الطريقة التقنية لترتيب تفضيلات صنع القرار عند وجود معايير متعددة من خلال التماثل للحل الامثل في اختيار المجهزين

أ. م. كريم ذياب احمد
جامعة ديالى
كلية الادارة والاقتصاد
kareemdhevab@gmail.com

م.د. محمد سعد ابراهيم محمد
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
دائرة الدراسات والتخطيط والمتابعة
Blackhawk_is@yahoo.com

المستخلص

تعد عملية اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة Multiple Criteria Decision Making (MCDM) من الطرائق المهمة لاستيعاب أنواع مختلفة من التطبيقات، فعلى سبيل المثال: مشكلة اختيار الموردين (المجهزين) Supplier selection problem (SSP). وقد وضعت العشرات من الطررائق وعلى الرغم من وجود تباين ضئيل في هذه الطرق القائمة إلا إنها تسببت في ايجاد نظام عالمي جديد في مجال البحث العلمي. في هذا البحث سيتم تقديم الطريقة التقنية لترتيب التفضيلات من خلال التماثل للحل الامثل Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) وهي واحدة من الطرائق شائعة الاستخدام فضلاً عن كونها من أهم الطرائق لحل مشاكل اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة. وقد استخدم المنهج الموسع لطريقة (TOPSIS) لحل مشكلة صنع القرار عندما يكون الهدف هو وضع قيمة يتم من خلالها اختيار الموردين ولكافة المستويات. بعد اختبار المقاييس المقترحة وفقاً لشروط الطريقة، ياخذ بنظر الاعتبار المعايير المتعددة لمشكلة (SSP) وذلك لمعرفة أفضل الموردين.

الكلمات المفتاحية: TOPSIS، اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة، القيمة الهدفية.

Abstract

Decision making (MCDM) is an important method to accommodate different types of applications, for example: Supplier Selection Problem (SSP). Dozens of roads have been developed and, although there is little variation in existing methods, they have created a new world order in scientific research. In this paper, the technical method of prioritizing preferences will be presented through the ideal approach to order optimization (TOPSIS), one of the most commonly used methods, as well as one of the most important methods for solving decision-making problems when multiple criteria exist. The Expanded TOPSIS approach was used to solve the decision-making problem when the objective was to establish a value through which suppliers were selected and at all levels. After testing the proposed benchmarks according to the terms of the method, consider the multiple criteria of the problem (SSP) in order to know the best suppliers.

المقدمة

تعتبر عملية اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة من الادوات المهمة لتحليل المشاكل الحقيقية المعقدة نظرا لقدرتها الكامنة في الحكم على البدائل المختلفة (الاختيار، الاستراتيجية والسياسة) على معايير مختلفة لاختيار افضل بديل ملائم[17]. إن تحليل عملية اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة له بعض الخصائص الفريدة مثل[15]:

- وجود معايير متعددة متضاربة وغير قابلة للتباين،
- وحدات قياس مختلفة بين المعايير،
- وجود بدائل مختلفة تماما.

تعد عملية البحث عن المزيد من الاساليب المتطورة لاتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة من الامور الضرورية في الوقت الراهن وذلك للتحقق من صحة التجارب التطبيقية فضلاً عن كونها تعالج حالات اتخاذ القرار في ظل بيئة عدم اليقين (البيئة الضبابية) [19] [20]. إن نموذج الاوزان المجموعة Weighted Sum Model (WSM)، هو من اكثر النماذج شيوعاً واستخداماً في حل مشاكل المعايير المتعددة، كما ويمكن اعتبار نموذج الاوزان الناتجةWeighted Product Model (WPM) هو تعديل لنموذج الاوزان المجموعة، حيث تم اقتراحه من أجل التغلب على بعض نقاط ضعف النموذج المذكور آنفاً. هنالك بعض الطرق الأخرى المستخدمة على نطاق واسع في حل مشاكل اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة فعلى سبيل المثال لا الحصر عملية التسلسل الهرمي التحليلي Analytic Hierarchy Process (AHP) وطريقة Elimination Et Choice Translating Reality (ELECTRE) واخيراً طريقة Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) مدار البحث [17] [1].

المبحث الاول
منهجية البحث

١. مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث هي كيفية استخدام الطريقة الموسعة TOPSIS عندما يكون هدف صانع القرار هو وضع قيم لاختيار المجهزين لكل مستوى.

٢. هدف البحث

يهدف البحث الى ايجاد افضل المجهزين لصانع القرار أو منظمات الاعمال وذلك للحصول على قيمة التفضيل القصوى من بين جميع البدائل وباستخدام طريقة TOPSIS.

٣. أهمية البحث

يقدم هذا البحث تطبيق جديد لاتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة وذلك من خلال تنفيذ تقنية تفضيل النظام عن طريق التشابه إلى أداة نظام الحل الامثل والذي يدمج كيفية اختيار أفضل الموردين في المشاكل التي تبحث عن اختيار الموردين.

٤. طريقة البحث

استخدم الباحثون أسلوب التحليل التطبيقي باستخدام طريقة TOPSIS للحصول على الحل الأمثل لمشاكل اختيار الموردين.

المبحث الثاني
التاطير النظري

١- مفهوم طريقة TOPSIS

TOPSIS هي عبارة عن طريقة تقنية الغرض منها تحليل القرارات متعددة المعايير، والتي تم تطويرها في الأصل من قبل Hwang و Yoon في عام ١٩٨١ [٢] مع تطويرات أخرى من قبل Yoon في عام ١٩٨٧ [3]، Triantaphyllou، Sanchez و Ray في عام 1998 و Hwang، Lai و Liu في عام 1993 [4]. تستند طريقة TOPSIS على مفهوم يمكن تلخيصه بأن البديل الذي يتم اختياره يجب أن يمتلك أقصر مسافة هندسية من الحل الامثل الموجب وعلى النقيض فإنه يمتلك (أي البديل المختار) أطول مسافة هندسية من الحل الامثل السالب [21]. وهي ايضاً طريقة للتجميع التعويضي تقوم بمقارنة مجموعة من البدائل عن طريق تحديد أوزان لكل معيار، وكذلك عن طريق تطبيع (اي جعلها طبيعية) درجات لكل معيارفضلاً عن حساب المسافة الهندسية بين كل بديل والبديل الامثل، والتي هي تعد أفضل نتيجة في كل معيار. هنالك بعض الفرضيات لطريقة TOPSIS فعلى سبيل المثال، تفترض الطريقة بأن المعايير تكون مرتبة بشكل متزايد أو متناقص وعادة ما يكون التطبيع مطلوبا لأن المعلمات أو المعايير غالبا ما تمتلك أبعادا غير متناسقة في المشاكل متعددة المعايير [5] [6]. إن الطرائق التعويضية مثل طريقة TOPSIS تسمح بالمبادلة trade-offs بين المعايير، حيث يكون من الممكن استبدال النتيجة السيئة في احد المعايير بنتيجة جيدة في معيار آخر. وهذه الطريقة (أي: TOPSIS) توفر شكلا أكثر واقعية من النمذجة مقارنة بالطرق غير التعويضية، والتي تتضمن أو تستثني الحلول البديلة بالاعتماد على القطع الثابت [7].

٢- مفهوم طريقة (ELECTRE (Elimination Et Choice Translating Reality

طريقة **ELECTRE** (الحذف والاختيار) في الأصل قدمت من قبل العالم **Benayoun** وآخرون [٢٠]، ومنذ ذلك الحين قام العلماء **Roy, Nijkamp, van Delft** وآخرون [22، 23، 24، ٢٥، ٢٦] بوضع هذه الطريقة كما هي عليه في الحالة الراهنة. إن طريقة **ELECTRE** تستخدم مفهوم "العلاقة أعلى مرتبة". العلاقة أعلى من توضح أنه على الرغم من وجود اثنين من البدائل ولا تهيمن بعضها على البعض رياضيا، فإن صانعي القرار يقبلون خطر التعرض لذلك، بتأكيد بديل تقريبا أفضل من بديل ثاني [٢٧]، ويمكن القول ان هذه احدى عيوب الطريقة. ومن خلال التقييمات المتتالية لعمليات إعادة ترتيب البدائل الأخرى، يمكن القضاء على البدائل المهيمنة التي تحددها علاقة المرتبة الأعلى ولكن بناء هذا النظام الجزئي ليست مهمة لا غموض فيها بالنسبة لصانع القرار.

ان المفهوم الاساسي لهذه الطريقة يعتمد على مقارنة ازواج من البدائل لكل معيار وذلك باستخدام القيم المنطقية للبديلين فإذا كان الفرق بين غير واضح فان صانع القرار سيكون غير متأكد من البديل الذي يختاره، وعليه ينتقل الى خطوة اخرى تتمثل في تخصيص اوزان تسمى عوامل الاهمية للمعايير لكي تمثل اهميتها النسبية، وبالتالي تساعد على عملية الاختيار وبعد اجراء سلسلة متعاقبة من ترتيب علاقات البدائل تقوم هذه الطريقة بتخصيص مؤشر الانسجام والذي يبين درجة التفضيل لصالح البديل على البديل [٢٧].

٣-الفرق بين طريقة ELECTRE و TOPSIS

تعد طريقة TOPSIS بديلاً أمثل عن طريقة ELECTRE) ELimination Et Choice Translating REality) كما ويمكن اعتبارها واحدة من أكثر البدائل المقبولة والمستخدمة على نطاق واسع. إن المفهوم الأساسي لهذه الطريقة هو أن البديل المختار يجب أن يمتلك اقصى قصر للمسافة من الحل الامثل الموجب واقصى بعد للمسافة من الحل الامثل السالب في بعض المفهوم الهندسي، كما وتفترض طريقة TOPSIS بأن كل معيار لديه نزعة رتيبة لزيادة أو تقليل المنفعة لذلك فمن السهولة تحديد الحلول (المثلى والسلبية المثلى). تم اقتراح اسلوب المسافة الاقليدية [22] لتقييم التقارب النسبي لبدائل الحل الامثل وهكذا يمكن استخلاص ترتيب تفضيلات البدائل من خلال سلسلة من المقارنات بين هذه المسافات النسبية، حيث تقوم طريقة

TOPSIS اولاً بتحويل ابعاد المعايير المختلفة إلى معايير بلا أبعاد كما هو الحال مع طريقة ELECTRE. وكملاحظة، تجدر الإشارة إلى أن المسافات الإقليدية تمثل في افتراضات معقولة في طرائق ELECTRE و TOPSIS. بصفة عامة "A+" يشير إلى البديل الأكثر تفضيلا أو الحل الامثل الموجب وبالمثل، البديل "A-" يشير إلى البديل الأقل تفضيلا أو الحل الامثل السالب [1].

٤-القيمة الهدفية Objective value

تعتبر عملية اختيار المجهزين (الموردين) المناسبين من الامور المهمة لصانع القرار في منظمات الاعمال وخصوصاً ضمن أنظمة سلسلة الموردين فيها، إذ يحتاج صانع القرار إلى استخدام بعض المعايير لتقييم البدائل ومعرفة أي منها الأفضل للمنظمة. كما وتعتبر مشكلة اختيار المجهزين احدى مشاكل اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة [10]. وقد قام كل من Weber و Current و Benton [11] (1990) ، Tam و Tummala (2001) و Liao (2008) [12] بأجراء مسح حول كيفية اختيار المعيار الامثل لمشاكل "جودة المنتج والسعر المعروض، وقت التسليم، الخدمة المريحة، درجة الضمان أو التأمين، الخبرة والاستقرار المالي" [10]. ناقش العالم Zeleny في عام (1982) [13] مفهوم الحل الامثل في مشاكل اتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة. وقد اقترحها Hwang و Yoon (1981) [14] طريقة TOPSIS للنظر في المسافة من الحل الامثل. وقد اقترح Saaty في عام (1980) [15] أسلوب عملية التحليل الهرمي AHP باستخدام منهج من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى لإيجاد الحلول المثلى. كما استخدمها Tam و Tummala (2001) طريقة AHP لاختيار المجهزين [12]. في حين استخدم Liao (2008) [10] (دالة الخسارة Taguchi، AHP والاختيارات المتعددة للبرمجة الهدفية Analytic Hierarchy Process (MCGP) لاختيار افضل المجهزين. Fu وفي عام (2009) [16] قام باستخدام طريقة TOPSIS لحل مشكلة اتخاذ القرار الامثل عند وجود معايير متعددة. على الرغم من ان طريقة TOPSIS مفيدة جداً لحل مشاكل اتخاذ القرار متعدد المعايير، لكنها في الحقيقة اسلوب يأخذ فقط بنظر الاعتبار القيمة العليا أو الدنيا لكل معيار. وقام كل من Ahmadi و Kantardjian [8] باستخدام نموذج جديد لاختيار المجهزين بطريقة متكاملة لتحديد وزن المعايير FAHP-IFTOPSIS. ومع ذلك، فإن متخذي القرار غالبا ما يقوموا بتحديد القيمة الهدفية لكل معيار في عملية اتخاذ القرارات، وقد لا تكون هذه القيمة الهدفية للمعيار في القيمة العليا أو الدنيا للمعيار.

٥-عملية TOPSIS

يمكن توضيح كيف تتم عملية TOPSIS لاتخاذ القرار الامثل من خلال الخطوات الاتية:

الخطوة الأولى: إنشاء مصفوفة تقييم تتكون من بدائل m ومعايير n، مع تقاطع كل بديل والمعايير الواردة حيث تعطى بالشكل X_{ij}، وبالتالي تكون لدينا المصفوفة $(X_{ij})_{m\times n}$.

الخطوة الثانية: المصفوفة $(X_{ij})_{m\times n}$ يتم تطبيعها لتشكيل المصفوفة $R=(r_{ij})_{m\times n}$ باستخدام طريقة التطبيع $r_{ij}=\frac{x_{ij}}{p\max(v_j)}, i=\overline{1,m},\ j=\overline{1,n},$ حيث إن $p\max(v_j)$ يمثل القيمة القصوى الممكنة للمؤشر $v_j,\ j=\overline{1,n}$.

الخطوة الثالثة: حساب التطبيع الموزون لمصفوفة القرار $T=(t_{ij})_{m\times n}=(w_j r_{ij})_{m\times n}, i=\overline{1,m}$ حيث إن $w_j=\frac{w_j}{\sum_{j=1}^{n}w_j}, j=\overline{1,n}$ لهذا السبب فإن w_j و $\sum_{j=1}^{n}w_j$ يكون هو الوزن الأصلي وفقاً للمؤشر $v_j,\ j=\overline{1,n}$.

الخطوة الرابعة: تحديد البديل الأسوأ A_w والبديل الافضل A_b،

$$A_w=\left\{\begin{matrix}\left\langle\left(\max(t_{ij}\,|\,i=\overline{1,m})|j\in J_-\right)\right\rangle,\\ \left\langle\left(\min(t_{ij}\,|\,i=\overline{1,m})|j\in J_+\right)\right\rangle\end{matrix}\right\}\equiv\left\{t_{wj}\,|\,j=\overline{1,n}\right\},\ A_b=\left\{\begin{matrix}\left\langle\left(\min(t_{ij}\,|\,i=\overline{1,m})|j\in J_-\right)\right\rangle,\\ \left\langle\left(\max(t_{ij}\,|\,i=\overline{1,m})|j\in J_+\right)\right\rangle\end{matrix}\right\}\equiv\left\{t_{bj}\,|\,j=\overline{1,n}\right\},$$

حيث إن:

$J_+=\left\{j=\overline{1,n}\,|\,j\ \textit{associated with the criteria having a positive impact}\right\}$ و

$J_-=\left\{j=\overline{1,n}\,|\,j\ \textit{associated with the criteria having a negative impact}\right\}$.

الخطوة الخامسة: حساب L2- المسافة بين البديل الهدف i وأسوأ حالة A_w $d_{iw}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(t_{ij}-t_{wj}\right)^2}, i=\overline{1,m},$، والمسافة بين البديل الهدف i وافضل حالة A_b $d_{ib}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(t_{ij}-t_{bj}\right)^2}, i=\overline{1,m},$، حيث إن d_{iw} و d_{ib} تمثل L2- المسافة المعيارية من البديل الهدف i إلى اسوأ وأفضل الحالات، على التوالي.

الخطوة السادسة:

حساب التماثل إلى أسوأ حالة، $0 \le s_{iw} \le 1, i = \overline{1,m}$ إذ إن $s_{iw} = \frac{d_{ib}}{d_{iw} + d_{ib}}$ إذا وفقط إذا كان الحل البديل لديه $(s_{iw} = 1)$ أسوأ حالة؛ و $(s_{iw} = 0)$ إذا وفقط إذا كان الحل البديل لديه افضل حالة.

الخطوة السابعة:

ترتيب البدائل وفقا إلى $(i = \overline{1,m})$ s_{iw}. هناك طريقتان للتطبيع يمكن استخدامها للتعامل مع أبعاد المعايير غير المتناسقة، الطريقة الاولى هي التطبيع الخطي والثانية هي المتجه التطبيعي. يمكن حساب التطبيع الخطي كما هو الحال في (الخطوة ٢) من عملية TOPSIS المذكورة أعلاه. تم دمج متجه التطبيع مع التطوير الأصلي لطريقة TOPSIS [2]، كما ويتم حسابها باستخدام الصيغة الاتية:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^2}, \quad i = \overline{1,m}, \; j = \overline{1,n},$$

من خلال استخدام متجه التطبيع، ينبغي أن تسفر المسافات غير الخطية بين درجات ونسب البعد الواحد عن مبادلات trade-offs أكثر سلاسة [9].

٦- الطريقة المقترحة والإجراءات

إن المفهوم الأساسي لطريقة TOPSIS هو إيجاد القيمة العظمى (الدنيا) لجميع البدائل في كل معيار ليكون الحل الموجب (السالب) الامثل عندما ينتمي المعيار إلى مجموعة الفعالية (الكلفة). يمكن تلخيص المفهوم الأساسي لطريقة TOPSIS وفق الاتي:

أ- لنفرض ان x_{ij} يمثل قيمة الاداء للبديل A_i عند المعيار C_j.

ب- لنفرض ان t_{Cj} يمثل القيمة الهدفية للمعيار C_j. وكذلك لنفرض (S_E, S_C) و S_T يدل على الفعالية والكلفة والمجموعات الهدفية، على التوالي. يتم إعطاء القيمة الهدفية من قبل صناع القرار على النحو التالي:

$$t_{Cj} \begin{cases} \ge \max_i \{x_{ij}\}, \; if \; Cj \in S_E, \\ \in \left(\min_i \{x_{ij}\}, \max_i \{x_{ij}\}\right), \; if \; Cj \in S_T, \\ \le \min_i \{x_{ij}\}, \; if \; Cj \in S_C. \end{cases} \tag{1}$$

ج- إذا كان C_j ينتمي الى المجموعة الهدفية S_T، فإن صانعو القرار يحتاجون إلى تحديد قيم الحد الأدنى t_{LB_j} وقيم الحد الاعلى t_{UB_j} للمعيار C_j وعلاقاتها بين كلا الجانبين من القيمة الهدفية، (أصغر / أقل) هو أفضل أم (أكبر / أكثر) هو أفضل كما هو مبين أدناه في المعادلة رقم (٢):

$$p(x_{ij}) = \begin{cases} 0, & if \; x_{ij} < t_{LB_j}, \\ \left(\frac{x_{ij} - t_{LB_j}}{t_{Cj} - t_{LB_j}}\right)^{\alpha} & if \; t_{LB_j} < t_{Cj}, \\ 1, & if \; x_{ij} = t_{Cj}, \\ \left(\frac{t_{UB_j} - x_{ij}}{t_{UB_j} - t_{Cj}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} & if \; t_{Cj} < x_{ij} \le t_{UB_j}, \\ 0, & x_{ij} > t_{UB_j}. \end{cases} \tag{2}$$

حيث ان $\left(t_{LB_j} \le \min_i \{x_{ij}\} < t_{Cj} < \max_i \{x_{ij}\} \le t_{UB_j}\right)$ و α عبارة عن عامل قابل للتعديل، فإذا كان (أصغر/ أقل (أكبر/ أكثر)) هو الافضل؛ فإن $\{0 < \alpha < 1\}$ بخلاف ذلك $\{\alpha > 1\}$.

د- لنفرض x'_{ij} و t'_{Cj} يمكن تعريفها في المعادلتين (٣) و (٤)، على التوالي وكما مبين في ادناه:

$$x'_{ij} = \begin{cases} x_{ij}, \ if\ Cj \in \{S_E, S_C\}, \\ i \in I = \overline{1,m}, j \in J = \overline{1,n}, \\ p(x_{ij}), \ if\ Cj \in S_T; \end{cases} \quad (3),$$

$$t'_{Cj} = \begin{cases} t_{Cj}, \ if\ Cj \in \{S_E, S_C\}, \\ i \in I, j \in J, \\ 1, \ if\ Cj \in S_T. \end{cases} \quad (4)$$

هـ- قيم التطبيع x'_{ij} و t'_{Cj} يشار إليها على أنها n_{ij} و $n_{t_{Cj}}$، وتعرف في المعادلة (٥)، على التوالي:

$$n_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} (x'_{ij})^2}}, i \in I, j \in J. \quad (5)$$

$$n_{t_{Cj}} = \frac{t'_{Cj}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} (x'_{ij})^2}}, i \in I, j \in J.$$

و- القيم الموزونة $n_{t_{Cj}}$ يشار إليها على أنها v_{ij} و v_{Cj}، وتعرف في المعادلة (٦) على التوالي وكالآتي:

$$v_{ij} = n_{ij}.w_j, v_{Cj} = n_{t_{Cj}}.w_j, \ i \in I, j \in J. \quad (6)$$

حيث ان $0 \le w_j \le 1$ و $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$.

ط- نفرض ان I^* هو الحل الموجب الامثل لجميع البدائل:

$$I^* = \{v_1^*, v_2^*, ..., v_n^*\} = \{(v_{\epsilon_i} | C_j \in \{S_E, S_C, S_T\})\}, \ i \in I, j \in J. \quad (7)$$

ك- نفرض ان I^- هو الحل السالب لجميع البدائل:

$$I^- = \{v_1^-, v_2^-, ..., v_n^-\} = \{(\min_i v_{ij} | C_j \in \{S_E, S_T\}), (\max_i v_{ij} | C_j \in S_C)\}, \ i \in I, j \in J. \quad (8)$$

ل- نفرض ان S_i^* تمثل المسافة بين البديل A_i والحل الامثل الموجب وكما مبين في المعادلة (٩) ادناه:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2}, \ i \in I. \quad (9)$$

م- نفرض ان S_i^- تمثل المسافة بين البديل A_i هو الحل السالب الامثل وكما في ادناه:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}, \ i \in I. \quad (10)$$

ن- قيمة التفضيل C_i^* للبديل A_i كما معرف في المعادلة (١١):

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}, \ i \in I. \quad (11)$$

٧- مشاكل اختيار المجهزين باستخدام إجراءات طريقة TOPSIS مع القيمة الهدفية

سيتم توضيح كيفية استخدام إجراءات طريقة TOPSIS في مشاكل اختيار المجهزين مع القيم الهدفية وعلى النحو التالي:

الخطوة ١: حساب قيمة x'_{ij} و t'_{Cj} باستخدام المعادلات (٢) الى (٤)، $i \in I, j \in J$.

الخطوة ٢: حساب القيمة التطبيعية n_{ij} و $n_{t_{Cj}}$ باستخدام المعادلة (5)، $i \in I, j \in J$.

الخطوة ٣: حساب القيمة التطبيعية الموزونة v_{ij} و v_{C_j} باستخدام المعادلة (٦)، $i \in I, j \in J$.

الخطوة ٤: ايجاد قيمة الحل الامثل الموجب I^* والحل الامثل السالب I^- باستخدام المعادلتين (٧) و (٨).

الخطوة ٥: حساب المسافة من الحل الامثل الموجب لجميع البدائل، S_i^* باستخدام المعادلة (٩)، والمسافة من الحل الامثل السالب لجميع البدائل، S_i^- باستخدام المعادلة (١٠).

الخطوة ٦: حساب C_i^* باستخدام المعادلة (١١). نقوم بترتيب البدائل وجعل الاختيار، (أكبر / أكثر) هو الأفضل.

المبحث الثالث
الجانب العملي

١- اختبار الاداة المقترحة:

من اجل اختبار الاداة المقترحة لكيفية اختيار أفضل المجهزين من خلال طريقة TOPSIS. التي تعد أداة لديها قدرات متعددة منها، توحيد المعيار، الوزن القياسي وتحليل القرار. كما وقد تم تطبيق أداة النظام TOPSIS لاتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة، لحل مشاكل العالم الحقيقي. إن طريقة البحث والإجراءات المقترحة من خلال دراسة الحالة المبينة في ادناه هي لتوسيع طريقة TOPSIS لحل مشكلة كيفية اختيار أفضل المجهزين عند حدوث مشاكل صنع القرار للقيمة الهدفية ولكافة المستويات.

٢- دراسة حالة تطبيقية:

لنفرض ان هنالك خمسة بدائل للمجهزين، نطلق عليهم A، B، C، D و E؛ وقرر صانع القرار الاخذ بنظر الاعتبار سبعة معايير "معدل المعيب"، "السعر"، "وقت التسليم"، "الخدمة المرضية"، "درجة الضمان"، "تجربة الوقت" و "الاستقرار المالي"، لتقييم واختيار احد المجهزين. البيانات ممثلة في الجدول رقم (١)، أول ثلاثة معايير تنتمي الى المجموعة S_C، (أقل/ منخفض) هو الأفضل. الأخير ينتمي إلى المجموعة S_T، والقيمة الهدفية هي ٩٠٠، والحد الادنى هو ٥٠٠، والحد الاعلى هو ١٥٠٠ و (أصغر/ أقل) هو الأفضل، $\{\alpha = 0.5\}$. والبعض الآخر ينتمي إلى المجموعة S_E، و (أكبر/ أكثر) هو الأفضل. استخدمت الدراسة طريقة entropy [13] [14]؛ لحساب البيانات الموزونة لكل صفة مدرجة في الجدول رقم (٢). وبالتالي، سنقوم بحساب النتائج خطوة بخطوة وعلى النحو الآتي:

الخطوتين ١ و ٢: تقوم بحساب القيمة الطبيعية في الجدول رقم ٢.

الخطوة ٣: تقوم بحساب القيمة الطبيعية الموزونة في الجدول رقم ٤.

الخطوة ٤: تقوم بايجاد الحل الامثل الموجب I^* والحل الامثل السالب I^- في الجدول رقم ٤.

الخطوة ٥: حساب المسافة من الحل الامثل الموجب S_i^* والحل الامثل السالب S_i^- ولكل بديل في الجدول رقم ٥.

الخطوة ٦: ترتيب البدائل في الجدول رقم ٥.

الجدول (١): بيانات المجهزين

البدائل	معدل المعيب (%)	السعر ($)	وقت التسليم (باليوم)	الخدمة المرضية (%)	درجة الضمان (%)	تجربة الوقت (بالسنة)	الاستقرار المالي (مليون $)
A	1.60	110	1.65	95	90	5.00	700.0
B	1.80	100	1.85	82	88	9.00	1000
C	1.00	105	1.60	90	85	8.00	1200
D	1.50	108	1.50	70	80	9.00	1000
E	1.40	115	2.00	65	82	12.0	600.0

الجدول (٢): البيانات الطبيعية

البدائل	معدل المعيب	السعر	وقت التسليم	الخدمة المرضية	درجة الضمان	تجربة الوقت	الاستقرار المالي
A	0.4822	0.4567	0.4267	0.5232	0.4731	0.2516	0.4575
B	0.5425	0.4152	0.4784	0.4516	0.4626	0.4528	0.5392
C	0.3014	0.4359	0.4137	0.4956	0.4468	0.4025	0.3235
D	0.4521	0.4484	0.3879	0.3855	0.4205	0.4528	0.5392
E	0.4219	0.4775	0.5172	0.3580	0.4310	0.6038	0.3235

الجدول (٣): اوزان البيانات

البدائل	معدل المعيب	السعر	وقت التسليم	الخدمة المرضية	درجة الضمان	تجربة الوقت	الاستقرار المالي
الوزن	0.1720	0.0107	0.1011	0.0540	0.0093	0.3517	0.3011

الجدول (٤): الاوزان الطبيعية للبيانات مع الحلول المثلى

البدائل	معدل المعيب	السعر	وقت التسليم	الخدمة المرضية	درجة الضمان	تجربة الوقت	الاستقرار المالي
A	0.0829	0.0049	0.0230	0.0529	0.0044	0.0885	0.1597
B	0.0933	0.0044	0.0258	0.0457	0.0043	0.1593	0.1569
C	0.0518	0.0047	0.0223	0.0501	0.0042	0.1416	0.0565
D	0.0778	0.0048	0.0209	0.0390	0.0039	0.1593	0.1569
E	0.0726	0.0051	0.0279	0.0362	0.0040	0.2124	0.1129
J^+	0.0000	0.0044	0.0070	0.0529	0.0046	0.2124	0.2259
J^-	0.0933	0.0051	0.0279	0.0362	0.0039	0.0885	0.0565

الجدول (٥): حل الطريقة المقترحة

البدائل	C_i^*	الرتبة	الاختيار
A	0.3910	4	
B	0.4881	3	
C	0.2650	5	
D	0.5117	1	٧
E	0.5015	2	

في الجدول رقم ٥، افضل مجهز بالنسبة لصانعي القرار هو البديل $\{D\}$ والذي حصل على اقصى قيمة للتفضيل من بين جميع البدائل الأخرى $\{A, B, C, E\}$.

المبحث الرابع
الاستنتاجات والتوصيات

اولا: الاستنتاجات

تم تقديم أداة متكاملة لكيفية اختيار أفضل المجهزين وذلك من خلال طريقة TOPSIS ، وهي أداة لديها قدرات بما في ذلك، توحيد المعيار، الوزن القياسي وتحليل القرار باستخدام النظام TOPSIS . كما وقد تم تقديم تطبيق هذه الاداة لاتخاذ القرار عند وجود معايير متعددة، لحل مشاكل العالم الحقيقي. إن الطريقة والإجراءات المقترحة هي لتوسيع طريقة TOPSIS لحل مشكلة كيفية اختيار أفضل المجهزين عند حدوث مشاكل صنع القرار للقيمة الهدفية ولكافة المستويات. ولتوضيح الطريقة المقترحة، تم تطبيق اسلوب دراسة حالة تطبيقية لاختبار الطريقة والإجراءات التي يمكن أن تساعد صناع القرار على اختيار أفضل المجهزين وفقا للقيمة الهدفية.

ثانيا: التوصيات

١. استخدام المنهج العلمي الحديث لصنع القرار العقلاني وفقاً لمنهج المعايير المتعددة (MC).
٢. الاخذ بنظر الاعتبار مشكلة التضارب الحاصل بين المعايير المختلفة والسعي دائماً لايجاد افضل الطرق لحل هذه المشكلة يوصي البحث باستخدام الطريقة التقنية لترتيب التفضيلات من خلال التماثل للحل الاوفق (TOPSIS).
٣. التوصية باستخدام الاجراءات والطريقة المقترحة لمعرفة قيمة الحد الاعلى أو الحد الادنى لجميع البدائل وعند كل معيار ليكون حلها الاوفق الموجب أو السالب وذلك عندما تنتمي جميع المعايير الى مجموعة الكلف الفعالة.
٤. استخدام الاجراءات لطريقة (TOPSIS) في حل مشاكل اختيار الموردين (SSP) مع قيم الهدف.

المصادر

[1]- Triantaphyllou, E.; Shu, B.; Nieto Sanchez, S.; and Ray, T. (1998). "Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach". Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, (J.G. Webster, Ed.), John Wiley & Sons, New York, NY, Vol. 15, pp. 175-186.
[2]- Hwang, C.L.; Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. New York: Springer-Verlag.
[3]- Yoon, K. (1987). "A reconciliation among discrete compromise situations". Journal of Operational Research Society 38. pp. 277–286.
4. Hwang, C.L.; Lai, Y.J.; Liu, T.Y. (1993). "A new approach for multiple objective decision making". Computers and Operational Research 20: 889–899.
[5]- Yoon, K.P.; Hwang, C. (1995). Multiple Attribute Decision Making: An Introduction. California: SAGE publications.
[6]- Zavadskas, E.K.; Zakarevicius, A.; Antucheviciene, J. (2006). "Evaluation of Ranking Accuracy in Multi-Criteria Decisions". Informatica 17 (4): 601–618.
[7]- Greene, R.; Devillers, R.; Luther, J.E.; Eddy, B.G. (2011). "GIS-based multi-criteria analysis". Geography Compass 5/6: 412–432.
[8]- Ahmadi, M., & Kantardjian, S. L. (2012). A new model for supplier selection by an integrated method FAHP-IFTOPSIS. International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling, 4(2), 91-110.
[9]- Huang, I.B.; Keisler, J.; Linkov, I. (2011). "Multi-criteria decision analysis in environmental science: ten years of applications and trends". Science of the Total Environment 409: 3578–3594.
[10]- Liao, C.N. (2008), "Using Taguchi loss function, AHP and MCGP in suppliers' selection problems," Proceedings of Business Administration Conference of 40 years anniversary of CHIT, pp. 38-57.
[11]- Weber, C.A., J.R. Current and W.C. Benton (1990), "Vendor Selection Criteria and Methods," European Journal of operational Research, 50(1), pp. 2-18.
[12]- Tam, M.C.Y. and V.M.R. Tummala (2001), "An Application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunication system," Omega, 29(2), pp. 171-182.
[13]- Zeleny, M. (1982), Multiple Criteria Decision Making, North-Holland.
[14]- Hwang, C.L. and K. Yoon (1981), Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, New York.
[15]- Saaty, T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
[16]- Fu, C.C. (2009), "An Application of TOPSIS Method in supplier Selection Problems," Proceedings of Business Administration Conference of 15 years anniversary of Department of Business Administration of CHIT, pp. 24-27. Received 27.11.2013
[17]- Ozturk, D., & Batuk, F. (2011). Technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) for spatial decision problems in Proceedings ISPRS.
[18]- Khorasani, G., Mirmohammadi, F., Motamed, H., Fereidoon, M., Tatari, A., Reza, M., & Fazelpour, S. (2013). Application of multi criteria decision making tools in road safety performance indicators and determine appropriate method with average concept. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 3(5), 173-177.
[19]- Sirigiri, P., Hota, H. S., & Sharma, L. K. (2015). Students Performance Evaluation using MCDM Methods through Customized Software. International Journal of Computer Applications, 130(15).
[20]- Zardari, N. H., Ahmed, K., Shirazi, S. M., & Yusop, Z. B. (2015). Literature Review. In Weighting Methods and their Effects on Multi-Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management (pp. 7-67). Springer International Publishing.
[21]- Wang, T. C., Liou, M. C., & Hung, H. H. (2006). Selection by TOPSIS for surveyor of candidates in organisations. International Journal of Services Operations and Informatics, 1(4),

332-346.
[22]- Nijkamp, P., "A Multicriteria Analysis for Project Evaluation: EconomicEcological Evaluation of aLand Reclamation Project," Papers of the Regional
Science Association, Vol. 35, pp. 87-111, 1974.
[23]- Roy, B., "Problems and Methods with Multiple Objective Functions." Mathematical Programming. Vol. 1. No. 2. pp. 239-266. 1971.
[24]- Roy, B., "How Outranking Relation Helps Multiple Criteria Decision Making." in Ref. [BM-4]. pp. 179-201. 1973.
[25]- Roy, B., "Partial Preference Analysis and Decision-Aids: The Fuzzy Outranking Relation Concept" in Ref. [BM-3]. pp. 40-75. 1977.
[26]- van Delft, A. and P. Nijkamp, "A Multi-objective Decision Model for Regional Development, Environmental Quality Control and Industrial Land Use," Papers of the Regional Science Association, Vol. 36, pp. 35-57, 1976.
[27]- Nijkamp, P., "Stochastic Quantitative and Qualitative Multi-criteria Analysis for Environmental Design," Papers of the Regional Science Association, Vol. 39, pp. 175-199, 1977.