مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (1) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (1) 2018

Developing a Prequalification System for the Contracting of Design-build Public Sector Projects

Dr.Ibtisam Hamad *
Dr.Maher Mustafa **
Kanz Ali ***

(Received 20 / 7 / 2017. Accepted 8 / 2 / 2018)

□ ABSTRACT □

The successful of implementation the engineering contracts mainly depends on awarding these contracts only to entities that have appropriate expertise and capacity to implement them. Pre-qualification is the process of checking the availability of expertise, technical, administrative and financial capacities of these entities according to the requirements of the project. In this research, a pre-qualification system for design-build projects was constructed. The criteria for this system were obtained through previous studies, international experiments and interviews with a number of experts. The total number of these criteria reached to 68, divided into 11 main criterion under each of them several levels of sub-criteria. Then, weights of these criteria were calculated by using Fuzzy AHP method. After that, an integrated system was built to calculate the grades that design-build contractor deserve for each criterion, using the opinions of a number of experts and specialists in the field of research. In order to facilitate the use of this model, it was programmed on the computer using EXCEL VBA

Keywords: **Prequalification، Design-build**

* **Associate professor، Department of Construction engineering and management، Faculty of Civil engineering، Tishreen University، lattakia، Syria.**
** **Associate professor، Department of Engineering management and construction، Faculty of Civil engineering، Damascus University، Damascus، Syria.**
*** **Postgraduate Student، Department of Construction engineering and management، Faculty of Civil engineering، Tishreen University، lattakia، Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (1) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (1) 2018

تطوير نظام تأهيل مسبق للتعاقد على مشروعات القطاع الحكومي بطريقة تصميم – بناء

الدكتورة ابتسام حمد *
الدكتور ماهر مصطفى **
كنز علي ***

(تاريخ الإيداع 20 / 7 / 2017. قُبِل للنشر في 8/ 2 / 2018)

□ ملخّص □

إن تحقيق النجاح في تنفيذ العقود الهندسية بمختلف أنواعها يعتمد بشكل أساسي على منح هذه العقود فقط إلى كيانات تمتلك الخبرات والقدرات الملائمة لتنفيذها، والتأهيل المسبق هو عملية التحقق المسبق من مدى توافر الخبرات والقدرات الفنية والإدارية والمالية لدى هذه الكيانات وفقاً للمتطلبات الخاصة بالمشروع. تم في هذا البحث اقتراح نظام تأهيل مسبق خاص بمشروعات التصميم–بناء حيث تم الحصول على المعايير الخاصة بهذا النظام من خلال الدراسات السابقة والتجارب العالمية والمقابلات الشخصية مع عدد من الخبراء، وقد بلغ إجمالي عدد هذه المعايير 68 معياراً تم تقسيمها إلى 11 معيار رئيسي ينطوي تحت كل منها عدة مستويات من المعايير الفرعية. ثم بعد ذلك تم حساب أوزان هذه المعايير باستخدام أسلوب التحليل الهرمي الضبابي **Fuzzy AHP** وذلك عن طريق الاستعانة بعدد من الخبراء لإجراء المقارنات الثنائية فيما بين المعايير. وبعد ذلك تم بناء نظام متكامل لاحتساب الدرجات التي يستحقها طالبو التأهيل عن كل معيار من المعايير. ولغرض تسهيل عملية استخدام هذا النموذج فقد تمت برمجته على الحاسب باستخدام **(EXCEL VBA)**.

الكلمات المفتاحية: التأهيل المسبق، مشروعات التصميم–بناء

* أستاذ مساعد – قسم هندسة و إدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية
** أستاذ مساعد – قسم الإدارة الهندسية و التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق – دمشق – سورية
*** طالب دكتوراه – قسم هندسة و إدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مقدمة:

شهدت العقود الثلاثة الأخيرة تكثيف الجهود البحثية على مستوى العالم في مجال تطوير الأساليب والاستراتيجيات التعاقدية لكي تتناسب مع التطور الحاصل في صناعة التشييد وكذلك للتغلب على المساوئ الموجودة في الاستراتيجيات التقليدية للتعاقد، وتعتبر استراتيجية التعاقد التصميم–بناء إحدى أهم الاستراتيجيات التعاقدية المطوّرة والتي يتم فيها إسناد مرحلتي التصميم و التنفيذ إلى كيان واحد يتعهد بتصميم وتنفيذ المشروع إما بواسطة مصادره المباشرة أو من خلال تعاقده مع مقاولين ثانويين واستشاريين[5]، يستخدم أسلوب التصميم–بناء عادةً في المشروعات المعقدة وذات القيمة الكبيرة كمشروعات البنى التحتية وشهد استخدامه نمواً متزايداً في السنوات الأخيرة على الصعيد العالمي، ففي أمريكا بلغت نسبة مشروعات التصميم–بناء حوالي 5% من إجمالي المشروعات غير السكنية في عام 1985 و قد ارتفعت هذه النسبة إلى 33% في عام 1999 ووصلت إلى 40% في عام 2010 أما في أوروبا فقد بلغت نسبة استخدام أسلوب التصميم–بناء حوالي 50% من إجمالي المشروعات الحكومية في عام 2011 ووصلت هذه النسبة في اليابان إلى أكثر من 70% في عام 2013 [14]، ولعل الاستخدام المتزايد لأسلوب التصميم–بناء يعود بالدرجة الاولى إلى مزاياه الكثيرة والمتنوعة مقارنةً مع الأسلوب التقليدي في التعاقد كمسؤولية الطرف الواحد وتعزيز اليقين المالي للمشروع وتحسين قابلية التشييد وتوفير الكلفة والوقت وتعزيز عملية إدارة المخاطر وإتاحة الفرصة للابتكار والإبداع [5]، وبالرغم من هذه الفوائد الكبيرة لأسلوب التصميم–بناء والنمو المتزايد في استخدامه إلا أن ضعف التحكم بالجودة وانخفاض جودة تنفيذ الكثير من مشروعات التصميم–بناء ما زالت تعتبر من المشكلات الكبيرة التي ترافق استخدام هذا الاسلوب التعاقدي[11]، وقد عزا بعض الباحثين هذه المشكلات إلى العديد من الاسباب من أهمها غياب مرحلة التأهيل المسبق عن الكثير من المشروعات[3]. ولهذا السبب بادر العديد من الباحثين والجهات الحكومية في العديد من الدول إلى إنشاء أنظمة تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء يتم فيها تقييم قدرة كل متعهد على القيام بمهام التصميم والتشييد في المشاريع بناءً على معايير محددة، ومن خلال الاطلاع على تلك الدراسات والأنظمة يلاحظ أنها تحتوي على جوانب متفاوتة من القصور، فالبحث المقدم من قبل (Potter; Sanvido,1994) اعتمد على معايير رئيسية محددة وهي القدرات المالية وخبرات الكوادر البشرية والأداء السابق وأغفل معايير أخرى مؤثرة كالمنازعات والعقوبات السابقة للمتعهد و النواحي الإدارية و التكنولوجية والمعدات الهندسية، وكذلك الأمر بالنسبة للبحث المنجز من قبل (Molenaar; Songer,1998) والذي اقتصر على معياري الخبرة السابقة للكوادر البشرية والأداء السابق في مشروعات التصميم–بناء، ولم يوضح أسس توزيع الدرجات على المعايير، أما البحث المقدم من قبل (Alreshaid;Kartam, 2005) فتم فيه إنشاء نموذج تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء بالاعتماد على معايير القدرات المالية و الخبرات السابقة في المشروعات المشابهة وضمان الجودة مع عدد من المعايير الفرعية، ولم يتم في هذا البحث توضيح كيفية احتساب الدرجة التي يستحقها المتعهد عن بعض المعايير. أما البحث المقدم من (حسن؛ نجا؛ برهوم، 2007) والذي تم إنجازه في سوريا فلا يمكن تطبيقه على مشروعات التصميم–بناء لعدم احتواءه على معايير خاصة بمرحلة التصميم. أما على صعيد التجارب الحكومية، فقد تم إنشاء أنظمة تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء لدى العديد من الوزارات والإدارات الحكومية على المستوى العالمي، فعلى سبيل المثال تقوم إدارة النقل في ولاية أريزونا الأمريكية (**ADOT**) بتطبيق نظام تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء في مجال مشروعات النقل في الولاية، كالطرق والجسور والمطارات، حيث تقوم لجنة فنية من الإدارة وبعد تلقي طلبات التأهيل المسبق من المتعهدين الراغبين في التقدم بعروض لمشروع التصميم–بناء، بإجراء عملية تقييم للمتعهدين طالبي التأهيل وفقاً لعدة

معايير كالأداء السابق ومؤهلات فريق التصميم–بناء وبرنامج الجودة المقترح، لتنتج عن عملية التقييم قائمة مختصرة للمتعهدين الذين يحق لهم التقدم بعروض لمشروع التصميم–بناء[2]. وتتبع إدارة النقل في ولاية فلوريدا الأمريكية **(FDOT)** نظاماً مشابهاً بمعايير رئيسية هي الخبرة والأداء السابقين ومؤهلات فريق العمل في المشروع والقدرات المالية[8]. أما في كندا فتتبع الهيئات الحكومية نظام تأهيل مسبق لمشروعات التصميم–بناء يتألف من مرحلتين، في المرحلة الأولى يتم تقييم طالبي التأهيل بناءً على معايير مفتاحية رئيسية هي: وجود دعاوى قضائية بحق المتعهد في مشروعات سابقة، قيمة المشروعات المشابهة المنفذة من قبل المتعهد، وجود حوادث وفاة أو إصابات جسيمة في المشروعات السابقة، وجود ترخيص للعمل في المشروعات الحكومية في كندا. وكل متعهد لا يحقق جميع المتطلبات الخاصة بالمعايير الرئيسية لا يحق له الانتقال إلى المرحلة الثانية والتي يتم فيها وضع علامات التأهيل المسبق وفق معايير أخرى هي القدرات المالية، الخبرات السابقة في المشروعات المشابهة، مؤهلات الكادر الفني والإداري. ليتم بعد ذلك إنشاء قائمة مختصرة بالمتعهدين الذين يحق لهم التقدم بعروضهم للمشروع على ألا يتجاوز عدد المتعهدين في هذه القائمة عن أربعة متعهدين[4]. كما تتبع إدارة الخدمات والأشغال العامة في ولاية كوينزلاند بأوستراليا نظام تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء يستند إلى عدة معايير هي الخبرة السابقة للمتعهد، مؤهلات الكادر الإداري الرئيسي، مؤهلات فريقي التصميم والتشييد، نظام الجودة المقترح[7]. يؤخذ على الأنظمة الحكومية السابقة الذكر للتأهيل المسبق إغفالها للعديد من المعايير المؤثرة في عملية التأهيل، كما لم يتم فيها توضيح أسس توزيع الدرجات على المعايير حيث غالباً ما توضع هذه الدرجات بشكل كيفي من قبل الإدارات وهو ما يضفي طابع الشخصانية في التقييم على هذه الأنظمة ويقلل من موثوقيتها في عكس القدرات الحقيقية للمتعهدين. وبالتالي لابد من تطوير هذه الأنظمة بحيث يمكن تطبيقها في مختلف مشروعات التصميم–بناء وبحيث تتضمن جميع المعايير المؤثرة مع وضع أسس واضحة لتوزيع الدرجات على المعايير وهو ما سيتم العمل عليه في هذا البحث.

أهمية البحث وأهدافه:

يكتسب البحث أهميته من خلال الأهمية الكبيرة لعملية التأهيل المسبق في المشروعات، حيث يعتبر التأهيل المسبق من المفاتيح الأساسية لنجاح أي مشروع وهو يساعد في توفير الكثير من الوقت والجهد الذي يهدر في مراجعة ملفات وعروض المتعهدين الذين لا يملكون الحد الأدنى من التأهيل المطلوب، كما يساعد على رفع مستوى التنافسية أثناء تقديم العروض حيث يدرك المتعهد بأنه يتنافس مع آخرين مقاربين له من حيث مستوى التأهيل وهو ما يرفع من جودة العروض المقدمة ويفسح المجال أمام الإبداع والابتكار ويحسن من جودة التنفيذ. وسيتم العمل في هذا البحث على تطوير عملية التأهيل المسبق بما يخص مشروعات التصميم–بناء بغية زيادة فعاليتها في عكس القدرات الحقيقية للمتعهدين طالبي التأهيل، وبالتالي فإن **الهدف الرئيسي من البحث**:

- تطوير نظام تأهيل مسبق خاص بمشروعات التصميم–بناء المملوكة للقطاع الحكومي.

طرائق البحث ومواده:

للوصول إلى أهداف البحث تم استخدام المنهج التحليلي والمنهج المسحي، وتم إنجازه مروراً بالمراحل التالية:

1 – حصر المعايير اللازمة لتقييم مؤهلات متعهدي التصميم–بناء وذلك من خلال إجراء مسح للأبحاث السابقة والعديد من التـجارب العالميــة وإجراء المـقابلات الشخصية مع عـدد من الخـبراء والأكاديميين في سـوريا من ذوي

الخبرة التي تزيد عن 20 عاماً.

2 – حساب أوزان المعايير باستخدام أسلوب التحليل الهرمي الضبابي Fuzzy AHP.

3 – إنشاء نظام لتقدير الدرجات التي يستحقها متعهدو التصميم–بناء عن كل معيار من المعايير الرئيسية والفرعية مع تحديد القيم الدنيا والقصوى لبعض المعايير الكمية من خلال الاستعانة بآراء عدد من الخبراء.

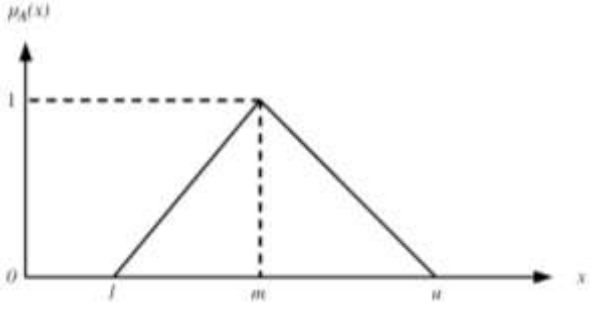
4 – برمجة النظام على الحاسب باستخدام لغة EXCEL VBA لغرض تسهيل عملية الاستخدام.

5–اختبار النظام من خلال إدخال بيانات المتعهدين لمشروع تصميم وتنفيذ محطة معالجة مياه تم فيه إجراء عملية تأهيل مسبق ومقارنة النتائج مع النتائج الحقيقية.

3–1 طريقة التحليل الهرمي الضبابي:

تعتبر طريقة التحليل الهرمي الضبابي امتداداً لطريقة التحليل الهرمي AHP حيث تم تطويرها لكي تعبر بشكل أكثر موضوعية ودقة عن مسائل اتخاذ القرار ذات المعايير غير الكمية والتي تتصف بالغموض، حيث تتعامل هذه الطريقة مع مبدأ الشك في آراء الخبراء بغرض إعطاء عملية التقييم واقعية أكبر وتتسم هذه الطريقة بدقتها العالية نسبياً بالمقارنة مع الطرائق الأخرى لاتخاذ القرار [15]. يتم في هذه الطريقة استخدام المنطق الضبابي في التعامل مع المقارنات الثنائية بين المعايير وذلك عن طريق استخدام المجموعات الضبابية في التعبير عن كل مستوى من مستويات المقارنة. يتم تعريف المجموعة الضبابية بالشكل التالي: $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | \, x \in X\}$، حيث X مجموعة جزئية من مجموعة الأعداد الحقيقية R. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ تعبر عن درجة انتماء العنصر x للمجموعة الضبابية وتأخذ قيمها بين 0 و1 [17].

ويعتبر المثلث الضبابي Triangular Fuzzy Number TFN_S (الشكل 1) من أشهر المجموعات الضبابية المستخدمة في مسائل المقارنة الثنائية بين المعايير[17]، حيث يتم تعريفه بالشكل:



$$\tilde{A} = (l, m, u)$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \dfrac{x-l}{m-l}, & l \le x \le m \\ \dfrac{u-x}{m-x}, & m \le x \le u \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

الشكل (1) : المثلث الضبابي TFNs

أما خطوات إيجاد أوزان المعايير باستخدام أسلوب FAHP فهي كالتالي:

1–تحديد الأهمية النسبية للمعايير بالنسبة إلى بعضها البعض عن طريق إجراء المقارنات الثنائية فيما بينها من قبل عدد من الخبراء وباستخدام المقياس المقترح من قبل (Saaty; Vargas,2008) [13]، والمبين في الجدول التالي:

جدول (1) : مقياس (Saaty: Vargas)

درجة الأفضلية (مقياس لغوي)	درجة الأفضلية		
	القيمة الرقمية	المجموعة الضبابية	مقلوب عناصر المجموعة الضبابية
أفضلية مطلقة للأول على الثاني	9	(9,9,9)	(1/9,1/9,1/9)
أفضلية قوية جداً إلى مطلقة للأول على الثاني	8	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
أفضلية قوية جداً للأول على الثاني	7	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
أفضلية قوية إلى قوية جداً للأول على الثاني	6	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
أفضلية قوية للأول على الثاني	5	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
أفضلية متوسطة إلى قوية للأول على الثاني	4	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
أفضلية متوسطة للأول على الثاني	3	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
أفضلية متساوية إلى متوسطة للأول على الثاني	2	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
أفضلية متساوية للأول على الثاني	1	(1,1,1)	(1,1,1)

2–تشكيل مصفوفة المقارنة الثنائية لكل خبير من الخبراء وباستخدام القيم الرقمية الموجودة في الجدول (1) ومن ثم حساب نسبة التناسق CR لتحديد فيما إذا كانت المقارنات متضاربة أم متناسقة وذلك وفقاً للعلاقة التالية:

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (1)$$

حيث CI مؤشر التناسق ويتم حسابه من خلال العلاقة:

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

حيث n عدد المعايير. λ_{max} القيمة الذاتية الأعظمية لمصفوفة المقارنة. RI مؤشر العشوائية ويتم الحصول عليه من الجدول (2):

جدول (2): مؤشر العشوائية

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

إذا كانت قيمة $CR<0.1$ فإنه يمكن اعتبار أحكام الخبراء متناسقة، أما في حال كان $CR>0.1$ تعتبر الأحكام متضاربة [13].

3–استبعاد جميع الخبراء أصحاب المقارنات الثنائية المتضاربة.

4–تحويل مصفوفة المقارنة الثنائية المتناسقة لكل خبير إلى الشكل الضبابي باستخدام المجموعات الضبابية المبينة في الجدول(1). حيث يتم التعبير عن مصفوفة المقارنة الثنائية الضبابية لكل خبير رياضياً بالشكل التالي:

$$(\tilde{a}_{ij})_{nxn} = \begin{pmatrix} (1,1,1) & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & (1,1,1) & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & (1,1,1) \end{pmatrix} \quad [15]$$

حيث $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ و $1/\tilde{a}_{ij} = (1/u_{ij}, 1/m_{ij}, 1/l_{ij})$.

5–تجميع مصفوفات المقارنة الثنائية المتناسقة للخبراء وعددهم (K) في مصفوفة واحدة للحصول على مصفوفة المقارنة النهائية ووفقاً للعلاقات التالية [9]،[15]:

$$(A_{ij})_{nxn} : \tilde{A}_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$$

$$L_{ij} = \min(l_{ijk}) \ , M_{ij} = \left(\prod_{k=1}^{k} m_{ijk}\right)^{1/k} , U_{ijk} = \max(U_{ijk}) \qquad (3)$$

6-حساب أوزان المعايير باستخدام أسلوب تحليل المدى لتشانغ Chang's fuzzy extent analysis وذلك بتطبيقه على مصفوفة المقارنة الثنائية الضبابية المجمعة، وفقاً للخطوات التالية [9]،[12]،[15]،[16]،[17]:

أ-حساب قيمة المدى الاصطناعي الضبابي S لكل معيار i من خلال العلاقة التالية:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} A_{ij} * \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} A_{ij}\right]^{-1} \qquad (4)$$

حيث:

$$\sum_{j=1}^{n} A_{ij} = \left(\sum_{j=1}^{n} L_{ij}, \sum_{j=1}^{n} M_{ij}, \sum_{j=1}^{n} U_{ij}\right) \qquad (5)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} A_{ij}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} U_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} L_{ij}}\right) \qquad (6)$$

ب-حساب احتمال أن تكون قيمة S لكل معيار أكبر من قيمتها لكل معيار من المعايير الأخرى من خلال العلاقة:

$$V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}j) = \begin{cases} 1 & if \quad Mi \geq Mj \\ 0 & if \quad Lj \geq Ui \\ \dfrac{Lj - Ui}{(Mi - Ui) - (Mj - Lj)} & otherwise \end{cases} \qquad (7)$$

حيث $\tilde{S}i = (Li, Mi, Ui)$ و $\tilde{S}j = (Lj, Mj, Uj)$

جـ-حساب احتمال أن تكون قيمة S لكل معيار أكبر من قيمتها لجميع المعايير الأخرى من خلال العلاقة:

$$V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \ldots, \tilde{S}_m) = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_1) \ and \ V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_2) \ and \ \ldots\ldots and \ V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_2) = \min V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_r) = \acute{W}(\tilde{S}_i) \neq 0. \quad for \quad r = 1,2,3, \ldots\ldots, m \, ; i \neq r \qquad (8)$$

د-تشكيل شعاع أوزان المعايير $W = (W_1, W_2, \ldots\ldots\ldots\ldots, W_n)^T$ بحيث تحسب قيمة كل عنصر من عناصر هذه المصفوفة من خلال العلاقة:

$$W_i = \frac{\acute{W}(\tilde{S}_i)}{\sum_{i=1}^{n} \acute{W}(\tilde{S}_i)} \qquad (9)$$

النتائج والمناقشة:

1 معايير التأهيل المسبق لمتعهدي التصميم-بناء وأوزانها:

1-1 استنباط معايير التأهيل المسبق:

بعد الاطلاع على الأبحاث والدراسات السابقة ذات الصلة بالبحث وكذلك تجارب الجهات الحكومية التي لديها أنظمة تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم-بناء، تم إعداد قائمة بالمعايير المؤثرة في عملية التأهيل المسبق في مجال مشروعات التصميم-بناء، بعد ذلك تمت مراجعة هذه القائمة مع 15 خبيراً من الباحثين و المهندسين والمتعهدين من ذوي الخبرة التي تزيد عن 20 عاماً في مجال العقود الهندسية، مما نتج عنه إضافة بعض المعايير ودمج المعايير

المتشابهة وتقسيم هذه المعايير إلى عدة مستويات من المعايير الفرعية. حيث أنه بالإضافة إلى المعايير الرئيسية التي اتفقت جميع الدراسات والتجارب العالمية على إضافتها في مجال التأهيل المسبق في مشروعات التصميم–بناء وهي الأداء السابق والخبرة السابقة والنواحي المالية والكوادر البشرية، تمت إضافة معايير أخرى مثل معيار الآليات والمعدات الهندسية بما يتضمنه من معايير فرعية مثل ملكية المعدات وكفايتها وجاهزيتها وغيرها، حيث يجب على المالك أن يتأكد من مدى قدرة الآليات والمعدات الهندسية المتوافرة لدى متعهد التصميم–بناء على أداء الأعمال المطلوبة في المشروع لتجنب التأخيرات وأي فشل آخر في تنفيذ المشروع. كما تمت إضافة معايير أخرى كالنواحي الإدارية والتكنولوجية والتخطيط والمتابعة وتفصيلها إلى عدة معايير فرعية وهي معايير تعزز في حال توافرها من الأداء العام للشركة أو المؤسسة. بالإضافة إلى ذلك تم إجراء بعض التعديلات على المعايير الفرعية الخاصة بمعايير الخبرة السابقة والأداء السابق والكوادر البشرية بالمقارنة مع ما هو موجود في التجارب العالمية بغرض إعطائها المرونة الكافية لاستخدامها في جميع أنواع مشروعات التصميم–بناء، أما خصوصية كل مشروع ونوعه فيتم التعامل معها في مرحلة تقييم العروض وهي المرحلة اللاحقة لمرحلة التأهيل المسبق. يبين الملحق (1) المعايير الرئيسية والفرعية للتأهيل المسبق في مشروعات التصميم–بناء مع مصادر استنباط كل من هذه المعايير.

2-1 حساب أوزان المعايير:

من الطبيعي لأي أمر يتأثر بعوامل متعددة أن تكون أهمية وشدة تأثير هذه العوامل متفاوتة فيما بينها وعند حساب مقدار هذا الأمر يتعين أخذ هذا الاختلاف بعين الاعتبار وذلك عن طريق إعطاء هذه العوامل أوزان مختلفة بناءً على مقدار أهميتها وشدة تأثيرها. توجد العديد من الوسائل والمنهجيات التي تتبع لتحديد وحساب هذه الأوزان، وتعتبر طريقة التحليل الهرمي الضبابي FAHP من الأدوات الرياضية الحديثة والمتقدمة في هذا الإطار وتم استخدامها في العديد من الدراسات المشابهة [9]، [15]. وهي تتطلب تحديد الأهمية النسبية للمعايير بالنسبة إلى بعضها البعض عن طريق إجراء مقارنات ثنائية فيما بين المعايير الرئيسية وكذلك فيما بين المعايير الفرعية لكل معيار رئيسي وأيضاً فيما بين المعايير المتفرعة عن كل معيار فرعي بغية تحديد الأوزان، ولهذا الغرض تم الاستعانة بعدد من المهندسين والمتعهدين والأكاديميين من ذوي الخبرة في مجال البحث. سيتم فيما يلي عرض لتطبيق أسلوب التحليل الهرمي الضبابي على المعايير الرئيسية، مع العلم أن الخطوات التالية تم تطبيقها على المعايير الفرعية لكل معيار رئيسي وعلى المعايير المتفرعة عن كل معيار فرعي وتم الاستعانة ببرنامجي EXCEL وMATLAB لتنفيذ هذه الخطوات. يبين الجدول (3) مصفوفة المقارنة الثنائية للمعايير الرئيسية لأحد الخبراء حيث تم فيها استخدام القيم الرقمية الموجودة في الجدول(1):

جدول (3): جدول مقارنة ثنائية لأحد الخبراء

	النواحي المالية	الاداء السابق	الخبرة السابقة	الموارد البشرية	النواحي الادارية	الاليات والمعدات	التكنولوجيا	ضمان الجودة	التخطيط	التغطية التأمينية	المنازعات السابقة
النواحي المالية	1	1/3	1/2	1/2	4	2	5	3	1	4	3
الاداء السابق	3	1	2	2	8	5	9	6	5	7	6
الخبرة السابقة	2	1/2	1	2	7	4	8	5	4	6	5
الموارد البشرية	2	1/2	1/2	1	6	3	7	4	3	5	4
النواحي الادارية	1/4	1/8	1/7	1/6	1	1/4	2	1/3	1/5	1/2	1/4
الاليات والمعدات	1/2	1/5	1/4	1/3	4	1	5	2	1/2	3	2
التكنولوجيا	1/5	1/9	1/8	1/7	1/2	1/5	1	1/3	1/5	1/2	1/4
ضمان الجودة	1/3	1/6	1/5	1/4	3	1/2	3	1	1/3	2	1/2
التخطيط	1	1/5	1/4	1/3	5	2	5	3	1	3	5
التغطية التأمينية	1/4	1/7	1/6	1/5	2	1/3	2	1/2	1/3	1	2
المنازعات السابقة	1/3	1/6	1/5	1/4	4	1/2	4	2	1/5	1/2	1

بعد ذلك تم حساب نسبة التناسق CR لجميع مصـفوفات المقارنة الثنائية وفقاً للعلاقة (1) وتم الإبقاء على الخبراء

الذين أعطوا مقارنات متناسقة في جميع المستويات الرئيسية والفرعية للمعايير وبلغ عددهم (7) خبراء. ثم تم تحويل

مصفوفات المقارنة الثنائية للمعايير لكل خبير إلى الشكل الضبابي باستخدام المجموعات الضبابية المبينة في الجدول(1). يبين الجدول (4) الشكل الضبابي لمصفوفة المقارنة الثنائية المبينة في الجدول (3):

جدول (4) مصفوفة المقارنة الثنائية الضبابية لأحد الخبراء

	النواحي المالية			الأداء السابق			الخبرة السابقة			الموارد البشرية			النواحي الإدارية			الآليات والمعدات			التكنولوجيا			ضمان الجودة			التخطيط			التغطية التأمينية			المنازعات السابقة		
النواحي المالية	1	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	5	6	7	1	2	3	2	3	4	1	1	1	3	4	5	1	1	1	4	5	6
الأداء السابق	1/4	1/3	1/2	1	1	1	1/3	1/2	1	1/3	1/2	1	3	4	5	1/2	1	2	1/3	1/2	1	1/4	1/3	1/2	1/5	1/4	1/3	1/5	1/4	1/3	1/6	1/5	1/4
الخبرة السابقة	1/3	1/2	1	1	2	3	1	1	1	1/3	1/2	1	4	5	6	1/3	1/2	1	1/4	1/3	1/2	1/5	1/4	1/3	1/6	1/5	1/4	1/6	1/5	1/4	1/7	1/6	1/5
الموارد البشرية	1/3	1/2	1	1/2	1	2	1/2	1	2	1	1	1	3	4	5	1/3	1/2	1	1/5	1/4	1/3	1/6	1/5	1/4	1/7	1/6	1/5	1/7	1/6	1/5	1/8	1/7	1/6
النواحي الإدارية	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1	1/3	1/2	1	1/5	1/4	1/3	1	2	3	1/5	1/4	1/3	1/6	1/5	1/4	1/7	1/6	1/5	1/8	1/7	1/6	1/8	1/7	1/6	1/9	1/8	1/7
الآليات والمعدات	1/3	1/2	1	1/2	1	2	1/3	1/2	1	1/4	1/3	1/2	3	4	5	1	2	3	1/3	1/2	1	1/6	1/5	1/4	1/9	1/8	1/7	1/9	1/8	1/7	1/9	1/9	1/8
التكنولوجيا	1/6	1/5	1/4	1/9	1/9	1/9	1/9	1/8	1/7	1/8	1/7	1/6	1/3	1/2	1	1/6	1/5	1/4	1	2	3	1/9	1/8	1/7	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1	1
ضمان الجودة	1/4	1/3	1/2	1/7	1/6	1/5	1/6	1/5	1/4	1/5	1/4	1/3	2	3	4	1/4	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1/7	1/6	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
التخطيط	1	1	1	1/6	1/5	1/4	1/5	1/4	1/3	1/6	1/5	1/4	4	5	6	1/3	1/2	1	1/2	1	2	1/6	1/5	1/4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
التغطية التأمينية	1/5	1/4	1/3	1/8	1/7	1/6	1/7	1/6	1/5	1/7	1/6	1/5	5	6	7	1/2	1	2	1/3	1/2	1	1/5	1/4	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
المنازعات السابقة	1/4	1/3	1/2	1/7	1/6	1/5	1/6	1/5	1/4	1/6	1/5	1/4	4	5	6	1/3	1/2	1	1/4	1/3	1/2	1/6	1/5	1/4	1	1	1	1	1	1	1	1	1

بعد ذلك تم تجميع المصفوفات الضبابية للخبراء في مصفوفة واحدة وذلك بحسب العلاقة (3). يبين الجدول (5) مصفوفة المقارنة الثنائية الضبابية المجمعة للخبراء وذلك للمعايير الرئيسية:

جدول (5) المصفوفة الضبابية المجمعة للخبراء بالنسبة للمعايير الرئيسية

		التوالجي المثلية			الإلغاء السابق			الخبرة السابقة			التوالجي المثلية			الموارد البشرية			التوالجي الإدارية			الآليات والمعدات			التكنولوجيا			ضمان الجودة			التخطيط			التغطية التأمينية			المنازعات السابقة
		L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	
المنازعات السابقة	L	1	2.62	4	1	4.31	6	1	4.64	6	1	2.88	5	1	2.88	5	0.2	0.28	0.5	0.2	0.35	0.5	0.2	0.3	0.5	0.25	0.38	0.5	0.33	0.5	1	0.17	0.23	0.33	0.25
	M	1	2.88	5	1	4.64	7	1	5.31	7	1	2.88	5	1	2.88	5	0.2	0.28	0.5	0.2	0.35	0.5	0.2	0.3	0.5	0.25	0.38	0.5	0.33	0.5	1	0.17	0.23	0.33	0.25
	U	1	2.62	4	1	4.31	6	1	4.64	6	1	2.88	5	1	2.88	5	0.2	0.28	0.5	0.2	0.35	0.5	0.2	0.3	0.5	0.25	0.38	0.5	0.33	0.5	1	0.17	0.23	0.33	0.25
التغطية التأمينية	L	1	4.31	6	1	6.32	8	1	6.32	8	1	4.64	6	1	4.64	6	0.2	0.55	1	0.2	0.55	1	0.2	0.38	1	0.25	0.44	1	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.5	0.25
	M	1	4.31	6	1	6.32	8	1	6.32	8	1	4.64	6	1	4.64	6	0.2	0.55	1	0.2	0.55	1	0.2	0.38	1	0.25	0.44	1	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.5	0.25
	U	1	4.31	6	1	6.32	8	1	6.32	8	1	4.64	6	1	4.64	6	0.2	0.55	1	0.2	0.55	1	0.2	0.38	1	0.25	0.44	1	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.5	0.25
التخطيط	L	1	2.88	5	1	3.91	6	1	3.91	6	1	2.88	5	1	2.88	5	0.2	0.28	0.5	0.2	0.35	0.5	0.2	0.3	0.5	0.25	0.38	0.5	0.33	0.5	1	0.17	0.23	0.33	0.25
	M	1	2.88	5	1	3.91	6	1	3.91	6	1	2.88	5	1	2.88	5	0.2	0.28	0.5	0.2	0.35	0.5	0.2	0.3	0.5	0.25	0.38	0.5	0.33	0.5	1	0.17	0.23	0.33	0.25
	U	1	2.88	5	1	3.91	6	1	3.91	6	1	2.88	5	1	2.88	5	0.2	0.28	0.5	0.2	0.35	0.5	0.2	0.3	0.5	0.25	0.38	0.5	0.33	0.5	1	0.17	0.23	0.33	0.25
ضمان الجودة	L	1	2	4	1	3	4	1	3	4	1	2	4	1	2	4	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2
	M	1	3	5	1	4	7	1	4	7	1	3	6	1	3	6	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2
	U	1	4	7	1	5	9	1	5	9	1	4	7	1	4	7	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2	0.44	1	0.2
التكنولوجيا	L	1	5.31	7	1	5.65	9	1	5.31	9	1	4.31	6	1	4.31	6	0.2	1.59	3	0.2	1.59	3	0.2	1	1	0.25	2.62	4	0.25	2.62	4	0.25	2.62	4	0.25
	M	1	5.31	7	1	5.65	9	1	5.31	9	1	4.31	6	1	4.31	6	0.2	1.59	3	0.2	1.59	3	0.2	1	1	0.25	2.62	4	0.25	2.62	4	0.25	2.62	4	0.25
	U	1	5.31	7	1	5.65	9	1	5.31	9	1	4.31	6	1	4.31	6	0.2	1.59	3	0.2	1.59	3	0.2	1	1	0.25	2.62	4	0.25	2.62	4	0.25	2.62	4	0.25
الآليات والمعدات	L	1	2.88	5	1	4.31	6	1	3.63	5	1	2.62	4	1	2.62	4	0.2	0.26	0.5	0.2	0.26	0.5	0.2	0.23	0.333	0.2	0.33	0.5	0.2	0.33	0.5	0.2	0.33	0.5	0.2
	M	1	2.88	5	1	4.31	6	1	3.63	5	1	2.62	4	1	2.62	4	0.2	0.26	0.5	0.2	0.26	0.5	0.2	0.23	0.333	0.2	0.33	0.5	0.2	0.33	0.5	0.2	0.33	0.5	0.2
	U	1	2.88	5	1	4.31	6	1	3.63	5	1	2.62	4	1	2.62	4	0.2	0.26	0.5	0.2	0.26	0.5	0.2	0.23	0.333	0.2	0.33	0.5	0.2	0.33	0.5	0.2	0.33	0.5	0.2
التوالجي الإدارية	L	3	4.31	6	3	5.94	8	2	4.93	7	1	3.63	5	1	3.63	5	0.2	0.33	1	0.2	0.33	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2
	M	4	4.31	6	4	5.94	8	3	4.93	7	1	3.63	5	1	3.63	5	0.2	0.33	1	0.2	0.33	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2
	U	4	4.31	6	4	5.94	8	3	4.93	7	1	3.63	5	1	3.63	5	0.2	0.33	1	0.2	0.33	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2	0.63	1	0.2
الموارد البشرية	L	1	1.59	3	1	2.29	4	1	2.29	4	1	2.29	4	1	2.29	4	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14
	M	1	1.59	3	1	2.29	4	1	2.29	4	1	2.29	4	1	2.29	4	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14
	U	1	1.59	3	1	2.29	4	1	2.29	4	1	2.29	4	1	2.29	4	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14	0.2	0.33	0.14
الإلغاء السابق	L	1	0.35	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.12	0.14	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11
	M	1	0.35	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.12	0.14	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11
	U	1	0.35	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.12	0.14	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11
الخبرة السابقة	L	1	0.25	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11
	M	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11
	U	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	1	0.44	1	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.13	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11	0.14	0.17	0.11
التوالجي المثلية	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2
	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2
	U	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	0.2

– ثم تم حساب المدى الاصطناعي الطبيعي لكل معيار رئيسي وفقاً للعلاقات (4)،(5)،(6). وذلك كما يلي:

$$\left[\sum_{i=1}^{11}\sum_{j=1}^{11} A_{ij}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{11}\sum_{j=1}^{11} U_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{11}\sum_{j=1}^{11} M_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{11}\sum_{j=1}^{11} L_{ij}}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{334.19}, \frac{1}{233.78}, \frac{1}{152.32}\right)$$

حساب قيمة S لمعيار النواحي المالية:

$$\sum_{j=1}^{11} A_{1j} = \left(\sum_{j=1}^{11} L_{1j}, \sum_{j=1}^{11} M_{1j}, \sum_{j=1}^{11} U_{1j}\right) = (1+0.2+0.25+0.33+3+1+4+2+1+3+1, 1+0.35+0.44+0.63+4.31+2.88+5.31+3+1+4.31+2.62, 1+1+1+1+6+5+7+4+1+6+4 = (16.783, 25.85, 37)$$

$$S_1 = \left(\frac{1}{334.19}, \frac{1}{233.78}, \frac{1}{152.32}\right) * (16.783, 25.85, 37) = (0.05, 0.111, 0.243)$$

وبنفس الأسلوب تم حساب قيم S لباقي المعايير وتم الحصول على النتائج التالية (ترقيم المعايير تم وفقاً للترتيب الوارد في الملحق (2) و الجداول (3)،(4)و(5)):

$S_2 = (0.111, 0.218, 0.433)$, $S_3 = (0.085, 0.181, 0.374)$, $S_4 = (0.056, 0.135, 0.302)$,

$S_5 = (0.011, 0.022, 0.056)$, $S_6 = (0.033, 0.077, 0.176)$, $S_7 = (0.009, 0.016, 0.039)$,

$S_8 = (0.017, 0.046, 0.118)$, $S_9 = (0.047, 0.101, 0.220)$, $S_{10} = (0.016, 0.042, 0.109)$,

$S_{11} = (0.022, 0.052, 0.124)$.

– ثم تم حساب $V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}j)$ من خلال العلاقة (7) لجميع المعايير وذلك كما يلي:

معيار النواحي المالية:

$$V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}2) = \frac{0.111 - 0.243}{(0.111 - 0.243) - (0.218 - 0.111)} = 0.552$$

$$V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}3) = \frac{0.085 - 0.243}{(0.111 - 0.243) - (0.181 - 0.085)} = 0.692$$

$$V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}4) = \frac{0.056 - 0.243}{(0.111 - 0.243) - (0.135 - 0.056)} = 0.886$$

$V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}5) = 1$, $V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}6) = 1$, $V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}7) = 1$, $V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}8) = 1$, $V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}9) = 1$, $V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}10) = 1$, $V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}11) = 1$.

وبنفس المنهجية السابقة تم حساب قيم $V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}j)$ لباقي المعايير الموضحة في الجدول (6):

جدول (6): نتائج قيم $V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}j)$ للمعايير الرئيسية

Si	V(S1≥Si)	V(S2≥Si)	V(S3≥Si)	V(S4≥Si)	V(S5≥Si)	V(S6≥Si)	V(S7≥Si)	V(S8≥Si)	V(S9≥Si)	V(S10≥Si)	V(S11≥Si)
S1	1	1	1	1	0	0.789	0	0.513	0.945	0.461	0.556
S2	0.552	1	0.877	0.697	0	0.317	0	0	0.483	0	0
S3	0.692	1	1	0.824	0	0.467	0	0.198	0.628	0.146	0.232
S4	0.886	1	1	1	0	0.676	0	0.414	0.829	0.365	0.451
S5	1	1	1	1	1	1	0.836	1	1	1	1
S6	1	1	1	1	0.293	1	0.084	0.734	1	0.686	0.784
S7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S8	1	1	1	1	0.618	1	0.424	1	1	0.962	1
S9	1	1	1	1	0.107	0.844	0	0.566	1	0.515	0.612
S10	1	1	1	1	0.662	1	0.469	1	1	1	1
S11	1	1	1	1	0.528	1	0.315	0.942	1	0.900	1

– بعد ذلك تم حساب $V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, , , , , \tilde{S}_m)$ لجميع المعايير وذلك من خلال العلاقة(8) كما يلي:

معيار النواحي المالية:

$$V(\tilde{S}i \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, , , , , \tilde{S}_m) = V(\tilde{S}1 \geq \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11})$$
$$= \min(1, 0.552, 0.692, 0.886, 1, 1, 1, 1, 1, 1) = 0.552 = \hat{W}(\tilde{S}_1)$$

وبالأسلوب ذاته تم الحساب لباقي المعايير مع إهمال القيم الصفرية بالاستناد إلى العلاقة(8):

$$V(\tilde{S}2 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 1 = \hat{W}(\tilde{S}_2)$$
$$V(\tilde{S}3 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.877 = \hat{W}(\tilde{S}_3)$$
$$V(\tilde{S}4 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.697 = \hat{W}(\tilde{S}_4)$$
$$V(\tilde{S}5 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.107 = \hat{W}(\tilde{S}_5)$$
$$V(\tilde{S}6 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.317 = \hat{W}(\tilde{S}_6)$$
$$V(\tilde{S}7 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.084 = \hat{W}(\tilde{S}_7)$$
$$V(\tilde{S}8 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.198 = \hat{W}(\tilde{S}_8)$$
$$V(\tilde{S}9 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_{10}, \tilde{S}_{11}) = 0.483 = \hat{W}(\tilde{S}_9)$$
$$V(\tilde{S}10 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{11}) = 0.146 = \hat{W}(\tilde{S}_{10})$$
$$V(\tilde{S}11 \geq \tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \tilde{S}_3, \tilde{S}_4, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_8, \tilde{S}_9, \tilde{S}_{10}) = 0.232 = \hat{W}(\tilde{S}_{11})$$

– ثم تم الحساب النهائي لأوزان المعايير وفقاً للعلاقة (9) وذلك كما يلي:

معيار النواحي المالية:

$$W_1 = \frac{0.552}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.118$$

معيار الأداء السابق:

$$W_2 = \frac{1}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.213$$

معيار الخبرة السابقة:

$$W_3 = \frac{0.877}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.187$$

معيار الموارد البشرية:

$$W_4 = \frac{0.697}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.148$$

معيار النواحي الإدارية:

$$W_5 = \frac{0.107}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.023$$

معيار الآليات والمعدات:

$$W_6 = \frac{0.317}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.068$$

معيار التكنولوجيا:

$$W_7 = \frac{0.084}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.018$$

معيار ضمان الجودة:

$$W_8 = \frac{0.198}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.042$$

معيار التخطيط:

$$W_9 = \frac{0.483}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.103$$

معيار التغطية التأمينية:

$$W_{10} = \frac{0.146}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.031$$

معيار المنازعات السابقة:

$$W_{11} = \frac{0.232}{0.552 + 1 + 0.877 + 0.697 + 0.107 + 0.317 + 0.084 + 0.198 + 0.482 + 0.146 + 0.232} = 0.049$$

تظهر النتائج تركز أكثر من نصف وزن التأهيل في معايير الأداء السابق، الخبرة السابقة، الكوادر البشرية والنواحي المالية وهي المعايير التي اعتمدت عليها الهيئات والإدارات الحكومية التي تمتلك أنظمة تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء. كما يلاحظ حصول معيار التخطيط والمتابعة على مرتبة متقدمة وهو ما يعكس زيادة الوعي لدى المختصين بأهمية أنظمة التخطيط والمتابعة في تحسين إنتاجية المشروع من حيث الوقت والكلفة.

– تم حساب أوزان المعايير الفرعية لكل معيار رئيسي والمعايير المتفرعة عن كل معيار فرعي بنفس الخطوات السابقة. يبين الجدول (7) المعايير الرئيسية والفرعية مرتبة بحسب الأوزان المحسوبة لكل منها:

جدول (7) : أوزان المعايير الرئيسية والفرعية مع ترتيب المعايير

	المعيار		الوزن			
1	الأداء السابق		0.213			
	1	مستوى الأداء السابق في مشروعات الجهة الحكومية صاحبة المشروع		0.378		
		1 في مشروعات التصميم–بناء المشابهة			0.393	
		2 في مشروعات التصميم المشابهة			0.333	
		3 في مشروعات التشييد المشابهة			0.274	
	2	مستوى الأداء السابق في مشروعات (التصميم–بناء) المشابهة، لمالكين آخرين		0.365		
	3	وجود عقوبات سحب الأعمال و إنهاء العقد أو منع التعاقد مع الجهات الحكومية		0.173		
	4	وجود حوادث وفاة أو إصابات جسدية ومادية جسيمة في المشروعات السابقة		0.084		
2	الخبرة السابقة في مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع		0.187			
	1	عدد مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع المفترض (في نفس مجال المشروع)		0.373		
	2	عدد سنوات الخبرة في مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع		0.316		
	3	متوسط قيمة مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع المفترض (في نفس مجال المشروع)		0.311		
3	الموارد البشرية		0.148			

		0.418		فريق التصميم			1
	0.370			متوسط عدد سنوات الخبرة		1	
0.755				في المشروعات المشابهة	1		
0.245				في مجال التصميم بشكل عام	2		
	0.344			العدد		2	
	0.286			المؤهل العلمي.		3	
		0.363		فريق التشييد			2
	0.369			متوسط عدد سنوات الخبرة		1	
0.641				في المشروعات المشابهة	1		
0.359				في مجال التشييد بشكل عام	2		
	0.359			العدد		2	
	0.272			المؤهل العلمي.		3	
		0.219		الكادر الإداري (المدراء ورؤساء الأقسام)			3
	0.379			متوسط عدد سنوات الخبرة في العمل الإداري		1	
	0.372			العدد		2	
	0.249			المؤهل العلمي.		3	
			0.118	النواحي المالية			4
		0.298		نسبة حجم رأس المال العامل (القابل للاستثمار) إلى الكلفة التقديرية للمشروع			1
		0.287		القدرة على سداد الدفعات قصيرة الأجل (نسبة السيولة).			2
		0.215		نسبة متوسط قيمة العقود المنجزة خلال السنوات الثلاث الأخيرة إلى الكلفة التقديرية للمشروع.			3
		0.126		المديونية (نسبة الديون إلى إجمالي الأصول)			4
		0.074		الربحية (نسبة الأرباح السنوية إلى إجمالي الاصول)			5
			0.103	التخطيط والمتابعة			5
		0.2		وجود قسم لتخطيط وجدولة العمليات في المشروع			1
		0.191		وجود نظام لمراقبة وتقييم الأعمال في المشروع			2
		0.172		وجود نظام لتقييم وإدارة المخاطر			3
		0.154		وجود نظام للتحكم بالكلفة			4
		0.143		وجود نظام لتوثيق التنفيذ الفعلي للمشروع			5
		0.139		وجود نظام لتقييم الأداء في المشروعات السابقة			6
			0.068	الآليات والمعدات الهندسية			6
		0.286		جاهزية المعدات والآليات الهندسية للعمل ومتوسط عمرها			1
		0.239		كفاية المعدات والآليات المتوافرة لتنفيذ المشروع (عدد)			2
		0.189		متوسط خبرة العمال في تشغيل المعدات والآليات الهندسية			3
		0.180		وجود نظام لصيانة المعدات والآليات الهندسية			4
		0.106		ملكية المعدات والآليات الهندسية			5
			0.049	المنازعات في المشروعات السابقة			7
			0.042	ضمان الجودة			8
		0.383		مستوى الجودة في المشروعات السابقة			1
		0.313		وجود شهادة مطابقة جودة من إحدى المنظمات العالمية المختصة.			2
		0.303		وجود نظام للتحكم بالجودة			3
			0.031	التغطية التأمينية			9
		0.380		وجود تغطية تأمينية للأشغال			1
		0.322		وجود تغطية تأمينية لإصابات الأفراد وتضرر الممتلكات			2

	3	وجود تغطية تأمينية للمعدات والآليات الهندسية		0.298		
10		النواحي الإدارية والتنظيمية	0.023			
	1	وجود نظام لتحفيز العاملين.		0.395		
	2	وجود قسم لتدريب وتأهيل الكوادر البشرية.		0.302		
	3	كفاية التجهيزات المكتبية		0.165		
	4	وجود فروع أخرى لمؤسسة المتعهد		0.076		
	5	وجود قسم للأبحاث والتطوير.		0.062		
11		النواحي التكنولوجية	0.018			
	1	استخدام تقنيات نمذجة معلومات البناء في التصميم والبرامج الهندسية الأخرى		0.37		
	2	امتلاك إمكانية التصنيع في الموقع		0.34		
	3	وجود براءات اختراع في مجال التصميم أو التشييد		0.24		
	4	وجود موقع على الانترنت		0.05		

يلاحظ فيما يتعلق بالمعايير الفرعية للمعايير الرئيسية غلبة المعايير المتعلقة بمرحلة التصميم على معايير مرحلة التشييد وهذا ينبع من إدراك الخبراء بأن الأخطاء في مرحلة التصميم تعتبر المصدر الأول للمنازعات والمطالبات في المشروعات الهندسية وعليه ينبغي إيلاء هذه المرحلة الاهتمام الأكبر في عملية التأهيل المسبق. أما المعايير الفرعية لمعيار الأداء السابق فيلاحظ غلبة معيار الأداء السابق في مشروعات الجهة صاحبة المشروع على معيار مستوى الأداء السابق لمشروعات المالكين الآخرين وهذا يعود إلى احتمال أن يقوم بعض المالكين بإعطاء معلومات غير دقيقة حول مستوى الأداء السابق لمتعهدي التصميم/بناء في مشروعاتهم. كما يلاحظ حصول المعايير الفرعية لمعياري الجودة والتغطية التأمينية على أوزان متساوية تقريباً.

4-2 استمارة التأهيل المسبق لمتعهدي التصميم-بناء:

بغرض مساعدة الجهة المالكة للمشروع في الحصول على المعلومات اللازمة للتأهيل المسبق من متعهدي التصميم-بناء بطريقة موحدة ومنظمة وبحيث تساعد على حساب درجة التأهيل لكل متعهد، تم تصميم استمارة تأهيل مسبق (ملحق 2) لمتعهدي التصميم-بناء تضمنت أسئلة شملت جميع الجوانب المرتبطة بالمعايير الفرعية والرئيسية. ليتم بناءً عليها حساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن كل معيار من المعايير والدرجة الكلية للتأهيل.

4-3 نظام تحديد الدرجات المستحقة لمتعهدي التصميم-بناء:

يتم حساب درجة التأهيل النهائية لمتعهد التصميم-بناء من خلال المعادلة التالية:

$$P_s = \sum_{c=1}^{n} P_c * W_c \qquad [3]$$

حيث P_c الدرجة المستحقة للمتعهد عن المعيار الرئيسي c.

W_c وزن المعيار الرئيسي c، n عدد المعايير الرئيسية

أما الدرجة المستحقة للمتعهد عن كل معيار رئيسي فيتم حسابها من خلال المعادلة:

$$P_c = \sum_{sc=1}^{m} P_{sc} * W_{sc} \qquad [3]$$

حيث P_{sc} الدرجة المستحقة للمتعهد عن المعيار الفرعي sc للمعيار الرئيسي c.

W_{sc} وزن المعيار الفرعي sc للمعيار الرئيسي c، m عدد المعايير الفرعية للمعيار الرئيسي c.

وبنفس الأسلوب السابق يتم حساب الدرجة المستحقة لكل معيار فرعي تتفرع عنه معايير أخرى، أما المعايير الفرعية في المستوى الأخير (التي لا تتفرع عنها أية معايير) فيتم حساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن كل منها وفقاً للمنهجية التالية:

– بالنسبة للمعايير الكمية فلا بد أولا من تحديد القيم القصوى والدنيا لهذه المعايير، فعلى سبيل المثال ضمن المعيار الرئيسي "الخبرة السابقة" هناك معيار فرعي هو" عدد سنوات الخبرة" ومن المنطقي بأن المتعهد الذي ليس له أية سنوات خبرة سيعطى الدرجة "صفر" عن هذا المعيار، والسؤال هنا، متى يستحق المتعهد الدرجة الكاملة عن هذا المعيار؟، وكذلك ما هو الحد الأدنى الذي يمكن للجهة المالكة القبول به بالنسبة لعدد سنوات الخبرة؟ وهذا ما ينطبق على الكثير من المعايير الكمية الأخرى. وللإجابة عن هذه الأسئلة فقد تم سؤال عدد من الخبراء (مهندسين وباحثين أكاديميين) من ذوي الخبرة التي تزيد عن 20 عاماً في مجال مشروعات التشييد عن القيم الدنيا والقصوى للمعايير الكمية، مع العلم بأن هذه القيم وضعت لغرض اختبار النظام وهي ليست ملزمة لأصحاب المشاريع ويمكن تعديلها بحسب متطلبات وخصائص المشروع. يبين الجدول (8) القيم القصوى والدنيا للمعايير الكمية وفق إجابات الخبراء (حيث تمثل الأرقام المبينة متوسط إجابات الخبراء بشكل تقريبي):

جدول (8): القيم القصوى والدنيا للمعايير الكمية

م	المعيار	القيمة القصوى	القيمة الدنيا
1	عدد مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع المفترض	15	5
2	عدد سنوات الخبرة في مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع	25	5
3	نسبة متوسط قيمة مشروعات التصميم–بناء المشابهة للمشروع المفترض والمنفذة من قبل المتعهد إلى القيمة التقريبية للمشروع المفترض	1.5	0.8
4	نسبة رأس المال العامل إلى الكلفة التقديرية للمشروع المفترض	1	0.5
5	نسبة متوسط كلفة العقود المنجزة خلال السنوات الثلاثة الأخيرة إلى الكلفة التقديرية للمشروع المفترض	1	0.6
6	نسبة الأصول المتداولة إلى المطلوبات المتداولة (نسبة السيولة العادية)	2.5	1
7	نسبة الديون إلى إجمالي الأصول الثابتة والمتداولة (نسبة المديونية)	0	0.3
8	نسبة الأرباح السنوية إلى إجمالي الأصول الثابتة والمتداولة (نسبة الربحية)	0.1	0.02
9	متوسط نسبة جاهزية المعدات والآليات الهندسية للعمل	100%	80%
10	نسبة المعدات والآليات الهندسية المملوكة إلى إجمالي المعدات والآليات الهندسية الموجودة	100%	50%
11	متوسط عدد سنوات الخبرة لفريق التصميم في المشروعات المشابهة	25	5
12	متوسط عدد سنوات الخبرة لفريق التصميم في مجال التصميم الهندسي بشكل عام	25	5
13	متوسط عدد سنوات الخبرة لفريق التشييد في المشروعات المشابهة	25	5
14	متوسط عدد سنوات الخبرة لفريق التشييد في مجال التشييد بشكل عام	25	5
15	متوسط عدد سنوات خبرة المدراء ورؤساء الدوائر والأقسام في مجال العمل الإداري	25	5
16	متوسط عدد سنوات خبرة العمال في تشغيل المعدات والآليات الهندسية	20	5
17	عدد أفراد فريق التصميم	50	10
18	عدد أفراد فريق التشييد	100	30
19	عدد المدراء ورؤساء الدوائر والأقسام	20	10

ويتم حساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن كل معيار من المعايير المبينة في الجدول (8) من خلال المعادلة:

$$D = \frac{V - Vmin}{Vmax - Vmin} * 100$$

حيث V القيمة التي حققها المتعهد بالنسبة للمعيار.

$Vmin$ القيمة الدنيا للمعيار.

$Vmax$ القيمة القصوى للمعيار.

وفي حال كانت $V>Vmax$ تعتمد القيمة القصوى، ويمنح المتعهد الدرجة 100 عن هذا المعيار، أما إذا كان $V<Vmin$ فعندها يعطى المتعهد الدرجة (0) عن هذا المعيار أو يمكن للجهة صاحبة المشروع استبعاد المتعهد من عملية التأهيل.

– أما المعايير الفرعية التي تكون إجابة السؤال الخاص بها في استمارة التأهيل المسبق هي "نعم" أو "لا" ففي هذه الحالة يعطى المتعهد الدرجة كاملة "100" عن هذا المعيار في حال تحققه والدرجة "0" في حال عدم تحققه.

– أما بالنسبة لمعياري " وجود عقوبات بإنهاء العقد أو منع التعاقد مع الجهات الحكومية " و" وجود حوادث وفاة أو إصابات جسدية ومادية جسيمة في المشروعات السابقة" فيمكن للجهة المالكة استبعاد المتعهد من عملية التأهيل المسبق في حال تحقق هذين المعيارين أو الاكتفاء بإعطاء المتعهد الدرجة "0". وفي حال عدم تحقق هذين المعيارين فيعطى المتعهد الدرجة الكاملة"100" عنهما.

– هناك بعض المعايير التي تخضع للتقدير الذاتي للجهة المالكة عن المشروع حيث يتم وضع الدرجات المستحقة للمتعهد عنها وفقاً لملائمة هذه المعايير لمتطلبات المشروع وكذلك مدى جودتها ودرجة اكتمالها، وذلك بعد معاينتها ودراسة الوثائق المرتبطة بها، هذه المعايير هي: نظام صيانة المعدات والآليات الهندسية، نظام تحفيز العاملين، نظام التحكم بالجودة، نظام التصنيع في الموقع، نظام مراقبة وتقييم الاعمال في المشروع، نظام تقييم وإدارة المخاطر، نظام التحكم بالكلفة، نظام توثيق التنفيذ الفعلي للمشروع، نظام تقييم الأداء في المشروعات السابقة، التجهيزات المكتبية، كفاية المعدات والآليات الهندسية أما الدرجة القصوى لهذه المعايير فهي"100" والدرجة الدنيا"0".

–أما باقي المعايير الفرعية فتبين الجداول والمعادلات التالية كيفية حساب الدرجات المستحقة للمتعهد عن كل منها:

- معايير مستوى الأداء السابق ومستوى الجودة في المشروعات: تم الاعتماد على المقياس المبين في الجدول (9) لحساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن كل معيار. حيث يتم الحصول على الإجابات الخاصة بكل مشروع من أصحاب هذه المشاريع كما هو مبين في استمارة التأهيل المسبق.

جدول(9) : مقياس معايير مستوى الأداء السابق ومستوى الجودة

وزن الإجابة	الإجابة عن مستوى الأداء أو مستوى الجودة في المشروع
1	ممتاز
0.75	جيد
0.5	متوسط
0.25	مقبول
0	غير مقبول

ويتم حساب الدرجة المستحقة للمتعهد لكل معيار من معايير مستوى الأداء السابق ومستوى الجودة في المشروعات السابقة من خلال المعادلة:

$$D = \frac{n1 + 0.75 * n2 + 0.5 * n3 + 0.25 * n4}{n} * 100$$

حيث $n1$ عدد المشروعات (التي يشملها المعيار) ذات المستوى "ممتاز"

$n2$ عدد المشروعات (التي يشملها المعيار) ذات المستوى "جيد"

$n3$ عدد المشروعات (التي يشملها المعيار) ذات المستوى "متوسط"

$n4$ عدد المشروعات (التي يشملها المعيار) ذات المستوى "مقبول"

n عدد المشروعات التي يجري حساب مستوى الأداء (أو مستوى الجودة) لها.

- المعايير الخاصة بالمؤهل العلمي للكوادر البشرية: تم الاعتماد على المقياس المبين في الجدول (10) لحساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن كل معيار وذلك على الشكل الآتي:

جدول(10) : مقياس معايير المؤهل العلمي للكوادر البشرية

المؤهل العلمي	وزن الإجابة
دكتوراه	1
ماجيستير	0.75
بكالوريوس	0.5
معهد متوسط	0.25
شهادة ثانوية وما دون	0

ويتم حساب الدرجة المستحقة للمتعهد لكل معيار من معايير المؤهل العلمي لفريق التصميم وفريق التشييد والكادر الإداري من خلال المعادلة:

$$D = \frac{m1 + 0.75 * m2 + 0.5 * m3 + 0.25 * m4}{m} * 100$$

حيث $m1$ عدد حاملي درجة "الدكتوراه" في مجال الاختصاص من المشمولين بالمعيار(فريق التصميم أو فريق التشييد أو الإداريين).

$m2$ عدد حاملي درجة "الماجيستير" في مجال الاختصاص من المشمولين بالمعيار.

$m3$ عدد حاملي درجة "البكالوريوس" في مجال الاختصاص من المشمولين بالمعيار.

$m4$ عدد حاملي شهادة معهد متوسط في مجال الاختصاص من المشمولين بالمعيار

m عدد أفراد الفريق المشمول بالمعيار.

- معيار المنازعات في المشروعات السابقة: تم الاعتماد على المقياس المبين في الجدول (11) لحساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن معيار المنازعات في المشروعات السابقة.

جدول(11) : مقياس معيار المنازعات السابقة

الإجابة عن نتيجة النزاع	وزن الإجابة
ربح	1
لم يتم البت به	0.5
خسارة	0

ويتم حساب الدرجة المستحقة للمتعهد عن هذا المعيار من خلال المعادلة:

$$D = \frac{l1 + 0.5 * l2}{l} * 100$$

حيث $l1$ عدد المنازعات التي نتيجتها "ربح"

$l2$ عدد المنازعات التي لم تبت

l عدد المنازعات السابقة.

وفي حال التأكد من عدم وجود منازعات في المشروعات السابقة فيمنح المتعهد الدرجة الكاملة عن هذا المعيار.

4-4 تصميم النسخة الحاسوبية من نظام التأهيل لمشروعات التصميم-بناء:

بغية تسهيل عملية استخدام النظام، فقد تمت برمجته على الحاسب باستخدام EXCEL VBA بحيث تكون واجهة المستخدم (الملحق 3) مشابهة لاستمارة التأهيل المسبق. حيث يقوم البرنامج وبعد إدخال جميع المعلومات المتحصل عليها من المتعهدين، عبر استمارة التأهيل المسبق، بحساب درجة التأهيل النهائية المستحقة للمتعهد بالإضافة إلى الدرجة التي حققها في كل معيار من المعايير على حدا. وقد تم في البرنامج إتاحة إمكانية تعديل القيم القصوى والدنيا لبعض المعايير بما يتناسب مع متطلبات المشروع.

4-5 اختبار النظام:

لغرض اختبار النظام الذي تم تطويره في هذا البحث فقد تم الحصول على المعلومات الخاصة بمؤهلات 7 متعهدين أبدوا رغبتهم في التقدم بعروض لتصميم وتشييد محطة معالجة مياه WTP في محافظة حماه في سوريا، حيث تضمنت المعلومات المقدمة من قبل المتعهدين (بناءً على طلب الجهة المانحة):

– الخبرة بالتصميم والبناء لمحطات معالجة المياه والأعمال في مشاريع ذات طبيعة مشابهة خلال الخمس سنوات الماضية.

– المؤهلات والخبرات للكادر الفني الرئيسي المسؤول عن أعمال التشييد وكذلك المصممين والفنيين المقترحين للعمل في المشروع.

– معلومات بشأن الدعاوى القضائية الحالية والسابقة التي يكون العارض طرفاً فيها والأطراف المعنية الأخرى والمبالغ المتنازع عليها.

– تقارير عن الوضع المالي لمقدم العرض ودليلاً على كفاية رأس المال العامل لهذا العقد.

– إجمالي حجم العائدات السنوية والحجم الكلي للأعمال المنفذة في السنوات الخمس الماضية في مشاريع مماثلة أو على نطاق أكبر.

–العقوبات والإدانات المتعلقة بالسلوك المهني.

قامت الجهة المانحة وبعد تقديم المتعهدين لمؤهلاتهم بدراسة هذه المؤهلات وحصر إمكانية تقديم العروض بثلاثة متعهدين (قائمة مختصرة) حيث استغرقت مدة دراسة وثائق المتعهدين للحصول على القائمة المختصرة 14 يوماً.

تم إدخال معلومات التأهيل الخاصة بالمتعهدين الـ 7 على النظام المطور في هذا البحث حيث أظهرت النتائج حصول المتعهدين الواردة أسمائهم في القائمة المختصرة على درجات التأهيل الاعلى، مع العلم أن زمن إدخال المعلومات والحصول على النتائج عن طريق هذا النظام لم يستغرق سوى ساعات قليلة. ولم تتجاوز درجات التأهيل الخاصة بالمتعهدين أصحاب الدرجات الأعلى 50% وهذا يعود إلى أن هذا النظام يغطي جوانب كثيرة من مؤهلات المتعهدين لم تطلبها الشركة المانحة للمشروع كالجودة والمعدات والآليات الهندسية وأنظمة التخطيط والمتابعة والتغطية التأمينية وغيرها، حيث تم إعطاء هذه المعايير الدرجة (0) لجميع المتعهدين في أثناء إدخال بياناتهم ومعلوماتهم على هذا النظام. إن هذه النتائج تظهر فعالية النظام المطور في هذا البحث كأداة مفيدة يمكن لأصحاب المشاريع الاستفادة

منها في توفير الكثير من الوقت والجهد في دراسة ملفات المتعهدين وكذلك في الحصول على نتائج دقيقة تعكس الامكانيات الحقيقية لمتعهدي التصميم–بناء.

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت النتائج حصول معايير الأداء السابق، الخبرة السابقة، الكوادر البشرية والنواحي المالية على أكثر من نصف وزن التأهيل تقريباً وهي المعايير التي اعتمدت عليها الهيئات والإدارات الحكومية التي تمتلك أنظمة تأهيل مسبق لمتعهدي التصميم–بناء. كما بينت النتائج غلبة المعايير المتعلقة بمرحلة التصميم على معايير مرحلة التشييد وهذا ينبع من إدراك الخبراء بأن الأخطاء في مرحلة التصميم تعتبر المصدر الأول للمنازعات والمطالبات في المشروعات الهندسية. كما أن تنظيم عملية التأهيل المسبق بالشكل الذي تم في هذا البحث يساعد على تسريع عملية التقييم بشكل كبير كما يساهم في إعطاء صورة دقيقة عن الإمكانيات الحقيقية لمتعهدي التصميم–بناء وهو ما أظهرته نتائج الحالة الدراسية. وبناءً على نتائج البحث يوصي الباحثون باعتماد أنظمة موحدة للتأهيل المسبق للمتعهدين والاستشاريين بحيث تغطي جميع أنواع المشروعات والخدمات الهندسية بما فيها مشروعات التصميم–بناء. أما فيما يتعلق بالأبحاث المستقبلية فيوصي الباحثون بإجراء دراسات معمقة حول المعايير التي يتم تقييمها بشكل ذاتي في هذا النظام وتفصيلها إلى معايير فرعية يمكن قياسها وذلك لرفع درجة الموضوعية في تقييمها.

المراجع:

[1] حسن، بسام؛ نجا، هاني؛ برهوم، رويدة. *تطوير نظام التأهيل المسبق للمقاولين في سوريا*. مجلة جامعة تشرين

للدراسات والبحوث العلمية_ سلسة العلوم الهندسية، المجلد (28) ، العدد(1)، 2006، 14.

[2] ADOT. *Design-Build Procurement and Administration Guide.* 3rd Edition, ADOT Construction Group, Arizona ، USA ، 2007, 46.

[3] Al-RESHAID, K; KARTAM, N. *Design–build pre-qualification and tendering approach for public projects*. International Journal of Project Management, Vol.23, 2005, 309-320.

[4] CCDC. *A Guide to Pre-Qualification.* Canadian Construction Documents Committee ، Canada ، 2016, 40.

[5] CHAN, A.P.C; Ho, D.C.K; TAM, C.M. *Design and build project- success factors: multivariate analysis.* Journal of Construction Engineering and Management. Vol.127, 2001, 93–100.

[6] CHANG, D. *Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP*, European Journal of Operational Research, Vol.95, 1996, 649–655.

[7] Department of Housing and Public Works. *Contractor PQC Tendering and Selection Process.* Queensland Department of Housing and Public Works, Queensland ، Australia ، 2014, 25.

[8] FDOT. *Design-Build procurement and administration.* Office of Environment Management, Florida Department of Transportation, Florida ، USA ، 2015, 58.

[9] KHODADADI,S ; KUMAR,D . *Contractor selection with risk assessment by using AHP Fuzzy method*, International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 5, N^{O} .2, 2013, 311-318.

[10] MOLENAAR, K.R.; SONGER, A.D. *Model for public sector Design-Build project selection.* Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.124, N^{o}.6，1998, 467-479.

[11] PALANEESWARAN, E. *Contractor selection systems for design-build projects.*

University of Hong Kong, Hong Kong, 2000, 466.

[12] POTTER, K; SANVIDO, V. *Implementing a design-build prequalification System.* Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 11, N^{o} .3, 1995, 30-34.

[13] SAATY**,** T**;** VARGAS, L. *Prediction, Projection and Forecasting*, 1ST .ed., Springer Netherlands , 2008 ,254.

[14] SURATKON, A. *Japanese design -build: an analysis of its uniqueness based on responsibility and risk allocation in construction contracts*. Graduate School of Engineering, Chiba University, Japan, 2013, 38.

[15] VAHIDNIA, M; ALESHEIKH,A;ALIMOHAMMADI,A. *Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives* Journal of Environmental Management , Vol.90,2009,3048–3056.

[16] WANG,Y; LUO,Y; HUA,Z. *Decision Support On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications,* European Journal of Operational Research, Vol.186 ,2008, 735–747.

[17] ZHU, K; JING ,Y; CHANG ,D . *A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP*, European Journal of Operational Research,Vol.116 ,1999, 450-456.