مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : الاقتصاد والإدارة، م ٩، ص ص ٥٧-٧٩ (١٤١٦هـ/ ١٩٩٦م)

تطبيق نموذج برمجة الأهداف الثنائية في اختيار المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى

عبدالله سليمان العزاز
أستاذ مساعد
قسم الأساليب الكمية - كلية الاقتصاد والإدارة
جامعة الملك سعود - فرع القصيم - القصيم- المملكة العربية السعودية

المستخلص : يقوم هذا البحث بتطبيق نموذج برمجة الأهداف الثنائية لاختيار المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى. وقد تم استخدام هذا المنهج على حالة توضيحية لإبراز مرونته ومدى فعاليته في اختيار البرامج الاستثمارية المناسبة خاصة في الدول النامية، التي تتطلب قدراً كبيراً من الاهتمام لاستغلال مواردها المحدودة. وقد تم حل النموذج باستخدام طريقة التفريع والتحديد الخاصة ببرمجة الأهداف الثنائية. وتشير النتائج إلى أهمية أسلوب برمجة الأهداف الثنائية في مساندة متخذ القرار بالمعلومات القيمة، والمرتبطة بتقييم واختيار المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى، بطريقة تمكنه من اتخاذ القرار المناسب تحت ظروف تعدد الأهداف.

١ - المقدمة

تتصف معظم الموارد المالية والمادية والبشرية في كثير من حالات اتخاذ القرار- إن لم يكن جميعها- بالندرة الشديدة، مما جعل تخطيط استغلال تلك الموارد وتخصيصها بطريقة مثلى يمثل منعطفاً حرجاً. ولعل أكثر حالات اتخاذ القرار ظهوراً لتلك الحرجية، هي دراسة تحليل وتقييم المشروعات التي تتمثل في وجود مجموعة من المشروعات المتنافسة على مورد محدد، مما يهتم على متخذ القرار أن يستخدم أساليب علمية تتسم بالموضوعية لتخصيص تلك الموارد على أسس ومعايير كمية، وليس اعتماداً على التقديرات الشخصية التي قد تتأثر بالتوجيه المغرض أو نقص الخبرة أو كلاهما معا.

وتشتمل دراسة الجدوى عموما على خمس مراحل، مرحلة تحديد المشروعات، ومرحلة إعداد المشروعات، ومرحلة تحليل وتقييم المشروعات، ومرحلة التنفيذ، ومرحلة التشغيل (الحناوي، ١٩٨٢)، (عبدالعزيز، ١٩٨٧)، (طه، ١٩٨٧). ويركز هذا البحث على مرحلة تحديد المشروعات- وبالأحرى دراسة ما قبل الجدوى، والتي تبدأ بمجموعة من أفكار المشروعات، ثم تليها عملية تنقيح وتنقية مبدئية لتلك الأفكار بهدف استبعاد المشروعات التي لا تتوافق مع طبيعة المجتمع وقوانينه وتشريعاته وحاجاته، يلي ذلك دراسة ما قبل الجدوى، والتي تهدف إلى التعرف على مدى توافق أهداف المشروعات مع سياسة الدولة التنموية للوصول إلى قرار بشأن إجراء دراسات جدوى تفصيلية للمشروعات المفضلة.

وتعتمد عملية التقييم في تلك المرحلة عموما- على الرغم من وجود العديد من الاختلافات بين أهداف المشروعات القومية والخاصة- على مجموعة من المعايير التي تقيس مدى ارتباط المشروعات بتحقيق الأهداف التي أنشئت من أجلها. فعلى المستوى القومي تظهر المنافسة الشديدة في الحصول على دعم وتمويل المشروعات التنموية، مما يؤدي إلى ازدياد عدد المشروعات المقدمة إلى جهات التمويل المختصة، والتي ترتبط غالبا باعتمادات مالية محدودة، مما يتعين بالضرورة الحاجة إلى استخدام تلك المعايير لاختيار أفضل المشروعات التي تساهم في إنجاز أهداف خطة التنمية الاقتصادية، وتتوافق مع الأهداف العامة، وتتسق اتساقاً كاملا مع احتياجات المجتمع. أما على مستوى المشروعات الخاصة، فإن دراسات تحليل وتقييم المشروعات تعتمد على معيار العائد أو التكلفة، حيث يكون الهدف الأول هو تحقيق أعلى عائد ممكن أو أقل تكلفة ممكنة- وإن كان في كثير من البلدان توجد بعض الأنظمة والقوانين التي تلزم أصحاب المشروعات الخاصة بضرورة توفر مقتضيات النواحي الاجتماعية والبيئية. وعلى الرغم من اختلاف المعايير المستخدمة في عملية التقييم باختلاف حجم ونوع ومجال المشروعات الاستثمارية المقترحة، إلا أنه يوجد مجموعة من المعايير المتعارف عليها لإجراء عملية التقييم، والتي يمكن تطويعها لتتلاءم مع ظروف كل حالة، حيث تتفاوت تلك المعايير في أهميتها بالنسبة للمشروعات القومية والخاصة. فعلى مستوى المشروعات القومية، فإن الاهتمام ينصب على المعايير التي تعكس مدى ارتباط المشروع بأهداف خطة التنمية، ومدى استخدام المشروع للموارد المحلية المتاحة، والقيمة المضافة التي يحققها المشروع، وحجم العمالة التي يستوعبها المشروع، ومساهمة المشروع في تحقيق التكامل الصناعي، ومساهمة المشروع في رفع وتطوير الأساليب التقنية، ومساهمة المشروع في التنمية الاجتماعية ورفع مستوى المعيشة، ومعيار العائد الاقتصادي. أما في المشروعات الخاصة، فغالبا ما تكون معايير نقطة التعادل، ومعدل العائد على الاستثمار، وفترة استرداد الأموال المستثمرة في المشروع، والقيمة الحالية للإيرادات المتوقعة هي الأكثر أهمية (عبدالعزيز، ١٩٧٨)، (طه، ١٩٧٨)، (squire, 1989).

ولعل اختيار مرحلة لدراسة ما قبل الجدوى لتكون عصب هذا البحث مرده إلى أن أساليب اختيار المشروعات في مرحلة تحليل وتقييم المشروعات أخذت اهتماما بالغا على المستوى النظري والتطبيقي، حيث يزخر أدب علم الإدارة وبحوث العمليات بالعديد من الأساليب القيمة Muralidhar et al. (1988), bard and Kaufmann (1988), Muralidhar et al. (1990), Ringuest and Graves (1996), Schniederjans and Rich (1991), Santhanam and Schniederjans (1993), Liberatorate and Stylianou (1994), Mukherjee (1994) لكن على النقيض من ذلك فإن أساليب تقييم المشروعات في مرحلة التحديد الأولية- دراسة ما قبل الجدوى- على الرغم من أهميتها إلا أنها لم تنل مثل هذا الاهتمام، وظلت في معظم الأحيان نتاجا للخبرات والاجتهادات الشخصية بحجة أنها دراسات أولية.

وعلى الرغم من قلة استخدام الأساليب الكمية في تقييم مشروعات لدراسة ما قبل الجدوى، إلا أن الطريقة التي أشار إليها عسكر (١٩٨٨) والتي تعرف بطريقة تخصيص الأوزان، قد تم استخدامها في تقييم وترتيب أكثر من ثمانين مشروعا في الأردن (Industrial Programming Study and Identification in Jordan (1981)). وتستخدم طريقة تخصيص الأوزان لتقييم المشروعات في مرحلة لدراسة ما قبل الجدوى للمفاضلة بين المشروعات وترتيبها من حيث الأهمية، وفقا لمدى تحقيق كل مشروع لمجموعة من المعايير، سواء تم ذلك كمياً استناداً إلى البيانات والمعلومات الواردة من دراسات ما قبل الجدوى لهذه المشروعات، أو تقديريا باستخدام مقاييس نسبية أو ترتيبية أخرى. بعد ذلك يتم تحديد الأهمية النسبية لكل معيار طبقا لأولويات خطة التنمية، حيث يعطى كل مشروع نسبة مئوية تعكس الوزن النسبي للمشروع بالنسبة لكل معيار. في ضوء هذه المعلومات، يتم تجميع الأوزان النسبية التي يحصل عليها كل مشروع في مصفوفة بهدف الحصول على ترتيب أولويات المشروعات التي يجب أن يعد لها دراسات جدوى تفصيلية.

على الرغم من الفائدة المحدودة لطريقة تخصيص الأوزان إلا أن العديد من الباحثين مثل (لي وليرو (١٩٧٤)، هاوكنز وآدمز (١٩٧٤)، وتايلور ومور وكليتون (١٩٨٢)) قد اقترحوا منهج برمجة الأهداف لاختيار المشروعات بصفة عامة ومشروعات البحوث والتطوير بصفة خاصة، حيث أشار كل من (سفير يونس وبروملي (١٩٧٧)، ولينباك وكروملي (١٩٨٣)، وجوينر ودريك (١٩٨٣)، وبنجمن (١٩٨٥)، وسانثام وزملائه (١٩٨٩)، وشنايدر جانز وزملائه (١٩٩٣))، إلى أهمية استخدام هذا الأسلوب في المشاكل التي تتعدد فيها الأهداف.

يهدف هذا البحث إلى تقديم طريقة عملية ومرنة بغرض تحليل المعلومات وتقديم الاقتراحات ومساندة متخذ القرار في عملية تقييم ومفاضلة المشروعات من خلال تقديم صياغة مقترحة لحل مشكلة اختيار المشروعات في مرحلة دراسة ما قبل الجدوى باستخدام منهج برمجة الأهداف الثنائية (Zero-one Goal Programming)، وتوضيح استخدام تلك الصياغة ومناقشة نتائج عملية التقييم والمفاضلة في ضوء تعدد المعايير المستخدمة.

يحتوي هذا البحث على خمسة أجزاء. بعد هذه المقدمة، يقدم الجزء الثاني نموذج برمجة الأهداف الثنائية كمنهج مقترح لتقييم المشروعات. ويستعرض الجزء الثالث طريقة حل النموذج، ويقدم الجزء الرابع حالة توضيحية تبين استخدام المنهج المقترح ويناقش نتائجه. ويحتوي الجزء الأخير على الخلاصة.

٢. نموذج برمجة الأهداف الثنائية

أولا: لمحة موجزة عن أسلوب برمجة الأهداف

تعتبر برمجة الأهداف أحد مناهج البرمجة الرياضية القادرة علي التعامل مع المشاكل ذات الأهداف المتعددة والمتعارضة. ويعتبر تشارنز وكوبر (١٩٦١) أول من قدم مبادئ برمجة الأهداف، بعد ذلك قام كل من أيجيري (١٩٦٥) ولي (١٩٧٢) واجنزيو (١٩٧٦) بتطوير بعض المفاهيم وطرق الحل. وتختلف برمجة الأهداف عن البرمجة الخطية التقليدية بأنها لا تتطلب تحويل الأهداف المتعددة والمتعارضة، والتي غالبا ما يتم قياسها بمعايير مختلفة، إلى محك ذا بعد واحد. فبرمجة الأهداف تسمح بقياس الأهداف المتعددة بوحدات قياسها الطبيعية، وبعد ذلك تتعامل معها آنيا أو على مراحل.

ثانياً: الصياغة العامة لمشكلة اختيار المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى

باتباع التقليد المتعارف عليه في أدب برمجة الأهداف، فإن المشكلة العامة لاختيار المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى سوف يتم صياغتها على النحو التالي:

أوجد قيمة متغيرات القرار (x_j) التي تدني دالة الهدف التالية:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{m} Pk(di^- + di^+)$$

والتي تخضع للقيود التالية: subject to :

$$\sum C_{ij}X_j + di^- - di^+ = bi$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_j = \alpha$$

and

وبشرط

$X_j = 1$ إذا تم اختيار المشروع

$X_j = 0$ غير ذلك

$$di^-, di^+ > 0$$

$$k = 1,2,3,..., K \qquad i = 1,2,3,...,m \qquad j = 1,2,3,...,n$$

حيث :

Z: مجموع الانحراف السالب والموجب من الأهداف.

Pk : هيكل أولويات الأهداف.

di^-: متغيرات الانحراف السالبة التي تعكس مقدار العجز عن إنجاز الهدف bi.

di^+: متغيرات الانحراف الموجبة التي تعكس مقدار الزيادة في إنجاز الهدف bi.

C_{ij}: معامل مساهمة متغير القرار في تحقيق الهدف bi. هذا المعامل يعكس مدى مساهمة كل مشروع X_j في إنجاز الهدف bi.

X_j : المشروع j حيث يأخذ هذا المتغير القيمة واحد إذا تم اختيار المشروع، ويأخذ القيمة صفر إذا لم يتم اختيار المشروع.

bi: الهدف المرغوب تحقيقه.

α : معلمة تمثل عدد المشروعات المرغوب اختيارها.

ثالثا: طريقة حل النموذج

يزخر أدب علم الإدارة وبحوث العمليات بالعديد من الطرق المستخدمة لحل مشكلة برمجة الأهداف الثنائية، منها على سبيل المثال طريقة الحصر الضمني Implicite (Lee and Morris, 1977) enumeration وخوارزم (بتران) Bitran's algorithm (Bitran, 1979) وطريقة التفريغ والتحديد (Schniederjans, 1984).

وتعتبر طريقة التفريغ والتحديد أحد مناهج الحل الشائعة، غير أنها تتم بكثرة العمليات الحسابية، لذا فهي تتطلب قدرا كبيرا من العناية في صياغة المشكلة لتقليص تلك العمليات، وبالأخص عند صياغة القيود الإضافية الضرورية التي تجعل متغيرات القرار تأخذ قيما ثنائية.

وقد تم استخدام هذه الطريقة لحل الحالة التوضيحية طبقا للخطوات التالية (Schniederjans ((1984), p.103

١- صياغة المشكلة على هيئة برمجة أهداف خطية ثنائية.

٢- تطوير قيود أهداف إضافية، عند الحاجة، تجعل متغيرات القرار تأخذ قيما ثنائية (صفر أو واحد).

٣- حل المسألة باستخدام طريقة السمبلكس المعادلة.

فإذا كان الحل الناتج يحقق متطلبات حل برمجة الأهداف الثنائية، فإن الحل الأمثل قد تم الحصول عليه وليس هناك ضرورة إلى خطوات أخرى. أما إذا كان الحل الناتج لا يحقق متطلبات الحل، انتقل إلى الخطوة الرابعة.

٤- استخدام طريقة التفريغ والتحديد (Schniederjans (1984), p.98) للحصول على حل أمثل ثنائي مستخدما قيود التفريغ التالية:

$$X_j - d_i^+ = 1, X_j - d_i^- = 0$$

رابعًا : حالة توضيحية

لتوضيح استخدام برمجة الأهداف الثنائية في تقييم واختيار المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى، سوف نقدم في هذا الجزء تطبيقا للنموذج المقترح آنفا لتحليل واختيار مجموعة من المشروعات الافتراضية، وذلك بسبب تعذر الحصول على بيانات ومعلومات واقعية.

أ- المشكلة

تتناول المشكلة تقييم مبدئي لثمانية عشر مشروعا افتراضيا، موزعة على أربعة صناعات على النحو التالي: أربعة مشروعات في صناعة الأغذية، وستة مشروعات في صناعة الأثاث، وخمسة مشروعات في صناعة البتروكيماويات، وثلاثة مشروعات في صناعة مواد البناء.

سوف يتم استخدام مجموعة من المعايير الشائعة الاستخدام في تقييم تلك المشروعات[١] كما أن طريقة تقدير قيمة الطرف الأيمن في تلك المعايير – التي سوف تصاغ على هيئة قيود – سوف تعتمد على فرضية أن متخذ القرار يرغب في اختيار عشرة مشروعات فقط من بين الثمانية عشر مشروعا المقترحة. بناء على ذلك فإن قيمة الطرف الأيمن سوف تمثل قيمة إجمالية لعشرة مشروعات[٢] . على سبيل المثال، لو فرضنا أن متخذ القرار يرغب في تحقيق نسبة أرباح إلى رأس المال المستثمر قدرها ٢٥٪ على الأقل لكل مشروع، فإن قيمة الطرف الأيمن لهذا المعيار ستكون ٢٥٠٪.

ب- تطوير النموذج

بناء علي المعايير والبيانات الموضحة في الجدول رقم (١) سوف يتم صياغة قيود النموذج على النحو التالي:

---

(١) للمزيد من التفاصيل عن طريقة حساب تلك المعايير يرجى الرجوع إلى عسكر، (١٩٨٨)، ص٦٤-٧٢ .

(٢) للمزيد من التفاصيل عن استخدام النسبة الإجمالية ارجع إلى ((Schniederjans and Fowler (1989) .

١ - قيد معيار نسبة الأرباح إلى رأس المال المستثمر

يعتبر هذا القيد عن نسبة الأرباح قبل خصم الضرائب والفوائد إلى إجمالي رأس المال المستثمر (وهي في الواقع تناظر النسبة المالية للعائد على الأصول الكلية)، وتعتمد هذه النسبة بدرجة كبيرة على نوع المشروع، حيث ترتفع في المشروعات الاستثمارية الخاصة، وتقل في حالة المشروعات العامة التي لا تهدف التي تحقيق الربح. وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$8.9X_1 + 11.5X_2 + 5.9X_3 + 18.6X_4 + 13.0X_5 + 7.8X_6 + 15.8X_7 + 22.0X_8 + 16.0X_9 + 10.9X_{10} + 6.8X_{11} + 17.3X_{12} + 19.7X_{13} + 6.7X_{14} + 9.8X_{15} + 5.0X_{16} + 11.8X_{17} + 21.0X_{18} + dl^- - dl^+ = 250$$

وكما أشرنا سابقا، فإن الهدف (قيمة الطرف الأيمن) هو محاولة تحقيق نسبة أرباح إلى رأس المال المستثمر بمقدار ٢٥٪ على الأقل من كل مشروع، ولأن هناك عشرة مشروعات نرغب في اختيارها من بين مجموعة المشاريع الثمانية عشر المقترحة فإن القيمة الإجمالية للطرف الأيمن تصبح ٢٥٠٪.

٢ - قيد معيار تشغيل العمالة

في حالة الدول المستوردة للعمالة، يعبر عن هذا المعيار برأس المال المستثمر لكل مشتغل، وغالبا ما تفضل المشروعات التي تعتمد على عدد قليل من العمالة، أي المشروعات ذات الكثافة الرأسمالية، والتي تتسق مع استراتيجية التنمية. وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$110.000X_1 + 140.000X_2 + 90.000X_3 + 170.000X_4 + 240.000X_5 + 150.000X_6 + 300.000X_7 + 250.000X_8 + 120.000X_9 + 130.000X_{10} + 95.000X_{11} + 150.000X_{12} + 180.000X_{13} + 145.000X_{14} + 100.000X_{15} + 70.000X_{16} + 152.000X_{17} + 300.000X_{18} + d2^- - d2^+ = 1{,}700.000$$ ريال

٣ - قيد معيار نسبة استخدام المواد الأولية المحلية

يعبر هذا القيد عن نسبة استخدام المشروع لمواد أولية محلية إلى مجموع المدخلات من المواد الأولية المطلوبة للمشروع. وتمثل قيمة الطرف الأيمن الهدف المنشود تحقيقه علي الأقل لكل مشروع من المشروعات العشرة المرغوب اختيارها، فإذا كان الهدف هو أن تكون نسبة استخدام المشروع لمواد أولية محلية إلى مجموع المدخلات من المواد المطلوبة للمشروع بمقدار ٥٠٪ على الأقل، فإن قيمة الطرف الأيمن الإجمالية تصبح ٥٠٠٪. ويمكن صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$5X_1 + 10X_2 + 70X_3 + 30X_4 + 11X_5 + 14X_6 + 22X_7 + 30X_8 + 15X_9 + 10X_{10} + 45X_{11} + 35X_{12} + 80X_{13} + 67X_{14} + 80X_{15} + 20X_{16} + 65X_{17} + 60X_{18} + d3^- - d3^+ = 500$$

جدول رقم (٢)

المعايير والبيانات المستخدمة لتقييم المشروعات المقترحة

م		مشروعات صناعة الأغذية				مشروعات صناعة الأثاث						مشروعات صناعة البتروكيماويات						مشروعات صناعة مواد البناء			
	المعيار	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	الطرف الأيمن ****
١	نسبة الأرباح إلى رأس المال المستثمر*	8.9	1.5	5.9	18.6	13	7.8	15.8	22	16	6.8	16	17.3	19.7	6.7	9.8	5	11.8	21	250
٢	معيار تشغيل العمالة**	110	140	90	170	240	150	300	250	120	95	120	150	180	145	100	70	52	300	1700
٣	نسبة استخدام المواد الأولية المحلية*	5	10	70	30	11	14	22	32	15	45	15	35	80	67	80	20	65	60	500
٤	نسبة التصنيع المحلي لآلات ومعدات المشروع*	20	30	40	36	10	5	0	30	15	10	15	0	0	15	20	85	60	90	500
٥	نسبة مساهمة المشروع في إحلال الواردات*	18	12	24	17	19	7	11	16	5	2	5	2	115	13	18	60	40	20	250
٦	نسبة مساهمة المشروع في توفير أو استجلاب العملات الأجنبية*	0	30	15	0	21	5	7	18	0	12	0	45	80	0	0	13	0	0	180
٧	نسبة مساهمة المشروع في الصادرات*	0	4	2	0	6	1	2	3	0	2	0	5	3	0	0	3	0	0	100
٨	نسبة اجتذاب رؤوس الأموال العربية والأجنبية*	0	0	8	0	10	5	0	0	10	40	10	30	20	10	70	0	0	0	50
٩	تأثير المشروع على تلوث البيئة***	2	4	5	1	2	3	5	4	3	1	3	1	1	1	2	1	2	3	10
١٠	مساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية***	4	4	3	5	1	2	1	2	2	3	2	4	3	2	1	1	5	3	50
١١	مساهمة المشروع في التوازن الإقليمي***	3	3	2	1	5	5	3	4	3	2	3	2	1	3	2	2	5	2	50
١٢	نسبة العمالة الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين*	95	100	90	80	75	100	65	70	55	85	55	85	100	100	95	85	70	60	500
١٣	معامل الارتباط مع الصناعات القائمة***	4	5	3	2	4	1	1	3	5	3	5	3	2	2	1	1	2	1	50
١٤	رأس المال المستثمر بملايين الريالات	110	170	125	150	160	130	124	270	180	310	180	354	500	120	190	95	310	480	1500

ملاحظات : * وحدة القياس لتلك المعايير هي نسب مئوية .

** وحدة القياس لهذه المعايير هي آلاف الريالات .

*** وحدة القياس لتلك المعايير ترتيبية من 1 إلى 5 ، حيث 1 أقل ترتيب و 5 أعلى ترتيب .

**** وحدة قياس الطرف الأيمن لكل معيار هي نفس واحدة معاملات متغيرات القرارات في الطرف الأيسر لذلك المعيار ، غير أن هذه القيم إجمالية لعشرة مشروعات.

لمزيد من الإيضاح انظر : Schniederjans and Fowler, 1990, P.341

٤ - معيار نسبة التصنيع المحلي لآلات ومعدات المشروع

يعكس هذا المعيار قدرة الدولة الذاتية في مجال صناعة الآلات ومعدات المشروع محليا. وتمثل قيمة الطرف الأيمن الهدف المرغوب تحقيقه على الأقل لكل مشروع، فإذا كان الهدف هو أن تكون نسبة التصنيع المحلي لآلات ومعدات المشروع بمقدار ٥٠٪ على الأقل من إجمالي الآلات والمعدات المطلوبة لتشغيل المشروع، فإن قيمة الطرف الأيمن الإجمالية تصبح ٥٠٠٪، وتتم صياغة هذا القيد علي النحو التالي:

$$20X_1 + 30X_2 + 40X_3 + 36X_4 + 10X_5 + 5X_6 + 0X_7 + 30X_8 + 15X_9 + 70X_{10} + 10X_{11} + 0X_{12} + 0X_{13} + 15X_{14} + 20X_{15} + 85X_{16} + 60X_{17} + 90X_{18} + d4^- - d4^+ = 500$$

٥ - معيار مساهمة المشروع في إحلال الواردات

يعكس هذا المعيار نسبة الإنتاج السنوي للمشروع إلى إجمالي الواردات للدولة من نفس السلعة وتتم صياغته على النحو التالي:

$$18X_1 + 12X_2 + 24X_3 + 17X_4 + 19X_5 + 7X_6 + 11X_7 + 16X_8 + 5X_9 + 9X_{10} + 2X_{11} + 14X_{12} + 11.5X_{13} + 13X_{14} + 18X_{15} + 60X_{16} + 40X_{17} + 20X_{18} + d5^- - d5^+ = 250$$

٦ - معيار مساهمة المشروع في توفير أو استجلاب العملات الأجنبية

يعبر هذا المعيار عن إجمالي قيمة العملات الأجنبية التي سيوفرها المشروع بإحلاله لنسبة معينة من الواردات، بالإضافة إلى ما ستجلبه صادرات المشروع من عملات أجنبية، وتكون صياغة هذا القيد على الشكل التالي:

$$0X_1 + 30X_2 + 15X_3 + 0X_4 + 21X_5 + 5X_6 + 7X_7 + 18X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 12X_{11} + 45X_{12} + 80X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 13X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + d6^- - d6^+ = 100$$

٧ - معيار مساهمة المشروع في تنمية الصادرات

يمكن التعبير عن هذا المعيار بنسبة الصادات من منتجات المشروع إلى الإنتاج السنوي له. وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$0X_1 + 4X_2 + 2X_3 + 0X_4 + 6X_5 + 1X_6 + 2X_7 + 3X_8 + 0X_9 + 0X_{10} + 2X_{11} + 5X_{12} + 3X_{13} + 0X_{14} + 0X_{15} + 3X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + d7^- - d7^+ = 100$$

٨ - معيار اجتذاب رؤوس الأموال العربية والأجنبية

يعبر هذا المعيار عن نسبة التمويل الخارجي للمشروع إلى إجمالي رأس المال. وتمثل قيمة الطرف الأيمن هدف الحصول على رأس مال عربي وأجنبي بمقدار ٥٪ على الأقل لكل مشروع، وبقيمة إجمالية مقدارها ٥٠٪ على الأقل لعشرة مشروعات، وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$0X_1 + 0X_2 + 8X_3 + 0X_4 + 10X_5 + 5X_6 + 0X_7 + 0X_8 + 10X_9 + 0X_{10} + 40X_{11} + 30X_{12} + 20X_{13} + 10X_{14} + 70X_{15} + 0X_{16} + 0X_{17} + 0X_{18} + d8^- - d8^+ = 50$$

٩ - معيار تلوث البيئة

يصعب أحيانا تقدير هذا المعيار كميًا من بيانات دراسات ما قبل الجدوى، إلا أن المحلل يستطيع تقييم هذا المعيار على مقياس ترتيبي مكون من ٥ درجات (حيث ٥ تمثل أعلى ترتيب و١ تمثل أقل ترتيب). وغالبا ما تستند هذه التقديرات الترتيبية على خبرة المحلل بدرجة التلوث التي سوف يسببها المشروع، ومعرفته بدرجات التلوث التي تنتج عن أنواع الصناعات المختلفة، والتي يمكن الحصول عليها من الجهات المسؤولة عن المحافظة على البيئة. ويمكن صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$2X_1 + 4X_2 + 5X_3 + 1X_4 + 2X_5 + 3X_6 + 5X_7 + 4X_8 + 3X_9 + 2X_{10} + 1X_{11} + 1X_{12} + 1X_{13} + 1X_{14} + 2X_{15} + 1X_{16} + 2X_{17} + 3X_{18} + d9^- - d9^+ = 10$$

١٠ - معيار مساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية

ينتمي هذا المؤشر إلى المعايير التي يصعب على المحلل، في ضوء البيانات المتاحة في دراسة ما قبل الجدوى، تقديره كميًا. لذا فإن تقدير هذا المعيار سوف يعتمد أساسا على مدى انتماء المشروع تحت الدراسة إلى إحدى الصناعات التي تلبي الحاجات الأساسية لذوي الدخل المحدود مثل: الغذاء، والكساء، والمسكن، والتعليم، والصحة. وبالتالي يستطيع المحلل تقييم هذا المعيار على مقياس ترتيبي (حيث ٥ تعني أن المشروع يلبي الحاجات الأساسية بأقصى درجة و١ يعني أن المشروع لا يلبي الحاجات الأساسية على الإطلاق). وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$4X_1 + 4X_2 + 3X_3 + 5X_4 + 1X_5 + 2X_6 + 1X_7 + 2X_8 + 2X_9 + 1X_{10} + 3X_{11} + 4X_{12} + 3X_{13} + 2X_{14} + 1X_{15} + 1X_{16} + 5X_{17} + 3X_{18} + d10^- - d10^+ = 10$$

١١ - معيار مساهمة المشروع في التوازن الإقليمي

ينتمي هذا المعيار أيضا إلى العناصر غير الكمية، وبالتالي فإن تقييمه يعتمد على تقدير المحلل لمدة مساهمة المشروع في تنمية المناطق النائية أو التوازن التنموي الإقليمي. لذا يمكن استخدام مقياس ترتيبي، بحيث يحصل المشروع الذي يساهم في تنمية المناطق النائية على أقصى درجة (٥ درجات)، ويحصل المشروع الذي يساهم بأدنى درجة على درجة واحدة. ويشترط عند استخدام هذا المعيار معرفة موقع المشروع في دراسة ما قبل الجدوى. وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$3X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 1X_4 + 5X_5 + 5X_6 + 3X_7 + 4X_8 + 3X_9 + 2X_{10} + 2X_{11} + 1X_{12} + 1X_{13} + 3X_{14} + 2X_{15} + 2X_{16} + 5X_{17} + 2X_{18} + d11^- - d11^+ = 50$$

١٢ - معيار نسبة العمالة الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين

تكمن أهمية هذا المعيار في الدول المستوردة للعمالة، حيث تمثل خطط القوى العاملة واتجاهات تطورها والتحكم فيها، عنصراً استراتيجياً بالغ الأهمية في خطط التنمية الشاملة، بهدف تحقيق الأمن والاستقرار الاجتماعي. ويمكن استخدام هذا المعيار لتحديد تأثير المشروعات المختارة على زيادة نسبة

العمالة الوافدة إلى إجمالي العمالة المطلوب استجلابها. ويحدد الطرف الأيمن بأن الهدف هو أن لا تتعدى العمالة الوافدة ٥٠٪ على الأكثر من العمالة المطلوب استجلابها لكل مشروع، وبذلك تكون القيمة الإجمالية للطرف الأيمن ٥٠٠٪، وتكون صياغة القيد على النحو التالي:

$$95X_1 + 100X_2 + 90X_3 + 80X_4 + 70X_5 + 100X_6 + 65X_7 + 70X_8 + 55X_9 + 75X_{10} + 85X_{11} + 95X_{12} + 100X_{13} + 100X_{14} + 95X_{15} + 85X_{16} + 70X_{17} + 60X_{18} + d12^- - d12^+ = 500$$

١٣ - معيار معامل الارتباط مع الصناعات القائمة

يعبر هذا المعيار عن قدرة المشروع المقترح في توفير المدخلات الأساسية أو الاستفادة من مخرجات بعض الصناعات المحلية القائمة لدعم النشاط الصناعي في الاقتصاد الوطني، ولذلك تضع خطط التنمية أهمية قصوى لمعامل الارتباط الأمامي والخلفي للمشروع مع الصناعات المحلية. ويقتصر استخدام هذا المعيار على الدول التي يتوفر لديها جداول حديثة للمدخلات والمخرجات، وذلك لاستنباط معامل الارتباط، وفي حالة عدم توفر مثل هذه الجداول يستطيع المحلل المتخصص بالصناعات المحلية وارتباطها بالمشروعات المقترحة تقدير تلك المعاملات، بناء على مقياس ترتيبي، وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$4X_1 + 5X_2 + 3X_3 + 2X_4 + 4X_5 + 1X_6 + 1X_7 + 3X_8 + 5X_9 + 4X_{10} + 3X_{11} + 3X_{12} + 2X_{13} + 2X_{14} + 1X_{15} + 1X_{16} + 2X_{17} + 1X_{18} + d13^- - d13^+ = 50$$

١٤ - قيد رأس المال المستثمر: (الميزانية المتاحة بملايين الريالات)

يعبر هذا القيد عن رأس المال المطلوب استثماره في كل مشروع من المشروعات المقترحة، على أن يكون إجمالي المبلغ المستثمر في حدود الإمكانيات المتاحة المحددة في الطرف الأيمن. ويمكن صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$110X_1 + 170X_2 + 125X_3 + 150X_4 + 160X_5 + 130X_6 + 124X_7 + 270X_8 + 180X_9 + 210X_{10} + 310X_{11} + 354X_{12} + 500X_{13} + 120X_{14} + 190X_{15} + 95X_{16} + 310X_{17} + 480X_{18} + d14^- - d14^+ = 1500$$

١٥ - قيد عدد المشروعات التي يجب اختيارها

يعبر هذا القيد عن عدد المشروعات التي يجب اختيارها من بين سلة المشروعات المتاحة. ويعتبر هذا القيد أحد مميزات النموذج التي تساعد متخذ القرار على ترتيب أولويات المشروعات من خلال تغيير قيمة المعلمة α . وتتم صياغة هذا القيد على النحو التالي:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} = 10$$

١٦ - قيد عدد المشروعات في صناعة الأغذية

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 2$$

١٧ - قيد عدد المشروعات في صناعة الأثاث

$$X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \leq 2$$

١٨ - قيد عدد المشروعات في صناعة البتروكيماويات

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq 4$$

١٩ - قيد عدد المشروعات في صناعة مواد البناء

$$X_{16} + X_{17} + X_{18} \leq 2$$

تشير القيود ١٦، ١٧، ١٨، ١٩ إلى أن عدد المشروعات المرغوب اختيارها في كل صناعة يجب أن لا تتعدى أعداد المشروعات المحددة في الطرف الأيمن لكل قيد، وذلك لغرض تدنية مخاطرة الاستثمار وتعظيم فرصة النمو الاقتصادي.

٢٠ - كل متغيرات القرار (Xj) يجب أن تساوي إما صفرًا أو واحدًا.

ج- دالة الهدف

لكي تتم عملية حل النموذج، لابد من تحديد أولويات المعايير التي سوف يتم على أساسها المفاضلة والاختيار بين المشروعات المقترحة. ويفرض أن الأولويات تتبع التفضيل الترتيبي التالي:

P1 : نسبة الأرباح إلى رأس المال المستثمر.
P2 : معيار تشغيل العمالة.
P3 : نسبة استخدام المواد الأولية المحلية.
P4 : نسبة التصنيع المحلي لماكينات ومعدات المشروع.
P5 : مساهمة المشروع في إحلال الواردات.
P6 : مساهمة المشروع في توفير العملات الأجنبية.
P7 : مساهمة المشروع في تنمية الصادرات.
P8 : اجتذاب رؤوس الأموال العربية والأجنبية.
P9 : تأثير المشروع على تلوث البيئة.
P10 : مساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية.
P11 : مساهمة المشروع في التوازن الإقليمي.
P12 : نسبة العمالة الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين.
P13 : معامل الارتباط مع الصناعات القائمة.
P14 : رأس المال المستثمر.

وينتج عن هذا الهيكل للأولويات دالة الهدف التالية:

$$\text{Minimize } Z = P1\ d1^- + P2\ d2^+ + P3\ d3^- + P4\ d4^- + P5\ d5^- + P6\ d6^- + P7\ d7^- + P8\ d8^- + P9\ d9^+ + P10\ d10^- + P11\ d11^- + P12\ d12^+ + P13\ d13^- + P14\ d14^+$$

٤ - النتائج والمناقشة

إن تطبيق نموذج برمجة الأهداف الثنائية سوف ينتج عنه تحديد للمشروعات التي يقترح اختيارها حسب ترتيب الأفضليات المعطاة، فهذه المشروعات هي أفضل المشروعات حسب مساهمتها في تحقيق الأهداف، وفي ظل المعايير المستخدمة، ونمط الأولويات المحددة، وعدد المشروعات المرغوب في اختيارها.

وعلى الرغم من أن النتائج الرقمية التي تم الحصول عليها، والصياغة الخاصة بالقيود، والأهداف ومجموعة المعايير المستخدمة، تعتبر تجربة أكاديمية، إلا أن تقديمها واستخدامها يوضح طبيعة ومدى المعلومات التي يمكن الحصول عليها من تطبيق نموذج من هذا النوع على مشكلة المفاضلة والاختيار للمشروعات. فالنموذج يركز على أهمية الفهم المنظم والمتداخل للمعايير المستخدمة في عملية تقييم المشروعات، كذلك يأخذ النموذج في الاعتبار العلاقات المتداخلة بين المشروعات من ناحية مدى مساهمتها في إنجاز الأهداف المتعددة والمتعارضة، وأخيرا يؤكد النموذج على أهمية ترتيب أولويات الأهداف، ويبرز أثرها على مجموعة المشروعات المفضلة. من هذا المنطلق تهدف مناقشة النتائج في المقام الأول إلى إبراز قيمة المنهج المقترح في التعامل مع مشكلة المفاضلة والاختيار للمشروعات في دراسة ما قبل الجدوى.

١ - نتائج نموذج برمجة الأهداف الثنائية

تم حل الحالة التوضيحية بطريقة التفريع والتحديد المشار إليها في الجزء الثالث، واستخدم لذلك برنامج (Micromanager) يشير الجدول رقم ٢ إلى الاختيار الأمثل لمجموعة المشروعات المقترحة: فطبقا لهيكل الأولويات المعطى في الجدول رقم ٢ فإن المشروعات المفضلة هي في حالة تحديد اختيار عشرة مشروعات فقط $X_{11}, X_{15}, X_2, X_{17}, X_9, X_{12}, X_4, X_{13}, X_{18}, X_8$ أما إذا ما قرر متخذ القرار اختيار عدد أقل من ذلك، فإن النموذج مرن بحيث يسمح بتغيير قيمة α إلى العدد المرغوب فيه، كما هو موضح في الجدول رقم (٣).

وتوضح النتائج كذلك أن الأهداف المرتبطة بالأولوية الثانية (P_2) والسادسة (P_6) والثامنة (P_8) والرابعة عشر (P_{14}) قد أنجزت إنجازا تاما، أما بقية الأهداف فإن درجة إنجازها للأهداف قد تفاوتت على النحو التالي:

نسبة الأرباح إلى رأس المال المستمر (*P1*)

بناء على حل النموذج، فإن جميع المشروعات المختارة تساهم بنسب متفاوتة في الربح، إلا أن مجموع تلك النسب هو ١٤٥,٥٪، أي بمعدل قدره ١٥,٤٥٪ ولأن قيمة الطرف الأيمن لقيد نسبة الأرباح إلى رأس المال المستثمر قد حدت في المتوسط بنسبة ٢٥٪ لكل مشروع، فإن الانحراف عن تحقيق هذا الهدف يقدر بنسبة ٩,٥٥١٪ لكل مشروع.

جدول رقم (٢)

نتائج عملية المفاضلة والتقييم لعشرة مشروعات

م	معيار المفاضلة والاختيار	هيكل الأولويات	قيمة الهدف bj	الانحراف في الهدف	متوسط الانحراف (الانحراف الإجمالي ÷ عدد المشروعات المختارة)
١	نسبة الأرباح إلى رأس المال المستثمر	*P1*	250	955	9.55
٢	معيار تشغيل العمالة	*P2*	1700	0	0
٣	نسبة استخدام المواد المحلية	*P3*	500	50	5
٤	نسبة التصنيع المحلي لماكينات ومعدات المشروع	*P4*	500	209	20.9
٥	مساهمة المشروع في إحلال الواردات	*P5*	250	94.50	9.45
٦	مساهمة المشروع في توفير العملات الأجنبية	*P6*	180	0	0
٧	مساهمة المشروع في تنمية الصادرات	*P7*	100	83	8.3
٨	اجتذاب رؤوس الأموال العربية والأجنبية	*P8*	50	0	0
٩	تأثير المشروع على تلوث البيئة	*P9*	10	12	1.2
١٠	مساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية	*P10*	50	18	1.8
١١	مساهمة المشروع في التوازن الإقليمي	*P11*	50	26	2.6
١٢	نسبة العمالة الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين	*P12*	500	310	31.0
١٣	معامل الارتباط مع الصناعات القائمة	*P13*	50	23	2.3
١٤	رأس المال المطلوب استثماره (الميزانية المخصصة لدعم المشروعات)	*P14*	1500	0	0

المشروعات المفضلة حسب ترتيبها :

1) X8	4) X4	7) X17	10) X11
2) X18	5) X12	8) X2	
3) X13	6) X9	9) X15	

جدول رقم (٣)

المشروعات المفضلة حسب قيمة وهيكل أولوية *PK2*

ترتيب المشروعات بناءًعلى	المشروعات المفضلة حسب قيمة (α) وهيكل أولوية *Pk2*										المشروعات المقترحة
α=10	α=10	α=9	α=8	α=7	α=6	α=5	α=4	α=3	α=2	α=1	*Xj*
4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	*X1*
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*X2*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X3*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X4*
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	*X5*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X6*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X7*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X8*
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	*X9*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X10*
6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	*X11*
5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	*X12*
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X13*
8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	*X14*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X15*
9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*X16*
7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	*X17*
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*X18*

Xj = صفر إذا لم يتم اختيار المشروع .

Xj = ١ إذا تم اختيار المشروع .

نسبة استخدام المواد الأولية المحلية (*P3*)

في هذا الهدف يرغب متخذ القرار اختيار المشروعات التي تستخدم المواد الأولية المحلية بنسبة ٥٠٪ وأكثر، وقد نتج من مجموعة المشروعات المختارة أن كان هناك عجز في إنجاز هذا الهدف بمعدل قدره ٥٪ .

نسبة التصنيع المحلي لآلات ومعدات المشروع (*P4*)

يشترط هذا القيد اختيار المشروعات التي تكون فيها نسبة التصنيع المحلي لآلات المشروع بأكثر من ٥٠٪، ويتضح من النتائج أن المشروعات المختارة تنحرف عن هذا الهدف بمعدل قدره ٢٠,٩٪ لكل مشروع، أي إن متوسط نسبة التصنيع المحلي لآلات ومعدات المشروع تقدر بحوالي ٢٩,١٪ للمشروع.

مساهمة المشروع في إحلال الواردات (*P5*)

يرغب متخذ القرار تحقيق أكبر قدر ممكن من إحلال الواردات بنسبة قدرها ٢٥٪ في المتوسط، أي إن جميع المشروعات يجب أن تحاول تحقيق هذه النسبة، غير أن النتيجة توضح أن متوسط مساهمة المشروعات في إحلال الواردات هو ١٥,٥٥٪ أي بمعدل انحراف قدره ٩,٤٥٪ وهذا هو أفضل مستوى يمكن تحقيقه عند الأخذ في الاعتبار الأهداف ذات الأولويات الأعلى.

مساهمة المشروع في تنمية الصادرات (*P7*)

يهدف هذا الهدف إلى محاولة اختيار المشروعات التي تساهم في تنمية الصادرات بمعدل نسبته ١٠٪ إلا أن هذا الهدف لا يمكن تحقيقه لأن المشروعات الناتجة عن الحل لا يمكنها تنمية الصادرات إلا بنسبة ١,٧٪ في المتوسط.

تأثير المشروع على تلوث البيئة (*P9*)

إن اهتمام المجتمع بالتنمية الاقتصادية عموما وبالتصنيع خصوصا لا يعني إغفال الجوانب البيئية. لذا يهتم متخذ القرار غالبا بمدى مساهمة المشروعات المقترحة في تلوث البيئة، ويحرص على محاولة تقليل مستوى التلوث. من مجموعة المشروعات المقترحة، يوصي النموذج باختيار المجموعة التي تعطي أدنى تلوث ممكن، إلا أن هذا الهدف لم يتم تحقيقه بدرجة تامة. الجدير بالذكر أن وحدة قياس هذا القيد ترتيبية، وتتراوح بين واحد وخمسة، حيث ١ يعني أدنى تلوث و ٥ تمثل أعلى مستوى من التلوث. وتشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (٢) أن الانحراف الموجب عن قيمة الطرف الأيمن لهذا المعيار بلغت ١٢ درجة أي إن المشروعات التي يقترح اختيارها لا يمكن أن تحقق أدنى مستوى من التلوث.

مساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية (*P10*)

يعتبر هذا الهدف اجتماعي ويهدف إلى تلبية الحاجات الأساسية للمجتمع، غير أن أهميته نسبية، لذا فإن تحقيقه لم يكن تاما، حيث بلغ الانحراف الإجمالي ١٨ درجة من ٥٠ درجة، أي إن مستوى إنجاز الهدف وصل إلى ٣٢ درجة.

مساهمة المشروع في التوازن الاقليمي (*P11*)

إن مساهمة المشروعات المفضلة لا تحقق هذا الهدف تماما، فهذه المشروعات تساهم في التوازن الإقليمي بمقدار ٢٤ درجة من ٥٠ درجة.

نسبة العمالة الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين (*P12*)

بفرض أن متخذ القرار يحاول أن يحافظ على نسبة عمالة وافدة ٥٠٪ على الأكثر، ومن ثم فإن الهدف هو تدنية أي مقدار يتعدى هذه النسبة، إلا أن هذا الهدف لا يمكن تحقيقه كاملا لأن المشروعات العشر المفضلة تتعدى هذه النسبة بمقدار ٣١٪ في المتوسط.

الارتباط مع الصناعات الأخرى (*P13*)

يهتم متخذ القرار بأن تكون المشروعات المختارة مرتبطة بالصناعات القائمة، إما من ناحية المدخلات أو من ناحية المخرجات. إلا أن هذا الاهتمام يأتي في المرتبة الثالثة عشر، وبناء على ذلك، فإن تحقيق هذا الهدف يأتي بعد تحقيق الأهداف الأهم. وفي هذا الهدف تم إنجاز جزء ليس باليسير، حيث إن جميع المشروعات المفضلة حققت ٢٣ درجة من ٥٠ درجة، بناء على وحدة القياس الترتيبية المستخدمة.

وبالإضافة إلى ميزة النموذج في مساندة متخذ القرار بترتيب المشروعات عن طريق تغيير قيمة المعلمة α كما هو موضح في الجدول رقم (٣) ، فإن النموذج يستطيع تزويد متخذ القرار بمعلومات قيمة عن تأثير التغير في قيم معلمات النموذج وهيكل الأولويات على الحل المقترح. يشير الجدول رقم (٤) إلى أن تغيير هيكل الأولويات يؤثر تأثيراً كبيراً على مجموعة المشروعات المفضلة وترتيبها. عندما يكون هيكل الأولوية على نمط *Pk2* فإن المشروعات المفضلة هي $X_{14}, X_{16}, X_{13}, X,$ $X_9, X_5, X_1, X_{12}, X_{11}, X_{17}$ على التوالي. أما إذا تغير هيكل الأولويات إلى *Pk3* فإن النتيجة تختلف اختلافاً جذرياً من ناحية المشروعات المفضلة ومن ناحية ترتيب تلك المشروعات. ويرجع السبب في ذلك إلى طبيعة منهج برمجة الأهداف، التي يسعى إلى تحقيق الهدف ذو المرتبة العالية أولا، ثم بعد ذلك يحاول تحقيق الأهداف التي تليه في الأهمية. ولو أخذنا على سبيل المثال نمط الأولوية Pk_2، حيث معيار الارتباط مع الصناعات القائمة هو المعيار المرتبط بالأولوية الأولى، لوجدنا أن المشروعات المفضلة هي المشروعات التي تعظم قيمة هذا المعيار. فالمشروع X_2 يعتبر من المشروعات المرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالصناعات القائمة، حيث يساهم بمقدار ٥ درجات، يليه المشروع X_9 والذي يساهم بمقدار ٥ درجات كذلك، ثم يليه المشروع X_5 والذي يساهم بمقدار ٤ درجات.

٢ - مقارنة نتائج برمجة الأهداف الثنائية مع نتائج طريقة تخصيص الأوزان

تمثل طريقة تخصيص الأوزان حجر الزاوية لتحليل المشروعات في مرحلة دراسة ما قبل الجدوى، إلا أن هذه الطريقة قد شابها بعض القصور من ناحية التعامل مع التعارضات في الأهداف. فعلى الرغم من قدرة الطريقة على ترجيح بعض المعايير على المعايير الأخرى، إلا أن

مشكلة اختيار المشروعات تبقى حساسة إلى الأوزان النسبية المعطاة للمعايير. كذلك تفتقر هذه الطريقة التي القدرة على تزويد متخذ القرار بمقدار التضحية بتحقيق هدف ما مقابل الحصول على مستوى أفضل لتحقيق هدف آخر.

جدول رقم (٤)

هيكل الأولويات وتأثيره على ترتيب المشروعات المختارة

	معيار المفاضلة والاختيار	هيكل أولوية١ *pk1*	ترتيب المشروعات	هيكل أولوية ٢ *pk2*	ترتيب المشروعات	هيكل أولوية ٣ *pk3*	ترتيب المشروعات
١	نسبة الأرباح إلى رأس المال المستثمر	*P1*	1:x8	*P1*	1:x2	*P1*	1:x17
٢	معيار تشغيل العمالة	*P2*	2:x18	*P2*	2:x9	*P2*	2:x6
٣	نسبة استخدام المواد الأولي المحلية	*P3*	3:x13	*P3*	3:x5	*P3*	3:x5
٤	نسبة التصنيع المحلي لماكينات ومعدات المشروع	*P4*	4:x4	*P4*	4:x1	*P4*	4:x2
٥	مساهمة المشروع في إحلال الواردات	*P5*	5:x12	*P5*	5:x12	*P5*	5:x1
٦	مساهمة المشروع في توفير العملات الأجنبية	*P6*	6:x9	*P6*	6:x11	*P6*	6:x14
٧	مساهمة المشروع في تنمية الصادرات	*P7*	7:x17	*P7*	7:x17	*P7*	7:x11
٨	اجتذاب رؤوس الأموال العربية والأجنبية	*P8*	8:x2	*P8*	8:x14	*P8*	8:x15
٩	تأثير المشروع على تلوث البيئة	*P9*	9:x15	*P9*	9:x16	*P9*	9:x15
١٠	مساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية	*P10*	10:x11	*P10*	10:x13	*P10*	10x12
١١	مساهمة المشروع في التوازن الإقليمي	*P11*		*P11*		*P11*	
١٢	نسبة العمال الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين	*P12*		*P12*		*P12*	
١٣	معامل الارتباط مع الصناعات القائمة	*P13*		*P13*		*P13*	
١٤	رأس المال المطلوب استثماره	*P14*		*P14*		*P14*	
	(الميزانية المخصصة لدعم المشروعات)						

Pk1 : أهمية المعايير حسب تسلسلها.

Pk3, Pk2 : هيكل أولويات مفروض من قبل الباحث.

ولكي تتضح خصائص ومميزات منهج برمجة الأهداف الثنائية، سوف نستعرض أهم ملامحها من خلال مقارنتها بطريقة تخصيص الأوزان في ظل الفرضيات التالية:

١- اختيار خمسة مشروعات من بين مجموعة المشروعات الثمانية عشر.

٢- أعطيت المعايير أوزان نسبية في طريقة تخصيص الأوزان حسب هيكل الأولوية *Pk2* المشار إليه في جدول رقم (٤) حيث الأوزان كالتالي:

المعيار الأول 1.0، المعيار الثاني 0.95، المعيار الثالث 0.90، المعيار الرابع 0.85، المعيار الخامس 0.80، المعيار السادس 0.75، المعيار السابع 0.70، المعيار الثامن 0.65، المعيار التاسع 0.60، المعيار العاشر 0.55 ، المعيار الحادي عشر 0.56 ، المعيار الثاني عشر 0.45، المعيار الثالث عشر 0.40، المعيار الرابع عشر 0.35.

وبناء على هذه الفرضيات، يشير الجدول رقم (٥) إلى نتائج المقارنة، ويوضح مدى التباين في سلة الاستثمار وترتيب المشروعات في كل سلة. كذلك يشير الجدول إلى أن المشروعات المختارة بناء على منهج برمجة الأهداف تساهم بدرجة أفضل من المشروعات المختارة بناء على طريقة تخصيص الأوزان في المعايير التالية: معامل الارتباط مع الصناعات القائمة، ونسبة التصنيع المحلي لآلات ومعدات المشروع "، ومساهمة المشروع في التوازن الإقليمي، ومساهمة المشروع في تلبية الحاجات الأساسية، ومعيار تشغيل العمالة (رأس المال المستثمر لكل عامل)، ونسبة العمالة الوافدة إلى إجمالي عدد المشتغلين، واجتذاب رؤوس الأموال العربية والأجنبية، ومعيار رأس المال المستثمر.

ومن الناحية الأخرى تساهم المشروعات التي تم اختيارها بناء على طريقة تخصيص الأوزان بدرجة أفضل من المشروعات المختارة بناء على منهج برمجة الأهداف في جميع المعايير الأخرى، باستثناء معيار تأثير المشروع على تلوث البيئة، حيث تتساوى درجة مساهمة المشروعات في كلا الطريقتين بالتأثير على تلوث البيئة.

ومن العرض السابق لمقارنة نتيجة الحل بكلا الطريقتين، يتضح أنه على الرغم من إمكانية تفضيل معيار على آخر بطريقة تخصيص الأوزان، وذلك من خلال زيادة الوزن النسبي لهذا المعيار، إلا أن هناك حقيقة دامغة هي أن هذه الطريقة لا يمكن أن تحدد مقدار التضحيات التي يتكبدها متخذ القرار من جراء هذا التفضيل، والتي تكون في كثير من الأحيان مبررًا قويًا لتحديد هيكل الأوزان.

غير أن طريقة برمجة الأهداف يمكنها التعامل المحسوب مع الأهداف المتعارضة، بتحديد مقدار التضحية من تفضيل معيار على آخر. كذلك نجد أن منهج برمجة الأهداف أكثر مرونة لترشيد القرارات الإدارية لتكون ملائمة للأهداف والسياسات والموارد المتاحة، حيث يمكن إجراء تحليل الحساسية لانتخاب برامج استثمارية مناسبة، ويتضح ذلك من استقراء الجدول رقم (٣)، حيث أمكن تحديد عشرة برامج استثمارية بتغيير معلمة عدد المشروعات α ، كذلك يوضح جدول رقم (٤) أن تغيير هيكل الأولويات أدى إلى تباين البرامج الاستثمارية المختارة.

جدول رقم (٥)

مقارنة نتائج طريقة تخصيص الأوزان مع نتائج برمجة الأهداف الثنائية

المعايير	مستوى تحقيق الأهداف بناء على طريقة تخصيص الأوزان	الهدف	الانحراف عن الهدف	مستوى تحقيق الأهداف بناء على طريقة البرمجة	الهدف	الانحراف عن الهدف
١	17	50	33	21	50	29
٢	73	250	171	68	250	182
٣	21	100	79	15	100	85
٤	166	500	334	76	500	424
٥	70	500	430	75	500	425
٦	83.5	250	416.5	66.7	250	183.3
٧	14	50	36	15	50	35
٨	14	50	36	15	50	35
٩	194	180	+14	96	180	84
١٠	960	1700	740	760	1700	940
١١	440	500	60	420	500	80
١٢	60	50	+10	50	50	00
١٣	12	10	+2	12	10	+2
١٤	1454	1500	46	974	1500	526
المشروعات مرتبة حسب طريقة تخصيص الأوزان :						
1: *X13*, 2: *X12*, 3: *X5*, 4: *X2*, 5: *X8*						
المشروعات مرتبة حسب طريقة برمجة الأهداف الثنائية :						
1: *X2*, 2: *X9*, 3: *X5*, 4: *X1*, 5: *X12*						

الخلاصة

تقدم هذه الورقة منهجًا عامًا لمفاضلة واختيار المشروعات في دراسات ما قبل الجدوى باستخدام نموذج برمجة الأهداف الثنائية، وتوضح طريقة تطبيقه على حالة افتراضية. تعتبر برمجة الأهداف أداة فعالة ومتوفرة لدعم متخذ القرار في الدول النامية التي تواجه تحدي صياغة برامج استثمارية مناسبة لمجتمعاتها بطرق علمية منظمة وموضوعية، فبرمجة الأهداف هي أحد الأساليب الكمية التي تعالج مشكلة مفاضلة واختيار المشروعات في مرحلة ما قبل الجدوى باستخدام مجموعة من المعايير التي قد تختلف من حيث الأهمية طبقا لطبيعة المشروع وأهدافه. وتتم عملية المفاضلة والاختيار على أساس الأهمية النسبية للمعايير، مع الأخذ في الاعتبار إمكانية ترجيح معيار على آخر باستخدام هيكل الأولويات.

ويتضح من الصياغة المقدمة في هذا البحث أن منهج برمجة الأهداف يتميز بمرونة عملية لإجراء التغييرات والتعديلات في نمط الأولويات أو معلمات النموذج لتلائم الظروف والسياسات التي قد تؤثر على مجموعة الأهداف المستخدمة في عملية التقييم ودرجة أهميتها.

وأخيرًا فإن المنهج المقدم في هذا البحث هو عبارة عن أسلوب مقترح يمكن الاستفادة منه في تحليل وتقييم المشروعات، لذا يجب ألا يؤوّل على أنه أفضل وسيلة لعملية التحليل والتقييم، ولكن يمكن اعتباره أحد أساليب المنهج العلمي الموضوعي، التي يمكن استغلالها لترشيد القرارات بصفة عامة وتقييم وتحليل المشروعات في دراسة ما قبل الجدوى بصفة خاصة.

شكر وعرفان

يتقدم الباحث بجزيل الشكر والعرفان للجهود الطيبة التي قدمها المحكمين الأفاضل في إثراء هذا البحث، كذلك يتقدم الباحث بالشكر والتقدير لجميع القائمين على إصدارة الاقتصاد والإدارة بكلية الاقتصاد والإدارة – جامعة الملك عبدالعزيز، على تيسير أعمال نشر هذا البحث. وفق الله الجميع لما فيه الخير والصلاح.

المراجع

أولا : المراجع العربية

الحناوي، محمد، *دراسات جدوى المشروع دليل تقييم الأعمال الجديدة*، الدار المصرية الحديثة، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية، ١٩٨٢.

طه، صبحي، جدوى المشروعات، مطبعة الصباح، دمشق، سوريا ١٩٨٧.

عبدالعزيز، سمير محمد، *دراسات الجدوى الاقتصادية وتقييم المشروعات*، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية، ١٩٨٧.

عسكر، كمال أحمد، *المرشد إلى إعداد وتقديم دراسات الجدوى للمشروعات الصناعية*، منظمة الخليج للاستشارات الصناعية، الدوحة، قطر، أغسطس ١٩٩٨.

ثانيا : المراجع الأجنبية

Bard, J. F., Balachandra, R. and **Kaufmann, P. E.,** Interactive Approach to R&D Project Selection and Termination, *IEEE Transaction on Engineering Management*, **Vol. 35,** No. **3**, August 1988, pp. 139-146.

Benjamin, C.O., A Linear Goal-Programming Model for Public-Sector Project Selection. *Opl. Res. Soc.*, Vol. **36**, No. **1**, (1985), pp.13-23.

Bitran, G. R., Theory and algorithm for linear multiple objective programs with zero-one variables. *Mathematical Programming*, **17**, (1979), pp.362-390.

Charnes, A. and **Cooper, W. W**., Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. New York: John Wiley and Sons, 1961.

Hawkins, C. A. and **Adams, R. A.,** A goal programming model for capital budgeting, *Financial Management*. **3**, (1974), pp. 52-57.

Ignizio, J. P., *Goal Programming and Extension*. Health. Lexington, MA. 1976.

Ijiri, Y., *Programming Goals and Accounting for Controls*. Amsterdam: North Holland. 1965. industirial Programming Study and Project Identification in Jourdan, Dar AI-Handasah. Jordan. 1981.

Joiner, C. and **Drake, A. E.,** Government Planning and Budgeting with multiple objective models. Omega. **11**, (1983), pp. 57-66.

Lee, S. M., Goal Programming for Decision Analysis, Philadelphia: Auerbach, 1972.

Lee, S. M. and **Lerro, A. J.,** Capital budgeting for multiple adjectives. *Financial Management*. **3**, (1974). pp. 58-66.

Lee, S. M. and **Morris, R. L.,** Integer Goal Programming Methods, *TIMS Studies in the Management Sciences*, **6**(1977), pp. 273-289.

Lee, Sang M. and **Shim, Jung P.,** *Micro Management Science*: Microcomputer Applications of Management Science. Needham Heights. Massachusetts, Allyn and Bacon, Inc., 1990.

Leinbach, T. R. and **Cromley, R. G.,** A goal programming approach to public investment decisions: a case study of rural roads in Indonesia, *Soc.-Econ. Plann. Sci*., **17**, (1983), pp. 1-10.

Liberatore, M. J., and **Stylianou, Anthony C.,** Using knowledge-based systems for strategic market assessment. *information & Management*. **27**, (1994), pp. 221-232.

Mukherjee, K., Application of an interactive method for MOILP in project selection decision - A case from Indian coal mining industry. International Journal of Production Economics. **36**, (1994), pp. 203-211.

Muralidhar, K., Santhanam, R. and **Schniederjans, M. J.,** An Optimization Model for Information System Project Selection. *Management Science and Policy Analysis*. Vol. **6**, No. **1**, (1988). pp. 53-62.

Muralidhar, K., Santhanam, R. and **Wilson, R. L.,** Using the Analytic Hierarchy for Information System Project Selection. *Information and Management*, January 1990. pp. 1-9.

Ringuest, J. L. and Graves, Samuel B., The Linear R & D Project Selection Problem: An Alternative to Net Present Value. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. **37**, No. **2**. May 1990. pp. 143-146.

Santhanam, R., Murlidhar, K. and **Schniederjans, M. J.,** A Zero-One Goal Programming Approach for Information System Project Selection. *Omega*. Vol. **17**, No. **6**, (1989), pp. 583-594.

Santhanam, R. and **Schniederjans, M. J.,** A Model Formulation System for Information System Project Selection. *Computers Operations Research*. Vol. **20**, No.**7**, (1993), pp. 755-767.

Schniederjans, M. J. and **Wilson, Rick L.,** Using the analytic hierarchy process and goal programming for information system project selection. *lnformation & Management*, **20** (1991), pp. 333-342.

Schniederjans, M. S. and **Santhanam, Badhika**, A multi-objective constrained resource information system project selection method. *European Journal of Operational Research*. Vol. **70**, (1993), pp. 244-253.

Schiederjans, M. J., *Linear Goal Programming*. Petrocelli Books. Princeton. N. J., 1984.

Schiederjans, M. J. and **Fowler, K. L**., Strategic Acquisition Management: A Multi-objective Synergistic Approach. J. Opl. Res. Soc., Vol. **40**, No. **4**, (1989), pp. 333-345.

Squire, L. and **Herman G. Van dev Tak,** *Economic Analysis of Projects*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. Maryland. USA. 1989.

Taylor, B. W., Moore, L. J. and **Clayton, E. R.,** R & D project selection and manpower allocation with integer nonlinear goal programming. *Management Science*, Vol. **28**, (1982), pp. 1149-1158.

Younis, Sfeir A. and **Bromley, D. W.,** *Decision-making in Developing Countries*. Praeger. New York (1977).

Selecting Projects at the Pre-Feasibility Study Stage: An Application of Zero-One Goal Programming Approach

ABDALLAH SULAIMAN AL-AZZAZ
Quantitative Methods Department
Faculty of Administration and Economics
King Saud University,
Melaida, Qasseem, Saudi Arabia

ABSTRACT. This paper presents a generalized model for selecting projects at the pre feasibility stage using a linear zero-one goal programming technique and demonstrates its application using a case example. The case example involves multiple social, environmental, and economic criteria that are used for selecting candidate projects to be considered at the feasibility study stage of the project selection process. The decision maker's preferences on the project portfolio considered is demonstrated through varying the priority structure and the number of projects to be selected. The model is solved by the branch and bound procedure. The model is shown to be an adequate available decision making tool to support planners in developing countries.