Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

Tikrit Journal of Administrative and Economics Sciences
مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية
ISSN: 1813-1719 (Print)

Evaluation and selection of sustainable suppliers using fuzzy hierarchical analysis

Hoda Mahdi Abdel Khalil*, Shifa Blasim Hassan
Administrative Technical College, Middle Technical University/Baghdad

Keywords:
Supplier evaluation and selection, sustainable supplier, sustainability, fuzzy hierarchical analysis process.

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 16 Apr. 2023
Accepted 29 Apr. 2023
Available online 30 Aug. 2023

©2023 College of Administration and Economy, Tikrit University. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
Hoda Mahdi Abdel Khalil
Administrative Technical College, Middle Technical University/Baghdad

Abstract: The research aims at evaluating and selecting the supplier according to sustainability criteria by applying the process of fuzzy hierarchical analysis. The research was applied in Al-Zawraa State Company, and the research started from the problem of the company's dependence on the principle of tenders in evaluating and selecting suppliers according to the conditions and controls set by the company, without taking into account the sustainability criteria. Al-Zawraa State Company for the manufacture of electrical equipment was chosen as a site for the application of the practical aspect. A sample of experts and specialists in the departments (commercial, technical, engineering, quality) were selected to survey their opinions on conducting bilateral comparisons between standards and suppliers. The researcher reached several conclusions, the most important of which is that Dar Al-Salaam is better equipped to meet the requirements of sustainability, and this is consistent with the opinion of the company despite the difference in the approved standards and method of evaluation.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

تقييم واختيار المجهز المستدام باستعمال التحليل الهرمي المضبب

هدى مهدي عبد خليل **شفاء بلاسم حسن**
الكلية التقنية الإدارية، الجامعة التقنية الوسطى/بغداد

المستخلص

يهدف البحث إلى تقييم واختيار المجهز وفق معايير الاستدامة بتطبيق عملية التحليل الهرمي المضبب، اذ جرى تطبيق البحث في شركة الزوراء العامة، وقد انطلق البحث من مشكلة اعتماد الشركة على مبدأ المناقصات في تقييم واختيار المجهزين وفق للشروط والضوابط التي تحددها الشركة، دون الأخذ بنظر الاعتبار معايير الاستدامة، اختيرت شركة الزوراء العامة لتصنيع المعدات الكهربائية موقعاً لتطبيق الجانب العملي. ووقع الاختيار على عينة من الخبراء في الأقسام (التجاري، الفني، الهندسي، الجودة) لاستقصاء آرائهم في اجراء المقارنات الثنائية بين المعايير والمجهزين. وتوصل البحث إلى استنتاجات عدة أهمها أن دار السلام أفضل مجهز في تلبية متطلبات الاستدامة وهذا يتوافق مع رأي الشركة رغم اختلاف المعايير المعتمدة والأسلوب في التقييم.

الكلمات المفتاحية: تقييم واختيار المجهز، المجهز المستدام، الاستدامة، عملية التحليل الهرمي المضبب.

المقدمة

يلعب المجهزون دوراً مهماً في سلسلة التجهيز، إذ إن المجهز قادر على خفض الكلفة النهائية وتقليل وقت التسليم ورضا الزبائن. وبما أنه هناك العديد من المجهزين المحتملين تُعد عملية اختيار المجهز من العمليات المعقدة والتي تؤثر في أداء سلسلة التجهيز، والتي غالباً ما ينظر لها في ضوء المعايير الاقتصادية عند تقييم واختيار المجهز. لكن مع تزايد الصناعات وتأثيرها في البيئة والموارد الطبيعية، أصبح الزاماً على الشركات تضمين الاستدامة في عملها، وتعد الخطوة الاولى في التحرك نحو استدامتها هي اختيار المجهز المستدام في ضوء معايير اقتصادية وبيئية واجتماعية، لأن ذلك يؤثر بشكل كبير على أداء الشركة والمنتج النهائي وما ينعكس ذلك على البيئة والمجتمع.

تم استخدام أحد أدوات صنع القرار متعدد المعايير وهي التحليل الهرمي (AHP) مع المنطق المضبب (Fuzzy Logic) والمتمثلة بعملية التحليل الهرمي المضبب لاتخاذ قرار أكثر دقة في تقييم واختيار المجهز، إذ تم اعتماد عدة معايير في تقييم واختيار المجهز المستدام والتي هي المعايير الاقتصادية (الكلفة، الجودة، التسليم، القدرات التكنولوجية)، والمعايير البيئية (الصورة الخضراء، الانبعاثات، مواد صديقة للبيئة، نظم الادارة البيئية، تكنولوجيا صديقة للبيئة)،والمعايير الاجتماعية (الامتثال للقوانين والتشريعات، حقوق العاملين، التدريب، السمعة، التأثير في المجتمع المحلي).

اولاً. منهجية البحث:

1-1. مشكلة البحث: تجسدت مشكلة البحث من خلال الزيارات الميدانية للشركة في عملية تقييم واختيار المجهز باعتماد اسلوب المناقصات ووفقاً للشروط والضوابط التي تحددها الشركة لاختيار المجهز (الجودة، الكلفة، التسليم، القدرات التكنولوجية، الصورة الخضراء، الانبعاثات، مواد صديقة للبيئة، نظم الادارة البيئية، تكنولوجيا صديقة للبيئة، الامتثال للقوانين والتشريعات، حقوق العاملين، التدريب، السمعة، التأثير في المجتمع المحلي) وبالاعتماد على الخبرة الشخصية.

يمكن تجسيد مشكلة البحث بالأسئلة الآتية:

1. ما الأسلوب المعتمد في تقييم واختيار المجهز في الشركة مجال البحث؟
2. ما المعايير المعتمدة في تقييم واختيار المجهز في الشركة مجال البحث؟
3. ما مدى مراعاة الشركة مجال البحث لمتطلبات الاستدامة في تقييم واختيار المجهز؟
4. ما امكانية استعمال عملية التحليل الهرمي المضبب في تقييم واختيار المجهز وفق معايير الاستدامة في الشركة مجال البحث؟

1-2. أهمية البحث تتمثل أهمية البحث في الانعكاسات والفوائد المتحققة من تطبيق عملية التحليل الهرمي المضبب في تقييم واختيار المجهز وفق متطلبات الاستدامة وكالآتي:

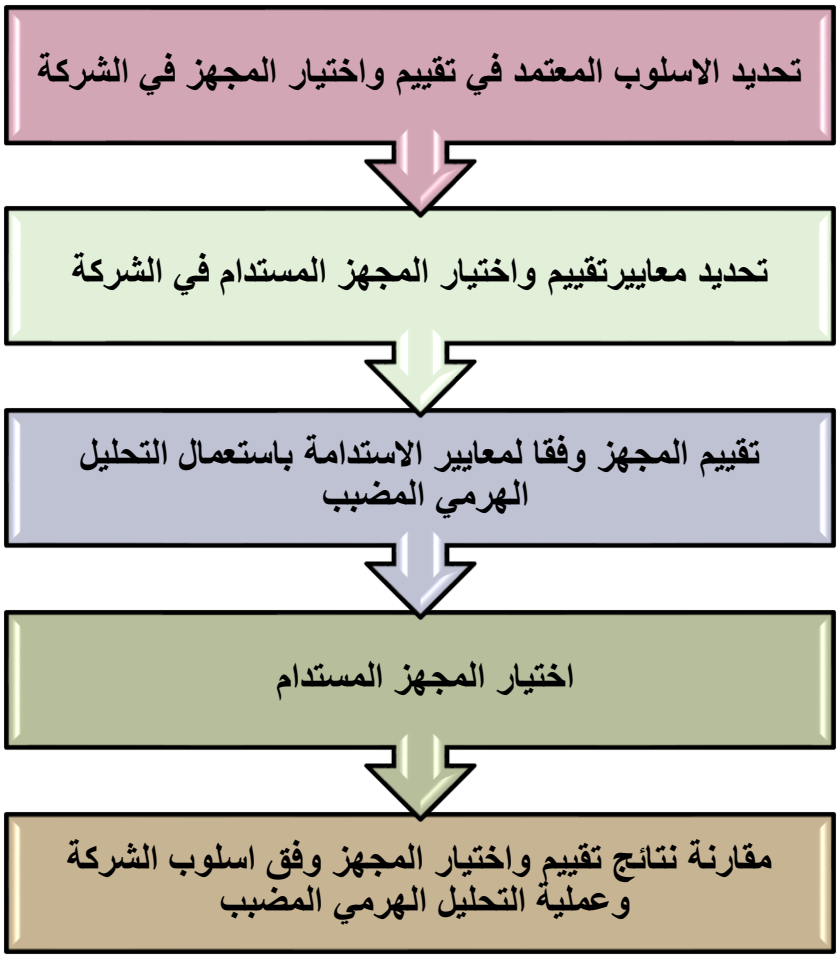
1. تساهم عملية تقييم واختيار المجهز الأفضل من خلال ما يمتلكه من قدرات تتوافق مع متطلبات وأهداف الشركة في تحسين أداء الشركة مجال البحث.
2. إن الاختيار المناسب للمجهز المستدام والذي يُعد مكون مهم في سلسلة التجهيز يعد الخطوة الأولى للشركات التي تسعى إلى الاستدامة في عملها.
3. جذب انتباه الشركة إلى المعايير الأكثر أهمية في عملية التقييم التي تساعد في اختيار المجهز الافضل وفقاً لمتطلبات الاستدامة.
4. تعزيز قدرة الشركة في تقييم واختيار المجهزين وفقا لمتطلبات الاستدامة من خلال تحديد المعايير الأكثر تأثيرا في اختيار المجهز الافضل.

1-3. أهداف البحث: يسعى البحث إلى تقييم واختيار المجهز المستدام في الشركة وفق عملية التحليل الهرمي المضبب وكالآتي:

1. تحديد الاسلوب المعتمد في تقييم واختيار المجهز في الشركة مجال البحث.
2. تحديد المعايير المعتمدة من قبل الشركة مجال البحث في تقييم واختيار المجهز.
3. تحديد معايير تقييم واختيار المجهز المستدام في الشركة مجال البحث.
4. تطبيق عملية التحليل الهرمي المضبب (Fuzzy AHP) في تقييم واختيار المجهز المستدام.
5. مقارنة عملية تقييم واختيار المجهز وفق الاسلوب المعتمد في الشركة وعملية التحليل الهرمي المضبب.
6. تحديد الاسلوب المعتمد في تقييم واختيار المجهز في الشركة مجال البحث.
7. تحديد المعايير المعتمدة من قبل الشركة مجال البحث في تقييم واختيار المجهز.
8. تحديد معايير تقييم واختيار المجهز المستدام في الشركة مجال البحث.
9. تطبيق عملية التحليل الهرمي المضبب (Fuzzy AHP) في تقييم واختيار المجهز المستدام.
10. مقارنة عملية تقييم واختيار المجهز وفق الاسلوب المعتمد في الشركة وعملية التحليل الهرمي المضبب.

1-4. المخطط الاجرائي للبحث: يوضح الشكل رقم (1) المخطط الاجرائي للبحث:

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9



الشكل (1): المخطط الاجرائي للبحث

المصدر: من اعداد الباحثتان.

1-5. منهج البحث: اعتمد البحث منهج "دراسة الحالة" في تقييم الواقع الفعلي لاختيار المجهز في الشركة واستعمال عملية التحليل الهرمي المضبب في تقييم واختيار المجهز، إذ يمتاز هذا المنهج بالوصف التفصيلي الدقيق للمعلومات ذات العلاقة وتعدد سماته إذ يجمع بين أكثر من أسلوب بحثي في آن واحد، ويعتمد أيضاً على المقابلات الشخصية والمعايشة الميدانية والتحليل الذي يؤدي إلى الحصول على المعلومات اللازمة وبالتالي التشخيص الفعلي للمشكلة مما يساعد في الوصول الى حلول واقعية ممكنة التطبيق.

1-6. حدود البحث

1. **الحدود المكانية:** جرى اختيار شركة الزوراء العامة مجالا لأجراء الجانب العملي من البحث، وهي شركة ذات اختصاص هندسي مختصة بتصنيع المعدات الكهربائية، تم اختيارها لكونها من الشركات العريقة في مجال الصناعة والتي تقدم الدعم لقطاعات الدولة، وانتاجها لمنتجات عديدة ومتنوعة وبالتالي تعاملها مع العديد المجهزين.

2. **الحدود الزمنية:** تمتد الحدود الزمانية للبحث للمدة من (2020-2021) لأجراء الجانب العملي وقد تم اختيار مناقصة تجميع اجزاء مولدات كمنز بتاريخ 2019/3/25.
3. **الحدود البشرية:** شملت الحدود البشرية الخبراء المختصين في الشركة في الأقسام (التجاري، الفني، الهندسي، الجودة) من ذوي الخبرة في مجال اجراء المناقصات وتقييم واختيار المجهزين وجرى اختيار عينة بواقع (5) خبراء لأجراء المقارنات الثنائية بين المعايير والمجهزين.

1-7. معايير التقييم: اعتمد البحث الحالي على بعض الدراسات السابقة في تحديد المعايير التي اعتمدت في تقييم واختيار المجهز المستدام، والتي هي المعايير الاقتصادية (الكلفة، الجودة، التسليم، القدرات التكنولوجية) والمعايير البيئية (الصورة الخضراء، الانبعاثات، مواد صديقة للبيئة، نظم الادارة البيئية، تكنولوجيا صديقة للبيئة) والمعايير الاجتماعية (الامتثال للقوانين والتشريعات، حقوق العاملين، التدريب، السمعة، التأثير في المجتمع المحلي).

1-8. أساليب جمع البيانات والمعلومات:

1. الجانب النظري: اعتمد الجانب النظري من الدراسة على:

أ. الكتب العربية والأجنبية المتاحة في المكتبات والشبكة العالمية للأنترنت.

ب. الرسائل والأطاريح الجامعية ذات العلاقة بموضوع تقييم واختيار المجهز وعملية التحليل الهرمي المضبب

ج. البحوث المنشورة في المجلات والدوريات المحلية والعالمية.

2. الجانب العملي: اعتمد الجانب العملي من البحث على الآتي:

أ. السجلات والوثائق الخاصة بالمناقصات التي تجريها الشركة لاختيار المجهزين.

ب. المقابلات الشخصية مع الخبراء والمختصين في الشركة من أجل تحديد معايير تقييم واختيار المجهزين.

ج. مصفوفات المقارنة الثنائية التي اعتمدت في تطبيق عملية التحليل الهرمي المضبب لتقييم واختيار المجهزين في الشركة.

1-9. الأساليب الكمية المستخدمة

1. المنطق المضبب.
2. التحليل الهرمي.

ثانياً. الجانب النظري:

2-1. المجهز المستدام:

2-1-1. تعريف المجهز المستدام: تتعرض سلاسل التجهيز بشكل متزايد إلى زيادة المنافسة وندرة الموارد والقوانين والتشريعات ومتطلبات اصحاب المصلحة، بهدف تضمين متطلبات الاستدامة في ادارة سلسلة التجهيز. إذ تُعد ادارة سلسلة التجهيز المستدامة بمثابة تكامل وتحقيق أهداف الشركة من النواحي الاقتصادية والبيئية والاجتماعية وبالتالي تحسين الاداء الكلي للشركة في الأمد البعيد. ويُعد المجهز أحد أهم العوامل لنجاح سلاسل التجهيز المستدامة، وذلك لأن التعاون مع المجهزين الاقوياء اقتصادياً وبيئياً واجتماعياً يمكن أن يحسن أداء سلسلة التجهيز من أجل الحصول على وضع تنافسي استراتيجي وتعزيز الأداء التنظيمي (Song,et al., 2017: 1).

ويُعرف المجهز المستدام بأنه أحد ركائز سلسلة التجهيز المستدامة والذي يجعل الشركة قادرة على المنافسة من خلال اختيار المواد والخدمات ذات التأثير البيئي والاجتماعي والاقتصادي" (Zalynda, 2014: 8).

ويُشير بأنه "المحرك الخارجي الرئيس للأداء المستدام بيئياً واقتصادياً والحفاظ على حقوق الانسان والسلامة والأجور كقضايا اجتماعية تتعلق بسلسلة التجهيز" (Katiyar, et al., 2017: 13).

في حين أوضح بأنه " المجهز الذي يدمج الجوانب البيئية والمالية والاجتماعية في تعاملاته من أجل حماية الموارد الطبيعية والموازنة بين الأرباح المتحققة وواجبات الشركة الاجتماعية (Machesa, et al., 2020: 1).

2-1-2. خصائص المجهز المستدام: يمكن تحديد خصائص المجهز المستدام بالآتي (Råman, 2016: 17-18):

1. النزاهة: تتجلى النزاهة من خلال احترام الاتفاقيات والعقود مع الشركة.
2. الامتثال للقوانين واللوائح: يجب أن يكون المجهزين ممتثلين للقوانين واللوائح مع تقديم الادلة التي تُثبت التزام المجهزين بالإجراءات اللازمة للامتثال لهذا البند.
3. المنافسة العادلة والامتثال لتشريعات مكافحة الاحتكار: يجب على المجهز أن لا يكشف عن معلومات وأسرار الشركات للمنافسين.
4. رفض الفساد والرشوة: الامتناع عن قبول الرشاوي والمشاركة في غسيل الأموال تحت أي ظرف من الظروف والامتناع عن المعاملات المالية المشبوهة.
5. الأشراف على المنتج: قيام المجهز بتخصيص الموارد اللازمة والخبرة لضمان جودة المنتج وأن يفي المجهزون بالمتطلبات الأساسية للمعيار الدولي ISO 9001: 2015 والسعي لتحسين قضايا الصحة والسلامة والبيئة لضمان أن المنتجات لا تحتوي على أي مواد خطرة.
6. حماية الملكية الفكرية: يجب على المجهز حماية الملكية الفكرية للشركة وموجودات الشركة.
7. حقوق الانسان: يجب على المجهز الابتعاد عن الأنشطة التي تنتهك حقوق الانسان وعليه الامتثال لمبادئ حقوق الانسان والأطفال مثل تشغيل الاطفال وسلامة بيئة العمل.
8. الرفاهية والسلامة المهنية: توفير بيئة عمل أمنة من أجل منع الحوادث والإصابات المتعلقة بالعمل.
9. حماية البيئة والحد من تغير المناخ: يجب على المجهز العمل على تقليل استخدام المواد الخام والطاقة وتقليل الانبعاثات والنفايات من خلال الامتثال للمتطلبات الأساسية لنظام الإدارة البيئية ISO 14001 واتخاذ التدابير اللازمة للحد من التأثير البيئي.
10. أدارة سلسلة التجهيز: تساعد ادارة سلسلة التجهيز على احترام المجهزين للمعايير والامتثال لها، ويتوقع من المجهزين الالتزام بالمعايير وتطوير وظائفهم الخاصة.

2-2. التحليل الهرمي المضبب:

2-2-1 تعريف التحليل الهرمي المضبب: تُعرف عملية التحليل الهرمي المضبب بأنها "تطور عملية التحليل الهرمي AHP التقليدية ودمجها مع المنطق المضبب للتغلب على حالات الغموض أو عدم الدقة". وهي عملية تستخدم لاتخاذ القرار عن طريق المقارنات الثنائية وفق مقياس الأهمية المكون من أرقام ثلاثية ضبابية، تستخدم لتحويل الافكار المبنية على الخبرة والآراء الشخصية لصناع القرار باستخدام هذا المقياس (الحكيم، 2020: 87).

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

2-2-2. خطوات التحليل الهرمي المضبب: يتطلب تطبيق عملية التحليل الهرمي المضبب الخطوات الآتية (الركابي، 2018: 109-107):

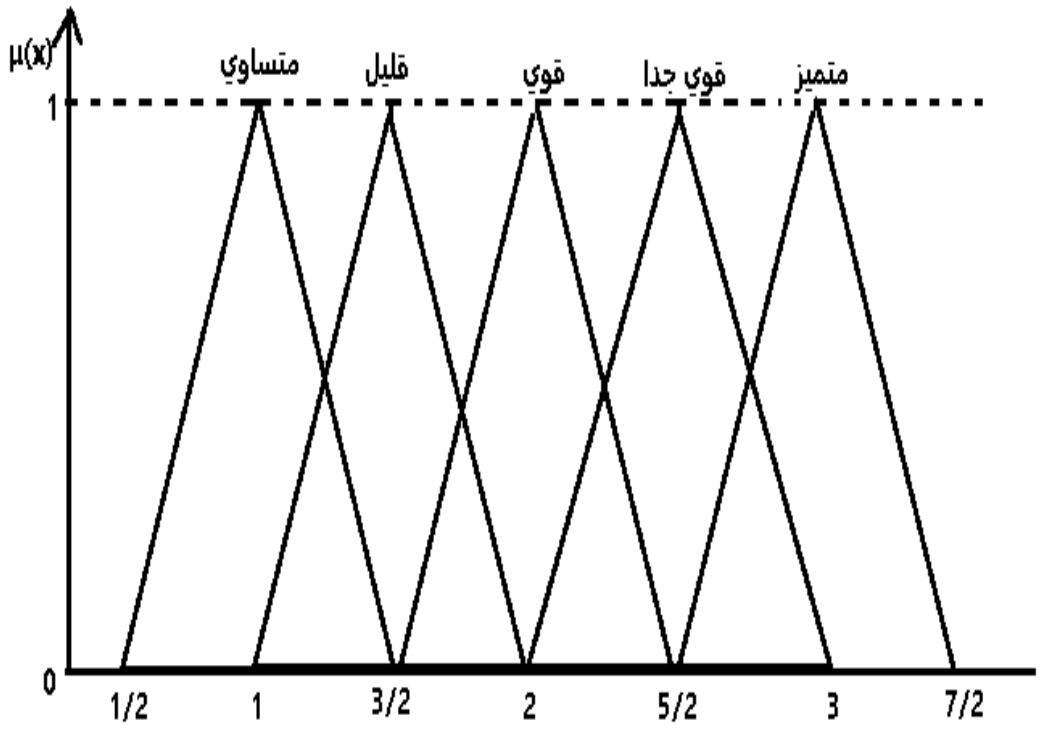
1. تكوين مصفوفة المقارنات الثنائية المضببة: يجري تحويل تقديرات والأحكام الشخصية للخبراء الى ارقام ثلاثية تمثل مصفوفة المقارنات الثنائية المضببة بالاعتماد على قيم المقياس الثلاثي المضبب الموضح في الجدول رقم (1).

الجدول (1): قيم المقياس الثلاثي المضبب

المقياس اللغوي	المقياس المضبب الثلاثي (TFN) (L, M, U)	المقياس المضبب الثلاثي المعكوس
متساوي	(1,1,1)	(1,1,1)
اهمية متساوية	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
اهمية قليلة	(1,3/2,2)	(1/2,2/3,1)
اهمية قوية	3/2,2,5/2)(	(2/5,1/2,2/3)
اهمية قوية جداً	(2,5/2,3)	(1/3,2/5,1/2)
اهمية متميزة	(5/2,3,7/2)	(2/7,1/3,2/5)

Source: Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Stević, Ž., & Mardani, A., (2020), Modelling procedure for the selection of steel pipes supplier by applying fuzzy AHP method. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, 3(2), 39-53, P.8.

ويوضح الشكل رقم (2) المنطق الرياضي المضبب.



الشكل (2): المنطق الرياضي الثلاثي المضبب

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

ويمكن تمثيل مصفوفة الأرقام الثلاثية المضببة بالمعادلة الآتية:

$A = [aij]$ ....(1) معادلة

$aij = \sum_{j=1}^{n} (L,M,U)$.....(2) معادلة

2. تكوين مقياس المقارنات: يتم حساب مقياس المقارنات الثلاثية المضببة (aij^{-1}) من خلال:

$$aij^{-1} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \left(\frac{1}{U},\frac{1}{M},\frac{1}{L}\right) \quad \text{معادلة(3)} \ldots\ldots.$$

3. حساب متجه التفضيل: يتم تحديد متجه التفضيل وفق المعادلة الآتية:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} aij \times \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} aij\right]^{-1} \quad \text{معادلة (4)} \ldots..$$

أي:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} (L,M,U) \times \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \left(\frac{1}{U},\frac{1}{M},\frac{1}{L}\right) \quad \text{معادلة (5)} \ldots\ldots$$

4. مقارنة متجهات التفضيل: يجري مقارنة متجهات التفضيل التي تم الحصول عليها من الخطوة السابقة.

إذا افترضنا انه تم الحصول على ثلاث متجهات (S_1,S_2,S_3)، سيكون هناك 6 مقارنات والتي هي:

$$v = \begin{bmatrix} (S_1 - S_2), (S_1 - S_3), (S_2 - S_1), (S_2 - S_3), \\ (S_3 - S_1), (S_3 - S_2) \end{bmatrix} \quad \text{معادلة (6)} \ldots$$

وتتم المقارنة وفق الشرط الآتي:

$$v(s_b \geq s_a) = \begin{cases} 1, \text{if } m_b \geq m_a \\ 0, \text{ if } l_a \geq u_b \\ \frac{l_a - u_b}{(m_b - u_b) - (m_a - l_a)}, \text{ otherwise} \end{cases} \quad \text{نموذج (1)}$$

إذ إن:

S_b , S_a متجهات التفضيل التي ستتم المقارنة بينهم

5. **حساب درجة التفضيل:** يتم حساب درجة التفضيل وفق المعادلة:

$$d(A_i) = \min v(S_i > S_k) \quad \text{معادلة (7)} \ldots\ldots.$$

6. ازالة التضبيب: يتم أزاله التضبيب من خلال المعادلة الآتية:

$$W = [d(A_1), d(A_2), \cdots\cdots d(A_n)]^T \quad \text{معادلة (8)}$$

W: يمثل القيمة الهشة (crisp) التي تستخدم عند اتخاذ القرار.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

ثالثاً. الجانب العملي:

1-3. المقارنات الثنائية على مستوى المعايير:

1. **المعيار الاقتصادي:** يتطلب تطبيق عملية التحليل الهرمي وجود قاعدة بيانات تعتمد على آراء الخبراء وتقديراتهم الشخصية في الشركة، وقد جرى استقصاء آراء الخبراء المختصين في الشركة والبالغ عددهم (5) خبراء لأجراء المقارنات الثنائية بين المعايير وفق المقياس الثلاثي.

أ. بناء مصفوفة المقارنة الثنائية المضببة: ويوضح الجدول رقم (2) مصفوفات المقارنات الثنائية المضببة للمعايير الفرعية للمعيار الاقتصادي:

الجدول (2): مصفوفة المقارنات الثنائية المضببة للمعيار الاقتصادي

المعايير	الكلفة	الجودة	التسليم	القدرات التكنولوجية
الكلفة	1,1,1	0.8,1.3,1.8	1.4,1.9,2.4	0.9,1.4,1.9
الجودة	0.6,0.8,1.3	1,1,1	2,2.5,3	0.9,1.4,1.9
التسليم	0.4,0.5,0.7	0.3,0.4,0.5	1,1,1	0.7,1.2,1.7
القدرات التكنولوجية	0.5,0.7,1.1	0.5,0.7,1.1	0.6,0.8,1.4	1,1,1

يوضح الجدول رقم (1) نتائج المقارنات الثنائية بين المعايير الفرعية الاقتصادية، نجد أن مقارنة معيار الكلفة مع الكلفة تكون متساوية (1,1,1)، ومقارنة معيار الكلفة مع معيار الجودة يكون (0.8,1.3,1.8)، ومقارنة معيار الكلفة مع معيار التسليم تكون (1.4,1.9,2.4)، ومقارنة معيار الكلفة مع معيار القدرات التكنولوجية تكون (0.9,1.4,1.9). تم حساب معكوس المصفوفة بتبديل القيم العليا بالقيم الدنيا والعكس وكما موضح في قاعدة المعكوس $(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1})$، أي إن معيار الجودة مقارنة بالكلفة حسب قاعدة المعكوس $(\frac{1}{0.8}, \frac{1}{1.3}, \frac{1}{1.8})$ ويكون الناتج (0.6,0.8,1.3)، ومعيار التسليم مقارنة بالكلفة حسب قاعدة المعكوس يكون (0.4,0.5,0.7)، أما معيار القدرات التكنولوجية مقارنة بالكلفة فيكون (0.5,0.7,1.1).

ب.بناء مقياس المقارنات الثنائية: تم حساب مجموع الحدود الدنيا والوسطى والعليا للأعمدة لكل مقارنة ثلاثية مضببة وفق المعادلة رقم (1)، للحصول على القيم الثلاثية المضببة للمعيار الاقتصادي الموضحة في الجدول رقم (3).

الجدول (3): مجموع القيم الثلاثية المضببة للمعيار الاقتصادي

المعايير	القيم الدنيا	القيم الوسطى	القيم العليا
الكلفة	4.1	5.6	7.1
الجودة	4.5	5.7	7.2
التسليم	2.4	3.1	3.9
القدرات التكنولوجية	2.6	3.2	4.6
$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} aij$	13.6	17.6	22.8

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

كما جرى حساب معكوس القيم الثلاثية المضببة للمعيار الاقتصادي وفق المعادلة رقم (3)، وكما موضحة في الجدول رقم (4).

الجدول (4): معكوس مجموع القيم الثلاثية المضببة للمعيار الاقتصادي

$\frac{1}{u}$	$\frac{1}{m}$	$\frac{1}{l}$
$\frac{1}{22.8}$	$\frac{1}{17.6}$	$\frac{1}{13.6}$

ج. حساب متجه التفضيل: جرى حساب متجه التفضيل من خلال حاصل ضرب مجموع القيم العليا والوسطى والدنيا لكل معيار فرعي والموضحة في الجدول رقم (3) في معكوس مجموع القيم والموضحة في الجدول رقم (4) وفق المعادلة رقم (5) وكما موضحة في الجدول رقم (5).

الجدول (5): حساب متجه التفضيل

المعايير	متجه التفضيل	القيم الدنيا	القيم الوسطى	القيم العليا
الكلفة s_1	$(4.1, 5.6, 7.1)\times(\frac{1}{22.8},\frac{1}{17.6},\frac{1}{13.6})$	0.180	0.318	0.522
الجودة s_2	$(4.5, 5.7, 7.2)\times(\frac{1}{22.8},\frac{1}{17.6},\frac{1}{13.6})$	0.197	0.324	0.529
التسليم s_3	$(2.4, 3.1, 3.9)\times(\frac{1}{22.8},\frac{1}{17.6},\frac{1}{13.6})$	0.105	0.176	0.287
القدرات التكنولوجية s_4	$(2.6, 3.2, 4.6)\times(\frac{1}{22.8},\frac{1}{17.6},\frac{1}{13.6})$	0.114	0.182	0.338

د. مقارنة متجهات التفضيل: جرى مقارنة متجهات التفضيل المضببة الموضحة في الجدول رقم (5) وفق المعادلة رقم (6) بافتراض تطبيق الشروط:

في النموذج (1) على المقارنة$(s_1 - s_2)$:

- الشرط الأول مقارنة القيم الوسطى إذا كانت $(m_1 \geq m_2)$ تكون درجة المقارنة 1.
- الشرط الثاني مقارنة القيمة العليا والدنيا إذا كانت $(l_2 \geq u_1)$ تكون درجة المقارنة 0.
- في حالة لم يتحقق الشرط الأول والثاني يتم حساب درجة المقارنة وفق الشرط الثالث.

ويوضح الجدول رقم (6) المقارنات بين متجهات التفضيل للمعايير الفرعية.

الجدول (6): مقارنات متجهات الافضلية للمعايير الفرعية للمعيار الاقتصادي

متجه الافضلية	المقارنة	نتائج المقارنة
s_1 الكلفة	$s_1 - s_2$	0.982*
	$s_1 - s_3$	1
	$s_1 - s_4$	1
s_2 الجودة	$s_2 - s_1$	1
	$s_2 - s_3$	1
	$s_2 - s_4$	1
s_3	$s_3 - s_1$	0.430

متجه الافضلية	المقارنة	نتائج المقارنة
التسليم	$s_3 - s_2$	0.378
	$s_3 - s_4$	0.966
s_4 القدرات التكنولوجية	$s_4 - s_1$	0.537
	$s_4 - s_2$	0.498
	$s_4 - s_3$	1

*لم يتحقق الشرط الأول والثاني للنموذج لذلك تم حساب درجة المقارنة وفق الشرط الثالث وكالآتي:

$$s_1 - s_2 = \frac{(0.197 - 0.522)}{(0.318 - 0.522) - (0.324 - 0.197)}$$

$$= \frac{-0.325}{-0.204 - 0.127}$$

=0.982

ه. حساب درجة التفضيل: جرى حساب درجة التفضيل وفق نتائج المقارنة الموضحة في الجدول رقم (5)، باعتماد أقل درجة مقارنة لكل متجه تفضيل وفق الآتي:

$$d(Ai) = \min v\ (s \geq s_i)$$

$$d(A_1) = \min v\ (s_1 \geq s_2, s_3, s_4) = 0.982$$

$$d(A_2) = \min v\ (s_2 \geq s_1, s_3, s_4) = 1$$

$$d(A_3) = \min v\ (s_3 \geq s_1, s_2, s_4) = 0.378$$

$$d(A_4) = \min v\ (s_4 \geq s_1, s_2, s_3) = 0.498$$

Total 2.858

و. ازالة التضبيب: للحصول على القيمة الحقيقية التي يتم اعتمادها في اتخاذ القرار يتم ازالة التضبيب من الأرقام الثلاثية المضببة وفق الآتي:

$$w = [d(A_1), d(A_2), \ldots\ldots d(A_n)]^T$$

(القدرات التكنولوجية، التسليم، الجودة، الكلفة)

$$w = \left(\frac{0.982}{2.858}, \frac{1}{2.858}, \frac{0.378}{2.858}, \frac{0.498}{2.858}\right)$$

w = (0.344, 0.350, 0.132, 0.174)

يتضح من النتائج التي تم الحصول عليها معيار الجودة هو الاكثر اهمية بنسبة (0.350)، ثم معيار الكلفة بالدرجة الثانية في الأهمية النسبية بنسبة (0.344)، ثم القدرات التكنولوجية (0.174)، والتسليم بنسبة (0.132).

وبنفس الخطوات السابقة سيتم المقارنة بين باقي المعايير والمجهزين، لذلك سيتم ارفاق النتائج النهائية.

2. المعيار البيئي: جرى تحليل المعايير البيئية (الصورة الخضراء، الانبعاثات، مواد صديقة للبيئة، نظم الادارة البيئية، تكنولوجيا صديقة للبيئة) بناء على آراء الخبراء لمعرفة كل معيار واهميته في تقييم واختيار المجهز مقارنة بالمعايير الأخرى.

(تكنولوجيا صديقة للبيئة، نظم الادارة البيئية، مواد صديقة للبيئة، الانبعاثات، الصورة الخضراء)

$W = (0.239, 0.262 , 0.164 , 0.190 , 0.145)$

يتضح من النتائج أعلاه أن الانبعاثات أكثر المعايير أهمية بالنسبة للشركة بنسبة (0.262)، ثم الصورة الخضراء بنسبة (0.239)، ثم نظم الادارة البيئية بنسبة (0.190)، ثم مواد صديقة للبيئة وأخيرا معيار تكنولوجيا صديقة للبيئة بنسبة (0.145).

3. **المعيار الاجتماعي:** جرى تحليل المعايير الاجتماعية (الامتثال للقوانين والتشريعات، حقوق العاملين، التدريب، السمعة، التأثير في المجتمع المحلي) بناءً على آراء الخبراء لمعرفة كل معيار وأهميته في تقييم واختيار المجهز مقارنة بالمعايير الأخرى.

(التأثير في المجتمع المحلي، السمعة، التدريب، حقوق العاملين، الامتثال للقوانين والتشريعات)

$w = (0.360, 0.244, 0.185 , 0.211 , 0)$

3-2. مقارنات المجهزين وفق كل معيار: وبنفس الخطوات السابقة لعملية لتحليل الهرمي المضبب تم المقارنة بين المجهزين (دار السلام، اصواء البراري، قطب النجف) وفق كل معيار، تم الحصول على النتائج الآتية:

❖ **المعيار الاقتصادي**

1. معيار الكلفة:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

W = (0.395, 0.286 ,0.319)

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الأفضل من حيث الكلفة بأهمية نسبية (0.395)، ثم قطب النجف بنسبة (0.319) واصواء البراري بنسبة (0.286).

2. معيار الجودة:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

W = (0.532, 0.216, 0.252)

يتضح من النتائج النهائية وفق معيار الجودة أن دار السلام كانت هو الافضل بأهمية نسبية (0.532)، ثم قطب النجف بنسبة (0.252)، وأخيرا اصواء البراري بنسبة (0.216).

3. معيار التسليم:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

W = (0.880, 0.120 ,0)

يتضح من النتائج النهائية حصول دار السلام على اهمية نسبية (0.880) وهو الافضل، ثم اصواء البراري بأهمية نسبية (0.120)، ثم قطب النجف.

4. معيار القدرات التكنولوجيا:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

W = (0.564, 0.436 ,0)

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الافضل وفق معيار القدرات التكنولوجية بأهمية نسبية (0.564)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.436) واخيرا قطب النجف.

❖ **المعايير البيئية**

1. معيار الصورة الخضراء:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام(

$$W = (0.657 , 0.343 , 0)$$

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الافضل وفق معيار الصورة الخضراء بأهمية نسبية (0.657)، ثم اصواء البراري بقيمة (0.343)، واخيرا قطب النجف.

2. معيار الانبعاثات:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$W = (0.559 ,0.356 ,0.085)$$

يتضح من النتائج أن دار السلام هي الأفضل وفق معيار الانبعاثات بأهمية نسبية (0.559)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.356)، قطب النجف بنسبة (0.085).

3. معيار مواد صديقة للبيئة:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.484 , 0.308 ,0.208)$$

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الأفضل وفق معيار مواد صديقة للبيئة بأهمية نسبية (0.484)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.308)، وأخيرا قطب النجف بنسبة (0.208).

4. معيار نظم الادارة البيئية:

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.627 , 0.331 ,0.042)$$

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الأفضل وفق معيار نظم الادارة البيئية بأهمية نسبية (0.627)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.331)، أما قطب النجف كان الاخير بنسبة (0.042).

5. معيار تكنولوجيا صديقة للبيئة

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.537, 0.348,0.115)$$

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الأفضل وفق معيار تكنولوجيا صديقة للبيئة بأهمية نسبية (0.537)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.348)، وأخيرا قطب النجف بنسبة (0.115).

❖ **المعايير الاجتماعية**

1. معيار الامتثال للقوانين والتشريعات

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.428, 0.312 ,0.260)$$

توضح النتائج أن المجهز دار السلام هو الافضل وفق معيار الامتثال للقوانين والتشريعات بنسبة (0.428)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.312)، اخيرا قطب النجف بنسبة (0.260).

2. معيار حقوق العاملين

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.347 , 0.347 , 0.306)$$

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 19, No. Special Issue, Part (5): 129-144
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

يتضح من النتائج أن الفارق بين المجهزين قليل جدا وفق معيار حقوق العاملين، إذ حصلت دار السلام واصواء البراري على نسبة متساوية (0.347)، بينما قطب النجف على (0.306) أي بفارق بسيط.

3. معيار التدريب

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.677 , 0223 , 0.1)$$

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الأفضل بأهمية نسبية (0.677)، ثم اصواء البراري بنسبة (0.223)، اخيرا قطب النجف بنسبة (0.1).

4. معيار السمعة

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w = (0.513,0.208 ,0.279)$$

يتضح من النتائج أن المجهز دار السلام هو الأفضل بنسبة (0.513)، ثم قطب النجف بنسبة (0.279)، واخيرا اصواء البراري بنسبة (0.208).

5. معيار التأثير في المجتمع المحلي

(قطب النجف، اصواء البراري، دار السلام)

$$w= (0.408, 0.271, 0.321)$$

ويتضح من النتائج أن دار السلام هو الافضل بنسبة (0.408)، بينما قطب النجف (0.321)، ونسبة اصواء البراري (0.271).

لتحديد المجهز الافضل وفق معايير الاستدامة مجتمعة (الاقتصادية، البيئية، الاجتماعية) جرى ضرب الأهمية النسبية لكل مجهز في أهمية المعيار الفرعي، وكما موضحة في الجدول رقم (7).

الجدول (7): النتائج النهائية لاختيار المجهز الافضل

المعايير	الاهمية	دار السلام		اصواء البراري		قطب النجف	
	(1) وزن المعيار	(2) وزن المجهز	*(2) (1) الاهمية	(3) وزن المجهز	* (3) (1) الاهمية	(4) وزن المجهز	(1)*(4) الاهمية
الكلفة	0.344	0.395	0.136	0.286	0.098	0.319	0.110
الجودة	0.350	0.532	0.186	0.216	0.076	0.252	0.088
التسليم	0.132	0.880	0.116	0.120	0.016	0	0
القدرات التكنولوجية	0.174	0.564	0.098	0.436	0.076	0	0
الصورة الخضراء	0.239	0.657	0.157	0.343	0.082	0	0
الانبعاثات	0.262	0.559	0.146	0.356	0.093	0.085	0.022
مواد صديقة للبيئة	0.164	0.484	0.079	0.308	0.051	0.208	0.034

Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.19.SP3.5.9

المعايير	الاهمية	دار السلام		اصواء البراري		قطب النجف	
نظم الادارة البيئية	0.190	0.627	0.119	0.331	0.063	0.042	0.008
تكنولوجيا صديقة للبيئة	0.145	0.537	0.078	0.348	0.050	0.114	0.017
الامتثال للقوانين والتشريعات	0.360	0.428	0.154	0.312	0.112	0.260	0.094
حقوق العاملين	0.244	0.347	0.085	0.347	0.085	0.305	0.075
التدريب	0.185	0.677	0.125	0.223	0.041	0.1	0.019
السمعة	0.211	0.513	0.108	0.208	0.044	0.279	0.059
التأثير في المجتمع المحلي	0	0.408	0	0.271	0	0.321	0
المجموع			1.587		0.887		0.526

رابعاً. الاستنتاجات والمقترحات:

4-1. الاستنتاجات:

1. اعتماد الشركة مبدأ المناقصات في اختيار المجهز وفق الانظمة والقوانين السائدة.
2. اهمال معايير الاستدامة التي تشمل المعايير الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في عملية تقييم المجهزين اذ يتم التركيز على المعايير التقليدية في التفضيل رغم تأثيرها الكبير في البيئة والمجتمع.
3. ساعد استعمال عملية التحليل الهرمي المضبب (FUZZY-AHP) في عملية تقييم واختيار المجهز الأفضل والحصول على نتائج أكثر دقة وموضوعية.
4. حقق المجهز دار السلام على الأهمية النسبية الأكبر وفق معايير الاستدامة، كونه المجهز الأفضل في تلبية متطلبات الاستدامة ثم شركة اصواء البراري وشركة قطب النجف.
5. اتفاق نتائج الدراسة مع الشركة في اختيار شركة دار السلام كأفضل مجهز، باختلاف المعايير المعتمدة في التقييم وفق الاسلوبين.

4-2. مقترحات:

1. ضرورة اعتماد الشركة اسلوب علمي في اختيار المجهز في الشركة وذلك لما له من تأثير ودور كبير على المراحل الأخرى للإنتاج.
2. ينبغي توسيع قاعدة المعايير المعتمدة من قبل الشركة في المفاضلة بين المجهزين واختيار المجهز الافضل بتضمين معايير الاستدامة لما لها من تأثير على عملياتها الانتاجية ومنتجاتها.
3. استعمال عملية التحليل الهرمي المضبب (FUZZY-AHP) في تقييم واختيار المجهز الأفضل، وذلك لإمكانية الحصول على نتائج أكثر موضوعية ودقة والابتعاد عن التحيز والضبابية.
4. ضرورة اختيار المجهز الذي يلبي متطلبات الاستدامة بالتركيز على المعايير الاجتماعية والبيئية، الى جانب المعايير الاقتصادية بما يساعد الشركة على تحقيق أهدافها.

المصادر

اولاً. المصادر العربية:

1. الحكيم، علاء عبد الحسين نوري، (2020)، تقييم المجهزين على وفق تكامل اداة وظيفة نشر الجودة وعملية التحليل الهرمي الضبابي، رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير في علوم الادارة الصناعية، كلية الادارة والاقتصاد /جامعة بغداد.
2. الركابي، ازهار عبد محيسن مصعب، (2018)، استخدام عملية التحليل الهرمي المضبب (FUZZY AHP) لاختيار الاستراتيجية الافضل للتخفيف من مخاطر سلسلة التجهيز لتعزيز الميزة التنافسية -دراسة حالة في شركة مصافي الجنوب / مصفى الشعيبة، رسالة مقدمة للحصول على درجة ماجستير في تقنيات ادارة عمليات، الكلية التقنية الادارية / البصرة.

ثانياً. المصادر الأجنبية:

1. Katiyar, R., Meena, P. L., Barua, M. K., Tibrewala, R., & Kumar, G., (2017), Impact of sustainability and manufacturing practices on supply chain performance: Findings from an emerging economy. International Journal of Production Economics, 197, 303-316.
2. Machesa, M. G. K., Tartibu, L. K., & Okwu, M. O., (2020), Selection of sustainable supplier (s) in a paint manufacturing company using hybrid meta-heuristic algorithm. South African Journal of Industrial Engineering, 31(3), 13-23.
3. Råman, T., (2016), Towards a Sustainable Supply Chain: Developing Supplier Sustainability Evaluation as Part of Supplier Evaluation Process, Thesis submitted to gain the degree of Master In Applied Sciences, Helsinki Metropolia University.
4. Song, W., Xu, Z., & Liu, H. C., (2017), Developing sustainable supplier selection criteria for solar air-conditioner manufacturer: An integrated approach. Renewable and sustainable energy reviews, 79, 1461-1471.
5. Zalynda, P.M., (2014), Design Conceptual Model Selection Criteria Sustainable Supplier to Support Sustainable Supply Chain Management, Journal of Information, Management and Technology, Vol.16, No.2.
6. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Stević, Ž., & Mardani, A., (2020), Modelling procedure for the selection of steel pipes supplier by applying fuzzy AHP method. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, 3(2), 39-53.