Journal of Economics and Administrative Sciences (JEAS)

Available online at http://jeasiq.uobaghdad.edu.iq

إختيار المشروع الأمثل بإستعمال إسلوبي التحليل الهرمي والبرمجة الهدفية

الباحث / محمد ناجي رزوقي
كلية الأدارة والأقتصاد / جامعة بغداد
eng.mohamed992@gmail.com

أ.د. مروان عبد الحميد عاشور
كلية الأدارة والأقتصاد / جامعة بغداد
dr_marwan@uobaghdad.edu.iq

Received:27/9/2020 Accepted :18/10/2020 Published :December / 2020

هذا العمل مرخص تحت اتفاقية المشاع الابداعي نسب المُصنَّف - غير تجاري - الترخيص العمومي الدولي 4.0
Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

مستخلص البحث:

الهدف من هذا البحث هو حل مشكلة واقعية موجودة في دائرة الاقتصاد والأستثمار في مؤسسة الشهداء والتي تتمثل في إختيار المشروع الأمثل من خلال معايير محددة من قبل الخبراء في نفس الدائرة ، عن طريق إستعمال النموذج الرياضي المشترك لاسلوبي التحليل الهرمي والبرمجة الهدفية ، حيث تم بناء نموذج رياضي للبرمجة الهدفية يأخذ بنظر الاعتبار الأولويات للمعايير المستهدفة من قبل متخذ القرار للوصول الى افضل حل يلبي جميع الأهداف (المعايير المستهدفة) والتي تم تحديد أهميتها عن طريق عملية التحليل الهرمي. إن أهم النتائج التي توصل اليها هذا البحث هو إختيار المشروع الثاني (إنشاء مركز ثقافي في مدينة الصدر) كأفضل بديل من بين سبعة مشاريع ، كما تم التوصل الى امكانية تطبيق هذا النموذج لحل مشاكل إتخاذ القرار متعدد المعايير في العديد من المؤسسات والشركات.

المصطلحات الرئيسة للبحث: إتخاذ القرار متعدد المعايير (MCDM) ، إختيار المشروع ، البرمجة الهدفية (GP) ، النموذج المشترك (AHP-GP) ، عملية التحليل الهرمي (AHP).

*البحث مستل من رسالة ماجستير

1. المقدمة

إن عملية إيجاد الخيار (البديل) الأفضل من بين مجموعة من الخيارات (بدائل القرار) وضمن معايير محددة مسبقاً يطلق عليه أسم (إتخاذ القرار متعدد الأهداف أو المعايير (MCDM)) والمختصر من (Multi Criteria Decision Making). خلال النصف الثاني من القرن العشرين كانت MCDM واحدة من أسرع مجالات البحث نمواً ونتيجة لذلك تم اقتراح العديد من طرق MCDM منها الوزن الإضافي البسيط (Simple Additive Weighting (SAW) ، عملية التحليل الهرمي (Analytic Hierarchy Process (AHP)) ، تقنية طلب التفضيل بالتشابه مع الحل الأفضل (Technique for Ordering Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)) ، طريقة تنظيم الترتيب المفضل لتقييم الأداء (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROOMETHEE)) ، طريقة التقييم النسبي المعقد (Complex Proportional Assessment (COPRAS)) ، طريقة التحسين متعدد الأهداف والحل الوسط (visekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)) ، طريقة تقييم النسبة المضافة (ARAS) ، التحسين متعدد الأهداف حسب التحليل النسبي (Multi Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA))(Stanujkić, Đorđević and Đorđević, 2013). تضمنت عينة البحث دائرة الأقتصاد والأستثمار في مؤسسة الشهداء. سيتم بناء نموذج مشترك بين عملية التحليل الهرمي وبرمجة الأهداف (AHP-GP) ، لغرض أختيار المشروع الذي يلبي المعايير المستهدفة من عدد من المشاريع تروم تنفيذها المؤسسة. في البحث التطبيقي سيتم إيجاز المعايير المدروسة الخمسة وكالآتي: المعيار الأول (C1) يكون متعلق بعدد المستفيدين من المشروع في الرقعة الجغرافية المحددة ، والمعيار الثاني (C2) سيكون متعلق بقيمة التكلفة الإجمالية للمشروع التي تشمل مجموع التكاليف التشغيلية والتكاليف الثابتة للمشروع ، أما المعيار الثالث (C3) وهو العائد المالي المتوقع ويعني مجموع الأيرادات والأرباح المتحققة من المشروع والتي تشمل بدل اشتراك وهويات وايجار قاعات وكافتريا وموقف السيارات ، المعيار الرابع (C4) فترة الاسترداد وهي الفترة المطلوبة للعائد على الاستثمار) ، أما المعيار الخامس (C5) سيكون معدل العائد وهو نسبة المال المكتسبة أو المفقودة في المشروع إلى كمية الأموال المستثمرة ، وعادة ما يتم التعبير عن معدل العائد بنسبة مئوية. في السنوات الأخيرة ، هنالك عدة بحوث تخص حل مشكلة الإختيار الأمثل وتختلف كل دراسة في مجالها ، تم تطبيق إسلوب (AHP-GP) لحل العديد من المشاكل الاقتصادية والإدارية ، وإن من اهم البحوث ذات الصلة بموضوع البحث كالأتي: في عام 2001 قدم الباحث (Badri) دراسة بعنوان (نموذج AHP-GP المشترك لأنظمة التحكم بالجودة) حيث اقترح مساعدة متخذي القرار التي ستسمح بترجيح (تحديد أولويات) تدابير جودة الخدمة الفريدة من نوعها في جمهورية مقدونيا والنظر في قيود الموارد ، وتحديد المجموعة المثلى من أدوات التحكم في جودة الخدمة ، حيث تناولت الدراسة مسألتين مهمتين: كيفية اتخاذ قرار بشأن تدابير مراقبة الجودة في الخدمات ، وكيفية إشراك AHP في النموذج ، دراسة حالة واقعية لتطبيق عملية التحليل الهرمي وبرمجة الاهداف (AHP GP) (Badri, 2001). قام (Yurdakul) عام 2004 بتطبيق نهج AHP-GP المشترك لتقييم واختيار المزيج الأمثل من تقنيات التصنيع المتكاملة بالكمبيوتر، حيث تم إستعمال AHP أولاً للحصول على ترجيحات الأهمية النسبية للتكنولوجيات البديلة فيما يتعلق بأربعة معايير ، ثم تم إعتماد ترجيحات AHP في نموذج GP، وتوصلت الدراسة الى إمكانية أعتماد النموذج في عملية التقييم والإختيار ((Yurdakul, 2004). في العام 2006 إستعمل (Bevilacqua & Bertolini) نهج AHP-GP المشترك لمعرفة سياسة الصيانة المثالية لكل مضخة طرد مركزي حرجة في مصفاة نفط إيطالية ، تم استخدام AHP أولاً لتقييم بدائل الصيانة فيما يتعلق بثلاثة معايير، بعد ذلك تم تطوير نموذج GP لتحديد أفضل سياسة لكل مضخة بناءً على قيود الموارد ((Kruger and Hattingh, 2006). في العام 2007 قدم الباحث (Ho) دراسة بعنوان (الجمع بين عملية التحليل الهرمي وبرمجة الأهداف لتصميم شبكة التوزيع اللوجستي) حيث تم استخدام عملية التحليل الهرمي أولاً لتحديد ترجيحات الأهمية النسبية أو أولويات المستودعات البديلة فيما يتعلق بكل من المعايير ، بعد ذلك تمت صياغة نموذج برمجة الهدف (GP) الذي يتضمن قيود النظام والموارد وأولوية AHP لتحديد أفضل مجموعة من المستودعات دون تجاوز الموارد المحدودة المتاحة، وقد توصلت الدراسة الى أن هذا النهج يجب أن يكون عمليًا وقابلاً للتطبيق أكثر من تقنيات AHP أو GP المستقلة في إتخاذ القرار في المشاكل المعقدة ((Ho, 2007. عام 2009 قدم الباحث (Meethom) دراسة بعنوان (تصميم نظام دعم القرار لاختيار طريق النقل متعدد الوسائط: نموذج متكامل باستخدام (AHP و ZOGP) دراسة حالة تايلاند – فيتنام) ، حيث كان الهدف من الدراسة هو تطوير نموذج دعم إتخاذ القرار DSS، تبدأ بنموذج AHP لتحقيق الأولويات من وجهة النظر الكمية والنوعية من العملاء والناقلين متعددي الوسائط

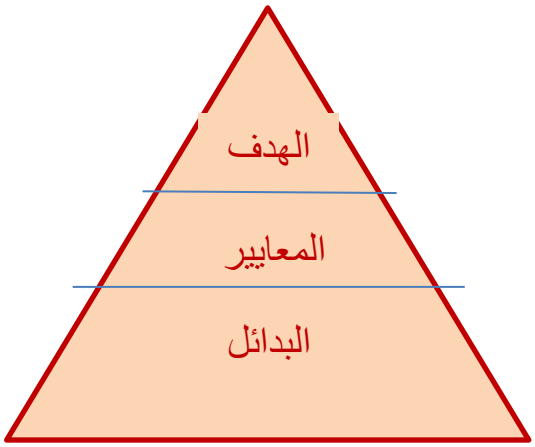
للبدائل ، يتبعها ZOGP نظام البرمجة الهدفية الثنائي الذي يمكنه دمج الأولويات من AHP مع البيانات الكمية لتحقيق قاعدة مثالية لتوجيه النقل متعدد الوسائط عند تحديد الوقت والميزانية ، وان اهم ماتوصلت اليه الدراسة في ان النموذج يمكن للمستخدم تحديد طريق النقل متعدد الوسائط الأمثل وإعطاء وزن كبير حسب الحاجة ((Meethom and Kengpol, 2009. عام 2011 قدم الباحث (Babu) وآخرون دراسة بعنوان (إسلوب متكامل من AHP-GP المشترك لتحسين هندسة البرمجيات: دراسة حالة لاختيار نمط الهندسة المعمارية) حيث قدمت هذه الدراسة منهجية لاختيار أنماط هندسة البرمجيات ، حيث أستكشف عملية التحليل الهرمي (AHP) ضمن نموذج برمجة الأهداف الثنائي (ZOGP) لإختيار أنماط الهندسة المعمارية، وتوصلت الدراسة الى اثبات ان تطبيق تقنية GP إلى جانب منهجية AHP توفر أداة لتحديد أفضل أفضل إختيار (Babu *et al.*, 2011). عام 2013 قدم الباحث (Hui-Ping Ho) وآخرون دراسة بعنوان (مشكلة اختيار الموقع باستخدام عملية التسلسل الهرمي التحليلي وبرمجة الأهداف متعددة الاختيارات) ، . حيث تم تعيين أوزان معايير الاختيار من AHP وتنفذها على كل هدف باستخدام GP لمشكلة اختيار الموقع ، حيث توصلت الدراسة الى ان النهج المتكامل لـ AHP و GP هو طريقة علمية وفعالة أفضل من الطرق التقليدية ، خاصة في ظل معايير نوعية وكمية ، بالإضافة إلى أن الطريقة المقترحة قادرة على توفير قرار جودة أفضل من الطرق اليدوية العادية ((Ho, Chang and Ku, 2013. عام 2015 قدم الباحث (Patrick Lin) وآخرون دراسة بعنوان (نموذج AHP-GP المشترك لاختيار ومنح عقود التصميم والبناء) حيث قدم البحث نموذجًا رياضيًا يجمع بين عملية التحليل الهرمي (AHP) وبرمجة الهدف (GP) لإختيار المقاول الذي يمثل اقتراحه أفضل قيمة وفقاً لأولويات المشروع، وقد توصلت الدراسة الى إختيار المقترح C كأفضل قيمة (Lin, Pourmohammadi and Sarfaraz, 2015). عام 2017 قدم الباحث (Özcan) وآخرون دراسة بعنوان (النهج المشترك بين البرمجة الهدفية والتحليل الهرمي مدعوم بإسلوب TOPSIS لاختيار استراتيجية الصيانة في محطات الطاقة الكهرومائية) ، حيث إستعمال إسلوب TOPSIS لتحديد محطة الطاقة الأمثل بموجب تسعة معايير تم تقييمها عن طريق عملية التحليل الهرمي والتي إستعملها أيضاً في نموذج برمجة الاهداف ، وقد توصلت الدراسة الى تحديد ان هناك تحسناً بنسبة (77%) في وقت العطل عند إستعمال هذا النموذج (Özcan, Ünlüsoy and Eren, 2017). في عام 2019 قدم الباحث (Cyril) وآخرون دراسة بعنوان (تحسين أداء النقل العام باستخدام منهجية AHP-GP المتكاملة) ، حيث تم إجراء المقارنة الزوجية لتعيين الأوزان لمعايير الاختيار على مقياس تصنيف AHP من قبل الخبراء بعد ذلك تم تعيين هذه الأوزان لدالة الهدف لنموذج GP لإيجاد حل يقلل من المجموع المرجح للانحرافات عن قيم الهدف ، وتوصلت الدراسة الى ان تقليل عدد الموظفين الفائضين يؤدي الى تحسين القسمة التشغيلية ، وكذلك يمكن استعمال النموذج لتقييم الأداء في مزيد من الدراسات ((Cyril, Mulangi and George, 2019. عام 2020 قدم الباحث (Behnam) دراسة بعنوان (إسلوب AHP-GP من خلال النظر في مصفوفة Leopold لتخصيص إعادة استخدام المياه المستدامة: دراسة حالة نجف أباد ، إيران) ، حيث تم إستعمال عملية التحليل الهرمي (AHP) والتي يمكن إشراكها مع برمجة الأهداف (GP) لتنفيذ تقييم الأثر البيئي (EIA) لتخصيص إعادة استخدام المياه بشكل مستدام لمتخذي القرار في مدينة نجف أباد ، وتظهر النتائج أن النموذج الرياضي المطور مع مزيج من التقييم الكمي والتحسين يمكن اعتباره أداة فعالة لإنشاء إرشادات أفضل لتكييف متطلبات متخذي القرار من أجل تخصيص أفضل للمياه المعاد تدويرها ((Dehaghi and Khoshfetrat, 2020).

في هذا البحث سيتم حل مشكلة إختيار المشروع الأمثل من بين سبعة مشاريع في دائرة الإقتصاد والأستثمار بإستعمال النموذج المشترك (AHP-GP).

2. الطرائق والأساليب

2-1 عملية التحليل الهرمي (The Analytic Hierarchy Process)

إن عملية التحليل الهرمي والتي يرمز لها (AHP) هي احدى طرق MCDM الذي قدمها لأول مرة الباحث (T.Saaty) في العام (1980) (Cheng and li, 2001). في هذه الطريقة يتم تنظيم مشكلة القرار في تسلسل هرمي على ثلاثة مستويات أساسية: الهدف من القرار هو في القمة ، يليه مستوى ثانٍ يمثل المعايير (أو الأهداف) ومستوى ثالث يمثل البدائل كما في الشكل رقم (1) أدناه ((Cheng and li, 2001):



الشكل (1) يمثل التسلسل الهرمي لعملية (AHP)

إن هذا الترتيب يمكّن متخذي القرار من التركيز على كل جوانب المشكلة المعقدة ، واستخلاص الأولويات من مقارنات ثنائية بين معايير الإختيار ، بمجرد بناء النموذج ، يقوم متخذي القرار بتقييم العناصر من خلال إنشاء مصفوفة مقارنات ثنائية بين المعايير ، المقارنة الثنائية هي عملية مقارنة الأهمية النسبية أو التفضيل لكل معيار مع المعايير الاخرى ، عندما يتم الانتهاء من جميع المقارنات ، نحسب نسبة الاتساق في آراء الخبراء ، وكما في أدناه :

أولاً. يتم حساب المتجه الذاتي (λ_i) والحد الأقصى للقيمة الذاتية (λmax) ، وكما المعادلة الآتية (Kolios et al., 2016):

$$\lambda max = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{A * W}{W} \qquad (1)$$

حيث أن ($A * W$) تمثل قيم المتجه الذاتي (λ_i) ، (λmax) هي أقصى قيمة ذاتية (W) تمثل الوزن النسبي للمعيار.

ثانياً. حساب مؤشر الإتساق (C.I) وكما من خلال المعادلة الآتية:

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n - 1} \qquad (2)$$

(n) هو عدد معايير الإختيار.

ثالثاً. حساب نسبة الإتساق (C.R.) من المعادلة الآتية:

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (3)$$

(R.I) يمثل المؤشر العشوائي والذي تكون قيمته حسب عدد المعايير وكما في الجدول الآتي:

جدول (1) يمثل Random Index (R.I.)

Matrix order n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Random index	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

بشكل عام يجب أن يكون معدل الاتساق أقل من 0.10 أو (10٪) ((Ho, 2007).
الغرض من إنشاء مصفوفة مقارنة ثنائية بين المعايير هو لأستخلاص درجة الأهمية النسبية بينها ، وكما موضح في معادلة رقم (4) أدناه ((Payam *et al.*, 2013):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad a_{ii} = 1, \quad a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \qquad (4)$$

يتم استخدام المقياس الاسمي لتحقيق تقييم دقيق للمقارنة الثنائية بين المعايير ، وكما موضح في جدول رقم (2) أدناه ((Payam *et al.*, 2013):

جدول (2) يمثل مقياس تفضيل توماس ساعاتي

نوع حكم التفضيل	المعدلات الرقمية
مفضل تماما	9
مفضل بشدة إلى مفضل تماما	8
مفضل بشدة	7
مفضل جدا إلى مفضل بشدة	6
مفضل جدا	5
مفضل بشكل متوسط إلى مفضل جدا	4
مفضل بشكل متوسط	3
مفضل بشكل متساوي إلى مفضل بشكل متوسط	2
مفضل بشكل متساوي	1

2-2 **البرمجة الهدفية** (Goal Programming)

تم اقتراح طريقة برمجة الأهداف من قبل الباحثان (Charnes and Cooper) عام (1961). وقد تم تطويرها من قبل الباحث (Ijiri) في العام (1965) والباحث (Lee) في العام (1972) والباحث (Ignizio) عام (1976) ، تختلف برمجة الهدف عن البرمجة الخطية من حيث أنها لا تتطلب ترجمة الأهداف المتعددة والمتضاربة إلى معيار موضوعي أحادي الأبعاد ، تعمل برمجة الهدف على حل المشكلة من خلال إجراء التحسين الهرمي الذي يتم فيه تعيين الأوزان بشكل ضمني من خلال إنشاء أولويات استباقية ، تتطلب الطريقة من صانع القرار تحديد أهداف لكل غاية يرغب في تحقيقها ، ويتم تعريف الحل المفضل على أنه الحل الذي يقلل من الانحرافات عن الأهداف المحددة ((Kim, Lee and Lee, 1999).
الصيغة الرياضية الأكثر شيوعًا لطريقة برمجة الاهداف بالأولويات هي كما موضحة في معادلة رقم (5) :((Kim, Lee and Lee, 1999))

$$\min[\, p_1(\rho_1, \eta_1), p_2(\rho_2, \eta_2), \dots, p_i(\rho_i, \eta_i)]$$

S.to:

$$g_i(x) + \eta_i - \rho_i = b_i \qquad (5)$$

$$\rho_i \geq 0 \qquad for\ all\ i$$

$$\eta_i \geq 0 \qquad for\ all\ i$$

حيث أن $g_i(x)$ يمثل عدد الأهداف (المعايير) ، (ρ_i وn_i) تمثل الإنحرافات الموجبة والسالبة عن تحقيق الهدف ، (b_i) يمثل قيمة الطرف الأيمن للقيد (R.H.S).

2-3 **النموذج المشترك** (The combined model (AHP-GP)

1. متغيرات القرار (Decision Variables) : الغرض من نموذج القرار هو تحديد التكنولوجيا المناسبة لعملية معينة ، وبالتالي فإن متغيرات القرار ذات الصلة هي مرشحات المشاريع المتاحة (X_j) ومتغيرات الركود (slack) المرتبطة بها ((Kim, Lee and Lee, 1999).
حيث ان X = 0 اذا لم يتم اختيار المشروع (not selected)
X = 1 اذا تم أختيار المشروع (selected)
ρ_i: انحراف الركود (*slack*) الإيجابي عند القيد i

η_i: انحراف الركود (*slack*) السلبي عند القيد i

2. القيود الصارمة (Strict Constraint) : نظراً لأن الهدف هو تحديد البدائل المناسبة ، فإن البدائل قيد النظر تكون متنافرة ، ويمكن تمثيل الخصوصية المتبادلة لجميع البدائل بالقيد الآتي كما في معادلة رقم (6) (Kim, Lee and Lee, 1999):

$$X_1 + X_2 +, \dots, + X_m + \rho_0 + \eta_0 = 1 \qquad (6)$$

3. تسوية البيانات (Normalization) : من اجل الحفاظ على التكافؤ بين جميع البيانات المقاسة ، يتم تسوية هذه القيم الكمية على النحو الآتي كما في معادلة رقم (7) ((Kim, Lee and Lee, 1999):

$$a_{ij}^{'} = \frac{1}{a_{ij} \sum_{j=1}^{m} \left(\frac{1}{a_{ij}}\right)}, \qquad (i = 1, 2, \dots, n) \qquad (7)$$

حيث ان a_{ij} هي قيمة المعيار i-th الخاصة بالبديل j-th وان n هو عدد المعايير.

تصاغ المعايير الكمية على النحو الآتي وكما في معادلة رقم (8) :

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij}^{'} X_j + \eta_i - \rho_i = CF_i, \qquad (i = 1, 2, \dots, n) \qquad (8)$$

حيث ان m : هو عدد البدائل

$a_{ij}^{'}$: قيمة المعيار i-th للبديل j،

X_j : هو مجموعة البدائل التكنولوجية $(j = 1, 2, \dots, m)$،

CF_i: قيمة الطرف الأيمن (RHS) للمعيار i،

n : هو عدد المعايير المرغوبة.

4. دالة الهدف : الهدف من هذا النموذج هو اختيار البديل (المشروع) الأكثر ملائمة ، حيث يتم تعريف "المشروع الأنسب" على أنه المشروع الذي يلبي الأهداف المختلفة بأكبر قدر ممكن ضمن الأوزان المحسوبة من طريقة AHP ، إن دالة الهدف هي تقليل مجموعة الانحرافات المطلوبة للأهداف إلى الحد الأدنى ، حيث يمكن استخدام الأوزان داخل كل مجموعة من الأهداف في رتبة معينة ، يتم صياغة دالة الهدف المعروضة هنا من خلال تحديد الأوزان لكل هدف (معيار) بناءً على تفضيل صانع القرار ، يجب وضع قيود النظام التي تتضمن الاختيار الحصري المتبادل على مستوى الأولوية الأولى ، يمكن التعبير عن دالة الهدف على النحو التالي كما في معادلة رقم (9) :

$$min(\eta_0 + \rho_0, \sum_{i=1}^{n} b_i(\eta_i + \rho_i)) \qquad (9)$$

حيث أن (b_i) هو معامل الوزن للأهداف ضمن أولوية معينة.

تجمع دالة الهدف بين الأهداف ضمن كل فئة وتعين لكل فئة مستوى أولوية ، يمكن تحديد وزن كل هدف ، بغض النظر عن الفئة التي ينتمي إليها ، بشكل فردي بناءً على أهميته في عملية الاختيار(Kim, Lee and Lee, 1999).

3. البيانات والنتائج

تم تطبيق النموذج في دائرة الأقتصاد والأستثمار التابعة الى مؤسسة الشهداء العراقية عن مشاريع المراكز الثقافية التي تروم المؤسسة تنفيذها وحسب الاهداف المرجوة منها وتحليلها بأسلوب علمي حديث ومتطور لحل مشكلة أختيار المشروع (البديل) الأفضل ضمن المعايير المستهدفة من قبل متخذي القرار. من أجل حل مشكلة إختيار المشروع المناسب ، تم جمع البيانات بالتعاون مع المهندسين المختصين للجهة المستفيدة. النموذج مكون من سبعة مشاريع وخمسة معايير ، البيانات الأصلية التي تم الحصول عليها مبينة في جدول رقم (3) :

	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
	عدد (C1) المستفيدين	التكلفة الكلية(C2)	العائد المالي(C3)	فترة الإسترداد(C4)	معدل العائد(C5)
مركز ثقافي الكرخ (X1)	30263	5550223175	532000000	16.74	5.97244
مركز ثقافي الصدر (X2)	29304	5274928400	759000000	12.19	8.2
مركز ثقافي واسط (X3)	6698	7600900000	865000000	9.83	10.165
مركز ثقافي البصرة (X4)	17487	7730000000	700000000	15	6.6
مركز ثقافي الديوانية (X5)	6663	7600900000	865000000	9.83	10.165
مركز ثقافي المثنى (X6)	4533	4311350000	455000000	12	8.3
مركز ثقافي ذي قار (X7)	11500	5158750000	450000000	15	6.4

الجدول 3. مصفوفة القرار

ومن خلال معادلة رقم (4) تكون القيم بعد التسوية كما في جدول رقم (4):

الجدول 4. مصفوفة القرار بعد التسوية (Normalization)

مصفوفة القرار بعد التسوية (Normalization)					
x_{ij}^{*}	C1	C2	C3	C4	C5
X1	0.045	0.152	0.165	0.106	0.183
X2	0.047	0.16	0.116	0.146	0.133
X3	0.204	0.111	0.102	0.181	0.108
X4	0.078	0.109	0.126	0.119	0.166
X5	0.205	0.111	0.102	0.181	0.108
X6	0.302	0.195	0.194	0.148	0.132
X7	0.119	0.163	0.196	0.119	0.171

من خلال معادلة رقم (6) يكون القيد (Strict Constraint) للخصوصية المتبادلة للبدائل كالآتي:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + \eta_0 - \rho_0 = 1 \qquad (10)$$

من خلال معادلة رقم (8) يتم إنشاء القيود للبيانات الكمية للمعايير الخاصة بكل بديل بعد التسوية الموجودة في جدول رقم (4). يمثل الطرف الأيمن من القيود (RHS) الحد الأعلى أوالأدنى لكل معيار استناداً الى المقدر من قبل الخبراء في المؤسسة ، وكما موضح ادناه:

$$\begin{aligned}
&0.045X_1 + 0.047X_2 + 0.204X_3 + 0.078X_4 + 0.205X_5 + 0.302X_6 + 0.119X_7 \\
&\quad + \eta_1 - \rho_1 = 0.25 \\
&0.152X_1 + 0.160X_2 + 0.111X_3 + 0.109X_4 + 0.111X_5 + 0.195X_6 + 0.163X_7 \\
&\quad + \eta_2 - \rho_2 = 0.16 \\
&0.165X_1 + 0.116X_2 + 0.102X_3 + 0.126X_4 + 0.102X_5 + 0.194X_6 + 0.196X_7 \\
&\quad + \eta_3 - \rho_3 = 0.14 \qquad (11) \\
&0.106X_1 + 0.146X_2 + 0.181X_3 + 0.119X_4 + 0.181X_5 + 0.148X_6 + 0.119X_7 \\
&\quad + \eta_4 - \rho_4 = 0.119
\end{aligned}$$

$$0.183X_1 + 0.133X_2 + 0.108X_3 + 0.166X_4 + 0.108X_5 + 0.132X_6 + 0.171X_7 + \eta_5 - \rho_5 = 0.1$$

مصفوفة المقارنة الثنائية للمعايير

من خلال الأعتماد على آراء الخبراء وعددهم (4) في دائرة الأقتصاد والأستثمار كانت خلاصة رأي الخبراء كما في الجدول رقم (5) ادناه:

جدول 5. خلاصة رأي الخبراء

	Pairwise comparison matrix				
	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	7	3	7	5
C2	1/7	1	1/5	1/3	1
C3	1/3	5	1	4	4
C4	1/7	3	1/4	1	3
C5	1/5	1	1/4	1/3	1
sum	1.81905	17	4.7	12.6667	14

جدول 6. عملية التسوية (Normalization) الخاصة بالمقارنة الزوجية للمعايير

normalized pairwise comparison matrix					
C1	C2	C3	C4	C5	Ave(W)
0.549738	0.411765	0.638298	0.552632	0.357143	0.502
0.078534	0.058824	0.042553	0.026316	0.071429	0.056
0.183246	0.294118	0.212766	0.315789	0.285714	0.258
0.078534	0.176471	0.053191	0.078947	0.214286	0.120
0.109948	0.058824	0.053191	0.026316	0.071429	0.064

وكانت نسبة الإتساق لأراء الخبراء (Consistency Ratio) فيما بينها $(C.R. = 0.066)$ ، مما يدل على إن مصفوفة المقارنات الثنائية بين معايير الإختيار غير متناقضة ويمكن الاعتماد عليها في تعيين الأوزان النسبية للمعايير. وترد الأوزان المخصصة لكل معيار في جدول رقم (7) الآتي:

الجدول 7. اوزان المعايير

المعيار	الوزن (Wj)
(C1) عدد المستفيدين	0.502
(C2) التكلفة الاجمالية	0.056
(C3) العائد المالي المتوقع	0.258
(C4) فترة الاسترداد	0.120
(C5) معدل العائد	0.064

يتبين من خلال جدول رقم (7) أن أعلى تفضيل لمعظم الخبراء يكون للهدف الأول وهو عدد المستفيدين (C1) مقارنة بالأهداف الاخرى ، وذلك يوضح طبيعة عمل المؤسسة فهي جهة خدمية وليست ربحية ، بعده يأتي الهدف الثالث وهو العائد المالي (C3)، ومن ثم (C4) فترة الأسترداد، بعده معدل العائد (C5)، واخيراً (C2) التكلفة الاجمالية.

بعد حساب أوزان المعايير التي سيتم تحديدها في دالة الهدف (objective function) ذات الأولويتين (معادلة رقم (9)) يكون النموذج الرياضي لحل مشكلة الإختيار كما يأتي:

$$\min[P_1(\eta_0 + \rho_0) + P_2(0.502\rho_1 + 0.056\eta_2 + 0.258\rho_3 + 0.12\eta_4 + 0.064\rho_5)]$$

S.to

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + \eta_0 - \rho_0 = 1$$

$$0.045X_1 + 0.047X_2 + 0.204X_3 + 0.078X_4 + 0.205X_5 + 0.302X_6 + 0.119X_7 + \eta_1 - \rho_1 = 0.25$$

$$0.152X_1 + 0.160X_2 + 0.111X_3 + 0.109X_4 + 0.111X_5 + 0.195X_6 + 0.163X_7 + \eta_2 - \rho_2 = 0.16$$

$$0.165X_1 + 0.116X_2 + 0.102X_3 + 0.126X_4 + 0.102X_5 + 0.194X_6 + 0.196X_7 + \eta_3 - \rho_3 = 0.14$$

$$0.106X_1 + 0.146X_2 + 0.181X_3 + 0.119X_4 + 0.181X_5 + 0.148X_6 + 0.119X_7 + \eta_4 - \rho_4 = 0.119$$

$$0.183X_1 + 0.133X_2 + 0.108X_3 + 0.166X_4 + 0.108X_5 + 0.132X_6 + 0.171X_7 + \eta_5 - \rho_5 = 0.1$$

4.تحليل النتائج

يتبين من الجداول النهائية التي تم التوصل اليها ومن خلال تحديد أوزان معايير الإختيار الخمسة عن طريق عملية التحليل الهرمي والتي على أساسها تم صياغة نموذج برمجة الأهداف ، أن الحل التوافقي للمشاريع السبعة والتي يتم تقييمها من خلال خمسة معايير ومن خلال إستعمال برنامج (Win QSB) (الموضح في ملحق البحث) هو كما يأتي :

$$(X_7 = 0, X_6 = 0, X_5 = 0, X_4 = 0, X_3 = 0, X_2 = 1, X_1 = 0).$$

5.الأستنتاجات

خلصت نتائج تطبيق النموذج المشترك بين عملية التحليل الهرمي والبرمجة الهدفية (AHP-GP) الى ان المشروع الثاني وهو إنشاء مركز ثقافي في مدينة الصدر هو المشروع الأمثل الذي وقع عليه الإختيار من بين المشاريع الأخرى وحسب المعايير المستهدفة من قبل الجهة (موضوع البحث) ، بينما كانت نتائج جميع المشاريع الأخرى تساوي صفر (لم يتم إختيار المشروع). يقدم نموذج (AHP-GP) أداة قوية للحصول على نظرة ثاقبة للمشاكل المرتبطة بأهداف متعارضة. نوصي المؤسسة بإعتماد نتائج البحث لغرض تحقيق أهدافها المرصودة والتي تتمثل بالمشروع الثاني ، كما يمكن إستعمال النموذج لحل المشاكل متعددة الأهداف في مزيد من البحوث.

References:

1. Babu, K. D. et al. (2011) 'An Integrated Approach of AHP-GP and Visualization for selection of architecture style', International Journal of Scientific & Engineering Research, 2(7), pp. 1–7.

2. Badri, M. A. (2001) 'A combined AHP-GP model for quality control systems', International Journal of Production Economics, 72(1), pp. 27–40.

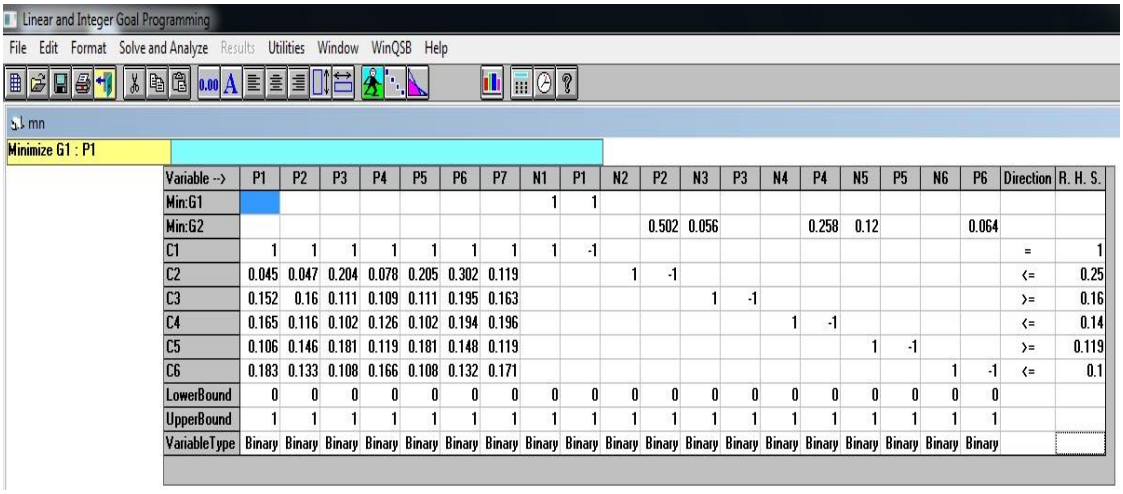
3. Cheng, E. W. l. and li, H. (2001) 'Information priority-setting for better resource allocation using analytic hierarchy process (AHP)', Information Management & Computer Security, 9(2), pp. 61–70.

4. Cyril, A., Mulangi, R. H. and George, V. (2019) 'Performance Optimization of

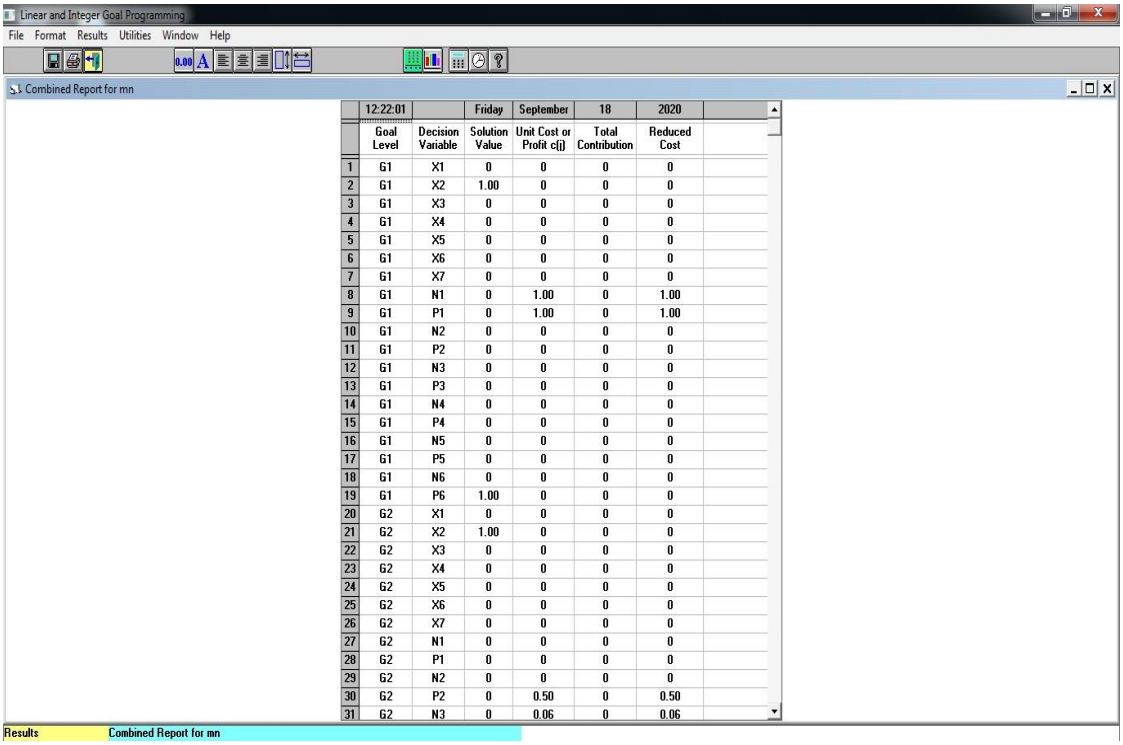
Public Transport Using Integrated AHP–GP Methodology', Urban Rail Transit. Springer Berlin Heidelberg, 5(2), pp. 133–144.
5. Dehaghi, B. F. and Khoshfetrat, A. (2020) 'AHP-GP approach by considering the leopold matrix for sustainable water reuse allocation: Najafabad case study, Iran', Periodica Polytechnica Civil Engineering, 64(2), pp. 485–499.
6. Ho, H. P., Chang, C. Ter and Ku, C. Y. (2013) 'On the location selection problem using analytic hierarchy process and multi-choice goal programming', International Journal of Systems Science, 44(1), pp. 94–108.
7. Ho, W. (2007) 'Combining analytic hierarchy process and goal programming for logistics distribution network design', Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp. 714–719.
8. Kim, P. O., Lee, K. J. and Lee, B. W. (1999) 'Selection of an optimal nuclear fuel cycle scenario by goal programming and the analytic hierarchy process', Annals of Nuclear Energy, pp. 449–460.
9. Kolios, A. et al. (2016) 'A comparative study of multiple-criteria decision-making methods under stochastic inputs', Energies, 9(7), pp. 1–21.
10. Kruger, H. and Hattingh, J. (2006) 'A combined AHP-GP model to allocate internal auditing time to projects', ORiON, 22(1), pp. 59–76.
11. Lin, P., Pourmohammadi, H. and Sarfaraz, A. R. (2015) 'A combined AHP-GP model for selecting and awarding design-build construction contracts © Society for Business and Management Dynamics • Create Request for Proposal (RFP) and evaluation criteria for both pricing and technical quality • Receive proposals', 5(4), pp. 30–42.
12. Meethom, W. and Kengpol, A. (2009) 'Design of a decision support system for selecting multimodal transportation route: An integrated model using AHP and ZOGP case study Thailand-Vietnam', IEEM 2009 - IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, pp. 2304–2308. doi: 10.1109/IEEM.2009.5373034.
13. Özcan, E. C., Ünlüsoy, S. and Eren, T. (2017) 'A combined goal programming – AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants', Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier Ltd, 78(June), pp. 1410–1423. doi: 10.1016/j.rser.2017.04.039.
14. Payam, G. et al. (2013) 'Application of sensitivity analysis for assessment of energy and environmental alternatives in the manufacture by using analytic hierarchy process', Environment Protection Engineering, 39(3), pp. 5–20.
15. Stanujkić, D., Đorđević, B. and Đorđević, M. (2013) 'Comparative analysis of some prominent MCDM methods: A case of ranking Serbian banks', Serbian Journal of Management, 8(2), pp. 213–241. doi: 10.5937/sjm8-3774.
16. Yurdakul, M. (2004) 'Selection of computer-integrated manufacturing technologies using a combined analytic hierarchy process and goal programming model', Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 20(4), pp. 329–340. doi: 10.1016/j.rcim.2003.11.002.

الملحق

تطبيق ونتائج برنامج (WinQSB) لحل مشكلة الإختيار.



Variable -->	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N1	P1	N2	P2	N3	P3	N4	P4	N5	P5	N6	P6	Direction	R. H. S.
Min:G1								1	1												
Min:G2											0.502	0.056			0.258	0.12			0.064		
C1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1											=	1
C2	0.045	0.047	0.204	0.078	0.205	0.302	0.119			1	-1									<=	0.25
C3	0.152	0.16	0.111	0.109	0.111	0.195	0.163					1	-1							>=	0.16
C4	0.165	0.116	0.102	0.126	0.102	0.194	0.196							1	-1					<=	0.14
C5	0.106	0.146	0.181	0.119	0.181	0.148	0.119									1	-1			>=	0.119
C6	0.183	0.133	0.108	0.166	0.108	0.132	0.171											1	-1	<=	0.1
LowerBound	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UpperBound	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
VariableType	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary		



	12:22:01		Friday	September	18	2020
	Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost
1	G1	X1	0	0	0	0
2	G1	X2	1.00	0	0	0
3	G1	X3	0	0	0	0
4	G1	X4	0	0	0	0
5	G1	X5	0	0	0	0
6	G1	X6	0	0	0	0
7	G1	X7	0	0	0	0
8	G1	N1	0	1.00	0	1.00
9	G1	P1	0	1.00	0	1.00
10	G1	N2	0	0	0	0
11	G1	P2	0	0	0	0
12	G1	N3	0	0	0	0
13	G1	P3	0	0	0	0
14	G1	N4	0	0	0	0
15	G1	P4	0	0	0	0
16	G1	N5	0	0	0	0
17	G1	P5	0	0	0	0
18	G1	N6	0	0	0	0
19	G1	P6	1.00	0	0	0
20	G2	X1	0	0	0	0
21	G2	X2	1.00	0	0	0
22	G2	X3	0	0	0	0
23	G2	X4	0	0	0	0
24	G2	X5	0	0	0	0
25	G2	X6	0	0	0	0
26	G2	X7	0	0	0	0
27	G2	N1	0	0	0	0
28	G2	P1	0	0	0	0
29	G2	N2	0	0	0	0
30	G2	P2	0	0.50	0	0.50
31	G2	N3	0	0.06	0	0.06

Select the optimal project by using two methods of analytic hierarchy and goal programming

Researcher / Mohamed Naji Razooqee
College of Administration and Economics University of Baghdad
eng.mohamed992@gmail.com

prof. Marwan Abdul Hameed Ashour
College of Administration and Economics University of Baghdad
dr_marwan@uobaghdad.edu.iq

Received:27/9/2020 Accepted :18/10/2020 Published :December / 2020

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

Abstract

The aim of this research is to solve a realistic problem in the Department of Economy and Investment in the Martyrs establishment, which is the selection of the optimal project through specific criteria by experts in the same department using a combined mathematical model for the two methods of analytic hierarchy process and goal programming, where a mathematical model for goal programming was built that takes into consideration the priorities of the goal criteria by the decision-maker to reach the best solution that meets all the objectives, whose importance was determined by the hierarchical analysis process. The most important result of this research is the selection of the second project (constructing a cultural center in Sadr City) as the best alternative out of seven projects. Also, the possibility of applying this model to solve multi-criteria decision-making problems in many institutions and companies was reached.

Key Words: Multi Criteria Decision Making, Project Selection, Goal Programming, combined model, Analytic Hierarchy Process.