- القيمة المبدئية لمستوى العمالة هي :300 عامل.
- التكلفة المرتبطة بتسريح وتعيين عامل هي: 10 دولار و 2,5 دولار تعيين وتسريح عامل واحد على الترتيب.
- المعامل النسبي لجميع التكاليف يساوي 5%.

لقد حاول الباحثين صياغة مشكلة المؤسسة الصناعية Daya باستعمال نموذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة ،بهدف تحديد المخرجات التي يمكن من خلالها مواجهة طلب المؤسسة المتذبذب بفعل عامل الموسمية ومواجهته باقل التكاليف مع تحقيق 3 اهداف وهي تدنية مجموع تكاليف الإنتاج ، مجموع تكاليف التخزين، مجموع تكاليف تغير العمالة.

2. **صياغة و حل النموذج:** من أجل حل النموذج أعلاه مر الباحثين بعدة مراحل وهي :

- **المرحلة الأولى** : صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة وهذا وفق المعادلات من 1 - 11.
- **المرحلة الثانية:** تحديد دوال الإنتماء المتعلقة بكل هدف وفي هذا الصدد قام الباحثين بحل النموذج الرياضي وفق نمودج البرمجة الخطية العادية عن طرق وضع كل هدف على حدى وهذا بغية تحديد قيمة دالة الهدف الدنيا والتي لا ينبغي للمقرر إعطاق قيمة أدنى منها وكانت النتائج كما يلي: $z_1 = 326{,}499$, $z_2 = 399$ and $z_3 = 110$ ووفق هذه النتائج تم تحديد الصيغ الرياضية لدوال الإنتماء الخطية المستعملة كما يلي:

$$f_1(z_1) = \begin{cases} 1 & z_1 \leqslant 320,000 \\ \dfrac{420,000 - z_1}{100,000} & 320,000 < z_1 < 420,000 \\ 0 & z_1 \geqslant 420,000 \end{cases} \qquad (13)$$

$$f_2(z_2) = \begin{cases} 1 & z_2 \leqslant 400 \\ \dfrac{5,000 - z_2}{4,600} & 400 < z_2 < 5,000 \\ 0 & z_2 \geqslant 5000 \end{cases} \qquad (14)$$

$$f_3(z_3) = \begin{cases} 1 & z_3 \leqslant 0 \\ \dfrac{2,000 - z_3}{2,000} & 0 < z_3 < 2,000 \\ 0 & z_3 \geqslant 2,000 \end{cases} \qquad (15)$$

- **المرحلة الثالثة** : تحويا الصياغة الأولى لنموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج من نموذج برمجة خطية متعددة الأهداف إلى نموذج برمجة خطية متعددة الأهداف مبهمة وهذا باستعمال الصياغة المقترحة لـــZimmerman (1978) وعليه فإن النموذج المقترح من طرف الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) في حل مشكلة الـــAPP في مؤسسة Daya كان كما يلي:

$$\begin{aligned}
& Max\ L \\
& \text{s.t. } L \leqslant (420,000 - z_1)/100,000 \\
& L \leqslant (5,000 - z_2)/4,600 \\
& L \leqslant (2,000 - z_3)/2,000 \\
& I_{nt} - B_{nt} = I_{nt-1} - B_{nt-1} + Q_{nt} + O_{nt} + S_{nt} - D_{nt} \quad \forall n,\ \forall t \\
& B_{nt} \leqslant B_{nt\,\max} \quad \forall n,\ \forall t \\
& \sum_{n=1}^{N} n_{nt-1}(Q_{nt-1} + O_{nt-1}) + H_t - F_t = \sum_{n=1}^{N} n_{nt}(Q_{nt} + O_{nt}) \quad \forall t \\
& \sum_{n=1}^{N} n_{nt}(Q_{nt} + O_{nt}) \leqslant W_{t\,\max} \quad \forall t \\
& S_{nt} \leqslant S_{nt\,\max} \quad \forall n,\ \forall t \\
& \sum_{n=1}^{N} r_{nt}(Q_{nt} + O_{nt}) \leqslant M_{t\,\max} \quad \forall t \\
& \sum_{n=1}^{N} v_{nt} I_{nt} \leqslant V_{t\,\max} \quad \forall t \\
& L,\ P_{nt},\ O_{nt},\ I_{nt},\ B_{nt},\ S_{nt},\ H_t,\ F_t \geqslant 0 \quad \forall n,\ \forall t
\end{aligned}$$

- **المرحـــلة الرابعة** : حل النموذج المقترح من طرف الباحثين باستعمال البرنامج LINDO وهذا من أجل إستخراج الحل الأمثل وكانت النتائج كما يوضحها الجدول (3-11).

الجدول (3-11) : الحــل الأمثل للنموذج المقترح من طرف الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005)

Period	Product	Q_{nt} (units)	I_{nt} (units)	O_{nt} (units)	S_{nt} (units)	B_{nt} (units)	H_t (man-hours)	F_t (man-hours)	Labor levels (man-hours)	Capacity (machine-hours)	Warehouse space (ft^2)
1	1	600	0	0	0	0	0	58	242	303	6699
	2	3033	2223	0	0	0					
2	1	3000	0	0	0	0	0	0	242	406	9156
	2	1319	3052	0	0	0					
3	1	5000	0	0	0	0	10	0	252	503	258
	2	34	86	0	0	0					
4	1	1948	300	0	352	0	0	0	251	372	1200
	2	2214	200	0	400	0					

$z_1 = \$333380$; $z_2 = \$1017$; $z_3 = \$268$; $L = 0.8662$

من خلال الجدول أعلاه يتضح الحل الأمثل الذي يعالج مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسسة Daya إذ يتضح من خلاله أن قيمة دوال الهدف التي تحقق الحل الأمثل هي: $z_1 = 33338, z_2 = 1017 \text{ and } z_3 = 268$

كما أن النموذج يحقق درجـــة انتماء عالية لدى المقرر وهي 0,8662 وهذا يعني أن الحل الأمثل يحقق درجة رضى قدرها 86,62% .

- **المرحلة الخامسة** : القيام بتحليل حساسية النموذج : من أجل القيام بتحليل حساسية النموذج وهذا من أجل جعله يواكب جميع التغيرات الفجائية والتي قد تطرأ على أحد الأهداف أو المعلمات قام الباحثين باقتراح 4 سيناريوهات وهي :

1. السيناريو الأول : حذف الهدف z_3 والذي يعبر عن تكلفة تغيير العمالة والإبقاء فقط على z_1 مجموع تكاليف الإنتاج و z_2 مجموع تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون. الجدول (3-12)
2. السيناريو الثاني : حذف الهدف z_2 والذي يعبر عن مجموع تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون.والإبقاء فقط على z_1 مجموع تكاليف الإنتاج و z_3 عن تكلفة تغيير العمالة. الجدول (3-12)
3. السيناريو الثالث : حذف الهدف z_1 مجموع تكاليف الإنتاج والإبقاء فقط على z_2 مجموع تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون. و z_3 عن تكلفة تغيير العمالة. الجدول (3-12)
4. القيام بتحليل حساسية الوقت العادي عن طريق التغير في كل مرة تكلفة وحدته. الجدول (3-13)
5. السيناريو الخامس: القيام بتحليل حساسية الإحتفاظ بالمخزون عن طريق التغير في كل مرة تكلفة وحدته. الجدول (3-14)
6. السيناريو السادس: القيام بتحليل حساسية تسريح العمالة عن طريق الغير في تكلفة تسريح عامل في كل مرة. الجدول (3-15)

الجدول (3-12) : نتائج السيناريو 1- 3

Item	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
L	0.8872	0.9350	0.8796
z_1 ($)	331 278	326 499	–
z_2 ($)	920	–	956
z_3 ($)	–	122	241

الجدول (3-13) : نتائج السيناريو 4

a_{1t} ($)	Run 1 10	Run 2 15	Run 3 20	Run 4 25	Run 5 30
L	0.8796	0.8796	0.8662	0.3447	0
z_1 ($)	< 320 000	< 320 000	333 380	385 253	> 420 000
z_2 ($)	956	956	1017	3420	3452
z_3 ($)	241	240	268	882	755

الجدول (3-14) : نتائج السيناريو 5

d_{1t} ($)	Run 1 0.1	Run 2 0.2	Run 3 0.3	Run 4 0.4	Run 5 0.5
L	0.8977	0.8709	0.8662	0.8614	0.8567
z_1 ($)	330 230	332 903	333 380	333 857	334 334
z_2 ($)	872	995	1017	1039	1061
z_3 ($)	205	258	268	277	287

الجدول (3-15) : نتائج السيناريو 6

k_t ($)	Run 1 1	Run 2 5	Run 3 10	Run 4 20	Run 5 50
L	0.8852	0.8706	0.8662	0.8618	0.8607
z_1 ($)	331 479	332 939	333 380	333 820	333 928
z_2 ($)	930	997	1017	1038	1043
z_3 ($)	230	259	268	276	279

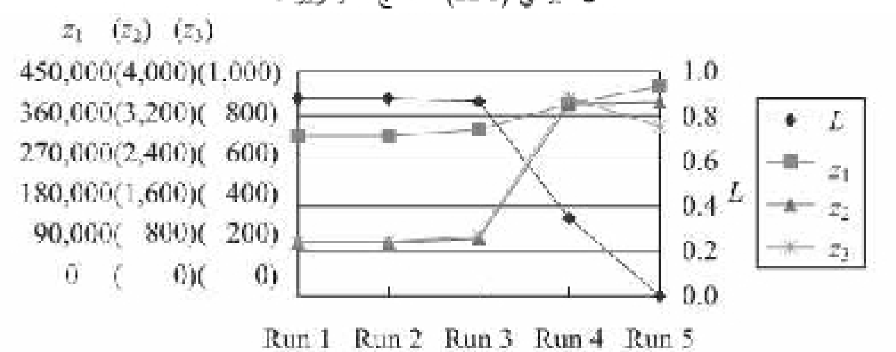
من خلال الجداول أعلاه تتضح النتائج الآتية :

1. إن النموذج المقترح من طرف Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) يستدعي تعظيم درجة رضا المقرر L وهذا من خلال إقتراح 3 أهداف وهي (z_1, z_2 and z_3) فعندما تكون $L=1$ فهذا

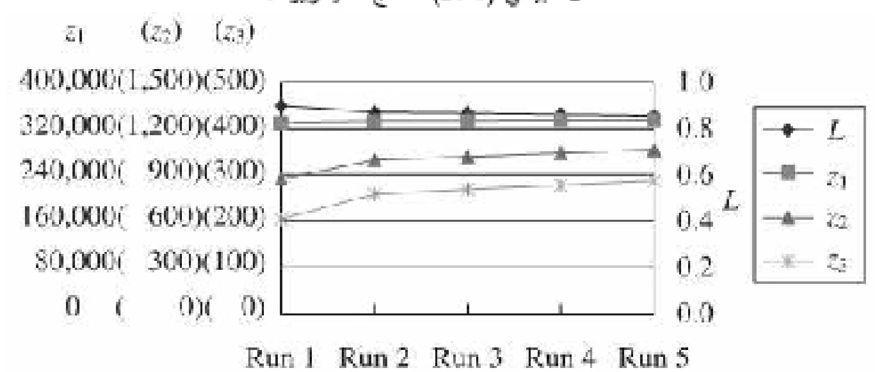
يعني بأن الأهداف الثلاث كلها محققة، أما إذا كان $0 < L < 1$ فهذا يعني بأن المقرر راضي بنسبة معينة أي أن الأهداف حققت بنسبة مقدارها L ، أما إذا كان $L = 0$ فهذا يعني بأن الأهداف لم تحقق، وعليه فإنه من خلال السيناريو الأول أي الجدول (3-12) يتضح بأن المقرر لو إعتمد فقط على هدفين وهما تدنية مجموع تكاليف الإنتاج وتدنية مجموع تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون فإنه سيحصل على قيم $z_1 = 331,278$ و $z_2 = 920$ في حين أن المقرر لو إعتمد على الهدفين مجموع تكاليف الإنتاج و مجموع تكاليف تغيير العمالة فسيحصل على قيم الأهداف الأتية $z_1 = 326$ و $z_3 = 122$ في الأخير إن الإعتماد على الهدفين تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون ومجموع تكاليف تغيير العمالة فإن قيم الأهداف تصبح $z_3 = 241$ و $z_2 = 956$ إن النتائج أعلاه تبين بأن إعتماد المقرر على هدفين مختلفين يعطي نتائج مختلفة في كل مرة وعليه فإن النموذج المقترح من طرف Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) يعتبر الأكثر واقعية ذلك لأنه يأخذ بعين الإعتبار 3 أهداف.

2. النتائج المرتبطة بالسيناريوهات 4 ، 5 ، 6 والمتعلقة بـــ تغيير في كل مرة تكلفة وحدة الوقت العادي. السيناريو، تغيير تكلفة وحدة الإحتفاظ بالمخزون ، تغيير تكلفة وحدة تسريح عامل وتأثيراتها على قيم L يوضحها الجداول (3-13) ،(3-14) ، (3-15) كما يمكن توضيحها أكثر من خلال الأشكال البيانية الأتية:

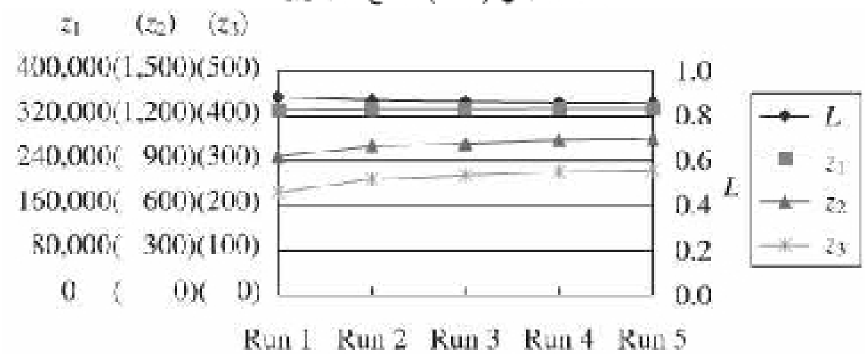
الشكل البياني (3-22) : نتائج السيناريو 4



الشكل البياني (3-23): نتائج السيناريو 5



الشكل البياني (3-24): نتائج السيناريو 6



فيلاحظ من خلال الشكل البياني (3-22) بأن كلما أرتفع قيمة الوحدة الواحدة من تكلفة وحدة الوقت العادي ارتفعت تكاليف الإجمالية وانخفضت درجة انتماء المقرر، حيث أنه عندما تتجاوز تكلفة وحدة واحدة من الوقت العادي 30 فإن مستوى الإنتماء يصبح 0 . أما تكلفة تغيير وحدة واحدة من تكلفة الإحتفاظ بالمخزون فلها تأثير طفيف على كل الأهداف وأيضا مستوى الإنتماء فيلاحظ من خلال الشكل البياني (3-23) بأن جميع التكاليف مستقرة عند مختلف مستويات تكلفة الإحتفاظ بالمخزون. وهذا أيضا ينطبق على تكلفة تسريح عامل واحد والتي تبين محدودية أثرها على الأهداف وأيضا درجة انتماء المقرر وهذا ما يوضحه الشكل البياني (3-24).

لقد تبين من خلال نتائج البحث الذي قام به الباحثين Reay-Chen Wang and Tien-Fu Liang(2005) أهمية نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف المبهمة في حل مشكـلة التخطيط الإجمالي ، إذ حاول الباحثين صياغة نموذج رياضي يقوم بتدنية ثلاث دوال أهداف حيث كان الهدف الأول تدنية مجموع تكاليف الإنتاج، أما الثاني فكان تدنية مجموع تكاليف الإحتفاظ والإنقطاع عن المخزون في حين كان الهدف الثالث تدنية مجموع تكاليف تغيير العمالة ، وهذا تحت عدة قيود كما اعتبر الباحثين أن هذه الأهداف مبهمة ولا يمكن تحديدها بدقة من طرف المقرر بالنظر لظروف عدم التأكد المحيطة بجل المعلمات المكونة لها . استخدم الباحثين اسلوب Zimmerman(1976) من أجل حل النموذج المقترح كما تم أيظا دراسة حساسية النموذج. وبالرغم من أهمية وفعالية النموذج المقترح إلا أنه يمكن توجيه عدة انتقادات له من بينها أنه يستخدم طريقة Zimmerman(1976) والتي تعتمد فقط على نوعين فقط من دوال الإنتماء، كما أنها تعتمد في حلها على طريقة MINMAX وليس على الطرق التجميعية، من الصعب إدراج تفظيلات المقرر عن طريق منح ترجيحات (أوزان) ، أعتبرت جميع معلمات القيود بما فيها قيود الطلب وقيود العمالة ...كلها معلومة وبصفة مؤكدة.

خلاصـــــــــة:

حاولنا في هذا الفصل التطرق لأحد أكثر النماذج الرياضية حداثة وفعالية وواقعية في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج، وهي نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف والتي يتم من خلالها حل مشاكل اتخاذ القرار التي تتميز بعدة أهداف، ومن بين المشاكل المعقدة التي تواجه متخذ القرار والتي تتميز بعدة أهداف نذكر مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج، حيث أنه من الصعب جدا بالنسبة لمتخذ القرار أن يضع خطة إنتاج إجمالية لفترة متوسطة الأجل آخذا في الحسبان إلا هدفا واحدا كتدنية مجموع تكاليف الإنتاج فقط، وإنما سيأخذ بعين الإعتبار عدة أهداف منها تدنية تكاليف الإنتاج ، تدنية تكاليف المخزون، تدنية مقدار التغيير في العمالة ، الوصول إلى حجم مبيعات معينة ....كما أن هذه الأهداف التي سيأخذها المقرر في غالب الأحيان تعتبر مبهمة وغير مؤكدة نظرا لصعوبة تحديدها بدقة. وعليه فلقد حاولنا من خلال هذا الفصل التطرق لنماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المؤكدة، والتي تتشكل من 3 نماذج رئيسية وهي النماذج التجميعية ، نماذج MINMAX ونماذج الأولوية، حيث تبين من أن معظم النماذج الحديثة استحدثت من أحدى هذه النماذج الثلاث ، ثم تطرقنا فيما بعد لأهم النماذج المستحدثة من النماذج الرئيسية لنماذج البرمجة بالأهداف مثل نموذج البرمجة بالأهداف باستخدام دوال الجزاء ، نموذج البرمجة بالأهداف بالمجالات، نموذج ميتا برمجة أهداف ، نموذج البرمجة بالأهداف الموسع ونموذج البرمجة بالأهداف المتعدد الاختيارات، حيث طَور كل نموذج من النماذج السابقة الذكر من أجل تغطية إحدى نقائص النماذج السابقة، وبالرغم من كل الإيجابيات التي تتضمنها النماذج السابقة إلا أنها تبقى بعيدة عن الواقع التطبيقي للمؤسسات نظرا لأنها تعتبر الأهداف معلومة بصفة دقيقة ومؤكدة الأمر الذي يعتبر بعيدا عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج لذلك خصصنا، محورا لدراسة نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة والتي يتم على إثرها حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في حالة الأهداف المبهمة حيث تطرقنا لنماذج البرمجة المبهمة والتي تعتمد في حلها على مفهوم الإنحراف ، وأيضا على نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة والتي تعتمد على مفهوم الإنحراف، في الأخير تطرقنا لإحدى الدراسات التطبيقية، والتي تم فيها تطبيق نموذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف في حل مشكلة التخطيط الإجمالي.

الفصل الرابع:

نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة BENTALمغنية

مقدمـــة:

بعدما استعرضنا في الجانب النظري مختلف الجوانب التي يلمُ بها موضوع التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، اتضحت الأهمية الكبيرة لهذا النوع من التخطيط، وذلك في أنه يهدف إلى تحقيق أفضل إستخدام للموارد الإنتاجية المتاحة، عن طريق تخصيص طاقة المؤسسة المتاحة بمختلف صورها وأشكالها في كل فترة إنتاجية من الخطة، بالشكل الذي يمكن فيه مواجهة الطلب المتنبأ به في تلك الفترات بأقل تكلفة ممكنة، وفي سبيل ذلك قمنا بعرض بعض النماذج الرياضية والتي أثبتت فعّاليتها في معالجة هذا النوع من التخطيط ، ومن بين هذه النماذج تطرقنا إلى نماذج البرمجة الخطية المؤكدة والتي أثبتت محدوديتها بسبب فرضية التأكد التي يجب أن تتوفر في جميع المعلمات والأهداف ومن أجل تجاوز هذا النقص قمنا باستعراض أحدث النماذج الرياضية التي تأخذ بعين الإعتبار مشكلة عدم التأكد ومن بين هذه النماذج البرمجة الرياضية المبهمة إذا يمكن من خلالها معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في الحالة التي تكون فيها المشكلة متعددة الأهداف ومبهمة وأيضا في الحالة التي يكون فيها بعض أو كل معلمات نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج غير مؤكد ومبهمة. وقمنا بعرض بعض الأعمال الحديثة والتي تمكن من خلالها الباحثين التحصل على نتائج جيدة.

وحتى لا نجعل نتيجة بحثنا نظرية، ارتأينا أن نخصص فصلا تطبيقيا حاولنا فيه جاهدين محاولة تحديد خطة إنتاج إجمالية تواجه بها إحد المؤسسات الصناعية الجزائرية، الطلب المتقلِّب على منتجاتها بأدنى التكاليف، وهذا باستخدام عدة نماذج رياضية بهدف توضيح كيفية استخدام هذه النماذج في الواقع العملي ومدى نجاعتها في تحديد الحل الأمثل في ضل ظروف مبهمة وغير مؤكدة من خلال استخدام أحدث وأهم النماذج الرياضية في هذا المجال ، ووقع اختيارنا على المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة مغنية ، وهذا بسبب الطلب الكبير والموسمي على منتجاتها مما يجعله يفوق طاقة الوحدة في بعض الأحيان ، وينخفض عنها تارة أخرى ،ولهذا فإن الوحدة في حاجة إلى خطة إنتاج تضمن بها إلى حد ما ،مواجهة تلك التقلبات التي تحدث في الطلب ،وعليه فإن اشكاليتنا في هذا الفصل تدور حول كيفية وضع نماذج رياضية يتم من خلالها تحديد خطة إنتاج إجمالية تضمن بها مؤسسة BENTALمغنية التحديد الأمثل لمواردها، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف وهذا في ضل ظروف عدم التأكد التي تحيط بأهداف التخطيط الإجمالي للإنتاج للمؤسسة جهة ومعلمات التكاليف والإنتاجية من جهة أخرى.

ومن أجل معالجة هذه الإشكالية سنحاول أولا صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام نمودج البرمجة الخطية المؤكدة ، ليتم معالجة المشكلة باستعمال أهم نمادج برمجة الأهداف المؤكدة ، ليتم فيما بعد نمذجة مشكلة الـــAPP باستعمال نمادج البرمجة بالأهداف المبهمة ، كما سنبقوم بنمدجة المشكلة في حالة الطلب المبهم والأهداف المبهمة وفي الأخير سنقترح نموذج رياضي يتم على إثره إعتبار الطلب ومعلمات التكاليف ودالة الهدف مبهمة.

I-التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية في وحدة Bental مغنية :

من خلال هذا المبحث سوف نطرح مشكلة التخطيط الإجمالي في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية وحدة Bental مغنية ، حيث سنقوم بنمذجة مشكلة الـــتخطيط الإجمالي في هذه الوحدة باستعمال البرمجة الخطية المؤكدة.

1-I 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 (8)3ساعة) لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الخميس حيث يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

إن إنفراد المؤسسة في إنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعا ما، الأمر الذي قد يسبب مشاكل في الطاقة الإنتاجية لهذه المؤسسة، فتارة يجعل الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية ،وتارة يجعل الطلب أقل نوعا ما من طاقتها الإنتاجية،والجدول (4-1) يوضح متوسط الطاقة الإنتاجية اليومية للوحدة من CAL،TD،BEN، وقمنا بأخذ المتوسط لأن الطاقة المتاحة اليومية للمؤسسة متذبذبة، بسبب مشاكل الصيانة.

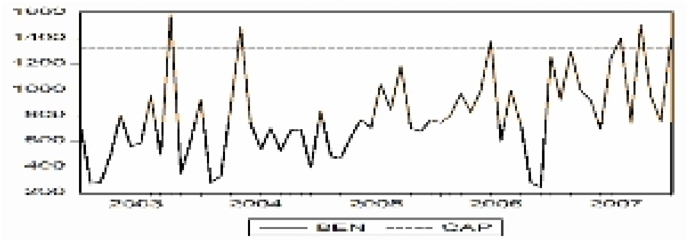
الجدول(4-1):الطاقة الإنتاجية اليومية من **CAL،TD،BEN** في المؤسسة

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

المصدر : مصلحة الإنتاج للمؤسسة

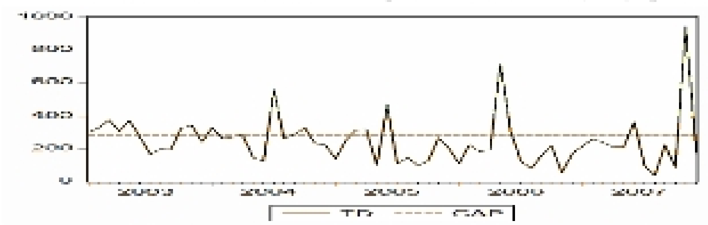
فبالنسبة لمنتجات الوحدة في بعض الأحيان يفوق الطلب الفعلي طاقة المؤسسة الإنتاجية وفي أحيان أخرى ينخفض عنها. والأشكال البيانية أدناه توضح تقلبات الطلب عن مستوى الطاقة الإنتاجية الشهرية أي الطاقة الإنتاجية اليومية مضروبة في معدل عدد الأيام الفعلية(العملية) لكل شهر والذي يقدر بـــ 24 يوما.

الشكل البياني(4-1):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــBEN



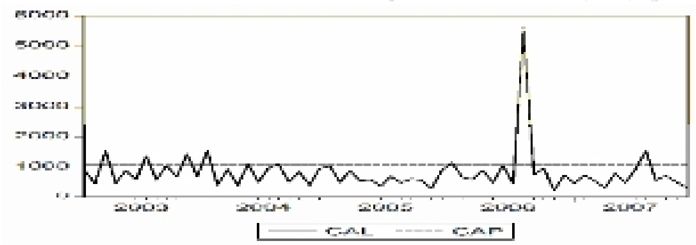
المصدر :من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eveiws

الشكل البياني (4-2):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــTD



المصدر :من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eveiws

الشكل البياني (4-3):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــCAL



المصدر :من إعداد الباحث باستعمال البرنامج Eveiws

إن تقلبات الطلب وتذبذبها عن مستوى الطاقة الإنتاجية، يستدعي المؤسسة في محاولة لوضع خطة إنتاجية، تحاول على إثرها مواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب بسبب التغيرات الموسمية و التغيرات العشوائية.

إن صياغة النموذج الرياضي لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في مؤسســـة 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:

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

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 (4-2) يوضح البيانات المتعلقة بالمؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والتي تم الحصول عليها من إدارة المؤسسة:

الجدول (2-4) : البيانات المتعلقة بالطلب[1] ،تكاليف الإنتاج ، وتكاليف اليد العاملة،إنتاجية العمال وتكاليف التخزين في المؤسسة

المنتج	الفترة	d_{it}	v_{it}	c_{it}	K_{it}
BEN (P_{1t})	1	1177.225	3293.493	208.796	17.794
	2	923.021	3293.493	208.796	15.367
	3	883.342	3293.493	208.796	18.602
	4	1071.99	3293.493	208.796	16.985
	5	1379.269	3293.493	208.796	17.794
	6	1315.222	3293.493	208.796	17.794
TD (P_{2t})	1	128.620	21646.608	848.721	3.883
	2	163.777	21646.608	848.721	3.353
	3	164.617	21646.608	848.721	4.059
	4	166.005	21646.608	848.721	3.706
	5	193.317	21646.608	848.721	3.883
	6	206.662	21646.608	848.721	3.883
CAL (P_{3t})	1	1164.191	1296.109	139.149	14.558
	2	463.447	1296.109	139.149	12.573
	3	659.034	1296.109	139.149	15.220
	4	425.240	1296.109	139.149	13.897
	5	78.967	1296.109	139.149	14.558
	6	478.221	1296.109	139.149	14.558

المصدر: من إعداد الباحث باستعمال معطيات مصلحة المبيعات والبرنامج Eveiws

2-I صياغة وحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في الوحدة :

إن صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية يحتاج أولا إلى تعريف معلمات ومتغيرات القرار الآتية:

v_{it} : تكلفة إنتاج وحدة واحدة من المنتوج i في الفترة t بإستثناء تكاليف اليد العاملة.

c_{it} تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المنتوج i بين الفترة t و الفترة t+1.

r_t : مساهمة تكلفة اليد العاملة بالنسبة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t.

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

K_{it} : الكمية المنتجة من المنتوج i خلال الفترة t من طرف عامل واحد (مردودية كل عامل).

I_{oi} : مستوى المخزون المبدئي من المنتوج i.

P_{it} : الكمية من المنتوج i المنتجة في الفترة t.

I_{it} : الكمية المخزنة من المنتوج iفي الفترة t.

H_t : عدد العمال الذين يتم تعينهم (بالساعات) في الفترة t.

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

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

W_t : مستوى القوة العاملة في الفترة t.

W_{Min} : الحد الأدنى من مستوى القوة العاملة خلال الفترة t.

[1] لقد إستخدمنا منهجية بوكس وجانكيس في تقدير الطلب خلال الـــ 6 أشهر لسنة 2008

W_{Max} : الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة خلال الفترة t .

N : العدد الكلي للمنتجات .

T : الأفق الزمني للتخطيط.

وعليه فإنــه يمكن صياغة النموذج الرياضي كما يلي:

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:

1. **القيد المتعلق بالطلب:**

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

2. **القيد المتعلق بمخزون الأمان:**

$$I_{it} \Diamond 500$$

3. **القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:**

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$55 \leq W_t \leq 68$$

4. **القيد المتعلق بالطاقة الإنتاجية لكل منتوج:**

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

5. **القيود المتعلقة بالطاقة التخزينية:**

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

6. **القيود المبدئية:**

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

7. **شروط عدم السلبية :**

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

جدول(4-3):الخطة الإجمالية المقترحة للــ6 فترات القادمة للمؤسسة خلال سنة 2008 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

ويتضح من خلال الجدول (4-3) مختلف متغيرات القرار التي يجب أن تتخذها المؤسسة في سبيل مواجهة الطلب على منتجاتها بأدنى تكلفة والمقدرة حسب النموذج بـــ 36407350دج .كما نود الإشارة إلى أن تطبيق هذا النموذج لا يعني أن النتائج التي سوف تتحصل عليها خاصة فيما يخص تكلفة الخطة الإجمالية ، تكون مطابقة تماما للتكلفة التي تحصلنا عليها، ولكن يمكن أن تكون أكثر كما يمكن أن تكون أقل ، وهذا راجع لعدم إدخال بعض التكاليف نظرا لصعوبة تقديرها، ولكن أثرها سيظهر على نتائج الخطة الإجمالية، ولهذا يمكن إجراء تحليل الحساسية، فمثلا يمكن معرفة مدى تأثر الحل الأمثل بزيادة أجور اليد العاملة ، وأيضا تأثر الحل الأمثل عندما تزيد تكلفة الإنتاج بوحدة واحدة... وبصفة عامة يمكن وضع مجال يتحرك فيه الحل الأمثل عن طريق حصر جميع مؤشرات النموذج في مجالات معينة، وهذه أحد المزايا الجيدة التي تتمتع بها نماذج البرمجة الرياضية بصفة عامة ونماذج البرمجة الخطية بصفة خاصة وبالرغم م ذلك فهناك العديد من النقائص التي تميز نموذج البرمجة الخطية من بينها عدم قدرتها على تدنية مجموعة من الأهداف كما أنها تفترض بأن جميع معلمات نموذج الـــAPP محددة بدقة وهذا أمر غير ممكن بالنضر لقلة المعلومات الموجودة في المؤسسة ضف إلى ذلك عدم ثباث التكاليف بسبب عدم ثبات تكاليف الإنتاج.

II- التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام نموذج برمجة الأهداف المؤكدة في وحدة Bental مغنية:

سنحاول نمذجة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج برمجة الأهداف وهذا باستخدام 3 نماذج وهي:

- التخطيط الإجمالي باستخدام نموذج برمجة الأهداف المرجحة(WGP -APP).
- نموذج برمجة الأهداف بالأولويات(LGP -APP).
- نموذج برمجة الأهداف MINMAX (MGP -APP).

1-II وضع نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة Bental باستخدام WGP :

كما ذكرنا سابقا في الجانب النظري فإن مشكلة APP لا يجب دراستها وفق نموذج البرمجة الخطية ذات الهدف الواحد وإنما يجب دراستها في إطار البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف وعليه فإننا سنقترح نموذج برمجة رياضية نقوم على إثره بتدنية 3 أهداف مستعينين في ذلك بدراسة Masud ,A and Hwang (1980) حيث قاما بتدنية الأهداف الآتية:

- **الهدف الأول** : تدنية مجموع تكاليف الإنتاج.
- **الهدف الثاني** : تدنية تكاليف الاحتفاظ والانقطاع في المخزون.
- **الهدف الثالث** : تدنية مقدار التغيير في عدد العمال.

أ- الصياغة الرياضية للأهداف في وحدة Bental مغنية : كما ذكرنا سالفا فإنه يمكن صياغة أهداف المؤسسة كما يلي:

- **الهدف الأول** : تدنية مجموع تكاليف الإنتاج.

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

- **الهدف الثاني** : تدنية تكاليف الاحتفاظ للمخزون.

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

- **الهدف الثالث** : تدنية التغيير في عدد العمال.

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

ب- الصياغة الرياضية للقيود في وحدة Bental مغنية: إن قيود نموذج برمجة الأهداف هي نفسها قيود نموذج البرمجة الخطية المقترحة سابقا وهي كما يلي:

تحت القيود:

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

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

جـ- الصياغة الرياضية لـــنموذج APP باستخدام WGP : إنه من الصعب جدا حل النموذج أعلاه لهذا يجب تحويله إلى نموذج برمجة أهداف بدلالة الانحرافات المطلقة وعليه فإنه يمكن صياغة WGP-APP كما يلي:

$$\text{Min.}Z = \sum_{i=1}^{p} w_1^+ \delta_1^+ + w_2^+ \delta_2^+ + w_3^+ \delta_3^+$$

تحث الشـــــروط :

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it} X_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1$$
$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(c_{it} I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2$$
$$\sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3$$

تحت القيود:

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

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

حيث:

g_1 و g_2 و g_3 عبارة عن أرقام تعبر عن مستوى الهدف المحدد من طرف المقرر.

w_1 ، w_2 و w_3 تعبر عن الأوزان المرجحة المتعلقة بكل هدف وقيمتها تحدد من طرف المقرر على حسب أهمية كل هدف.

د- تحديد قيم الأهداف باستخدام البرمجة الكمبرومايزية: من أجل تحديد قيمة الأهــداف g_1 و g_2 و g_3 يمكن الاستعانة بالمقرر في تحديدها كما يمكن أيضا الاستعانة بطريقة البرمجـــة الكمبرومايزيـــة

(Compromise Programming) المقترحة من طرف Zeleny (1981) ، وذلك عن طريق تدنية كــل هدف على حده ليتم اتخاذ القيمة المثلى لدالة الهدف كمستوى هدف يتم استخدامه في نموذج WGP.
ويكون ذلك وفق المراحل الآتية:

- **المرحـــلة الأولى:** تدنية دالة الهدف المتعلقة بتكاليف الإنتاج وهذا عن طريق حل البرنامج الآتي:

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

تحت القيود:

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

وباستخدام البرنامج LINGO وحل النموذج أعلاه سنحصل على النتائج الآتية:

$$g_1^* = Min\ Z_1 = 31875560$$

- **المرحـــلة الثانية:** تدنية دالة الهدف المتعلقة بتكاليف الاحتفاظ بالمخزون:

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

تحت القيود:

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

وباستخدام البرنامج LINGO وحل النموذج أعلاه سنحصل على النتائج الآتية:

$$g_2^* = Min\ Z_2 = 4375616$$

∞ **المرحـــلة الثالثة:** تدنية دالة الهدف المتعلقة بمقدار التغير في حجم العمالة:

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

تحت القيود:

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

وباستخدام البرنامج LINGO وحل النموذج أعلاه سنحصل على النتائج الأتية:

$$g_3^* = Min\ Z_3 = 0$$

∞ **المرحـــلة الرابعة:** بعد تحديد قيمة الأهداف يمكن صياغة نموذج البرمجة بالأهداف المرجح WGP كما يلي :

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

تحت الشـــــروط :

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it} X_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = 31875560$$
$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(c_{it} I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = 4375616$$
$$\sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = 0$$

تحت القيود:

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

وعليه وباستخدام البرنامج LINGO وحل النموذج أعلاه سنحصل على النتائج الأتية والمبينة في الجدول رقم (4-4):

∞ **المرحـــلة الخامسة:** حل النموذج الرياضي وتحديد الخطة الإجمالية للإنتاج في وحدة Bentalمغنية:

الجدول (4-4) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام WGP

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	-	–	-	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							$\delta_1^+ = 156172,1$		
							$\delta_1^+ = 0$		
							$\delta_1^+ = 0$		

المصدر : من إعداد الباحث باستعمال البرنامج LINGO

يلاحظ من خلال الجدول أعلاه الحل الأمثل للنموذج المقترح في حل مشكلة APP في وحـــدة Bental مغنية باستخدام WGP ، والذي يبين مختلف متغيرات القرار التي تحقق التكلفة الدنيا والتـــي تـــساوي تقريبا نفس التكلفة الدنيا المقترحة باستخدام نموذج البرمجة الخطية، كما يلاحظ أيضا بـــأن الأهـــداف g_2 و g_3 تحققت كلها لأن الانحرافات δ_2^+ و δ_3^+ تساوي 0 وهذا يعني أن الهدفين تحققـــا بمعـــدل 100%، في حين أن الهدف الأول يبتعد بتكلفة تقدر بـــ 156172دج عن الهدف الأول.

إن نموذج WGP نموذج جيد في التخطيط الإجمالي للإنتاج لأنه يتميز بمرونة كبيرة كما أنـــه يتـــيح للمقرر إضافة أهداف أخرى معينة على حسب متطلبات نشاط المؤسسة.

II-2 نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام LGP-APP :

سنستخدم نموذج برمجة الأهداف ذات الأولوية LGP من طرف الباحثين Romero(1991) و Tamiz et al (1995) و Tamiz et jones (1997) .

أ- **صياغة نمودج LGP-APP في وحدة Bental مغنية:** يمكن صياغة نموذج APP وفق نموذج LGP في وحدة Bental مغنية كما يلي :

$$\text{Minimize} Z = \sum_{i=1}^{m} P_k\left(\delta_i^+\right)$$

تحت الشــروط :

$$Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_k P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) - \delta_1^+ + \delta_1^- = g_1^*$$

$$Z_2 = \sum_{t=1}^{T}(c_k I_{it}) - \delta_2^+ + \delta_2^- = g_2^*$$

$$Z_3 = \sum_{t=1}^{T}(F_t + F_t) - \delta_3^+ + \delta_3^- = g_3^*$$

$$\begin{array}{ll}
P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} & I_{10} = 1856.25 \\
I_{it} \lozenge 500 & I_{20} = 1029 \\
W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 & I_{30} = 1860 \\
55 \le W_t \le 68 & W_0 = 68 \\
P_{it} - K_{it} * W_t \le 0 & P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \lozenge 0 \\
\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000 & t = 1,2,\dots,T \\
 & i = 1,2,\dots\dots,N
\end{array}$$

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.

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

$$\text{Min} \quad Z = P_1(\delta_5^+) + P_2(\delta_1^+ + \delta_2^+)$$

تحت الشـــــــروط:

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

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

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

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

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

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

ب - حل نموذج LGP-APP في وحدة Bental مغنية: باستخدام البرنـــامج LINGO يمكـــن حـــل النموذج أعلاه والجدول (4-5) يبن النتائج الآتية:

الجدول (4-5) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام LGP-APP

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج BEN	مستوى الإنتاج TD	مستوى الإنتاج CAL	مستوى المخزون BEN	مستوى المخزون TD	مستوى المخزون 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

لقد قمنا بحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة باستخدام البرمجة الخطية، عن طريق تدنيه دالة وحيدة تضم مختلف تكاليف الإنتاج ، تكلفة اليد العاملة ،تكلفة تعيين وتسريح العمال وتكلفة التخزين فتحصلنا على تكلفة إجمالية تقدر بـــ 29798792.9دج ، وهذا يعني أن إستخدام نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ذات الأولويات المقترح أفضل من WGP-APP لأن تكلفة الخطة الإجمالية فيه أقل كما أنه يراعي رغبات المقرر.

II- 3 وضع نموذج التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة Bental باستخدام MGP-APP :

سنستخدم نموذج برمجة الأهداف MINMAX (MGP) المقترح من طــرف الباحــث Flavel(1976) وعليه فإنه سوف يتم تطبيق هذا النموذج في وحدة Bental مغنية وفق الصياغة الرياضية الآتية:

$$\text{Min } Z = D$$

تحث الشـــروط :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\sum_{i=1}^{3}I_{it}\le 6000 \qquad t=1,2,\ldots,T \qquad i=1,2,\ldots\ldots,N$$

باستخدام البرنامج LINGO يمكن حل النموذج أعلاه والجدول (4-6) يبين النتائج الآتية:

الجدول (4-6) : 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 الميدنية	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

III - التخطيط الإجمالي لإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة في وحدة Bental مغنية :

نظرا لصعوبة الحصول على المعلومات المتعلقة بالأهداف في الوحدة بدقة من جهة وأخطاء عمليـــة التقدير لها من جهة أخرى ، فإن إفتراض التأكد لمعلمات APP يعد أمرا غير واقعي لهذا ســنحاول في المبحث بصياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية باســتخدام البرمجـــة الرياضـــية المتعـــددة الأهداف المبهمة وهذا عن طريق النماذج الآتية :

- نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Zemrman(1976).
- نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Tiwari and Dharmar(1987) .
- نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Chen and tsai(2001) .
- نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Kim and Whang (1998) .
- نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) .

III -1 نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Zemrman(1976):

سوف نقوم باقتراح نموذج رياضي يأخذ بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد التي تحيط بالأهـــداف وذلك نضرا لصعوبة تحديد جميع المتغيرات التي قد تؤثر على الأهداف، وبالتالي فإنـــه يمكـــن صياغة نموذج APP في طابعه المبهم بالنسبة لوحدة Bental maghnia كما يلي:

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

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

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

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

تحت الشــــروط :

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

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

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

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

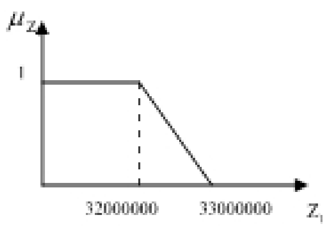
$$P_{it} - K_{it} * W_t \le 0 \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \lozenge 0$$

$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000 \qquad t = 1,2,\dots,T \qquad i = 1,2,\dots\dots,N$$

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

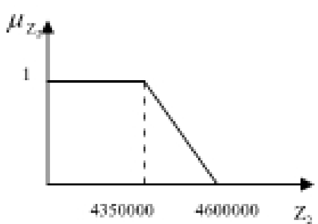
جـــهة، ونتناسب مع دالة الهدف التي تتضمن جميع تكاليف الإنتاج من جهـــة أخرى، كما أن العديد من الباحثين يستخدمون هذا النوع من دوال الانتماء (2005) Reay-chen Wang, Tien-Fu Liang ،كما أن مدير قسم المالية بالمؤسسة انطلاقا من خبرته السابقة حدد لنا المجال (32000000 دج و 33000000 دج) كمجال يمكن قبوله كتكلفة إجمالية بالنسبة لتكاليف الإنتاج وهذا بالنسبة للهدف الأول، وبنفس الطريقة للأهداف المتبقية والأشكال (4-1) و (4-2) و (4-3) تبين مختلف دوال الانتماء الخطي.

الشكل (4-4) : دالة الانتماء بالنسبة للهدف الأول Z_1



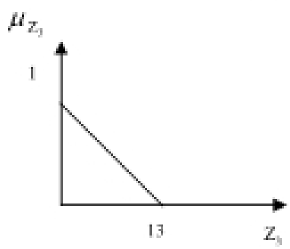
$$\mu_{Z_1}\begin{cases}1\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if\ldots Z_1 \le 32000000\\ \dfrac{33000000 - Z_1}{33000000 - 320000000}\ldots\ldots if\ldots 32000000 \le Z_1 \le 33000000.\\ 0\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if\ldots Z_1 \Diamond 33000000.\end{cases}$$

الشكل (4-5) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_2



$$\mu_{Z_2}\begin{cases}1\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if\ldots Z_2 \le 4350000\\ \dfrac{4600000 - Z_2}{4350000 - 4600000}\ldots\ldots if\ldots 4350000 \le Z_2 \le 4600000.\\ 0\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if\ldots Z_2 \Diamond 4600000.\end{cases}$$

الشكل (4-6) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_3



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

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 :

$$\text{Max } Z_4 = \mu$$

تحت الشروط :

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

$\mu \leq (13 - Z_3)/13$

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

باستخدام البرنامج LINGO، كانت النتائج كما يوضحها الجدول (4-7)، 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 (4-7) 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 (4-7) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Zimarmman(1976)

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	-	–	–	-	–	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

III -2 نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Tiwari and Dharmar(1987) :

سنحاول تطبيق نموذج Tiwari and Dharmar(1987) في مشكلة APP في وحدة Bental مغنيـــة، حيث من مزايا هذا النموذج انه يمكننا من معرفة درجة انتماء كل هدف ضف إلى ذلك أنه يمكننا من استعمال الأوزان المرجحة، لكن سوف نأخذ بعين الإعتبار التصحيح الذي قدمه Yhagoobi and Tamiz(2006) وعليه فإنه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية كما يلي:

$$\text{Max } Z_5 = 0{,}25\mu_1 + 0{,}25\mu_2 + 0{,}5\mu_3$$

تحت الشروط :

$$\mu_1 \le (39000000 - Z_1)/3000000 \qquad \sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$

$$\mu_2 \le (4600000 - Z_2)/250000 \qquad I_{10} = 1856.25$$

$$\mu_3 \le (13 - Z_3)/13 \qquad I_{20} = 1029$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad I_{30} = 1860$$

$$I_{it} \lozenge 500 \qquad W_0 = 68$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \lozenge 0$$

$$55 \le W_t \le 68 \qquad t = 1,2,\dots,T$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \le 0 \qquad i = 1,2,\dots\dots,N$$

ملاحظة :لقد تم استخدام نفس نوع دوال الانتماء الخطية المستخدمة وفق طريقة Zimarman(1976).

باستخدام برنامج الإعلام الآلي LINGO، كانت النتائج كما يوضحها الجدول (4-8)، 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 (4-8) ، يتضح أن درجة إنتماء المقرر بالنسبة لكل هدف هي : $\mu_1 = 1$ أي أن الهدف الأول المتعلق بتدنية تكاليف الإنتاج تحقق بدرجة 100% و $\mu_2 = 0.8975$ أي 89,75% بالنسبة للهدف الثاني و $\mu_3 = 1$ أي 100% بالنسبة للهدف الثالث كما أن التكلفة الدنيا تتيح هذا الحل الأمثل وفق النموذج المقترح تقدر بـــ 36320150.00 دج .

الجدول (4-8) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Tiwari and Dharmar(1987)

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم الميدانية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	–	–	-	–	679.025	900	695.809
الفترة 2	68	-	–	744.996	-	267.638	500	736.603	500
الفترة 3	68	–	–	1074.857	-	659.038	602.228	571.986	500
الفترة 4	68	–	–	1154.980	93.019	425.24	774.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1009.992	191.317	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 بالنسبة للهدف الأول μ_1							1		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثاني μ_2							0,8975		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثالث μ_3							1		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

III -3 نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Chen and Tsai(2001) :

بالرغم من فعالية نموذج Tiwari and Dharmar(1987) إلا أن هناك بعض النقائص خاصـــة فيمـــا يتعلق بالأوزان المرجحة حيث أثبت 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 تجاوزهـــا لكي تصبح قيدا بدلا من استخدام الأوزان المرجحة وعليه فإنه يمكن صياغة مـــشكلة APP فـــي وحـــدة Bental مغنية وفق طريقة Chen and Tsai(2001) كما يلي:

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

تحت الشروط:

$$\mu_1 \leq (33000000 - Z_1)/1000000.$$
$$\mu_2 \leq (4600000 - Z_2)/250000.$$
$$\mu_3 \leq (13 - Z_3)/13.$$
$$P_{it} - K_{it} \langle W_t \leq 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$\mu_1 \Diamond \alpha_1$$
$$\mu_2 \Diamond \alpha_2$$
$$\mu_3 \Diamond \alpha_3$$
$$\mu_1 <= 1$$
$$\mu_2 <= 1$$
$$\mu_3 <= 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \Diamond 0$$

W_t, H_t, F_t (أعداد صحيحة).

$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$ $\quad t = 1,2,...,T$

$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000$ $\quad i = 1,2,.....,N$

$I_{it} \lozenge 500$

$I_{10} = 1856.25$

$I_{20} = 1029$

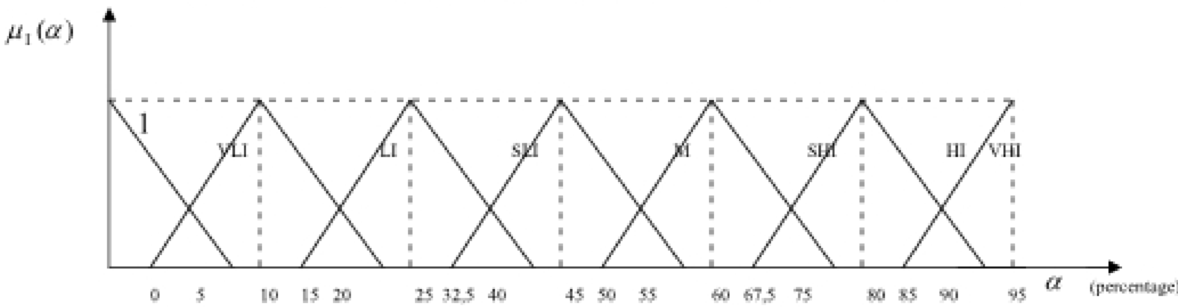
$I_{30} = 1860$

$W_0 = 68$

حيث 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:

الشكل (4-7) : 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 يجـــب أن يحدد لنا المقرر فيما إذا كان متشائم أو متفائل أو معتدل ليتم تحويل رغباته إلى أرقـــام وهـــذا وفـــق طريقة Liou and Wang (1992) والتي يتم من خلالها تحديد قيمة درجة الإنجاز لكل هدف وهـــذا عن طريق المعادلة والتي سبق استعراضها نظريا وعليه فإنه في وحدة Bental مغنية قد حـــدد لنـــا 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 الخطيـــة والمعلومـــات 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 (4-9) يوضح ذلك :

الجدول (4-9) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Chen and Tsai (2001)

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	-	–	-	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							36406350 دج		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الأول μ_1							0.9682679		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثاني μ_2							0.8975380		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثالث μ_3							1		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

نلاحظ من خلال الجدول (4-9) مختلف متغيرات القرار المثلى المقترحـــة وفـــق طريقـــة Chen and Tsai(2001)، حيث يتبين أن المقرر راض بنسبة 96،82% بالنسبة للهدف الأول و 89,75% بالنـــسبة للهدف الثاني و 100% بالنسبة للهدف الثالث كما أن التكلفة الدنيا وفق هذا النمـــوذج هـــي 36406350 دج .

تعتبر نتائج APP وفق نموذج Chen and Tsai(2001) جيدة كما يمكن للمقرر أن يحدد من خلال هذا النموذج قيمة درجة الانتماء التي لا يمكنه أن يقبل الهدف بأقل منها ، كما يمكن أيضا من خلال هـــذا النموذج وضع أولويات priorities وهذا بمنح قيمة أعلى لدرجة الانتماء بالنسبة للهدف الـــذي يريـــده المقرر وهكذا.

III -4 نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Kim and Whang (1998) :

إن النماذج السابقة المعروضة في حل مشكلة APP باستخدام برمجة الأهداف المبهمـــة فـــي وحـــدة Bental مغنية يعتمد على دالة هدف من صيغة MINMAX وكما بينا في الجانب النظري فإن القيمـــة المثلى لهذه الصيغة تختلف عن الصيغة المبدئية التي ظهر بها نموذج برمجة الأهداف وهي الـــصيغة التجميعية، وعليه فإننا سوف نستخدم النموذج المقترح من طرف البـــاحثين Kim and Whang (1998) والذي اعتمدا فيه على الصيغة التجميعية وهذا ما أشرنا إليه بالتفصيل في الجانب النظري لهذا سوف نقوم باقتراح نموذج رياضي FGP حيث سنعتمد في ذلك على الصيغة المقترحة من طرف Kim and Whang (1998) والتي تعتمد على الانحرافات النسبية وهذا باستخدام الصيغة التجميعية وعليـــه فإنـــه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية كما يلي:

$$\text{Min } Z_5 = \beta_1^+ + \beta_2^+ + \beta_3^+$$

تحت الشــــروط:

$$Z_1 - 1000000\ \beta_1^+ \leq 320000$$
$$Z_2 - 250000\ \beta_2^+ \leq 4350000$$
$$Z_3 - 13\beta_3^+ \leq 0$$
$$P_{it} - K_{it} (W_t \leq 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000$$
$$I_{it} \Diamond 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$\beta_1^+ \leq 1$$
$$\beta_2^+ \leq 1$$
$$\beta_3^+ \leq 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \Diamond 0$$

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}) بالنــسبة لكل هدف هي : 1000000 دج ، 250000 دج ، 13 على التوالي.
وباستخدام البرنامج LINGO يتم الحصول على الحل الأمثل والجدول (4-10) يبن نتائج نموذج APP في وحدة Bental مغنية وفق طريقة Kim and Whang (1998) :

الجدول (4-10) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Kim and Whang (1998)

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	-	–	-	0	–	619,025	900.38	666
الفترة 2	68	-	–	740	0	267.638	500	730	500
الفترة 3	68	–	–	1044,857	0	659.638	691,515	572	500
الفترة 4	68	–	–	1214.980	88	425.240	704.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1201	191.317	78.967	635.228	500	500
الفترة 6	68	-	–	1201	203	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							32601050 دج		
الانحراف النسبي الموجب بالنسبة للهدف β_1^+							0.03173212		
الانحراف النسبي الموجب بالنسبة للهدف β_2^+							0.1024620		
الانحراف النسبي الموجب بالنسبة للهدف β_3^+							0		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

يبن الجدول (4-10) مختلف متغيرات القرار الأمثل والتي تعبر عن الحل الأمثل لمــشكلة APP فـــي وحدة Bental مغنية ، وفق طريقة Kim and Whang (1998) حيث توضح قـــيم 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.

III -4 نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) :

كما سبق الإشارة نظريا فإن نموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) هو امتداد لنمـــوذج Kim and Whang(1998) إذ يقدم معلومات إضافية للمقرر يمكن الاستفادة منها كما أنه يعتبر نموذجا شاملا بحيث يمكن للمقرر بأن يستخدم جميع أنواع دوال الانتماء المشار إليها في الجانب النظـــري، ضـــف إلى ذلك فإن هذا النموذج لا يختلف مع نموذج Kim and Whang (1998) في الحل الأمثـــل أي أنـــه يعطي نفس الحل الأمثل، ولكن من الناحية الاقتصادية يعتبر أفضل ذلك لأنه يقدم درجـــات الرضـــا

للمقرر، الانحرافات المطلقة وبالتالي فإنه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية وفق نموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) كما يلي:

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

تحت الشروط:

$$Z_1 - \delta_1^+ \le 32000000$$
$$Z_2 - \delta_2^+ \le 4350000$$
$$Z_3 - \delta_3^+ \le 0$$
$$P_{it} - K_{it} \langle W_t \le 0$$
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$W_{Min} \le W_t \le W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$
$$I_{it} \Diamond 500$$

$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$\mu_1 + \frac{\delta_1^+}{1000000} \le 1$$
$$\mu_2 + \frac{\delta_2^+}{250000} \le 1$$
$$\mu_3 + \frac{\delta_3^+}{13} \le 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \Diamond 0$$

W_t, H_t, F_t (أعداد صحيحة).

$$t = 1,2,\dots,T$$
$$i = 1,2,\dots,N$$

وباستخدام البرنامج LINGO يمكن الحصول على الحل الأمثل ، والجدول (4-11) يوضح مختلف متغيرات القرار المثلى في حل مشكلة APP في وحدة Bental .

ومن خلال الجدول يتبين بأن التكلفة المثالية وفق نموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz (2008) حيث يتبين بأن الحل الأمثل وفق هذا النموذج هو نفسه الحل الأمثل وفق نموذج Kim and Whang (1998) ، غير أن هذا النموذج يعتبر أشمل فا بالإضافة إلى الحل الأمثل فالجدول (4-11) يبين مختلف درجات الانتماء حيث $(\mu_1, \mu_2, \mu_3) = (0.96, 0.89, 1)$ أي أن المقرر راض بمعدل 96% و 89% و 100% كما يوضح الجدول أي جمع الانحرافات المطلقة والتي تعبر عن مقدار ابتعاد الهدف المحدد من طرف المقرر عن الهدف الأمثل الأمر الذي قد يساعد المقرر في وحدة Bental مغنية على اتخاذ القرارات فإذا رأت مثلا بأن هذا المبلغ كبير جدا فيمكنه مثلا أن يضيف قيودا أو يلغي الهدف .

الجدول (11-4) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Yaghoobi, Jons and Tamiz (2008)

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	–	-	0	–	619,025	900.38	666
الفترة 2	68	-	–	740	0	267.638	500	730	500
الفترة 3	68	–	–	1044,857	0	659.638	691,515	572	500
الفترة 4	68	–	–	1214.980	88	425.240	704.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1201	191.317	78.967	635.228	500	500
الفترة 6	68	-	–	1201	203	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							32601050 دج		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الأول μ_1							0.9682679		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثاني μ_2							0.8975380		
درجـــة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الثالث μ_3							1		
الانحراف المطلق الموجب بالنسبة للهدف δ_1^+							31732.12 دج		
الانحراف المطلق الموجب بالنسبة للهدف δ_2^+							25615.51 دج		
الانحراف المطلق الموجب بالنسبة للهدف δ_3^+							0 دج		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

IV - نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في حـــالة الطلب المبهم:

بالرغم من النتائج الجيدة التي تحصلنا عليها من مختلف النماذج الرياضية السابقة إلا أنها لا تزال لا تعبر عن واقع APP في وحدة Bental مغنية وهذا بسبب فرضية التأكد من الطلب هـــذا العنـــصر الذي غالبا ما يكون مجهولا كما أنه يصعب التنبؤ به بصفة دقيقـــة نظـــرا للتغيـــرات الموســـمية و العشوائية والتي تجعل أرقام الطلب متذبذبة وعليه فسنحاول في هذا المبحث اقتراح صياغة رياضـــية جديدة لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية في ضل عدم ثبات دالة الهدف و الطلـــب أي أن الطلـــب المبهم (Fuzzy Demand) .

أ- الصياغة الرياضية لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية مع الطلب المبهم:

لكي نستطيع أن نقوم بنمذجة مشكلة APP في حالة دالة الهدف المبهمة و الطلب المـــبهم فـــي وحـــدة Bental مغنية لابد من استخدام الصياغة المقترحة والتي تجعل قيود الطلب مبهمة، لذلك فإنـــه يمكـــن صياغة مشكلة APP في طابعها المبهم في وحدة Bental مغنية كمايلي:

$$\text{Min..}Z_6 \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) + \sum_{t=1}^{T}(c_{it} I_{it})$$

تحت الشروط:

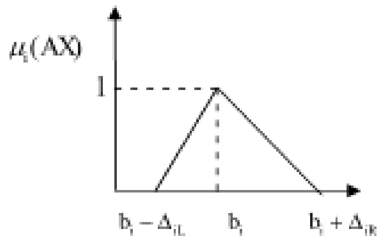
$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} \cong d_{it}$$
$$I_{it} \Diamond 500$$
$$P_{it} - K_{it} * W_t \le 0$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$55 \le W_t \le 68$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$

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

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

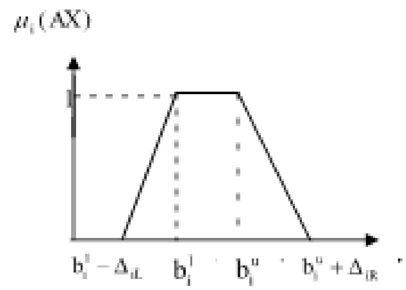
من أجل حل النموذج أعلاه لابد من استخدام أسلوب البرمجة الخطية المبهـــمة (FLP) في الحالة التي يكون فيها القيود مبهمة، ومن أجل ذلك يجب تحويل هذه القيود إلى قيود أخرى مكافئة والتي تـــسمى بقيود Chanas (Chanas constraints) وهذا وفق طريقة Chanas(1983) ، ولكن قبـــل ذلـــك يجـــب وضع دالة الانتماء الخطية لقيود الطلب والتي في غالب الأحيان تأخذ الشكلين الآتيين :

الشكل(8-4) : دوال الانتماء الخطي من النوع 3 و 4 وصيغتها التحليلية



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

النــــــــــوع 3



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

النــــــــــوع 4

المصدر : من إعداد الباحث بناء على معطيات مصلحة المبيعات

وعليه وبالاستعانة بمدير الإنتاج في المؤسسة وأيضا مجالات التنبؤ فإنه يمكن وضــــع دوال الانتمــــاء الخطي في وحدة Bental مغنية كما يلي :

الجدول (4-12) : معطيات دوال الانتماء الخطية بالنسبة لأرقام الطلب في وحدة Bental مغنيــة

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

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

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

ولكن يجب تحويل هذه القيود المبهمة إلى قيود مكافئة وذلك وفق قيود Chanas(1983) ويكــون ذلــك كما يلي:

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

$$P_{24} + I_{23} - I_{24} + x_{10} = 166.005$$
$$x_{10} \le 9 + 25r$$
$$P_{25} + I_{24} - I_{25} + x_{11} = 193.317$$
$$x_{11} \le 15r$$
$$P_{26} + I_{25} - I_{26} + x_{12} = 206.662$$
$$x_{12} \le 35r$$

$$P_{21}+I_{20}-I_{21}+x_7=128.62$$
$$x_7\le 40r$$
$$P_{22}+I_{21}-I_{22}+x_8=163.777$$
$$x_8\le 34r$$
$$P_{23}+I_{22}-I_{23}+x_9=164.617$$
$$x_9\le 8+39r$$

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

حيث :

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

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

- **المرحلة الأولى** : افتراض أن دالة الهدف مؤكدة (précis) وهذا عن طريق حل نمـــوذج APP في وحدة Bental مغنية مع إستبدال قيود الطلب المبهمة بالقيود المكافئة أعلاه (قيود Chanas) مع الأخذ بعين الاعتبار قيمة لـــ r في كل مرة واحتساب دالة الهـــدف ويكـــون ذلـــك وفـــق النموذج الآتي:

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

ولكن يجب تحويل هذه القيود المبهمة إلى قيود مكافئة وذلك وفق قيود Chanas(1983) ويكـــون ذلـــك كما يلي:

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

$$I_{it} \lozenge 500$$
$$55 \le W_t \le 68$$
$$P_{it}-K_{it}*W_t \le 0$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$
$$I_{10}=1856.25$$
$$I_{20}=1029$$
$$I_{30}=1860$$
$$W_0=68$$

$$0 \le r \le 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \lozenge 0$$
$$t=1,2,\dots,T$$
$$i=1,2,\dots\dots,N$$

وباستخدام البرنامج LINGO يمكن الحصول على النتائج كما يبينها الجدول (4-13) .

الجدول (4-13) : قيمة دالة الهدف عند مستوى معين من r

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

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج MATLAB

يتبين من خلال الجدول (4-13)أن هناك علاقة عكسية بين مستويات r والتكلفة الدنيا وهذا بـــسبب المخاطرة حيث أنه كلما أقترب الحل الأمثل من مستوى الطلب الذي يحقق درجة انتماء عالية لرضى المقرر فإن ذلك يعني بأن قيمة r يجب أن تنخفض وهذا ما يجعل مجال الطلب ضيق الأمـــر الـــذي

يرفع من تكلفة الخطة الإجمالية كما يمكن توضيح مختلف الخطط الإجمالية لمشكلة APP في وحـــدة Bental مغنية والجدول (4-14) يبين ذلك :

الجدول (4-14) : نتائج الخطة الإجمالية في وحدة Bental مغنية عند مستويات معينة من r

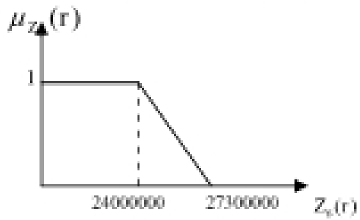
r	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
P11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P12	492,00	454,40	416,80	379,20	341,60	304,00	266,40	228,80	191,20	153,60	116,00
P13	785,34	768,98	749,74	731,94	720,02	703,20	678,54	660,74	648,98	626,75	607,34
P14	1128,50	1070,06	1050,08	1028,67	1002,12	985,13	982,23	960,82	951,16	934,18	914,38
P15	1209,99	1209,99	1192,20	1174,40	1155,88	1132,67	1103,23	1085,43	1067,64	1049,85	1032,05
P16	1209,99	1209,99	1192,20	1174,40	1156,61	1138,82	1121,02	1103,23	1067,64	1049,85	1032,05
P21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P24	77,02	63,22	49,42	35,62	21,82	8,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P25	193,32	191,82	190,32	188,82	187,32	185,82	178,54	163,24	147,94	132,64	117,34
P26	206,66	203,16	199,66	196,16	192,66	189,16	185,66	182,16	178,66	175,16	171,66
P31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P32	261,64	231,14	200,64	170,14	139,64	109,14	78,64	48,14	17,64	0,00	0,00
P33	649,03	642,53	636,03	629,53	623,03	616,53	610,03	603,53	597,03	577,67	540,67
P34	425,24	416,74	408,24	399,74	391,24	382,74	374,24	365,74	357,24	348,74	340,24
P35	72,97	69,57	66,17	62,77	59,37	55,97	52,57	49,17	45,77	42,37	38,97
P36	478,22	465,72	453,22	440,72	428,22	415,72	403,22	390,72	378,22	365,72	353,22
W1	67,00	63,00	62,00	61,00	59,00	58,00	58,00	57,00	56,00	55,00	55,00
W2	67,00	63,00	62,00	61,00	59,00	58,00	58,00	57,00	56,00	55,00	55,00
W3	67,00	63,00	62,00	61,00	59,00	58,00	58,00	57,00	56,00	55,00	55,00
W4	67,00	63,00	62,00	61,00	59,00	58,00	58,00	57,00	56,00	55,00	55,00
W5	68,00	68,00	67,00	66,00	65,00	64,00	62,00	61,00	60,00	59,00	58,00
W6	68,00	68,00	67,00	66,00	65,00	64,00	63,00	62,00	60,00	59,00	58,00
H1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H5	1,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00
H6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
F1	1,00	5,00	6,00	7,00	9,00	10,00	10,00	11,00	12,00	13,00	13,00
F2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

F4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I11	819,03	842,73	866,43	890,13	913,83	937,53	961,23	984,93	1008,63	1032,33	1056,03
I12	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I13	500,00	501,44	500,00	500,00	505,88	506,86	500,00	500,00	506,04	501,61	500,00
I14	556,51	515,51	510,09	504,68	500,00	500,00	506,24	500,83	513,21	507,80	502,39
I15	535,23	522,13	526,82	531,52	536,21	540,90	545,60	550,29	572,78	577,47	582,17
I16	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I21	900,38	904,38	908,38	912,38	916,38	920,38	924,38	928,38	932,38	936,38	940,38
I22	736,60	744,00	751,40	758,80	766,20	773,60	781,00	788,40	795,80	803,20	810,60
I23	579,99	591,29	602,59	613,89	625,19	636,49	647,79	659,09	670,39	681,69	692,99
I24	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	505,78	519,58	533,38	547,18	560,98
I25	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I26	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I31	695,81	716,81	737,81	758,81	779,81	800,81	821,81	842,81	863,81	884,81	905,81
I32	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	512,86	543,36
I33	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I34	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I35	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I36	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00

المصدر : من إعداد الباحث بالاستعانة بالبرنامج MATLAB

وعليه فإنه من خلال الجدول (4-14) نلاحظ بأن هناك عدة خطط إجمالية مثلى والإشكالية المطروحة تكمن في الكيفية التي من خلالها يتم التحصل على النموذج الأمثل والذي يمكن على إثره معرفة الخطة المثالية ويتم ذلك من خلال وضع دالة انتماء خطية لدالة الهدف مع الأخذ بعين الاعتبار في إعدادها مستويات الأهداف المحققة عند كل رقم من r أي $Z_0(r)$ فمن خلال الجدول (4-14) نلاحظ بأن أكبر حد لدالة الهدف هو25711960دج أما أكبر حد هو 34074590دج ولكن يمكن للمقرر أن يأخذ مجالا يراه مناسبا وفقا لرغباته ولكن يجب أن يقع ضمن هذا المجال، وعليه وبالاعتماد على نتائج الجدول (4-14) ووفقا لرغبات المقرر الذي أخذ بعين الإعتبار المجال [24000000 , 27300000] حيث يمكن صياغة دالة الانتماء كما يلي:

الشكل (4-9) : دالة الانتماء بالنسبة للهدف Z_6 وفق نتائج الجدول (4-13)



$$\mu_{Z_6}(r)\begin{cases} 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \ldots Z_6 \leq 24000000 \\ \dfrac{27300000 - Z_6}{27300000 - 24000000} \ldots\ldots \text{if} \ldots 24000000 \leq Z_6 \leq 2730000 \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{if} \ldots Z_6 \Diamond 27300000. \end{cases}$$

المصدر : من إعداد الباحث بناء على النتائج السابقة

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

$$Z_6 \leq 24000000 + 3300000r$$

ومن أجل الحصول على الحل الأمثل وفق طريقة Chanas(1983) فإنه يتم تدنية دالة الهدف من خلال تحديد القيمة الدنيا لـــ r كما يلي :

$$\text{Min } Z_7 = r$$

$$Z_6 \leq 24000000 + 3300000r$$
$$P_{11} + I_{10} - I_{11} + x_1 = 1177,25$$
$$x_1 \leq 140 + 237r$$
$$P_{12} + I_{11} - I_{12} + x_2 = 923.021$$
$$x_2 \leq 112 + 139r$$
$$P_{13} + I_{12} - I_{13} + x_3 = 883.342$$
$$x_3 \leq 98 + 178r$$
$$P_{14} + I_{13} - I_{14} + x_4 = 1071.990$$
$$x_4 \leq 160r$$
$$P_{15} + I_{14} - I_{15} + x_5 = 1379.269$$
$$x_5 \leq 148 + 279r$$
$$P_{16} + I_{15} - I_{16} + x_6 = 1315.220$$
$$x_6 \leq 70 + 131r$$
$$P_{21} + I_{20} - I_{21} + x_7 = 128.62$$
$$x_7 \leq 40r$$
$$P_{22} + I_{21} - I_{22} + x_8 = 163.777$$
$$x_8 \leq 34r$$
$$P_{23} + I_{22} - I_{23} + x_9 = 164.617$$
$$x_9 \leq 8 + 39r$$
$$P_{24} + I_{23} - I_{24} + x_{10} = 166.005$$
$$x_{10} \leq 9 + 25r$$
$$P_{25} + I_{24} - I_{25} + x_{11} = 193.317$$
$$x_{11} \leq 15r$$
$$P_{26} + I_{25} - I_{26} + x_{12} = 206.662$$
$$x_{12} \leq 35r$$
$$P_{31} + I_{30} - I_{31} + x_{13} = 1164.191$$
$$x_{13} \leq 210r$$
$$P_{32} + I_{31} - I_{32} + x_{14} = 463.447$$
$$x_{14} \leq 6 + 95r$$
$$P_{33} + I_{32} - I_{33} + x_{15} = 659.034$$
$$x_{15} \leq 10 + 65r$$
$$P_{34} + I_{33} - I_{34} + x_{16} = 425.240$$
$$x_{16} \leq 85r$$
$$P_{35} + I_{34} - I_{35} + x_{17} = 78.967$$
$$x_{17} \leq 6 + 34r$$
$$P_{36} + I_{35} - I_{36} + x_{18} = 478.221$$
$$x_{18} \leq 125r$$
$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$
$$I_{it} \Diamond 500$$
$$55 \leq W_t \leq 68$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000$$
$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$
$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$
$$0 \leq r \leq 1$$
$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \Diamond 0$$
$$t = 1,2,\ldots, T$$
$$i = 1,2,\ldots, N$$

وباستخدام البرنامج LINGO يمكن الحصول على الحل الأمثل ،والجدول (4-15) يظهر نتائج النموذج كما يلي:

الجدول (4-15) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية المبهمة وفق طريقة Chanas(1983)

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	55	-	13	-	0	0	1056.025	940,38	905,809
الفترة 2	55	-	–	115.996	0	0	500	810,603	543,362
الفترة 3	55	–	–	607.342	0	540.672	500	692,986	500
الفترة 4	55	–	–	914.375	0	340.24	502,38	560	500
الفترة 5	58	–	-	1032.052	117.336	38.967	582,168	500	500
الفترة 6	58	3	–	1032.052	171.662	353.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							25721364,4 دج		
درجة السماح r بالنسبة لقيود chanas المبهمة							0.51877 دج		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

فمن خلال الجدول أعلاه تتضح مختلف متغيرات القرار الأمثل والتي توضح الخطة الإجمالية المثاليــة والتي تأخذ بعين الاعتبار حالة الطلب المبهم كما نلاحظ بأن تكلفة الخطـــة الإجماليـــة فـــي هـــذه الحالـــة 25721364,4دج وهي تكلفة منخفضة مقارنة بالخطط السابقة فإذا ما قارناها مع الخطة المثالية باستخدام البرمجة الخطية المؤكدة والتي تساوي 36407350دج وهذا راجع لعامل الطلب الذي لم نعتبره كـــرقم مؤكد وإنما كمجال فيمكن أن يكون يفوق توقعاتنا وهذا ما يجعل المؤسسة تتحمل تكـــاليف التخـــزين والتي تعتبر كبيرة نوعا ما وممكن أن يكون أقل وهذا ما يجعل المؤسسة تتحمل تكاليف الانقطاع غير أن تكاليف الانقطاع في المؤسسة تعتبر صغيرة مقارنة بتكاليف التخزين لأن المؤســـسة فـــي وضـــع احتكاري للسوق ذلك لأنها تعتبر المؤسسة الوحيدة في الجزائر لذا فإن الانقطاع في مخازنها لا يـــؤثر على زبائنها ولا يؤدي إلى فقدانهم لذا فإن التكلفة الإجمالية للخطة تكون منخفضة في حالـــة وقـــوع الحل الأمثل في دالة الانتماء من الجهة $b_i - \Delta_{ij}$ التي يقع فيها رقم الطلب .

ولكن بالرغم من النتائج الممتازة التي تحصلنا عليها من خلال هذا النموذج إلا أنها تعتمد على تدنية دالة هدف وحيدة وعليه فإن النموذج الرياضي سيكون أكثر نجاعة وفعالية إذا اعتمد على عدة أهداف غيـــر مؤكدة وطلب مبهم.

V- مشكلة APP في وحدة Bental باستخدام البرمجة بالأهداف المبهمة والطلب المبهم:

إن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنيـــة فـــي حالـــة الطلـــب المـــبهم وفـــق طريقـــة Chanas(2003) أعطى نتائج جيدة بالمقارنة مع كل نتائج النماذج السابقة، ولكن بالرغم من ذلـــك إلا أنه يقوم بتدنية دالة هدف وحيدة بالرغم من أنه سبق أن أثبتنا بأن مشكلة APP هي مـــشكلة متعـــددة الأهداف وعليه فإننا في هذا المبحث سنقوم بنمذجة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية في حالة تعدد الأهداف مع اعتبارها مبهمة وكذا الطلب المبهم.

أ-الصياغة الرياضية لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية في حالة الأهـــداف المبهمـــة والطلـــب مبهم: يمكن صياغة مشكلة APP وحدة Bental مغنية في حالة الأهداف المبهمة والطلب المبهم كمـــا يلي :

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

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

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

تحـــت القـــيود:

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

$$I_{it} \lozenge 500$$

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

$$55 \leq W_t \leq 68$$

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

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

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

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

$$t = 1,2,\dots,T$$

$$i = 1,2,\dots\dots, N$$

من أجل حل هذه المشكلة سوف نستخدم طريقة Lee,y,y(1990) والذي اعتمد فيها طريقـــة البرمجـــة بالأهداف المبهمة التفاعلية (interactive fuzzy goal programming) والتي سبق أن تم شـــرحها فـــي الجانب النظري ومن أجل تحديد الحل الأمثل للنموذج أعلاه سنمر بالمراحل الآتية :

∞ **المرحلة الأولى** : تقسيم النموذج إلى 3 نماذج للبرمجة الخطية وذلك بأخذ كل دالـــة هـــدف على حده مع الأخذ بعين الاعتبار القيود المكافئة التي تم الحـــصول عليهـــا ســـابقا (قيـــود Chanas) مع تحديد جميع قيم Z_1 ، Z_2 و Z_3 مع افتراض أن دوال الهدف مؤكدة (précis) و الأخذ بعين الاعتبار قيمة لـــ r (0، 0,1 ..... 1) في كل مرة واحتـــساب دالـــة الهـــدف والجداول (4-16) و(4-17) و (4-18) توضح النتائج الآتية :

الجدول (4-16) : قيم دالة الهدف $Z_1(r)$ عند مستويات r

r	$Z_1(r)$	r	$Z_1(r)$	r	$Z_1(r)$	r	$Z_1(r)$
1	21041090	0,7	23611270	0,4	26181440	0,1	28751620
0,9	21897810	0,6	24467990	0,3	27038170	0	29608350
0,8	22754540	0,5	25324720	0,2	27894900		

المصدر : من إعداد الباحث وبالاعتماد على مخرجات البرنامج MATLAB

الجدول (4-17) : قيم دالة الهدف $Z_2(r)$ عند مستويات r

r	$Z_2(r)$	r	$Z_2(r)$	r	$Z_2(r)$	r	$Z_2(r)$
1	4256341	0,7	4256341	0,4	4256341	0,1	4264199
0,9	4256341	0,6	4256341	0,3	4256341	0	4275495
0,8	4256341	0,5	4256341	0,2	4258226		

المصدر : من إعداد الباحث وبالاعتماد على مخرجات البرنامج MATLAB

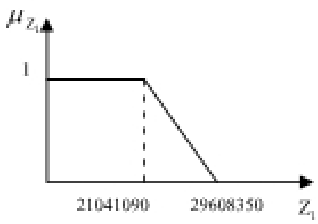
الجدول (4-18) : قيم دالة الهدف $Z_3(r)$ عند مستويات r

r	$Z_3(r)$	r	$Z_3(r)$	r	$Z_3(r)$	r	$Z_3(r)$
1	0	0,7	0	0,4	2	0,1	8
0,9	0	0,6	0	0,3	5	0	10
0,8	0	0,5	0	0,2	5		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج MATLAB

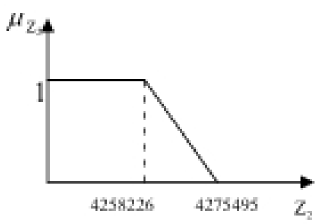
∞ **المرحلة الثانية** :بناء على نتائج المرحلة السابقة يمكن تشكيل دوال الانتماء كما يلي:

الشكل (4-10) : دالة الانتماء بالنسبة للهدف الأول Z_1



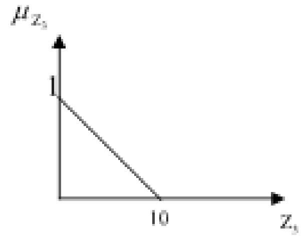
$$\mu_{Z_1}\begin{cases} 1...if...Z_1 \le 21041090 \\ \dfrac{29608350 - Z_1}{29608350 - 21041090}......if...21041090 \le Z_1 \le 29608350. \\ 0...if...Z_1 \Diamond 29608350. \end{cases}$$

الشكل (4-11) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_2



$$\mu_{Z_2}\begin{cases} 1...if...Z_2 \le 4275495 \\ \dfrac{4275495 - Z_2}{4275495 - 42563421}......if...4275495 \le Z_2 \le 4258226. \\ 0...if...Z_2 \Diamond 4258226. \end{cases}$$

الشكل (12-4) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_7



$$\mu_{Z_7}\begin{cases}1 \text{.........................if...} Z_7 \leq 0\\ \dfrac{13-Z_7}{13} \text{.............if...} 0 \leq Z_7 \leq 10.\\ 0 \text{.........................if...} Z_7 \Diamond 10.\end{cases}$$

∞ **المرحلة الثالثة:** في هذه المرحلة يتم صياغة النموذج النهائي والذي على أساسه يتم اتخـــاذ قـــرار التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة Bental مغنية ويتم ذلك على أساس تدنية درجة السماح للقيود r مع وضع القيود المتعلقة بالأهداف والتي سبق صياغتها في دوال الانتماء خلال المرحلة السابقة وعليه فإنه يمكن صياغة نموذج APP في وحدة Bental مغنية كما يلي:

$$\text{Min } Z_8 = r$$

تحت القيــود:

$Z_1 \leq 21041090 + 8567260 \; r$

$Z_2 \leq 4258226 + 17269 \; r$

$Z_7 \leq 10 \; r$

$P_{11} + I_{10} - I_{11} + x_1 = 1177 ,25$

$x_1 \leq 140 + 237 \; r$

$P_{12} + I_{11} - I_{12} + x_2 = 923 .021$

$x_2 \leq 112 + 139 \; r$

$P_{13} + I_{12} - I_{13} + x_3 = 883 .342$

$x_3 \leq 98 + 178 \; r$

$P_{14} + I_{13} - I_{14} + x_4 = 1071 .990$

$x_4 \leq 160 \; r$

$P_{15} + I_{14} - I_{15} + x_5 = 1379 .269$

$x_5 \leq 148 + 279 \; r$

$P_{16} + I_{15} - I_{16} + x_6 = 1315 .220$

$x_6 \leq 70 + 131 \; r$

$P_{21} + I_{20} - I_{21} + x_7 = 128 .62$

$x_7 \leq 40 \; r$

$P_{22} + I_{21} - I_{22} + x_8 = 163 .777$

$x_8 \leq 34 \; r$

$P_{23} + I_{22} - I_{23} + x_9 = 164 .617$

$x_9 \leq 8 + 39 \; r$

$P_{24} + I_{23} - I_{24} + x_{10} = 166 .005$

$x_{10} \leq 9 + 25 \; r$

$P_{25} + I_{24} - I_{25} + x_{11} = 193 .317$

$x_{11} \leq 15 \; r$

$P_{26} + I_{25} - I_{26} + x_{12} = 206 .662$

$x_{12} \leq 35 \; r$

$P_{31} + I_{30} - I_{31} + x_{13} = 1164 .191$

$x_{13} \leq 210 \; r$

$P_{32} + I_{31} - I_{32} + x_{14} = 463 .447$

$x_{14} \leq 6 + 95 \; r$

$P_{33} + I_{32} - I_{33} + x_{15} = 659 .034$

$x_{15} \leq 10 + 65 \; r$

$P_{34} + I_{33} - I_{34} + x_{16} = 425 .240$

$x_{16} \leq 85 \; r$

$P_{35} + I_{34} - I_{35} + x_{17} = 78 .967$

$x_{17} \leq 6 + 34 \; r$

$P_{36} + I_{35} - I_{36} + x_{18} = 478 .221$

$x_{18} \leq 125 \; r$

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

$I_{it} \Diamond 500$

$55 \leq W_t \leq 68$

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

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

$I_{10} = 1856 .25$

$I_{20} = 1029$

$I_{30} = 1860$

$W_0 = 68$

$0 \leq r \leq 1$

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

$t = 1,2,\ldots, T$

$i = 1,2,\ldots, N$

∞ **المرحلة الرابعة :** في هذه المرحلة يتم حل النموذج السابق وهذا باستخدام البرنامج LINGO والجدول (4-19) يوضح النتائج الآتية:

الجدول (4-19) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام البرمجة المتعددة الأهداف مع الطلب المبهم

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	900.380	695.809
الفترة 2	64	-	–	492.996	0	166.638	500	736.603	500
الفترة 3	64	–	–	607.342	0	584.0340	500	583.678	500
الفترة 4	64	–	–	911.99	48.32663	340.24	500	500	500
الفترة 5	64	–	-	952.26	178.317	38.967	500	500	500
الفترة 6	64	–	–	1114.22	171.662	353.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							29299509,8 دج		
درجة السماح r بالنسبة لقيود chanas المبهمة و الأهداف المبهمة							0.4655030 دج		

المصدر: من إعداد الباحث بناء على مخرجات البرنامج LINGO

يوضح الجدول أدناه نتائج الخطة الإجمالية لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية ، وهذا في حالة الطلب المبهم مع تعدد الأهداف، تعتبر هذه الخطة جيدة وأكثر واقعية من الخطط السابقة ذلك لأنها تعتمد على عدة أهداف مبهمة كما أنها تعتبر في نفس الوقت الطلب مبهم كما نلاحظ بأن درجة السماح الأمثل في المؤسسة هي 46,55% ولكن وبالرغم من ذلك فإن اعتبار مردودية كل عامل (K_{it}) ثابتة أمر غير واقعي نظرا لتقلبات الطاقة الإنتاجية في المصنع بسبب أعطاب الألات والتوقفات الطارئة بسبب أعمال الصيانة، وحتى تكلفة تسريح وتعيين عامل بدورها غير محددة بدقة ومبهمة بالنسبة لمتخذ القرار وعليه فإن كل النماذج السابقة تعتبر هذه المعلمات محددة على عكس الواقع العملي لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية.

<u>VI- الرياضية لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية في حالة الطلب المبهم والمعلمات مبهمة:</u>

سنقوم في هذا المبحث بصياغة مشكلة الــAPP في وحدة Bental مغنية ، في الحالة التي يكون فيها الطلب غير معروف بدقة أي مبهم وكذالك معلمات التكاليف والمردودية الإنتاجية لكل عامل.

أ- الصياغة الرياضية لمشكلة الــAPP في حالة الطلب والمعلمات المبهمة: لقــد بــين الواقــع العملي لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة **Bental** مغنية بأن هناك العديد من المعلمات التي لا يمكن تحديدها بدقة نظرا لعدة عوامل من بينها نقص المعلومات حول تلك التكاليف وأيضا صعوبة تقديرها مثل تكلفة تسريح عامل والتي يعبر جزء منها عن مقدار النقص في مردودية العامل نتيجــة عمليات الفصل المتكررة وأيضا أثر التعلم الذي يمكن أن يرفع إنتاجية العامل وعليــه فــإن اعتبــار المعلمتين h_t و f_t محددتين أمر في الحقيقة غير واقعي وعليه فإن تذبذبهما قد يؤثر على نتائج الخطة الإجمالية في الوحدة ، وحتى تكلفة اليد العاملة لإنتاج وحدة واحدة r_t لا يمكن إعتبارها ثابتة بــسبب تذبذب هذه التكاليف في المؤسسة نظرا لعدة عوامل من بينها الغيابات، انخفاض المردودية ....،كما أن إعتبار تكلفة الإحتفاظ بالمخزون c_{it} أمر غير منطقي نظرا لمختلف التكاليف التــي تتــضمنها هــذه التكلفة ويصعب تقديرها نظرا لقلة المعلومات حولها ضف إلى ذلك العدد K_{it} والــذي يعبــر عــن الكمية المنتجة من طرف كل عامل، وعليه فإنه يمكن صياغة دالة الهدف والقيود في هذه الحالة كما يلي:

دالة الهدف :

$$\text{Min..}Z \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(\tilde{v}_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(\tilde{r}_t W_t + \tilde{h}_t H_t + \tilde{f}_t F_t) + \sum_{t=1}^{T}(\tilde{c}_{it} I_{it})$$

تحت القيود:

$$\begin{aligned}
& P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = \tilde{d}_{it} && I_{10} = 1856.25 \\
& I_{it} \lozenge 500 && I_{20} = 1029 \\
& W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 && I_{30} = 1860 \\
& 55 \le W_t \le 68 && W_0 = 68 \\
& P_{it} - \tilde{K}_{it} * W_t \le 0 && P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \lozenge 0 \\
& \sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000 && t = 1,2,\ldots,T \\
& && i = 1,2,\ldots\ldots,N
\end{aligned}$$

في هذا النموذج نعتبر تكلفة الإنتاج لكل منتوج $\tilde{v}_{it}$ و تكلفة اليد العاملة $\tilde{r}_t$ و تكلفة تعيين وتــسريح عامل $\tilde{h}_t$ و $\tilde{f}_t$ مبهمة ، وهذا نظرا لعدة اعتبارات من بينها :

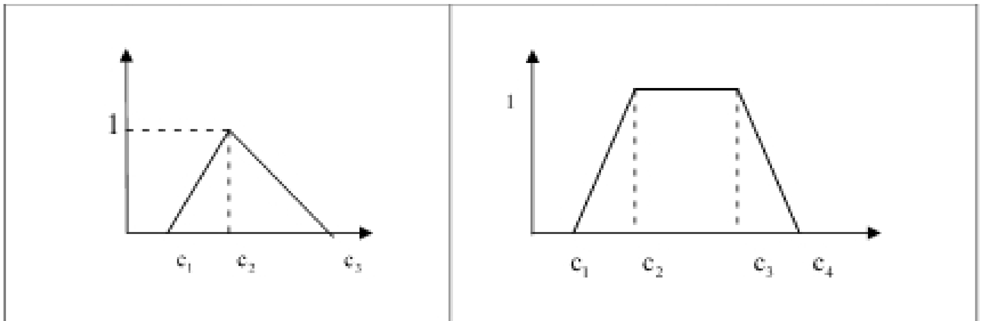
- ∞ من الصعب تقدير جميع التكاليف التي تدخل في تكلفة إنتاج المنتوج $\tilde{v}_{it}$ بسبب عــدم وجــود المحاسبة التحليلية في المؤسسة.
- ∞ يصعب جدا تقدير تكلفة تسريح عامل $\tilde{f}_t$ لأنه من بين التكاليف التي تدخل فيها هي انخفــاض مقدار انخفاض مردودية العمال الآخرين نظرا لعملية الفصل المتكررة كما أنه مــن الــصعب

حصر جميع التكاليف التي تدخل في تكلفة تعين عامل وأيضا مساهمة اليد العاملة r_i في تكلفة الإنتاج .

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

ب- نمذجة مشكلة الــAPP في وحدة Bental مغنية في حالة الطلب والمعلمات المبهمـــة: تعتبــر الصياغة الرياضية أعلاه الأكثر واقعية بين كل النماذج السابقة نظرا لأنه يعتبــر معلمـــات مـــشكلة لــــAPP تقريبا كلها مبهمة أي لا يمكن تحديدها بدقة ولكن من أجل حل هذا النموذج سوف تـــستخدم إحدى الطرق الأكثر حداثة والتي تم التطرق إليها نظريا وهي طريقة Jiménez et al (2007) والتـــي تعتبر من بين طرق البرمجة الخطية المبهمة في حالة المعلمات المبهمة Fuzzy linear programming with fuzzy prametres والتي تعتمد على طرق البرمجة الرياضية التفاعلية Interactive fuzzy linear programming وحتي يمكن حل النموذج أعلاه لابد أولا من تحديد جميـــع دول الانتمـــاء الخطيـــة للمعلمات المبهمة حيث سنستخدم دوال الانتماء الخطية من النـــوع 3 و النـــوع 4 والـــشكل (4-13) يوضح ذلك :

الشكل(4-13): يوضح دوال الانتماء المستخدمة في المعلمات المبهمة في وحدة Bental مغنية



النوع 4 من دالة الانتماء الخطية	النوع 3 من دالة الانتماء الخطية

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيات مصلحة الإنتاج

ومن أجل تحديد قيم معلمات دوال الانتماء بالنسبة لتكلفة إنتاج كل وحدة ، تكلفة اليـــد العاملـــة لكـــل وحدة،تكلفة تسريح وتعين عامل قمنا بالإستعانة بالمعطيات الشهرية لـــ 6 أشهر الأخيرة مـــن ســـنة 2009 وكانت النتائج كما يوضحها الجدول رقم (4-20) .

الجدول (4-20) : معطيات دالة الانتماء الخطية لكل معلمة من التكاليف

معلمات التكلفة	نوع دالة الانتماء الخطية	معطيات دالة الانتماء الخطية	
$\tilde{v}_{1t} \quad t = 1,\dots\dots,6$	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(2235, 2831 ,3706, 4231)
$\tilde{v}_{2t} \quad t = 1,\dots\dots,6$	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(15263, 21816 ,24398, 25483)
$\tilde{v}_{3t} \quad t = 1,\dots\dots,6$	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(196, 1198 ,1558, 2405)
$\tilde{r}_t \quad t = 1,\dots\dots,6$	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(2465, 2690 ,2705, 2990)
$\tilde{h}_t \quad t = 1,\dots\dots,6$	النوع 3	(c_1, c_2, c_3)	(4200 , 5100, 5800)
$\tilde{f}_t \quad t = 1,\dots\dots,6$	النوع 3	(c_1, c_2, c_3)	(3500, 400, 6000)

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيات مصلحة الإنتاج

أما فيما يتعلق بمردودية كل عامل فهي موضحة في الجدول (4-21) كما يلي :

الجدول (4-21) : معطيات دوال الانتماء الخطية بالنسبة للمردودية الإنتاجية للعامل من كل منتوج

المنتجات	الفترات	نوع دالة الانتماء الخطية	معطيات دالة الانتماء الخطية	
BEN (K_{1t})	الفترة 1	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(15, 16 ,22, 25)
	الفترة 2	النوع 3	(c_1, c_2, c_3)	(12 , 16, 22)
	الفترة 3	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(12, 14, 19, 25)
	الفترة 4	النوع 3	(c_1, c_2, c_3)	(12, 17.5 , 20)
	الفترة 5	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(15, 16 ,22, 25)
	الفترة 6	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(15, 16 ,22, 25)
CAL (K_{2t})	الفترة 1	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(2, 3.5 , 4, 4.5)
	الفترة 2	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(2, 3.5 , 4, 4.5)
	الفترة 3	النوع 3	(c_1, c_2, c_3)	(2.5, 4.5 , 5.5)
	الفترة 4	النوع 3	(c_1, c_2, c_3)	(2.8 , 4, 5)
	الفترة 5	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(2.8, 3.9, 4.5, 6)
	الفترة 6	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(2.8, 3.9, 4.5, 6)
TD (K_{3t})	الفترة 1	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(12, 14.5 , 16.25, 18)
	الفترة 2	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(10, 12.5 ,13.75, 14.5)
	الفترة 3	النوع 3	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(13, 15.3 , 18)
	الفترة 4	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(12, 14.5 , 16.25, 18)
	الفترة 5	النوع 3	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(11.5, 13.9, 15.25)
	الفترة 6	النوع 4	(c_1, c_2, c_3, c_4)	(12, 14.5 , 16.25, 18)

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيات مصلحة الموارد البشرية

أما فيما يتعلق بالطلب المبهم فإننا سوف نستخدم المعطيات المبينة في الجدول (4-21).

وكما التوضيح في الجانب النظري فإنه يمكن تحويل الــAPP في وحدة Bental مغنيـــة فـــي حالـــة الطلب المبهم والمعلمات المبهمة وفق طريقة Jiménez et al (2007) كما يلي :

$$\text{Min } Z_{\alpha} = 3250,75\sum_{t=1}^{6} P_{1t} + 21740 \sum_{t=1}^{6} P_{2t} + 1339,25\sum_{t=1}^{6} P_{3t} + 2712,5\sum_{t=1}^{6} W_t + 5050 \sum_{t=1}^{6} e_t + 4375 \sum_{t=1}^{6} L_t$$

تحت القيـــود:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} \leq \frac{\alpha}{2} E^{d_1} + (1 - \frac{\alpha}{2}) E^{d_2}$$

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} \Diamond \frac{\alpha}{2} E^{d_2} + (1 - \frac{\alpha}{2}) E^{d_1}$$

$$P_{it} - \left[(1-\alpha) E^{K_1} + \alpha E^{K_2}\right] .W_t \leq 0$$

$$I_{it} \Diamond 500$$

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

$$55 \leq W_t \leq 68$$

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

$$I_{10} = 1856.25$$

$$I_{20} = 1029$$

$$I_{30} = 1860$$

$$W_0 = 68$$

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

$$t = 1,2,\ldots,T$$

$$i = 1,2,\ldots\ldots,N$$

وباستعمال البرنامج MATLAB نجد الحل الأمثل عند مستويات α من 0 إلــى غايـــة 1 والجـــدول (4-22) يوضح ذلك:

الجدول (4-22) : نتائج الخطة الإجمالية لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية عند مستويات معينة من α

α	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
P11	852,50	896,50	940.50	289,40	1028,50	1072,50	1116,50	713,10	605,90	625,25	556,50
P12	770,00	797,50	308.60	852,50	6,20	907,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1045,00
P13	556,00	764,50	814.00	863,50	913,00	962,50	1012,00	1061,50	1111,00	1160,50	0,00
P14	811,25	833,25	855.25	877,25	899,25	0,00	647,05	965,25	987,25	882,70	1031,25
P15	852,50	896,50	940.50	984,50	1028,50	1072,50	1116,50	1160,50	1204,50	1248,50	1292,50
P16	852,50	558,80	940.50	984,50	1028,50	941,25	1116,50	1160,50	1204,50	1248,50	1292,50
P21	151,25	0,00	0,00	0,00	0,00	192,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P23	94,25	200,75	209.00	217,25	75,10	233,75	83,90	88,30	92,70	97,10	0,00
P24	187,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	101,50
P25	0,00	42,85	205.15	215,60	181,10	35,25	246,95	257,40	267,85	278,30	288,75
P26	0,00	194,70	29.950	17,05	199,50	0,00	136,45	127,40	118,35	109,30	100,25
P31	728,75	205,43	213.35	221,28	229,20	835,31	245,05	252,98	899,25	598,51	0,00
P32	108,75	0,00	0.00	0,00	0,00	149,31	0,00	0,00	0,00	761,06	276,75
P33	0,00	642,13	644.25	646,38	844,80	856,63	868,45	880,28	18,65	0,00	661,25
P34	412,50	414,63	416.75	418,88	750,80	0,00	288,45	740,90	429,50	0,00	433,75
P35	72,00	73,15	74.300	75,45	0,00	0,00	0,00	0,00	81,20	82,35	83,50
P36	437,00	440,13	443.25	446,38	0,00	0,00	455,75	0,00	462,00	465,13	468,25

W1	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
W2	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
W3	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
W4	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
W5	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
W6	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
H1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F1	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
F2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I11	1707,25	1738,33	1769,40	1105,38	1831,55	1862,63	1893,70	1477,38	1357,25	1363,68	1282,00
I12	1695,25	1744,75	1277,85	1148,65	1019,45	1942,75	1057,25	631,85	502,65	500,00	1454,25
I13	1503,25	1751,90	1325,15	1236,10	1147,05	2110,50	1265,15	879,90	790,85	828,35	612,75
I14	1238,50	1506,65	1099,40	1029,85	960,30	1022,00	821,20	751,65	682,10	612,55	543,00
I15	919,00	1216,78	839,15	799,23	759,30	850,63	679,45	639,53	599,60	559,68	519,75
I16	500,00	500,00	500.00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I21	1029,00	906,00	908,38	904,00	903,00	1094,50	901,00	900,00	899,00	898,00	897,00
I22	1058,25	750,65	751,40	746,95	745,10	935,75	741,40	739,55	737,70	735,85	734,00
I23	903,75	799,03	602,59	809,08	663,70	1011,63	666,05	667,23	668,40	669,58	569,25
I24	847,00	638,85	500,00	646,55	500,00	846,75	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I25	875,00	502,18	500,00	681,58	500,00	700,38	564,80	574,73	584,65	594,58	604,50
I26	696,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
I31	500,00	942,68	737,81	948,03	950,70	1551,56	956,05	958,73	1599,75	1293,76	690,00
I32	1860,00	500,00	500,00	500,00	500,00	1247,50	500,00	500,00	1138,35	1590,75	500,00
I33	1471,25	500,00	500,00	500,00	696,30	1453,50	715,70	725,40	500,00	931,63	500,00
I34	1140,00	500,00	500,00	500,00	1026,10	1030,38	578,90	1038,93	500,00	500,00	500,00
I35	500,00	500,00	500,00	500,00	949,50	952,63	500,00	958,88	500,00	500,00	500,00
I36	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برنامج MATLAB

نلاحظ من خلال الجدول أعلاه مختلف الخطط الإنتاجية لمشكلة APP في وحدة Bental مغنية عنـــد معدل الإمكانية المبهم α، والجدول (4-23) يوضح مختلف التكاليف الدنيا عند مستويات α.

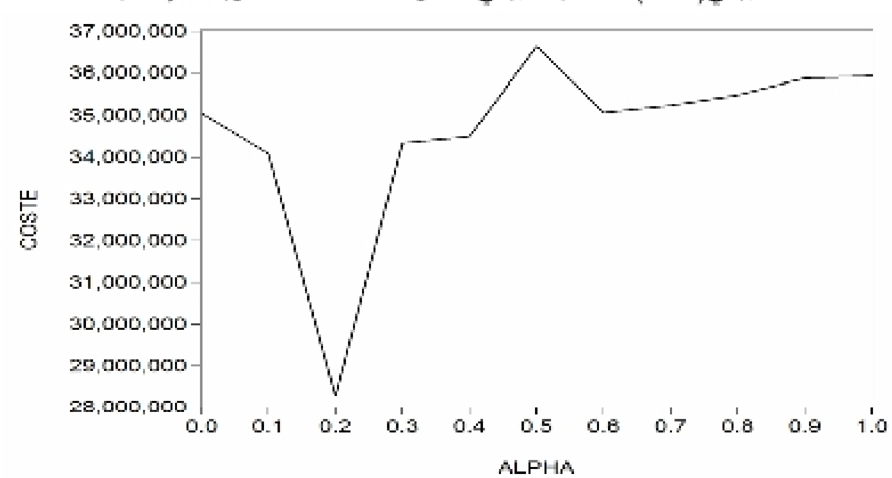
الجدول (4-23) : قيم دالة الهدف $Z_1(r)$ عند مستويات r

α	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	35048222,4	34088659,1	28279519,8	34339081,5	34339081,5	36630030,6
α	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
	35069390,1	35246080,7	35486486	35878813,6	35937246	

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برنامج MATLAB

ومن خلال التمثيل البياني من خلال الشكل (4-14) لمستويات التكلفة مع معدلات الإمكانية المبهم α، يتبين بأن التكلفة الدنيا هي التكلفة التي يكون عندها $\alpha = 2$.

الشكل البياني(4-14) : التمثيل البياني لمستوى التكلفة عند مستويات الإمكانية α



المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على النتائج السابقة

نلاحظ من خلال المنحنى البياني أعلاه بأنه عندما تكون $\alpha = 0,2$ فإن التكلفة تكون في حدها الأدنى وبالتالي، فإن الخطة المثالية لمشكلة الــAPP في وحدة Bental مغنية هي الخطة عند مــستوى $\alpha = 0,2$ والجدول (4-24) يوضح نتائج الخطة الإجمالية لمشكلة الــ APP فــي وحــدة Bental مغنيــة وفــق النموذج المقترح.

الجدول(4-24): الخطة الإجمالية المثلى في حالة الطلب المبهم والمعلمات مبهمة وفق طريقة Jiménez et al (2007)

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	55	-	13	940.50	0,00	221,28	1738,33	908,38	737,81
الفترة 2	55	-	–	308.60	0,00	0,00	1744,75	751,40	500,00
الفترة 3	55	–	–	814.00	217,25	646,38	1751,90	602,59	500,00
الفترة 4	55	–	–	855.25	0,00	418,88	1506,65	500,00	500,00
الفترة 5	55	–	-	940.50	215,60	75,45	1216,78	500,00	500,00
الفترة 6	55	–	–	940.50	17,05	446,38	500,00	500,00	500,00
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							28279519,8 دج		

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على مخرجات البرنامج MATLAB

من خلال الجدول (4-24) تتضح الخطة المثالية لمشكلة الـــAPP في وحدة Bental مغنية وذلـــك فـــي الحالة التي تكون فيها المعلمات المتعلقة بالطاقة الإنتاجية والمردودية الإنتاجيـــة لكـــل عامـــل غيـــر معروفة بدقة ومبهمة وكذلك أرقام الطلب المتنبأ به مبهم وغير معروف بـــصفة أكيـــدة ، حيـــث إذا ماقارننا هذا النموذج مع النماذج السابقة الذكر فسوف نجده النموذج الأقرب والأكثـــر تمثـــيلا لواقـــع مشكلة الـــAPP في وحدة Bental مغنية ، إذ أن التكلفة الدنيا المتعلقة بهذا النموذج هـــي 28279519,8 دج وهي التكلفة الأقل مقارنة بنتائج النماذج السابقة كما يمكن إختيار حساسية هذا النموذج وفق العديد من الحالات التي يمكن أن تواجه مدير الإنتاج بالمصلحة ، كما يمكن الأخذ بعين الإعتبار جميـــع نتـــائج الجدول (4-22) من طرف مدير مصلحة الإنتاج وذلك وفق تفضيلاته مع مراعات مستويات الإمكانية (feasibility degree) α والتي تعبر عن مستويات القبول المعرفة بدالة الانتماء لدى متخذ القرار .

خلاصـــــة:

قمنا في هذا الفصل بمحاولة تحديد خطة إنتاج مثالية تواجه بها مؤسسة BENTALمغنية تقلبات الطلب على منتجاتها، حيث اتضح أن المؤسسة يمكنها القيام بمواجهة منتجاتها عن طريق إستراتجيتين للإنتاج وهي، الوفاء بالطلب عن طريق المخزون ،وتغيير القوى العاملة، وفي سبيل تحديد الخطة المثالية قمنا في البداية بنمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج باستعمال البرمجة الخطية غير أن استعمال البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي يؤدي إلى نتائج غير واقعية وهذا بسبب أنها تأخذ بعين الإعتبار هدف وحيدا لذلك قمنا باستعمال نماذج البرمجة الرياضية بالأهداف في حل مشكلة الـــAPP حيث استعملنا 3 من أهم النماذج الرياضية بالأهداف من أجل حل مشكلة الـــAPP وهي نموذج برمجة الأهداف المرجحة(APP- WGP) ، نموذج برمجة الأهداف بالأولويات(APP-LGP)، نموذج برمجة الأهداف MINMAX (APP- MGP)، وبالرغم من تحسن النتائج إلا أن اختيار أهداف محددة يجعل من النموذج غير واقعي وتعتريه بعض المخاطر لذلك قمنا بإعادة صياغة ونمذجة مشكلة الـــAPP باستعمال البرمجة الرياضية بالأهداف المبهمة واستخدمنا في ذلك أهم وأحدث النماذج وهي نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Zemrman(1976) و نموذج Tiwari and Dharmar(1987) ثم نموذج Chen and tsai(2001) و نموذج Kim and Whang (1998) ونموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) حيث أن كل نموذج له نتائج مختلفة .

وبالرغم من أهمية النماذج السابقة إلا أنه تبقى ناقصة ذلك لأنها تعتبر معلمات مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة Bental مغنية مؤكدة وهذا أمر غير واقعي بسبب صعوبة تقدير هذه المعلمات وعليه فلقد قمنا بإعادة صياغة مشكلة الـــ APP في الوحدة في حالة الطلب المبهم ، ثم في حالة الطلب المبهم والأهداف مبهمة ثم في الأخير قمنا باقتراح نموذج رياضي يمكن من خلاله من تدنية التكاليف المبهمة ومعلمات التكاليف مبهمة والطلب مبهم حيث يمكن اعتبار هذا النموذج المقترح الأكثر فعالية وواقعية ذلك لأنه يمكننا من حل مشكلة الـــAPP في محيط كلي مبهم.

من أجل حل النماذج المقترحة استعملنا برنامج الإعلام الآلي LINGO والبرنامج MATLAB حيث تم عند صياغة كل نموذج في تحديد مستوى العمالة الأمثل عن طريق تحديد عدد العمال الذي يجب تعيينهم، وعدد العمال الذي يجب تسريحهم ، ومستوى الإنتاج، أي عدد الوحدات التي يجب إنتاجها كل شهر من المنتجات الثلاث، وأيضا مستوى المخزون الذي يجب الإحتفاظ به من كل منتوج خلال كل شهر من أشهر الفترات التخطيطية.

الخـــــــــــاتـــمــــة

الخـــاتـــمة العامة.

من خلال عرضنا للجانب النظري لموضوع التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية،إتضح أنه يهدف بالدرجة الأولى إلى التحديد الأمثل لمستوى الإنتاج ، المخزون والعمالة لكل فترة زمنية-شهر-على مدار الفترة التخطيطية، والتي تتراوح بين6إلى 18شهرا، وهذا من خلال دراسة مختلف البدائل الإنتاجية الممكنة، وإختيار أفضلها لمواجهة تقلبات الطلب بأدنى التكاليف ، ومن أجل القيام بذلك، لابد من الوقوف أولا على تقديرات الطلب على منتجات المؤسسة، هذه التقديرات والتي تعتبر الركيزة الأولى لهذا النوع من التخطيط، لذالك هذا ما يستوجب على المؤسسة الإستعانة بأحسن النماذج الإحصائية المستخدمة في التنبؤ. ومن أجل الوصول إلى التحديد الأمثل لموارد المؤسسة التي تقوم بتدنية مجموع تكاليف الإنتاج والمخزون والعمالة قام الباحثون بعرض العديد من نماذج البرمجة الخطية والتي كانت تهدف إلى تحديد مستوى الإنتاج و المخزون والعمالة التي يمكن من خلالها مواجهة تقلبات الطلب الموسمية غير أن هذه النماذج اصطدمت بواقع صعب نظرا لتعدد الأهداف التي يمكن أن يأخذها المقرر في إعداد خطط الإنتاج الإجمالية من جهة وأيضا صعوبة التحديد الدقيق للمعلمات المقدرة بسبب قلة المعلومات أو عدم القدرة على الأخذ بعين الاعتبار جميع المعلومات التي تتعلق بتلك المعلمات من جهة أخرى ، لدى كان لزاما على الباحثين البحث عن نماذج رياضية بديلة لنماذج البرمجة الخطية المؤكدة ، تأخذ بعين الإعتبار تعدد الأهداف والطبيعة الغير مؤكدة لمتغيرات ومعلمات نموذج الــAPP، وبالفعل تم ذلك عن طريق ما توصل إليه الباحثين Charen and cooper(1951) والمتمثل في نماذج البرمجة بالأهداف والتي يتم من خلالها صياغة وحل المشاكل القرارية المتعددة الأهداف ، كما تمت الإستعانة أيضا بنظرية المجموعات المبهمة، والمقترحة من طرف الباحث Zadeh(1965) ثم الباحث Belman and zadeh(1970) والتي تمكن من خلالها إبراز أهمية تطبيق هذه النظرية في حل المشاكل القرارية والتي تتميز بمتغيرات أو معلمات غير مؤكدة أو مبهمة ، الأمر الذي استغله الباحثين المهتمين بحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج، فطوروا العديد من النماذج التي تأخذ بعين الاعتبار المحيط المبهم الذي يحيط بمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج .

أبرزنا من خلال هذه الرسالة مختلف النماذج الرياضية والدراسات السابقة والتي تمكن من خلالها الباحثون من حل مشكلة الــAPP و التي تتميز بعدة أهداف مبهمة وأيضا الحالة التي تكون فيها معلمات مشكلة الــAPP كالطلب المتوقع والطاقة الإنتاجية وغيرها من المعلمات التي يصعب تقديرها مبهمة وغير مؤكـــدة. 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 ، كما استخدمنا

أيضا طريقة Jimenez et all(2007) في وضع نموذج رياضي يأخذ بعين الإعتبار جميع معلمات نموذج التخطيط الإجمالي بما فيها معلمات الطلب ومعلمات تكاليف الإنتاج ومعلمات الطاقة الإنتاجية مبهمة حيث تحصلنا على نتائج أكثر تعبيرا عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في هذا النموذج .

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 BENTALمغنية ،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 إجمالي 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 الهين، نظرا لغياب المحاسبة التحليلية بالوحدة، هذه التقنية التي تعتبر أهم مصدر للمعلومات خاصة تلك التي تتعلق 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 تكاليف الإنتاج ، تكاليف العمالة ، تكاليف تعيين العمال ،تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وهذا في إطار القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجية ،و القيود المتعلقة بالطلب، والقيود المتعلقة بالعمالة، القيود المتعلقة بالمخزون، والقيود المبدئية و حيث وبإستخدام برنامج الإعلام الآلي LINGO، تمكنا من تحديد مستوى العمالة ، الإنتاج والمخزون لكل شهر خلال الـ6 أشهر القادمة من سنة 2008، والتي تواجه بها الوحدة تقلبات الطلب المتنبأبه بأدنى التكاليف. ثم بع ذلك قمنا بمحاولة نمذجة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة مغنية باستعمال نموذج برمجة الأهداف وهذا إنطلاقا من 3 أهداف ترغب الوحدة في تحقيقها وهي تدنية مجموع تكاليف الإنتاج، تدنية مجموع تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وأخيرا تدنية مجموع تكاليف تغيير العمالة، وهذا في إطار القيود السابقة لنموذج البرمجة الخطية واستعملنا أولا نماذج البرمجة بالأهداف الرئيسية وهي نموذج البرمجة بالأهداف التجميعية (نموذج البرمجة بالأهداف المرجح ، نموذج البرمجة بالأهداف بالأولويات ثم نموذج برمجة الأهداف MINMAX حيث تم تحديد قيمة الأهداف باستعمال طريقة البرمجة الكمبرومايزية لـ Zeleny(1982) ،أما الأولويات فتم 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 البرمجة بالأهداف

ذات الأولوية (LGP) وبالرغم من النتائج الجيدة فإن اعتماد هذه النماذج الرياضية على قيم لأهداف مؤكـــدة يجعلها في العديد من الأحيان غير واقعية وهذا ما أدى بنا إلى محاولة نمذجة مشكـلة الــAPP فـي الوحـدة باستعمال البرمجـة الرياضية بالأهداف المبهمة ومن أجل إختيار النموذج الأكثر فعالية فـي وحـدة Bental مغنية قمنـا باستخدام نماذج للبرمجة بالأهداف الآتية نموذج APP في وحدة Bental مغنية باسـتخدام نمـوذج Zemrman(1976)، نمـوذج APP فـي وحـدة Bental مغنيـة، باسـتخدام نمـوذج Tiwari and Dharmar(1987)،نموذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نمـوذج Chen and Tsai(2001) ، نمـوذج APP في وحدة Bental مغنية باستخدام نموذج Kim and Whang (1998) ، نموذج APP فـي وحـدة Bental مغنية باستخدام نموذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) . ، قمنا في بداية الأمـر بتحديـد دوال الإنتمـاء الخطية والتي سيتم استخدامها إنطلاقا من رغبات مدير الوحدة من جهة واعتمادا على المعطيـات التارخيـة حول تكاليف المؤسسة من جهة أخرى، ثم بعد ذلك قمنا بصياغة مشكلة الــAPP وفق جميع النماذج الـسابقة الذكر وحلها باستعمال البرنامج LINGO والحصول على الحل الأمثل حيث تبين بأن النموذج الـذي يحقـق أدنى التكاليف هو نموذج Kim and Whang (1998) و Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) غير أن نمـوذج Yaghoobi, Jons and Tamiz(2008) يعتبر الأفضل هذا لأنه يتيح للمقرر العديـد مـن المعلومـات المتعلقـة بالإنحرافات كما أنه يستعمل جميع أشكال دوال الإنتماء.

بالرغم من النتائج الجيدة التي تحصلنا عليها من مختلف النماذج الرياضية السابقة إلا أنها لازالت لا تعبر عن واقع APP في وحدة Bental مغنية وهذا بسبب فرضية التأكد التام من الطلب هذا العنصر الذي غالبا ما يكون مجهولا، كما أنه يصعب التنبؤ به بصفة دقيقة نظرا للتغيرات الموسمية و العشوائية والتي تجعل أرقام الطلب متذبذبة وعليه حاولنا إعادة صياغة مشكل الــAPP في وحدة Bental مغنية في ضل عدم ثبات دالة الهدف و الطلب أي أن الطلب المبهم (Fuzzy Demand) ، وهذا باستخدام نموذج Chanas(1983) حيث قمنا أولا بصياغة المشكل وفق نموذج البرمجة الخطية المبهمة تم تحديد دوال الانتماء الخطية لجميع أرقام الطلب بناء على المعطيات التاريخية للطلب ، ليتم تحويل تلك الدوال إلى قيود مكافئة تسمى بقيود Chanas تم الحصول على نموذج برمجة خطية تفاعلية (interactive linear programming)، استخدمنا في حله برنامج Matlab ليتم تحديد قيم دالة الهدف عند كل قيمة للمتغير r وفي الأخير يتم تحديد دالة الإنتماء الخطية بناء على أرقام دالة الهدف ليتم إعادة صياغة نموذج البرمجة الخطية الذي يقوم بتعظيم قيمة r وتحديد الحل الأمثل والذي يأخذ بعين الاعتبار الطبيعة المبهمة لدالة التكاليف وأرقام الطلب. وبالرغم من النتيجة المهمة التي تم تحقيقها مقارنة مع نتائج النماذج السابقة خاصة فيما يتعلق بالتكاليف فإن اعتماد النموذج على دالة هدف واحدة يجعله لا يعبر في العديد من الأحيان عن واقع التخطيط الإجمالي للإنتاج في الوحدة، لذلك تمت معالجة هذا النقص باستعمال نموذج Lee,y,y(1990) والذي اعتمد فيها طريقة البرمجة بالأهداف المبهمة التفاعلية (interactive fuzzy goal programming) حيث طور طريقة Chanas(1983) وجعلها تشمل عدة أهداف ، وبالفعل تم تطبيق النموذج والحصول على حل أمثل يأخذ بعين الإعتبار عدة أهداف مبهمة وأرقام طلب مبهمة.

لقد بين الواقع العملي لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في وحدة **Bental** مغنية بأن هناك العديد من المعلمات التي لا يمكن تحديدها بدقة، نظرا لعدة عوامل من بينها نقص المعلومات حول تلك التكاليف وأيضا صعوبة تقديرها مثل تكلفة تسريح عامل والتي يعبر جزء منها عن مقدار النقص في مردودية العامل نتيجة عمليات الفصل المتكررة، وأيضا أثر التعلم الذي يمكن أن يرفع إنتاجية العامل وعليه فإن اعتبار المعلمتين h_t و f_t محددتين أمر في الحقيقة غير واقعي وعليه فإن تذبذبهما قد يؤثر على نتائج الخطة الإجمالية في الوحدة ، وحتى تكلفة اليد العاملة لإنتاج وحدة واحدة r_t لا يمكن إعتبارها ثابتة بسبب تذبذب هذه التكاليف في المؤسسة نظرا لعدة عوامل من بينها الغيابات، انخفاض المردودية ...كما أن إعتبار تكلفة الإحتفاظ بالمخزون c_{it} مؤكدة أمر غير منطقي نظرا لمختلف التكاليف التي تتضمنها هذه التكلفة والتي يصعب تقديرها نظرا لقلة المعلومات حولها ضف إلى ذلك العدد K_{it} والذي يعبر عن الكمية المنتجة من طرف كل عامل، وعليه فلقد حاولنا في هذا الجزء إعادة صياغة مشكلة الــAPP بالشكل التي تأخذ بعين الإعتبار الظروف الغير مؤكدة والمبهمة لدالة الهدف ،والطلب ، وحتى معلمات التكاليف السابقة الذكر واستعملنا في ذلك طريقة Jiménez et al (2007) وهذا عن طريق وضع صياغة رياضية أكثر واقعية بين كل النماذج السابقة تعتبر معلمات مشكلة الــAPP تقريبا كلها مبهمة أي لا يمكن تحديدها بدقة، وحلها باستعمال طريقة البرمجة الخطية المبهمة في حالة المعلمات المبهمة Fuzzy linear programming with fuzzy prametres والتي تعتمد على طرق البرمجة الرياضية التفاعلية Interactive fuzzy linear programming إذا قمنا بتحديد جميع دوال الإنتماء الخطية للتكلفة والطلب والمعلمات ، تم وضع صياغة رياضية مكافئة وفق طريقة Jiménez et al (2007) ثم حل النموذج باستعمال برنامج Matlab والحصول على جميع الحلول المثلى الموافقة لقيمة العدد α، ليتم في الأخير تحديد الحل الأمثل الذي يحقق أدنى التكاليف. وعليه فيمكن إعتبار هذه الصياغة المقترحة الصياغة الأكثر واقعية من بين جميع الصياغات السابقة كما يمكن تطويرها لتشمل جميع المتغيرات والمعلمات المبهمة وأيضا حتى الأهداف المبهمة.

ولكن وبالرغم من أهمية جميع هذه النماذج المقترحة إلا أنه لا يجب إغفال دور المقرر في تحديد النموذج الأكثر ملاءمة له والذي يحقق مستوى طموحاته وتفضيلاته.

نشير في الأخير إلى أننا حاولنا في الدراسة التطبيقية إقتراح عدة نماذج رياضية في ظل المعطيات والمعلومات التي أتيحت لنا من طرف إدارة الوحدة، خلال فترة الدراسة والتي كانت قصيرة نوعا ما (30 أيام)، لذالك فإن هذا النماذج تبقى قابلة للتغير أو الإضافة، إذ يمكن للوحدة أن تضيف قيودا تناسبها، كما يمكن إضافة قيود أخرى يفرضها محيط المؤسسة، وبالتالي فإن هدفنا الأول من هذه الدراسة، كان في محاولة إقتراح طريق أو منهجيات لإعداد الخطط الإنتاجية في الوحدة ،وهذا في ضل غياب أي طريقة علمية.

كما يمكن صياغة بعض الإقتراحات والتوصيات التي إرتأيناها مناسبة والتي من شأنها أن تحقق الأهداف التموية في وحدة Bentalمغنية وهي:

- ضرورة إدخال المحاسبة التحليلية في الوحدة ، وهذا حتى يتسنى للقائم بتخطيط الإنتاج بجمع معلومات دقيقة عن التكاليف لكي يتم إعداد الخطط التي تقوم بتدنيتها.
- توظيف إطارات سامية متخصصة في مجال القياس وبحوث العمليات، وهذا بغرض ترشيد القرارات الإنتاجية خاصة فيما يتعلق بالتنبؤ بالمبيعات، وتخطيط الإنتاج، والمخزون.
- إستخدام برامج الإعلام الآلي المختصة في مجال التنبؤ بالمبيعات وبحوث العمليات.
- الإستعانة بالنماذج الرياضية وهذا من أجل تجزئة الخطة الإجمالية للإنتاج لفترات إنتاجية قصيرة (يومية،..).

وفي الأخير نرجو أن نكون قد ساهمنا بهذا العمل المتواضع في حل إحد المشاكل الكبيرة الموجودة بالمؤسسات الجزائرية.

قائمـــــة المراجع

المـــراجع باللغة العربية :

- أحمد طرطار؛ (1993) ، "الترشيد الإقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة"؛ديوان المطبوعات الجامعية؛الجزائر.

- 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.

- 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 ، 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 .

- 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.

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

- محمد توفيق ماضي ؛ (دون سنة نشر) ، "إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل إتخاذ القرارات)"؛الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية.

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.
- 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,.
- 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.
- Aliev, R. A., Fazlollahi, B., Guirimov, B. G., & Aliev, R. R.(2007). Fuzzy-genetic approach to aggregate production-distribution planning in supply chain management. Information sciences,Vol 177, pp 4241–4255.
- Arenas M, Bilbao A, Perez B, Rodriguez MV, (2004), "Fuzzy extended lexicographic Goal Programming, in Soft Methodology and Random Information" Systems,LopezDiazM,GilMA, Grzegorzewski P, Hryniewicz O, Lawry J (Eds.), Advances in Soft Computing, Springer- Verlag, Berlin, pp 543–550.
- ArenasM, Bilbao A, Perez B, Rodriguez,M,V (2005) 'Solving amultiobjective possibilistic program through compromise programming' , European Journal of Operational Research, Vol 164, pp 748–759.
- Baky .I. A., (2009), "Fuzzy goal programming algorithm for solving decentralized bi-level multi-objective programming problems" , Fuzzy Sets Systems, Vol 160, pp 2701–2713.
- Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). 'Decision-making in a fuzzy environment'. Management Science,Vol 17, pp141–164.
- 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.
- Baykasog˘lu a, gocken t.(2007), 'Solution of a fully fuzzy multi-item economic order quantity problem by using fuzzy ranking functions' . Eng optim Vol 39, pp 919–39.
- Baykasoglu a, gocken t.(2008) A review and classification of fuzzy mathematical programs. J intell fuzzy syst; Vol19, pp 205–29.
- Baykasoglu a, gocken t.(2006), "A tabu search approach to fuzzy goal programs and an application to aggregate production planning". Eng optim; Vol 38, pp 155–77.
- Baykasoglu a, owen s, gindy n.(1999), Solution of goal programming models using a basic taboo search algorithm. J operat res soc; Vol 50, pp 960–73.

- Biswal, M.P, Sahoo,N,P,. (2009), 'Transformation of multi-choice linear programming problem, Applied Mathematics and Computation Vol 210, pp 182–188.

- Biswal, M.P, Sahoo,N,P,. (2011) 'Solving multi-Choice linear programming problems by interpolating polynomial' , Mathematical and Computer Modelling, Vol 54, pp1405-1412.

- Belmokaddem,M,. Mekidiche,M,.Sahed,A,K,.(2009), 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.

- Bloemen, R. and Maes, J. (1992), A DSS for Optimizing the Aggregate Production Planning at Monsanto Antwerp, European Journal of Operational Research, Vol 61, N 1, pp 30-40.

- Brans.J.P, B. Mareschal.B, (2005), " PROMETHEE Methods. In J. Figueira, S. Greco, and M. Ehrgott, editors,Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Survey », Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London,. pp 163-196.

- Brans . J.P. and Mareschal.B, (2002), PROMETHEE-GAIA. Une Méthodologie d'Aide à la Décision en Présence de Critères Multiples. Ellipses, Paris, France.

- Brans.JP and B. Mareschal.B (1995), " The PROMETHEE VI procedure. How to differentiate hard from soft multicriteria problems". Journal of Decision Systems, Vol 4 , pp 213—223.

- Brans.JP, B. Mareschal,B , Vincke.P.H, (1984), " PROMETHEE: a new family of outranking methods in multicriteria analysis". In J.P Brans, editor,Operational Research, IFORS 84, North Holland, Amsterdam, pp 477-490.

- Branset.J.P, et Marshal , (2001) , « l'aide multicritère a la décision , le cerveau du décideur » , publication de l'université libre de Bruxelles .

- Buffa, Elwood S. and Jeffrey G. Miller, (1979), Production-Inventory Systems, Planning and Control, 3d. ed., Homewood, Ill.: Richard D. Irwin,

- Bitran, g. R., and Yanassee, h. H.,(1984), Deterministic approximations to stochastic production problems. Operations Research,Vol 32, pp 999-1018.

- Buffa E.S. & Taubert W.H., (1986) , "Production Inventory Systems Planning and Control", New York .

- Brauer DC, Naadimuthu G. (1992) "A goal programming model for aggregate inventory and distribution planning" , Mathematical and Computer Modelling, Vol 16 , N 3, pp 81-90.

- Carlsson, C., & Korhonen, P. (1986). "A Parametric Approach to Fuzzy Linear Programming". Fuzzy Sets and Systems , Vol 20, pp 17-30.

- Cadenas jm, verdegay jl.(2000), Using ranking functions in multiobjective fuzzy linear programming. Fuzzy sets syst;Vol 111, pp 47–53.

- Campos l, verdegay jl. (1989), Linear programming problems and ranking of fuzzy numbers. Fuzzy sets syst; Vol 32, pp 1–11.

- Can E K, Houck M H , (1984), "Real time reservoir operations by goal programming" , Journal of Water Resources Planning and Management, Vol 110 , pp 297–309.

- Chang, C.-T., (2006). Mixed binary interval goal programming. Journal of the Operational Research Society , Vol 57, pp 469–473.

- 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 CT (2000). An efficient linearization approach for mixed-integer problems. , European Journal of Operational Research, Vol 123, pp 652-659.

- Chang CT (2004). On the mixed binary goal programming problems. App Math Comput , Vol 159, pp 759-768.

- 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.

∞ Chen, Y.K.; Liao, H.C., (2003) , "An investigation on selection of simplified aggregate production planning strategies using MADM approaches", International Journal of Production Research, Vol.41,No.14, pp 3359 –3374

∞ Chun. N.C ,Hwang.H. (1996), "Experimental Comparison Of The Switching Heuristics For Aggregate Production Planning Problem" , Computers and Engeneering, Vol 31, N, 3, pp 625-630.

∞ Carlsson, C. and Pekka, K.(1986) "A Parametric Approach to Fuzzy Linear Programming", Fuzzy Sets and Systems, Vol 20, pp.17-30,.

∞ Chanas, S.(1983). "The Use of Parametric Programming in Fuzzy Linear Programming", Fuzzy Sets and Systems. Vol 11, pp.243-251.

∞ Chen s-j, chen s-m.(2003), A new method for handling multicriteria fuzzy decision making problems using fn_iowa operators. Cybernet syst: int j; Vol 34, pp 109–37.

∞ Charnes, A. and Cooper, W.W. (1961). Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, 1, John Wiley and Sons, New York.

∞ 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.

- ∞ Caballero R, Luque M, Molina J, Ruiz F (2005) MOPEN: A computational package for linear multiobjective and goal programming problems, Decision Support Systems, Vol 41, pp 160–175.
- ∞ Caballero R, Rey L, Ruiz F (1998) Lexicographic improvement of the target values in convex goal programming, European Journal of Operational Research, Vol 107, pp644–655.
- ∞ Cook, W.D., (1984) " Goal programming and Financial planning Models for Highway Rehabilitation ", Journal of Operational Research Society, Vol. Vol 35, pp 217-223.
- ∞ 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.
- ∞ 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.
- ∞ Ebert, R. J. (1976), "Aggregate Planning with Learning Curve Productivity," Management Science, Vol 23, pp 171- 182.
- ∞ Elsayed MEM, Jang TS. (1994) Structural optimization using unconstrained nonlinear goal programming algorithm, Computers and Structures,Vol 52, 4, pp 723-727.
- ∞ 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 ,.
- ∞ Fung ryk, tang j, wang d.(2003), 'Multiproduct aggregate production planning with fuzzy demands and fuzzy capacities. Ieee trans syst, man, cybernet – part a: syst humans;Vol 33, pp 302–13.
- ∞ 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, Vo l. 10, No. 7, pp.341–354.
- ∞ Foo, D.C.Y., Ooi, M.B.L., Tan, R.R., and Tan, J.S., (2008) 'A heuristic-based algebraic targeting technique for aggregate planning in supply chains', Computers and Chemical Engineering , Vo 32, pp 2217–2232.

- 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.
- Hackman, S.T. and Leachman, R.C. (1989). An aggregate model of project-oriented production. IEEE Transactions on Man, Systems and Cybernetics, Vol 19, N 2, pp 220-231.
- Hosseinzadeh lotfi f, Allahviranloo t, Alimardani Jondabeh m, Alizadeh l.(2009), Solving a full fuzzy linear programming using lexicography method and fuzzy approximate solution. Appl math model; Vol 33, pp 3151–6.
- 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
- Hannan, E.L. (1985). An assessment of some criticism of goal programming. Computers and Operations Research, Vol 12, pp 525-541.
- Hannan, E.L. (1984). Goal programming: methodological advances in 1973-1982 and prospects for the future. In: MCDM: Past Decade and Future Trends, Zeleny, M. (Ed.), JAI Press, Connecticut, pp 117-151.
- 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 .
- Heilpern, S., (1992), "The expected valued of a fuzzy number". Fuzzy Sets and Systems, Vol 47, pp 81–86.

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

- 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

- 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.

- 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.

- 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.

∞ 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 JP (1976) Goal Programming and Extensions, Lexington Books, Lexington, MA. Computers and Operations Research, Vol 6, pp 141–145.

∞ 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 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, J.P. (1982–b) 'Notes and communications of the (re)discovery of fuzzy goal programming',Decision Sciences, Vol. 13, pp 331–336.

∞ Ignizio JP, Cavalier T (1994) Linear Programming, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ

∞ 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.

∞ 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.

∞ Johanson , Lynwood A. and Douglas C.Montgomry,(1974) ,"Operations Research in production planning, Scheduling and Invontory Control"New York : John Wiley ,.

∞ Jones, W.G., and Rope, C.M., (1964) "Linear programming applied to production planning", Operational Research Quarterly , Vol 15, N° 2 , pp 293-302.

∞ Jones, C. H. (1967). Parametric production planning. Management Science,Vol 13, pp 843–866.

∞ Jones DF, Collins A, Hand C ,(2007), "A classification model based on goal programming with non-standard preference functions with application to prediction of cinema-going behaviour" , European Journal of Operational Research, Vol 177, pp 515–524.

∞ Jones DF, Mardle SJ (2004) A distance-metric methodology for the derivation of weights from a pairwise comparison matrix, Journal of the Operational Research Society, 55, 869–875.

∞ 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, D. E, Tamiz, M. and Mirrazavi, S. K. (1998). "Intelligent solution and analysis of goal programmes: the GPSYS system". Decision Support Systems, Vol 23, pp 329-332.

∞ Jones DF, Tamiz M, (1997), "An example of good modelling practice in goal programming: Means for overcoming incommensurability", in Lecture Notes in Economics andMathematical Systems, Caballero R, Ruiz F (Eds.), Vol. 455, Springer, Berlin, 29–37.

∞ Jones, D. E and Tamiz, M. (1995). Expending the flexibility of goal programming via preference modelling techniques. Omega, Vol 23, pp 41-48.

∞ Jones, C.H. (1967) 'Parametric production planning', Management Science, Vol. 13, pp.843–866.

∞ 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.

∞ Jones DF, TamizM, (1995) Improving the flexibility of goal programming via preference modelling techniques, Omega,Vol 23 ,pp 41–48.

∞ Jones. D.F, (1995) The Design and Development of an Intelligent Goal Programming System, Ph.D. Thesis. University of Portsmouth, UK.

∞ Jimenez m.(1976), Ranking fuzzy numbers through the comparison of its expected intervals. Int j uncertain, fuzz knowledge-based syst; Vol 4 , pp 379–88.

∞ 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 .

∞ Kall Pand Wallace SW (1994). "Stochastic Programming".John Wiley and Sons: Chichester

∞ Kathleen.e a, Frank w. Porell.f.w, Robbins .j.d, (1996), "Estimating the utilization impacts of hospital closures through hospital choice models: a comparison of disaggregate and aggregate models" , Socio-Economic Planning Sciences, Vol 30, N 2, pp 139–153.

- ∞ Kendall K. E., Schniederjans M. J., (1985) "Multi-product production planning: A goal programming approach", European Journal of Operational Research, Vol 20, N 1, Pp 83-91.

- ∞ 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.

- ∞ 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.

- ∞ Lawrence, K.D., and Burbridge, J.J.,(1976) "A multiple goal programming model for coordinated production and logistics planning", International Journal of Production Research, Vol 14 , pp 215-228.

∞ 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, S.M., and Moore, L.J.,(1974) "'A practical approach to production schedufing, production and inventory management", Management Sewnce , Vol 15 , pp 79- 91.

∞ 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

∞ Livingston, J.L.,(1969), "Input-output analysis for cost accounting, planning, and control", The Accounting Review ,Vol 21, pp 48- 64.

∞ 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, pp 127-135.

∞ Lockett, A.G.; Muhlemann, A.P., (1978-b), "A stochastic programming model for aggregate production planning". European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp 350-356 .

∞ Lee, S.M. and Morris, R. (1977). Integer goal programming methods, In: Multiple Criteria Decision Making, Starr, N. and Zeleny, M. (Eds.), North-Holland, Amsterdam, pp 272-289.

∞ Lee, S.M. (1972). Goal Programming for Decision Analysis. Auerbach Publishers, Philadelphia.

∞ Lin, T. M., & Liang, T. F. (2002). Aggregate production planning with multiple fuzzy goals. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineer, Vol 19, pp 39–47.

∞ Lin W.T., O'Leary DE. (1993) Goal programming applications in financial management, Advances in Mathematical Programming and Financial Planning, Vol3, pp 211-230.

∞ Lin, W. T., (1980),"A Survey of Goal Programming Applications", Omega, Vol. 8, pp115-117.

∞ Luhandjula, M. K. (1982). Compensatory operators in fuzzy programming with multiple objectives. Fuzzy Sets and Systems,Vol 8, pp 245–252.

∞ Liou t-s, chen c-w. (2006), Fuzzy decision analysis for alternative selection using a fuzzy annual worth criterion. Eng econom;Vol 51, pp 19–34.

∞ Liou, T. S., & Wang, M. T. (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value. Fuzzy Sets and Systems, Vol 50, pp 247–255.

- Liao, C, N, .(2009), 'Formulation the multi- segment goal programming'. Computers and industrial engineering ,Vol 56, pp 138-141.

- 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.

- Mahmoud A. Abo-Sinna, Ibrahim A. Baky , (2010), " Fuzzy Goal Programming Procedure to Bilevel Multiobjective Linear Fractional Programming Problems." , Int. J. Math. Mathematical Sciences , pp 1-15.

- Mekidiche.M, et all. (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.

- Mekidiche, M., Belmokaddem,. M. (2012) 'Application of weighted additive fuzzy goal programming approach to quality control system design', I.J. Intelligent Systems and Applications, Vol 11, pp14-23.

- 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. (1998) 'Diverse imprecise goal programming model formulations', Journal of Global Optimization, Vol. 12, pp.127–138.

- Mohamed, R.H. (1997) 'The relationship between goal programming and fuzzy programming', Fuzzy Sets and Systems, Vol. 89, pp.215–222.

- 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.

- Masud, A.S. and Hwang, C.L. (1981). Interactive sequential goal programming. Journal of the Operational Research Society, Vol 32, pp 391-400.

- 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.

- 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.

- Mellichamp, J.H. and Love, R.H., (1978), "Production switching heuristics for the aggregate planning problem", Management Science, pp1242-1251.

- ∞ Madigan. J.G,(1968), "'Scheduling a multi-product ,singl machine system for an infinite planning period management Science, Vol 14, pp 714- 719.
- ∞ Min, H. and J. Storbeck, (1991), "On the Origin and Persistence of Misconceptions in Goal Programming", Journal of the Operational Research Society, Vol. 42, pp 301-312 .
- ∞ Narasimhan, R. (1980) 'Goal Programming in a Fuzzy Environment', Decision Sciences, Vo l. 11, pp.325–336.
- ∞ Nakahara y.(1998), User oriented ranking criteria and its application to fuzzy mathematical programming problems. Fuzzy sets syst , Vol 94 , pp 275–86.
- ∞ Nam S., Logendran R., (1992), "Aggregate production planning – A survey of models and methodologies", European Journal of Operational Research, Vol 61, N 3, pp 255-272.
- ∞ Nam Sangjin , Logendran R. Modified, (1995), " production switching heuristics for aggregate production planning " , Computers Operations. Research , Vol 22, N 5, pp 531-541.
- ∞ Nguyen Van Hop, (2007), " Solving linear programming problems under fuzziness and randomness environment using attainment values", Information Science, Vol 177, N14, pp 2971-2984.
- ∞ Ning. Y, Tang.W, Zhao.R, (2006), " Multiproduct aggregate production planning in fuzzy random environments", World Journal of Modelling and Simulation, Vol 2, N 5, pp 312-321.
- ∞ Olivier .C ; (2002), "Gestion de la production "; écoles de technologie supérieures ;Université de Laval .
- ∞ Okada, S.,Y. Nakahara, M. Gen, and K. Ida, (1993), " A method for transforming multiple objective linear programming problems with triangular fuzzy coefficients" , journal of Electronics and Communications in Japan Vol. 76, N. 10, pp. 73-84.
- ∞ Peterson.R., and Silver, E., A.(1979) Decision Systems for Inventory Management and Production Planning, Wiley,NY
- ∞ 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.
- ∞ Pradenas, L., & Peñailillo, F. (2004). "Aggregate production planning problem: A new algorithm." , Electronic Notes in Discrete Mathematics, Vol 18, pp 193–199.
- ∞ Roll.Y and R. Karni, Multi-item, (1991), "multi-level lot sizing with an aggregate capacity constraint", European Journal of Operational Research, Vol.51, No.1, pp.73-87.
- ∞ Ramik, J. (1987), "A unified approach to fuzzy optimization", in: Reprints of the Second IFSA Congress in Tokyo, VoL 1, pp 128-130.

- ∞ Ramik, J., and Rimanek, J. (1985), "Inequality between fuzzy numbers and its use in fuzzy optimization", Fuzzy Sets and Systems Vol 16, pp 123-138.

- ∞ Ramik, J., and Rimanek, J. (1987), "Fuzzy parameters in optimal allocation of resources", in: J. Kacprzyk and S.A. Odovski (eds.), Optimization Models Using Fuzzy Sets and Possibility Theory, Reidel, Dordrecht, pp 359-374.

- ∞ Rommelfanger, H. (1991), "FULP - A PC-supported procedure for solving multicriteria linear programming problems with fuzzy data", in: M. Fedrizzi, J. Kacprzyk and M. Rubens (eds.), Interactioe Fuzzy Optimization and Mathematical Programming, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, pp 154-167.

- ∞ Rommelfanger. H, (1989), "Interactive Decision Making in Fuzzy Linear Optimization Problems, European Journal of . Operational. Research., Vol. 41, pp. 210-217.

- ∞ Rommelfanger, H., and Keresztfalvi, T. (1991), "Multicriteria fuzzy optimization based on Yager's parametrized t-norm", Foundations of Computing and Decision Sciences Vol 16, pp 99-110.

- ∞ Rommelfanger, H., (1996) , "Fuzzy linear programming and applications" , European Journal of Operational Research, Vol 92 , pp 512–527.

- ∞ 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.

- ∞ Rinks, D. B. (1982). The performance of fuzzy algorithm models for aggregate planning and differing cost structure. In M. M. Gupta, & E. Sachez (Eds.), pproximate reasoning in decision analysis, Amsterdam: North-Holland. pp 267–278.

- ∞ Rubens m, editors. (1991), Interactive fuzzy optimization and mathematical programming. Berlin: springer; pp 154–67.

- ∞ Roger.C.Vergin, (1980), "Note on New Look at production Switching Heuristics For The Aggregate Production Planning Problem" , Mangement Science, Vol 26, N 11, pp1185-1186

- ∞ Romero, C. (1986). A survey of generalized goal programming (1970-1982). European]ournal of Operational Research, Vol 25, pp 183-191.

- ∞ Romero, C. and Rehman, T. (1983). Goal programming via multidimensional scaling applied to Senegalese subsistence farming: comment. American Journal of Agricultural Economics, Vol 65, pp 829-831.

- ∞ Romero, C. (1984). A note - Effects of five sided penalty functions in goal programming. Omega, 12, 333.

- ∞ Romero, C., Amador, F. and Barco, A. (1987). Multiple objectives in agricultural planning: a compromise programming application. American]ournal of Agricultural Economics, 69, pp 78-86.

- ∞ Romero, C. and Rehman, T. (1984). Goal programming and multiple criteria decision-making in farm planning: an expository analysis. Journal of Agricultural Economics, 35, pp 177-190.

- ∞ 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, Tamiz M, Jones DF (2001) Comments on Romero C, Tamiz M, Jones DF (1998) Goal programming, compromise programming and reference point method formulations: Linkages and utility interpretations – Reply to Professor Ogryczak, Journal of the Operational Research Society, 52, pp 962–963.

- ∞ 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.

- ∞ Romero, C. and Rehman, T., (2003) , "Multiple criteria analysis for agricultural decisions". 2 edition,. Elsevier, Amsterdam. Developments in Agricultural Economics, Vol 11, pp 1-186.

- ∞ RodriguezMV, Caballero R, Ruiz F, Romero C (2002), Meta-goal programming, European Journal of Operational Research, Vol 136, pp 422–429.

- ∞ Roy . B, (1978), « ELECTRE III : Un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples, Cahiers du Centre d'Etudes de Recherche Opérationnelle, Vol. 20, N° 1, 3-24.

- ∞ Roy. B , (1968), « Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE), RIRO, 2e année, N° 8, pp 57-75.

- ∞ Roy.B, Bouyssou. D, (1993) « Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas », Paris, Economica, , 695 pages.

- ∞ Ruszczyński.A and Shapiro.A, (2003), "stochastic programming", Handbook in Operations Research and Management Science, Elsevier Science, Amsterdam.

- ∞ Slowinski, R., (1986), "A multicriteria fuzzy linear programming method for water supply system development planning", Fuzzy Sets and Systems, Vol 19 , pp 217-237.

- ∞ Saad, G. (1982). An overview of production planning model: structure classification and empirical assessment. International Journal of Production Research,Vol 20, pp 105–114.

- ∞ 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,.

- ∞ Sakawa, M. (1988). An interactive fuzzy satisficing method for multiobjective linear fractional programming problems. Fuzzy Sets and Systems, Vol 28, pp 129–144.

- ∞ Silva Filho, O.S.,(1999), "An Aggregate Production Planning Model with Demand Under Uncertainty", Production Planning and Control, Vol.10, N.8, 745.

- ∞ Stephen C.H.Leung , Yue Wu and K.K.Lai,(2003) ," Multi-site aggregate production planning with multiple objectives : A goal programming approach" production planning & Control.,Vol 14, N° 5, pp 425-436.

- ∞ Stephen C. H. Leung and Wan-lung Ng, (2007) "A goal programming model for production planning of perishable products with postponement " ,: Computers & Industrial Engineering, Vol.53, pp. 531–541.

- ∞ Stephen C. H. Leung and Shirley S.W. Chan, (2009) , "A goal programming model for aggregate production planning with resource utilization constraint ",: Computers & Industrial Engineering, Vol.56, pp. 1053–1064.

- ∞ Schniederjans (1995) 'Goal Programming: Methodology and Applications', Kluwer Academic Publishers, Norwell, USA.

- ∞ Schoroeder,R,G., Larson.P., (1986) , "A Reformulation of the aggregate planning problem", Journal of operations management, Vol 6, N 3, pp 245-256.

- ∞ Singhal, K. and Adlakha,V. (1989) 'Cost and shortage trade-offs in aggregate production planning', Decision Sciences, Vol. 20, pp.158–165.

- ∞ Shi, Y., & Haase, C. (1996). Optimal trade-offs of aggregate production planning with multi-objective and multi-capacity- demand levels. International Journal of Operations and Quantitative Management, Vol 2, N 2, pp 127–143.

- ∞ Sahoo,N,P., Biswal, M.P.(2009) 'Computation of a multi-objective production planning model with probabilistic constraints' , International Journal of Computer Mathematics,Vol 86, pp185-198.

- ∞ Sipper d, bulfin jr rl.(1997), "Production planning, control, and integration". New york: mcgraw-hill.

- ∞ 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.

- ∞ Tamiz M, Mirrazavi SK, Jones DF (1999) Extensions of Pareto efficiency analysis to integer goal programming, Omega, Vol 27, pp 178–188.

- ∞ Tamiz M, Jones DF (1997) Interactive frameworks for investigation of goal programming models: Theory and practice, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, Vol 6, pp 52–60.

- ∞ Tamiz, M. and Jones, D. E (1996). Goal programming and Pareto efficiency. Journal of Information and Optimization Sciences, Vol 17, pp 291-307.

- ∞ Tamiz M, Jones DF, El-Darzi E (1995) A review of goal programming and its applications, Annals of Operations Research, Vol 58, pp 39–53.

- ∞ 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.

- ∞ 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 ., 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.

- ∞ Tabrizi, B, B., Shahanaghi, K., Jabalameli, S., (2012), 'Fuzzy multi-Choice goal programming', Applied Mathematical modelling, Vol 36, pp 1415-1420.

- ∞ Tanaka h, ichihashi h, asai k. (1984), A formulation of fuzzy linear programming problem based on comparison of fuzzy numbers. Control cybernet;Vol13, pp 185–94.

- ∞ Tiwari RN, Dhahmar S, Rao JR (1987) Fuzzy goal programming: An additive model, Fuzzy Sets and Systems, Vol 24, pp 27–34.

- ∞ Taubert, W.H. (1968) 'A search decision rule for the aggregate scheduling problem', Management Science, Vol. l4, pp.343–359

- ∞ Tavakkoli-moghaddam r, rabbani m, gharehgozli ah, zaerpour n. (2007) ,'A fuzzy aggregate production planning model for make-to-stock environments. In: ieee international conference on industrial engineering and engineering management; pp1609–1613.

∞ Tersine RJ, (1980) , Production/Operation Management, Elsevier North Holland.

∞ 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.

∞ Techawiboonwong . A , Yenradee. P., (2002), "Aggrégate Production planning Using Spreadsheet Slover : Model and Case Study", Journal Of Science Asia ;Vol 4 ; pp 291-300.

∞ Ustun .O, (2012), 'Multi- Choice Goal Programming Formulation based on conic Scalarizing Function' , Applied mathematical modelling , Vol 36, , pp 974-988.

∞ 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.

∞ 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, 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.

∞ 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., (2005), Aggregate production planning with multiple fuzzy goals. Intell j adv manuf technol; Vol 25, pp 589–97.

- ∞ 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 x, kerre ee. (2001), Reasonable properties for the ordering of fuzzy quantities Fuzzy sets syst , Vol 118, pp 375–85.

- ∞ 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.

- ∞ Wallenius, J., (1975), "Interactive Multiple Criteria Decision Methods: An Investigation and an Approach, (Helsinki Schoool of Economics).

- ∞ Wildhelm. B, (1981) "Extensions of goal programming models",Omega 9, pp 212-214.

- ∞ Winston W (2004) Operations Research: Applications and Algorithms, Duxbury Press, Pacific Grove, CA.

- ∞ 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.

- ∞ Yao j-s, wu k., (2000), Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance. Fuzzy sets syst; Vol 116, pp 275–88.

- ∞ Yaghoobi M, Tamiz M (2006) On improving a weighted additive model for fuzzy goal programming problems, International Review of Fuzzy Mathematics,Vol 1, pp115–129.

- ∞ 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 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.

- ∞ 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.

- Zhu. W, (2008), "The application of fuzzy programming to the aggregate production planning-markdown pricing problem", The 7th International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA'08) Lijiang, China, October 31–Novemver 3, 2008, pp 457-464.

- Zimmermann, H.-J. (1976). Description and optimization of fuzzy systems. International Journal of General Systems,Vol 2, pp 209–215.

- Zimmermann, H.-J., & Zysno, P. (1980). Latent connectives in human decision making. Fuzzy Sets and Systems, Vol 4, pp 37–51.

- Zimmermann, H.-J. (1996). Fuzzy set theory and its application. Boston: Kluwer.

- Zimmermann, H.-J. (1997). Fuzzy linear programming. In T. Gal, & H. J. Greenberg (Eds.), Advances in sensitivity analysis and parametric programming , pp15.1–15.40. Boston: Kluwer.

- Zimmerman, H-J. (1983) 'Using fuzzy sets in operations research', Fuzzy Sets and Systems, Vol. 13, pp.201–216.

- Zimmerman, H.J. (1978) 'Fuzzy programming and linear programming with several objective functions', Fuzzy Sets and Systems, Vol. 1, pp.45–56.

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 agregée 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.