

تقنية متطورة لحل مسائل الأمثلة متعددة الأهداف

حبيب سليمان علي*

نورا الحلو**

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥ /٧/٨ - تاريخ النشر ٢٠٢٥ /٩/٧)

□ ملخص □

يهدف هذا البحث لإبراز الدور الهام الذي تلعبه تقنية برمجة الأهداف في تحديد خطة الإنتاج المثلى، تم تطبيق عدة نماذج لهذه التقنية على مؤسسة انتاجية، وذلك لوضع خطة انتاج مثلى متعددة الأهداف (تعظيم الربح، تعظيم كمية الانتاج، خفض الكلفة للإنتاج، ..). تمكنت هذه التقنية، وبكفاءة وأداء عالي، من تحديد كميات الإنتاج المثلى الموافقة لمستويات الطموح المحددة. وُجد من خلال تحليل النتائج، أن الاستراتيجيات المقترحة من قبل نماذج هذه التقنية أعطت نتائج أفضل من الخطة الفعلية للمؤسسة، وهذا يدل على أن تقنية برمجة الأهداف ذات كفاءة وفعالية كبيرة في تحقيق أهداف المؤسسة وتستحق كل الاهتمام والتقدير من قبل الباحثين.

الكلمات المفتاحية: برمجة الأهداف، دوال الانتماء، الانتاج الأمثل، النماذج، البرمجة المرجحة، برمجة الأولويات، البرمجة الضبابية، البرمجة المعيارية.

*أستاذ مساعد، قسم الرياضيات، كلية العلوم، جامعة حمص

Improvement Technology TO solve Multi-Criteria optimization problem

Habib Ali*
Noura Al Helou**

(Received 8/7/2025. Accepted 7/9/2025)

□ ABSTRACT □

This search aims to highlight the important role of the Goal programming in determining the optimal production plane. Many models applied on production Company in order to put an optimal production plane, with malty goals (Maximize the earnings, Maximize the production, Minimize costs...).

The technique determines the optimum production amounts according to satisfaction levels. Through analyzing the results, we were found that the proposed plans yielded better results than the actual plan of the company, This indicates that the Goal programming technique has achieved great efficiency and effectiveness in achieving the organization's goals and deserves all the attention and appreciation of researchers.

Keywords: Goal programming, membership functions, optimal production ,models , Weight Goal Programing (WGP) , Lexigraphic Goal Programing (LGP) ,Fuggy Goal Programing(FGP) ,Standard Goal Programing (SGP).

*Primary Supervisor: Habib Ali, Assistant Professor, Mathematics Department, Faculty Of Science, Homs University.

**Informatices And Programming, Mathematics Department, Faculty Of Science, Homs University

1- مقدمة

يعتبر النشاط الإنتاجي الدعامية الأساسية لأي اقتصاد، لذلك تسعى المؤسسات الصناعية لإنجاز هذا النشاط على أكمل وجه، وذلك من خلال التوسع في نشاطها وخلق فرص عمل من جهة، ومن جهة أخرى نمو رأس مالها وتعظيم أرباحها والسهر على تقوية العلاقة مع زبائنهم. ومن أجل محافظة المؤسسة على مكانتها في السوق، تضع لها عدة أهداف ترغب في تحقيقها خلال عملية الإنتاج كتعظيم الربح، تخفيض الكلفة، تحقيق جودة عالية للمنتج

في ظل التوسع الاقتصادي وتذبذب الأسعار، أصبح من الصعب الاعتماد على الطرق التقليدية لتحقيق عدة أهداف، وكان لابد من الاستعانة بالأساليب العلمية الحديثة، والتي يتصدرها وبجدارة علم بحوث العمليات، وخصوصاً تقنية برمجة الأهداف (البرمجة المتعددة الأهداف)، حيث لاقت هذه الأخيرة قبولاً واسعاً في العديد من المجالات [1].

برمجة الأهداف أحد أهم التقنيات المستخدمة في ظل تعدد الأهداف وتعارضها عند الاختيار بين بدائل القرار في حالات تخصيص الموارد، وهي نموذج رياضي يسعى لإيجاد أقرب وأفضل الحلول بالنسبة للقيم المحددة للأهداف، هي لا تعمل على تعظيم أو تخفيض هدف معين بذاته، وإنما تحاول الوصول إلى أقرب نتيجة لقيم الأهداف المحددة سلفاً، وذلك عن طريق تخفيض مجموع انحرافات النتائج عن الأهداف المحددة مسبقاً إلى أدنى حد ممكن. يُعتبر نموذج برمجة الأهداف الأكثر شيوعاً لمعالجة المسائل ذات الأهداف المتعددة والمتعارضة، كما يمكنه التعامل مع الأهداف المتعددة والتي تقاس بوحدات قياس مختلفة. هي تقنية متجددة من شأنها رفع فعالية وأداء نظم الإنتاج والنقل [3]، التسويق والتخصيص...، إلا أنه مع توسع الأنشطة وتعقيدها كان من الضروري استحداث وتطوير هذه التقنية، فتم تقديم العديد من النماذج، ولعل أهمها برمجة الأهداف المعيارية [6]، برمجة الأهداف المرجحة [5]، برمجة الأهداف بالأولويات [7]، برمجة الأهداف الضبابية [4][10]، برمجة الأهداف باستعمال دوال الكفاءة [9]، برمجة الأهداف متعددة الخيارات [8]، برمجة الأهداف المنقحة [29]،

تم في هذا البحث إبراز أهمية هذه التقنية في ظل تعدد الأهداف وتعارضها والقيود المفروضة. وكيف يمكن لأنسب نماذجها أن تدعم القرار الأمثل الخاص. تم تطبيق عدة نماذج على مؤسسة إنتاجية، وعند مقارنة النتائج وُجد أن هذه النماذج وفرت عدة استراتيجيات تخطيطية مختلفة في تكوينها من حيث أولويات الأهداف ومستويات تحقيقها ودرجة الابهام (الغموض أو الضبابية Fuzzy) لمتغيرات النموذج، ويبقى على متخذ القرار اختيار الاستراتيجية التي تتماشى مع أهدافه. والنتيجة أن برمجة الأهداف من أهم وأنسب تقنيات بحوث العمليات نظراً للعديد من المزايا والامكانيات الهائلة التي تتمتع بها.

سُلط الضوء في هذا البحث على أهمية هذه التقنية الرهيبية في حل المسائل متعددة الأهداف والمتعارضة، تمت دراسة ومقارنة أنواع مختلفة من نماذج برمجة الأهداف الهامة والحديثة وتوضيح كيفية استخدام هذه التقنية، بمختلف نماذجها، في اتخاذ القرارات الأمثلية. تناول هذا البحث وضمن الدراسة النظرية نشأة وتطور برمجة الأهداف، مفهوم ومزايا هذه التقنية، الاختلاف الرئيسي بينها وبين البرمجة الخطية، مجالات تطبيقها، الصياغة العامة لمسألة برمجة الأهداف، عرض أهم وأحدث نماذجها ودراسة أهمها (والتي أحرزت

تقدماً كبيراً ومتسارعاً في السنوات الأخيرة). أما الدراسة العملية فقد تضمنت تطبيق أهم وأحدث نماذج برمجة الأهداف على مسألة انتاج والمقارنة بين هذه النماذج.

٢- الدراسة المرجعية

أجريت العديد من الدراسات في هذا المجال، وتناولت جوانب عدة اقتصادية ونتاجية واستثمارية وغيرها ومنها:

• مامو جبار، ٢٠٢٥. التخطيط الشبكي للمشاريع باستخدام البرمجة بالأهداف المبهمة (الضبابية).

استخدم هذا البحث المنطق الضبابي واقترح نموذج برمجة خطية متعددة الأهداف جديد يركز على ثلاثة محاور رئيسية: خفض التكاليف الإجمالية، وخفض الوقت الإجمالي للمشروع، وتعظيم الجودة الشاملة. ويستند هذا النموذج إلى فكرة مبتكرة تتطوي على إعادة هيكلة التكاليف من خلال نقلها من الأنشطة غير الحرجة إلى الأنشطة الحرجة، مما يسمح بضغط وقت المشروع مع تقليل الاعتماد على التمويل الخارجي. وتم تحويل النموذج المقترح إلى برمجة الأهداف الضبابية باستخدام نهج MinMax. ولتجنب الأخطاء المحتملة في تحديد المسار الحرج، تم تطوير خوارزمية باستخدام Python تساعد على استخراج جميع المسارات بدقة. تم اختبار النماذج باستخدام برنامج LINGO19 ومقارنتها بالنموذج المقترح من قبل Reza & Hamid (٢٠٢٤)، مما أظهر تحسينات كبيرة في الأداء.

• أ.د. وقاص سعد خلف، عبدالرحمن عباس، ٢٠٢٥. برمجة الأهداف وتخطيط الاحتياجات من المواد بالاعتماد على التنبؤ بالطلب.

يمثل البحث منهجاً متكاملاً لتخطيط متطلبات المواد من خلال استخدام أساليب التنبؤ وبرمجة الأهداف، إذ تم التركيز على الصعوبات التي تواجهها الشركة في التنبؤ بالطلبات، الهدف هو زيادة الأرباح وتقليل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون من خلال دمج نموذج ARIMA مع برمجة الأهداف، ومن الضروري القيام بجمع البيانات وتحليلها باستخدام الأساليب العلمية المتقدمة بهدف اختبار فعالية النماذج المقترحة، أشارت النتائج إلى أن تطبيق الأساليب العلمية للتنبؤ وبرمجة الأهداف ساهم في تمكين الشركة من تحقيق التوازن بين الطلب والإنتاج، فقد أدى إلى زيادة مستوى الربح وخفض بعض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون مما يؤدي إلى تخطيط الاحتياجات من المواد بكفاءة، وينبغي تنفيذ التقنيات المتقدمة للتنبؤ وبرمجة الأهداف ويجب تحديث النماذج وتقنيات (MRP) بانتظام.

• محمد عمار كوكه، أ. د زكوان أحمد قريط، ٢٠٢٤. اتخاذ القرار الاستثماري باستخدام أسلوب برمجة الأهداف _دراسة تطبيقية على شركات التأمين المدرجة في بورصة دمشق.

تم في هذا البحث تحديد السهم الواجب استثماره من أسهم شركات التأمين المدرجة في بورصة دمشق وماهي كميته وذلك باستخدام برمجة الأهداف. كما قدم هذا البحث تصميم النموذج الرياضي وتطبيقه على البيانات المنشورة عام ٢٠٢٢ لجميع شركات التأمين المدرجة في بورصة دمشق وعددها ستة. وكانت النتائج أن السهم الواجب شراؤه، وباعتبار الأولوية هدف تعظيم العائد هو سهمي الشركتين المتحدة والكويتية ونسبة ٤٦,٥٧%، 53.43% على التوالي، والسهم الواجب شراؤه، وباعتبار الأولوية هدف تخفيض مستوى المخاطرة

هو سهمي الشركتين الدولية والمتحدة وبنسبة ٩٣,٤٧%، 6.53% على التوالي. وفي نهاية الدراسة تم اقتراح استخدام نموذج برمجة الأهداف عند اتخاذ القرار الاستثماري في سوق دمشق للأوراق المالية.

• Nabil Mansour، Mohamed Sadok Cherif، Mohammed Alhanif، ٢٠٢٣. نموذج

برمجة الأهداف مع دوال الرضى لاختيار المحفظة المالية في السوق المالية السعودية. درس هذا البحث نموذج برمجة الأهداف مع دوال الرضا لمسألة اختيار المحفظة المالية، مع الأخذ بعين الاعتبار أهداف متضاربة مثل رأس المال والعائد والمخاطر في بيئة استثمارية تتسم بعدم التأكد، الهدف من البحث صياغة نموذج متعدد الأهداف لاختيار محفظة مالية تتضمن معلومات ضبابية ودمج تقضيلات المستثمر من خلال مفهوم دوال الرضى. تم تطبيق النموذج المقترح لاختيار المحفظة المالية داخل السوق المالية السعودية ومناقشة النتائج المستحصل عليها. أظهرت النتائج العملية أن المستثمر تم دمج بشكل جيد في عملية الأمثلة لمسألة اختيار المحفظة.

• دريدي أحلام، قشوط الياس، وراضية مغزي لعريفي، ٢٠٢٢. دور استخدام نماذج البرمجة متعددة الأهداف في تحسين اتخاذ القرار في المؤسسات الاقتصادية الجزائرية_ دراسة حالة مصنع تجميع المركبات الصناعية.

هدفت هذه الدراسة إلى إبراز دور نماذج برمجة الأهداف في تحسين إتخاذ القرارات في مصنع تجميع المركبات الصناعية، وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق نموذج برمجة الأهداف المقترح في المصنع ساهم في تحسين إتخاذ القرارات من خلال تحقيق أغلب أهداف المؤسسة، لهذا توصي الدراسة بتبني النموذج المقترح لأنه ساهم في ترشيد وتحسين إتخاذ القرارات في المؤسسة.

• زهراء قاسم هاشم، ٢٠٢٢. حل نموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف باستخدام الثنائية (النموذج المقابل).

تم من خلال البحث استخدام نموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف وإتباع طريقة جديدة لتعظيم أرباح الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود، إذ تم استخدام أسلوب جديد لتوحيد نوع الأهداف المتعارضة للنموذج، ويتم ذلك من خلال استخدام نموذج الثنوية وإيجاد الحل الأمثل لكل دالة هدف تحت القيود نفسها، ومن ثم استخراج متوسط الحل الأمثل لدوال الأهداف المتعددة وبناء نموذج خطي بهدف واحد يحقق تعظيم الأرباح للمصنع، إذ يتكون المصنع من عدة معامل، كما تم دراسة منتجات المعامل وبناء النموذج وفق ذلك، أيضاً تم استخدام برنامج LINGO14، إذ تم صياغة البرنامج من قبل الباحث للتوصل للنتائج.

• نهى عبد الكريم عودة شقليه، ٢٠٢١. استخدام البرمجة الخطية متعددة الأهداف لإيجاد أقصر مسار

لنموذج مسألة النقل.

تناول البحث الاهتمام بكلفة نماذج النقل التي تعتمد على (حمولة النقل، والمسافة المطلوب النقل إليها)، وبدراسة ثلاث نماذج لنقل سلعة ما من مصادرها إلى مراكز الطلب لها، تم حساب كلفة نقلها بالطرق المعتادة لنماذج النقل، باستخدام طريقة التوزيع المعدل، ومقارنة كلفة النقل باستخدام مسألة أقصر مسار لشبكة عادية مباشرة بالطريقة الحسابية اليدوية، والحصول على أقصر مسار للشبكة الذي يناظر أقل كلفة نقل وهي المثلى مقارنة بالطرق المعتادة لنماذج النقل.

• ملول سليم وموسليم حسين، ٢٠٢٠. فعالية نموذج برمجة الأهداف المتعددة القيم المستهدفة المبهم المقترح من طرف (Tabrizi et al. 2012) في المفاضلة بين طلبات القروض المصرفية، دراسة حالة بنك التنمية المحلية بمغنية .

تم في هذا البحث تقديم منهج رياضي حديث في ترشيد اتخاذ قرارات منح الائتمان بالبنوك التجارية، باستخدام نموذج برمجة الأهداف الضبابية ذات القيم المستهدفة المتعددة Fuggy Multi Choice Goal Programming (FMCGP) المقترح من طرف تبريزي واصحابه (Tabrizi et al. 2012) ، ومن خلال الدراسة الميدانية التي أجريت في بنك التنمية المحلية BDL ، حيث تمت عملية المفاضلة بين طالبي القروض على أساس استراتيجية البنك المبنية على هذا النموذج، ومدى تفضيله لمعيار على آخر باستخدام هيكل الأوزان المرجحة. تم التوصل الى ان النموذج FMCGP يمكن اعتباره أحد الأساليب القوية في حل المشاكل المتعددة الأهداف التي تتعلق بعملية الائتمان، خاصة في ظل اقتصاد يتميز بتحولات سريعة وعشوائية.

عند دراستنا لمختلف الدراسات السابقة وجدنا أن بعضها تطرق لنموذج برمجة الأهداف العادية، وبعضها الآخر لنموذج برمجة الأهداف مع دوال الرضى، وآخر لنموذج برمجة الأهداف باستخدام الثنائية، وآخر لنموذج برمجة الأهداف المتعددة القيم المستهدفة المبهم، في تخطيط وحل مشاكل عديدة كالنقل والمحفظة المالية والانتاج، على حين ان دراستنا كانت شاملة ومتكاملة، تناولت عدة نماذج هامة لبرمجة الأهداف تقليدية وحديثة. قامت الدراسة بتطبيق هذه النماذج المدروسة على مؤسسة انتاجية وأظهرت أهمية كل نموذج بالنسبة للمؤسسة، وبالتالي أتاحت الدراسة امكانية استفادة المؤسسة من أحد النماذج لتحديد كميات الانتاج المثلى، لتحقيق مجموعة أهداف متعددة ومتعارضة عند مستوى طموح معين قد يكون معلوم او مجهول. فإذا كانت مستويات الطموح معلومة تُطبق مباشرة احدى طرق برمجة الأهداف المؤكدة، وهذا بناءً على الاستراتيجية التي يتبعها متخذ القرار على أساس الأولويات أو الأوزان المراد ترجيحها، أما اذا كانت مستويات الطموح مجهولة فيمكن ايجادها باستخدام البرمجة الكميرومازية أو احدى طرق برمجة الأهداف الضبابية. وبالتالي أظهرت الدراسة دقة وكفاءة برمجة الأهداف التي تضع أمام متخذ القرار عدة خطط واستراتيجيات يتم اختيار أفضلها وفقاً للمعطيات المتوفرة لديهم وعلى أساس ترتيب أولويات الأهداف. طبقت الدراسة على مسألة الانتاج نظراً للأهمية البالغة لها. تم اعتماد أسلوب تحليل منهجي دقيق يبين نماذج برمجة الأهداف، من خلال خطوات عمل منهجية يمكن أن تتخذ كآلية لتحديد نموذج برمجة الأهداف المساعد في ترشيد القرارات. كما تم استخدام برنامج Lindo17 ، وهو حزمة برمجيات تتميز بسهولة التطبيق من أجل تسهيل حل مختلف النماذج الرياضية. كما يمكن استخدام برنامج QM Windows لحل نماذج برمجة الأهداف. الا أننا نشير الى أن الدراسات السابقة ساعدتنا كثيراً في تكوين فكرة واضحة عن ماهية الأمثلة وبرمجة الأهداف. ودراستنا هذه ماهي الا تكملة للدراسات السابقة.

٣-هدف البحث

يهدف هذا البحث الى ابراز أهمية استخدام تقنية برمجة الأهداف في ظل تعدد الأهداف وتعارضها والقيود المفروضة على مؤسسة انتاجية وكيف يمكن لأفضل نماذج هذه التقنية أن تدعم القرار الخاص بالانتاج. عند مقارنة نتائج مختلف نماذج برمجة الأهداف بمستويات الطموح وجدنا أن هذه النماذج وفرت عدة سياسات تخطيطية مختلفة في تكوينها من حيث أولويات هذه الأهداف ومستويات تحقيقها ودرجة الضبابية لمتحولات النموذج، ويبقى على متخذ القرار اختيار الاستراتيجية الأفضل والتي تتماشى مع أهدافه. وخلص البحث الى أن برمجة الأهداف من أهم و أنسب طرائق بحوث

العمليات نظراً للعديد من المزايا [11] والامكانيات الهائلة التي تتمتع بها.

٤- أهمية البحث

تبرز أهمية البحث في دراسة أسلوب هام من طرائق بحوث العمليات وهو برمجة الأهداف وتوضيح كيفية بناء النموذج الرياضي لهذه التقنية التي تعالج عدة أهداف، والتي يمكن أن تكون متعارضة. وأيضاً تبرز الأهمية في تطبيق نماذج برمجة الأهداف الهامة والحديثة على مؤسسة انتاجية، ويعتبر هذا البحث هام للاعتبارات التالية:

- ١- الأهمية العلمية للبحث فهو يسهم في إثراء المكتبة العلمية، كونه يوضح كيفية استخدام تقنية برمجة الأهداف في أمثلة عملية الانتاج.
- ٢- إظهار أهمية التخطيط الأمثل للإنتاج وأهمية استخدام نماذج برمجة الأهداف في عملية اتخاذ القرارات في المؤسسات الانتاجية.
- ٣- إبراز أهمية مقارنة أنواع مختلفة لنماذج برمجة الأهداف والتي توفر العديد من الاستراتيجيات الهامة.

٥- منهجية الدراسة

إن الطابع الكمي المميز لموضوع البحث جعلنا نعتمد على المنهج الكمي التحليلي في كل من الدراستين النظرية والعملية. حيث تناولت الدراسة النظرية نشأة وتطور تقنية برمجة الأهداف [13]، مفهوم ومزايا هذه التقنية [14]، الاختلاف الرئيسي بينها وبين البرمجة الخطية [15]، أهمية ومجالات تطبيقها [16][12]، الصياغة العامة لمسألة برمجة الأهداف [17]، عرض نماذجها ودراسة أهمها [18]. أما الدراسة العملية فقد تضمنت تطبيق أهم نماذج برمجة الأهداف على مسألة انتاج ومقارنة هذه النماذج.

٦- الدراسة النظرية

تتضمن تعريف بهذه التقنية وذكر ميزاتها ونقاط الاختلاف الأساسية بينها وبين البرمجة الخطية، كما تناولت هذه الدراسة نماذج برمجة الأهداف التقليدية والحديثة.

٦-١- نشأة وتطور برمجة الأهداف [13]

ترجع فكرة ظهور برمجة الأهداف الى كل من cooper & Ferguson عام ١٩٥٥، لكن مصطلح برمجة الأهداف لم يستعمل بشكل صريح الا بعد مرور ستة سنوات من ذلك بعد ظهور الكتاب المعروف بـ *management models and industrial applications of linear programming* لـ Charnes & Cooper، بعد ذلك شهدت نماذج برمجة الأهداف العديد من التطورات المختلفة على يد عدة باحثين، حيث نجد أنه في عام ١٩٥٥ قام كل من Charnes & al بتقدير معالم الانحدار بواسطة برمجة الأهداف بدون أن يحتوي النموذج على متغيرات الانحرافات، ثم أضافا عام ١٩٦١ لنموذج برمجة الأهداف دالة الانحرافات للأهداف. عام ١٩٦٥ تحدث Ijiri لأول مرة عن نموذج برمجة الأهداف بالأولويات. وبعدها عام ١٩٧٢ قام Lee بعدة تطبيقات باستخدام برمجة الأهداف المعيارية، حيث ألف أول كتاب لبرمجة الأهداف بعنوان *Goal programming for decision analysis*. بعدها قام Zimmerman عام ١٩٨٣، ١٩٧٨، ١٩٧٦ بإدخال مفهوم نظرية المجموعات الضبابية لأول مرة في نموذج برمجة الأهداف الخطي مستخدماً في ذلك صياغة cooper et charnes دون ادخال متغيرات الانحراف. أما Ignizio عام ١٩٧٦، ١٩٧٨، ١٩٨٢، ١٩٨٣

قام بطرح عدة مقالات شرح فيها برمجة الأهداف انطلاقاً من البرمجة الخطية، موضحاً 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 مبيناً أن نموذج برمجة الأهداف ما هو الا حالة خاصة من دوال المسافات. في حين قام Galbraith & Miller عام ١٩٨٩ باستخدام برمجة الأهداف في تخطيط الانتاج ومقارنتها بنموذج آخر باستخدام المحاكاة. كما اقترح كل من الباحثان Martel et Aouni عام ١٩٩٠ إعادة صياغة نموذج برمجة الأهداف بالاعتماد على طريقة Brans بما تسمى Prométhée والتي تستند على استخدام دالة الأفضلية المعروفة بدالة الرضى والتي تكون متعلقة بكل هدف على حدى حيث يمكن إظهار بيانياً مختلف الأفضليات الممكنة لمتخذ القرار. عام ١٩٩١ قام Roméro Carlos بجمع أنواع برمجة الأهداف المعروفة آنذاك في كتابه Handbook of critical Issues in goal programming، أما Tamiz قام عام ١٩٩٨ بتوحيد وحدات القياس في برمجة الأهداف باستعمال دوال المسافات والتوحيد الإقليدي المئوي. عام ٢٠١٠ قام كل من Jones & Tamiz بجمع أعمالهم في كتاب practical of goal programming، أما Chang ، عام ٢٠١١ ، أعطى مفهوم جديد لنموذج برمجة الأهداف في حالة تعدد القيم المستهدفة مقدماً صياغة جديدة سميت Multi_choice GP، كما قام Mouslim عام ٢٠١٣ باقتراح نموذج FGP-MTP ، وتوالت الأبحاث والدراسات التي تضمنت استخدام نموذج برمجة الأهداف بجميع أنواعه وتطبيقاته في العديد من الميادين ولا زالت هذه الأبحاث تتطور الى يومنا هذا.

٦-٢- مفهوم برمجة الأهداف [19]

تعتبر برمجة الأهداف أحد أهم تقنيات البرمجة الرياضية القادرة على التعامل مع المشاكل المتعددة الأهداف والمتعارضة. وتختلف برمجة الأهداف عن البرمجة الخطية بأنها لا تتطلب تحويل الأهداف المتعددة والمتعارضة والتي غالباً ما يتم قياسها بوحدات مختلفة، فبرمجة الأهداف تسمح بقياس الأهداف بوحدات قياسها الطبيعية، وبعد ذلك تتعامل معها آنياً أو على مراحل. وقد تم تقديم عدة مفاهيم لبرمجة الأهداف يمكن توضيح أهمها:

- ١- برمجة الأهداف أسلوب رياضي، يهتم أساساً بتحليل مشاكل القرارات بغية تخصيص الموارد المتاحة والنادرة على الأهداف المتعددة التي تسعى المنظمات إلى تحقيقها، سواء كانت الأهداف متناسقة أو متعارضة.
- ٢- نموذج رياضي يهدف إلى تقليل مجموع الانحرافات عن الأهداف المحددة مسبقاً إلى أدنى حد ممكن.
- ٣- نموذج رياضي يهدف إلى إيجاد أقرب وأفضل الحلول إلى القيم المحددة سلفاً لعدد من الأهداف.
- ٤- نموذج برمجة الأهداف منهجية رياضية مرنة وواقعية موجهة أساساً لمعالجة المسائل القرارية المعقدة والتي تتضمن الأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف إضافة للكثير من المتغيرات والقيود.
- ٥- يعتبر نموذج برمجة الأهداف إحدى طرق التسهيل العلمي الأول الموجه لحل مسائل القرار ذات الطابع المتعدد الأهداف. وفي ضوء المفاهيم السابقة يمكن القول أن:

برمجة الأهداف طريقة رياضية، لا تهدف إلى تعظيم أو تخفيض هدف معين بذاته، وإنما تحاول الوصول إلى أقرب نتيجة لقيم الأهداف المحددة مسبقاً من خلال تقليل مجموع الانحرافات عن الأهداف المحددة سلفاً إلى أقل قدر ممكن.

٦-٣- مزاي نموذج برمجة الأهداف [21][20]

يتميز نموذج برمجة الأهداف بالعديد من المزايا أهمها:

١- يأخذ النموذج بعين الاعتبار الأهداف المتعددة، وذلك ينسجم مع اتجاه الأهداف المتعددة في كثير من القرارات .

٢- يوفر هذا النموذج كمية كبيرة من البيانات لمتخذي القرار تساعدهم في اتخاذ القرار السليم وتجعل الإدارة أكثر تفهماً لطبيعة المشكلة.

٣- يسمح النموذج بعملية التوفيق بين الأهداف المتعارضة، ولذلك فإن القيمة الحقيقية لهذا النموذج تكمن في قدرته على إيجاد حلول للمشاكل التي تتضمن أهدافاً متعددة ومتعارضة وفقاً لهيكل أو تفضيلات الإدارة.

٤- يؤدي استخدام نموذج برمجة الأهداف إلى التحديد الأمثل لقيم الأهداف، ولذلك فإن الأهداف التي نحصل عليها من النموذج تكون أهدافاً قابلة للتحقق ومتناسبة مع الإمكانيات والموارد المتاحة للمنظمة .

٥- يساعد نموذج برمجة الأهداف الإدارة على تحقيق المنفعة القصوى من المصادر المستخدمة في الإنتاج.

٦- قيم الأهداف التي نحصل عليها من نموذج برمجة الأهداف هي القيم المثلى التي يجب استخدامها في الرقابة وتقييم الأداء حيث يمكن التعرف على ما تم إنجازه بناءً على المخطط وتحليل الانحرافات أولاً بأول، وتحديد أسبابها واتخاذ الإجراءات اللازمة لعلاجها وتجنب تكرار حدوثها.

٧- يعتبر النموذج أسلوب سهل الاستخدام مقارنةً مع بعض الأساليب الرياضية، كما من السهل حله عن طريق الحاسب.

٨- الوقت المطلوب لحل هذا النموذج قليل مقارنة مع الطرق الأخرى وقد أصبح الأمر أسهل بفضل التطور الهائل للحواسيب.

نتيجة للمزايا السابقة استطاع نموذج برمجة الأهداف أن يقدم حلولاً للمشاكل التي عجز نموذج البرمجة الخطية عن حلها.

٦-٤- الاختلاف بين نموذج البرمجة الخطية ونموذج برمجة الأهداف [15]

١- يعمل نموذج البرمجة الخطية من خلال هدف واحد معبراً عنه بدالة هدف خطية، كما أنّ متغيرات القرار يجب أن تكون متجانسة بحيث تمثل دالة الهدف وحدات قياس متجانسة، بينما يعمل نموذج برمجة الأهداف من خلال هدف رئيسي واحد وأهداف فرعية أو مجموعة من الأهداف الرئيسية، بالصورة التي يمكن أن تختلف معها وحدات قياس متغيرات القرار تعبيراً عن الأهداف المختلفة، كما يمكن استخدام نظام أوزان يحدد الأهمية النسبية لكل هدف من الأهداف التي تعمل الإدارة على تحقيقها.

٢- تعبر دالة هدف البرمجة الخطية عن هدف تسعى الإدارة لتحقيقه محددًا بمجموعة من القيود غير المتعارضة، وهذا يعني إهمال حقيقة وجود تعارض وتداخل بين الأهداف، بينما تمثل دالة هدف برمجة

الأهداف محاولة النموذج الرياضي تخفيض أو إلغاء الانحرافات غير المرغوب فيها عن الأهداف المحددة إلى أدنى حد ممكن.

٣- تشمل دالة هدف نموذج البرمجة الخطية على متغيرات القرار التي تهدف إلى تحقيق أقصى أو أدنى قيمة لها، بينما تتضمن دالة الهدف نموذج برمجة الأهداف كل متغيرات الانحراف التي تعبر عن مختلف الأهداف لتقليل الانحرافات عن الأهداف المطلوبة إلى أدنى حد ممكن.

٤- تعمل دالة هدف البرمجة الخطية في ظل قيود تأخذ شكل متباينات أو معادلات خطية، أما قيود دالة برمجة الأهداف تقوم على مفهوم متماثل مع اعتبار الأهداف المراد تحقيقها جزءاً من هذه القيود في صورة معادلات خطية.

٥- من وجهة نظر أسلوب حل النموذج، يمكن القول أن حل نموذج البرمجة الخطية يستوجب الوفاء بكل قيود النموذج حتى يمكن اعتبار الحل ممكناً، لذلك البرمجة الخطية تعطي الحل الأمثل للمشكلة، أما نموذج برمجة الأهداف فيعطي الحل المرضي أو المناسب للمشكلة في ظل القيود المفروضة على الأهداف .

٦- هناك اعتبار آخر على قدر كبير من الأهمية يتعين أخذه في الحسبان في مجال مقارنة البرمجة الخطية مع برمجة الأهداف، وهو طريقة معاملة قيود النموذج، فنموذج البرمجة الخطية وحيدة الهدف يبدأ من فرض أساسي ينبثق من التبسيط غير الواقعي للمشاكل الفعلية وهو عدم تعارض تلك القيود فيما بينها ثم يستخدمها لتحديد منطقة الحلول الممكنة، بحيث يتعين أن يفى الحل الناتج عن النموذج بكل قيد موجود حتى يمكن اعتباره حلاً ممكناً، أما نموذج برمجة الأهداف يعتبر أن تلك القيود تقسم لمجموعتين: قيود الأهداف التي تعكس مستوى الطموح مع توضيح مقدار مساهمة كل متغير قرار في تحقيق المستوى المستهدف والانحرافات المتعلقة بقيود الأهداف، وقيود الموارد .

٦-٥- أهمية ومجالات تطبيق البرمجة متعددة الأهداف [16]

يمكن القول أن برمجة الأهداف دخلت كافة المجالات: تحديد المزيج الإنتاجي الأمثل [13]، النقل [10]، تسيير العمليات والانتاج (تخطيط الانتاج، جدولة الانتاج المتعدد المعايير، تسيير المخزون والمهمات الصناعية)، تسيير الموارد البشرية والمائية، اختيار الموقع، التخطيط المالي والمحليات، اختيار الاستثمارات الأكثر مردودية، التسويق، المشاكل المتعلقة بالتمويل، تخطيط الاستثمار، تخطيط الدعاية والاعلان، اختيار المشاريع، المحاسبة، اختيار محطات الميتر، تقييم العقارات والتنبؤ، الفلاحة، اختيار نقاط البيع للمستثمرين، مراقبة الجودة، المحفظة المالية، اعداد الموازنات التخطيطية، قياس كفاءة الوحدات الاقتصادية، تخصيص الموارد الأكاديمية، حل مشاكل التسعير الداخلي، اعداد القوائم المالية للشركات متعددة الجنسيات، ادارة المشافي، التخطيط للرعاية الصحية، تقدير معاملات الانحدار الخطي، البنوك، ...

٦-٦- الصياغة العامة لنماذج برمجة الأهداف [17]

يتحدد الإطار العام لنموذج برمجة الأهداف بنفس العناصر الرئيسية لنموذج البرمجة الخطية، أي دالة الهدف ومجموعة القيود المفروضة، تتميز دالة الهدف بأنها تتضمن معايير عامة مرتبطة بالهدف العام المطلوب تحقيقه، وهو تخفيض الانحرافات غير المرغوب فيها عن الأهداف المطلوبة إلى أدنى حد ممكن، تحوي دالة هدف برمجة الأهداف مجموعة الانحرافات الموجبة والسالبة التي يجب تخفيضها إلى أدنى حد

ممكناً، وغالباً ما يصحب هذه الانحرافات أوزان ترجيح لأهداف تمثل الأولويات التي تضعها الإدارة لتحقيق الأهداف المختلفة.

إن دالة الهدف ذات أبعاد متعددة، كما أن إعطاء أولويات وأوزان نسبية للأهداف يمكن من معالجة مشكلة الأهداف مع بعضها البعض، هذا بالإضافة إلى أن إعداد دالة هدف نموذج برمجة الأهداف لا يشترط توافر وحدة قياس واحدة لجميع الأهداف، مما يؤدي إلى زيادة فعالية وموضوعية النموذج. تتم صياغة دالة الهدف بحيث أنه عندما تتحقق القيمة المثلى لها نكون قد وصلنا إلى أقرب ما يمكن من تحقيق الأهداف المطلوبة.

٦-١-١ دالة هدف نموذج برمجة الأهداف: تتطلب صياغة دالة هدف نموذج برمجة الأهداف

تحديد العناصر التالية:

١- تحديد المستويات المرغوبة للأهداف

وهي الخطوة الأولى في صياغة نموذج برمجة الأهداف، ويجب ألا تكون تلك المستويات مرتفعة جداً بحيث يصعب تحقيقها، كما يجب ألا تكون منخفضة بحيث يكون من السهل تحقيقها، لذا لا بد من وضع الأهداف عند مستويات مقبولة لمحاولة تحقيقها قدر الامكان، وتتكون دالة الهدف عندها من الانحرافات غير المرغوب فيها عن المستويات المرغوبة للأهداف، بحيث يتم تخفيض مجموع هذه الانحرافات إلى أدنى حد ممكن، ومن الممكن أن يكون الانحراف أكبر من قيمة الهدف ويرمز له بالرمز (d^+) أو يكون أصغر من قيمة الهدف ويرمز له بالرمز (d^-) ، وتتوقف إشارة الانحراف في دالة الهدف على رغبة متخذ القرار في تحقيق مستوى الهدف المطلوب. ويمكن إيضاح بعض الحالات التي يمكن أن تظهر فيها قيمة (d) وأثر ذلك على دالة الهدف فيما يلي:

أ- تحقيق مستوى الهدف بالضبط: في هذه الحالة يتم وضع متغيرات الانحراف (d^+, d^-)

في دالة الهدف كما يلي: ((المطلوب تخفيض (d^+, d^-) إلى أدنى حد ممكن))

ب- تحقيق أقصى قيمة للهدف: في هذه الحالة يتم وضع متغير الانحراف السالب فقط في

دالة الهدف كما يلي: ((المطلوب تخفيض (d^-) إلى أدنى حد ممكن))

ج- تحقيق أدنى قيمة للهدف: وفي هذه الحالة يتم وضع متغير الانحراف الموجب فقط في

دالة الهدف كما يلي: ((المطلوب تخفيض (d^+) إلى أدنى حد ممكن))

ويمكن اختصار ما سبق في الجدول التالي:

نوع القيد	المعادلة التي يأخذها القيد	الانحرافات التي تظهر في دالة الهدف
$f_j(x) \leq g_v$	$f_j(x) - d^+ + d^- = g_v$	d^+
$f_j(x) \geq g_v$	$f_j(x) - d^+ + d^- = g_v$	d^-
$f_j(x) = g_v$	$f_j(x) - d^+ + d^- = g_v$	$d^+ + d^-$

الجدول (١) كيفية وضع الانحرافات في دالة الهدف

٢- ترتيب أولوية الأهداف

نظراً لكون الموارد الموجودة لتحقيق الأهداف محدودة بطبيعتها، لذلك يكون التحقيق الكامل للأهداف المرغوبة أمراً صعباً، ونجد أن متخذ القرار غالباً ما يضع لنفسه نظام أولويات يعكس تفضيلاته للأهداف، وهذه الأولويات تبين مدى أهمية كل هدف. لذلك يتطلب ترشيدها قرار الإدارة باستخدام برمجة الأهداف، صياغة دالة

الهدف بحيث تعكس أولويات تحقيق الأهداف، ويتم ذلك عن طريق تخصيص معاملات أولويات مختلفة تعكس أهميتها النسبية وتتميز هذه المعاملات بالعلاقة الآتية :

$$P_1 \text{ (للهدف } K) \gg \gg P_2 \text{ (للهدف } K+1)$$

ومعنى ذلك أنّ معامل الأولوية P_1 للهدف (K) أكبر من معامل الأولوية P_2 للهدف $(K+1)$ حتى لو ضرب معامل الأولوية لـ $(K+1)$ في أي عدد مهما كان كبيراً، فإنّ ناتج الضرب لن يجعل الهدف $(K+1)$ أكبر من أو يساوي الهدف (K) . أي لن يتم خفض انحرافات هدف ذو أولوية أدنى قبل خفض انحرافات هدف ذو أولوية أعلى، وعلى هذا فإنّ الخطوة الأولى في حل نموذج برمجة الأهداف تتمثل في خفض انحراف الهدف ذو الأولوية الأعلى، وعندما نصل بقيمة هذا الانحراف إلى الصفر أو إلى نقطة لا يمكن بعدها إدخال أي تحسينات عليه، نبدأ في خفض الانحراف عن الهدف الذي يقع في مستوى أولوية أقل مباشرةً، ولكن مع مراعاة أنّ محاولة تحقيق هذا الهدف يجب ألا يؤثر على المستوى الذي تم تحقيقه للهدف ذو الأولوية الأعلى، وبالمثل لباقي الأهداف ذات معاملات الأولوية الأقل. وسوف يتوقف الحل عند النقطة التي يكون عندها أي محاولة لتحقيق الأهداف ذات الأولوية الأقل، يترتب عليه الإضرار بالأهداف ذات الأولوية الأعلى التي تم الوصول إلى الحل الأمثل لها، وهذا يعني أنه لن يكون هناك حل عملي يستطيع تحقيق كل الأهداف في وقت واحد، ولكن نستطيع الوصول إلى حل يقلل مقدار عدم تحقيق الأهداف التي لم نستطع الوصول إليها بدون الإضرار بتحقيق أي هدف ذو أولوية عليا. هناك عدة طرق لترتيب الأهداف يمكن إتباع أي منها: **طريقة الترتيب المتوازن، طريقة الترتيب غير المتوازن**

٦-٢-٦-٢ - قيود نموذج برمجة الأهداف: يحتوي نموذج برمجة الأهداف على ثلاثة أنواع من القيود :

(١) - **القيود الهيكلية:** لا تختلف القيود الهيكلية لبرمجة الأهداف عنها في البرمجة الخطية، حيث تعبر عن القيود الأساسية التي تفرضها طبيعة المسألة محل الدراسة، وتظهر هذه القيود (قيود الموارد المالية والتكنولوجية - قيود الموارد الاقتصادية بالإضافة إلى أية قيود أخرى) في نموذج برمجة الأهداف في صورة معادلات أو متباينات خطية يحتاج تحويلها إلى إدخال متغيرات راكدة عليها.

(٢) - **قيود الأهداف:** هي الأهداف التي تسعى المنظمة لتحقيقها والمستوى الواجب تحقيقه لكل منها، إضافة لتوضيح مساهمة كل متغير قراري في تحقيق المستويات المحددة للأهداف، والانحرافات الموجبة والسالبة لهذه الأهداف.

(٣) - **قيود عدم السلبية:** تفرض هذه القيود على متغيرات المشكلة الخاضعة للدراسة في الحل الأمثل قيم غير سالبة، فهي إما أن تكون مساوية أو أكبر من الصفر، وتشمل هذه المتغيرات جميع متغيرات برمجة الأهداف سواء كانت متغيرات القرار أو متغيرات الانحراف السالبة والموجبة أو المتغيرات الراكدة.

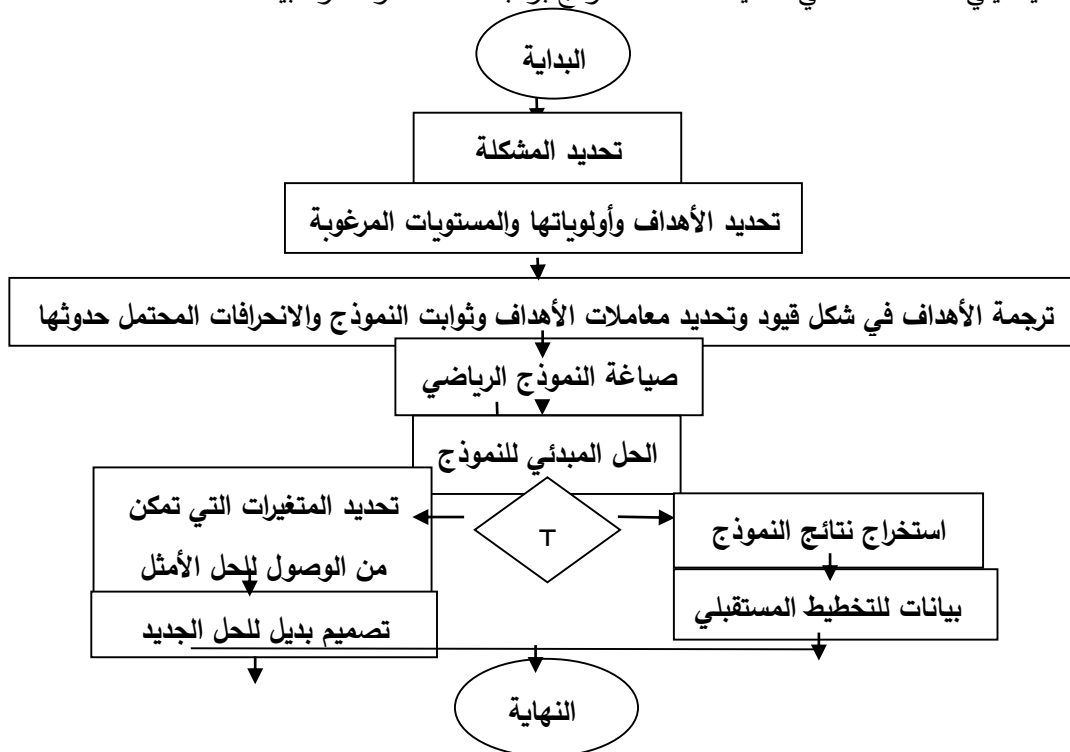
٦-٦-٣-٣ - **صياغة نموذج برمجة الأهداف:** تتحدد الخطوات الرئيسية لصياغة نموذج برمجة الأهداف

بما يلي:

١. تحديد المتغيرات القرارية للمسألة.
٢. تحديد أهداف النموذج بدقة واضحة.
٣. تحديد مستويات الطموح لهذه الأهداف مع تحديد أولوية تحقق هذه المستويات.
٤. صياغة دالة هدف النموذج .

٥. صياغة قيود الأهداف والقيود الهيكلية المفروضة على المتحولات القرارية للنموذج مع قيود عدم السلبية.

فيما يلي المخطط التدفقي للصياغة العامة لنموذج برمجة الأهداف وحله وتطبيقه:



٦-٧- نماذج برمجة الأهداف [18]

عموماً تقسم نماذج برمجة الأهداف إلى:

❖ نماذج قابلة للإحلال: وتستخدم في الحالات التي يمكن فيها إحلال هدف محل هدف آخر، ويلجأ متخذ القرار لهذه النماذج عندما يستطيع ترتيب أهداف المسألة حسب أهميتها مما يستدعي تعويض أحدها بالآخر.

❖ نماذج غير قابلة للإحلال: وهي مختلف النماذج التي يلجأ إليها متخذ القرار في الحالات التي لا يمكنه الترتيب المسبق لهذه الأهداف ولا يستطيع إحلال هدف محل آخر. وفيما يلي أهم نماذج برمجة الأهداف:

١. برمجة الأهداف المعيارية (SGP) (Standard Goal Programming) [22]
٢. برمجة الأهداف المرجحة (WGP) (Weight Goal Programming) [23]
٣. برمجة الأهداف بالأولويات (PGP) (Priority Goal Programming) [24]
٤. برمجة الأهداف للكسيكوغرافية (LGP) (Lexigraphic Goal Programming) [25]
٥. برمجة الأهداف الضبابية (Fuzzy Goal Programming) [26]
٦. برمجة الأهداف (MinMax GP) (MinMax Goal Programming) [27]
٧. برمجة الأهداف الكمبرومازية (CGP) (Compromise Goal Programming) [28]
٨. برمجة الأهداف الموجهة بالتتابع (OGP) (Object Goal Programming) [29]

٩. برمجة الأهداف البراميتري [30]
١٠. برمجة الأهداف الغير خطية (البرمجة الكسرية، البرمجة التريعية، كثيرات الحدود) [30]
١١. برمجة الأهداف باستخدام دوال الرضا (دوال الكفاءة) [31]
١٢. برمجة الأهداف باستخدام دوال انتماء غير خطية (دالة انتماء اسية، دالة انتماء زائدية [30](hyperbolic
١٣. برمجة الأهداف باستخدام دوال الجزاء (Jones & Kume & Inuiguch, Romero)
- [30][2](Tamiz
١٤. برمجة الأهداف العشوائية (نموذج Contini، نموذج Iskander، نموذج Aouni & al، نموذج Mezghani، نموذج Marlizawati & al) [30][2]
١٥. برمجة الأهداف الضبابية متعددة الخيارات (Fuggy Multi Choice Goal) [33] (Programming)FMCGP
١٦. برمجة الأهداف متعددة الخيارات [32]
١٧. برمجة الأهداف متعددة الخيارات المنقحة [34]
١٨. برمجة الأهداف متعددة الخيارات باستعمال دوال المنفعة (نموذج Maity and Roy ،

نموذج Chang) [30]

١٩. برمجة الأهداف مع الأولويات الموسع [36]

٢٠. برمجة الأهداف الكمبرومازية الموسعة [35]

٢١. ميتا_ برمجة الأهداف [38]

٢٢. ميتا_ البرمجة بالأهداف التفاعلي [37]

ومازالت التطورات النظرية لنماذج برمجة الأهداف في استمرار، نظراً للنجاح الباهر والكفاءة العالية لهذه التقنية الرهيبة. وسنشرح فيما يلي أهم نماذج برمجة الأهداف:

٦-٧-١- برمجة الأهداف المعيارية (القياسية) SGP: هو أول نموذج تم وضعه عام ١٩٦١ من قبل Charnes & Cooper، يتم من خلاله تخفيض الانحرافات غير المرغوب فيها الى أدنى حد ممكن، دون وضع أولويات أو أوزان ترجيحية للأهداف (أي تعطى ذات الأهمية لجميع الأهداف، جميعها لها ذات الأهمية)، وصياغته:

$$\min Z = \sum (d_i^+ + d_i^-)$$

st :

$$\sum a_{ij}x_j = g_i + d_i^+ - d_i^-$$

$$cx \leq b$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0$$

حيث x_j متغيرات القرار، a_{ij} معاملات متغيرات القرار في قيود الأهداف، g_i مستويات الطموح، d_i^+, d_i^- الانحرافات السالبة والموجبة للهدف i عن مستوى الطموح، ان جداء هذه المتحولات معدوم لأن أحدهما على الأقل يساوي صفر، c معاملات متغيرات القرار في القيود الهيكلية، b الموارد المحددة للقيود الهيكلية. تابع الهدف Z في هذا النموذج هو مجموع متغيرات الانحرافات السالبة والموجبة الغير مرغوب فيها للأهداف (اذا كان الهدف هو هدف تعظيم يكون الانحراف السالب غير مرغوب فيه، أما اذا كان الهدف تخفيض يكون عندنا الانحراف الموجب غير مرغوب فيه)، وبدون اضافة أولويات أو أوزان ترجيحية لمتغيرات الانحراف. أما القيود

فهي نوعين، قيود الأهداف (التي تحوي الانحرافات السالبة والموجبة)، والقيود الهيكلية المفروضة على المتغيرات القرارية للنموذج مع قيود عدم السلبية. لقيت الصياغة المعيارية رواجاً كبيراً في البداية، إلا أن ذلك لم يستمر بسبب النقائص التي تعاني منها والتي تمثلت في اهمالها لأفضليات متخذ القرار، إضافة لعدم إمكانية تطبيقها في الحالات الواقعية.

٦-٧-٢- برمجة الأهداف المرجحة WGP: اقترح هذا النموذج لترميم النقص الموجود في النموذج المعياري والذي يتجلى في منح نفس الأهمية لكافة الأهداف، وهذا ما يتنافى مع الواقع. لذا جاء هذا النموذج لتغطية هذا النقص من خلال منح أوزان ترجيحية تتعلق بالانحرافات السالبة W^- وبالانحرافات الموجبة W^+ ، ويتم التعبير عن هذه الانحرافات بنسب معينة يتم تحديدها، انحرافات الأهداف المهمة تُمنح لها نسب مرتفعة أما انحرافات الأهداف الأقل أهمية تُمنح لها نسب منخفضة. أي يتم في هذا النموذج إضافة أوزان ترجيحية لمتغيرات الانحراف السالبة والموجبة من أجل إعطاء أهمية للأهداف وصياغته:

$$\min Z = \sum (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-)$$

st :

$$\sum a_{ij} x_j = g_i + d_i^+ - d_i^-$$

$$cx \leq b$$

$$x_j, d_i^+, d_i^-, w_i^+, w_i^- \geq 0$$

حسب مؤسس هذا النموذج كلما كانت النسبة المئوية لـ W_i أكبر صغر الانحراف المتعلق بالقيود. إن معاملات الأهمية تلعب دورين مهمين في نفس الوقت، تكون عوض عن وحدات القياس المختلفة للأهداف، وتعمل على تثمين وتقييم كل هدف وإعطائه مكانة عند متخذ القرار.

مثال: تقوم مؤسسة بإنتاج نوعين من المنتجات A, B وترغب هذه المؤسسة بتحديد المزيج الانتاجي الأمثل من هذين المنتجين بغية تحقيق الأهداف التالية:

١- استعمال ١٢٠ ساعة عمل على الأكثر، علماً أن إنتاج الوحدة الواحدة من A, B يتطلب ٤,٣ ساعات على الترتيب.

٢- تحقيق ربح قدره \$٧٠٠٠ على الأقل، علماً أن ربح الوحدة الواحدة من A, B هو \$١٥٠، \$١٠٠ على الترتيب.

٣- إنتاج حد أدنى من A هو ٤٠ وحدة، و حد أدنى من B هو ٤٠ وحدة. هناك قيود مفروضة على المواد الأولية المستعملة، حيث يتوفر من هذه المواد الأولية ٥٠ كغ ويستعمل لإنتاج الوحدة الواحدة من المنتجين A, B على الترتيب ٢,١ كغ. أيضاً الحد الأقصى من الوقت المتاح هو ٧٥ ساعة و يتطلب إنتاج الوحدة الواحدة من A, B زمن قدره ١,١ ساعة على الترتيب.

الحل : بفرض أن X_1, X_2 هي الكميات الواجب إنتاجها من A, B ، فتكون الصياغة الرياضية للمسألة:

$$\text{Min } Z = d_1^+ + d_2^- + d_3^- + d_4^- \quad (\text{تابع الهدف})$$

$$4x_1 + 3x_2 + d_1^- - d_1^+ = 120 \quad (\text{قيود الهدف الأول})$$

$$100x_1 + 150x_2 + d_2^- - d_2^+ = 7000 \quad (\text{قيود الهدف الثاني})$$

$$X_1 + d_3^- - d_3^+ = 40 \quad (\text{قيود الهدف الثالث})$$

$$\begin{aligned}
x_2 + d_4^- - d_4^+ &= 40 && \text{(قيد الهدف الثالث)} \\
2x_1 + x_2 &\leq 50 && \text{(قيد المواد الأولية)} \\
x_1 + x_2 &\leq 75 && \text{(قيد الحد الأقصى من الوقت المتاح)} \\
x_1, x_2 \geq 0, d_i^-, d_i^+ &\geq 0 \quad i=1, 2, 3, 4 && \text{(قيود عدم السلبية)}
\end{aligned}$$

باستعمال برنامج Lindo ١٧ نجد أن الحل الأمثل هو:

الفروق		دالة الهدف	متغيرات القرار
الموجبة	السالبة	Z=62.5	X ₁ =2.5 X ₂ =45
d ₁ ⁺ =25	d ₁ ⁻ =0		
d ₂ ⁺ =0	d ₂ ⁻ =0		
d ₃ ⁺ =0	d ₃ ⁻ =37		
d ₄ ⁺ =5	d ₄ ⁻ =0		

الجدول (٢) جدول الحل الأمثل

٦-٧-٣- برمجة الأهداف اللكسيوغرافية LGP: يتم في هذا النموذج تخفيض الانحرافات بصورة

لكسيوغرافية، أي دخول حلول دالة الهدف الأولى كقيود إضافية في المرحلة الثانية من الحل لتخفيض انحراف دالة الهدف ذات الأولوية الثانية لتكون المحصلة كقيود إضافية في المرحلة التالية من الحل من أجل تخفيض انحراف دالة الهدف ذات الأولوية التالية وهكذا الى أن يتم الوصول للمرحلة الأخيرة حيث يتم الوصول الى النتيجة النهائية للمسألة، وصياغته:

$$\begin{aligned}
\min Z &= l_1(d_1^+ + d_1^-), l_2(d_2^+ + d_2^-), \dots, l_r(d_r^+ + d_r^-) \\
st: \\
\sum a_{ij}x_j &= g_i + d_i^+ - d_i^- \\
cx &\leq b \\
x_j, d_r^+, d_r^- &\geq 0
\end{aligned}$$

.... $l_1, l_2 \dots l_r$, الأولويات الأولى، الثانية، الثالثة

٦-٧-٤- برمجة الأهداف الضبابية FGP: بالرغم من استخدام النماذج السابقة على نطاق واسع، إلا

أنها كانت موضع الكثير من الانتقادات، ومن بينها تلك التي تتعلق بتحديد مستويات الطموح لمختلف الأهداف، ذلك لأنه في أغلب الأحيان يواجه متخذ القرار حالات قرارية لا يستطيع معها تحديد هذه المعلومات بدقة ووضوح أي تكون ضبابية أو غامضة. ظهرت نظرية المجموعات الضبابية من طرف Zadeh ١٩٦٥، ثم قدم كل من Zadeh & Balman بعض التطبيقات المختلفة لهذه النظرية في اتخاذ القرار، حيث أشارا الى أن هناك معلومات غير دقيقة في الأهداف والقيود مما يستدعي تحويلها الى صيغ أو دوال أخرى باستخدام المجموعات الضبابية. ان أول صياغة لهذا النموذج كانت من قبل Zimmerman ١٩٧٨ وذلك باستخدام دوال الانتماء المقدمة سابقاً من قبل Zadeh & Balman، نفس المفهوم اعتمده كثير من الباحثين من أجل تطوير وصياغة نموذج برمجة الأهداف في ظل ظروف تتميز بعدم التأكد، أبرزهم Yaghoubi, Hannan, Narasimhan, وآخرون. ويمكن صياغة نموذج برمجة الأهداف الضبابية كما يلي:

$$\min Z = \sum (W_i^+ d_i^+ + W_i^- d_i^-)$$

st :

$$\sum a_{ij} x_j \approx g_i + d_i^+ - d_i^-$$

$$cx \leq b$$

$$x_j, d_i^+, d_i^-, W_i^+, W_i^- \geq 0$$

الرمز \approx يعكس الطبيعة الضبابية لمستوى الطموح المتعلق بالهدف i ، ومن أجل حل هذا النموذج استخدمت العديد من النماذج من قبل العديد من الباحثين ولعل أولها كانت على يد Zimmerman والذي اعتمد في صياغته على مفهوم دوال الانتماء، وبعدها طُور نموذجه بإضافة بعد التعديلات من قبل Hannan & Narasimhan وآخرون، ولعل أحدث هذه النماذج نجد نموذج (2008) Yaghoobi، يتميز هذا النموذج عن نماذج برمجة الأهداف الضبابية السابقة باستخدامه لجميع دوال الانتماء، كما يمكن تطويره ليشمل دوال انتماء غير خطية، إضافة لإمكانية التعبير عن تقضيات متخذ القرار من خلال تحديد درجة السماح العليا ودرجة السماح الدنيا وكذلك تحديد أوزان مرجحة للأهداف وفق رغباته.

قد اعتمدت هذه النماذج على أهم دوال الانتماء التالية :

دالة الانتماء	الصياغة التحليلية الرياضية
	$\mu_k(AX) = \begin{cases} 1 & \text{if } (AX)_i \leq b_i \\ 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{IR}} & \text{if } b_i \leq (AX)_i \leq b_i + \Delta_{IR} \\ 0 & \text{if } (AX)_i \geq b_i + \Delta_{IR} \end{cases} \quad i = 1, \dots, i_0$
	$\mu_k(AX) = \begin{cases} 1 & \text{if } (AX)_i \geq b_i \\ 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{IL}} & \text{if } b_i - \Delta_{IL} \leq (AX)_i \leq b_i \\ 0 & \text{if } (AX)_i \leq b_i - \Delta_{IL} \end{cases} \quad i = i_0 + 1, \dots, j_0$
	$\mu_i(AX) = \begin{cases} 0 & \text{if } (AX)_i \leq b_i - \Delta_{IL} \\ 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{IR}} & \text{if } b_i - \Delta_{IL} \leq (AX)_i \leq b_i \\ 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{IL}} & \text{if } b_i \leq (AX)_i \leq b_i + \Delta_{IR} \\ 0 & \text{if } (AX)_i \geq b_i + \Delta_{IR} \end{cases} \quad i = j_0 + 1, \dots, k_0$

الجدول (٣) دوال الانتماء لنموذج برمجة الأهداف الضبابية

Δ_{IR} درجة السماح العليا للهدف i ، Δ_{IL} درجة السماح الدنيا للهدف i ، وهي قيم ثابتة محددة مسبقاً من قبل متخذ القرار وبصفة شخصية. μ_i : دالة الانتماء المتعلقة بالهدف i وهي تأخذ قيم بين الصفر و الواحد، b_i مستوى الطموح.

الحد الأقصى المسموح به لتحقيق الهدف الضبابي المحدد مسبقاً. $b_i + \Delta_{IR}$

الحد الأدنى المسموح به لتحقيق الهدف الضبابي المحدد مسبقاً. $b_i - \Delta_{IL}$

$\mu_i(AX)$: درجة تحقق دالة الانتماء المتعلقة بالهدف i ، أي تعبر عن درجة رضى متخذ القرار تجاه الحلول الممكنة، فمثلا عند القيمة 1 يكون متخذ القرار راضي بشكل تام حول إنجاز مستوى الهدف، وعند القيمة 0 يكون غير راضي عن إنجاز مستوى الهدف، أما عندما تكون القيمة محصورة بين [0 ، 1] فالرضى يكون جزئي.

٧- الدراسة العملية

تقوم مؤسسة انتاجية بإنتاج نوعين من المنتجات، وتوسعى من خلال عملية الانتاج لتحقيق الأهداف التالية:

• تخفيض تكاليف التوزيع

• تعظيم الربح

• تعظيم الجودة

ويجب أن تراعى في عملية الانتاج، القيود التالية المتعلقة بالموارد المتاحة:

• الكمية المتاحة من الخيط

• الكمية المتاحة من القماش الأول

• الكمية المتاحة من القماش الثاني

• الكمية المتاحة من حواف المنتجات

• المبيعات المتنبأ بها والإنتاج الأدنى لنوعي المنتجات

٧-١- الصياغة الرياضية العامة للمسألة: اذا رمزنا لنوعي المنتجات بـ X_1 ، X_2 تكون الصياغة

الرياضية للمسألة :

$$\begin{array}{l}
 \text{Min } z_1 = 243.279 X_1 + 243.279 X_2 \\
 \text{Max } z_2 = 250.35 X_1 + 230.25 X_2 \quad (1) \\
 \text{Max } z_3 = 5.56 X_1 + 7.14 X_2 \\
 X_1 + X_2 \leq 58000 \\
 2.9 X_1 + 2.6 X_2 \leq 97186 \\
 2.3 X_1 \leq 24384.350 \\
 2.1 X_2 \leq 56120.8 \\
 \quad \quad \quad (2) \\
 X_1 \leq 26308.4 \\
 X_2 \leq 56770.9 \\
 \\
 X_1 \geq 10 \\
 X_2 \geq 1500 \\
 X_1 , X_2 \geq 0 \quad (3)
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{(هدف تكاليف التوزيع)} \\
 \text{(هدف الربح)} \\
 \text{(هدف الجودة)} \\
 \text{(قيد الكمية المتاحة من الخيط)} \\
 \text{(قيد الكمية المتاحة من القماش الأول)} \\
 \text{(قيد الكمية المتاحة من القماش الثاني)} \\
 \text{(قيد الكمية المتاحة من حواف المنتجات)} \\
 \text{(قيد المبيعات المتنبأ بها للنوع الأول من المنتجات)} \\
 \text{(قيد المبيعات المتنبأ بها للنوع الثاني من المنتجات)} \\
 \text{(قيد الانتاج الأدنى للنوع الأول من المنتجات)} \\
 \text{(قيد الانتاج الأدنى للنوع الثاني من المنتجات)} \\
 \text{(قيود عدم السلبية لمتغيرات القرار)}
 \end{array} \right\}$$

(١) تمثل الأهداف المراد تحقيقها في عملية الانتاج، وهي تخفيض تكاليف التوزيع، تعظيم الربح والجودة على الترتيب .

(٢) تمثل قيود الموارد المتاحة المتعلقة بعملية الانتاج. (٣) تمثل قيود عدم السلبية لكميات الانتاج.

٧-١-١- صياغة المسألة باستخدام برمجة الأهداف المعيارية: بعد تحديد مستوى طموح كل هدف على حدى باستخدام البرمجة الكمبرومازية يمكن صياغة المسألة وباستخدام الصيغة المعيارية على الشكل التالي:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= p_1 + n_2 + n_3 \\ 243.279X_1 + 243.279X_2 + n_1 - p_1 &= 608197.5 \\ 250.35X_1 + 230.25X_2 + n_2 - p_2 &= 8544725 \\ 5.56X_1 + 7.14X_2 + n_3 - p_3 &= 16270 \\ X_1 + X_2 &\leq 58000 \\ 2.9 X_1 + 2.6 X_2 &\leq 97186 \\ 2.3 X_1 &\leq 24384.350 \\ 2.1 X_2 &\leq 56120.8 \\ X_1 &\leq 26308.4 \\ X_2 &\leq 56770.9 \\ X_1 &\geq 1000 \\ X_2 &\geq 1500 \\ X_1, X_2, n_1, n_2, n_3, p_1, p_2, p_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

(1) قيود الأهداف مضاف اليها متغيرات الانحراف السالبة والموجبة الخاصة بكل هدف (n_3, n_2, n_1)، (p_3, p_2, p_1).

(2) القيود الخطية والتي تمثل قيود الموارد المتاحة المتعلقة بعملية الانتاج.

(٣) قيود عدم السلبية لجميع المتغيرات (متغيرات القرار ومتغيرات الانحراف).

p_1, n_1 متغيرات الانحراف الموجبة والسالبة لهدف تخفيض تكاليف التوزيع. p_2, n_2 متغيرات الانحراف الموجبة والسالبة لهدف تعظيم الربح. p_3, n_3 متغيرات الانحراف الموجبة والسالبة لهدف تعظيم الجودة.

وبما أن الهدف العام تخفيض الانحراف الموجب لهدف التكاليف (المتغير p_1) والانحراف السالب لهدف الربح (n_2) وأيضاً الانحراف السالب لهدف الجودة (n_3)، بالتالي يكون تابع الهدف العام للمسألة Z هو تخفيض مجموع هذه الانحرافات ($p_1 + n_2 + n_3$). أما في قيود الأهداف فيتم اضافة متغيرات الانحراف السالبة والموجبة الخاصة بكل هدف مع مستوى الطموح المتعلق به (ثوابت الطرف الأيمن من قيود الأهداف)، على حين تبقى القيود الهيكلية على حالها.

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17، وهو من أقوى البرامج المتخصصة بحل نماذج البرمجة متعددة الأهداف وله عدة إصدارات، (ملحق شكل ١) نحصل على :

متغير القرار	القيمة
X_1	10601.89
X_2	1500.000

• مدى تحقق الأهداف ودرجة الرضى:

نوع الانحراف	الانحرافات		قيمة الهدف	الهدف
	P	N		
غير مرغوب	2335939	0.000000	608197.5	التكاليف
غير مرغوب	0.000000	5545167	8544725	الربح
مرغوب	53280.50	0.000000	16270	الجودة

نلاحظ أنه وفقاً لطريقة برمجة الأهداف المعيارية أن هدف الجودة قد تحقق وبانحراف مرغوب به، أما هدف الربح والتكاليف لم يتحققا بل كانت هناك انحرافات غير مرغوب بها.

ملاحظة: تعمل برمجة الأهداف الكمبرومازية على تخفيض مجموعة من الأهداف وتعظيم أهداف أخرى، في ظل مجموعة من القيود الهيكلية، وتتم خوارزمية الحل على خطوتين رئيسيتين:
الخطوة الأولى: تحديد مستوى الطموح لكل دالة هدف، وذلك بإيجاد الحل الأمثل لكل دالة هدف على حدى في ظل القيود الهيكلية.

الخطوة الثانية: بعد الحصول على القيمة المثلى لكل هدف على حدى، تتم إعادة حل النموذج باستخدام برمجة الأهداف المرجحة وذلك بعد تحديد معاملات الأهمية النسبية للأهداف (W^+, W^-) .

٧-١-٢ - صياغة المسألة باستخدام برمجة الأهداف الترجيحية **WGP**: تعطي المؤسسة أهمية نسبية لكل هدف كما يلي : $W_1=0.20$ ، $W_2=0.30$ ، $W_3=0.50$ وعليه يمكن صياغة المسألة بالشكل :

$$\text{Min } Z = 0.20 p_1 + 0.30 n_2 + 0.50 n_3$$

$$243.279X_1 + 243.279X_2 + n_1 - p_1 = 608197.5$$

$$250.35X_1 + 230.25X_2 + n_2 - p_2 = 8544725$$

$$5.56X_1 + 7.14X_2 + n_3 - p_3 = 16270$$

$$X_1 + X_2 \leq 58000$$

$$2.9X_1 + 2.6X_2 \leq 97186$$

$$2.3X_1 \leq 24384.350$$

$$2.1X_2 \leq 56120.8$$

$$X_1 \leq 26308.4$$

$$X_2 \leq 56770.9$$

$$X_1 \geq 1000$$

$$X_2 \geq 1500$$

$$X_1, X_2, n_1, n_2, n_3, p_1, p_2, p_3 \geq 0$$

يختلف هذا النموذج عن النموذج المعياري فقط بإضافة الأوزان الترجيحية لمتغيرات الانحراف في تابع الهدف العام، على حين تبقى قيود الأهداف مع القيود الهيكلية على ما هي عليه. بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17 (ملحق شكل ٢) نحصل على :

متغير القرار	القيمة
X_1	10601.89
X_2	25554.04

• مدى تحقق الأهداف ودرجة الرضى:

نوع الانحراف	الانحرافات		قيمة الهدف	الهدف
	P	N		
غير مرغوب	8187782	0.000000	608197.5	التكاليف
غير مرغوب	0.000000	6722.809	8544725	الربح

مرغوب	25026.4	0.000000	16270	الجودة
-------	---------	----------	-------	--------

نلاحظ أنه وفقاً لطريقة برمجة الأهداف المرجحة أن هدف الجودة قد تحقق و بانحراف مرغوب به، أما هدف الربح لم يتحقق إلا أن الانحراف غير المرغوب فيه قد انخفض بمقدار كبير عما هو عليه في البرمجة المعيارية، أما هدف التكاليف لم يتحقق هو الآخر وقد ارتفعت الانحرافات غير مرغوب بها عما هو عليه في البرمجة المعيارية.

٣-١-٧- صياغة المسألة باستخدام برمجة الأهداف للكسيكوغرافية LGP: تعطي المؤسسة أولويات للأهداف كما يلي: هدف تعظيم الجودة الأولية الأولى P1، تعظيم الربح الأولية الثانية P2 وتخفيض التكاليف الأولية الثالثة P3. وعليه تصبح صياغة المسألة على النحو التالي:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= P3 p1 + P2 n2 + P1 n3 \\ 243.279X1+243.279X2+n1-p1 &= 608197.5 \\ 250.35X1+230.25X2+n2-p2 &= 8544725 \\ 5.56X1+7.14X2+n3-p3 &= 16270 \\ X1 + X2 &\leq 58000 \\ 2.9X1+2.6X2 &\leq 97186 \\ 2.3X1 &\leq 24384.350 \\ 2.1X2 &\leq 56120.8 \\ X1 &\leq 26308.4 \\ X2 &\leq 56770.9 \\ X1 &\geq 1000 \\ X2 &\geq 1500 \\ X1, X2, n1, n2, n3, p1, p2, p3 &\geq 0 \end{aligned}$$

حل هذه المسألة يتم عبر عدة خطوات:

• الخطوة الأولى: أولاً نوجد الحل للهدف ذو الأولوية الأولى تحت القيود السابقة جميعها، أي

نحل المسألة:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= n3 \\ 243.279X1+243.279X2+n1-p1 &= 608197.5 \\ 250.35X1+230.25X2+n2-p2 &= 8544725 \\ 5.56X1+7.14X2+n3-p3 &= 16270 \\ X1 + X2 &\leq 58000 \\ 2.9X1+2.6X2 &\leq 97186 \\ 2.3X1 &\leq 24384.350 \\ 2.1X2 &\leq 56120.8 \\ X1 &\leq 26308.4 \\ X2 &\leq 56770.9 \\ X1 &\geq 1000 \\ X2 &\geq 1500 \\ X1, X2, n1, n2, n3, p1, p2, p3 &\geq 0 \end{aligned}$$

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17 نحصل على النتائج التالية:

القيمة	متغير القرار
1001.802	X ₁

1500.000	X ₂
----------	----------------

P	N	الأهداف
7948549	0.000000	الهدف الأول
0.000000	7948549	الهدف الثاني
0.000000	0.000000	الهدف الثالث

● **الخطوة الثانية :** نوجد الحل للهدف ذو الأولوية الثانية تحت ذات القيود السابقة اضافة للقيود

الجديد $n_3=0$ ، أي نحل المسألة:

$$\text{Min } Z = n_2$$

نفس القيود

$$n_3=0$$

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17 نحصل على النتائج التالية:

القيمة	متغير القرار
9552.547	X ₁
26724.19	X ₂

P	N	الأهداف
8217171	0.000000	الهدف الأول
0.000000	0.000000	الهدف الثاني
227557.4	0.000000	الهدف الثالث

● **الخطوة الثالثة :** نوجد الحل للهدف ذو الأولوية الثالثة تحت ذات القيود السابقة اضافة

للقيد $n_2=0$ ، $n_3=0$ ، أي نحل المسألة:

$$\text{Min } Z = p_1$$

نفس القيود

$$n_3=0$$

$$n_2=0$$

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17 (ملحق شكل ٣) نحصل على :

القيمة	متغير القرار
9562.385	X ₁
26713.49	X ₂

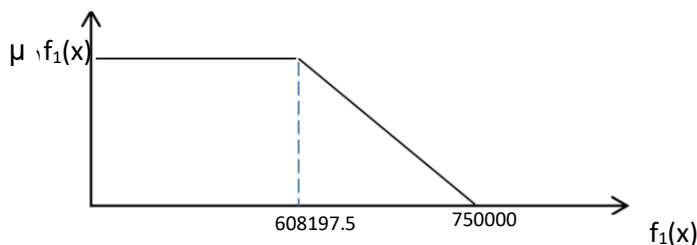
● مدى تحقق الأهداف ودرجة الرضى:

نوع الانحراف	الانحرافات		قيمة الهدف	الهدف
	P	N		
غير مرغوب	8216962.	0.000000	608197.5	التكاليف
تحقق الهدف تماماً	0.000000	0.000000	8544725	الربح
مرغوب	227535.6	0.000000	16270	الجودة

نلاحظ أنه وفقاً لطريقة برمجة الأهداف اللكسيكوغرافية أن هدف الجودة قد تحقق وبانحراف مرغوب به كبير جداً مقارنة بالطريقتين السابقتين، أما هدف الربح فقد تحقق تماماً، على حين أن هدف التكاليف لم يتحقق.

٧-١-٤- صياغة المسألة باستخدام البرمجة الضبابية FGP :

- ترغب المؤسسة عدم تجاوز التكاليف ٦٠٨١٩٧,٥، وحسب مدير الشركة يمكن ان ترتفع التكاليف إلى ٧٥٠٠٠٠، أي أن مستوى التغير يقدر بـ ١٤١٨٠٢,٥
 - ترغب المؤسسة في تحقيق أرباح تقدر بـ ٨٥٤٤٧٢٥، وحسب مدير الشركة يمكن أن تنخفض هذه الأرباح إلى ٨٠٠٠٠٠٠، أي أن مستوى التغير يقدر بـ ٥٤٤٧٢٥
 - ترغب المؤسسة في تحقيق مستوى للجودة تقدر بـ ١٦٢٧٠، وحسب مدير الشركة يمكن أن تنخفض هذه الجودة إلى ١٥٠٠٠، أي أن مستوى التغير يقدر بـ ١٢٧٠
- نقوم أولاً بنمذجة الأهداف الضبابية من خلال دوال الانتماء :
- ١- دالة الانتماء الخاصة بهدف تكاليف التوزيع هي دالة تخفيض، لذلك وحسب الجدول (٣) تأخذ الشكل:



$$b_i + \Delta iR = 750000, \quad \Delta iR = 141802.5, \quad b_i = 608197.5$$

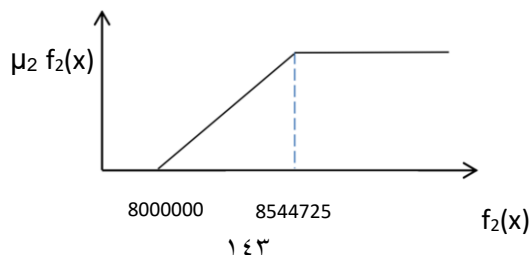
والشكل التحليلي الخاص بها يكتب كما يلي :

$$\mu_{f_1(x)} = \begin{cases} 0 & \text{Si } f_1(x) \geq 750000 \\ \frac{750000 - f_1(x)}{141802.5} & \text{Si } 608197.5 \leq f_1(x) \leq 750000 \\ 1 & \text{Si } f_1(x) \leq 608197.5 \end{cases}$$

وفقاً للشكل التحليلي، تكون درجة الرضى حول انجاز هدف التكاليف معدومة (تساوي الصفر)، عند تكون قيمة $f_1(x) \geq 750000$ وتكون درجة الرضى تامة (تساوي الواحد) عندما تكون قيمة $f_1(x) \leq 608197.5$ ، فيما عدا ذلك يكون الرضى جزئي، حيث $f_1(x)$ هي دالة تكاليف التوزيع.

٢- دالة الانتماء الخاصة بهدف الربح هي دالة تعظيم، لذلك وحسب الجدول (٣) تأخذ

الشكل:



$$b_i - \Delta_{iL} = 8000000, \Delta_{iL} = 544725, b_i = 8544725$$

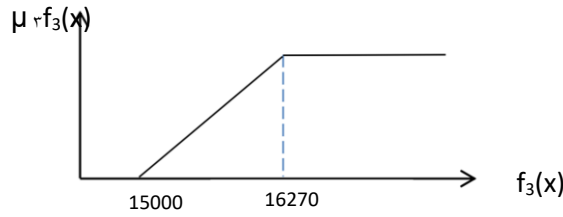
والشكل التحليلي الخاص بها يكتب كما يلي :

$$\mu_{f_2(x)} \begin{cases} 1 & \text{Si } f_2(x) \geq 8544725 \\ \frac{f_2(x) - 8000000}{544725} & \text{Si } 8000000 \leq f_2(x) \leq 8544725 \\ 0 & \text{Si } f_2(x) \leq 8000000 \end{cases}$$

وفقاً للشكل التحليلي، تكون درجة الرضى حول انجاز هدف الأرباح معدومة، عند تكون قيمة $f_2(x) \leq 8000000$ ، وتكون درجة الرضى تامة (تساوي الواحد) عندما تكون قيمة $f_2(x) \geq 8544725$ ، فيما عدا ذلك يكون الرضى جزئي، حيث $f_2(x)$ هي دالة الأرباح.

٣- دالة الانتماء الخاصة بهدف الجودة هي دالة تعظيم، لذلك وحسب الجدول (٣) تأخذ

الشكل:



$$b_i - \Delta_{iL} = 15000, \Delta_{iL} = 1270, b_i = 16270$$

والشكل التحليلي الخاص بها يكتب كما يلي :

$$\mu_{f_3(x)} \begin{cases} 1 & \text{Si } f_3(x) \geq 16270 \\ \frac{f_3(x) - 15000}{1270} & \text{Si } 15000 \leq f_3(x) \leq 16270 \\ 0 & \text{Si } f_3(x) \leq 15000 \end{cases}$$

وفقاً للشكل التحليلي، تكون درجة الرضى حول انجاز هدف الجودة معدومة، عند تكون قيمة $f_3(x) \leq 15000$ ، وتكون درجة الرضى تامة (أي تساوي الواحد) عندما تكون قيمة $f_3(x) \geq 16270$ ، فيما عدا ذلك يكون الرضى جزئي، حيث $f_3(x)$ هي دالة الجودة.

وعليه يمكن صياغة المسألة حسب نموذج (2008) yaghoobi على النحو التالي:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= 0.2/141802.5 p_1 + 0.3/544725 n_2 + 0.5/1270 n_3 \\ 243.279X_1 + 243.279X_2 - p_1 &\leq 608197.5 \\ 250.35X_1 + 230.25X_2 + n_2 &\geq 8544725 \\ 5.56X_1 + 7.14X_2 + n_3 &\geq 16270 \\ \mu_1 + p_1/141802.5 &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_2 + n_2 / 544725 &= 1 \\ \mu_3 + n_3 / 1270 &= 1 \\ X_1 + X_2 &\leq 58000 \\ 2.9X_1 + 2.6X_2 &\leq 97186 \\ 2.3X_1 &\leq 24384.350 \\ 2.1X_2 &\leq 56120.8 \\ X_1 &\leq 26308.4 \\ X_2 &\leq 56770.9 \\ X_1 &\geq 1000 \\ X_2 &\geq 1500 \\ X_1, X_2, n_1, n_2, n_3, p_1, p_2, p_3, \mu_1, \mu_2, \mu_3 &\geq 0, \mu_1, \mu_2, \mu_3 \leq 1 \end{aligned}$$

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17 (ملحق شكل ٤) نحصل على :

القيمة	متغير القرار
10601.89	X ₁
1500.000	X ₂

• مدى تحقق الأهداف ودرجة الرضى:

نوع الانحراف	الانحرافات		قيمة الهدف	الهدف
	P	N		
تحقق الهدف	0.000000	0.000000	608197.5	التكاليف
غير مرغوب	0.000000	7949000	8544725	الربح
تحقق الهدف	0.000000	0.000000	16270	الجودة

نلاحظ أنه وفقاً لبرمجة الأهداف الضبابية أن هدف الجودة والتكاليف قد تحققاً تماماً، أما هدف الربح

لم يتحقق.

٧-١-٥- صياغة المسألة باستخدام برمجة الأهداف (MMGP) MinMax : في هذا النموذج

تهدف دالة الهدف الى تخفيض أعظم مجموع لمتغيرات الأهداف. وتتم صياغة النموذج الرياضي بإدخال متغير جديد D والذي يمثل الحد الأعلى بالنسبة لجميع الانحرافات سواء كانت موجبة أو سالبة المتعلقة بكل هدف حيث يصبح هذا الأخير كقيد اضافي، بينما دالة الهدف تصبح على شكل تخفيض للمتغير الجديد. بالتالي يمكن صياغة المسألة على النحو التالي:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= D \\ 0.2 p_1 + 0.3 n_2 + 0.5 n_3 - D &\leq 0 \\ 243.279 X_1 + 243.279 X_2 + n_1 - p_1 &= 608197.5 \\ 250.35 X_1 + 230.25 X_2 + n_2 - p_2 &= 8544725 \\ 5.56 X_1 + 7.14 X_2 + n_3 - p_3 &= 16270 \\ X_1 + X_2 &\leq 58000 \\ 2.9 X_1 + 2.6 X_2 &\leq 97186 \\ 2.3 X_1 &\leq 24384.350 \\ 2.1 X_2 &\leq 56120.8 \\ X_1 &\leq 26308.4 \\ X_2 &\leq 56770.9 \\ X_1 &\geq 1000 \\ X_2 &\geq 1500 \end{aligned}$$

$X_1, X_2, n_1, n_2, n_3, p_1, p_2, p_3 \geq 0$

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO 17 (ملحق شكل 5) نحصل على :

القيمة	متغير القرار
9552.54	X_1
26724.19	X_2

مدى تحقق الأهداف ودرجة الرضى:

نوع الانحراف	الانحرافات		قيمة الهدف	الهدف
	P	N		
انحراف غير مرغوب به	8217171	0000000	608197.5	التكاليف
تحقق الهدف تماماً	0.000000	0000000	8544725	الربح
تحقق الهدف مع انحراف مرغوب	227652.9	0000000	16270	الجودة

نلاحظ أنه وفقاً لبرمجة الأهداف MinMax أن هدف التكاليف لم يتحقق، أما بالنسبة لهدف الربح والجودة فقد تحققا، هدف الربح تحقق تماماً أما الجودة فقد تحقق مع انحراف كبير مرغوب به.

١-٦-٧ - صياغة المسألة باستخدام برمجة الأهداف الموسع EGP: هو نموذج يمزج بين برمجة

الأهداف WGP ونموذج MMGP، اللذين يمكن اعتبارهما قطبين متعاكسين للحل، فنموذج WGP يوفر تحقيق أعلى قدر من الكفاءة بينما نموذج MMGP يوفر الحل الأكثر توازناً بمعنى يخفض الحد الأقصى للانحراف عن الأهداف. كما تم تطوير هذا النموذج لجعله يشمل الأولويات بالأهداف، وعليه يوفر نموذج EGP حلاً وسطية بين كلا النموذجين حيث أن دالة الهدف توحد بين نموذج WGP ونموذج MMGP. بالتالي يمكن صياغة المسألة على النحو التالي:

$$\text{Min } Z = (1 - \alpha)D + \alpha(0.2 p_1 + 0.3 n_2 + 0.5 n_3)$$

$$0.2 p_1 + 0.3 n_2 + 0.5 n_3 - D \leq 0$$

$$243.279 X_1 + 243.279 X_2 + n_1 - p_1 = 608197.5$$

$$250.35 X_1 + 230.25 X_2 + n_2 - p_2 = 8544725$$

$$5.56 X_1 + 7.14 X_2 + n_3 - p_3 = 16270$$

$$X_1 + X_2 \leq 58000$$

$$2.9 X_1 + 2.6 X_2 \leq 97186$$

$$2.3 X_1 \leq 24384.350$$

$$2.1 X_2 \leq 56120.8$$

$$X_1 \leq 26308.4$$

$$X_2 \leq 56770.9$$

$$X_1 \geq 1000$$

$$X_2 \geq 1500$$

$$X_1, X_2, n_1, n_2, n_3, p_1, p_2, p_3 \geq 0, 0 \leq \alpha \leq 1$$

α تقيس الأهمية المتعلقة بتخفيض مجموع أوزان متغيرات الانحرافات الغير مرغوب بها. إذا كانت $\alpha = 1$

α سنكون أمام نموذج برمجة الأهداف MMGP اما إذا كانت $\alpha = 0$ سنكون أمام نموذج برمجة الأهداف

بالأولويات، فيما عدا ذلك سنكون أمام حل وسطي بينهما. بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO 17

نحصل على :

α	X_1	X_2	هدف ١	هدف ٢	هدف ٣
----------	-------	-------	-------	-------	-------

١	١٠٦٠١,٨٩	٢٥٥٥٤,٠٤	٨٧٩٥٩٧٨,٤٩	٨٥٣٨٠٠٠,٨٧	٢٤١٤٠٢,٣٥
٠,٨	١٠٦٠١,٨٩	٢٥٥٥٤,٠٤	٨٧٩٥٩٧٨,٤٩	٨٥٣٨٠٠٠,٨٧	٢٤١٤٠٢,٣٥
٠,٦	١٠٠٠٠,٠٠	٢٦٠٠٠,٠٠	٨٧٥٨٠٤٤	٨٤٩٠٠٠٠	٢٤١٢٤٠
٠,٤	١٠٠٠٠,٠٠	٢٦٠٠٠,٠٠	٨٧٥٨٠٤٤	٨٤٩٠٠٠٠	٢٤١٢٤٠
٠,٢	٩٥٥٢,٥٤	٢٦٧٢٤,١٩	8825366.6	٨٥٤٤٧٢٥	٢٤٣٩٢٢,٨
٠	٩٥٥٢,٥٤	٢٦٧٢٤,١٩	8825366.6	٨٥٤٤٧٢٥	٢٤٣٩٢٢,٨

٧-١-٧- صياغة المسألة باستخدام برمجة الأهداف المنقحة: يمكن صياغة المسألة على النحو

التالي:

$$\text{Min } Z = n1 + p1 + n2 + p2 + n3 + P3$$

$$243.279 X1 + 243.279 X2 + n1 - p1 - y1 = 0$$

$$y1 + e1 - f1 = 608197.5$$

$$y1 \geq 608197.5$$

$$y1 \leq 750000$$

$$250.35 X1 + 230.25 X2 + n2 - p2 - y2 = 0$$

$$y2 + e2 - f2 = 8544725$$

$$y2 \geq 8000000$$

$$y2 \leq 8544725$$

$$5.56 X1 + 7.14 X2 + n3 - p3 - y3 = 0$$

$$y3 + e3 - f3 = 16270$$

$$y3 \geq 15000$$

$$y3 \leq 16270$$

$$X1 + X2 \leq 58000$$

$$2.9 X1 + 2.6 X2 \leq 97186$$

$$2.3 X1 \leq 24384.350$$

$$2.1 X2 \leq 56120.8$$

$$X1 \leq 26308.4$$

$$X2 \leq 56770.9$$

$$X1 \geq 1000$$

$$X2 \geq 1500$$

$$X1, e1, e2, e3, f1, f2, f3, X2, n1, n2, n3, p1, p2, p3 \geq 0$$

y_i متغير مستمر يتغير بين $b_{i,max}$ ، $b_{i,min}$ ، f_i ، e_i الانحرافات الموجبة والسالبة المتعلقة بالهدف i |

$y_i - b_{i,max}$.|

بعد حل النموذج باستخدام برنامج LINDO17 (ملحق شكل ٦) نحصل على :

متغير القرار	القيمة
X_1	10601.89
X_2	18171.66

مدى تحقق الأهداف ودرجة الرضى:

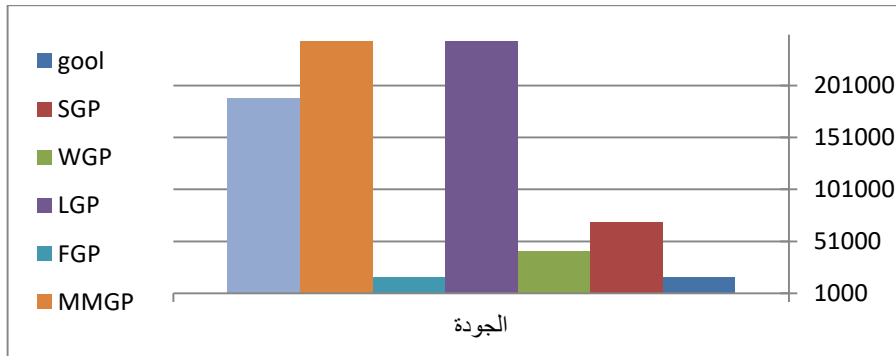
نوع الانحراف	الانحرافات		قيمة الهدف	الهدف
	P	N		
تحقق الهدف	0000000	0.000000	608197.5	التكاليف

الربح	8544725	1161793	0.000000	غير مرغوب
الجودة	16270	0.000000	١٧٢٤٢٢,١	مرغوب

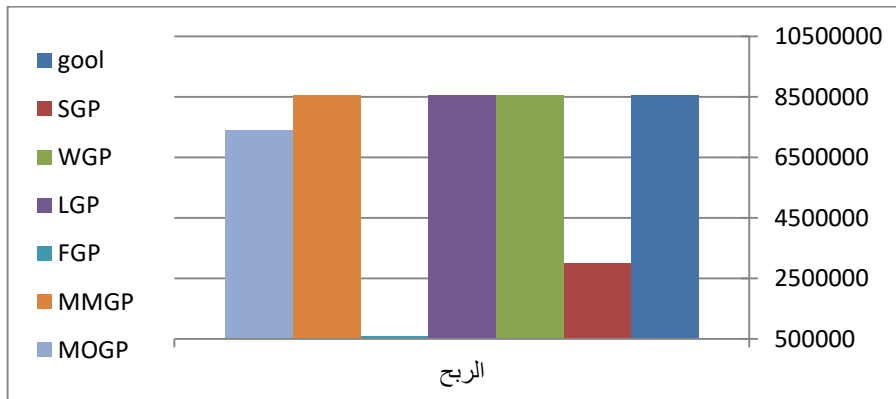
نلاحظ أنه وفقاً لبرمجة الأهداف المنقحة أن هدف التكاليف قد تحقق بالضبط، أيضاً هدف الجودة قد تحقق و بانحراف كبير مرغوب به، أما هدف الربح لم يتحقق بل كان هناك انحراف غير مرغوب به لكنه أقل بكثير من انحرافات الطرق الأخرى.

٨- مقارنة نتائج الأهداف لمختلف نماذج برمجة الأهداف بمستوى الطموح

من خلال تطبيق أهم نماذج برمجة الأهداف في ظل الظروف الأكيدة والضبابية، تبين الدور الفعال لبرمجة الأهداف في ترجمة واقع المشكلات التي تتعرض لها المؤسسات، وكيف يمكنها من تحقيق أهدافها والتي يمكن أن تكون متعارضة. وتوضح الأشكال التالية نتائج المقارنة بين نماذج برمجة الأهداف التي تم دراستها وحسب كل هدف على حدة، حيث يمثل goal الهدف المطلوب تحقيقه، SGP تحقق الهدف باستخدام برمجة الأهداف المعيارية، WGP تحقق الهدف باستخدام برمجة الأهداف المرجحة، LGP تحقق الهدف باستخدام برمجة الأهداف للكسيكوغرافية، FGP تحقق الهدف باستخدام برمجة الأهداف الضبابية، MMGP تحقق الهدف باستخدام برمجة الأهداف MinMax، MOGP تحقق الهدف باستخدام برمجة الأهداف المنقحة.

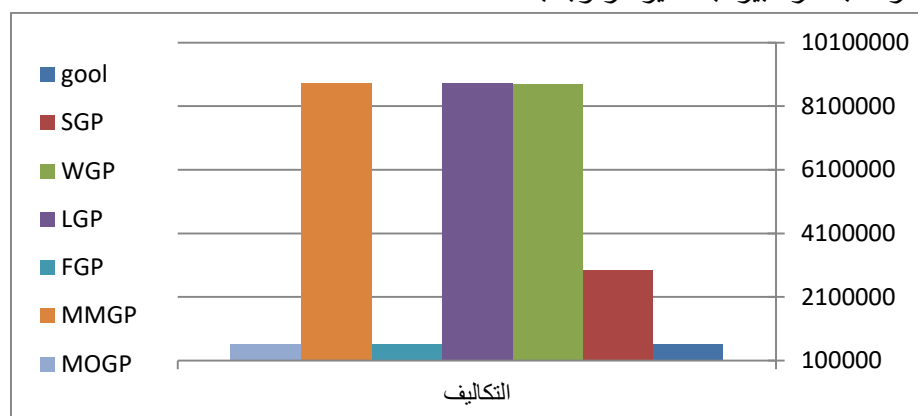


بالنسبة لهدف تعظيم الجودة نلاحظ أن جميع النماذج قد حققت هذا الهدف وبانحراف مرغوب فيه، غير أن برمجة الأهداف للكسيكوغرافية وبرمجة الأهداف MinMax قد حققتا هذا الهدف بانحراف كبير جداً مرغوب به.



بالنسبة لهدف تعظيم الربح نلاحظ أن البرمجة للكسيكوغرافية وبرمجة الأهداف MinMax قد حققتا هذا الهدف تماماً، أما البرمجة المرجحة انحرفت بالنقص قليلاً عن القيمة المطلوبة لتليها برمجة الأهداف

المنقحة حيث انحرفت بالنقص عنها قليلاً، غير أن البرمجة العادية انحرفت بمقدار كبير، على حين أن البرمجة الضبابية قد انحرفت بمقدار كبير جداً غير مرغوب به .



بالنسبة لهدف تخفيض التكاليف نلاحظ أن برمجة الأهداف الضبابية والمنقحة قد حققتا الهدف تماماً، بينما انحرفت البرمجة العادية بشكل غير مرغوب به، على حين البرمجة المرجحة واللغسيكوجرافية وبرمجة MinMax لم تحقق الهدف، بل انحرفت بالزيادة عن القيمة المحددة بمقدار كبير جداً .

٩-الخلاصة

يتضح من خلال هذا البحث امكانية استفادة المؤسسة من أحد نماذج برمجة الأهداف لتحديد كميات الانتاج المثلى، لتحقيق مجموعة أهداف متعددة ومتعارضة عند مستوى طموح معين قد يكون معلوم أو مجهول. فإذا كانت مستويات الطموح معلومة تُطبق مباشرة احدى طرق برمجة الأهداف المؤكدة (معيارية، ترجيحية، أولويات، غير خطية، ...) وهذا بناءً على الاستراتيجية التي يتبعها متخذ القرار على أساس الأولويات او الأوزان المراد ترجيحها، أما اذا كانت مستويات الطموح مجهولة فيمكن ايجادها باستخدام البرمجة الكمبرومازية أو يمكن استخدام احدى طرق برمجة الأهداف الضبابية في حالة ما أعطيت لنا قيم عظمى ودنيا لمستويات الطموح من طرف متخذ القرار. ونفس الشيء بالنسبة لأوزان ترجيح الأهداف في بعض الأحيان يصعب تقييمها من طرف متخذ القرار فيمكن أن نلجأ الى تحديدها باستخدام عملية التحليل الهرمي. وبالتالي نجد أن برمجة الأهداف تضع أمام متخذ القرار عدة خطط واستراتيجيات يتم اختيار أفضل هذه الخطط على أساس المعطيات المتوفرة لديهم وعلى أساس ترتيب أولويات الأهداف، ويبقى على متخذ القرار اختيار الاستراتيجية التي تتماشى مع أهدافه. أيضاً خلصنا إلى أن عملية اتخاذ القرار الأمثل يتطلب الاستعانة بالأساليب التقليدية والعلمية على حد سواء، وذلك لان أمثلة عملية اتخاذ القرارات لا تتحقق الا من خلال التكامل بين الأساليب التقليدية والأساليب العلمية لمواجهة المشكلات الادارية المعقدة التي أوجدها التطور الحديث في مجال الادارة و إيجاد الحلول الصائبة لهذه المشكلات.

ملحق الأشكال :

Objective value: 7881105.
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 0
 Elapsed runtime seconds: 8.65

Model Class: LP

Total variables: 8
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 0

Total constraints: 12
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 25
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
F1	2338939.	0.000000
N2	5545167.	0.000000
N3	0.000000	1.000000
X1	10601.89	0.000000
X2	1500.000	0.000000
N1	0.000000	1.000000
F2	0.000000	1.000000
F3	53386.52	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	7881105.	-1.000000
2	0.000000	1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	0.000000
5	48998.11	0.000000
6	62540.52	0.000000
7	0.000000	3.074348
8	52970.80	0.000000
9	15706.51	0.000000
10	55270.90	0.000000
11	9601.891	0.000000
12	0.000000	-13.62900

الشكل (١) الحل بطريقة البرمجة المعيارية

Global optimal solution found.
 Objective value: 1639573.
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 2
 Elapsed runtime seconds: 0.06

Model Class: LP

Total variables: 8
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 0

Total constraints: 12
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 25
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
F1	8187762.	0.000000
N2	6722.809	0.000000
N3	0.000000	0.5000000
X1	10601.89	0.000000
X2	28584.04	0.000000
N1	0.000000	0.2000000
F2	0.000000	0.3000000
F3	225132.4	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1639573.	-1.000000
2	0.000000	0.2000000
3	0.000000	-0.3000000
4	0.000000	0.000000
5	21844.06	0.000000
6	0.000000	7.853538
7	0.000000	1.597365
8	2487.307	0.000000
9	15706.51	0.000000

الشكل (٢) الحل بطريقة البرمجة المرجحة

Lingo 17.0 - [Solution Report - Lingo3]

Global optimal solution found.

Objective value: 8216962.
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 2
 Elapsed runtime seconds: 0.06

Model Class: LP

Total variables: 6
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 0

Total constraints: 12
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 21
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
F1	8216962.	0.000000
X1	9562.385	0.000000
X2	26715.49	0.000000
N1	0.000000	1.000000
N2	0.000000	0.000000
F2	0.000000	4.340393
N3	0.000000	0.000000
F3	227631.2	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	8216962.	-1.000000
2	0.000000	1.000000
3	0.000000	-4.340393
4	0.000000	0.000000
5	2174.12	0.000000
6	0.000000	290.8063
7	2390.865	0.000000
8	22.46280	0.000000
9	16746.02	0.000000

Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.

الشكل (٣) الحل بطريقة البرمجة اللكسيكوغرافية

Lingo 17.0 - [Solution Report - majroub5]

No feasible solution found.

Infeasibilities: 926.3299
 Total solver iterations: 4
 Elapsed runtime seconds: 2.37

Model Class: LP

Total variables: 9
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 0

Total constraints: 17
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 28
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
I	-46.26235	0.000000
F1	243.2790	0.000000
X1	1000.000	0.000000
X2	1500.000	0.000000
N1	242279.0	0.000000
F1	0.000000	0.000000
F2	250.3500	0.000000
N2	8198350.	0.000000
F2	0.000000	0.000000
F3	5.550000	0.000000
N3	4560.000	0.000000
F3	0.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	162.0596	1.000000
2	0.000000	-0.191264
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000

Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.

الشكل (٤) الحل بطريقة البرمجة المبهمة

Global optimal solution found.
Objective value: 1638573
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 2
Elapsed runtime seconds: 0.46
Model Class: LP
Total variables: 9
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0
Total constraints: 13
Nonlinear constraints: 0
Total nonzeros: 27
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
D	1638573	0.000000
P1	8121731	0.000000
R2	0.000000	0.000000
R3	0.000000	0.000000
X1	3621.84	0.000000
X2	24724.19	0.000000
X3	0.000000	0.000000
P2	0.000000	0.000000
P3	27482.9	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1638573	-1.000000
2	0.000000	1.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	-0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	21844.04	0.000000
8	0.000000	7.883338
9	2457.307	0.000000
10	18706.81	0.000000
11	32126.86	0.000000
12	9621.891	0.000000
13	24054.04	0.000000

الشكل (٥) الحل بطريقة البرمجة MinMax

Total solver iterations: 1
Elapsed runtime seconds: 0.10
Model Class: LP
Total variables: 17
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0
Total constraints: 21
Nonlinear constraints: 0
Total nonzeros: 46
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
N1	0.000000	2.000000
P1	0.000000	0.000000
R2	1461782	0.000000
P2	0.000000	2.000000
R3	0.000000	2.000000
P3	172422.1	0.000000
X1	10461.89	0.000000
X2	18731.66	0.000000
Y1	780000.0	0.000000
E1	0.000000	0.000000
F1	141802.5	0.000000
Y2	800000.0	0.000000
E2	844728.0	0.000000
F2	0.000000	0.000000
Y3	14270.00	0.000000
E3	0.000000	0.000000
F3	0.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	784784	-1.000000
2	0.000000	1.000000
3	0.000000	0.000000
4	141802.5	0.000000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	-1.000000
8	0.000000	-1.000000
9	0.000000	-1.000000
10	0.000000	-1.000000
11	0.000000	-1.000000
12	0.000000	-1.000000
13	0.000000	-1.000000
14	0.000000	-1.000000
15	0.000000	-1.000000
16	0.000000	-1.000000
17	0.000000	-1.000000

الشكل (٦) الحل بطريقة البرمجة المنفتحة:

المراجع العربية:

- [1]-ابراهيم ميرك وعائشة خليل، ٢٠١٩. أهمية استخدام البرمجة بالأهداف متعددة الخيارات في تحديد توليفة الإنتاج _ دراسة حالة شركة الصناعات الميكانيكية ولواحقها (ORSIM). مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٥، العدد ١، صفحة ٢٩٣ - ٣٠٦.
- [2]- السلامي قصي حميد، ٢٠١٩. استخدام برمجة الأهداف المساعدة في اتخاذ القرار الاستثماري في السوق المالي. University – Erbil Journal of Humanities and Sciences. p.p 110 - 118.
- [3]-العرباوي عمر، ٢٠١٨. استخدام الأساليب الكمية المساعدة على اتخاذ القرارات في المؤسسات الاقتصادية _ دراسة حالة المؤسسة الوطنية للأحجار الطبيعية Roca AL بسبدي بلعباس. http:// d space. Univ- Tlecen. Dz/ handel/112/13844.
- [4]-الوثيري طارق ومحمدي عز الدين، ٢٠٢٠. استخدام برمجة الأهداف المبهمة في تحديد حجم الإنتاج الأمثل _ دراسة حالة مؤسسة مطاحن التاج الذهبي. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٧، العدد ٣، صفحة ٢٥٤ - ٢٦٩.

- [5]-باشا نجاح، ٢٠١٤. نمذجة وترشيد القرار متعدد المعايير باستخدام برمجة الأهداف _دراسة حالة مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل بسكرة. Masters thesis. Universite Mohamed Khide. Biskra.
- [6]-باشا نجاح، ٢٠١٧. نمذجة وترشيد القرارات متعددة المعايير باستخدام برمجة الاهداف المعيارية _دراسة حالة مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل بسكرة. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٧، العدد ٢، صفحة ١٢١ - ١٣٨.
- [7]-بلحسن محمد علي، ٢٠١٧. استخدام برمجة الأهداف بالأولويات لترشيد ادارة الإنتاج _دراسة حالة مؤسسة ENICAB فرع جنرال كابل بسكرة. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٢، العدد ٢، صفحة ٧٠٣ - ٧٢٠.
- [8]-بن سبع الياس، ٢٠١٩. استخدام نماذج البرمجة الخطية بالأهداف في نمذجة وحل مشاكل النقل. دراسة حالة شركة نطال تلمسان. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٥، العدد ٣، صفحة ٧٤ - ٩٧.
- [9]-بن طيب هديات، ٢٠١٦. دراسة الإنتاج والعمليات باستخدام البرمجة بالأهداف في مؤسسات الخدمات مع دراسة حالة الجزائرية للتأمينات. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٣، العدد ١، صفحة ١ - ١٧.
- [10]-بن مسعود نصر الدين. ٢٠١٧. استخدام نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة مع دمج تفضيلات متخذ القرار في التخطيط المثولي للإنتاج والتوزيع في المؤسسات الصناعية في الجزائر. المركز الجامعي بلحاج بوشعيب بعين تموشنت.
- [11]-بن مسعود نصر الدين و أحمد صادق قراوي و زينب بالحريري. ٢٠١٨. استخدام برمجة الأهداف المبهمة في التخطيط التكاملي للإنتاج والتوزيع في المؤسسات الاقتصادية الجزائرية. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٢، العدد ٢، صفحة ٧١ - ٨٤.
- [12]-بوشارب خالد. ٢٠٢٠. محاولة لبناء نموذج برمجة خطية متعددة الأهداف لاتخاذ القرار الإنتاجي، دراسة حالة وحدة أغذية الأنعام بالمسلية. المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، مجلد ١٥، العدد ١، صفحة ١٩١ - ٢٠٣.
- [13]-بوكليخة لطيفة. ٢٠١٦. مشكلة الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة بالأهداف، دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٤، العدد ٦، صفحة ١٢٤ - ١٣٥.
- [14]-تنهينان يسلي وبوزارة العيد. ٢٠٢٠. استخدام نموذج البرمجة الخطية بالأهداف في اتخاذ القرار الإنتاجي _دراسة حالة المؤسسة الوطنية الجزائرية LFB (ملبنة ومجبنة بودوو). مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٦، العدد ٢٣، صفحة ٣١٧ - ٣٣٢.
- [15]-دريدي أحلام. ٢٠١٨. دور استخدام أساليب بحوث العمليات في تحسين أداء المؤسسات الجزائرية- دراسة حالة عينة من المؤسسات الجزائرية. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١، العدد ٢، صفحة ١٧٥ - ١٨٨.

- [16]- دريدي أحلام وقشوط الياس وراضية مغزي لعرافي. ٢٠٢٢. دور استخدام نماذج البرمجة متعددة الأهداف في تحسين اتخاذ القرار في المؤسسات الاقتصادية الجزائرية، دراسة حالة مصنع تجميع المركبات الصناعية (عموري بسكرة). مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١١، العدد ١، صفحة ٧١٨ - ٧٣٦.
- [17]- ريفي خيرة. ٢٠١٨. البرمجة متعددة الأهداف ودورها في اتخاذ القرارات داخل المؤسسة. دراسة ميدانية على مستوى مطاحن أولاد معلقة. جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، مجلد ١٨، العدد ٩، صفحة ٣٣ - ٤٨.
- [18]- طالب سمية. ٢٠١٩. استعمال نموذج برمجة الأهداف المبهمة كأداة مساعدة في اتخاذ القرار في مجال مراقبة الجودة. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٠، العدد ٢، صفحة ١٦١ - ١٨٠.
- [19]- طلحة محمد. ٢٠١٥. تطبيق البرمجة بالأهداف في الرقابة على الجودة. Magister en Science Economique. [http:// d space. Univ- Tlemcen. Dz// hadle/112/7923](http://d.space.Univ-Tlemcen.Dz/hadle/112/7923).
- [20]- عيد علي أحمد كردي. ٢٠١٩. استعمال أسلوب بيز والبرمجة الهدفية في تقدير معالم الانحدار. رسالة ماجستير - كلية الإدارة و الاقتصاد - قسم الإحصاء - جامعة كربلاء. جمهورية العراق.
- [21]- قزولي سفيان. ٢٠٢١. استعمال نموذج البرمجة بالأهداف مع دوال الرضى (دوال الكفاءة) في اتخاذ القرار المثولي في المؤسسات الاقتصادية. رسالة ماجستير - كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير - قسم علوم الاقتصاد - جامعة بلحاج بو شعيب - عين تموشنت - الجمهورية الجزائرية.
- [22]- قمراس عبد الحميد. ٢٠١٨. ترشيد قرارات منح القروض باستخدام بحوث العمليات. دراسة حالة القرض الشعبي الجزائري وكالة المسلية. [http:// d space. Univ- Msila. Dz: 8080//xmlui/ handl. 123456789/84](http://d.space.Univ-Msila.Dz:8080/xmlui/handl.123456789/84)
- [23]- العرج مجاهد نسيمية وقاسم عمر. ٢٠١٧. البرمجة بالأهداف كتقنية لاتخاذ القرار متعدد المعايير. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٤، العدد ١، صفحة ٧ - ٣١.
- [24]- محمد أحمد مصطفى جمعة. ٢٠١٥. البرمجة الخطية وبرمجة الأهداف. رسالة ماجستير - محاسبة مالية ومراجعة - جامعة طنطا.
- [25]- مخوخ زريقة. ٢٠١٧. استخدام الأساليب الكمية في ترشيد قرارات المؤسسة الاقتصادية. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٨، العدد ١، صفحة ٢٥٠ - ٢٦٥.
- [26]- مخوخ زريقة. ٢٠٢٠. ترشيد القرارات المتعددة والمتعارضة باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٤، العدد ١، صفحة ١٠٨ - ١٢٢.
- [27]- نعيم الهام. ٢٠١٥. أهمية اللجوء إلى الأساليب الكمية في اتخاذ القرار مع تطبيق برمجة الأهداف لتحديد كمية الإنتاج. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١، العدد ١، صفحة ١٤٩ - ١٥٩.
- [28]- نعيم الهام وبالمقدم مصطفى. ٢٠١٦. البرمجة بالأهداف كأداة مساعدة في اتخاذ قرار منح القروض مع دراسة تطبيقية بوكالة BDL بمغنية. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٥، العدد ١، صفحة ٢٥٦ - ٢٧٧.
- [29]- نعيم الهام. ٢٠١٦. استخدام نموذج البرمجة بالأهداف في نمذجة النظم الصناعية. جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان - قسم علم الاقتصاد - ٢٥٤ صفحة.

[30]-وايني علي وحامدو عبد الرحمان. ٢٠١٨. محاولة استخدام البرمجة بالأهداف في التحليل المالي، دراسة حالة مؤسسة إنتاج مواد البناء E.P.M.C . مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ٥، العدد٥، صفحة ١٣٨ - ١٥٥.

[31]-يحياوي مفيدة وخالد بوشارب. ٢٠١٥. محاولة لاستخدام نموذج البرمجة الخطية بالأهداف في اتخاذ القرار الإنتاجي، دراسة حالة المؤسسة الجزائرية للأنسجة الصناعية والتقنية EIATIT بالمسليية. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا ASJP، مجلد ١٥، العدد٥، صفحة ١٩١ - ٢٠٣.

المراجع الأجنبية:

[32] Belaid Aouni, Le modèles de G.P. *mathématique avec buts dans un environnement imprecise, thèse de doctorat*, Faculté des Sciences de l'administration, université LAVAL, Québec (CANADA), 1998.

[33]-Hamdy A. Taha, *Operations Research (an Introduction)*, eighth edition, Upper Saddle- River, New Jersey (USA), 2007.

[34]- Martel .J , Aouni.B, Amel.H, *Les préférences du décideur dans le Goal Progmring : Etatde l'art et prespectives futures*, 6ème conférence francophone de modélisation, Optimisations et simulation des systèmes , du 3 à 5 Avril 2006, Ribet (Maroc).

[35]- Mehrdad Tamiz, Dylan Jones, Carlos Romero, *Goal Programming for decision making (An overview of the current state-of-the-art)*, European Journal of Operational Research ,ELSEVIER, Volume 111, Issue 3, Pages 421-688 (16 December 1998).

[36]- Mehrdad Tamiz, Dylan Jones, *Practical Goal Programming*, springer, New York, 2010, P 13.

[37]-Rania.A , Mehrdad.T, *A Review of Goal Programming For Portfoli Sélection, New Developments in Multiple Objective and Goal Programming*, International Séries in Operations Research and management Science 141 , Springer Science+ Business Media, LLC 2010.

[38]- Yves Nobert, *Roch Ouellet et Régis Parent*, La recherche opérationnelle, 3ème edition, Gaëta Morin Editeur, CANADA, 2001.