البرمجة بالأهداف كتقنية لاتخاذ القرار متعدد المعاييـر

د/لعرج مجاهد نسيمة– جامعة تلمسان

د/أقاسم عمر – جامعة أدرار

الملخص:

الهدف من هذه الورقة البحثية هو القيام باستعراض نظري مختصر لمختلف متغيرات البرمجة بالأهداف وتطبيقاتها، من اجل ذلك سنحاول في البداية الوقوف عند ماهية البرمجة بالأهداف وذلك من خلال التطرق الى الإطار العام لنموذج برمجة الأهداف وكيف تتم صياغته، اظهار مختلف أنواع مشاكل برمجة الأهداف وطرق التغلب عليها. كما سنحاول اظهار كيف يمكن لهذا الأسلوب معالجة المشاكل التي تواجه متخذ القرار في ظل تعدد وتعارض الأهداف من خلال استعراض مختلف متغيرات البرمجة بالأهداف في مختلف الظروف التسييرية. وقد خلصت الورقة البحثية إلى أن نموذج برمجة الأهداف يعتبر أحد الأساليب الكمية الهامة التي تستحق كل الاهتمام من قبل الباحثين، حيث تعتبر من أنسب أساليب بحوث العمليات نظرا للعديد من المزايا التي يتصف بها.

الكلمات المفتاحية: برمجة الأهداف، نماذج، متغيرات، اتخاذ القرار، التكامل والدمج.

Abstract:

The purpose of this research paper is to give a brief theoretical review of various variants of goal programming (GP) and its applications. Thus, we will try in the beginning to describe the goal programming through emphasizing on the general framework of goal programming and how it is formulated, to show the various types of goal programming problems and ways of overcome them. In addition, we will try to show how this method can address the problems facing the decision maker under multiple and conflicting goals, through a review of various variants of goal programming under different types of decision making environments The main findings indicate that the goal programming is considered as one of the necessary quantitative methods, that deserves all the attention by researchers, where considered one of the most suitable methods of operations research because of the many advantages that characterize them.

Key words: goal programming, Models, variants, decision making, integration.

مقدمة

أدى كبر حجم المنشآت إلى ظهور تضارب في أهداف الوحدات المقصودة في المنشاة الواحدة بل ظهر التضارب في الأهداف الفرعية للوحدة الواحدة مما نتج عنه تضارب في القرارات التي يتخذها المدير وتعارض في النتائج ومن تم ضياع فرص كثيرة وضياع أموال المستثمرين. ودعى ذلك كله إلى الاهتمام بتطوير النظريات وطرائق الحساب والتطبيقات العلمية الخاصة بصنع القرار عند وجود معايير متعددة والمتضاربة، وتمثل البرمجة بالأهداف إحدى هذه التقنيات الخاصة بتحليل القرار المتعلق بالأهداف المتعددة والمتناقضة بل وان التطور الكبير في أسلوب البرمجة بالأهداف فسح المجال لاستخدامها في حل المشاكل متعددة الأهداف سواء كانت هذه المشاكل خطية او لا خطية، سواء استخدمت الأولويات المفضلة أو الأوزان الترجيحية لتحديد أهمية كل هدف او سواء استخدمت في ظل التأكد او في ظل عدم التأكد والمخاطرة. وعليه فإن الاشكالية الرئيسية التي تسعى الورقة الحالية للإجابة عليها هي:

كيف يمكن لأسلوب برمجة الأهداف معالجة المشاكل التي تواجه متخذ القرار في ظل تعدد وتعارض الأهداف في مختلف الظروف التسييرية؟

وعليه سوف نعالج هذه الإشكالية بالاعتماد على المحاور الرئيسية التالية:

1- التطور التاريخي لبرمجة الأهداف.

2- تعريف نموذج برمجة الأهداف.

3- صياغة نموذج برمجة الأهداف في شكله المعياري.

4- أنواع نماذج برمجة الأهداف.

5- مشاكل نموذج برمجة الأهداف وطرق التغلب عليها.

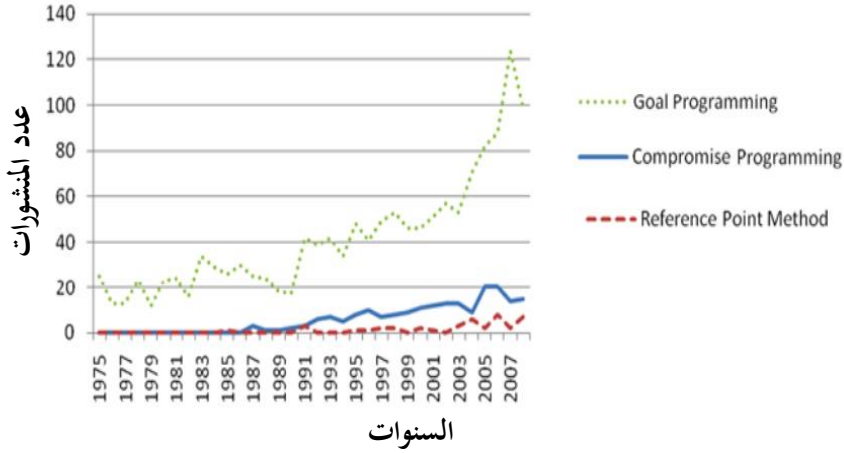
6- التكامل والدمج بين برمجة الأهداف وتقنيات أخرى.

1- **التطور التاريخي للبرمجة الأهداف:** ترجع فكرة ظهور برمجة الأهداف إلى كل من الأمريكيين charnes cooper, وFerguson سنة 1955 في مقالة بعنوان: optimal estimation of executive compensation by linear programming، لكن مصطلح برمجة الأهداف لم يستعمل بشكل صريح في هذه المقالة، إلا بعد مرور ستة سنوات من ذلك بعد ظهور الكتاب المعروف بـ management models and industrial applications of linear programming لـ Charnes & Cooper ثم بعد ذلك شهدت نماذج البرمجة

بالأهداف العديد من التعديلات والتطورات المختلفة على يد عدة باحثين، حيث نجد أن كل من Charnes & al سنة 1955 قاما بتقدير معلمات الانحدار بواسطة برمجة الأهداف بدون أن يحتوي النموذج على متغيرات الانحرافات، ثم اضافا سنة 1961 لنموذج برمجة الأهداف دالة الانحرافات للأهداف. وفي سنة 1965 تحدث Ijiri لأول مرة عن نموذج برمجة الأهداف ذات الأولويات. وبعدها في سنة 1972 قام Lee بعدة تطبيقات باستخدام برمجة الأهداف المعيارية، حيث ألف أول كتاب لبرمجة الأهداف بعنوان:"Goal programming for decision analysis" ، ثم بعدها قام Zimmerman في 1976, 1978, 1983 بإدخال مفهوم نظرية المجموعات المبهمة لأول مرة في نموذج البرمجة بالأهداف الخطي مستخدما في ذلك صياغة cooper et charnes دون ادخال متغيرات الانحراف. أما Ignizio سنة 1976,1978,1982,1983 قام بطرح عدة مقالات شرح فيها البرمجة بالأهداف انطلاقا من البرمجة الخطية، موضحا الخطوات العامة لحل نموذج برمجة الأهداف بالأعداد الصحيحة وكذلك حل نموذج برمجة الأهداف غير الخطي. أما Carlos Roméro فيعتبر أول من أدخل دوال المسافات على نموذج برمجة الأهداف مبرهنا ان نموذج برمجة الأهداف ما هو إلا حالة خاصة من دوال المسافات. في حين أن Galbraith & Miller قام سنة 1989 باستخدام برمجة الأهداف في تخطيط الانتاج ومقارنتها بنموذج آخر باستخدام المحاكاة . كما اقترح كل من الباحثان Martel et Aouni سنة 1990 إعادة صياغة لنموذج برمجة الأهداف بالاعتماد على طريقة Brans بما تسمى Prométhée [1] والتي تستند على استخدام دالة الأفضلية تعرف بدالة الكفاءة (الرضى) والتي تكون متعلقة بكل هدف على حدى حيث من خلالها يمكن إظهار بيانيا مختلف أفضليات الممكنة لمتخذ القرار[2]. وفي سنة 1991 قام Carlos Roméro بجمع أنواع برمجة الأهداف المعرفة آنذاك في كتابة "Handbook of critical Issues in goal programming"، أما Tamiz سنة 1998 قام بتوحيد وحدات القياس في برمجة الأهداف باستعمال دوال المسافات والتوحيد الإقليدي المئوي. وفي 2010 قام كل من Jones & Tamiz بجمع أعمالهما في كتاب سمي بـــ "practical of goal programming"، أما Chang في سنة 2011 أعطى مفهوم جديد لنموذج البرمجة بالأهداف الثابت في حالة تعدد القيم المستهدفة مقدما صياغة جديدة سميت "Multi-choice goal programming"[3]، كما قام Mouslim سنة 2013 باقتراح نموذج fuzzy goal programming with multiple target levels (FGP-MTP) ، وتوالت الأبحاث والدراسات التي

تضمنت استخدام نموذج برمجة الأهداف بجميع انواعه وتطبيقاته في العديد من الميادين ولا زالت هذه الابحاث تعرف تطورات الى يومنا هذا، ويمكن توضيح هذا التطورات في الشكل التالي:

الشكل رقم (01): تطور عدد الدراسات المتضمنة استخدام برمجة الأهداف خلال 1975-2007



Source: Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, p 115.

ولنموذج برمجة الأهداف مساحة واسعة من الاستخدامات وفي عدة مجالات، حيث يمكن استعمالها في: تخطيط الإنتاج مراقبة الجودة، تسيير المخزونات، المشاكل المتعلقة بالتموين والتوزيع، ميدان النقل، تسيير الموارد المالية، تخطيط الاستثمار وإدارة حافظة الأوراق المالية...الخ.

2- تعريف نموذج برمجة الأهداف: لقد ظهرت في السنوات الماضية العديد من المحاولات لإعطاء فكرة عامة حول مفهوم برمجة الأهداف نذكر منها:

- حسب Charnes et Cooper سنة 1961 نموذج برمجة الأهداف يهتم بالبحث عن الحل الذي يصغر بقدر الإمكان المجموع المطلق للانحرافات بالنسبة للقيم المستهدفة[4].

حيث لا نلجأ إلى إيجاد الحلول المثلى solution optimales لهذه الأهداف وإنما يكون القصد إيجاد حلول وسطى compromis توفيقية فيما بينها مستعينة بنتائج البرمجة الخطية العادية.

- أما حسب Roméro et Tamiz سنة 1998 فإنّ نموذج برمجة الأهداف "عبارة عن منهجية رياضية مرنة وواقعية موجهة بالأساس لمعالجة تلك المسائل القرارية المعقدة والتي تتضمن الأخذ بعين الاعتبار لعدة أهداف إضافة للكثير من المتغيرات القيود"[5].
- أما حسب Belaid Aouni سنة 1988 "فإن نموذج برمجة الأهداف تسمح بالأخذ بعين الاعتبار دفعة واحدة (في نفس الوقت) لعدة أهداف، وهذا تحت إشكالية اختيار أحسن حل من بين مجموعة من الحلول الممكنة"[6].
- أما U. C. Orumie و D. Ebong سنة 2014 يمكن اعتبار برمجة الأهداف كفرع من أمثلية متعددة الأهداف التي هي بحد ذاتها جزءا من تحليل القرار متعدد المعايير، وهي واحدة من أقدم التقنيات صنع القرار متعدد المعايير المستخدمة في الاستفادة المثلى من أهداف موضوعية متعددة عن طريق التقليل من الانحراف عن كل هدف من الأهداف عن الهدف المرغوب[7].

من خلال التعاريف السابقة يمكن قول أن أسلوب برمجة الأهداف ما هو الى امتداد للبرمجة الخطية وهو احد أساليب التحليل المتعدد المعايير لاتخاذ القرار يسعى لمعالجة المواقف ذات الأهداف المتعددة والمتعارضة. ونلخص نواحي الاختلاف بين نموذج البرمجة الخطية ونموذج برمجة الأهداف في الجدول التالي[8]:

الجدول رقم (01): نواحي الاختلاف بين نموذج البرمجة الخطية ونموذج برمجة الأهداف

العنصر	البرمجة الخطية	برمجة الأهداف
التعبيرات الكمية	خطية	خطية وغير خطية
التركيب أو البناء	هدف واحد، عدد من القيود	أهداف متعددة، عدد من القيود
دالة الهدف	متغيرات قرارية	متغيرات الانحراف.
الغرض	الحصول على الحل الأمثل للمشكلة	الحصول على الحل المرضي للمشكلة
القيود والأهداف	أهمية متساوية	مرتبة حسب الأهمية
الحل بالكمبيوتر	متاح	غالبا متاح.
الاستخدام أو التطبيق	متعددة	كثيرة

المصدر: صلاح محمد شيخ ديب، مرجع سابق، ص 106.

كما تقيس برمجة الاهداف كل من الاهداف في الدالة بمستوى فرضي من الارباح او التكلفة وهي ليست بالضرورة افضل ما يمكن تحقيقه بل تسعى الى تحقيق مستوى مرضي من النشاط وليس الأمثل في حين نجد في البرمجة الخطية النقيض تماما حيث تكون فيها كل اهداف الادارة مشتملة في دالة الهدف وتكون مقتصرة على معيار أو بعد كلي مفرد قابل للقياس، مثل تعظيم الربح او تقليل التكاليف مع اعتبار باقي الأهداف بمثابة قيود للمشكلة لذلك تعتبر برمجة الأهداف اكثر مرونة من البرمجة الخطية[9].

3- صياغة نموذج برمجة الأهداف في شكله المعياري: يمكن التعبير عن الصيغة المعيارية لهذا النموذج كما يلي[10]:

$$SGP\begin{cases} Min\ Z = \sum_{i=1}^{p}\left(\delta_i^+ + \delta_i^-\right) \\ subject\ to\begin{cases} \sum\ a_{ij}x_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i \\ c_x \leq\ c \\ x_i \geq 0 \quad (j = 1,2,3..n) \\ \delta_i^+ et\ \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,2,3...p) \end{cases} \end{cases}$$

مع العلم أن جداء الانحرافات الموجبة والسالبة $(\delta_j^+ x\delta_j^-)$ معدوم، لأن الشعاعان δ_j^+ و δ_j^- لا يمكن أن يتحققا معا. حيث أنه لا يمكن أن نصل إلى قيمة أكبر من الهدف وأصغر منه في آن واحد مع:

a_{ij} : معاملات التكنولوجيا المتعلق بمتغيرات القرار.

B : شعاع العمود للكميات المتاحة.

C : مصفوفة المعاملات المتعلقة بقيود الموارد المتاحة.

δ_i^+ : هو الانحراف الايجابي عن مستوى الطموح b_i المحدد للهدف i.

$\delta\bar{i}$: هو الانحراف السلبي عن مستوى الطموح b_i المحدد للهدف i.

اذ نجد ان دالة الهدف بالنسبة لبرمجة الأهداف تشمل على مجموع انحرافات الاهداف التي تسعى الادارة الى تحقيقها. أما بالنسبة للأشكال الدالة الاقتصادية بالنسبة للانحرافات يمكن أن تأخذ عدة أشكال نلخصها في الجدول التالي[11]:

الجدول رقم (02): أشكال الدالة الاقتصادية بالنسبة للانحرافات

نوع القيد		المعادلة التي يأخذها القيد	الانحرافات الذي يظهر في الدالة الاقتصادية
تحقيق أدنى قيمة للهدف	$f_i(x) \leq b_i$	$f_i(x) - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i$	δ_i^+
تحقيق أقصى قيمة للهدف	$f_i(x) \geq b_i$	$f_i(x) - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i$	δ_i^-
تحقيق مستوى الهدف بالضبط	$f_i(x) = b_i$	$f_i(x) - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i$	$\delta_i^+ + \delta_i^-$

source: Erwin Kalve,G, op.cit, p3.

أي أنه بصفة عامة إذا كان قيد الهدف (**أصغر من أو يساوي** $\leq$) وذلك قبل إضافة متغير الانحراف فإننا سوف نضيف متغير كالانحراف الموجب إلى دالة الهدف δ_i^+، أما إذا كان قيد الهدف (**أكبر من أو يساوي** $\geq$) فسوف يتم إضافة متغير الانحراف السالب δ_i^- إلى دالة الهدف، أما إذا كان قيد الهدف (**بشكل مساواة** $=$) فإنّ دالة الهدف سوف تحتوي على كل من متغيري الانحراف الموجب والسالب $\left(\delta_i^+ + \delta_i^-\right)$[12]. يعني أن الانحرافات غير المرغوب فيها هو الذي يظهر على مستوى دالة الهدف.

4- أنواع نماذج برمجة الأهداف: بالرغم من أن صياغة نموذج برمجة الأهداف 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. لذلك سنتناول فيما يلي مختلف انواع برمجة الأهداف في مختلف الظروف القرارية.

4-1- برمجة الأهداف في ظل ظروف التأكد: في هذا الحالة معناه ان مختلف متغيرات برمجة الأهداف هي تحت ظروف التأكد من خلال توفر المعطيات حولها بشكل دقيق وتام. ومن متغيرات برمجة الأهداف الخطية لدينا:

4-1-1- برمجة الأهداف المرجحة (Weighted Goal Programming): والشكل التحليلي لهذا النموذج يكتب كما يلي[13]:

$$WGP\begin{cases}\min(Z)=\sum_{i=1}^{p}\left(w_i^+\delta_i^+ + w_i^-\delta_i^-\right)\\ subject\ to\begin{cases}\sum a_{ij}x_j-\delta_i^+ +\delta_i^- = b_i\\ cx \le c\\ x_j \ge 0 \quad (j=1,2,3..n)\\ \delta_i^+ et\ \delta_i^- \ge 0 \quad (i=1,2,3...p)\end{cases}\end{cases}$$

حيث:

w_i^- : معامل الأهمية المرتبط بالانحراف السالب δ_i^-.

w_i^+ : معامل الأهمية المرتبط بالانحراف الموجب δ_i^+.

ويتم تحديد قيمة W_i^- و W_i^+ من طرف المسير، وذلك من خلال تحديد أهمية كل هدف بالنسبة لبقية الأهداف، وفي أغلبية الحالات يتم التعبير عن معاملات الأهمية على شكل نسب مئوية بحيث: $\sum_{i=1}^{m} Wi = 1$ وما تجدر الاشارة اليه ان البرمجة بالأهداف المعيارية ما هي إلا حالة خاصة من البرمجة بالأهداف المرجحة أين $W_i^- = W_i^+ = 1$.

4-1-2- برمجة الأهداف تشيبتشيف (Chebyshev Goal Programming):

يستخدم هذا النموذج مفهوم تشيبتشيف في قياس المسافة وهذا عن طريق تعيين متغير قرار الذي يضمن المسافة الأقل من بين جميع المسافات العظمى[14]، تم إدخال هذا النوع من المتغيرات من طرف Flavell سنة 1976 حيث تعمل هذه الطريقة على تدنية الفروق الكبرى بين الحلول المثلى لكل هدف والقيمة الجارية لهذا الهدف[15] (تدنية الانحراف الأعظم عن الأهداف)، لذلك يطلق عليها في بعض الأحيان برمجة الأهداف MinMax، أما الصياغته الرياضية هي كالتالي[16]:

$$\text{MinMax GP}\begin{cases} Min\ \ D \\ subject\ to \begin{cases} w_i^+\delta_i^+ + w_i^-\delta_i^- \le D \ \ (i=1,2,3..n) \\ \sum\ a_{ij}x_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i,\ \ (i=1,2,3..n) \\ c_x \le\ B \\ x_j \ge 0 \quad (j=1,2,3...p) \\ \delta_i^+, \delta_i^- \ge 0 \end{cases} \end{cases}$$

W_i : يمثل أهمية كل هدف والذي يعكس أفضليات متخذ القرار.

D : يمثل الحد الأعلى بالنسبة لجميع الانحرافات سواء كانت ايجابية أو سلبية المتعلقة بكل هدف.

حيث يتم اختبار جميع الانحرافات المحصل عليها من خلال $\sum\ a_{ij}x_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i$ من خلال القيد $w_i^+\delta_i^+ + w_i^-\delta_i^- \le D$ ، ليتم تحديد الحل الأمثل الذي يعطي أدنى قيمة أعظمية تم الوصول اليها سابقا.

4-1-3- برمجة الأهداف اللكسيكوغرافية (Lexicographic Goal Programing):

يفترض هذا النموذج أن متخذ القرار قادر على تصنيف وترتيب كل أهدافه بوضوح من حيث درجة أولويتها وأهميتها[17]. أما صياغته الرياضية فهي كالتالي:

$$LGP\begin{cases} MinZ = \left[l_1\left(\delta_1^+, \delta_1^-\right), l_2\left(\delta_2^+, \delta_2^-\right), ..., l_k\left(\delta_k^+, \delta_k^-\right)\right] \\ subject\ to \begin{cases} \sum\ a_{ij}x_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i \quad (i=1,2,3...p) \\ c_x \le\ c \\ \delta_i^+, \delta_i^-, x_j \ge 0 \quad (i=1,2,3...p);\ \ (j=1,2,3..n) \end{cases} \\ l_1 >> l_2 >> .... >> l_k \end{cases}$$

هذا النموذج يتكون من: k مستوى أولوية وتكون مرتبة من الأهم الى الأقل أهمية.

p عدد القيود المتعلقة بالأهداف.

n عدد متغيرات القرار.

l تمثل دالة محتوى مستوى الأولوية.

كما يجب أن يكون عدد مستويات الأولوية k أقل أو يساوي عدد الأهداف p .

ويعمل هذا النموذج على تدنية مجموع الانحرافات بالنسبة للأهداف بصفة معجمية بمعنى دخول حلول دالة الهدف الأولى قيود اضافية في المرحلة الثانية من الحل لتدنية انحراف دالة الهدف ذات الأولوية الثانية لتكون المحصلة كقيود اضافية في المرحلة الأخرى من الحل من أجل تدنية انحراف دالة الهدف ذات الأولوية الموالية وهكذا الى ان يتم الوصول الى المرحلة الأخيرة أين يتم تحقيق النتيجة النهائية للمشكلة قيد البحث[18]، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

الخطوة الأولى: سنقوم بإيجاد $MinZ = l_1\left(\delta_1^+, \delta_1^-\right)$، أي نعطي الأولوية للهدف l_1، وعندما نجد الحلول للخطوة الأولى، نعتبرها كقيود جديدة تضاف إلى القيود السابقة.

الخطوة الثانية: سنقوم بحل $MinZ = l_2\left(\delta_2^+, \delta_2^-\right)$، مع ظهور حلول الخطوة الأولى كقيود جديدة مع القيود السابقة، وهكذا إلى أن نصل الخطوة الأخيرة $MinZ = Z_k\left(\delta_k^+, \delta_k^-\right)$.

4-2- برمجة الأهداف في ظروف عدم التأكد: إن أغلب الظروف التسييرية المحيطة بنشاط متخذ القرار تكون غير دقيقة أو غير مؤكدة، حيث لا تتوافر معلومات كافية وصحيحة حولها، الأمر الذي يجعل من متخذ القرار غير قادر على تحديد طموحه لهدف ما بشكل محدد فيلجأ للتعبير عنه على شكل قيم تقريبية أو كقيم محصورة في مجالات معينة.

4-2-1- برمجة الأهداف المبهمة Fuzzy goal programming: يمكن تقسيم نماذج برمجة الأهداف المبهمة من حيث الخوارزمية المتبعة في تحديد الحل الأمثل الى قسمين[19]:

أ- قسم النماذج التجميعية: ومن أهمها نموذج Hannan سنة 1981، نموذج King و Whanسنة 1998 ونموذج Yaghoobiو Tamiz سنة 2007.

ب- قسم نماذج Minmax: ومن أهمها نموذج Zimmerman سنة 1978، نموذج Narasiman سنة 1980 ونموذج Hannan سنة 1981 ونموذج Yang،Ignizio وKim سنة 1981.

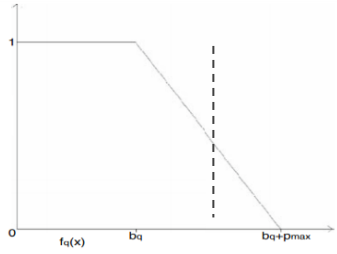
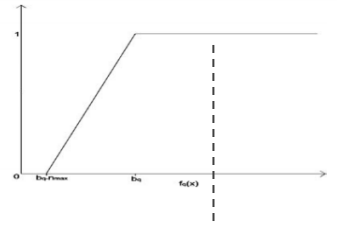
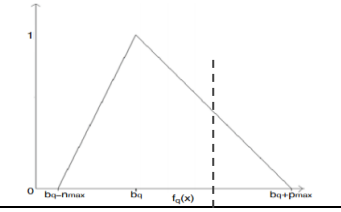
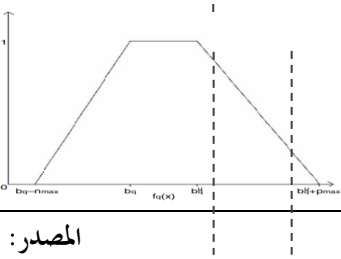
وهناك ثلاث أنواع من الأهداف المبهمة وهي كما يلي[20]:

$$Optimize \quad f_q(x) \underset{\sim}{\leq} b_q; q = 1,2,..q_1$$
$$f_q(x) \underset{\sim}{\geq} b_q; q = q_1 + 1,..q_1 + q_2$$
$$f_q(x) \underset{\sim}{=} b_q; q = q_1 + q_2 + q_3 + 1,..Q.$$
$$x \in X$$

بحيث نحاول من خلال هذا الأهداف ايجاد القرار الأمثل X الذي يرضي قدر المستطاع كل الأهداف المبهمة. أما الرموز $\underset{\sim}{\leq}$، $\underset{\sim}{\geq}$ و $\underset{\sim}{=}$ فهي تشير الى الحالة التقريبية ويعكس الطبيعة المبهمة.

كما أن هناك العديد من الامكانيات لقياس الغموض المحاط حول القيم المستهدفة بحيث ان كل منها تقود الى دالة انتماء مختلفة، بحيث تأخذ دالة الانتماء القيمة 1 في الحالة الكلية للرضى والرقم 0 في حالة عدم الرضى الكلي، أما القيم المحصورة بين 0 و1 فهي عبارة عن انتماء جزئي لحالة الرضى[21]. ومن أشهر دوال الانتماء استعمالا في اتخاذ القرار لدينا:

الشكل رقم(02): أنواع دوال الانتماء

دالة انتماء	الصيغة التحليلية
1- دالة الانتماء المبهمة اليمنى 	$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 1 & f_q(x) \le b_q \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q}{p_{\max}} & b_q \le f_q(x) \le b_q + p_{\max} \\ 0 & f_q(x) \ge b_q + p_{\max} \end{cases}$
2- دالة الانتماء المبهمة اليسرى 	$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 1 & f_q(x) \ge b_q \\ 1 - \frac{b_q - f_q(x)}{n_{\max}} & b_q - n_{\max} \le f_q(x) \le b_q \\ 0 & f_q(x) \le b_q - n_{\max} \end{cases}$
3- دالة الانتماء المثلثية 	$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 0 & f_q(x) \le b_q - n_{\max} \text{ or } f_q(x) \ge b_q + p_{\max} \\ 1 - \frac{b_q - f_q(x)}{n_{\max}} & b_q - n_{\max} \le f_q(x) \le b_q \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q}{p_{\max}} & b_q \le f_q(x) \le b_q + p_{\max} \end{cases}$
4- دالة الانتماء المبهمة الرباعية 	$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 0 & f_q(x) \le b_q^l - n_{\max} \text{ or } f_q(x) \ge b_q + p_{\max} \\ 1 - \frac{b_q^l - f_q(x)}{n_{\max}} & b_q^l - n_{\max} \le f_q(x) \le b_q^l \\ 1 & b_q \le f_q(x) \le b_q^u \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q^u}{p_{\max}} & b_q \le f_q(x) \le b_q^u + p_{\max} \end{cases}$

المصدر: من اعداد الباحثين اعتمادا على:

Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, pp.17-19.

حيث تمثل: $\mu[f_q(X)]$: دالة الانتماء المبهمة المرفوقة بـ q هدف.

$n_{\max}, p_{\max}$: يتم اختيار هذا الثوابت من طرف متخذ القرار، فهي تعبر عن الحدود القصوى المقبولة من مستوى التطلع b_q.

b_q^L, b_q^u : تمثل الحد الاعلى و الحد الادنى على التوالي لمجال الرضى الكلي لدالة الانتماء الرباعية.

4-2-2- نموذج برمجة الأهداف المعبر بالمجال Interval Goal Programming: يعتبر نموذج برمجة الأهداف المعبر بالمجالات واحد من أقدم النماذج التي تتعامل مع حالات تتسم بالغموض، حيث اقترح هذا النموذج من طرف كل من Collomb وCharnes سنة 1972، وطور من طرف كل من Charnes وCooper سنة 1977 [22] ، حيث يسمح هذا النموذج لصانع القرار اختيار مجال للقيمة المستهدفة الذي يشعره بالرضا ومعاقبة الانحرافات من أي نهاية لمجال مستوى الهدف، جبريا يقوم بتحويل القيمة المستهدفة الوحيدة الى مجال هدف في شكل حد أدنى وحد أعلى $\left[b_{lower}, b_{upper} \right]$ ، مثلا اذا كانت لدينا دالة الهدف التالية[23]:

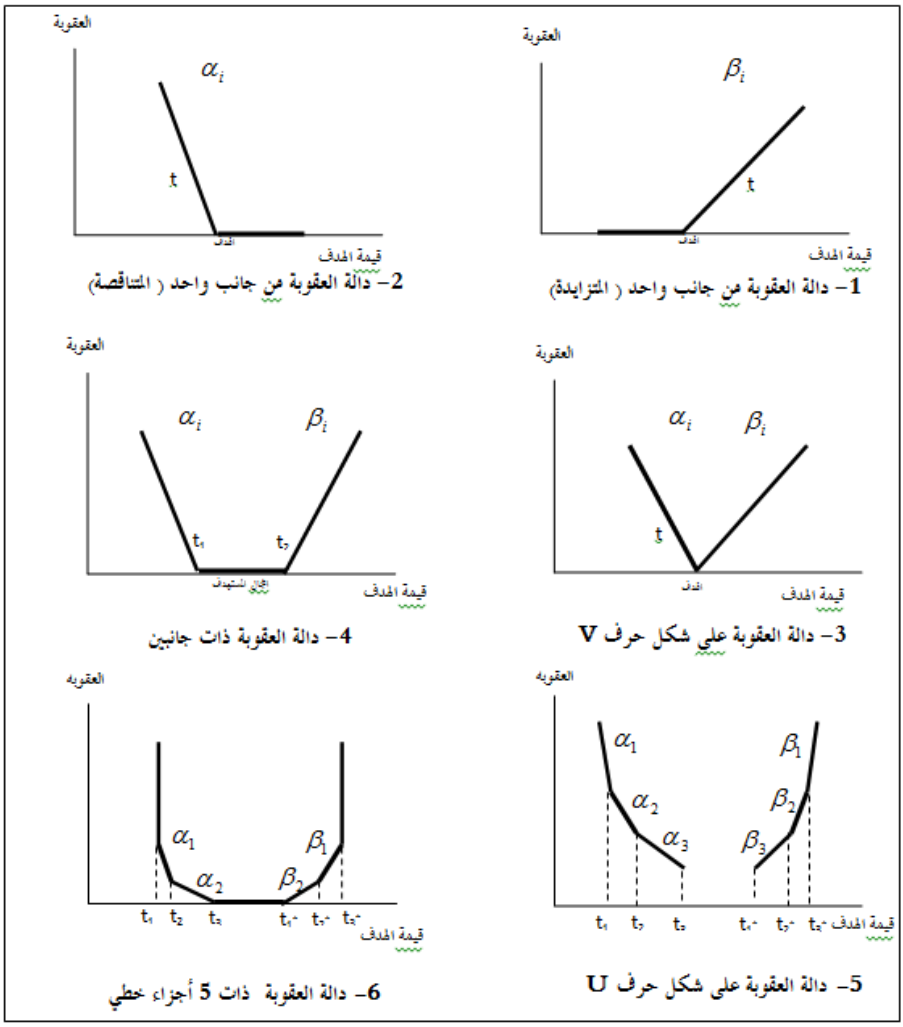
$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i$$

يتحول هذا الهدف الى:

$$f_i(x) + n_i^L - p_i^L = b_{lower}$$
$$f_i(x) + n_i^U - p_i^U = b_{upper}$$

وطورت عدة طرق للتعامل مع نموذج برمجة الأهداف بالمجالات منها النموذج المقترح من طرف Kvanli سنة 1980 الذي استعمل اول مرة دوال العقوبات وطبقها في المجال المالي، Romero سنة 1991، Joneو Tamiz سنة 1995، Chang سنة 2006، وغير ذلك من الأعمال التي توسعت في التعامل مع نموذج برمجة بالأهداف بالمجالات. كما يمكن استخدام نموذج البرمجة بالأهداف في ميدان التقدير البراميتري في الإحصاء كبديل مناسب للطرق والأساليب الإحصائية المعروفة كطريقة MCO. وتوجد عدة أشكال لدوال العقوبات منها على شكل حرف U، منها دوال العقوبات على شكل حرف V، منها دالة العقوبة المتزايدة،منها دوال العقوبة العكسية ومنها ذات 5 أجزاء خطية على شكل حرف U، نلخصها في الشكل التالي[24]:

الشكل رقم (03): أشكال دالة العقوبة



1- دالة العقوبة من جانب واحد (المتزايدة)

2- دالة العقوبة من جانب واحد (المتناقصة)

3- دالة العقوبة على شكل حرف V

4- دالة العقوبة ذات جانبين

5- دالة العقوبة على شكل حرف U

6- دالة العقوبة ذات 5 أجزاء خطي

Source: Romero,C., op.cit, p p 74-77

3-4- الاتجاهات الحديثة في موضوع صياغة برمجة الأهداف: إضافة الى متغيرات برمجة الأهداف التي تطرقنا اليها يوجد اتجاهات حديثة في برمجة الأهداف، **مثل**: نموذج برمجة الأهداف مع الاولويات الموسع extended lexicographic goal programming (Romero [25] 2001) ، نموذج البرمجة الكمبرومازية الموسع extended compromise programming [26] (Martıin & al 2011). ميتا- برمجة الأهداف meta-goal programming (rodriguez et al 2002)[27]، ميتا- البرمجة بالأهداف التفاعلي Interactive meta-goal programming (Caballero & al 2004)[28]، برمجة الأهداف متعددة الاختيارات[29]

(chang 2007) Multi-choice goal programming)، برمجة الأهداف متعددة الاختيارات المنقحة (chang 2008) Revised multi-choice goal programming[30]، برمجة الأهداف المبهم متعدد الاختيارات[31] Fuzzy Multi-Choice Goal Programming (Tabrizi et al 2012). ولا زالت التطورات النظرية لمتغيرات البرمجة بالأهداف في استمرار.

4-3-1- نموذج برمجة الأهداف مع الاولويات الموسع ELGP: تم تقديم هذا النموذج من طرف Romeroسنة2001، حيث يهدف الى وضع اطار عام يتيح الجمع وتقديم حل وسطي امثل بين خوارزمية برمجة الأهداف في شكله التجميعي وخوارزمية برمجة الأهداف في شكل Minmax. وتأخذ البرمجة بالأهداف مع الاولويات الموسع الصياغة الرياضية التالية[32]:

$$Min\ a=\begin{bmatrix}\left(\alpha_1\lambda_1+(1-\alpha_1)\left\{\sum_{i=1}^{q}\left(u_i^1\delta_i^{1-}+v_i^1\delta_i^{1+}\right)\right\}\right),\ldots,\\ \left(\alpha_l\lambda_l+(1-\alpha_l)\left\{\sum_{i=1}^{q}\left(u_i^l\delta_i^{l-}+v_i^l\delta_i^{l+}\right)\right\}\right),\ldots,\\ \left(\alpha_L\lambda_L+(1-\alpha_L)\left\{\sum_{i=1}^{q}\left(u_i^1\delta_i^{L-}+v_i^L\delta_i^{L+}\right)\right\}\right),\ldots,\end{bmatrix}$$

$$St\begin{cases}\alpha_1\left(u_i^l\delta_i^{l-}+v_i^l\delta_i^{l+}\right)\le\lambda & l=1,\ldots,L\\ fi(x)+\delta_i^{-}-\delta_i^{+}=b_i & i=1,\ldots,q\\ \delta_i^{-},\delta_i^{+}\ge 0 & i=1,\ldots,q\end{cases}$$

فاذا كانت $\alpha=1$ سنكون أمام نموذج البرمجة بالأهداف MINMAX، أما اذا كانت $\alpha=0$ سنكون أمام نموذج البرمجة بالأهداف التجميعي، فيما عادا ذلك سنكون أما حل وسطي بينهما.

4-3-2- ميتا– برمجة الأهداف: Meta-GP أو $[GP]^2$ تم تقديم هذا النموذج من طرف Rodriguez وآخرون سنة 2002، وتأخذ **ميتا– برمجة الأهداف** الصياغة الرياضية التالية[33]:

$$
\begin{aligned}
(\mathrm{GP})^2 \quad \min \quad & \left\{\beta_1^{(1)},\ldots,\beta_{r1}^{(1)},\beta_1^{(2)},\ldots,\beta_{r2}^{(2)},\beta_1^{(3)},\ldots,\beta_{r3}^{(3)}\right\} \\
\text{s.t.} \quad & f_i(\mathbf{x})+\delta^- -\delta^+ = t_i, \quad i=1,\ldots,s, \\
& g_j(\mathbf{x}) \leqslant b_j, \quad j=1,\ldots,m, \\
& \sum_{i\in S_k^{(1)}} \omega_i \frac{\delta^-}{t_i} + \alpha_k^{(1)} - \beta_k^{(1)} = Q_k^{(1)}, \quad k=1,\ldots,r1, \\
& \omega_i \frac{\delta^-}{t_i} - D_l \leqslant 0, \quad i\in S_l^{(2)}, \quad l=1,\ldots,r2, \\
& D_l + \alpha_l^{(2)} - \beta_l^{(2)} = Q_l^{(2)}, \quad l=1,\ldots,r2, \\
& \delta^- - M_i y_i \leqslant 0, \quad i\in S_r^{(3)}, \quad r=1,\ldots,r3, \\
& \frac{\sum_{\epsilon S_r^{(3)}} y_i}{\mathrm{card}(S_r^{(3)})} + \alpha_r^{(3)} - \beta_r^{(3)} = Q_r^{(3)}, \quad r=1,\ldots,r3, \\
& y_i \in \{0,1\}, \quad i\in S_r^{(3)}, \quad r=1,\ldots,r3, \\
& \delta^-,\delta^+ \geqslant 0, \quad i=1,\ldots,s, \\
& \mathbf{x}\in R^n, \\
& \alpha_k^{(1)},\beta_k^{(1)},\alpha_l^{(2)},\beta_l^{(2)},\alpha_r^{(3)},\beta_r^{(3)} \geqslant 0.
\end{aligned}
$$

بحيث يمكن من خلال هذا النموذج اشتقاق ثلاث انواع من الأهداف الثانوية انطلاقا من الأهداف الرئيسية وهي[34]: **النوع الأول**: تتعلق بمجموع النسب للانحرافات غير المرغوب فيها، **النوع الثاني**: تتعلق بالقيمة القصوى للانحرافات النسبية و**النوع الثالث**: تتعلق بنسبة معينة للاهداف غير منجزة.

3-3-4- برمجة الأهداف متعدد الاختيارات المنقح RMCGP: حيث ظهر في 2007 نموذج برمجة الأهداف متعدد الاختيارات على يد Chang ليعطي للهدف الواحد عدة مستويات التطلع، نظرا لصعوبة تعيين قيمة مستهدفة وحيدة. ليعود من جديد Chang في 2008، ويقدم نموذج برمجة الأهداف متعدد الاختيارات المنقح، بحيث ترتكز فكرته على استحداث متغير جديد يكون محصور بين الحد الأعلى والحد الأدنى، ويمكن صياغة النموذج المنقح على الشكل التالي[35]:

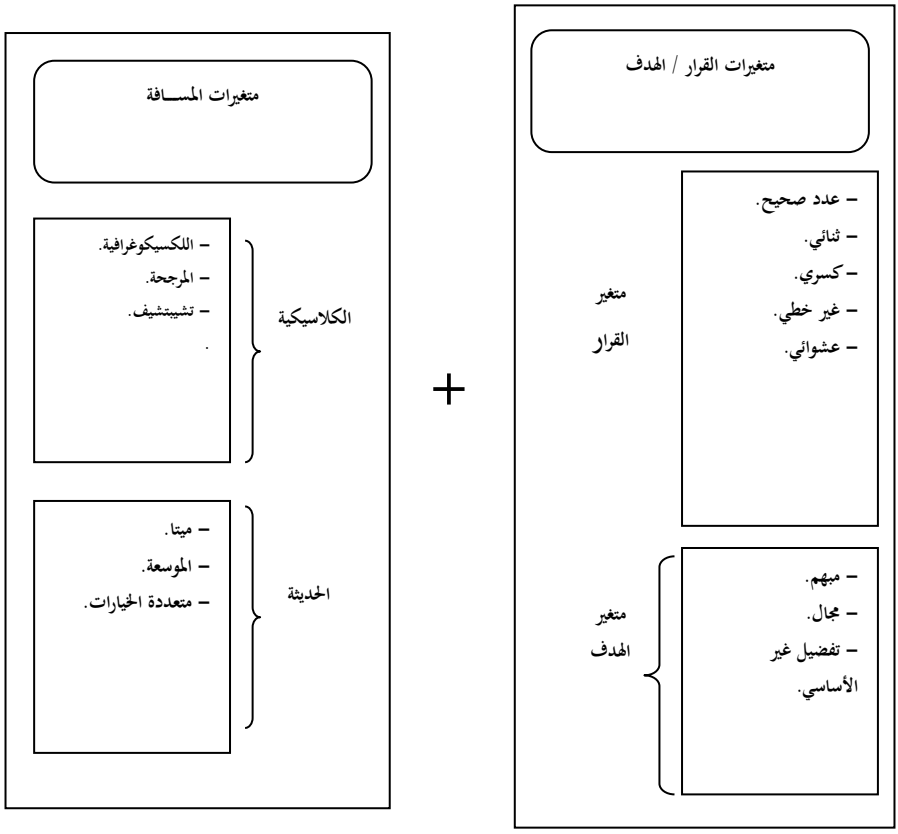
الجدول رقم(03): صياغة نموذج RMCGP في الحالة الأعظمية وفي الحالة الدنيا

الحالة الأعظمية	الحالة الدنيا الحالة الدنيا
$\text{Min} \sum_{i=1}^{n}[w_i(d_i^+ + d_i^-) + \alpha_i(e_i^+ + e_i^-)]$ s.t. $f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i = 1,2,\ldots,n,$ $y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\max}, \quad i = 1,2,\ldots,n,$ $g_{i,\min} \leqslant y_i \leqslant g_{i,\max},$ $d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geqslant 0, \quad i = 1,2,\ldots,n,$ $X \in F \quad (F \text{ is a feasible set}),$	$\text{Min} \sum_{i=1}^{n}[w_i(d_i^+ + d_i^-) + \alpha_i(e_i^+ + e_i^-)]$ s.t. $f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i = 1,2,\ldots,n,$ $y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\max}, \quad i = 1,2,\ldots,n,$ $g_{i,\min} \leqslant y_i \leqslant g_{i,\max},$ $d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geqslant 0, \quad i = 1,2,\ldots,n,$ $X \in F \quad (F \text{ is a feasible set}),$

المصدر: من اعداد الباحثين

حيث تمثل: d_i^- و d_i^+ المتغيرات الانحرافية السالبة والموجبة على التوالي المرفوقة بـ q هدف. e_i^- و e_i^+ الانحرافات السالبة والموجبة. أما α_q تمثل الوزن المرفوق بمجموع الانحرافين e_i^- و e_i^+ بعد استعراضنا لأهم متغيرات البرمجة بالأهداف نحاول تلخيصها في شكل توضيحي مختصر كما يلي:

الشكل رقم (04): متغيرات برمجة الأهداف



Source: Jones, D., Goal Programming Tutorial, op.cit, p38.

أما فيما يخص حالات استعمال مختلف متغيرات البرمجة بالأهداف نلخصها في الجدول التالي:

الجدول رقم (04): حالات استعمال مختلف متغيرات برمجة الأهداف الكلاسيكية والحديثة

متغيرات برمجة الأهداف	متى تستعمل؟
البرمجة بالأهداف المرجحة	عندما يكون متخذ القرار قادر على تخصيص الأوزان التي تعكس الأهمية النسبية لكل هدف، ويكون مهتم بالحل الذي يعطي أدنى مجموع مرجح لانحرافات الاهداف من مستوى تطلعها.
البرمجة بالأهداف تشيبتشيف	عندما يكون متخذ القرار في حاجة الى حلول متوازنة بين مجموعة الأهداف المحققة.
البرمجة بالأهداف اللكسيكوغرافية	عندما يكون في ذهن متخذ القرار ترتيب طبيعي ومباشر للأهداف، كما يستعمل عندما يكون متخذ القرار عاجز أن يزود الأهمية النسبية للأهداف بواسطة أوزان.
برمجة بالأهداف المبهمة	تستعمل في حالة الأوضاع التي تتميز بعدم الدقة والغموض، ففي بعض الحالات يكون متخذ القرار عاجز على تحديد قيم الأهداف بشكل صريح.
البرمجة بالأهداف المعبر بالمجال	تستعمل في حالة الأوضاع التي تتميز بالغموض وعدم الوضوح، بحيث يعطي لمتخذ القرار نوع من الحرية في اختيار مجال للقيمة المستهدفة بدلا من الاكتفاء بقيمة وحيدة محددة.
نموذج البرمجة بالأهداف مع الاولويات الموسع	يمكن من ايجاد حل امثل وسطي بين خوارزمية البرمجة بالأهداف في شكله التجميعي وخوارزمية البرمجة بالأهداف Minmax.
ميتا– برمجة الأهداف	تمكن متخذ القرار من التعبير على أفضلياته بشكل أحسن، بحيث يتم استعمالها عندما تكون هناك اهداف ثانوية يمكن اشتقاقها من الأهداف الرئيسية.
البرمجة بالأهداف متعدد الاختيارات	عندما يقرر متخذ القرار تعيين عدة قيم مستهدفة لهدف واحد.

المصدر: من إعداد الباحثين.

5– مشاكل نموذج برمجة الأهداف وطرق التغلب عليها: بالرغم من المزايا التي تمتاز بها برمجة الأهداف إلا ان هناك بعض العيوب والمشاكل وجهت اليها تمحورت اساسا حول:

- **مشكلة الحل غير الفعال**: الناتج عن مشكلة التعويض بين الأهداف.
- **مشكلة وحدات القياس**: حيث غالبا ما تكون الأهداف بوحدات مختلفة (عدد الساعات، وحدة نقدية، وحدة منتجة، عدد العمال...الخ). كما ان الحل يختلف عند استعمالنا دج عن الحل الامثل باستخدامنا السنتيم. وبالتالي النتائج المحصل عليها لا يكون لها اي تفسير اقتصادي وعلمي واضح.

- **مشكلة تحديد معاملات الأهمية النسبية للأهداف.**

لذلك تم استحداث العديد من الطرق من اجل التغلب على حالات القصور هذه من :

- استخدام طريقة HANNAN [36]، طريقة النقطة المرجعية وطريقة Jones وTamiz...الخ، في التغلب على الحل غير الفعال.
- استخدام طريقة التوحيد النسبي[37]، طريقة التوحيد الإقليدية[38] وطريقة توحيد صفر-واحد[39]، في التغلب على مشكلة وحدات القياس.
- أما بالنسبة لمشكلة تحديد معاملات الأهمية النسبية للأهداف فيوجد عدة طرق لتحديد معاملات الأهمية النسبية للأهداف من أبرزها التحليل الهرمي.

6- التكامل والدمج بين برمجة بالأهداف وتقنيات أخرى: عرف العقد الماضي اتجاه هام في دمج برمجة الأهداف مع العديد من نماذج اتخاذ القرار متعدد المعايير، بحوث العمليات، الاحصاء وتقنيات أخرى، بحيث لم تعد كل تقنية عبارة عن كيان منفصل عن التقنيات الأخرى فقد عرفت التطبيقات والتطورات النظرية في مجال دمج والتكامل بين برمجة الأهداف والتقنيات الأخرى تزايدا[40].

6-1- برمجة الأهداف والتحليل المغلف للبيانات DEA: أسلوب التحليل المغلف للبيانات أو التحليل التطويقي للبيانات هو أداة تستند إلى البرمجة الخطية في قياس الكفاءة النسبية لمجموعة من وحدات اتخاذ القرار القابلة للمقارنة فيما بينها، بشكل متجانس، وتستخدم نفس المدخلات وتنتج نفس المخرجات.[41] طور هذا الأسلوب من طرف Charnes و Cooper وRhodes سنة 1978، ووسع من طرف Banker وآخرون سنة 1984 [42]. وقد لقي انتشارا واسعا في السنوات الأخيرة فاتحا امامه امكانية حل مشاكله وتحويلها الى صياغات البرمجة بالأهداف لتعكس تفضيلات متخذ القرار في عملية تقييم الكفاءة. حيث نجد أن Athanassopoulos قام سنة 1995 باقتراح نموذج GoDEA الذي هو عبارة عن تكامل بين برمجة الأهداف والتحليل المغلف للبيانات، جامعا بين الأهداف المتعارضة من الكفاءة والفعالية والعدالة في توزيع الموارد ومتضمنا وجهات النظر من مستويات الإدارة المختلفة في عملية التخطيط[43].

كما طبق هذا المنهج من طرف Ekinci في 2007 في اختيار الموردين[44].

2-6- برمجة الأهداف وعمليات التحليل الهرميAHP: اصبح التحليل الهرمي يستخدم في تحديد معاملات الأهمية النسبية للأهداف الخاصة بنموذج برمجة الأهداف. كما طبق هذا التكامل بين GP وAHP في العديد من المجالات وقطاعات الأعمال: تخطيط الإنتاج، التخطيط الصحي، التخطيط الاداري والاستراتيجي وكذا البيئة وإدارة النفايات...الخ.

3-6- برمجة الأهداف وتقنيات آخرى من بحوث العمليات: استخدمت برمجة الأهدف على نطاق واسع لحل النماذج الكلاسيكية الناشئة عن بحوث العمليات. بحيث يوجد قائمة غير حصرية من الاصدارات الخاصة ببرمجة الأهداف سواء من ناحية تطبيقاته او من ناحية دمجه بأساليب بحوث العمليات، نذكر منها على سبيل المثال[45]: نموذج تخطيط المخزون لـ Panda وآخرون سنة 2005، نموذج النقل لـ Kwak وSchniederjans سنة 1985، مشكلة اختيار محفظة استثمارية لـ Perez Gladish آخرون سنة 2007، في ادارة سلسلة الامداد لـ Ho وEmrouznejad سنة 2009، وفي تخطيط الانتاج لـ Leung وChan سنة 2009 وغير ذلك من التطبيقات التي عملت الى دمج بين برمجة الأهداف وبحوث العمليات بدلا من استعمال برمجة الأهداف كأداة حل فقط لهذه الأساليب.

4-6- برمجة بالأهداف والتقنيات الإحصائية: ظهرت في السنوات الأخيرة مجموعة من الأعمال والاقتراحات حول امكانية استخدام برمجة بالأهداف في الاحصاء كبديل مناسب للطرق والأساليب الاحصائية المعروفة مثل طريقة القيود المطلقة الصغرى وطريقة المربعات الصغرى. بحيث ان الصياغة الأصلية لبرمجة الأهداف كانت في اطار الانحدار المقيد constrained regression. ومن هذا الأعمال نجد في كل من أبحاث Charnes وآخرون 1988، Sueyoshi في سنة 1997، أما التصنيفات الحديثة فيما يخص استخدام برمجة الأهداف في الانحدار نجد Bhattacharya في 2006 استخدمها في التخطيط الزراعي وDa Silva وآخرون في 2006 استخدموه في ادارة الغابات وتوصلو الى أن برمجة الأهدف تعطي نتائج مماثلة لطريقة المربعات الصغرى. Sedeno-Noda في 2009، أما Amiri و-Salehi Sadaghianiفي سنة 2009 استخدم برمجة الأهداف المبهم في تحسين المشاكل متعددة الاستجابة[46].

كما استخدم هذا التكامل بين برمجة الأهداف والمنطق الغامض، وبين برمجة الأهداف والمحاكاة، وبين برمجة الأهداف واعتبارات كفاءة باريتو، وبين برمجة الأهداف والذكاء الصناعي، وبين البرمجة بالأهداف وتكنولوجيا المعلومات...الخ، ومازالت الابحاث الخاصة بهذا المنهج في تزايد.

الخاتمة:

استطاعت برمجة الأهداف التغلب على السلبية الاساسية في البرمجة الخطية والمتمثلة بالتزامها بهدف واحد فقط وذلك عن طريق معالجتها المشاكل متعددة الأهداف بالإضافة الى تمكينها من الوصول الى الحل المرضي الذي يخفض الانحرافات عن الاهداف المرجوة الى حد ممكن عكس البرمجة الخطية التي تسعى الى الوصول الى الحل الأمثل للمشكلة[47]، كما قد يشمل نموذج برمجة الأهداف على وحدات قياس غير متجانسة عكس البرمجة الخطية تكون وحدة القياس فيها متجانسة. اذ يعتبر نموذج برمجة الأهداف أحد الأساليب الكمية الهامة والتي تستحق كل الاهتمام من قبل الباحثين، حيث تعتبر برمجة الأهداف من أنسب أساليب بحوث العمليات نظرا للعديد من المزايا التي يتصف بها من[48]:

- قدرة النموذج على التعامل مع الأهداف المتعددة والمتعارضة فمثلا زيادة الربح مع كفاءة الانتاج والمنافسة مع مؤسسات أخرى يكون من الصعب ايجاد توافق أو الجمع بين هذه الأهداف[49].
- يتيح نموذج برمجة الأهداف الرغبة للإدارة في التعبير عن مستويات الأهداف المرغوبة.
- يوفر النموذج عدة سياسات تخطيطه تختلف في تكوينها من حيث أولويات هذه الأهداف ومستويات تحقيقها.
- يساعد الإدارة في تحليل الانحرافات عن تحقيق الأهداف ودراسة أسبابها واتخاذ القرارات اللازمة لمعالجة هذه الانحرافات.
- يساعد على تحديد الموارد والإمكانيات اللازمة لتحقيق أقصى ما يمكن تحقيقه من الأهداف المرغوبة.

المراجع والهوامش:

1. promethee: **P**reference **R**anking **O**rgabization **M**ethode of **E**nrichment **E**valuation.

2. Martel,J,M., and.Aouni,B., Methode multicritère de choit d'un emplacemement:le cas d'un Aéroport dans le nouveau québec,vol30, n2, Qubec, 1992, p106-107.

3. من اعداد الباحثة اعتمادا على: رشيد بشير رحيمه، ايجاد الحل العددي الأمثل لمسائل الدوال متعددة الأهداف بطريقة مولد قطع المستوى المطورة، مجلة جامعة ذي قار، العدد 1، 2011، ص19. وعلى:

MOUSLIM,H., Fuzzy Goal Programming with Multiple TARGETS: A NEW FORMULATION, First International Conferences on Quantitative methods applied in the management, Saida, Algeria, from 19 to 20 November 2013, p2. & Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, International séries in Operations Research and management science, Springer New York, 2010.

4. Charnes ,A. & Cooper,W. ,Management models and industrial applicationq of linear programming,new york, xiley,1961.

5. Tamiz, M. , Romero,C & Jones,D., G.P for decision making : An overview of the current state of the art ,European Journal of operation Research, vol. 111 (579.581), 1998 , p 579.

6. Aouni,B., Le modèle de goal programming mathématique avec buts dans un environnement imprécis, thèse de doctorat, 1998, p 37.

7. Orumie,U,C. & Ebong,D., A Glorious Literature on Linear Goal Programming Algorithms, American Journal of Operations Research, 2014, 4, p 60.

8. صلاح محمد شيخ ديب، استخدام نموذج برمجة الأهداف في إدارة سلسلة التوريد: دراسة تطبيقية على قطاع الغزل والنسيج في مصر، رسالة دكتوراه، كلية التجارة، جامعة عين شمس، مصر، 2004، ص 106.

9. حسين محمود الجنابي، الاحدث في بحوث العمليات، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، 2010، ص ص 284-285، بالتصرف.

10. Aouni, B., Le modèle de goal programming mathématique avec buts dans un environnement imprécis, op.cit., p18.

11. Erwin Kalve,G, Solving Multi-objective models with gams, gams development corp, Washington, 2000, p3.

12. مسعود عبد الله بدري وجمال محمد المهيري، نموذج متعدد الأهداف للتخطيط الأمثل لمواقع المستوصفات الطبية، المجلة العربية للعلوم الإدارية، جامعة الكويت، المجلد السابع، العدد الثاني، 2000، ص 299 .

13. Belaid,A. et Hassain,A., Marc martel J, les références du décideur dans le goal Programming :état de l'art et perspectives futures, 6ème conférence francophone de modélisation et simulation-rebat,Maro, avril 2006, p2.

14. Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, p 15.

15. Flavell R.B , A new Goal Programming Formulation, Omega, N° 04, 1976.

16. Belaid,A. et Hassain,A., Marc martel J, op.cit., p3.

17. Romero,C.& Tahir Rehman,T., Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions, Library of congress cataloging in publication Data, 2nd edition, 2003, p27.

18. ORUMIE,U.C., and EBONG,D.W., An Efficient Method of Solving Lexicographic Linear Goal Programming Problem, Journal of Natural Sciences Research, 2014, p35.

19. مكيديش محمد، التخطيط الاجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية، جامعة تلمسان،2012، ص 128. بالتصرف.

20. Tamiz,M. &Yaghoobi,M,A., Nurse sheduling by fuzzy goal programming, 638 lecture notes in economics and mathematical systems, Springer New York, 2010, p154.

21. Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, p17.

22. HASSAINE,A., La Modélisation des préférences du décideur dans le modèle du Goal Programming, thèse de doctorat en sciences de gestion, 2008, p79.

23. Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, p63.

24. Romero,C., Hand book of critical issues in goal programming, British library cataloguing in publication Data, 1991, p p 74-77.

25. Romero,C., Extended lexicographic goal programming: a unifying approach, Omega, Vol 29, N°1, 2001, PP 63-71.

26. Martıin,M.A., Cuadrado, M.L.& Romero,C, Computing efficient financial strategies: An extended compromise programming approach, Applied Mathematics and Computation, Vol 217, N° 19, 2011, pp 7831-7837.

27. Rodríguez,U,V. & al, Meta-goal programming, European Journal of Operational Research, Vol 136, N° 2, 2002, pp 422–429.

28. Caballero,R. & al, Interactive meta-goal programming, European Journal of Operational Research, Vol 175, 2006, pp 135–154.

29. Chang, C.T., Multi-choice goal programming,Omega,Vol 35, N° 4, 2007, pp 389–396.

30. Chang, C.T., Revised multi-choice goal programming, Applied Mathematical Modelling, Vol 32, N° 12, 2008, pp 2587–2595.

31. Tabrizi,B.B. & al, Fuzzy multi-choice goal programming, Applied Mathematical Modelling,Vol 36, N° 4, 2012, pp 1415–1420.

32. Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, p64.
33. Rodríguez,U,V. & al, Meta-goal programming, op.cit, p426.
34. Jone,D & Tamiz,M., Pratical Goal Programming, op.cit, p66.
35. Chang, C.T., Revised multi-choice goal programming, op.cit, p2590.
36. قازي ثاني لطفي، تحليل نمطي لمتغيرات نموذج البرمجة بالأهداف، رسالة ماجيستر، كلية العلوم الاقتصادية، جامعة تلمسان، 2006، ص ص 109- 112، بالتصرف.
37. مكيديش محمد، التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة، مرجع سابق، ص 107.
38. Tamiz,M., Jones,D. & Romero,C., Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art, European Journal of Operational Research, Vol 111, N° 3,1998, p573.
39. Tamiz,M., Jones,D. & Romero,C., op.cit, p573.
40. Jones,D,F. & Tamiz,M., Goal programming in the period 1990-2000, in Matthias Ehrgott & Xavier Gandibleux, Multiple Criteria Optimization: State of the Art Annotated Bibliographic Surveys, Kluwer Academic publishers, 2006, pp140-143.
41. Izadikhah, M., Using goal programming method to solve DEA problems with value judgments, Yugoslav Journal of Operations Research, Vol24,N°2, 2014, p1.
42. Tanino,T., & al., Multi-Objective Programming and Goal Programming: Theory and Applications, Springer Science & Business Media, 2003, p71.
43. Athanassopoulos,A.D., Goal programming & data envelopment analysis (GoDEA) for target-based multi-level planning: Allocating central grants to the Greek local authorities, European Journal of Operational Research, Vol 87, N°3, 1995, pp 535-550.
44. Jone,D & Tamiz,M.,op.cit, p126.
45. Ibid., pp 125-126.
46. Jone,D & Tamiz,M.,op.cit, p.114
47. Maizah Hura, A., op.cit., p8.
48. صلاح محمد شيخ ديب، مرجع سابق، ص 10، بالتصرف.
49. Kareem,K,M., Production planning by use goal programming with practical application, Diuala journal for pure sciences, vol:9,n° 04, october 2013, p 40.