اختيار المورد الأفضل في الشركات الصناعية باستخدام التحليل المتعدد المعايير

د. علي قاسم شتوان
كلية الهندسة، مصراتة
قسم الهندسة الصناعية
ashetwan@yahoo.com.au

م.سالم محمد عيسى
الأكاديمية الليبية، مصراتة
قسم إدارة المشاريع الهندسية
alhurria.1975@gmail.com

د.إبراهيم أحمد باتي
كلية الهندسة، مصراتة
قسم الهندسة الميكانيكية
ibrahim.badi@hotmail.com

الملخص- **إن عملية اختيار المورد الأفضل من بين العديد من البدائل تعتبر عملية معقدة وصعبة, ذلك بسبب تعدد المعايير التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند عملية التقييم. تكمن مشكلة الدراسة في أن العديد من المؤسسات الصناعية في ليبيا تعتمد في عملية اختيارها للمورد على أساليب غير فعالة، الأمر الذي يؤدي إلى سوء اختيار المورد, مما يترتب عليه زيادة في التكلفة, أو تأخير في الإنجاز, أو ينتج عنه مشاكل في الجودة. تهدف الورقة إلى دراسة اختيار المورد الأفضل من بين عدة بدائل متوفرة, من خلال تطبيق الطرق متعددة المعايير التالية: عملية التحليل الهرمي, الجداء المرجح والمجموع المرجح على الشركة الأهلية للإسمنت المساهمة. حُددت المعايير الرئيسية من خلال استبانة أولى وُزعت على مجموعة من الخبراء المختصين في عملية التوريد. شملت المعايير الرئيسية على الجودة, الخبرة, الكلفة, الضمان, والتسليم. كذلك تم استخدام استبانة ثانية وُزعت على العاملين في لجان العطاءات بالشركة لغرض وضع الأوزان المناسبة لكل معيار من المعايير المحددة. أستخدم برنامج اكسل لبناء النماذج الرياضية للطرق الثلاثة, ومن ثم ايجاد المورد الأفضل. أظهرت نتائج الدراسة اتفاق الطرق الثلاثة في اختيار المورد الأفضل, حيث اختيرت شركة A كأفضل مورد من بين البدائل الستة. في المقابل, كان اختيار الشركة الأهلية للإسمنت على الشركة B. كذلك أظهرت نتائج تحليل الحساسية تأثر معيار الجودة بدرجة حساسية أعلى مقارنة بباقي المعايير.**

الكلمات المفتاحية: **ختيار، مورد، معايير، بدائل, قرار.**

1. المقدمة

تعاني أغلب المشاريع الصناعية من مشاكل وعراقيل كثيرة تسبب في انحرافها عن أهدافها المحددة لها، حيث تشكل التكلفة والزمن والجودة الأهداف الرئيسية لأي مشروع هندسي، والذي يعتبر تحقيقها المؤشر الأساسي في تقييم الأداء وضمان نجاح المشروع. تتمثل هذه الانحرافات إما في تجاوز التكلفة المحددة أو زيادة المدة الزمنية أو ضعف في مستوى الجودة, حيث يلعب المورّد المنفذ دوراً رئيساً في هذه الانحرافات. إن الأسلوب المتبع للشركات الصناعية في اختيار المورد, غالبا ما يعتمد على طرق غير فعالة, حيث تتم ترسية العطاء على أولئك الذين يقدمون أدنى سعراً في المناقصة، ولا يعتبر السعر الأدنى مؤشراً كافياً لاختيار المورد القادر على تنفيذ العقد وتحقيق أهدافه.

استلمت الورقة بالكامل في 24 مارس 2018 وروجعت في 2 إبريل 2018 وقبلت للنشر في 4 إبريل 2018

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 6 إبريل 2018

إن الطرق التي تعتمد على مبدأ التحليل المتعدد المعايير والتي تأخذ في الاعتبار كل المعايير اللازمة لاختيار المورد الأفضل تعتبر هي الأنسب في تقييم واختيار الموردين, وتكمن قوتها بأنها قابلة للتطبيق لحالات القرار المتضمن معايير متعددة, وتستخدم كُلاً من البيانات النوعية والكمية وتوفر مقاييس ومؤشرات لاختيار الأفضلية [1].

تهدف هذه الورقة إلى اختيار المورد الأفضل من بين عدة بدائل, من خلال تطبيق الطرق التي تعتمد على مبدأ التحليل المتعدد المعايير: التحليل الهرمي والجداء المرجح والمجموع المرجح على الشركة الاهلية للإسمنت المساهمة باستخدام برنامج اكسل.

2. الدراسات السابقة

هدفت دراسة Smith (1994) إلى التعرف على أهم العوامل المؤثرة لتبني وتسويق مادة الخشب المستخدمة في الجسور الخشبية ومقارنتها ببدائل المواد الأخرى الداخلة في تشييد الجسور كالمعادن والخرسانة الإسمنتية وغيرها. شملت الدراسة ثلاثة مجالات بحثية وهي: (1) سوق الجسور وتاريخ تبني تقنية الأخشاب في تنفيذ الجسور في الولايات المتحدة الأمريكية، (2) موانع دخول تقنية الأخشاب في السوق الصناعية، (3) عملية اتخاذ القرار باستخدام(Analytical hierarchy process (AHP. تم توزيع استبيان على المهندسين والاستشاريين من ذوي الخبرة في قطاع النقل والمواصلات لعدد (28) ولاية بالولايات المتحدة الأمريكية، إضافة إلى أربع من مسؤولي الطريق السريع بولايات (مسيسبي، وفرجينيا، وواشنطن) بهدف جمع بيانات حول معايير الاختيار للمواد الداخلة في صناعة وتنفيذ الجسور. أظهرت النتائج أن أهم العوامل المؤثرة على اتخاذ القرار بشأن المواد الداخلة في صناعة الجسور تمثلت في الآتي (عمر المادة, الأداء السابق للمادة, متطلبات صيانة المادة, مقاومة التدهور الطبيعي للمادة, التكلفة الأولية, تكلفة دورة حياة المادة) [2]. عند إجراء المقارنة الثنائية للمواد المستخدمة في صناعة وتنفيذ الجسور أتضح ما يلي:

أ) عند مقارنة مادة الخشب الداخلة في صناعة وتنفيذ الجسور بمواد أخرى لنفس الغرض واختيار أفضل البدائل بين المواد المستخدمة تبين أن الخشب تحصل على أقل ترتيب من بين الثماني سمات المحددة وفقاً للمعايير المختارة في المواد الداخلة بعد المعادن والخرسانة.

ب) إن أهم معايير الجسر كانت متشابهة في كل الولايات الأمريكية.

ج) كما بينت الدراسة أن هناك 6 معايير جعلت من مادة الخشب المعيار الأفضل في صناعة وتنفيذ الجسور.

تناولت دراسة Cheung وأخرون (2002) التعرف على واقع طرق اختيار المعماري الاستشاري في هون كونغ، ومن ثم استخدام أسلوب التحليل الهرمي. حُدِدتْ معايير متعددة لاختيار أحد المكاتب الاستشارية من خلال استبانة وزعت على عينة من المهندسين المعماريين العاملين بالمكاتب الاستشارية المعتمدة بالدولة. تمثلت هذه المعايير في (السمعة – المقدرة الفنية – الخبرة بمشاريع سابقة–ضبط التكاليف– جودة العمل– ضبط الوقت– العمل الحالي– كفاءة الأشخاص– الخبرة/المؤهلات المهنية– إنجاز العمل في الموعد المحدد– منهجية التصميم – أجر الاستشاري). تم تحليل البيانات باستخدام برنامج نظام اختيار المعماري الاستشاري Architectural Consultant Selection System (ACSS) المصمم لتوضيح التسلسل المنطقي لتقييم وجهة نظر المعماري الاستشاري. من أهم ما توصلت إليه نتائج الدراسة ضرورة العمل علي تعميم المعايير الثلاثة عشر للتأهيل المسبق علي المكاتب الهندسية والاستشارية في هونغ كونج [3].

تناولت دراسة الشوبكي (2008) التعرف على واقع طرق الاختيار المتبعة لدى متخذي القرار في تحديد الأهمية النسبية للمعايير المستخدمة في اختيار المكاتب الاستشارية. توصلت الدراسة إلى النتائج التالية [4]:

أ) الطرق المحلية في اختيار المكاتب الاستشارية بحاجة إلى تطوير بما يلائم مع الظروف المحلية.

ب) معايير الاختيار الفرعية للمكاتب الاستشارية كحجم المشاريع المشابهة بحاجة إلى محددات لقياسها.

ج) إدخال الطرق الكمية الحديثة في عملية صنع القرار كطريقة التحليل الهرمي في اختيار المكاتب الاستشارية يساهم في تحديد البديل الأفضل عند حل مشكلة اختيار أفضل مكتب استشاري.

هدفت دراسة مصطفي (2010) إلى التعرف على الأساليب الكمية الحديثة في اختيار مدراء مشاريع التشييد، وكذلك استخدام نموذج عام وموحد يعتمد على الأساليب الكمية في اتخاذ القرار. تم استخدام طريقة AHP لاختيار مدير المشروع في شركات التشييد المحلية من خلال برنامج Expert Choice. شملت الدراسة متخذي القرار في شركات التشييد العاملة بقطاع الكهرباء بمدينة زليتن موزعة على (31) شركة تشييد مسجلة بسجل الموردين بالشركة العامة للكهرباء، وتم توزيع استبيان لتحديد معايير الاختيار. توصلت الدراسة إلى بعض النتائج من أهمها ما يلي [5]:

أ) إن شركات التشييد المحلية بحاجة إلى أسلوب موحد مبني على منهج علمي سليم وملائم للظروف المحلية في عملية اختيار مدير المشروع.

ب) وجود ستة معايير لاختيار مدير المشروع تمثلت في (الخبرة – المهارات الفنية والإدارية– إدارة الموارد– اللغة – مهارات استخدام برامج الكمبيوتر المتخصصة – فريق العمل).

ج) يعتبر أسلوب التحليل الهرمي أداة اتخاذ قرار فعالة إذا ما طبقت في عملية اختيار مدراء المشاريع.

تناولت دراسة حديد (2012) طرق اختيار المتعهد باستخدام أسلوب التحليل الهرمي، وتوصلت الدراسة إلى النتائج التالية [6]:

أ) عدم اعتماد أساليب علمية للمفاضلة بين بدائل الموردين المتاحين باستثناء أسلوب تحليل العطاءات.

ج) إدخال الأساليب الكمية الحديثة في عملية صنع القرار يسهم في اختيار المورد الأفضل.

د) الشركة غالباً ما تعتمد في إسناد النشاط إلى الجهة الخارجية على معيارين أو ثلاثة محصورة في (الأقل كلفة، الأداء المالي للمورد، والأعمال السابقة).

تناولت دراسة الراشد (2011) المزج بين نظرية الهياكل العضوية والميكانيكية للباحثين Stalker and Buren وتحليل سلسلة القيمة لبورتر. تم ذلك من خلال بناء نموذج كمي باستخدام عملية التحليل الهرمي لدراسة وتشخيص مشاكل الهياكل التنظيمية والبحث في فرص مشاركة القطاع الخاص لإنجاز وتطوير أعمال الموانئ العراقية. توصلت الدراسة إلى أن طبيعة الفكر الإداري الذى تتبناه إدارة الموانئ العراقية يشكل العائق أمام تفعيل فرص الاستفادة من دور القطاع الخاص الإداري في إنجاز وتطوير عمليات أعمال الموانئ العراقية [7].

هدفت دراسة موسليم حسين (2014) إلي تطبيق نموذج رياضي حديث يسمى نموذج برمجة الأهداف Goal Programming Model, من أجل اتخاذ القرارات الراشدة في المؤسسات وشرح كيفية استخدام النموذج لإبراز مرونته ومدى فعاليته لتقييم واختيار قناة التوزيع من بين عدة بدائل. قام الباحث بتعيين متغيرات القرار المتعلقة بالمسائل الكمية متعددة المعايير مستعملا البرنامج Lingo Package للتوصل إلي النتائج وتحليلها. توصلت الدراسة إلى أن نموذج البرمجة بالأهداف أداة فعالة لدعم ومساندة متخذ القرار في حل مسائل الاختيار, بالأخص عندما يكون المقرر أمام الاختيار والتفضيل بين العديد من البدائل وتعدد المعايير [8].

هدفت دراسة أمين (2015) إلى بحث في الطرق ونماذج اتخاذ القرار المتعدد المعايير في الدراسات السابقة, وتوصيف أحسن النماذج فعالية لدعم عملية اتخاذ القرار. قام الباحث بتطوير نموذج جديد ينتمي إلي عائلة اتخاذ القرار, من خلال تطبيقه على مشكلة اختيار المحفظة المالية Portfolio Selectionالتي يواجهها المستثمرون. اعتمد الباحث في الدراسة علي بيانات حقيقية من بورصة نيويورك, حيث تم اختيار أكبر الشركات العامة والخاصة من حيث الإيرادات الإجمالية لعام 2007. كذلك قام الباحث بنمذجة مشكلة انتقاء المحفظة المالية بالاعتماد علي معيار العائد والمخاطرة, وتم حل المشكلة بواسطة نموذج Yaghoobi (2008) والنموذج المقترح FGP-MT . تم إجراء مقارنة بين النموذجين ليؤكد تفوق النموذج المقترح في الدراسة واعتباره أداة قوية في نمذجة المشاكل متعددة الأهداف مما يثبت فرضية الدراسة [9].

الدراسة الحالية تختلف عن الدراسات السابقة من حيث تركيزها على اختيار الموردين في الشركات الصناعية, بالإضافة إلي تطبيق أكثر من طريقة والمقارنة فيما بينها. بالإضافة إلى إجراء اختبار الحساسية لمعرفة مدى تأثير التغير في أوزان المعايير على اختيار البدائل. كذلك أهم ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة هو اختلاف بيئة التطبيق, حيث أن المؤسسات الصناعية تتطلب معايير ومواصفات محددة لاختيار الموردين, مما يمنحها شيئاً من الخصوصية والاختلاف عن باقي المجالات.

3. التحليل المتعدد المعايير

التحليل المتعدد المعايير هو التحليل الذي يساعد على اتخاذ القرار في ظل مجموعة من المعايير, وذلك بتعيين أفضل حل بالنسبة لكل المعايير والتي تشمل على مجموعة من المتغيرات سواء كانت متغيرات كمية أو متغيرات نوعية, حيث يمكن اعتبار بعض المعايير للتعظيم وأخرى للتدنية أو كليهما [8]. التحليل المتعدد المعايير يحوي مجموعة من الطرق منها نموذج المجموع المرجح, طريقة الجداء المرجح وطريقة التحليل الهرمي.

أ. *نموذج المجموع المرجح* (*WSM*) *The Weighed Sum Model*

في هذه الطريقة يقوم متخذ القرار بتخصيص وزن تفضيلي لكل خاصية بناءً على درجة أهميتها، ثم يقوم بتحديد القيم الفعلية لكل بديل بناءً على خاصيته (a_{ij}). في النهاية يقوم بجمع حاصل ضرب كل القيم (a_{ij}) في الوزن التفضيلي المخصص لها (w_j)، ويمكن التعبير عن العملية من خلال المعادلة (1) [10].

$$A_{\text{WSA-score}} = \max_i \sum_{j=i}^{n} a_{ij}\, w_j \quad for\ i = 1,..., m \qquad (1)$$

حيث تمثل $(A_{\text{WSA-score}})$ نتيجة أفضل حاصل ضرب, n تمثل عدد معايير القرار، a_{ij} القيمة الفعلية لعدد i بديل بناءً على عدد j معيار (يتم تحديد هذه القيم بناءً على خبرة متخذ القرار)، كما أن w_j تمثل الوزن التفضيلي المعطى على حسب أهمية المعيار. يستند هذا النموذج على فرضية المنفعة

المضافة Additive utility، بمعنى القيمة الإجمالية لأي بديل تساوي مجموع حاصل ضرب قيمته الفعلية (a_{ij}) في وزنه التفضيلي (w_j) وفق المعادلة السابقة (1).

ب. *نموذج الجداء المرجح The Weighted Product Model (WPM)*

يعتبر نموذج WPM شبيه إلى حد كبير بنموذج WSM، حيث يكمن الفرق الوحيد بين النموذجين أنه بدل استعمال الآلية الإضافية يتم استعمال الآلية الجدائية في نموذج WPM. في هذه الطريقة يتم مقارنة كل بديل مع بقية البدائل عن طريق ضرب مجموعة من النسب Ratios $\left(\frac{a_{Kj}}{a_{Lj}}\right)$، بناءً على عدد المعايير الموجودة في المشكلة، حيث ترتفع درجة كل نسبة على حسب قوة الوزن التفضيلي المرفق بها (w_j)، وعموماً تتم المقارنة بين بديلين اثنين، مثلاً (A_K) و(A_L) وفق المعادلة (2) [11].

$$R\left(\frac{A_K}{A_L}\right)=\prod_{j=1}^{n}\left(\frac{a_{Kj}}{a_{Lj}}\right)^{wj} \qquad (2)$$

حيث n تمثل عدد المعايير, a_{ij} تمثل القيمة الفعلية لعدد i بديل بناء على عدد j معيار, w_j تمثل الوزن التفضيلي المعطى لكل معيار. فإذا كانت الصيغة $R\left(\frac{A_{Kj}}{A_{Lj}}\right)$ أكبر من أو تساوي القيمة واحد، فهذا يدل على أن البديل A_K مرغوب فيه أكثر من البديل A_L.

ج. *عملية التحليل الهرمي The Analytic Hierarchy Process (AHP)*

يعتبر نموذج AHP أحد نماذج عائلة اتخاذ القرار المتعدد المعايير. كان الظهور الأول للنموذج على يد الباحثThomas Saaty. ينحدر أصول نموذج AHP من النموذج السالف ذكره WSM حيث لاقت هذه الطريقة رواجاً كبيراً في الأوساط العلمية واستعملت في شتى الميادين والعلوم, فالأبحاث العلمية تزخر بامتداداتها وتطبيقاتها. تستند هذه الطريقة على ترتيب بدائل القرار ومن ثم اختيار الأفضل منها في ضوء عدد من المعايير المحددة [12].

بناء النموذج يتمثل في الخطوات التالية:

الخطوة الأولى: تحليل المشكلة إلى مستويات مترابطة مع بعضها وفق نظام هرمي متسلسل, ويجب أن يحتوي هذا التخطيط الهرمي على جميع العناصر الأساسية ذات الصلة بالمشكلة (الهدف، المعيار، البدائل).

الخطوة الثانية: بناء مصفوفة المقارنات الزوجية

تعتبر المقارنات الزوجية Pair-wise Comparison تمثيلا عدديا للعلاقة بين بديلين أو معيارين ينتميان إلى هذه المشكلة محل المعالجة, تتحدد على إثرها مقدار أهمية عنصر بالمقارنة مع الآخر. يمكن التعبير عن هذه المصفوفة كالتالي:

$$A=\begin{bmatrix}\frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n}\\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_1} & \cdots & \frac{w_n}{w_n}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn}\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}1 & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \cdots & a_{2n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \cdots & 1\end{bmatrix}$$

حيث $w_1, w_1, \dots, w_n$ تمثل الأوزان, a_{ij} تمثل درجة التفضيل أو أهمية البديل أو المعيار, n حجم المصفوفة.

الخطوة الثالثة: حساب القيم الذاتية Eigenvalues لمصفوفة المقارنات، مؤشر الثبات Consistency Index (C.I), معدل الثبات Consistency Ratio (C.R), أوزان المعايير البدائل، وهذا لأجل تحديد رتبة الأولوية.

1) حساب شعاع الأولوية Priority Vector

إن الغرض الأساسي من نموذج AHP هو اشتقاق شعاع الأولوية (الأوزان) $w=(w_1, w_1, \dots, w_n)$, حيث اقترحت العديد من الطرق في البحوث العلمية لاشتقاق هذا الشعاع. تعتبر الطريقة المقترحة منSaaty الأكثر انتشارا في اشتقاق شعاع الأولوية، حيث يوظف فيها مفهوم القيمة الذاتية والشعاع الذاتي لمصفوفة المقارنات الزوجية (A)، من خلال ضرب مصفوفة المقارنات الزوجية (A)، في شعاع الأوزان $w=(w_1, w_1, \dots, w_1)^T$ لنحصل على المصفوفة التالية:

$$A\times w=\begin{bmatrix}\frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n}\\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_1} & \cdots & \frac{w_n}{w_n}\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}w_1\\ w_1\\ \vdots\\ w_n\end{bmatrix}=n\begin{bmatrix}w_1\\ w_1\\ \vdots\\ w_n\end{bmatrix}=nw$$

$$\grave{A}\dot{w}=\lambda_{max}\dot{w} \qquad (3)$$

إذا اعتبرنا أن المصفوفة $(\grave{A})$ هي مصفوفة المقارنات الزوجية المقدرة وشعاع الأوزان المرفق بها $(\dot{w})$ كل هذا يؤدي إلى المعادلة (4).

$$\grave{A}\dot{w}=\lambda_{max}\dot{w} \qquad (4)$$

حيث λ_{max} تمثل أعظم قيمة ذاتية Largest Eigenvalue, ومن المعادلة (4)، يمكن الحصول على شعاع الأولوية (الأوزان) من خلال المعادلة (5).

$$\grave{A}\dot{w}=\lambda_{max}\dot{w}$$
$$\sum_{i=1}^{n} w_i=1 \qquad (5)$$

2) حساب الثبات Consistency

لضمان الثبات ودقة الأوزان النسبية (المقارنة) اقترح Saaty مؤشرين: الأول هو مؤشر الثبات Consistency Index, والمؤشر الثاني هو معدل التجانس Consistency Ratio (C.R), ويحسب مؤشر الثبات (CI) من خلال المعادلة (6).

$$\mathrm{CI}=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1} \qquad (6)$$

حيث λ_{max} تمثل أعظم قيمة ذاتية، n تمثل عدد الخواص. للحصول على نتائج أكثر ثقة أشارSaaty [13] أنه يجب أن لا تتجاوز قيمة مؤشر الثبات (CI) القيمة (0.1), بعد ذلك نقوم بحساب معدل التجانس Consistency Ratio من خلال المعادلة (7).

$$CR=CI/RI \qquad (7)$$

تمثل RI مؤشر الثبات العشوائي Random Consistency Index، ويتحدد هذا المؤشر وفق درجة بُعد المصفوفة محل الدراسة. الجدول (1) يبين مؤشر الثبات العشوائي (RI) لمختلف درجات (أبعاد) المصفوفات.

جدول 1. قيم مؤشر الثبات العشوائي

بُعد المصفوفة	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.5	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

كذلك أشار Saaty بأن لا تتجاوز قيمة CR القيمة 1.0 لكي نتحصل على نتيجة موثوقة, بينما القيمة 2.0 كحد أقصى، في حالة الحصول على قيم كبيرة يجب مراجعة المدخلات للمشكلة مرة ثانية والتأكد منها [13].

4. الحالة الدراسية

تناولت الحالة الدراسية الشركة الاهلية للإسمنت المساهمة والتي تأسست عام 1965 ميلادي, ويبلغ رأس مال الشركة حوالي 600 مليون دينار ليبي. تضم الشركة عدد 6 مصانع وهي: مصنع إسمنت زليتن وهو أكبر وأحدث المصانع وأكثرها إنتاجاً، ومصنع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، ومصنع لبدة للإسمنت، ومصنع إسمنت المرقب ومصنع الأكياس الورقية في مسلاته الذي يُعد أكبر مصنع للأكياس الإسمنتية في ليبيا، ومصنع الجبس الناعم في بئر الغنم. تستند عملية اختيار الموردين في الشركة الاهلية للإسمنت المساهمة على مصدر التشريع المعمول به في ليبيا, وهي لائحة العقود الإدارية الصادرة عن اللجنة الشعبية العامة (سابقاً) رقم 563 لعام 2007 [14]. تعتمد الشركة في اختيار الموردين على طريقتين: الطريقة الأولى تعنى بالمشتريات الداخلية، مما يعني أن قطع الغيار يمكن توفرها محلياً, أما الطريقة الثانية فتتم عن طريق لجنة المشتريات المركزية وهي معنية بتوريد متطلبات الشركة من المواد والمعدات التي لا يمكن الحصول عليها أو توافرها محلياً. لصناعة الإسمنت خصوصية في التقنية المستخدمة, الأمر الذي جعل الشركة تتعامل مع شركات عالمية متخصصة. غالباً ما تستخدم الشركة معيارين أساسيين عند اختيار الموردين وهما كالتالي:

المعيار الفني: وهو أحد المعايير الأساسية الذي نصت عليه لائحة العقود الإدارية رقم (563) لسنة 2007م, ويقصد به تطابق الموصفات الفنية للمواد أو المعدات أو قطع الغيار المراد توريدها.

المعيار المالي: ويقصد به أقل تكلفة ممكنة للمواد أو المعدات أو قطع الغيار المطلوب توريدها، وهنا نشير إلى أنه لا يعني أن أقل الأسعار هو المورد الفائز بالعطاء ولكن يبقى المعيار الفني الأساس خصوصاً في صناعات ذات تقنية عالية كصناعة الإسمنت [15].

في الحالة الدراسية تم اعتماد عدد خمسة معايير لتقييم الموردين, بناءً على استبانة أولى وُزعت على مجموعة من الخبراء والمختصين في مجال التوريد, وشملت المعايير الخمسة على الآتي:

المعيار الأول: الجودة
المعيار الثاني: التكلفة
المعيار الثالث: الخبرة
المعيار الرابع: الضمان
المعيار الخامس: التسليم

أما البدائل فهي الشركات التي تقدمت بالعروض على المناقصة وعددها 6 شركات خارجية. المناقصة هي عبارة عن الطلبيات الواردة من مجمع سوق الخميس للإسمنت والتي سبق ترسيتها من قبل الشركة الاهلية للإسمنت على أحد الموردين, وهي كما موضحة في الجدول (2), وبناءً عليه تم استخدام هذه المناقصة في الحالة الدراسية.

جدول 2. بيانات المناقصة للحالة الدراسية [15]

البند	البيان	رقم الطلبية	عدد بنود الطلبية
1	طوب حراري لمنطقة الحريق	514/10	1
2	طوب حراري للمبادلات الحرارية	515/10	7
3	طوب حراري لمنطقة الحريق ولاشتعال الأفران	516/10	2
4	طوب حراري يخص مصنع الجير	517/10	1

أ. *تطبيق عملية التحليل الهرمي*

تتكون عملية AHP من الخطوات التالية:

- التمثيل الهرمي للحالة الدراسية

باعتبار أن عدد المعايير المعتمدة في هذه الدراسة هي خمسة معايير والتي اتفق عليها المقيمين، وأن عدد الموردين (البدائل) الذين تم اعتمادهم من طرف الشركة الاهلية للإسمنت هم ستة موردين. على هذا الأساس سيتم تقييم البدائل واختيار الموردين طبقاً لمفهوم نظرية AHP. الشكل (1) يبين الهيكل الهرمي لاختيار الموردين بالشركة الأهلية للإسمنت المساهمة.

- بناء مصفوفة المقارنات الثنائية

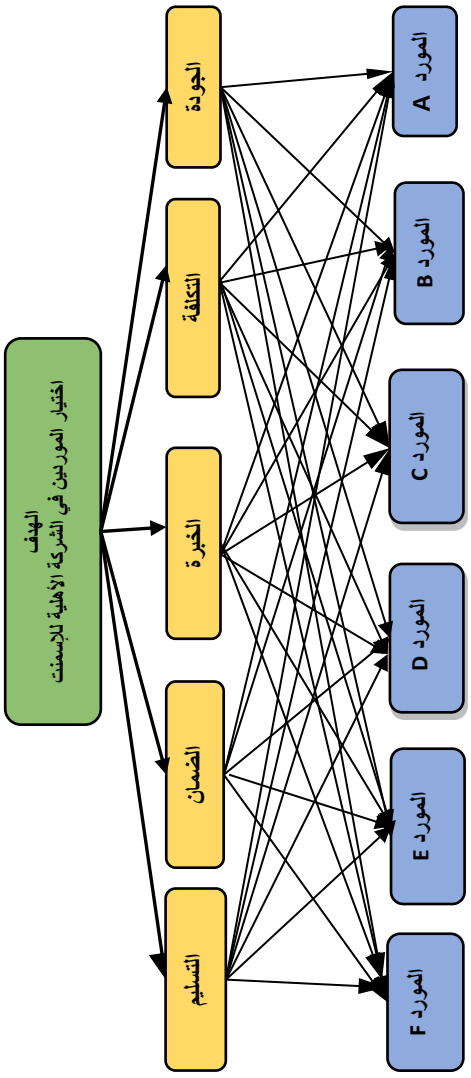
تم إعداد مصفوفة المقارنة الثنائية بين المعايير الرئيسية, بهدف ترتيب المعايير حسب الأكثر أهمية, والحصول على نسبة مئوية لكل معيار. مقياس التفضيل يتكون من أرقام صحيحة ممتدة بين 1 و9، (رقم 9 يمثل أهمية قصوى) حيث تمثل هذه القيمة الأهمية النسبية للبدائل وفقاً لأهمية معيار بالنسبة لمعيار أخر. جدول (3) يوضح مصفوفة المقارنات الثنائية.

جدول 3. مصفوفة المقارنة الثنائية للمعايير

المعايير	الجودة	التكلفة	الخبرة	الضمان	التسليم
الجودة	1	4	5	5	7
التكلفة	1/4	1	4	4	6
الخبرة	1/5	1/4	1	2	2
الضمان	1/5	1/4	1/2	1	4
التسليم	1/7	1/6	1/2	1/4	1
المجموع	1.8	5.66	11	12	20

- ثبات الأحكام

للتأكد من ثبات الأحكام يتم حساب معدل الثبات, من خلال حساب قيمة المتجه $\lambda_{\max}$ بتقسيم الناتج العام لمصفوفة متجه الأولويات على حاصل ناتج المصفوفة الطبيعية (عمود متجه الأولوية) ومن ثم حساب متوسط الناتج النهائي كالتالي:



شكل 1. الشكل الهرمي للهرمي للحالة الدراسية

$$\lambda_{\max} = \begin{bmatrix} 2.8704 \\ 1.4774 \\ 0.3697 \\ 0.6939 \\ 0.2364 \end{bmatrix} \div \begin{bmatrix} 0.4904 \\ 0.2578 \\ 0.0721 \\ 0.1344 \\ 0.0450 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.8525 \\ 5.7302 \\ 5.1210 \\ 5.1620 \\ 5.2438 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{5.8525 + 5.7303 + 5.1210 + 5.1620 + 5.2438}{5}$$

$$= 5.42$$

بعد ذلك يتم حساب دليل الثبات Consistency Index (CI), ومن ثم يمكن حساب معدل الثبات Consistency Ratio (CR) كالتالي:

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n-1} = 0.11$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.11}{1.12} = 0.08$$

بما أن قيمة معدل الثبات CR أقل من (0.1), فإن هذه النسبة تعتبر مقبولة نسبياً, وتشير إلى أن الأحكام المعطاة من طرف المعنيين باتخاذ قرار الاختيار في الشركة متجانسة وغير شاذة ولا تتعارض مع بعضها البعض, و بذلك يمكن الاعتماد عليها في هذه الدراسة للحصول على قرار اختيار مبني على أرقام كمية وليس على تخمين.

- التحليل الهرمي للموردين وفقاً للمعايير

بعد إدخال البيانات وتنفيذ العمليات الحسابية في برنامج الحاسوب تم الحصول على النتائج باستخدام عملية التحليل الهرمي للموردين وفقاً للمعايير الرئيسية الخمسة.

- التحليل الهرمي للموردين وفقاً لمعيار الجودة

جدول (4) يوضح نتيجة المقارنة الثنائية بين البدائل وفقا لمعيار الجودة, أما جدول (5) يوضح المصفوفة الطبيعية وفقا لمعيار الجودة.

جدول 4. مصفوفة المقارنة الثنائية للموردين وفقاً لمعيار الجودة

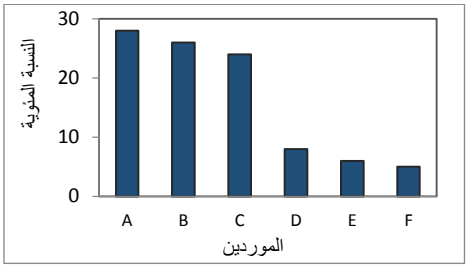
معيار الجودة	A	B	C	D	E	F
A	1	2	1	5	5	5
B	1/2	1	2	3	5	3
C	1	1/2	1	5	5	7
D	1/5	1/3	1/5	1	3	2
E	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1
F	1/5	1/3	1/7	1/2	1	1
المجموع	3.1	4.3	4.5	14.8	20	19

جدول 5. المصفوفة الطبيعية وفقاً لمعيار الجود

معيار الجودة	A	B	C	D	E	F	المتجه الأولوي
A	0.32	0.45	0.2	0.33	0.2	0.2	0.30
B	0.16	0.22	0.4	0.20	0.2	0.1	0.24
C	0.32	0.11	0.2	0.33	0.2	0.3	0.26
D	0.06	0.07	0.0	0.06	0.1	0.1	0.08
E	0.06	0.04	0.0	0.02	0.0	0.0	0.04
F	0.06	0.07	0.0	0.03	0.0	0.0	0.05
المجموع	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

λ_{max} = 6.3 C1 = 0.07 RI = 1.24 CR = 0.06 < 0.1

بـنفس الخطـوات السـابقة تـم إجـراء المقارنـة الثنائيـة بـين البـدائل لبـاقي المعـايير الرئيسية, وهـي الضـمان والتسليم والتكلفة والخبـرة. بنـاءً علـى تلـك المقارنـات والحسـابات تـم ايجـاد النسبة المئويـة للمعـايير الرئيسية لكل مـورد بطريقة التحليل الهرمي, كما هو موضح بالشكل (2).



شكل 2. الترجيح النهائي للموردين بطريقة AHP

من خلال شكل (2) يتضح أن المورد A هو المورد الأفضل وفقا لطريقة AHP بنسبة 28%.

ب. *تطبيق طريقة المجموع المرجح*

باستخدام نفس البيانات السابقة التي طبقت في طريقة AHP وباستخدام عدد خمسة معايير وعدد ستة بدائل, ومن خلال الأوزان النسبية الموضوعة من قبل الخبراء والمختصين لكل معيار يتم ايجاد المورد الأفضل كالتالي:

C1: معيار الجودة
C_2: معيار التكلفة
C_3: معيار الخبرة
C_4: معيار الضمان
C_5: معيار التسليم

تم إعداد مصفوفة القرار كما هي موضحة في الجدول (6)

جدول 6. مصفوفة القرار لطريقة المجموع المرجح

الموردين	المعايير				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A	0.30	0.30	0.31	0.36	0.33
B	0.24	0.25	0.25	0.21	0.23
C	0.26	0.20	0.23	0.20	0.15
D	0.08	0.09	0.06	0.08	0.14
E	0.04	0.07	0.07	0.08	0.05
F	0.05	0.05	0.05	0.03	0.06

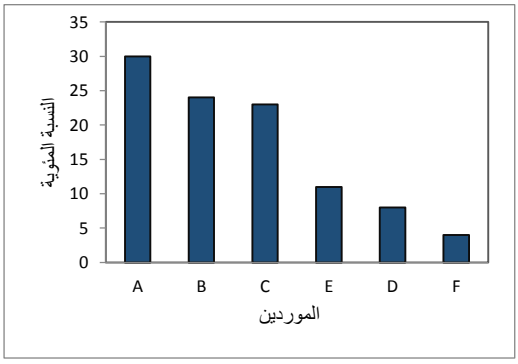
بتطبيق المعادلة (1) علي المعطيات نتحصل علي التالي:

$$A = (0.30\times 0.50) + (0.30 \times 0.26) + (0.31\times 0.10) + (0.36\times 0.10) + (0.33 \times 0.04) = 0.30$$

بنفس الخطوة السابقة يتم حساب القيم الفعلية لباقي الموردين, وكانت النتائج كما يلي:

B = 0.24
C = 0.23
D = 0.08
E= 0.11
F = 0.04

من خلال الحسابات السابقة, رُسِمت نتائج الموردين في شكل بياني, وكما هي موضحة في الشكل (3).



شكل 3. الترجيح النهائي للموردين بطريقة المجموع المرجح

من خلال شكل (3) نجد أن المورد A أفضل مورد من بين الموردين الستة, حيث حاز على المرتبة الأولى بنسبة 30%. هذا الاختيار يتفق مع اختيار طريقة AHP السابقة.

ج. *تطبيق طريقة الجداء المرجح*

تم تطبيق طريقة الجداء المرجح على نفس البيانات المطبقة في الطريقتين السابقتين, المجموع المرجح والتحليل الهرمي, ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة (2) نتحصل على التالي:

$$R(A/B)=(0.3/0.24)^{0.49}\times(0.3/0.25)^{0.257}\times(0.31/0.25)^{0.072}\times(0.26/0.21)^{0.134}\times(0.33/0.23)^{0.045} = 1.29$$

بنفس الطريقة تم إجراء الحسابات لباقي البدائل وكانت النتائج كالتالي:

A/B = 1.29 A/C = 1.36

A/D = 3.72 A/E = 2.68
A/F = 6.78 B/C = 1.05
B/D = 2.87 B/E = 4.45
B/F = 5.04 C/D = 2.73
C/E = 4.24 C/F = 4.8
D/E = 1.55 D/F = 1.75
E/F = 1.13

من خلال النتائج نجد أن المورد A أفضل مورد, حيث أنه وعند مقارنة البديل A مع جميع البدائل الأخرى حصلنا على قيمة أكبر من الواحد, وبذلك يكون المورد A هو المورد الأفضل. هذه النتيجة تتفق تماما مع اختيار الطريقتين السابقتين, طريقة المجموع المرجح وطريقة التحليل الهرمي, ويكون ترتيب الموردين بطريقة الجداء المرجح كما هو موضح بالجدول (7).

جدول 7. ترتيب الموردين بطريقة الجداء المرجح

الموردين	الترجيح النهائي
A	الترتيب الأول
B	الترتيب الثاني
C	الترتيب الثالث
D	الترتيب الرابع
E	الترتيب الخامس
F	الترتيب السادس

د. *تحليل الحساسية*

تم إجراء تحليل الحساسية من أجل اختبار درجة ثبات الحل النهائي عند تغير أوزان المعايير. أجريت اختبارات تحليل الحساسية على عملية التحليل الهرمي باعتبارها الطريقة الأكثر أهمية والأكثر استخداما في البحوث العلمية. تم إجراء مجموعة من الاختبارات من خلال تغيير أوزان الموردين, ولكي يكون إعطاء الأحكام متجانساً ومن أجل إظهار أهمية كل معيار, تم إعطاء مقلوب أحكام التقييم للموردين, بحيث المورد المتحصل على أهمية أقل يصبح أكثر أهمية, والهدف من ذلك اختبار مدى حساسية المعيار وفعاليته في تغير الترتيب العام للموردين. عند إجراء اختبار الحساسية, ومن خلال تغيير وزن معيار الجودة وتثبيت باقي الأوزان للمعايير الأخرى, نجد أن الوضع التنافسي للموردين والترتيب العام قد تغير بدرجه كبيرة جداً, رغم ثبات باقي المعايير, مما يدل على أن معيار الجودة لديه درجة حساسية عالية, وعليه وجب التركيز عليه بدرجة كبيرة. من خلال نتائج تحليل الحساسية الموضحة في الجدول (8), نجد أن المورد الأفضل أصبح المورد E, بينما كان في الترتيب الخامس وفق طريقة التحليل الهرمي, وأصبح المورد A في الترتيب الثاني, بينما كان في الأساس حائزاً علي الترتيب الأول. كذلك يلاحظ من نتائج تحليل الحساسية, أن التغير في الوضع التنافسي والترتيب العام للموردين أقل تأثراً عند تطبيق الاختبار علي معيار التكلفة وباقي المعايير الأخرى, حيث بقي المورد A في صدارة الترتيب مع تغيُرات متفاوتة في التراتيب الأخرى حسب كفاءة وفعالية كل معيار.

جدول 8. نتائج تحليل الحساسية لكل معيار

المعيار	الترتيب					
	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس
الجودة	E	A	F	B	D	C
التكلفة	A	C	B	F	E	D
الخبرة	A	B	C	D	F	E
الضمان	A	B	C	D	F	E
التسليم	A	C	B	E	D	F

5. الخلاصة

من خلال الدراسة تم حل مشكلة اختيار الموردين في الشركة الأهلية للإسمنت باستخدام ثلاث طرق علمية ومقارنتها بالنتائج المتحصل عليها من الطريقة المتبعة من قبل الشركة. من نتائج الدراسة وبالنظر إلى الجدول (9), نجد أن جميع الطرق التقنية المستخدمة اتفقت علي المورد A كأفضل مورد من بين البدائل المتوفرة, وذلك كنتيجة لاستخدام منهجية موحدة. ما يميز استخدام طريقة التحليل الهرمي عدم استجابته عند صدور تقييمات شاذة من طرف المقيمين, مما يكسبه الثقة في دقة النتائج. كما يلاحظ من خلال الجدول اختلاف النتائج المقررة من طرف الشركة الأهلية للإسمنت, عن نتائج الدراسة من الطرق التقنية, كنتيجة لاستخدامها طريقة غير فعالة, تعتمد في نتائجها علي المعيار المالي دون النظر إلى أي من المعايير الأخرى, ومن ثم يمكن أن تجعل الاختيار خاطئاً, والذي يؤدي إلي خسائر للشركة غير متوقعة, وربما فشل كامل للمشروع. كذلك أظهرت نتائج تحليل الحساسية أن معيار الجودة يعتبر المعيار الأكثر حساسية, مما يجعله الأكثر فاعلية في الاختيار. في المقابل نجد أن باقي المعايير لديها درجة حساسية أقل. بناءً على نتائج الدراسة, نستخلص بأن التحليل المتعدد المعايير له الدور الفعال في ترشيد القرارات المتعلقة باختيار المورد الأفضل. علاوة علي ذلك، فإن النتائج الجيدة والمستمدة من التحليل المتعدد المعايير تتوقف أساسا علي المعرفة الدقيقة لمختلف المعايير الرئيسية وأوزانها.

جدول 9. ترتيب الموردين حسب الطرق المستخدمة

الطريقة	الترتيب					
	1	2	3	4	5	6
التحليل الهرمى	A	B	C	D	E	F
المجموع المرجح	A	B	C	E	D	F
الجداء المرجح	A	B	C	D	E	F
الشركة الأهلية	B	A	C	D	E	F

المراجع

[1] أسماء بنت محمد بايرمز, (2004), تطبيق أسلوب التحليل الهرمي للقرار الجماعي على تحديد أفضل موقع لإقامة كليات مجتمع في المملكة العربية السعودية, المجلة السعودية للتعليم العالي, العدد 2.

[2] Smith, Robert Lee, (1994), A hierarchical analysis of factor affecting adoption and marketing of timber bridges, PhD dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University.

[3] Franco K. T. Cheung, Judy Leung Fung Kuen & Martin Skitmore (2002), Multi-criteria evaluation model for the selection of architectural consultants, Construction Management and Economics, Vol. (20), No. (7).

[4] أياد ياسين الشوبكي, (2008), اختيار المكاتب الاستشارية باستخدام التحليل الهرمي, رسالة ماجستير في إدارة الأعمال, الجامعة الإسلامية غزة.

[5] Mustafa, A. A. (2010), Selection of project manager in construction firms using analytic hierarch, AL academia Journal for Basic and Applied Science. Vol. (4), No. (8).

[6] عامر إسماعيل حديد, (2012), تحديد اختيار المورد الأفضل في إطار عملية التعهد : دراسة حالة في شركة أسيا سيل للاتصالات الخلوية, المؤتمر العلمي الدولي, عولمة الإدارة في عصر المعرفة, جامعة الجنان.

[7] أحمد الراشد, (2011), تقييم فرص مشاركة القطاع الخاص في انجاز وتطوير عمليات أعمال موانئ العراقية باستخدام عملية التحليل الهرمي :(AHP) دراسة ميدانية في الشركة العامة للموانئ العراقية, مجلة العلوم الاقتصادية, المجلد (7), العدد (28).

[8] موسليم حسين, (2014)، التحليل المتعدد المعايير أداة فعالة في اتخاذ القرارات الإدارية, المجلة الجزائرية للاقتصاد والإدارة, العدد (5) , أبريل 2014 .

[9] خالد محمد أمين, (2015), النظام القانوني لمشروعات البناء والتشغيل ونقل الملكية في مصر , رسالة ماجستير في الحقوق, جامعة القاهرة 2015 م.

[10] Evangelos Triantaphyllou and Stuart H. Mann, (1989), An examination of the effectiveness of multi-dimensional decision making methods: a decision making paradox, Decision Support Systems, 5, 303-312.

[11] Stelios H. Zanakis, Anthony Solomon, Nicole Wishart and Sandipa Dublish (1998), Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods, European Journal of Operational Research, Vol. (107), Issue 3, 16 June 1998, Pages: 507-529.

[12] Saaty, T.L. (1977). A scaling method for priorities in a hierarchichal structure, Journal of Mathematical Psychology, 15, pages: 234–281.

[13] Saaty, T. L., 1980, The analytic hierarchy process, McGraw-Hill International, New York, U.S.A.

[14] https://www.ahliacement.ly.

[15] تقرير إدارة المشتريات الخارجية بالشركة الاهلية للإسمنت المساهمة, 2013.