البرمجة بالأهداف كأسلوب كمي مساعد على اتخاذ القرار في التسيير (مع دراسة حالة في ملبنة).

أ: طالب سمة
كلية العوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية،
الملحقة الجامعية مغنية
جامعة أبي بكر بلقايد
بتلمسان

الملخص:

من أجل بيان دور وأهمية الأساليب الكمية في عملية اتخاذ القرارات كأساس لتوضيح المشكلة من حيث المدخل الكمي والمعبر عنه بالأرقام والمعادلات الرياضية التي تسمى بالنموذج الرياضي. يمكن تعريف الأساليب الكمية، بأنها مجموعة من الأدوات أو الطرق التي تستخدم من قبل متخذ القرار لمعالجة مشكلة معينة أو لترشيد القرار الإداري المتخذ بخصوص حالة معينة والمفروض توفر القدر الكافي من البيانات المتعلقة بالمشكلة.

ظهرت الحاجة ملحة لاستخدام أساليب التحليل الكمي في الإدارة نتيجة لضخامة حجم المشروعات والمؤسسات الحديثة حيث أصبحت المشكلات الإدارية فيها على درجة عالية من التعقيد، وصارت الأساليب التقليدية التي تعتمد على الخبرة الذاتية لمتخذ القرار والتجربة والخطأ، غير فعالة ومن ناحية أخرى فإن نتائج القرارات إن لم تكن محسوبة ومقدرة تقديرا صحيحا قد يترتب عليها أضرار وخسائر لا يمكن تعويضها.

ومن خصائص الأساليب الكمية أنها طريقة لحل المشاكل التي تعالج باستخدام بحوث العمليات. ويعتبر النموذج الرياضي الوسيلة أو الأسلوب التي تتم معالجة المشكلات من خلالها، ومن بعد ذلك تجري عليها التحليلات الملائمة والمناسبة حسب طبيعة المشكلة، وبالتالي يتم التوصل إلى الحل المطلوب. وعند بناء النموذج الرياضي يمكن التفرقة بين الأنواع الآتية من النماذج: النماذج الوصفية والنماذج القرارية، النماذج المحددة والنموذج الاحتمالي، النموذج الخطي، النماذج الساكنة والنماذج الديناميكية.

ومن أهم الأساليب والنماذج الرئيسية لبحوث العمليات: نموذج البرمجة الخطية، برمجة الأهداف، البرمجة الرقمية، البرمجة الغير خطية، البرمجة التربيعية،

البرمجة العشوائية، تحليل شبكات الأعمال باستخدام أسلوب تقويم البرامج ومراجعتها وطريقة المسار الحرج، نظرية القرارات، نظرية المباريات الإستراتيجية، نماذج صفوف الانتظار، نماذج المخزون، عمليات مركوف. ومن هنا يمكننا اختيار نموذج البرمجة الخطية بالأهداف كموضوع في هذه المقالة.

الكلمات المفتاحية : الأساليب الكمية، اتخاذ القرارات، النموذج الرياضي، البرمجة بالأهداف.

مقدمة :

تعتبر عملية اتخاذ القرارات عملية مستمرة ويومية و هي ملازمة للمسير خلال قيامه بمختلف وظائفه التسييرية من تخطيط، تنظيم، توجيه، رقابة، إضافة إلى أنه يمارس في كافة المستويات الهرمية للمؤسسة وفي كل قسم من المؤسسة حيث يتم التعامل وفقا لما تقتضي الحالة.

في بعض الحالات نظرا لصعوبة أغلب المسائل القرارية التي يواجهها المسير خلال عمله التسييري فإن الحاجة تملي عليه اللجوء إلى استخدام الأسلوب العلمي في ميدان بناء قراراته، والذي يبدأ بالملاحظة الدقيقة وتحديد المسألة ثم بناء النموذج العلمي والذي عادة ما يكون نموذجا رياضيا، وذلك بغرض التوصل إلى حل ملائم للمسألة المطروحة، مع المراعاة بقدر الإمكان لجميع العوامل الأخرى التي تدخل في اختيار الحل النهائي كالحكم الشخصي والتجربة الذاتية.

إن أغلب هذه الأساليب الرياضية كانت تدخل كلها ضمن اختصاص بحوث العمليات، وتعد نماذجها من أهم النماذج التي تساعد في اتخاذ القرارات حيث أنها تعتمد على الطريقة العلمية في حل المشاكل وتتناول الجوانب المختلفة للإدارة العلمية. والتي كانت تهدف بالأساس إلى العقلانية التامة لعملية اتخاذ القرار من خلال البحث عن الحل المثالي الذي يحقق مثالية دالة هدف واحدة (تعظيم أو تدنية)، ولكن في السنوات الأخيرة أثبتت التجربة التي تعيشها المؤسسات أن المسيرين أمام مشكلة حل العديد من المسائل القرارية الصعبة التي تتضمن تحقيق وفي وقت متزامن لعدة أهداف متنوعة ومتناقضة وهنا تظهر أهمية استخدام الطرق المتعددة المعايير، حيث نجد من بين هذه الطرق البرمجة المتعددة الأهداف.

ويعتبر نموذج البرمجة بالأهداف من بين الطرق العلمية المساعدة على اتخاذ القرار للعديد من المسائل القرارية التسييرية المتنوعة. يسمح نموذج البرمجة

بالأهداف بالأخذ بعين الاعتبار دفعة واحدة لعدة أهداف تحت إشكالية اختيار أحسن حل من بين مجموعة من الحلول الممكنة.

أول الاستخدامات لنموذج البرمجة بالأهداف في الميدان العملي ترجع لسنوات السبعينات وبالخصوص في الميدان الصناعي ثم توسعت بعد ذلك لتشمل العديد من المجالات التخصصات المختلفة. ومع مرور الزمن وكثرة التطبيقات في المجالات المختلفة عرفت البرمجة الخطية بالأهداف عدة تغييرات من حيث النماذج، وذلك للظروف التي تعيشها المؤسسة مع المشاكل اليومية، نذكر منها: البرمجة الخطية بالأهداف العادية، البرمجة بالأهداف المرجحة،البرمجة بالأهداف الليكسيكوغرافي، البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الكفاءة.

والمشكل المطروح كيف تساعد البرمجة الخطية بالأهداف كأسلوب كمي متخذ القرار في اختيار القرار الأمثل بخصوص مشكلة معينة؟

I. نظرية اتخاذ القرار:

1- تعريف القرار و أهميته:

كلما زادت درجة تعقيد البيئة التي تعمل فيها الإدارة كلما زادت أهمية عملية اتخاذ القرار. والقرار يتعلق بالمستقبل، وبالطبع فإن المستقبل غير مؤكد. فكلما زادت درجة تغيير البيئة التي تعمل فيها كلما زادت درجة تعقيد عملية اتخاذ القرارات. تعتبر عملية صنع القرارات أحد الأدوار الأساسية التي يمارسها المدير عند أداء وظائف التخطيط، التنظيم، التوجيه، والرقابة.

إن عملية اتخاذ القرارات تتم لمعالجة مشكلات قائمة أو لمواجهة حالات أو مواقف معينة محتملة الوقوع أو لتحقيق أهداف مرسومة.

يمكن تعريف القرار على أنه: "الاختيار المدرك بين البدائل المتاحة في موقف معين أو هو عملية المفاضلة بين حلول بديلة لمواجهة مشكلة معينة واختيار الحل الأمثل من بينها".

ومن أجل حل المشاكل التي تواجه المنشآت في وقتنا الحاضر، فمن الضروري التوصل إلى قرارات ناجحة تحقق الهدف أو الأهداف المرجوة منها، تعد نماذج بحوث العمليات من أهم النماذج التي تساعد في اتخاذ القرارات حيث أنها تعتمد على الطريقة العلمية في حل المشاكل وتتناول الجوانب المختلفة للإدارة العلمية للتنظيم.

ومن الخصائص المميزة لبحوث العمليات أنها تعتمد على منهج متكامل لتحليل المشكلات ودراستها وذلك بالتعرف على الجوانب المختلفة التي تحكم

المشكلة المدروسة والأهداف المراد تحقيقها و البدائل التي تؤدي إلى الوصول إلى هذه الأهداف... الخ. وذلك باستخدام الطرق الكمية الملائمة.

ويتم اتخاذ القرار المناسب في ضوء نتائج التحليل الكمي من ناحية و ناء على التقدير أو الحكم الشخصي judgement لمتخذ القرار من ناحية أخرى، وذلك لأن الحكم الشخصي لمتخذ القرار يأخذ في الاعتبار أيضا العوامل التي لم تتم صياغتها صياغة كمية.

2- أنواع القرارات:

هناك ثلاث أنواع من القرارات صنفها (H. Igor. Ansoff) وهي: القرارات الإستراتيجية، القرارات الإدارية ثم القرارات العملية.لهذه القرارات ميزات متعددة نذكر منها: الفترة الزمنية، التكرار، مستويات اتخاذ القرار، درجة وعدم التأكد من المعلومات.

1-2-1- القرارات الإستراتيجية :

يقصد بمصطلح إستراتيجية العلاقة بين المؤسسة والمحيط الخارجي، مدتها تكون أكثر من **5** سنوات أي تتخذ هذه القرارات في المدى الطويل ولذلك فهي من اختصاص الإدارة العليا (العامة)، ونظرا لأهمية هذه القرارات للمنظمة، فهي تحتاج إلى دراسة وتركيز شديد، نظرا لاعتمادها على التوقعات المختلفة.

1-2-2- القرارات الإدارية :

القرارات الإدارية هي القرارات الداخلية للمؤسسة، مدتها تكون أقل من **5** سنوات وأكثر من سنة، تتكرر وليس بكثرة، تتخذ على مستوى الإدارة الوسيطة، عدم التأكد يكون مرتفع. القرارات الإدارية تهتم بنوع وبنية المؤسسة، تنظيمها، الحصول على الموارد الضرورية للمؤسسة لكنها تتضمن خطرا أضعف من خطر القرارات الإستراتيجية.

1-2-3- القرارات العملية :

ترتبط هذه القرارات بالإدارة التنفيذية أو المباشرة، تتم على مستوى المدى القصير (أقل من سنة)، تتكرر بكثرة فهي تعالج في الغالب الأمور اليومية أو الأسبوعية: على مستوى المصلحة، الوظيفة،...الخ. درجة عدم التأكد هي ضعيفة جدا.

القـرارات العمليـة هـي قـرارات اسـتغلال (exploitation) والتسـيير العـادي للمؤسسـة، هـدفها تحقيـق الأهـداف المسـطرة مـن طـرف المؤسسـة وتتضـمن توزيـع المهـام بـين مكـونات المنظمـة، تخطـيط العمليـات، تسـيير النشـطات، ومراقبـة العمليات الروتينية.

3- خطوات اتخاذ القرار:

ويمكن تلخيص مراحل عملية صنع القرار بخمس مراحل وهي:

1- تحديد طبيعة المشكلة/ الهدف المراد تحقيقه.

2- تحديد البدائل.

3- تحليل وتقييم كل بديل.

4- اختيار البديل الأمثل من البدائل وإصدار القرار.

5- تنفيذ القرار ومتابعته وتقييمه.

1- تحديد طبيعة المشكلة أو الهدف المراد تحقيقه:

تعـرف المشـكلة بأنهـا انحـراف عـن الأداء المخطـط، وتحديـد طبيعـة المشـكلة يعتـبر بمثابـة الطريـق الـذي يجـب أن يسـير عليـه متخـذ القـرار، إذ يتعـين علـى متخـذ القـرار أن يضـبط كـل جوانـب المشـكلة ويفهمهـا فهمـا جيـدا، (مـن حيـث المكـان والزمـان والانعكاسـات)، فمـثلا: إذا كانـت المشـكلة هـي مراقبـة جـودة منـتج معـين، فعليـه أن يحـدد المواصـفات الواجـب توفرهـا في هـذا المنـتج، تحديـد المـواد الأوليـة الـتي تـدخل في تركيب هذا المنتج، تحديد متغيرات العملية الإنتاجية.

2- تحديد البدائل (وضع المشكلة في صورة بدائل):

مـا نـود التركيـز عليـه في هـذه الخطـوة هـو أنـه مـن النـادر وجـود بـديل واحـد لأيـة مشـكلة (عمـل)، لـذلك لا بـد مـن وجـود عـدة أدلـة أو بـراهين لأي عمـل ويـتم تحديدها عن طريق البحث العلمي.

3- تحليل و تقييم كل بديل:

يـتم تحليـل وتقيـيم البـدائل بواسـطة تحديـد المتغـيرات الـتي يمكـن قياسـها بسـهولة كالإيرادات، التكاليف، الزمن وغيرها.

4- اختيار البديل الأمثل من البدائل و إصدار القرار:

من الطبيعي أنه يتم اختيار البديل الأمثل من خلال ثلاثة متطلبات وهي: **الخبرة، التجربة، البحث والتحليل**. والمنطلق الأخير هو الأسلوب الأكثر استخداما وتأثيرا بتحليل المشكلة واكتشاف العلاقات بين المتغيرات المهمة وكذلك القيود التي لها علاقة بالهدف الذي تسعى إلى تحقيقه أو مجموعة الأهداف التي يجب تحقيقها في آن واحد.

5- تنفيذ القرار و متابعته و تقييمه:

حيث نجد أنه لا تنتهي مهمة متخذ القرار عند تنفيذه بل تتعدى إلى متابعة نتائج التنفيذ وذلك على مدى نجاح البديل المختار أو الأمثل في علاج المشكلة (تحقيق الهدف المرغوب).

عناصر اتخاذ القرار:

1- الهدف (Objective):

هو النتيجة النهائية التي يجب الوصول إليها وذلك من خلال تنفيذ بعض الإجراءات على المتغيرات الداخلة والمؤثرة على المشكلة كأن يكون الهدف الحصول على أعلى فائدة (الربح) من جراء إنتاج بعض المواد، أو الحصول على أقل تكلفة في إنتاج مواد أو توزيعها.

2- المتغيرات(Variable):

هي مجموعة العناصر التي تفرض قيودا معينة على الحل مثل المواد الأولية الداخلة في إنتاج مادة معينة فقد تفرض هذه المواد قيودا على الحل وذلك من خلال أسعارها وكمية توافرها وكيفية مشاركتها في إنتاج المادة.

ومن أهم النماذج الأكثر استعمالا في الميدان الاقتصادي وبالخصوص في ميدان بحوث العمليات نجد النموذج الرياضي.

• النموذج الرياضي:

"النموذج الرياضي هو عرض مبسط للواقع في صورة رياضية".

ويتم بناء النموذج عادة من معادلات ومتباينات ودوال رياضية تضم في تكوينها مجموعة من المتغيرات المختلفة، سواء كانت متغيرات متحكم فيها من طرف المؤسسة أو متغيرات لا يمكن التحكم فيها.

• أنواع النماذج الرياضية :

وعند بناء النموذج الرياضي يمكن التفرقة بين الأنواع الآتية من النماذج:

1- النماذج الوصفية والنماذج القرارية : Descriptive and normative models

1-1- النماذج الوصفية descriptive models:

يهتم النموذج الوصفي ببيان طريقة للنظام المدروس وخصائصه المميزة، ويمكن أن يتنبأ بخصائصه في المستقبل ولكن لا يهتم بإيجاد التصرف الأمثل أو الحل الأمثل. ومن أمثلة ذلك نجد أسلوب المحاكاة simulation حيث هذا الأسلوب لا يتضمن دوال رياضية محددة ولكن يعتمد على إجراء تجارب لتمثيل أداء الموقف المدروس وسلوكه وذلك وفق لقيم عشوائية تمثل الظواهر أو متغيرات احتمالية التي تحكم سير الموقف، وتعرف المحاكاة في هذه الحالة بمحاكاة مونت كارلو (Monte carlo simulation).

1-2- النماذج القرارية normative models:

وهي النماذج التي يمكن لها أن تبين للمسير كيفية التصرف أمام مسألة قرار التي من أجلها تم بناء هذا النموذج، وذلك من خلال تحديد التصرف الأمثل الذي يجب أن يسلكه والمعروف بالحل المثالي.

والأمثلة على هذا النوع من النماذج نجد نموذج البرمجة الخطية، البرمجة بالأهداف.

وتتكون أغلب هذه النماذج من ثلاثة عناصر أساسية وهي:

أ- المتغيرات القرارية : وهي الكميات موضوع البحث التي يرمز لها بالرمز: X.

ب- القيود : وهي مجموعة من القيم التي يتم فرضها على المتغيرات أو بعض المتغيرات وذلك باستخدام العلاقات الرياضية.

ج- دالة الهدف: وتمثل معيار اتخاذ القرار أي معيار الاختيار والمفاضلة بين البدائل الممكنة، والمعروفة رياضيا بالمتغير التابع والتي تقيس فعالية النموذج، بحيث يعبر عنها على شكل علاقات رياضية خطية أو غير خطية بمتغيرات القرار التي تكون معاملاتها عبارة عن ثوابت معروفة مسبقا. ومن أهم النماذج القرارية الأكثر استعمالا نجد البرمجة الخطية.

• البرمجة الخطية:

تعتبر البرمجة الخطية من أهم التطورات العلمية التي توصل إليها الإنسان في النصف الثاني من القرن العشرين وهي عبارة عن أسلوب رياضي يهدف إلى تقرير الوضع الأمثل لاستخدامات موارد المنظمة المحدودة (المادية، المالية، البشرية...الخ)، بغية تحقيق أقصى المنافع (مثلا تعظيم الربح أو تدنية التكاليف)، ويترجم ذلك رياضيا من خلال مثالية (Optimisation) متغير تابع (دالة الهدف) مرتبط وظيفيا بعدة متغيرات مستقلة (متغيرات القرار) تكون خاضعة إلى عدة قيود معينة.

وكلمة برمجة تعني تخطيط أو وضع خطة لتحقيق هدف ما، بمعنى تلك الطريقة المنتظمة التي يتم على أساسها التوصل إلى الحل الأمثل للمشكلة موضوع التطبيق من بين الحلول المتاحة و الممكنة.

وصفة خطية فيقصد بها أن العلاقة بين كل متغيرات المسألة هي علاقة خطية (متغيرات من الدرجة الأولى).

وقد كان لاستخدام طريقة السمبلكس التي طورها دانتزج عام **1947**، لحل البرنامج الخطي أثر كبير في زيادة وانتشار التطبيقات العملية لهذا النموذج، وساعد على ذلك الاستعانة بالحاسبات الآلية المتطورة في حله بحيث يمكن معالجة برنامج يتكون من مئات من المتغيرات بسهولة. مثلا: برنامج LINDO.

كما يواجه متخذ القرار في الحياة العملية كثيرا من المواقف الإدارية التي تتضمن تحقيق أهداف متعددة قد تكون متنافسة مثل تخفيض التكلفة تحسين مستوى خدمة العميل وقد تكون ذات وحدات قياس مختلفة مثل تعظيم الربح وتعظيم عدد المستهلكين...الخ ويمكن دراسة هذه المواقف باستخدام أسلوب برمجة الأهداف.

• البرمجة بالأهداف Goal programming:

أسلوب برمجة الأهداف وهو امتداد لأسلوب البرمجة الخطية. ويتم صياغة برنامج الأهداف بتحديد الأهداف goals المراد تحقيقها والقيم المقابلة لكل هدف والتي تعرف بالقيم المستهدفة ثم يعبر عن كل هدف بقيد يعرف بقيد الهدف في صورة معادلة تحتوي على متغيرين يمثل أحدهما الكمية الزائدة عن القيمة المستهدفة يمثل الآخر الكمية الناقصة، ويعرف هذين المتغيرين بمتغيرين

الانحـرافتين deviation variables ويـتم صـياغة دالـة الهـدف في صـورة تصـغير مجمـوع متغـيرات الانحرافـات، ويمكـن تقـدير معامـل يقابـل كـل هـدف يسـمى بمعامـل أولويـة a priority factor يعكـس درجـة تفضـيل متخـذ القـرار للهـدف، وتشـمل القيـود الهيكليـة لـبرنامج الأهـداف قيـود الـبرنامج الأصـلي بالإضـافة إلى قيـود الأهداف، ويتم حله باستخدام طريقة السمبلكس أو logiciel LINDO.

كما يمكن تقسيم النماذج الرياضية إلى النماذج التالية:

2- النماذج المحددة والنماذج الاحتمالية:

في النمـاذج المحـددة تكـون مؤشـرات النمـوذج محـددة أي لا يـدخل فيهـا العنصـر الاحتمـالي.عكس ذلـك فالنمـاذج الغـير محـددة أو الاحتماليـة تتضـمن عـدم التأكـد بالنسـبة لمؤشـر أو أكثـر. وإذا كـان النمـوذج الاحتمـالي قـراريا، فـان النتـائج الـتي نحصل عليها منه تكون في صورة قيم متوقعة.

3- النموذج الخطي والنموذج الغير خطي:

إذا كانـت جميـع علاقـات النمـوذج خطيـة يكـون النمـوذج خطيـا مثـل البرمجـة الخطيـة. أمـا إذا كانـت علاقـة أو أكثـر مـن علاقـات النمـوذج غـير خطيـة فيكـون النموذج غير خطي مثل البرمجة الغير خطية وصفوف الانتظار والمخزون.

4- النموذج الساكن والنموذج الديناميكي:

النمـوذج السـاكن هـو الـذي تبقـى مؤشـراته بـدون تغـير أثنـاء عمليـة الحـل ويعـرف عنـد نقطـة زمنيـة محـددة (البرمجـة الخطيـة المحـددة). عكـس ذلـك فـالنموذج الـديناميكي تتغـير مؤشـراته خـلال الفـترة محـل الدراسـة ويـتم الحـل مـن خـلال سلسـلة متتابعة من المراحل (البرمجة الديناميكية، سلاسل ماركوف).

II. البرمجة الخطية بالأهداف:

في السـنوات الأخـيرة أثبتـت التجربـة للمؤسسـات أنهـا لا تسـعى لتحقيـق هـدف واحـد، وإنمـا هـي مجـبرة علـى تحقيـق عـدة أهـداف، فمتطلبـات الحيـاة العمليـة والظـروف والضـغوط الـتي تفرضـها وكـذلك واقـع المؤسسـة وظروفهـا الداخليـة، كـل ذلك جعل المؤسسة تسعى لتحقيق أهداف متعددة اقتصادية وغير اقتصادية.

ونتيجة للاهتمام المتزايد بدراسة مشاكل تعدد الأهداف، وما قد ينتج عنه من تعارض وتناقض بين تلك الأهداف، ونتيجة لقصور النماذج التقليدية للبرمجة الخطية في معالجة هذا النوع من المشاكل، لذلك فقد آثرنا أن نخصص هذا المبحث لتناول واستعراض الطريقة التي يمكن أن نعالج بها المشاكل المتعددة الأهداف.

وهذه الطريقة التي تستخدم في معالجة هذه النوعية من المشاكل يطلق عليها اصطلاح نموذج برمجة الأهداف (Goal Programming Model).

إن نموذج البرمجة الخطية بالأهداف يسمح باعتبار في آن واحد عدة أهداف المراد الوصول إليها في إشكالية اختيار أحسن من ضمن الحلول الممكنة.

اكتشف هذا النموذج من طرف الباحثين المعروفين Charnes and Cooper في شكله الخطي أي الأهداف المراد الوصول إليها عبارة عن معادلات خطية، وقد كان ذلك في سنة **1955**.

وأول الاستخدامات والتطبيقات الموسعة والفعلية لنموذج البرمجة بالأهداف في الميدان العملي ترجع لسنوات السبعينات من طرف كل من (**1972** Clyon و**1973** Lee ثم **1976** Igniziou) وبالخصوص في الميدان الصناعي ثم توسعت بعد ذلك لتشمل العديد من المجالات والتخصصات المختلفة والمتنوعة كتسيير الإنتاج والعمليات (تخطيط الإنتاج، جدولة الإنتاج المتعدد المعايير، تسيير المخزونات، مراقبة الجودة، تسيير المهملات الصناعية)، تسيير الموارد البشرية وتسيير الموارد المائية، اختيار المواقع، التخطيط المالي، اختيار الاستثمارات الأكثر مردودية، التسويق، ميدان النقل (مثلا: اختيار محطات المترو)، الميدان الفلاحي، المحاسبة، تقييم العقارات، التنبؤ، التقدير.

ومع مرور الزمن وكثرة التطبيقات في المجالات المختلفة عرفت البرمجة الخطية بالأهداف عدة تغييرات من حيث النماذج، وذلك للظروف التي تعيشها المؤسسة مع المشاكل اليومية، نذكر منها: البرمجة الخطية بالهداف العادية، البرمجة بالأهداف المرجحة،... الخ.

1- ماهية نموذج البرمجة بالأهداف:

لقد ظهرت خلال السنوات الماضية العديد من المحاولات لإعطاء فكرة عامة حول مفهوم نموذج البرمجة بالأهداف، من أبرز هذه الأعمال نجد:

1-1- تعريفه :

حسب Mehrdad. Tamiz & Carlos Romero **1998** فإن نموذج البرمجة بالأهداف "عبارة عن منهجية رياضية مرنة وواقعية موجهة بالأساس لمعالجة تلك المسائل القرارية المعقدة والتي تتضمن الأخذ بعين الاعتبار لعدة أهداف إضافة للكثير من المتغيرات والقيود".

أما حسب Sang M Lee et David L.Olson **1999** فإن: "نموذج البرمجة بالأهداف يعتبر إحدى طرق التسيير العلمي الأولى الموجهة لحل مسائل القرار ذات الطابع المتعدد الأهداف".

أما حسب Belaid Aouni **1998** "فإن نموذج البرمجة بالأهداف تسمح بالأخذ بعين الاعتبار دفعة واحدة (في نفس الوقت) لعدة أهداف، وهذا تحت إشكالية اختيار أحسن حل من بين مجموعة من الحلول الممكنة".

ومن خلال هذه التعاريف يمكن استخلاص أن نموذج البرمجة بالأهداف يهتم بالتطبيق الرياضي للطريقة العلمية، لحل مسائل القرار المتعلقة بإشكالية اختيار أحسن حل ممكن من بين مجموعة من الحلول الممكنة، وهذا اعتبارا لعدة معايير تؤخذ كلها دفعة واحدة إضافة إلى عدة معايير تؤخذ كلها دفعة واحدة إضافة إلى عدة قيود مفروضة على نظام معادلات تضم في تكوينها مجموعة من المتغيرات.

وترتكز الصياغة الرياضية لنموذج البرمجة بالأهداف بشكل عام على المراحل التالية:

- أخذ بعين الاعتبار جميع الأهداف المختلفة التي يتم من خلالها اختيار الحل المناسب للمسألة.
- تحديد القيم المستهدفة أو مستويات الطموح المراد تحقيقها بالنسبة لكل هدف على حدى.
- إعطاء أولوية (قوى) لهذه الأهداف حسب أهميتها.
- تحديد الانحرافات الموجبة أو السالبة بالنسبة لهذه القيم المستهدفة.
- تصغير المجموع المرجح لهذه الانحرافات.

بصفة أدق فإن هذا النموذج يهتم بالبحث عن الحل الذي يصغر بقدر الإمكان المجموع المرجح لهذه الانحرافات بالنسبة للقيم المستهدفة.

1-2- صياغة نموذج البرمجة بالأهداف في شكله المعياري :

أول صياغة لنموذج البرمجة بالأهداف تمت على يد كل من Cooper & Charnes **1961** وذلك حسب الصياغة التالية:

النموذج (1.1):

$$minimiser\,|fi(x) - gi|$$

تحت القيود:

$$cx \leq c.$$
$$xj \geq 0(j = 1.2 \ldots . n).$$

بحيث:

fi: تمثل الأهداف$(i = 1.2 \ldots p)$ $fi(x) = \sum aijxj$.

gi: الهدف المراد الوصول إليه للهدف رقم i (i=1.2...p).

xj : يمثل المتغير للقرار رقم n (j=1.2...n) .

aij : المعاملات التكنولوجية.

cx : مصفوفة المعاملات المتعلقة بقيود النماذج.

c: شعاع الموارد المتاحة.

هذا النموذج يمكن كتابته على شكله الخطي التالي:

النموذج (2.1):

$$\min z = \sum_{i=1}^{p}(\delta_i^+ + \delta_i^-).$$
$$\sum_{j=1}^{n} aijxj - \delta_i^+ + \delta_i^- = gi.$$
$$cx \leq c.$$
$$xj \geq 0(i = 1.2 \ldots n).$$
$$\delta_i^+ et \delta_i^- \geq 0(i = 1.2 \ldots p)$$

حيث جداء الانحرافات الموجبة والسالبة معدوم $\delta_i^+ \times \delta_i^-$.

1-3- كيفية تحديد الانحرافات المتعلقة بالدالة الاقتصادية :

كقاعدة عامة: إذا كان قيد الهدف (أقل من أو يساوي $\geq$) فإنه يتعين إضافة متغير الانحراف الذي يبالغ في تحقيق الهدف δ^+ إلى دالة تخفيض الهدف. أما إذا كان الهدف (أكبر من أو يساوي $\leq$) فإنه يجب ضم متغير الإنحراف الذي يقيس مقدار النقص أو عدم التحقق δ^- إلى دالة الهدف، أما إذا كان القيد (يساوي =)

فإنه من الضروري إضافة كلا المتغيرين δ_i^- و δ_i^+ إلى دالة الهدف لأن كلا منهما في تلك الحالة يمثل انحرافا غير مرغوب فيه.

الجدول رقم (01):

نوع القيد	المعادلة التي يأخذها القيد	الانحرافات الذي يظهر في الدالة الاقتصادية
$fi(x) \leq gi$	$fi(x) - \delta^+ + \delta^- \leq gi$	δ^+
$fi(x) \geq gi$	$fi(x) - \delta^+ + \delta^- = gi$	δ^-
$fi(x) = gi$	$fi(x) - \delta^+ + \delta^- = gi$	$\delta^+ + \delta^-$

المصدر: من إعداد الأستاذة.

وبالرغم من أن الصياغة الأولى لنموذج البرمجة بالأهداف في شكله المعياري لقيت رواجا مهما في البداية، إلا أن ذلك لم يستمر من خلال ظهور مجموعة من الملاحظات من بعض الباحثين والتي تركزت حول التجريد التام من أفضليات متخذ القرار بحيث يقتصر المحلل الكمي فقط على معطيات حول مستويات الطموح للأهداف وبعض برامترات المسألة دون أي اهتمام لأفضليات متخذ القرار، كما أنه لا يمكن تطبيقه في جميع الحالات القرارية الواقعية.

2- مختلف متغيرات نموذج البرمجة بالأهداف في الحالات الخطية:

1-2 البرمجة الخطية بالأهداف المرجحة **Goal programming pondéré :**

البرمجة الخطية بالأهداف المرجحة تنص على أن تعطي الانحرافات δ_i، معاملات w_i، تعبر عن نسبة مئوية تمثل الأولوية لبعض الأهداف على حسب معلومات جديدة يمكن أن تساعد المسير(المقرر).

إن الشكل التحليلي لهذا النموذج يكتب على الشكل التالي:

النموذج (1.2):

$$min\ z = \sum_{i=1}^{p}(w_i^+\delta_i^+ + w_i^-\delta_i^-)$$

تحت القيود:

$$\sum_{j=1}^{n} aijxj - \delta_i^+ + \delta_i^- = gi\ (i = 1.2 \dots p).$$

$$cx \leq c.$$

$$xj \geq 0(i = 1.2 \dots n)$$

$$\delta_i^+ et \delta_i^- \geq 0(i = 1.2 \dots p)$$

2-2- البرمجة الخطية الليكسيكوغرافية / المعجمي : **Lexicographique Goal Programming**

إن هذا النموذج اقترح من طرف كل من Romero, Tamis & Jones لقد طبق هذا النموذج في عدة مجالات مثل: المالية، تسيير الموارد البشرية، التخطيط الاقتصادي، الانتاج، الاستثمار،....

إن المخطط الرياضي لهذا النموذج معرف كما يلي:

النموذج (2.2):

$$z = [z_1(\delta_1^+, \delta_1^-), z_2(\delta_2^+, \delta_2^-), \dots, z_q(\delta_q^+, \delta_q^-)]$$

الخطـــوة الأولى: ســـنقوم بايجـــاد $\min z = z_1(\delta_1^+, \delta_1^-)$، أي نعطـــي الأولويـــة للهـدف z1 ، وعنـدما نجـد الحلـول للخطـوة الأولى، نعتبرهـا كقيـود جديـدة تضـاف إلى القيود السابقة.

الخطوة الثانية: سنقوم بحل $\min z = z_2(\delta_2^+, \delta_2^-)$، مع ظهور حلول الخطوة الأولى كقيود جديدة مع القيود السابقة، وهكذا إلى أن نصل إلى:

الخطوة الأخيرة $\min z = z_q(\delta_q^+, \delta_q^-)$.

2-3- استخدام نموذج البرمجة بالأهداف في الاحصاء (التقدير البرامتري) :

ظهـرت خـلال سـنوات الثمانينـات مجموعـة مـن الأعمـال والاقتراحـات أظهـرت كلهـا إمكانيـة اسـتخدام البرمجـة الرياضـية في ميـدان التقـدير البرامـتري في الإحصـاء كبـديل مناسـب للطـرق والأسـاليب الإحصـائية المعروفـة كطريقـة المربعـات الصغرى أو طريقة القيم المطلقة الصغرى.

ومن هذه الأعمال نجدها في أبحاث كل من **(Clover, Freed 1981)** و **(Sueyoshi 1986)** و **(Cooper & Charnes1986)** حيث ساهموا في استخدام نموذج البرمجة بالأهداف كأداة وأسلوب مناسب في ميدان التقدير البرامتري.

نجـد عمـل **B.Aouni 1998** الـذي أظهـر في عملـه أن لطريقـة البرمجـة بالأهـداف امتيـاز y_i كقـيم غـير دقيقـة ومعـبرة في مجـال $yi \in [y_i^l, y_i^u]$ ، بحيـث أن طريقـة المربعـات الصـغرى تفـترض أن القـيم المشـاهدة للمتغـير y_i عبـارة عـن قـيم دقيقـة بالتمـام وهـذا مـا لا ينطبـق مـع الكثـير مـن الحـالات الواقعيـة يعكـس طريقـة البرمجـة بالأهـداف والـذي يمكـن لـه أن يطبـق في الحـالات الـتي تكـون فيهـا y_i (القـيم المشاهدة) غير دقيقة.

وقد استخدم الباحثان (B.Aouni & J.Martel) الصياغة الجديدة لنموذج البرمجة بالأهداف باستخدام دوال الكفاءة/ دوال الكفاءة تحت ظروف عدم الدقة في مستويات الطموح المطورة سنة 1998 في مجال مراقبة الجودة حيث تكون القيم المشاهدة هي عبارة عن قيم غير دقيقة منظمة في مجال $y_i \in [y_i^L, y_i^U]$ حيث y_i^L, y_i^U: تمثل الحد الأدنى والأعلى للقيمة المشاهدة على التوالي.

3- مشكلة وحدات القياس المتعلقة بالأهداف:

إحدى الانتقادات الموجهة اتجاه مختلف متغيرات نموذج البرمجة بالأهداف، نجدها ترتكز بالأساس حول مشكلة وحدات القياس المتعلقة بالأهداف، خصوصا بالنسبة للبرمجة بالأهداف المعياري أو المرجح أو المعجمي (من خلال درجات الأولوية) و بالضبط على مستوى دالة الهدف عند تجميع الانحرافات الغير مرغوب فيها المتعلقة بالأهداف، حيث تلاحظ في بعض الأحيان دالة الهدف تحتوي على وحدات قياس مختلفة.

والنتيجة المحصل عليها لا يمكن أن يكون لها تفسير اقتصادي وعلمي واضح كما أن المشكلة الأساسية هو حساسية الحل المستخرج لدى تمديد سلم وحدات القياس.

أبرز طرق التوحيد:

من أبرز طرق توحيد وحدات القياس المتعلقة بالأهداف نجد:

1-طريقة التوحيد النسبي المئوي: (porccentage normalisation) (1991) C. Romero).

حسب هذه الطريقة فإنه يتم تقسيم معاملات متغيرات القرار ومستويات الطموح i المتضمنة في قيود الأهداف على عدد ثابت i يعرف بثابت التوحيد والمتعلق بكل قيد هدف من أجل (i= 1.2...m) والذي يمثل مستوى الطموح لكل هدف مقسوم على مئة 100.

$$\sum_{j=1}^{n} aijxj/bi/100 + (-\delta_i^+ + \delta_i^-) = bi/bi/100$$
$$(i = 1.2 \dots m).$$

ومنه يمكن التعبير على دالة الهدف Z للنموذج الرياضي من شكل:

$$\min z = \sum_{i=1}^{m} \left[\frac{w_i^+ \delta_i^+ + w_i^- \delta_i^-}{bi/100} \right]$$

2- طريقة التوحيد الاقليدي: **Eclidean normalisation (1981 B. W. Widhelm).**

باستخدام هذه الطريقة فإنه يتم تقسيم كل من معاملات متغيرات القرار aij ومستويات الطموح bi المتضمنة في قيود الأهداف على عدد ثابت ni (ثابت التوحيد) والمتعلق بكل قيد هدف من أجل (i=1.2...m)، حيث: $ni = \left|\sum_{j=1}^{n} aij^2\right|^{1/2}$ والمعروف بالمعيار الاقليدي (Eclidean norm) للمعاملات التقنية الخاصة بالأهداف من أجل (i=1.2...m).

$$\sum_{j=1}^{n} \frac{\text{aijxj}}{\left|\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2\right|^{\frac{1}{2}}} + (-\delta_i^+ + \delta_i^-) = \frac{bi}{\left|\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2\right|^{\frac{1}{2}}}$$

ومنه يمكن التعبير على دالة الهدف Z للنموذج الرياضي من شكل:

$$\min z = \sum_{i=1}^{m} \left[\frac{w_i^+ \delta_i^+ + w_i^- \delta_i^-}{\left|\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2\right|^{\frac{1}{2}}} \right]$$

3- طريقة التوحيد باستخدام الانحرافات النسبية (م. بلمقدم، ح. مسلم **2005**):

والتي تعتبر من بين الطرق الحديثة جدا في هذا الميدان، حيث ساهمت في التعديل الجبري لصياغة نموذج البرمجة بالأهداف خصوصا على مستوى دالة الهدف والتي يتم التعبير عليها على شكل مجموع الانحرافات النسبية من مستويات الطموح $_i$ من أجل كل (i=1.2...m)، بدلا من الصياغة السابقة لكل من **(Cooper & Charnes) 1961** التي كان يتم فيها التعبير عن دالة الهدف Z على شكل مجموع الانحرافات المطلقة.

وبالتالي من خلال هذه الطريقة فالصياغة الرياضية الجديدة لنموذج البرمجة بالأهداف تكون حسب الشكل التالي:

$$\min z = \sum_{i=1}^{m} \left[\frac{w_i^+ \delta_i^+ + w_i^- \delta_i^-}{\text{bi}} \right]$$

تحت القيود:

$$\sum_{j=1}^{n} aijxj - \delta_i^+ + \delta_i^- = bi.$$

$$cx \leq c.$$

$$xj \geq 0 (i = 1.2 \dots n)$$
$$\delta_i^+ et \delta_i^- \geq 0 (i = 1.2 \dots p)$$

ومن مزايا هذه الطريقة بالمقارنة مع كل من طريقتي التوحيد الاقليدي والنسبي المئوي يكمن في المحافظة على المعنى الاقتصادي والرياضي للصياغة الرياضية لنموذج البرمجة بالأهداف، عكس الطريقتين السابقتين اللتان تقودان إلى نموذج رياضي مغاير تماما للنموذج الرياضي الأصلي خصوصا على مستوى قيود الأهداف كمثلا:

بالنسبة للتوحيد المئوي:

(i=1.2...m).

$$\sum_{j=1}^{n} aijxj/bi/100 + (-\delta_i^+ + \delta_i^-) = bi/bi/100$$

أو بالنسبة للتوحيد الاقليدي:

$$\sum_{j=1}^{n} \frac{\text{aijxj}}{\left|\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2\right|^{\frac{1}{2}}} + (-\delta_i^+ + \delta_i^-) = \frac{bi}{\left|\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2\right|^{\frac{1}{2}}}$$

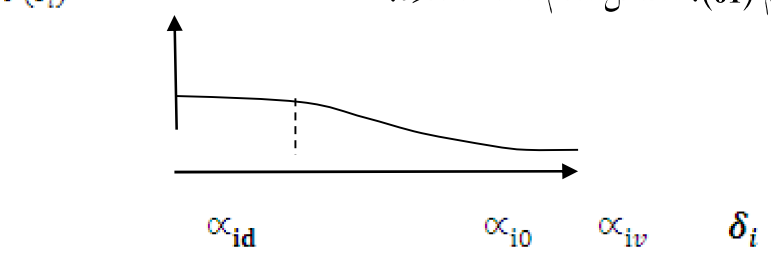
إضافة إلى جعل قيود الأهداف مجردة تماما من وحدات القياس المتعلقة بها، وهذا كله يؤثر على المعنى الرياضي والاقتصادي للنموذج الرياضي.

4- إعادة صياغة نموذج البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الكفاءة:

ترجع فكرة إعادة صياغة نموذج البرمجة بالأهداف باستخدام دوال الكفاءة إلى كل من الباحثين **J. Martel & Aouni 1990**) واللذان استوحيا هذا العمل من مفهوم المعيار المعمم (**critère généralisé**) لطريقة **PROMETHEE** ل **Brans** هذا الأخير استعملها كإحدى طرق التحليل المتعدد المعايير أما (**Martel & Aouni**) استغلا نفس الفكرة ل **Brans** بغرض إعادة صياغة نموذج البرمجة بالأهداف و ذلك انطلاقا من دالة الكفاءة والمتعلقة بكل هدف على حدى، والتي من خلالها يمكن إظهار بيانيا مختلف الأفضليات الممكنة لمتخذ القرار المحصل عليها مسبقا من هذا الأخير (قبل صياغة النموذج الرياضي).

الشكل العام لدالة الكفاءة يمكن إظهاره من خلال الشكل التالي:

الشكل رقم (**01**): الشكل العام لدالة الكفاءة.



Source : Hamid Goghrod, Jean- Marc Martel & Belaid Aouni, « Une approche multicritère pour la gestion d'un parc de matériel roulant », 3ᵉconférence francophone de modélisation « conception, analyse et gestion des systèmes industriels » MOSIM'01- du 25 au 27 avril 2001- troyes (France),p : 922.

على مستوى الهدف i فإن جميع الحلول التي يكون لها انحراف بالنسبة لمستوى الطموح أصغر من عتبة السواء α_{id} و $\delta_i \in [0, \alpha_{id}]$. جميع هذه الحلول تكون لها أفضلية متساوية (سواء).

أما بالنسبة لجميع الحلول التي يكون لديها انحراف بالنسبة لمستوى الطموح محصور ما بين α_{id} و α_{i0} $\delta_i \in [\alpha_{id}, \alpha_{i0}]$ فإن درجة كفاءة المسير (متخذ القرار) تبتدئ بالتناقص بشكل مستمر وعند مرورها بالنقطة α_{i0} (عتبة الكفاءة المعدوم) تأخذ قيمة 0.

حيث يكون كفاءة متخذ القرار مساويا للصفر (معدوم) ويستمر ذلك حتى الوصول إلى عتبة الاعتراض α_{iv} .

وأخيرا كل حل يكون له انحراف يتجاوز عتبة الاعتراض α_{iv}، فإن متخذ القرار يتخلى نهائيا عن هذا الحل (غير مقبول تماما) حتى لو حقق درجة الكفاءة بالنسبة لبقية الأهداف الأخرى دفعة واحدة (النقطة الإقصائية).

يعرف نموذج البرمجة بالأهداف استنادا لدوال الكفاءة كما يلي:

$$maximiser\ z = \sum_{i=1}^{p} [w_i^+ Fi(\delta_i^+) + w_i^- Fi(\delta_i^-)]$$

تحت القيود:

$$(i=1.2...p)\sum_{j=1}^{n} aijxj - \delta_i^+ + \delta_i^- = bi.$$

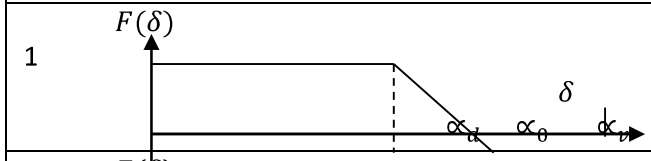
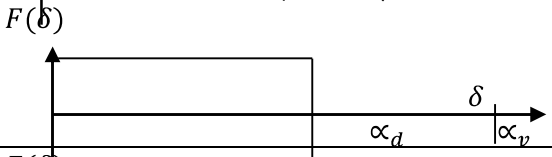
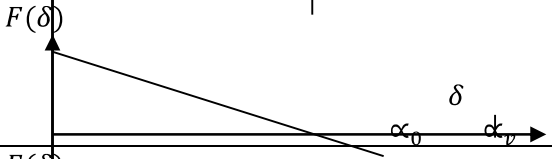
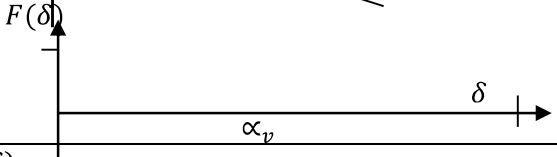
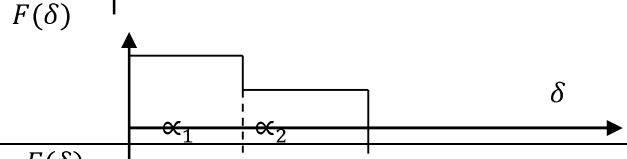
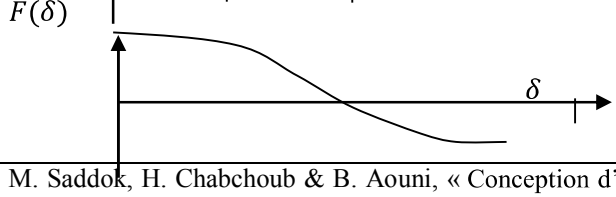
$$cx \leq c.$$

$$\delta_i^+ et \delta_i^- \leq \alpha_{iv} 0 (i = 1.2 \dots m)$$

$$xj \geq 0 (i = 1.2 \dots n)$$

$$\delta_i^+ et \delta_i^- \geq 0 (i = 1.2 \dots m)$$

الشكل (02): دوال الرضى المتعلقة بالبرمجة بالأهداف.

نوع الشكل	دالة الكفاءة
الشكل 1	
الشكل 2	
الشكل 3	
الشكل 4	
الشكل 5	
الشكل 6	

Source : M. Saddok, H. Chabchoub & B. Aouni, « Conception d'un système de contrôle de la qualité à l'aide du modèle du Goal Programming », (2004), p : 3.

III. دراسة حالة: (تصميم نظام مراقبة جودة منتوج الحليب باستعمال نموذج البرمجة بالأهداف)

المشكلة المطروحة:

يمر إنتاج الحليب بثلاث مراحل أساسية هي:

1- مرحلة تكوين الحليب **(reconstitution de lait)**.

2- مرحلة بسترة الحليب (المعالجة الحرارية للحليب)**(pasteurisation de lait)** .

3- مرحلة تشكيل الحليب **(conditionnement de lait)** .

كل **1** ل حليب يحتوي على المقادير التالية:

112 غ غبرة الحليب (ذات **0**٪ مادة دسمة + **26**٪ مادة دسمة).

حيث: **60**٪ من غبرة الحليب (**60**٪ من **112** غ ذات **26**٪ مادة دسمة و**40**٪من غبرة الحليب ذات **0**٪ مادة دسمة)

أي: **67** غ من **26**٪ مادة دسمة و**45** غ من **0**٪ مادة دسمة.

80% من **1** ل من الحليب تكون عبارة عن ماء معالج.

بالنسبة للمرحلة الأولى فإن نتاج تحاليل الحليب تكون كالآتي:

- La température : [30 - 40] T : C^0
- La matière grasse : [14 - 16] MG : ٪
- L'acidité : [16 - 18] acidité : degré Dorning
- La dencité = 1030 (pas d'unité)

أما المرحلة الثانية فتكون كما يلي:

- La température : [5 - 7] T : C0
- La matière grasse : [14 - 16] MG : ٪
- L'acidité : [16 - 18] acidité : degré Dorning
- La dencité = 1030 (pas d'unité)

نتائج تحاليل هذه المرحلة تكون نفس نتائج المرحلة السابقة.

عند الحصول على أول وحدة منتجة من منتوج الحليب يقوم رئيس رئيس قسم الإنتاج باجراء التحاليل التالية:

الجدول رقم (**02**): المجالات المحددة للأهداف.

المدخلات	الحدود المسموح بها	وحدة القياس
غبرة الحليب (x_1) (lait en poudre)	112	غ/ل
متغيرات العملية الإنتاجية	**الحدود المسموح بها**	**وحدة القياس**
درجة الحرارة (s_1) المادة الدسمة(s_2)	$[7-5]$ $[16-14]$	c° %
معايير المخرجات **(منتوج الحليب)**	**الحدود المسموح بها**	**وحدة القياس**
درجة الحموضة (y_1) كثافة الحليب(y_2)	$[18-16]$ $1030 \approx$	D° -

المصدر: إعداد الأستاذة بناء على معلومات مسلمة من قبل رئيس قسم الإنتاج.

يمكن أن نعبر عن العلاقة ما بين الناتج (الحليب) مع معلمات العملية الإنتاجة (les variables de processus) ومعايير المدخلات (les caractéristiques d'extrant) على شكل معادلات انحدار خطية.

المشكل المطروح هو إيجاد مستويات لمدخلات ومتغيرات العملية الإنتاجية التي تحقق جميع الخصائص المطلوبة في المنتوج (الحليب) .

نقوم بصياغة هذه المشكلة على شكل نموذج برمجة بالأهداف.

صياغة نموذج البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الكفاءة:

يمكن صياغة نموذج البرمجة بالأهداف استنادا لدوال الكفاءة كما يلي:

$$\textbf{Maximiser : } Z=\sum_{j=1}^{2}\left[w_{yj}^{+}F_{yj}^{+}\left(\delta_{yj}^{+}\right)+w_{yj}^{-}F_{yj}^{-}\left(\delta_{yj}^{-}\right)\right]+\sum_{t=1}^{2}\left[w_{sj}^{+}Fy_{sj}^{+}\left(\delta_{sj}^{+}\right)+w_{sj}^{-}F_{sj}^{-}\left(\delta_{sj}^{-}\right)\right] \quad \textbf{.....(01).}$$

St :

$$Y_j+\delta_{yj}^{+}-\delta_{yj}^{-}=g_{yj}\ (j=1.2)\ ;$$

$$S_t+\delta_{st}^{+}-\delta_{st}^{-}=g_{st}\ (t=1.2)\ ;$$

avec :

$$\delta_{yj}^{+}et\delta_{yj}^{-}\leq\propto_{jv}\ ;\ \delta_{st}^{+}et\delta_{st}^{-}\leq\propto_{tv}\ ;$$

$$\delta_{yj}^{+},\delta_{yj}^{-},\delta_{st}^{+},\delta_{st}^{-}\geq 0\ .$$

حيث: g_{st} ، g_{yi}: قيم محددة من طرف متخذ القرار (المسير).

و $g_{st}\epsilon\left[g_{st}^{l},g_{st}^{u}\right]$; $g_{yj}\ \left[g_{yj}^{l},g_{yj}^{u}\right]$

حالة تكون القيم محددة على مجال أما عندما تكون القيم تقريبية فإنها يحددها المسير

$\propto_{tv}$ و $\propto_{iv}$: عتبات فيتو.

- دوال الكفاءة بالنسبة لدرجة حموضة الحليب: ***les fonctions de satisfaction pour l'acidité:***

من أجل تحقيق هذا الهدف، المسير يرى أن درجة حموضة الحليب التي يجب أن تتوفر في المنتوج (الحليب) تكون محددة على المجال[16 – 18] $Y_1\ \epsilon$ من هنا يمكن القول أن قيمة g_{y1} يمكن أن تكون كل قيمة تنتمي إلى هذا المجال (مثلا: $g_{y1}=(16+18)/2=17.$

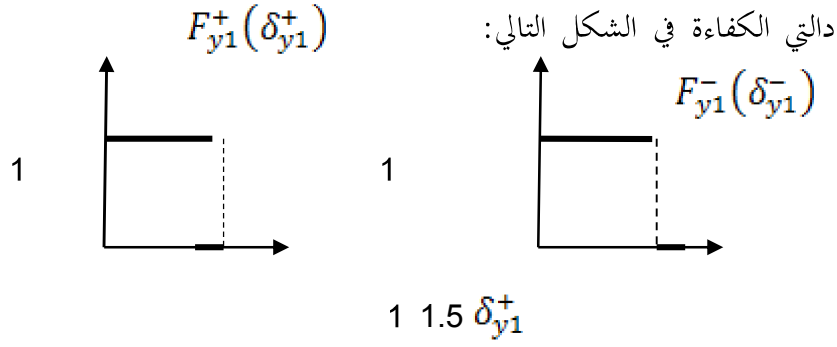
المسير يحقق رضاه عندما انحرافات الأهداف تكون تنتمي للمجال $\left[0-\propto_{id}\right]$ حيث $\propto_{jd}$ ($\propto_{jd}$: عتبة السواء)

تحدد كما يلي:

$\leq \alpha_{jd1}^{+} = 17 - 18 \leq$ ، أي $\alpha_{jd}^{+} \leq 1$.

$\leq \alpha_{jd1}^{+} = 16 - 17 \leq$ ، أي $\alpha_{jd}^{-} \leq 1$.

نوضح دالتي الكفاءة في الشكل التالي:



الشكل (03): دالتي الكفاءة الممثلة للانحرافين الموجب و السالب بالنسبة لقيد هدف درجة الحموضة.

حسب الشكل (**03**) المسير يكون في أعلى درجة رضاه عندما الانحراف δ_{y1}^{+} أو δ_{y1}^{-} عن مستوى الطموح يكون ينتمي للمجال $[1.0]$ بمعنى أن l'acidité=17D° تفوق **1** فإن درجة رضاه تصبح **0**. أما إذا زادت درجة حموضة الحليب عن **18.5** أو أقل من **15.5** أي: δ_{y1}^{+} أو $\delta_{y1}^{-} \leq$ **1.5**، تصبح مرفوضة من طرف المسير.

دالة الكفاءة $F_{y1}^{-}(\delta_{y1}^{-})$ يمكن كتابتها على الشكل التالي:

$$F_{y1}^{-}(\delta_{y1}^{-}) = \begin{cases} f_1(\delta_{y1}^{-}) = 1, \text{ si } 0 \leq (\delta_{y1}^{-}) \leq 1; \\ f_1(\delta_{y1}^{-}) = 0, \text{ si } 1 \leq (\delta_{y1}^{-}) \leq 1.5. \end{cases}$$

هذه الصياغة لدالة الكفاءة تستجيب لإدخال متغيرات ثنائية (deux variables binaires) β_{11} و β_{12}. هذه المتغيرات تعرف كما يلي:

$$\beta_{11} = \begin{cases} 1, \text{ si } 0 \leq (\delta_{y1}^{-}) \leq 1 \\ 0, \text{ autrement.} \end{cases} \text{ و } \beta_{12} = \begin{cases} 1, \text{ si } 1 < (\delta_{y1}^{-}) \leq 1.5 \\ 0, \text{ autrement.} \end{cases}$$

إذن يمكن كتابة دالة الكفاءة بعد إدخال المتغيرات الثنائية كما يلي:

$$= \beta_{11}\ f_1\left(\delta_{y1}^{-}\right) + \beta_{12}\ f_2\left(\delta_{y1}^{-}\right) ; F_{y1}^{-}\left(\delta_{y1}^{-}\right)$$
$$= (1)\,\beta_{11} + (0)\,\beta_{12} ;$$

$$\boxed{F_{y1}^{-}\left(\delta_{y1}^{-}\right) = \beta_{11}.}$$

نفس الشيء ندخل المتغيرين الثنائيين β_{22} و β_{21} ، دالة الكفاءة $F_{y1}^{+}\left(\delta_{y1}^{+}\right)$ تصبح على الشكل التالي:

$$= \beta_{21}\ f_1\left(\delta_{y1}^{+}\right) + \beta_{22}\ f_2\left(\delta_{y1}^{+}\right) ; F_{y1}^{+}\left(\delta_{y1}^{+}\right)$$
$$= (1)\,\beta_{21} + (0)\,\beta_{22} ;$$

$$\boxed{F_{y1}^{+}\left(\delta_{y1}^{+}\right) = \beta_{21}.}$$

المسير يقوم بالبحث عن درجة رضاه اتجاه هذا الهدف بحيث دالتي الكفاءة تكون عظمى.

إذن الصياغة الجديدة لنموذج البرمجة بالأهداف الذي يعظم دالتي الكفاءة يمكن كتابته كما يلي:

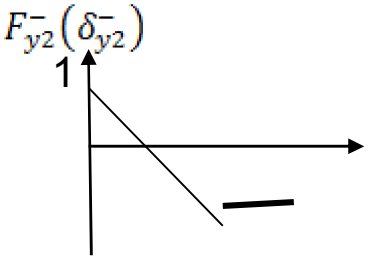
Maximiser $Z = \beta_{11} + \beta_{21}.$

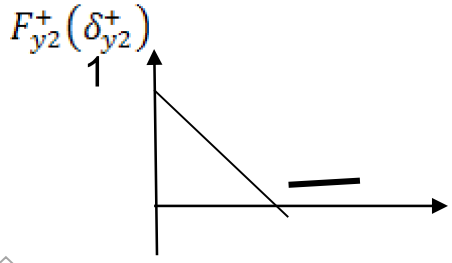
St :

$$\beta_{12} - \delta_{y1}^{-} \leq 0;$$
$$\delta_{y1}^{-} - \beta_{11} - 1.5\beta_{12} \leq 0;$$
$$\beta_{22} - \delta_{y1}^{+} \leq 0;$$
$$\delta_{y1}^{+} - \beta_{21} - 1.5\beta_{22} \leq 0;$$
$$\beta_{11} + \beta_{12} + \beta_{21} + \beta_{22} = 1;$$
$$\{0.1\};\quad \delta_{y1}^{-} et\ \delta_{y1}^{+} \geq 0.\ \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{21} \text{ et } \beta_{22}$$

- **دوال الكفاءة الخاصة بالهدف المتعلق بدرجة كثافة الحليب _ *les* fonctions de satisfactions pour la densité :**

نأخذ دالة الكفاءة التالية:





20 δ_{y2}^{-} 10 20 δ_{y2}^{+} 10

الشكل (04): دالتي الكفاءة الممثلة للانحرافين الموجب والسالب للهدف المتعلق بكثافة الحليب.

حسب الشكل (**04**) المسير في أعلى درجة رضاه عندما يكون الانحراف بالنسبة ل**1030** معدوما. درجة رضاه هذه تتناقص عندما يكون الانحراف بالنسبة ل**1030** تنتمي للمجال$[0 - 10]$ δ_{y2}^{+} ε δ_{y2}^{-} أو . في حالة الانحراف ينتمي للمجال $[10 - 20]$ ، المسير (متخذ القرار) يكون غير راض (درجة رضاه تكون معدومة). أما إذا زادت الانحرافات عن **1050** أو أقل من **1010** تصبح مرفوضة من طرف المسير.

دالة الكفاءة يمكن كتابتها على الشكل التالي:

$$F_{y2}^{-}(\delta_{y2}^{-}) = \begin{cases} f_1\ (\delta_{y2}^{-}) = 1 - 1/10\ \delta_{y2}^{-}, si\ \ 0 \leq (\delta_{y2}^{-}) \leq 10\ ; \\ f_2(\delta_{y2}^{-}) = 0, si\ 10 \leq (\delta_{y2}^{-}) \leq 20. \end{cases}$$

الصياغة الرياضية لدالة الرضى تستجيب لشرط إدخال متغيرات ثنائيةβ_{32} و β_{31} هذه المتغيرات معرفة كما يلي:

$$\beta_{31} = \begin{cases} 1, si\ 0 \leq (\delta_{y2}^{-}) \leq 10 \\ 0 < (\delta_{y2}^{-}) \leq 20\ ; \\ 0, autrement. \end{cases} \quad \text{و} \quad \beta_{12} = \begin{cases} 1, si\ 1 \\ 0, autrement. \end{cases}$$

يمكن كتابة دالة الكفاءة على الشكل التالي:

$$F_{y2}^{-}(\delta_{y2}^{-}) = \beta_{31}\, f_1(\delta_{y2}^{-}) + \beta_{32}\, f_2(\delta_{y2}^{-})\ ;$$
$$= \beta_{31}(1 - 0.1\delta_{y2}^{-}) + (0)\,\beta_{32}\ ;$$

$$\boxed{F_{y2}^{-}(\delta_{y2}^{-}) = \beta_{31} - 0.1\,\beta_{31}\delta_{y2}^{-}.}$$

نفس الشيء بالنسبة لدلة الكفاءة $F_{y2}^{+}(\delta_{y2}^{+})$ ، نقوم بإدخال متغيرات ثنائية β_{41} و β_{42}، دالة الكفاءة $F_{y2}^{+}(\delta_{y2}^{+})$ تصبح على الشكل التالي:

$$F_{y2}^{+}(\delta_{y2}^{+}) = \beta_{41}\, f_1(\delta_{y2}^{+}) + \beta_{42}\, f_2(\delta_{y2}^{+});$$
$$= \beta_{41}(1 - 0.1\delta_{y2}^{+}) + (0)\,\beta_{42};$$
$$F_{y2}^{+}(\delta_{y2}^{+}) = \beta_{41} - 0.1\,\beta_{41}\delta_{y2}^{+}.$$

إن العبارتين: $\beta_{31}\delta_{y2}^{-}$. 0.1 و $\beta_{41}\delta_{y2}^{+}$. 0.1 المتضمنة في الدالتين $F_{y2}^{+}(\delta_{y2}^{+})$ و $F_{y2}^{-}(\delta_{y2}^{-})$ ليست خطية في ميدان الأعداد الصحيحة (0-1) حيث مثالية هذا النوع من الدوال يتطلب تحويل العبارة الغير خطية إلى عبارة خطية المقترحة من طرف Oral &Kettani 1992. إذن يجب ايجاد عبارة خطية مكافئة لهذه العبارة الغير خطية التي تعظم دالتي الكفاءة $F_{y2}^{+}(\delta_{y2}^{+})$ و $F_{y2}^{-}(\delta_{y2}^{-})$ تكتب كما يلي:

$$\textit{Maximiser } Z = \beta_{31} + \beta_{41} - \varepsilon_1 - \varepsilon_2.$$

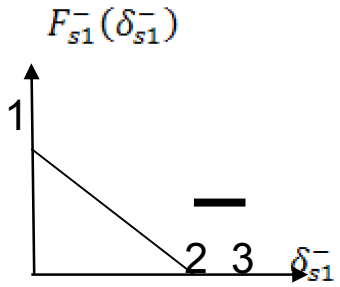
St :

$$\beta_{32} \cdot \delta_{y2}^{-} \leq 0;$$
$$\delta_{y2}^{-} - \beta_{31} - 20\beta_{32} \leq 0;$$
$$0.10\delta_{y2}^{-} + 2\beta_{31} - \varepsilon_1 \leq 2;$$
$$10\beta_{42} - \delta_{y2}^{+} \leq 0;$$
$$\delta_{y2}^{+} - 10\beta_{41} - 20\beta_{42} \leq 0;$$
$$0.10\delta_{y2}^{+} + 2\beta_{41} - \varepsilon_2 \leq 2;$$
$$\beta_{31} + \beta_{32} + \beta_{41} + \beta_{42} = 1;$$
$$\beta_{31}, \beta_{32}, \beta_{41} \text{ et } \beta_{42} = \{0.1\};\quad \delta_{y2}^{-} et\ \delta_{y2}^{+}, \varepsilon_1 \text{ et } \varepsilon_2 \geq 0.$$

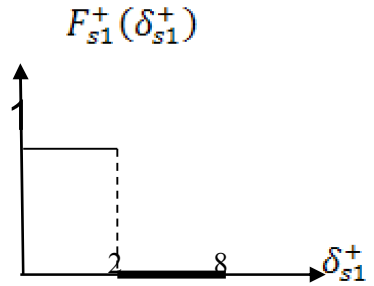
دوال الكفاءة المتعلقة بدرجة حرارة البسترة _ les fonctions de satisfaction pour la température de pasteurisation

بالنسبة لهذا الهدف (المعالجة الحرارية للحليب)، المسير يكون في أعلى درجة رضاه عندما تكون T(c°)=6 أي تأخذ وسط المجال $S_1 \in [5-7]$.

دوال الكفاءة بالنسبة الانحراف الموجب و السالب تكون موضحة في الشكل التالي:



الشكل (5-أ)



الشكل (5-ب)

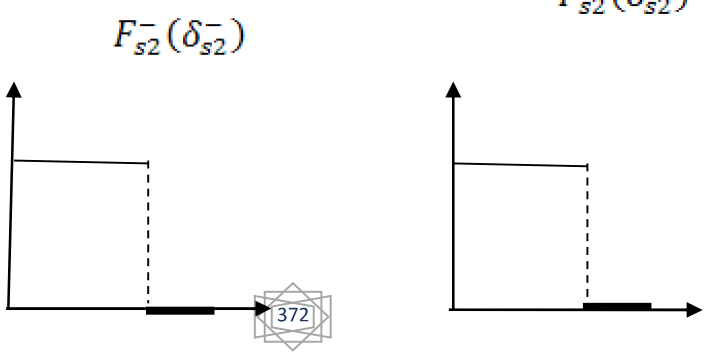
حسب الشكل (5-أ)، المسير يكون في أعلى درجة رضاه عندما الانحراف السالب بالنسبة ل 6° يكون معدوم. ثم تتناقص درجة رضاه بالنسبة للانحرافات التي تنتمي للمجال $[0-2]$ أي $\delta_{s1}^{-} \in]0-2[$ ، ويكون المسير غير راض (درجة رضاه تكون معدومة) من أجل $S_1 \in [3-4]$ أما إذا كان S_1 أقل من 3° أي $\delta_{s1}^{-} > 3$ فإن قيمة S1 تصبح مرفوضة من طرف المسير.

حسب الشكل (5-ب) فإن المسير يكون في أعلى درجة رضاه عندما الانحراف الموجب بالنسبة ل6° تنتمي للمجال $[0-2]$ أي $S_1 \in [6-8]$. و تصبح درجة رضاه معدومة عندما يفوق الانحراف الموجب عن 6° قيمة 2 أي (S_1>8°). أما إذا زادت درجة حرارة بسترة الحليب عن 14° ترفض من طرف المسير.

دوال الكفاءة الخاصة بالهدف المتعلق بالمادة الدسمة les fonctions de satisfaction pour la matière grasse.

بالنسبة لهذا الهدف (المادة الدسمة la matière grasse)، المسير يكون في أعلى درجة رضاه عندما تكون M.G(%)= 15 أي تأخذ وسط المجال وسط المجال $[14-16]$. $S_2 \in [14-16]$ حيث: $g_{s2}=(14+16)/2=15$

دوال الكفاءة بالنسبة للانحراف الموجب و السالب تكون موضحة في الشكل التالي:



0 1 1.5 δ_{s2}^{-} 0 1 1.5 δ_{s2}^{+}

الشكل (06): دوال الكفاءة الممثلة للهدف الخاص بالمادة الدسمة.

حسب الشكل (**06**)، المسير يكون في أعلى درجة رضاه الانحراف عن مستوى الطموح يكون (δ_{s2}^{-} و δ_{s2}^{+}) تنتمي للمجال $[0-1]$ أي $S_2 \in [14-16]$. أما إذا كان الانحراف الموجب أو السالب بالنسبة ل M.G(S_2)=15 يفوق 1، فإن رضى متخذ القرار (المسير) ينعدم اتجاهه في حالة ما إذا زادت عن **16.5** أو أقل من 13.5 تصبح مرفوضة من طرف المسير.

من أجل حل النموذج (**01**) باستعمال دوال الكفاءة، يجب تحديد أولا المعاملات المرجحة w_{yj} و w_{st} (t=1.2) ، (j=1.2). التي توضح درجة الأهمية المتعلقة بكل هدف بالنسبة للمسير. تعتبر أن درجة الأهمية بالنسبة تكون متساوية:

$=w_{yj}^{-}= w_{st}^{+}=w_{st}^{-}w_{yj}^{+}$ = ¼

الصياغة الجديدة لدالة الهدف يمكن كتابتها على الشكل التالي:

$$\textbf{Maximiser : } Z=\sum_{j=1}^{2}\left[w_{yj}^{+}F_{yj}^{+}\left(\delta_{yj}^{+}\right)+w_{yj}^{-}F_{yj}^{-}\left(\delta_{yj}^{-}\right)\right]+$$

$$\sum_{t=1}^{2}\left[w_{sj}^{+}Fy_{sj}^{+}\left(\delta_{sj}^{+}\right)+w_{sj}^{-}F_{sj}^{-}\left(\delta_{sj}^{-}\right)\right].$$

تحت القيود (**1**) وقيود البرامج الرياضية لدوال الكفاءة.

باستخدام برنامج الإعلام الآلي **LINDO** يقودنا إلى الحل:

$$\textbf{Max } \beta_{11}+\beta_{21}+\beta_{31}-0.1\,\beta_{31}\delta_{y2}^{-}+\beta_{41}-0.1\,\beta_{41}\delta_{y2}^{+}+\beta_{51}-$$
$$-0.5\,\beta_{51}\delta_{s1}^{-}+\beta_{61}+\beta_{71}+\beta_{81}$$

Sujet à

$S'1-\delta_3^{+}+\delta_3^{-}=2$

$S'2-\delta_4^{+}+\delta_4^{-}=2$

$0.02S'1-0.003S'2-\delta_1^{+}+\delta_1^{-}=1.976$

$0.11S'1-0.064S'2-\delta_2^{+}+\delta_2^{-}=1$

$S'1,S'2>=0$

$\delta_i^{+},\delta_i^{-}\geq 0.\ (i=1.2.3.4)$

$$\beta_{12} \cdot \delta_{y1}^{-} \leq 0;$$
$$\delta_{y1}^{-} - \beta_{11} \cdot 1.5\beta_{12} \leq 0;$$
$$\beta_{22} - \delta_{y1}^{+} \leq 0;$$
$$\delta_{y1}^{+} - \beta_{21} - 1.5\beta_{22} \leq 0;$$
$$\beta_{11} + \beta_{12} + \beta_{21} + \beta_{22} = 1;$$
$$\beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{21} et\ \beta_{22} = \{0.1\};\quad \delta_{y1}^{-} et\ \delta_{y1}^{+} \geq 0$$
$$\beta_{32} \cdot \delta_{y2}^{-} \leq 0;$$
$$\delta_{y2}^{-} - \beta_{31} \cdot 20\beta_{32} \leq 0;$$
$$0.10\delta_{y2}^{-} + 2\beta_{31} - \varepsilon_1 \leq 2;$$
$$10\beta_{42} - \delta_{y2}^{+} \leq 0;$$
$$\delta_{y2}^{+} - 10\beta_{41} - 20\beta_{42} \leq 0;$$
$$0.10\delta_{y2}^{+} + 2\beta_{41} - \varepsilon_2 \leq 2;$$
$$\beta_{31} + \beta_{32} + \beta_{41} + \beta_{42} = 1;$$
$$\beta_{31}, \beta_{32}, \beta_{41} et\ \beta_{42} = \{0.1\};\quad \delta_{y2}^{-} et\ \delta_{y2}^{+}, \varepsilon_1 et\ \varepsilon_2 \geq 0.$$
$$2\beta_{52} \cdot \delta_{s1}^{-} \leq 0;$$
$$\delta_{s1}^{-} - 2\beta_{51} \cdot 3\beta_{52} \leq 0;$$
$$0.5\delta_{s1}^{-} + 3/2\beta_{51} - \varepsilon_3 \leq 1.5;$$
$$2\beta_{62} - \delta_{s1}^{+} \leq 0;$$
$$\delta_{s1}^{+} - 2\beta_{61} - 8\beta_{62} \leq 0;$$
$$\beta_{51} + \beta_{52} + \beta_{61} + \beta_{62} = 1;$$
$$\beta_{51}, \beta_{52}, \beta_{61} et\ \beta_{62} = \{0.1\};\quad \delta_{s1}^{-},\ \delta_{s1}^{+} et\ \varepsilon_3 \geq 0.$$
$$\beta_{72} \cdot \delta_{s2}^{-} \leq 0;$$
$$\delta_{s2}^{-} - \beta_{71} \cdot 1.5\beta_{72} \leq 0;$$
$$\beta_{82} - \delta_{s2}^{+} \leq 0;$$
$$\delta_{s2}^{+} - \beta_{81} - 1.5\beta_{82} \leq 0;$$
$$\beta_{71} + \beta_{72} + \beta_{81} + \beta_{82} = 1;$$
$$\beta_{71}, \beta_{72}, \beta_{81} et\ \beta_{82} =$$

إن حل هذا النموذج باستخدام **lindo** يقودنا إلى الحل التالي:

الجدول رقم (**03**): النتائج المحصل عليها باستعمال دوال الكفاءة

المتغيرات المستمرة الإضافية	المتغيرات الثنائية	متغيرات الانحراف	متغيرات القرار
$\xi_1=0$ $\xi_2=0$ $\xi_3=0$	$\beta_{11}=0$ $\beta_{12}=0$ $\beta_{21}=1$	$\delta_{s1}^{+}=0$; $\delta_{s1}^{-}=1$ $\delta_{s2}^{+}=0$; $\delta_{s2}^{-}=1.4$ $\delta_{y1}^{+}=0$; $\delta_{y1}^{-}=0$	$S'_1=1$ $S'_2=0.600000$ $S_1=6$ $S_2=14.60$

Y_1=16 Y_2=1030	$\delta_{y2}^{+} = 0; \delta_{y2}^{-} = 0$	β_{22}=0 $\beta_{31} = 0$ $\beta_{32} = 0$ β_{41}= 0 $\beta_{42} = 0$ β_{51}=0 β_{52}=0 β_{61}=1 $\beta_{62} = 0$ β_{71}=0 $\beta_{72} = 0$ $\beta_{81} = 1$ $\beta_{82} = 0$	

خلاصـــــة

النتائج المتوصل إليها:

إن الأساليب الكمية هي أسلوب رياضي يتم من خلاله معالجة المشاكل الاقتصادية والإدارية والتسويقية بمساندة الموارد المتاحة من البيانات والأدوات والطرق التي تستخدم من قبل متخذي القرار لمعالجة المشكلات.

تتصف الأساليب المستخدمة في معالجة المشاكل بأن بعضها ذات طابع احتمالي والبعض الآخر ثابتة **constant** أو ساكتة **static** والبعض الآخر متغيرة **variables** وبشكل مستمر **dynamic** حسب طبيعة العامل الزمني.

من خلال الدراسة الميدانية التي قمنا بما في الملبنة تم التطرق لمعالجة مشكلة قرارية كمية، المتمثلة في كيفية تصميم نظام مراقبة جودة منتوج الحليب باستعمال نموذج البرمجة بالأهداف، حيث وجدنا بالرغم من الاستعمالات الواسعة لنموذج البرمجة بالأهداف، فقد ظهرت بعض الدراسات أظهرت مجموعة من النقائص يمكن أن تنتج عن استعمال هذا النموذج الرياضي وأهم مشكلة هو عدم ارتفاع درجة المصداقية في الحلول المستخرجة من استعمال النموذج الرياضي باعتبار هذا

الأخير لا يتضمن بالشكل الكافي لجميع المعلومات المتعلقة بأفضليات متخذ القرار ضمن الصياغة الرياضية للنموذج.

في هذا الصدد نجد إعادة صياغة نموذج البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الكفاءة حيث تمكن هذه الصياغة الجديدة بإدماج أفضليات متخذ القرار قبل صياغة نموذج البرمجة بالأهداف رياضيا حيث يتم تحديد لكل هدف دالة كفاءة خاصة به والتي من خلالها يمكن إظهار بيانيا مختلف الأفضليات الممكنة (لمتخذ القرار) المحصل عليها مسبقا من هذا الأخير أي قبل صياغة النموذج الرياضي حيث متخذ القرار يعبر عن درجة رضاه اتجاه الانحرافات الموجبة أو السالبة الملاحظة ما بين مستوى الطموح ودرجة تحقيق الهدف.

المراجع

1- Aouni, B and O , Kettani, « Goal Programming Model : Aglorious History and Apromising Future », European Journal Research, 2001.

2- Aouni, Belaid, « Le modèle de programmation mathématique avec buts dans un environnement imprécis » : sa formulation, sa résolution et une application, thèse de doctorat , faculté des sciences de l'administration, université Laval (Canada), 1998.

3- Tamiz. M ,C. Romero, D.Jones (1998) « G.P for decision making : An overview of the current state of the art »,European. Journal of operation Research vol. 111 (579.581).

4- Lee, S. M& D. L. Olson (1999) « G.P , in multicriteria decision making, advances in MCDM models, Algorithms, Theory & Applications ». Hanne (Eds), kluwer academie publishers, Boston.

5- B. Aouni (1998) « Le modèle de G. P mathématique avec buts dans un environnement imprécis » (thèse de doctorat), pehd.

6- Charnes, A, Cooper, w.w devoe, J.K., Learner, D.B. and Reinecke « A Goal programming model for media planning management science », 1968 .

7- Martel. J & Aouni, « Incorporating the decision Marker's préférences in the Goal Programming model », Journal of the opération research society, 1990.

8- Evans, G.W, « An overview of technique for solving multiobjective mathematical programs », management science, 1984.

9- Ignizio JP. « A review of goal programming : a tool for multi- objective analysis. Journal of the operational research society, 1978 .

10- Martel.J- M& B. Aouni, « Diverse imprécise goal programming model formulations », Journal of global optimisation, 1998.

11- Martel, J.-M et B. Aouni, « methde multi critère de choix d'un emplacement : Le cas d'un aéroport dans le nouveau Québec », imformation systems and operational research, 1992.

12- Tamiz M, Jones DF, EL- DARZIE. A review of goal programming and its applications. Annals of operations research, 1995 .
13- Tamiz, M., D. Jones & C. Romero, « Goal programming for decision-making : An overview of the current state- of- the- art », Européen Journal of opération research, 1998.
14- B.Aouni, J. Martel (2000) « Real estata through au imprecise goal programming model, méthode and reuristics for decision making ».
15- C.Romero (1991) « Handbook of critical issue in Goal programming »,pergamon press, oxford 1991.
16- W. B. Wilodhelm (1981) « Extensions of Goal programming models » .
17- Hamid Goghrod, Jean- Marc Martel & Belaid Aouni, « Une approche multicritère pour la gestion d'un parc de matériel roulant », 3econférence francophone de modélisation « conception, analyse et gestion des systèmes industriels » MOSIM'01- du 25 au 27 avril 2001- troyes (France).
18-Aouni. B, Amel Hassaine & Martel. J. M, « Les référence du décideur dans le goal programming : état de l'art et perspectives futures », (2006), (http://www.isima.fr/mosim 06/actes/articles/26-Aide%.pdf).
19- J- M. Martel,B, Aouni (1990) « Incorporating the decision maker's preferences in the Goal programming », journal of the opération research society vol 41.