

تقدير التكاليف العامة لمشاريع الأبنية السكنية باستخدام الشبكات العصبونية

علي جنود*

(تاريخ الإيداع ٢٠ / ١١ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ٢ / ٢ / ٢٠٢٠)

الملخص

تعتبر عملية تقدير التكاليف العامة للمشاريع الإنشائية من أهم الخطوات الملازمة لأعمال دراسة الجدوى الاقتصادية للمشاريع والتي تعتبر من الأساسيات في عملية اتخاذ القرار بتنفيذ المشروع من عدمه. إن التطور المستمر في مجال صناعة التشييد أدى لظهور صعوبات وتعقيدات تتطلب الحاجة الى مقاولين مختصين، و في مثل هذه البيئات تتغير التكاليف العامة للمشاريع وتتزايد الصفة التنافسية بين المقاولين حيث أن أداء المقاول التنافسي مرتبط بقيمة هذه التكاليف، وتقديرها الخاطئ أدى إلى خسارة الكثير من المقاولين وخروجهم من العمل مما زاد من أهمية ودور هذه التكاليف لدى المقاولين وضرورة وجود منهجية دقيقة للتنبؤ بقيمتها الحقيقية والمساهمة في تحقيق الأهداف المرجوة من المشروع.

تم في هذا البحث استخدام الشبكات العصبونية لإجراء عملية تقدير التكاليف العامة للمشروع في مرحلة التقدم للعطاء ، وتم اعتماد مشاريع الأبنية السكنية في بناء نموذج الشبكة العصبونية لتقدير التكاليف العامة لهذا النوع من المشاريع.

الكلمات المفتاحية: إدارة مشاريع، الشبكات العصبونية، تقدير التكاليف العامة.

*أستاذ مساعد في قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

Estimating The Overall Costs Of Residential Building Projects Using Neural Networks

Ali Janoud*

(Received 20 / 11 / 2019 . Accepted 2 / 2 / 2020)

Abstract

The process of estimating the overhead costs of construction projects is one of the most important steps inherent in the feasibility study of the projects, which is considered essential in the decision-making process to implement the project or not. The continuous development in the construction industry has led to difficulties and complexities requiring the need for specialized contractors. In such environments, the overhead costs of projects are changing and contractors are becoming more competitive as the contractor's competitive performance is linked to the value of these costs. Miscalculation led to the loss of many contractors and their exit from work, which increased the importance and role of these costs for contractors and the need for a precise methodology to predict their true value and contribute to the achievement of the desired objectives of the project.

In this research, neural networks were used to conduct the project cost estimation in the bidding stage. Residential building projects were adopted in constructing the neural network model to estimate the general costs of this type of project.

Keywords: project management, neural network, estimate of overhead costs.

* Prof. assistant, Department of Construction and Management Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعد عملية التقدير الأولي للتكاليف العامة للمشاريع الإنشائية واحدة من أهم الجوانب الضرورية لحسن سير العمل في أي شركة بناء، فهي بمثابة شريان الحياة للشركة وتقديرها يعد من أهم المهام في إدارة هذه المشاريع كما أن عشرات الأبحاث أكدت على التأثير الكبير لدقة تقديرها على أداء المشاريع، فالتكاليف العامة ذات أهمية كبيرة في تقديرات الإنشاء، وتجاهل أهميتها أخرج الكثير من المقاولين من سوق العمل، لأنها تشكل جزء مهم ومؤثر من تكاليف الإنشاء الإجمالية[1].

إن تقدير التكاليف العامة للمشروع هو مهمة صعبة، حيث أن كثير من المقاولين اختاروا اقتطاع نسبة مئوية من قيمة التكاليف المباشرة للمشروع أدى بهم إلى الحصول على تقديرات خاطئة وصورة غير واضحة عن مالية المشروع الأمر الذي أكد على ضرورة دراسة المقاولين لاشتراطات العقد بدقة وحذر، إن قيمة هذه التكاليف تختلف من مشروع لآخر مع العلم أنها تزايدت في الأعوام الأخيرة بسبب التطورات المتسارعة التي تشهدها بيئة صناعة التشييد وعدم قدرة المقاولين على مواكبتها بالشكل المطلوب وظهور صعوبات في التحكم بهذه التكاليف وضبط قيمتها. وبسبب اعتماد الكثير من المشاريع الحيوية على خدمات المقاولين دفع هذا بالمقاولين للعمل ضمن شروط تنافسية قوية وبالتالي تقديمهم للخدمات بأقل تكلفة وجودة عالية، وبالتالي أدنى حد لهامش الربح، وفي هذه البيئة التنافسية الشديدة وانخفاض هامش الربح، الطريقة الوحيدة للبقاء في المنافسة هي ضبط وتخفيض التكاليف مع الحفاظ على جودة المنتج، والتكاليف العامة للمشروع هي نقطة بداية جيدة لتخفيض التكاليف لأنها بمثابة "حصادة صامته لأرباح المقاول المحتجرة". علاوة على ذلك قيمتها ترتفع بشكل مستمر دون انخفاض مؤدية لأعلى تكاليف إنتاج من أي وقت مضى [1].

ماهية التكاليف العامة للمشروع:

التكاليف العامة للمشروع هي جزء رئيسي من نفقات المقاول المالية لإنشاء وإدارة المشروع ككل ، وهي ليست تكاليف خاصة بعنصر عمل محدد في المشروع ولا يمكن اسنادها إلى نوع عمل معين فيه دون غيره، إنما ينفقها المقاول لتأمين الدعم المستمر لإنجاز كافة أعمال المشروع حتى الانتهاء منه وتنفيذه وفق ما هو متفق عليه من شروط ومواصفات، وتصنف على أنها تكاليف غير مباشرة مرتبطة بشكل رئيسي بتوفير الخدمات المتعلقة بالموقع العام للمشروع كتكاليف إدارة المشروع وموظفي الموقع والتأمين والمرافق والخدمات القائمة في الموقع وغيرها من البنود غير الموجودة في جدول الأعمال، وعناصر الكلفة المكونة لهذه التكاليف متنوعة كثيراً وفق ظروف وخصائص كل مشروع وقيمتها تعتمد على العديد من العوامل المؤثرة المرتبطة بدورها بخصائص واشتراطات العقد، وقيمتها تتراوح بين 10 و 30% لمجموع التكاليف المباشرة للمشروع(المجموع الكلي لتكاليف المواد والعمال والآليات) [2] .

أهمية تقدير التكاليف العامة للمشروع:

يعد تقدير التكاليف العامة للمشروع في مرحلة التقدم للعرض إحدى المهام الرئيسية والضرورية للمقاول في تحقيق الأهداف الاستراتيجية المرجوة للشركة من الاستثمار في تنفيذ المشاريع لأهميته في تكوين صورة مالية صحيحة للمقاول عن الميزانية المطلوبة للمشروع والتنبؤ بحجم الأرباح المتوقعة منه من خلال التنبؤ بحجم هذه التكاليف، وأهمية تخفيض قيمة هذه التكاليف وتأثيرها على زيادة أرباح المشروع والدور الكبير للموارد العامة المرتبطة بهذه التكاليف على حسن سير تنفيذ أعمال النشاطات الرئيسية للمشروع والمتعلقة بالتكاليف المباشرة، وتأثير تخفيض هذه التكاليف ودوره الهام في تحقيق رضا العملاء الذي يساعد في الحفاظ على سمعة الشركة والبقاء في السوق، وانعكاس التقدير الخاطئ لهذه التكاليف على إنجاز مهام المشروع وتأثيره على الحد من كمية أرباح المقاول وخلق مشاكل مالية تؤدي بالمقاول للخسارة والابتعاد عن تحقيق الأهداف المرجوة من المشروع وخروج المقاول تدريجياً من سوق العمل بشكل نهائي [3].

في الكثير من المشاريع كان تقدير المقاولين للتكاليف المباشرة للمشروع مشابهاً جداً لعروض الأسعار المختلفة بينما كانت الاختلافات الرئيسية بين عطاءات المتنافسين في قيمة التكاليف العامة للمشروع الأمر الذي دعا بالكثير منهم إلى تحسين دقة تسعير العطاء من خلال توجيه الجهود لتطوير أساليب وطرق مختصة لتقدير التكاليف العامة للمشروع. أكدت الدراسات على أنه لا يوجد بالضبط طريقة محددة لتقدير التكاليف العامة المترتبة للشركة في المشروع ومن الضروري إيجاد منهجية دقيقة لتحديد التكاليف العامة التي تنفقها شركات البناء على المشاريع وهذا من شأنه تسهيل تقدير وتسعير أعمال البناء والميزانيات، وأن المجال الرئيسي الذي يسمح للمقاول بكسب ميزة تنافسية عند التقدم للعطاء هو القدرة على التقدير الدقيق للتكاليف العامة للمشروع والتحكم بها، إن التقدير الدقيق للتكاليف العامة للمشروع عمل أساسي لنجاح تقديم العطاءات وأهمية التخطيط للتكاليف العامة وارتباطه بالظروف المستقبلية واعتماده على تحليل التكاليف العامة لمشاريع الشركة في الفترات السابقة لتقدير التكاليف العامة للمشاريع المستقبلية وضرورة تحديد استراتيجية لأمثلة تكاليف النفقات العامة للحد من هذه التكاليف والوصول إلى نظام إدارة فعال وزيادة القدرة التنافسية للشركة [4].

طرق تقدير التكاليف العامة للمشروع:

بيّنت الظروف الحالية لصناعة التشييد عدم وجود طريقة واحدة واضحة، مخصصة ومعتمدة من قبل مقاولي البناء لتقدير التكاليف العامة للمشروع والتنبؤ بها بشكل دقيق ، مع وجود اختلاف بين المقاولين بالنسبة لتصوراتهم وأفكارهم الخاصة عن هذه التكاليف وتعدد المنهجيات والطرق المتبعة من قبلهم لتقديرها والتنبؤ بقيمتها، وأن لكل مقاول منهجيته الخاصة في التنبؤ بها معتمدين بشكل رئيسي على خبراتهم المكتسبة من تنفيذهم لمشاريع متشابهة سابقة وأيضاً وفق ظروف المشروع والعناصر المكونة لهذه التكاليف والعوامل المؤثرة بها، وبيّنت الأبحاث أن إجراءات التقدير الخاصة المتبعة من مختلف المقاولين للتنبؤ بقيمة التكاليف العامة ليست بالمستوى المطلوب من الدقة و تستهلك الكثير من الوقت والجهد لديهم في سبيل تقدير قيمة التكاليف العامة للمشروع [5].

لكن وفق ما أكدته الأبحاث السابقة في هذا المجال فإن الطرق التالية تعتبر من أهم الطرق المتبعة وأكثرها اعتماداً من قبل مختلف المقاولين لتقدير التكاليف العامة للمشروع، وهذه الطرق هي :

أ. تقدير أولي تفصيلي بالاعتماد على اشتراطات ومواصفات المشروع (من وثائق العقد) من خلال تفحص متطلبات العقد وتقدير حجم الموارد المطلوبة (عدد موظفي الإشراف بالموقع وحجم المرافق والخدمات المؤقتة في الموقع).

ب. الاعتماد على القيمة الإجمالية للتكاليف المباشرة كأساس لحسابها وذلك بتقدير قيمة التكاليف العامة للمشروع كنسبة مئوية من القيمة الاجمالية للكلفة المباشرة للمشروع.

تقدير قيمة التكاليف العامة للمشروع من خلال إضافة مبلغ مقطوع يُقدّر بحسب الخبرة إلى القيمة الإجمالية [7,6]. إن عملية تقدير التكاليف العامة للمشاريع الإنشائية تعتبر واحدة من أكثر المفاهيم التي يساء فهمها من قبل المقاولين عند دراسة وتخطيط أعمالهم، فهي تبدو لهم على أنها أمراً بسيطاً يمكن معالجته بالاعتماد على التخمينات والتوقعات المستمدة من الخبرات المتراكمة للأعمال السابقة، لكنها حقيقةً نشاط مهم يحتاج لقدر كبير من الانتباه والدقة وتقديرها أمر أساسي لتحديد ربحية المقاول، واختيار أفضل طريقة لتقديرها ليس بالأمر السهل، حيث يجب أن يتم تخصيص منهجية متقدمة مبنية على أسس علمية دقيقة تستند إلى تحليل دقيق للعوامل المؤثرة فيها لتساهم في إعطاء المقاول تصور واضح عنها، ويوجد اليوم العديد من الانظمة البرمجية في قطاع البناء يمكن أن تساعد في بناء وتطوير هذه المنهجية بطريقة مفهومة ودقيقة والوصول من خلالها للتنبؤ بالقيمة الحقيقية لهذه التكاليف وبالتالي المساعدة في اتخاذ قرار بتنفيذ المشروع وخروجه إلى حيز التنفيذ بصورة مرضية.

تُقسم التكاليف العامة الى فئتين:

• الفئة الأولى التكاليف العامة للمشروع:

تشمل جميع التكاليف التي لا يمكن تحميلها أو اسنادها مباشرة الى نوع أو عنصر عمل محدد في المشروع لكنها مطلوبة وضرورية لإنشاء وإدارة المشروع ككل، ومن هذه التكاليف [أجور المهندسين، موظفي الموقع، المراقبين، تجهيز الموقع (طرق - أسوار - بوابات....)، التأمين، الرسوم، الاختبارات، تكاليف الطوارئ، الظروف غير المتوقعة، تكاليف اعادة العمل، الأبنية والمكاتب المؤقتة، سيارات الخدمة، تأمين المياه والكهرباء والاتصالات للموقع، المعدات المكتبية والمعدات المستأجرة وغيرها [5].

• الفئة الثانية التكاليف العامة للشركة:

هي التكاليف التي ينفقها المكتب الرئيسي للشركة والتي تطبق على الشركة بأكملها، وتشمل جميع التكاليف التي تتحملها الشركة في مجال الأعمال التجارية ودعم عملية الانتاج وهي غير مرتبطة مباشرة بمشروع معين، ويتم توزيع هذه التكاليف على جميع مشاريع الشركة [8].

مشكلة البحث:

- وعي المقاول وإدراكه لمفهوم التكاليف العامة للمشاريع وتأثيرها على تحقيق الأرباح المرجوة من المشروع ليس بالمستوى المطلوب ولا يلائم أهميتها كعنصر رئيسي من عناصر تكاليف الإنشاء .
- لا يوجد في الواقع الحالي لبيئة صناعة التشييد في سوريا طرق علمية دقيقة متبعة من قبل مقاولي الإنشاءات عند تقدير التكاليف العامة للمشاريع تستند إلى تحليل دقيق للعوامل المؤثرة على هذه التكاليف بحيث تؤدي إلى تقدير دقيق لقيمة هذه التكاليف لإعطاء صورة واضحة للمقاول عن حجم أرباحه المأمولة من المشروع وإبقائه في السوق.

هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تقدير التكاليف العامة للمشاريع الإنشائية باستخدام إحدى تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتمثلة بالشبكات العصبونية الاصطناعية في مرحلة تقدم المقاول للعطاء ودراسة الجدوى الاقتصادية للمشروع لتأثيرها الملحوظ على ميزانية المشروع بحيث يمكن أصحاب القرار من الاستعانة به في وضع ميزانية أولية لأي مشروع جديد لاحقاً وأخذ صورة واضحة عن قيمة هذه التكاليف ومن خلاله التنبؤ بحجم الأرباح التي سيحصل عليها المقاول من المشروع.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في إمكانية تطبيق النموذج المقدم والاستعانة به عند تقدير التكاليف العامة لمشاريع الأبنية السكنية في سوريا، لاسيما وأن المشاريع المتشابهة التي تمت تغذية النموذج بها منفذة في ثلاثة محافظات هي (حماء، اللاذقية، طرطوس) بحيث تمكن مقاولي الإنشاءات من استخدام هذا النموذج كأداة للتقدير والاستعانة به في مرحلة التقدم للعطاء ودراسة الجدوى الاقتصادية للمشروع ويساهم النموذج في تكوين صورة مالية صحيحة للمشروع وأخذ فكرة دقيقة عن حجم الأرباح المرجوة عند التقدم لعطاءات مشابهة.

حدود البحث:

المشاريع التي تم اعتمادها في الدراسة هي مشاريع الأبنية السكنية التابعة لمقاولي القطاع الخاص المتواجدين في ثلاث محافظات سورية هي (حماء - اللاذقية - طرطوس) ، والتقدير المدروس لقيمة هذه التكاليف هو تقدير أولي في مرحلة التقدم للعطاء عند دراسة الجدوى الاقتصادية له.

منهجية البحث:

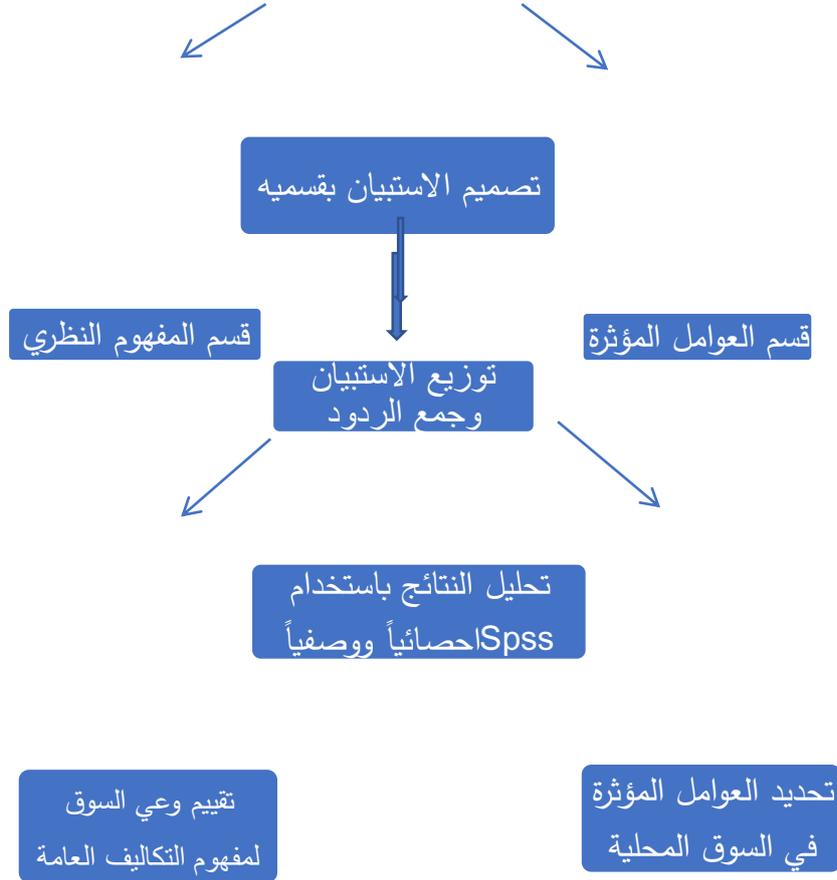
تم استخدام المنهج التحليلي الوصفي لإجراء الدراسة الميدانية لواقع سوق صناعة التشييد في سورية من حيث إدراك مفهوم التكاليف العامة وكيفية تقدير هذه التكاليف، ومن ثم تطوير نموذج الشبكة العصبونية المقترح لتقدير التكاليف العامة لمشاريع الأبنية السكنية بالاعتماد على عينة من هذه المشاريع للدراسة وفق بيانات عدد من العوامل المؤثرة عليها ، لتكون مراحل العمل في البحث وفق ما هو موضح في الشكل (1):



الشكل(1) مراحل العمل.

طرائق البحث ومواده:

إن الإجراءات المتبعة لتحليل واقع المفهوم الحالي للتكاليف العامة في السوق المحلية تم العمل عليه وفق الخطوات الآتية والموضحة في الشكل (2)



الشكل (2) مراحل تصميم ومعالجة الاستبيان.

تم تصميم استبيان بعنوان "استبيان حول التكاليف العامة للمشاريع الإنشائية" بالاعتماد على ما تضمنته الدراسات المرجعية حول مفهوم التكاليف العامة والعوامل المؤثرة بها.

الاستبيان مكون من قسمين:

القسم الأول: خاص بالمفهوم النظري للتكاليف العامة، يحتوي على خمسة أسئلة متعلقة بمدى فهم وإدراك المستبان لمفهوم التكاليف العامة، يتخللها تعريف توضيحي لمفهوم التكاليف العامة للمشروع كما يحتوي على حقول متعلقة بالمعلومات الشخصية لأصحاب العلاقة بمجتمع الدراسة.

القسم الثاني: عبارة عن جدول العوامل الرئيسية المؤثرة على التكاليف العامة والتي تم اعتمادها بناءً على الدراسات المرجعية، ومن خلاله يتم تحديد العوامل الأكثر تأثيراً على قيمة التكاليف العامة بناءً على الإجابات المقدمة من قبل عينة الاستبيان.

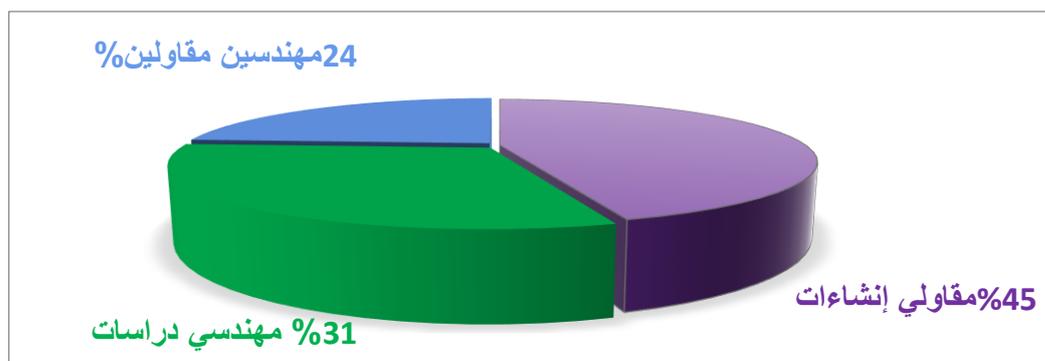
توزيع الاستبيان وجمع الردود:

- تم توزيع 75 نسخة من الاستبيان على عينة من المقاولين (مقاول - مهندس مقاول) بمختلف التصنيفات ومهندسي الاستشارات والتنفيذ في شركات القطاع العام والخاص.
- جمع الردود: من خلال الاستبيان تمت الاستجابة من قبل 66 نسخة من عينة الدراسة وبعد الاطلاع على نسخ الاستبيانات تم استبعاد 5 نسخ منها بسبب عدم الدقة في الإجابة ليبقى 61 نسخة من عينة الاستبيان صالحة للدراسة.

تحليل النتائج:

إن تحليل إجابات القسم الأول من الاستبيان تتضمن النقاط الآتية:

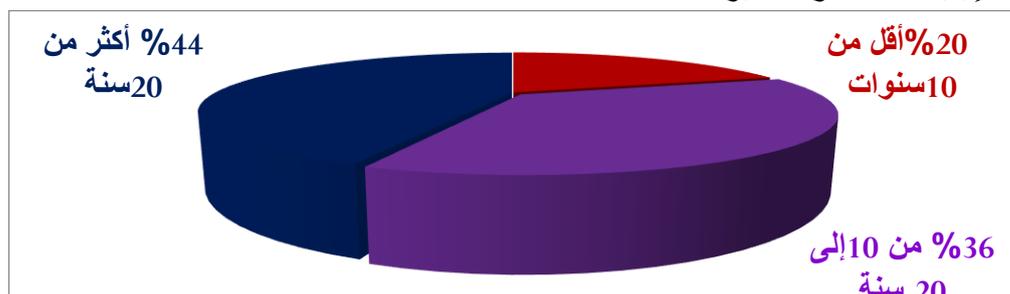
1. إجابات التصنيف كنسبة مئوية من العدد الكلي للعينة وهي موضحة في الشكل (3):



الشكل (3) نتائج تصنيف عينة الاستبيان.

نلاحظ أن 69% من تصنيف عينة الاستبيان هي مقاولي الإنشاعات (مقاول - مهندس) وهذا من شأنه أن يعطي نتائج مقبولة عن مستوى وعي مقاولي السوق المحلية لمفهوم التكاليف العامة.

2. إجابات عدد سنوات الخبرة:

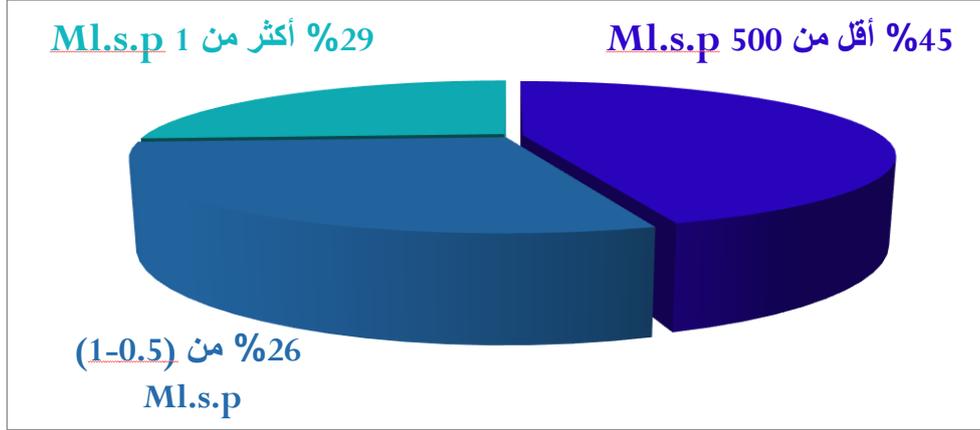


الشكل (4) نتائج عدد سنوات الخبرة للعينة.

نلاحظ أن 80% من العينة المدروسة هم من أصحاب الخبرة العالية في مجال صناعة التشييد وهي فئة تمتلك خبرة أكثر من 10 سنوات في السوق وبالتالي لديها صورة واضحة عن مفهوم هذه التكاليف.

3. إجابات حجم الأعمال المنفذة:

إن حجم الأعمال المنفذة من قبل عينة الدراسة موضحة في الشكل (5).

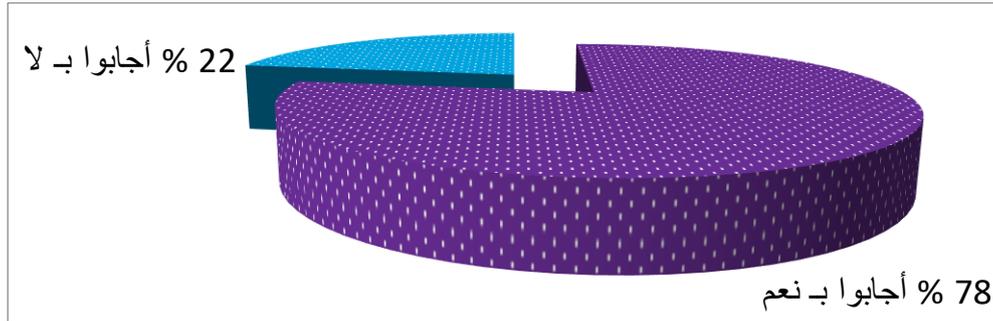


الشكل (5) نتائج حجم الأعمال المنفذة للعينة.

يتضح من الشكل (5) أن عينة الدراسة 55% منها يزيد حجم أعمالهم الكلي عن 0.5 مليار ليرة سورية وهذا مؤشر جيد يدل على العدد الكبير للمشاريع المنفذة من قبلهم ويعكس خبرة عالية لديهم في مجال صناعة التشييد في السوق المحلية.

4. هل لديك فكرة عن مفهوم التكاليف العامة أو سمعت بها من قبل؟

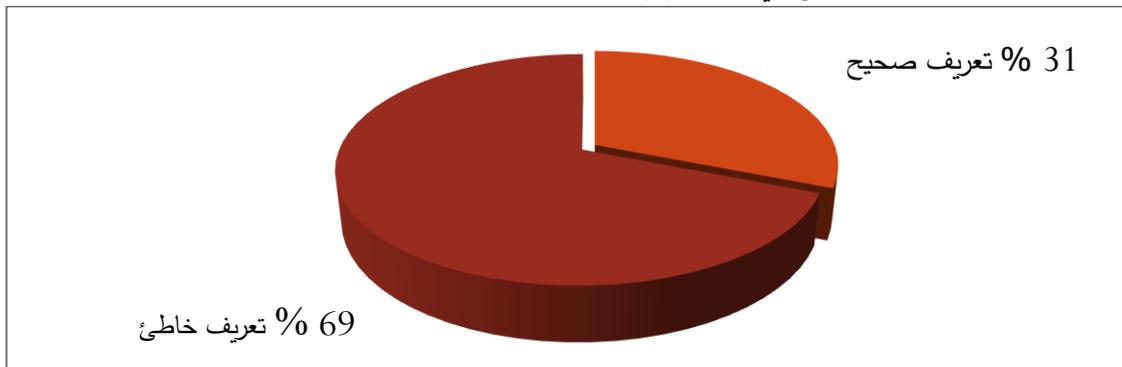
يوضح الشكل (6) نتائج إجابات العينة المدروسة.



الشكل (6) مفهوم التكاليف العامة لدى العينة.

يتضح من الشكل (6) أن 78% من العينة الذين أجابوا بـ (نعم) أي يمتلكون فكرة صحيحة ومفهوم واضح عن التكاليف العامة للمشاريع وأنه مفهوم مألوف بالنسبة لهم.

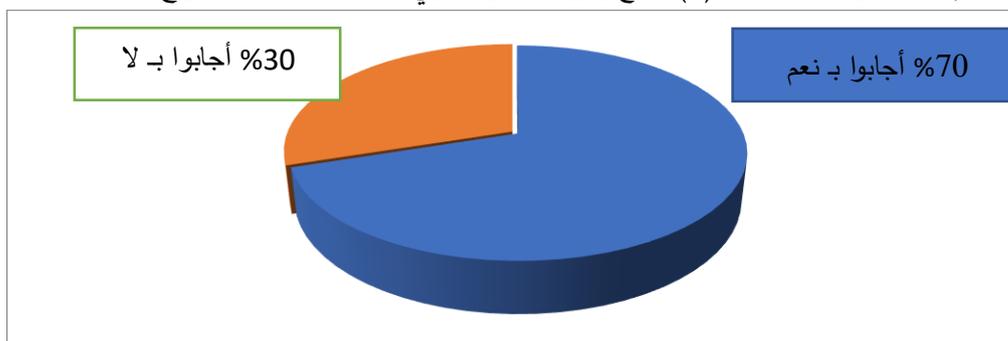
من خلال تحليل نتائج العينة المدروسة والتي نسبتها 78% والذين أجابوا بـ نعم عن امتلاك فكرة صحيحة عن مفهوم التكاليف العامة كما هو واضح في الشكل (7).



الشكل (7) نتائج الإجابة بـ نعم عن مفهوم التكاليف العامة.

وجد أن 69% منهم قدموا تعريف خاطئ للمفهوم المذكور بينما 31% منهم لديه فكرة صحيحة عن مفهوم التكاليف العامة، وهذا يدل على أن نسبة صغيرة من العينة كان لديها فكرة صحيحة عن هذه التكاليف بتعريفات مختلفة الدقة.

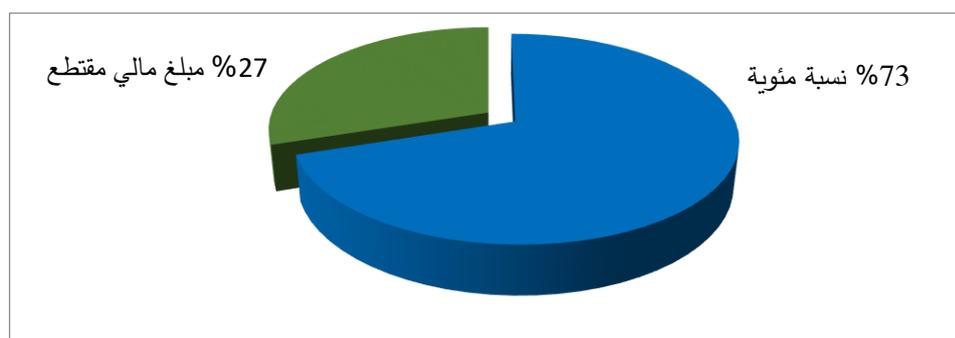
5. هل تقوم بإجراء تقدير أولي للتكاليف العامة للمشروع؟
الإجابات يوضحها الشكل (8) نتائج إجراء التقدير الأولي للتكاليف العامة للمشروع.



الشكل (8) نتائج إجراء التقدير الأولي للتكاليف العامة للمشروع.

يبين الشكل السابق أنه على الرغم من عدم تقديم الغالبية لتعريف صحيح لهذا المفهوم، لكن بيّنت النتائج أن 70% من العينة المدروسة تقوم بإجراء تقدير مسبق لهذه التكاليف وهذا يدل على إدراكهم الجيد لأهمية هذه التكاليف ودورها في الحد من أرباح المشروع.

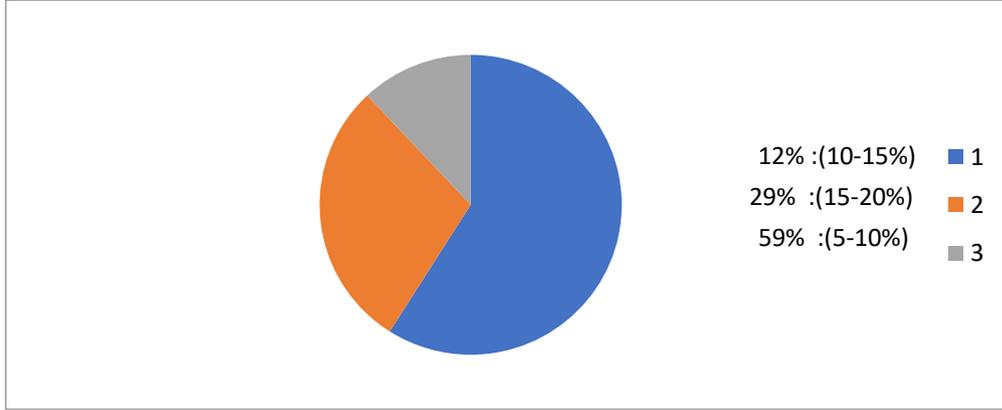
6. هل تقوم بإتباع طرق علمية لتقدير التكاليف العامة للمشروع؟
الإجابات يوضحها الشكل (9) نتائج الطرق المتبعة لهذه التكاليف.



الشكل (9) نتائج طرق تقدير التكاليف.

وجد من الشكل (9) أن:

- 73% يقومون بفرضها كنسبة مئوية من القيمة الإجمالية للتكاليف المباشرة أو القيمة الكلية للعقد وفق ظروف المشروع وبحسب الخبرة.
 - 27 % يقومون بإضافة مبلغ مالي مقتطع بحسب القيمة الكلية للتكاليف المباشرة. نستنتج مما سبق أنه لا يوجد طرق دقيقة تستند إلى أساس علمي لتقدير قيمة هذه التكاليف.
7. إجابات النسبة المئوية للتكاليف العامة من الكلفة الإجمالية للمشروع:
نبين في الشكل (10) النسب المئوية للتكاليف العامة.



الشكل(10) النسبة المئوية للتكاليف العامة.

من الشكل السابق نجد أن نسبة التكاليف العامة لدى غالبية العينة المدروسة تتراوح بين (5-15) % من حجم الكلفة الكلية للمشروع، وهذه النسبة تدل على التأثير الكبير للخطأ في تقدير هذه التكاليف و عدم تحقيق المقاول للأرباح المرجوة من المشروع.

تحديد العوامل النهائية المؤثرة المعتمدة في الدراسة:

بعد جمع الردود المتعلقة للعوامل المؤثرة، تم جمع درجات التأثير المعطاة لكل بارامتر وفق الإجابات المقدمة من أجل ترتيبها وفق أهمية كل منها بحسب نتائج الاستبيان، وكان ترتيب الأهمية كما هو موضح في الجدول (1):
الجدول (1): ترتيب نتائج العوامل المؤثرة وفق الاستبيان.

الترتيب وفق التأثير من الأعلى للأدنى				
الترتيب	البارامتر	رقم البارامتر	الدرجة	النسبة المئوية للأهمية
1	الخبرة في ادارة المشروع	12	238	78.03
2	التزام العميل بإداء الدفعات المالية	21	228	74.75
3	الحالة الاقتصادية للبلد	26	228	74.75
4	التغيرات في معدلات التضخم والقائدة	29	228	74.75
5	القدرة المالية للمقاول	13	226	74.10
6	موقع المشروع	2	215	70.49
7	النصرامة والتشدد في الاشراف	22	214	70.16
8	حجم المشاريع المشابهة المنفذة سابقاً	17	211	69.18
9	مستوى الجودة المطلوب	4	208	68.20
10	الصعوبات التنفيذية	1	207	67.87
11	خبرة المقاول في المنطقة	16	205	67.21
12	حجم المشروع	3	201	65.90
13	مدة المشروع	6	195	63.93
14	نوع المشروع	8	191	62.62
15	اشتراطات ومتطلبات التصميم	9	185	60.66
16	حجم العمل في سوق البناء	30	180	59.02
17	نوع المقاول	10	174	57.05
18	عدد المنافسين على المشروع	27	174	57.05
19	تصنيف المقاول	15	172	56.39
20	المحافظة على حقوق الجوار	28	171	56.07
21	الضمان والتأمين المطلوب	25	170	55.74
22	حجم الاعمال المستدة الى مقاولي الباطن	14	167	54.75
23	حاجة المقاول للمشروع	11	166	54.43
24	وجود شريك اجنبي	18	166	54.43
25	طريقة تقديم العطاء	24	165	54.10
26	نوع العقد	23	163	53.44
27	نوع العميل	20	159	52.13
28	جودة تخطيط موقع المشروع	7	158	51.80
29	نطاق أعمال المشروع	5	149	48.85
30	وجود مشروع مماثل	19	149	48.85

تحديد هيكلية الشبكة العصبونية:

إن التعامل مع مجموعة متنوعة من أوجه عدم اليقين المتعلقة بالوقت والتكلفة والجودة والسلامة يجعل عملية البناء غير متوقعة. لذلك يندرج ضمن الشبكات العصبية الاصطناعية التي يمكن من خلالها تفسير المعلومات الضبابية المعطاة بشكل فعال من أجل التوصل إلى استنتاجات ذات أهمية. قدم الباحثون حديثاً شبكات عصبونية تعيد في أنشطة البناء المتعلقة بالتنبؤ بالتكاليف والمخاطر والسلامة وعروض المناقصات وكذلك إنتاجية العمالة. إذ قام الباحث Kukarn p وآخرون [9] بتطوير نموذج هجين مع الخوارزميات الجينية باستخدام شبكة عصبونية [9]. وقدم أيضاً الباحث Alshahethi و آخرون [10] نموذج اختبار للتنبؤ بتكلفة مواد البناء، نوع المبنى، النظام الهيكلي، مساحة الموقع نوع البلاطة وعوامل أخرى إذ تم استخدام هذه العوامل كمداخلات للنموذج المقترح وتدريبه على 70 مشروع ومقارنة التكلفة الفعلية مع التكلفة المتوقعة. عمل الباحثان Juszczak M و Lesinak A [11] على تطوير نموذج بديل يتيح تقديراً سريعاً وموثوقاً للتكاليف العامة للموقع من خلال تطوير نموذج الانحدار استناداً إلى الشبكات العصبية الاصطناعية.

نعرض في هذه المرحلة البيانات الموجودة والتي تعد بيانات ناتجة عن جمع البيانات لـ 75 مشروع بناء سكني في ثلاث محافظات سورية حيث تم استخدام 65 مشروع منها لبناء وتدريب الشبكة واستبعاد الـ 10 مشاريع المتبقية لاستخدامها لاحقاً في اختبار النموذج، ولإستخدام هذه البيانات في بناء الشبكة تم تحويل المدخلات النصية إلى مدخلات رقمية، وتم أخذ لوغاريتم التكاليف العامة في بناء الشبكة باعتباره اللوغاريتم الهدف في بناء الشبكة وذلك بإدخال قيمته كنسبة مئوية من قيمة التكاليف المباشرة للمشروع.

تمت الاستعانة بأداة NFTOOL في بناء النموذج الرياضي وتحديد مواصفات الشبكة وفق عدة سيناريوهات ، وتم اعتماد شبكة تتألف من طبقة دخل تحوي 14 عنصر دخل ، وطبقة مخفية بتغذية أمامية بعدة عصبونات، وطبقة خرج تحتوي على عصبون واحد، وعليه تم تقسيم البيانات كنسب مئوية وفق حالتين، حيث تم التقسيم بناءً على ما تقرضه أداة NFTOOL من نسب مئوية للمراحل الثلاثة بحيث يكون عدد السيناريوهات المشكلة 30 سيناريو وهو عدد كاف للحصول على النموذج العصبوني المراد تقديره، والحالتان هما:

- الحالة الأولى: (70%,15%,15%) : 45 مشروع للتدريب و 10 للتأكد و 10 للاختبار .

- الحالة الثانية: (60%,20%,20%) : 39 مشروع للتدريب و 13 للتأكد و 13 للاختبار . مع تغيير

عدد العصبونات في الطبقة الخفية ابتداءً من عدد 7 عصبونات وزيادته تدريجياً حيث يتم البدء بعدد عصبونات مساوي لنصف مجموع المدخلات والمخرجات ،وانتهاءً بالعدد 21 عصبون للطبقة الخفية وذلك للحالتين السابقتين، وبالتالي وفق ما سبق تم بناء 30 سيناريو موضحة في الجدول (2-3) لهذه الشبكة وإيجاد متوسط الخطأ التربيعي MSE وقيمة معامل الارتباط R لكل مرحلة (تدريب، تصحيح ، اختبار) والحصول على أقل معدل لمربع الخطأ والوصول لأفضل أداء للشبكة وفق البيانات قيد الدراسة.

الجدول (2): يوضح سيناريوهات بناء الشبكة.

الحالة الأولى (70%,15%,15%)					
رقم السيناريو	1	2	3	4	5
هيكلية الشبكة	14-7-1	14-8-1	14-9-1	14-10-1	14-11-1
الحالة الأولى (70%,15%,15%)					
رقم السيناريو	6	7	8	9	10
هيكلية الشبكة	14-12-1	14-13-1	14-14-1	14-15-1	14-16-1
الحالة الأولى (70%,15%,15%)					
رقم السيناريو	11	12	13	14	15
هيكلية الشبكة	14-17-1	14-18-1	14-19-1	14-20-1	14-21-1

الحالة الثانية (60%,20%,20%)					
رقم السيناريو	16	17	18	19	20
هيكلية الشبكة	14-7-1	14-8-1	14-9-1	14-10-1	14-11-1

الحالة الثانية (60%,20%,20%)					
رقم السيناريو	21	22	23	24	25
هيكلية الشبكة	14-12-1	14-13-1	14-14-1	14-15-1	14-16-1

الحالة الثانية (60%,20%,20%)					
رقم السيناريو	26	27	28	29	30
هيكلية الشبكة	14-17-1	14-18-1	14-19-1	14-20-1	14-21-1

خصائص الشبكة العصبونية المختارة:

- ١- اختيار الأداة (NFTOOL) من برنامج (MATLAB) لبناء وتدريب واختبار الشبكة بعد التعرف على الأنواع المتعددة من الشبكات العصبونية التي يمكن بناؤها من خلاله ، مع إمكانية التحكم بقيم البارامترات بالإضافة لقدراته الحسابية والإظهارية الكبيرة، وإمكانية ربطه مع برنامج (EXCEL) في استقبال وإرسال البيانات.
- ٢- اختيار أسلوب التعليم بمعلم باعتبار أنه من الممكن الحصول على الخرج الهدف من خلال البيانات المجمعة، وهو الأسلوب الأفضل في حال إمكانية استخدامه.
- ٣- اختيار شبكة ذات تغذية أمامية مدربة باستخدام خوارزمية الانتشار الخلفي لمرونتها العالية، وتعدد الأنواع المطورة عنها، بالإضافة لكونها أثبتت جدارتها في الأبحاث ذات الهدف التنبؤي.
- ٤- التحكم بعملية التعلم وفق الـ NFTOOL من خلال تقنية التحقق (التأكد) على أساس التقسيم العشوائي للبيانات الأولية إلى ٣ مجموعات فرعية: مجموعة للتدريب (تعديل الأوزان)، مجموعة لضبط عملية التعلم (التحقق)، ومجموعة لتقييم جودة التقريب (الاختبار).
- ٥- الاعتماد في عملية تقييم جودة الموديل الرياضي على: قيمة متوسط مربع الخطأ (MSE) حيث يكون الموديل أفضل كلما اقتربت قيمته من الـ 0، وقيمة معامل ارتباط بيرسون (R) حيث يكون الموديل أفضل كلما اقتربت قيمته من الـ 1.
- ٥- تحويل جميع قيم المخرجات الداخلة في الشبكة إلى قيم لوغاريتمية كنسبة مئوية لجعل القيم قريبة من بعضها وذلك بهدف تحسين أداء الشبكة.

تدريب الشبكة:

الهدف من تدريب الشبكة هو تعديل أوزانها بهدف الحصول على الإخراج المأمول للمدخلات المعطاة، حيث يتم حساب قيم مخرجات الشبكة أثناء التدريب، ثم تتم عملية مقارنتها مع قيم المخرجات المأمولة في كل خطوة، وينتشر الخطأ عكسياً في الطبقات طبقة تلو الأخرى ابتداءً من طبقة الخرج باتجاه طبقة الدخل، بحيث تُحدَّث الأوزان لجميع الطبقات معاً بعد أن تُقدَّم كل مدخلات التدريب وذلك وفق طريقة الدفعة الواحدة للمدخلات وبطريقة الانتشار العكسي للخطأ (Back-Propagation). ومن أجل تحقيق هدف عملية التدريب للشبكة المقترحة لابد من الوصول إلى حالة من التوازن بين قابلية الشبكة على الاستجابة لبيانات المدخلات المستخدمة في التدريب والتي تُخزَّن في الشبكة لعملية التدرُّج، وبين قابليتها لإعطاء استجابة مقبولة لمدخلات جديدة (عملية التنبؤ). بعد أن تم بناء الشبكة وفق السيناريوهات السابقة تم تدريبها أيضاً من خلال أداة المقاربة والملائمة NFTOOL، وتم اعتماد خطأ التدريب وهو (متوسط مربع الخطأ MSE) ولكل بنية شبكة تم القيام بالتدريب والتأكد والاختبار، وفيما يلي الجدول رقم (3) يوضح عمليات بناء

الشبكة باستخدام الماتلاب بطريقة التدريب والخطأ وعليه قيم كل من المعاملين : معامل الخطأ MSE ومعامل الارتباط R وذلك للحالتين الأولى (15%,15%,70%) والثانية (20%,20%,60%).

الجدول(3): نتائج تدريب السيناريوهات.

مرحلة الاختبار Testing		مرحلة التأكد Validation		مرحلة التدريب Training		عدد عصبونات الطبقة الخفية Neuron No.	.N	نسب التقسيم
معامل الارتباط R	متوسط MSE الخطأ	معامل الارتباط R	متوسط MSE الخطأ	معامل الارتباط R	متوسط MSE الخطأ			
0.744	0.0009	0.810	0.0013	0.935	0.0002	7		(70%,15%,15%)
0.158	0.0030	0.849	0.0003	0.929	0.0003	8		
0.794	0.0035	0.814	0.0012	0.994	0.0001	9		
0.716	0.0020	0.877	0.0011	0.839	0.0004	10		
0.503	0.0029	0.845	0.0008	0.998	0.0001	11		
0.660	0.0017	0.714	0.0006	0.924	0.0004	12		
0.701	0.0021	0.776	0.0008	0.923	0.0002	13		
0.726	0.0022	0.196	0.0035	1	0.0000	14		
0.428	0.0026	0.802	0.0007	0.992	0.0001	15		
0.606	0.0021	0.779	0.0012	0.906	0.0006	16	10	
0.632	0.0036	0.373-	0.0009	0.979	0.0001	17	11	
0.687	0.0013	0.337	0.0074	1	0.0000	18	12	
0.294	0.0058	0.819	0.0004	0.993	0.0004	19	13	
0.425	0.0014	0.317	0.0024	1	0.0000	20	14	
<u>0.871</u>	<u>0.0012</u>	<u>0.872</u>	<u>0.0033</u>	<u>0.999</u>	<u>0.0000</u>	<u>21</u>	<u>15</u>	
-0.207	0.0021	0.816	0.0010	0.942	0.0002	7	16	(60%,20%,20%)
0.145	0.0042	0.818	0.0017	0.955	0.0001	8	17	
0.471	0.0042	0.833	0.0013	0.820	0.0009	9	18	
0.561	0.0018	0.558	0.0028	0.968	0.0002	10	19	
0.528	0.0014	0.737	0.0024	0.947	0.0002	11	20	
0.502	0.0024	0.779	0.0003	0.960	0.0002	12	21	
0.705	0.0019	0.632	0.0012	0.931	0.0007	13	22	
0.602	0.0034	0.685	0.0010	0.998	0.0001	14	23	
0.814	0.0012	0.705	0.0009	0.879	0.0005	15	24	

0.618	0.0039	0.390	0.0022	0.993	0.0004	16	25
0.760	0.0024	0.525-	0.0025	0.987	0.0006	17	26
0.434	0.0030	0.618	0.0026	0.941	0.0002	18	27
0.502	0.0030	0.540	0.0034	0.996	0.0002	19	28
0.816	0.0037	0.820	0.0050	0.997	0.0001	20	29
-0.246	0.0064	0.487	0.0023	0.986	0.0001	21	30

يمكننا أن نعتبر أن نتائج الشبكة مقبولة إذا حققت الشروط الآتية:

- قيمة مربع الخطأ صغيرة في جميع المراحل (التدريب، التأكد، الاختبار).
- قيمة مربع الخطأ في مرحلة الاختبار وفي مرحلة التأكد متقاربتان.
- عدم ظهور قيم غير مقبولة في فترة تكرار العمل في مرحلة التأكد، وأن تكون قيم معامل الارتباط مقبولة لجميع المراحل.

عند تحقيق هذه الخصائص يمكننا اختبار الشبكة لإيجاد قيم جديدة، وفي حال عدم الرضا عن أداة الشبكة

الأفضل لتوليد قيم جديدة، يمكن اتباع أي من الخطوات التالية:

- تدريب الشبكة مرة أخرى.
 - زيادة عدد العصبونات.
 - زيادة نسبة البيانات المدربة من العدد الكلي للبيانات.
- من خلال نتائج التدريب الموضحة في الجداول نجد أن الشبكة العصبية المثلى النهائية تعطي خطأ أصغري مقبول من أجل الهيكلية التالية:

- عدد وحدات طبقة الدخل 14 وحدة.
- عدد وحدات طبقة الخرج 1 وحدة (قيمة التكاليف العامة الفعلية).
- عدد الطبقات الخفية وهو طبقة واحدة.
- عدد عصبونات الطبقة الخفية يساوي 21 عصبون.
- بالنسبة لتابع التفعيل وفق NFTOOL، فإن تابع التفعيل للعصبونات الخفية هو تابع سيغمويد "tansig" بينما تابع التفعيل لعصبون طبقة الخرج هو التابع الخطي purelin .
- خوارزمية التدريب هي الانتشار الخلفي وفق طريقة "Levenberg– Marquardt" والتابع الافتراضي الموافق لها وفق الـ Matlab هو trainlm.

الاستنتاجات والتوصيات

نعرض استنتاجات البحث وفق الآتي:

1. إن استخدام هذا النموذج يمكن من التقدير الأولي لقيمة التكاليف العامة لمشاريع الأبنية السكنية بصورة جيدة، ويوفر تقنية غير معقدة وسهلة التطبيق مع ضرورة امتلاك أصحاب العلاقة للمعرفة والخبرة الهندسية لتدعيم النتائج التي يقدمها هذا النموذج.

2. إن نوعية وعدد بيانات التدريب تأثيراً كبيراً في تحسين أداء الشبكة المقترحة ، وتحسن أدائها مرتبط بمدى تعبير تلك المعطيات عن واقع المشاريع، وتوفيرها لخصوصيات مختلف مشاريع عينة التدريب، كما أن حجم عينة مشاريع التدريب لا يقل أهمية عن نوعيتها، فكلما زاد حجم العينة ازدادت قدرة الشبكة على التعلم والتنبؤ.
3. إيجاد التصميم الأفضل الذي يوافق الخطأ الأصغر والذي يعطي الشبكة النهائية المثلى وهو المحدد بالسيناريو رقم (15) : عدد وحدات طبقة الدخل (14) وحدة وعدد وحدات طبقة الخرج هو (1) (التكاليف العامة الحقيقية)، وطبقة خفية بـ21 عصبون، وتابع التفعيل المستخدم هو تابع سيغمويد.
4. يتضح من خلال عملية المقارنة والاختبار التي جرت على عينة المشاريع الجديدة التي لم تتدرب عليها الشبكة من قبل أن نتائج النموذج كانت مقبولة حيث لم تتجاوز نسبة الخطأ في مشاريع عينة الاختبار 20% وهو مقبول في مرحلة التقدير الأولي للتكاليف العامة لمشاريع الأبنية السكنية وهذا يدعم موثوقية الشبكة في التنبؤ بقيم هذه التكاليف لمشاريع مستقبلية.

التوصيات :

اعتماداً على نتائج البحث يمكن وضع التوصيات الآتية:

- 1- إمكانية تطوير نموذج الشبكة العصبونية في المستقبل من خلال جمع عدد أكبر من عينات المشاريع ذات البيانات الموثوقة .
- 2- ضرورة توثيق المفاولين لكافة معلومات العوامل المؤثرة على التكاليف العامة لكل مشروع وتكوين قاعدة بيانات تتضمن جميع المعطيات المتعلقة بالتكاليف العامة للاستفادة منها لاحقاً في بناء نماذج عصبونية أكثر دقة.
- 3- إمكانية تطوير الشبكة العصبونية المدربة لتلائم أنواع أخرى من المشاريع الإنشائية بعد تعديل العوامل الخاصة باشتراطات التصميم من خلال إضافة عوامل تصميمية خاصة بأنواع المشاريع المراد التنبؤ بتكاليفها العامة.
- 4- ضرورة الأخذ بنتائج البحث والعمل على استثمارها والاستفادة منها في رفع مستوى وعي مجتمع سوق صناعة التشييد المحلية لهذا المفهوم وأهميته في عملية تقدير هذه التكاليف عند التقدم للعطاءات.

References

- 1- Eksteen, B., & Rosenberg, D. (2002). "THE MANAGEMENT OF OVERHEAD COSTS IN CONSTRUCTION COMPANIES". In 18th Annual ARCOM Conference, 2-4 September 2002, and University of Northumbria (Vol. 1, pp. 13-22). Association of Researchers in Construction Management.

2- Chan, C T W & Pasquire, C (2002). "*ESTIMATION OF PROJECT OVERHEADS: A CONTRACTOR'S PERSPECTIVE*". In: Greenwood, D (Ed.), 18th Annual ARCOM Conference, 2-4 September 2002, University of Northumbria. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 1, 53-62.

3- Chan, T. W. C., & Pasquire, C. 2006- *A DECISION-MAKING MATRIX MODEL FOR ESTIMATING CONSTRUCTION PROJECT OVERHEADS*. In Proc., PMI Research Conference, pp. 1-11.

4- EL-SAWALHI, .N.; EL-RIYATI, A. 2015- *An Overhead Costs Assessment for Construction Projects at Gaza Strip*. American Journal of Civil Engineering. Vol. 3, No. 4, pp. 95-101.

5- CHAN, C T W ; PASQUIRE, C. 2002-.*ESTIMATION OF PROJECT OVERHEADS: A CONTRACTOR'S PERSPECTIVE* . In:Greenwood, D (Ed.), 18th Annual ARCOM Conference, 2-4 September 2002, University of Northumbria. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 1, pp.53-62.

6- ASSAF, S.A.; BUBSHAIT, A.A.; ATIYAH, S.; AL-SHAHRI, M. 2001- *The Management of Construction Company Overhead Costs*. International Journal of Project Management, vol.19, No.5 ,pp. 295-303.

7- CHAN, T. W. C., & PASQUIRE, C. 2006-. *A decision-Making Matrix Model for Estimating Construction Project Overheads*. In Procs., PMI Research Conference, pp. 1-11.

8- ŠIŠKINA, A., JUODIS, A.; APANAVIČIENE, R. 2009- *Evaluation of The Competitiveness of Construction Company Overhead Costs*. Journal of Civil Engineering and Management, vol.15, No.2, pp. 215-224.

9- KULKARN P.; LONDHE, S.; DEO, M., 2017- *Artificial Neural Networks for Construction Management: A Review*. Journal of Soft Computing in Civil Engineering, India, vol. 1,NO. 2, pp.70-88.

10- ALSHAHETHI, A.,RADHIKA, K. 2018- *Estimating the Final Cost of Construction Project Using Neural Networks: A Case of Yemen Construction Projects*. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology, India, Vol. 6.

11- LEŚNIAK A., JUSZCZYK, M. 2018 -*Prediction of Site Overhead Costs With The Use of Artificial Neural Network Based Model*, Archives of Civil and Mechanical Engineering , Vol. 18, No. 3, pp.973-982.