

(دراسة وتحليل العوامل المؤثرة على إنتاجية العمل في المشاريع الإنشائية)

د. علي جنود *

م. حازم جديد **

(تاريخ الإيداع 19 / 8 / 2021 . قُبِلَ للنشر في 14 / 11 / 2021)

□ ملخص □

تتناول هذه الدراسة " دراسة وتحليل العوامل المؤثرة على إنتاجية العمل في المشاريع الإنشائية "، والغرض من البحث هو إظهار أهمية اعتماد التحليل الرياضي في إنتاجية العمل للمشاريع الإنشائية، حيث ترتبط عملية تحليل الإنتاجية بالعديد من العوامل المؤثرة ضمن مرحلتي التصميم والتنفيذ، كدراسة تقديرات الكلفة بشكل جيد وإعداد الخطط البديلة لنقص موارد المشروع ومطابقة عملية التنفيذ للمعايير والشروط والمواصفات المطلوبة، حيث تعتبر منهجية التحليل الرياضي للعوامل المؤثرة على الإنتاجية باستخدام برنامج ماتلاب هامة للوصول إلى مقارنة منطقية ومدروسة في تقييمها، ولإعطاء حل هندسي مرن للمساهمة في رفع كفاءة العمل وفعاليتيه عند تنفيذ المشروع الإنشائي.

الكلمات المفتاحية: إنتاجية العمل – التحليل الرياضي – ماتلاب.

*أستاذ مساعد-كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين -سورية.

**طالب دكتوراه-كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين -سورية.

(Study and analysis of factors affecting labor productivity in construction projects)

Dr. Ali janood*
Eng.Hazem jded**

(Received 19/ 8/ 2021 . Accepted 14 / 11/ 2021)

□ ABSTRACT □

This study deals with " **Study and analysis of factors affecting labor productivity in construction projects** ", and the purpose of the research is to show the importance of adopting mathematical analysis in the labor productivity of construction projects, where the productivity analysis process is linked to many factors affecting within the design and implementation stages, such as studying cost estimates well and preparing The alternative plans for the lack of project resources and the conformity of the implementation process with the required standards, conditions and specifications, where the mathematical analysis methodology of factors affecting productivity using the Matlab program is important to reach a logical and studied approach in its evaluation, and to give a flexible engineering solution to contribute to raising the efficiency and effectiveness of work when implementing the construction project.

Keywords: work productivity - mathematical analysis - Matlab.

* Assistant Professor - Faculty of Civil Engineering - Tishreen University - Syria.

** PhD student- Faculty of Civil Engineering - Tishreen University - Syria.

مقدمة:

تتطلب عملية الإنتاج درجة من التكامل والتعاون والمزيد من بذل الجهود المرجوة بين جميع الجهات المسؤولة، فضلاً عن ذلك فهي تضم عدداً كبيراً من الجهات المؤثرة والحاضنة للمشروع كمالكين ومقاولين واستشاريين ودارسين ومساهمين ومنظمين، وعلى الرغم من هذا التعقيد، فالإنتاجية تعطي دوراً مهماً في الوصول للغايات المطلوبة ضمن أي وسط في المجتمع، كما تعتبر جزء لا يتجزأ من السياسة الاقتصادية الهادفة لخلق أرضية صلبة لمختلف الاستثمارات في أغلب بلدان العالم.

الإنتاجية هي عامل رئيسي في صناعة البناء والتشييد، وتعرف إنتاجية العمل في المشاريع الإنشائية بمتوسط ساعات العمل المباشرة لتكوين وحدة إنشائية، وتوصف بأنها نسبة إجمالي الناتج إلى إجمالي المدخلات، ويمثل نقص الإنتاجية مصدر قلق لشركات المقاولات بسبب التأثيرات السلبية على نجاح المشروع من حيث الوقت والكلفة، وتعرف أيضاً على أنها نسبة المخرجات إلى المدخلات. [2]

أيضاً تعتبر النماذج الرياضية هي محور التشغيل العملي للبحوث الهندسية، فالنموذج بصفة عامة هو ترجمة لحل أي مشكلة هندسية بطريقة رياضية ويتكون النموذج من صيغة رياضية تمثل تابع الهدف لوصف سلوك الحل الفعلي للمشكلة، وتمثل المتغيرات أحد أدوات النموذج المطلوب حله رياضياً ولكن يشترط أن يكون النموذج مجرد من الواقعية المطلقة وكلما كان النموذج الذي يتم بناءه يتمتع بدقة منطقية فهذه إشارة إلى كونه مرآة للواقع ضمن حدود معينة. وبالتالي لا بد من توفر العملية التحليلية الرياضية لمختلف العوامل المؤثرة على الإنتاجية التي تمكن المشرفين على عملية الإنتاج من معرفة حجم تأثير كل عامل من الجوانب المؤثرة لتحقيق المزيد من الأداء والكفاءة ومعالجة المخاطر الممكنة مصادفتها وتقديم الحلول الممكنة.

مشكلة البحث:

عدم الوصول إلى الحد المطلوب في الإنتاجية ضمن المشاريع الإنشائية نتيجة الأسباب المباشرة وغير المباشرة الواقعة ضمن بيئة العمل الكلية، والمعاناة التي يشعر بها مدراء مشاريع الإنشاء في الوصول للغايات والأهداف المرجوة، تظهر جلياً في عدم القدرة على تسليم المشاريع الإنشائية ضمن الخطة الزمنية المخطط لها، إضافة إلى ارتفاع كلفة تنفيذها وتجاوزها للحد المتفق عليه ضمن العقود المبرمة. ويضاف إلى ذلك إغفال الخطر المحيط ببيئة العمل سواء أكان متوقع حدوثه أم غير متوقع والذي ينبغي إدارته وفق أسس علمية مدروسة.

أهمية البحث:

تعتبر إنتاجية العمل للمشروع الإنشائي في الكثير من البلدان مصدر اهتمام جدي للقائمين على قطاع الإنشاء من مختلف الأطراف وبشكل خاص لمدراء المشاريع الإنشائية، كما أن عملية إعادة الإعمار في سوريا تتطلب وضع أولوية لرفع مستوى الإنتاج بما يتوافق مع حاجات سوق العمل المتعلق بتنفيذ مشاريع الإنشاء. لذلك من الضروري معرفة ماهية العوامل التي تؤثر على إنتاجية العمل في المشاريع الإنشائية، حيث أن هناك حاجة ملحة للعديد من مدراء شركات ومؤسسات الإنشاء لامتلاك صورة واضحة عن مجمل العوامل التي تلعب دور حيوي في عملية الإنتاج، وفق منهجية واضحة تضبط تأثير العوامل المرتبطة بعملية الإنتاج وتحديد حجم التداخل فيما بينها. والذي من شأنه منع

وقوع المخاطر المحتملة والقدرة على السيطرة عليها ومنعها، بما يضمن المحافظة على سوية الإنتاج المطلوبة ورفعها الى الحد المطلوب عند الحاجة ضمن حدود الخيارات المتوفرة.

هدف البحث:

هدف البحث هو إظهار أهمية اعتماد التحليل الرياضي باستخدام برنامج (ماتلاب) في إدارة عملية الإنتاج ضمن المشروع الإنشائي، بعد دراسة مجمل العوامل التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على إنتاجية العمل في المشاريع الإنشائية في سوريا. وذلك لتأمين الحلول الهندسية المرنة في معالجة القيود الممكن حصولها لضمان استمرار عجلة الإنتاج وفق المعايير الحقيقية التي تضمن حسن سير العمل وجودته وفق الزمن المطلوب وضمن الكلفة المتوقعة. وبالتالي الوصول إلى أعمال هندسية قيمة تحقق الغاية الاقتصادية والاستثمارية المبتغاة عند كل الأطراف المشتركة في إنجاز المشاريع الإنشائية.

حدود البحث:

تم إجراء هذه الدراسة على مجموعة من المشاريع الإنشائية في محافظة اللاذقية التي تخص مجموعة من الشركات الهندسية من حيث الدراسة أو التنفيذ، كشركة البناء والتعمير وشركة الإنشاءات العسكرية والشركة العامة للدراسات وغيرها من شركات البناء العاملة في المحافظة .

منهجية البحث:

اعتمدت منهجية البحث على الدراسة الإحصائية من خلال الاستبيانات وعلى الدراسة التحليلية المعتمدة على الشبكات العصبونية الاصطناعية و يظهر ذلك من خلال النقاط الواردة أدناه :

- 1- الدراسة الإحصائية تعتمد على تحديد العوامل المؤثرة على إنتاجية العمل في المشروع الإنشائي عن طريق إجراء استبيانات من المشرفين على عملية الإنشاء عند تنفيذ مشاريع الإنشائية في سوريا، وتبويبها للاستفادة منها ضمن البرنامج الهندسي المعتمد في هذه الدراسة.
- 2- الدراسة التحليلية تعتمد على استخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية (ANN) في برنامج (Matlab) في عملية التحليل الرياضي والمقايسة الهندسية بين مختلف العوامل المؤثرة على العملية الإنتاجية بعد إجراء مرحلة الاستبيانات، عن طريق كتابة الخوارزمية الرياضية في برنامج (ماتلاب) بعد استدعاء البيانات من ملف (اكسل) لقياس درجة الارتباط بين العوامل المؤثرة على إنتاجية العمل وبالتالي إعطاء صورة واضحة لضمان الأهداف المرجوة عند تنفيذ مشاريع الإنشاء وفق المعايير المطلوبة.

الدراسات المرجعية:

- 1- دراسة بعنوان (تطوير نموذج رياضي للحصول على استثمار أمثل للعمالة) قامت به نور عبود ود.ماهر مصطفى عام 2015_جامعة دمشق[5]، وكان هدف الدراسة: الاعتماد على منهجية تعدد المهن لاستخدام العمالة المتوفرة بشكل أكثر فعالية، حيث تضمن هذه الاستراتيجية مرونة أكثر في مشاريع التشييد والبناء لما تقدمه من مرونة في العمل والأداء على اعتبار خصوصية

تعدد المهن و المهارات التي يمتلكها عمال البناء [8]. فقد تم الاعتماد على نموذج رياضي مطور (lingo) يساعد المدراء على استثمار العمالة المتوفرة في إنجاز المشاريع الإنشائية بكفاءة أعلى و وفق شروط تحقق الغايات المطلوبة.

2- دراسة بعنوان (Analysis of factors affecting on labor productivity in construction industry by using RII method) (تحليل العوامل التي تؤثر على إنتاجية العمل في صناعة البناء باستخدام طريقة RII في الهند)، للباحث R.chitra ومساعديه عام 2018 [9]، وكان هدف المقالة: هو تحديد العوامل الرئيسية التي تؤثر على إنتاجية العمل في مختلف الصناعات الإنشائية باستخدام طريقة RII (عامل الأهمية النسبية)، الذي يعطي درجة التأثير بناء على مجموع الاوزان التابعة للعوامل المؤثرة وأيضاً بناء على عدد الاستبيانات التي تم اجراءها، حيث تم تحديد أهم العوامل المؤثرة وهي: (الأيدي العاملة، الأمور الإدارية، عوامل التحفيز، العوامل البيئية، التخطيط، السلامة، عوامل التجهيزات، عامل الجودة) وتوصلوا في النهاية، إلى أن أكثر العوامل تأثيراً على نقص إنتاجية العمل هو ضعف الأمور الإدارية وعدم التخطيط في اتباع المنهجية السليمة في إدارة العمل، نتيجة سوء إدارة الموقع وضعف التواصل بين فريق العمل ومشكلة التمويل وغياب الجدولة الزمنية الصحيحة. وكانت أهم التوصيات الاخذ بعين الاعتبار لهذه العوامل وتحليلها بشكل جدي وعلمي قبل القيام بعملية تنفيذ المشروع الاتشائي.

3- دراسة بعنوان (Labor Productivity Assessment Using Activity Analysis) (تقييم إنتاجية العمل باستخدام تحليل النشاط في مشاريع البناء في باكستان)، للباحث Noaman Akbar ومساعديه عام 2017 [4]، وتركز هذه المقالة على اعتماد استراتيجية تحليل النشاط في الموقع، ويعتبر تحليل الحساسية أسلوب يتم استخدامه لتحديد سلوك تغير تابع معين استجابة لقيم مختلفة لمتغير مستقل ضمن مجموعة معينة من الافتراضات في حدود محددة. وتتضمن هذه الملاحظات التي تخص تحليل النشاط معلومات هامة تؤثر على الإنتاجية في كل مشروع مثل بيئة العمل، وأنواع الحرف المستخدمة، والظروف المناخية، ومهارات العمل والخبرة، وظروف السلامة، وتقسيم مرحلة البناء، والأنشطة الجارية، إلخ، حيث تبين أنه يجب إدارة زمن العمل ضمن الورشة بشكل صحيح لضمان نجاح المشروع وتحقيق أقصى إنتاجية، أيضاً لرفع كفاءة العمل، يوصى بتوظيف عمال مهنيين ذوي خبرة أو تقديم تدريب مناسب، مع التخطيط الجيد لاختيار موقع وحجم المشروع، وضمان توفر جميع المواد والأدوات المطلوبة، وتخطيط وجدولة المهام من أجل التنفيذ في الوقت المناسب، وهذا سيضمن المستوى المطلوب وسيفقل من العمل غير المرغوب فيه.

4- دراسة بعنوان (Labor Productivity in the Construction Industry -Factors) (إنتاجية العمالة في صناعة البناء-العوامل المؤثرة على إنتاجية العمالة الإسبانية) في عام 2014، للباحث G. Robles ومساعديه [2]، حيث تم في هذه المقالة تحديد أهم العوامل التي تؤثر على الإنتاجية: (1) نقص المواد أو تأخرها، (2) وضوح الرسومات ووثائق المشروع، (3) تحديد المهمة اليومية، (4) الأدوات أو النقص في المعدات، (5) مستوى المهارة والخبرة للعمال، من خلال الاعتماد على عامل الأهمية النسبية RII في تحديد درجة الأهمية لكل عامل بعد إجراء الاستبيانات، وتوصلوا في النهاية على أنه: ينبغي أن تركز جهود التحسين لزيادة

مستويات إنتاجية العمل داخل شركات البناء في إسبانيا على هذه العوامل، لأن هذه العوامل عند أخذها بعين الاعتبار والتركيز عليها لن تجعل شركات البناء أكثر كفاءة وربحية وحسب، بل أكثر تنافسية أيضاً.

5- دراسة بعنوان (Modeling multi-criteria decision analysis for benchmarking management practices in projects management)، (نمذجة تحليل القرار المتعدد المعايير لنشاطات القياس المقارن للأداء ضمن إدارة المشاريع)، للباحث Hemanta doloï ومساعديه في استراليا عام 2008 [3]، ويقدم هذا البحث إطاراً مصمماً لدراسة الدوافع المحفزة وتأثيرها على النتائج المرجوة للمشروع. ونظراً لتعدد مشاريع البناء والدوافع المتضاربة الأساسية التي تؤثر على إنتاجية العمل، تُستخدم عملية التحليل الهرمي (AHP) للتعامل مع العلاقات المترابطة في إطار نموذج لصنع القرارات المتعددة المعايير، لاختيار البديل الأكثر ملاءمة من مجموعة الخيارات واستنباط الحكم الذاتي الخاص بصانعي القرار. كما تركز هذه الورقة على العوامل المرتبطة ببرامج التحفيز والتي يتم من خلالها مكافأة الموظفين على الإنتاجية المثلى في مكان العمل، بهدف زيادة الحالة التنافسية فيما بينهم و زيادة القدرة على التميز وبذل المزيد من الجهود ضمن ورشة العمل. وتبين في نهاية الدراسة أن عوامل التحفيز المقدمة للعاملين تلعب دوراً حيوياً ومؤثراً بشكل كبير على إنتاجية العمل و ترفع من سوية العمل إلى الحد المطلوب.

6- دراسة بعنوان (Application Intelligent Predicting Technologies in Construction Productivity) (تطبيق تقنيات التنبؤ الذكي في إنتاجية البناء) للباحث Faïq Mohammed Sarhan Al-Zwainy في العراق عام 2016 [1]، حيث تم استعراض مفهوم وطرق قياس الإنتاجية وأهم العوامل التي تؤثر على الإنتاجية وتقسيم هذه العوامل إلى عوامل داخلية يمكن السيطرة عليها وعوامل خارجية يصعب السيطرة عليها، حيث العوامل الداخلية تشمل: 1- (عوامل المنتج: يتم الحكم على المنتج من خلال فائدته، ويمكن تحسين عامل الفائدة لأحد المنتجات من خلال زيادة المنفعة بنفس التكلفة أو عن طريق تقليل زيادة التكلفة لنفس المنفعة). 2- (عوامل المصنع والمعدات: يشير نقص المعدات إلى الانهيار المتكرر للمعدات الرئيسية، أو نقص قطع الغيار، أو الصيانة غير الصحيحة، أو الاستخدام البطيء للآلات أو التخريب المتعمد من قبل المشغلين. ويمكن زيادة الإنتاجية من خلال إيلاء الاهتمام المناسب للاستخدام والعمر والتحديث والتكلفة والاستثمار). 3- (عوامل التكنولوجيا: وتشمل: حجم وقدرة المصنع، العرض في الوقت المناسب ونوعية المدخلات، تخطيط الإنتاج ومراقبته، الإصلاح والصيانة، والحد من النفايات). 4- (عوامل المواد: يشير نقص المواد إلى المشكلات التي تواجهها بسبب عدم إمكانية الوصول إلى العناصر أو الوقت المفرط الذي تم إنفاقه للحصول عليها). 5- (عوامل أخرى: مثل العوامل البشرية، وأساليب العمل، وأسلوب الإدارة). أما العوامل الخارجية تشمل (التغيرات الاقتصادية والاجتماعية، الموارد الطبيعية، البنية التحتية)، بالإضافة إلى استخدام أهم التطبيقات والتقنيات كتقنية الانحدار الخطي المتعدد MLR، حيث تم استخدام عشرة عوامل مؤثرة للتنبؤ بالإنتاجية، وهي تشمل العمر والخبرة وعدد عمال المساعدة وارتفاع الأرض وحجم البلاط والرخام والحالة الصحية لفريق العمل

وظروف الطقس، وحالة الموقع، وتوافر مواد البناء. ووجد أن MLR لديها القدرة على التنبؤ بإنتاجية أعمال التشطيب بدرجة ممتازة من الدقة في معامل الارتباط 90%، ومتوسط نسبة الدقة 96%، وتقنية آلة شعاع الدعم SVM حيث استفاد منها في قياس مقاومة الخرسانة والشبكة العصبية الاصطناعية ANN حيث قام بتطوير نموذج للتنبؤ بتكلفة مشروع الطريق والجسور في العراق، ووجد أن شبكات ANN لديها القدرة على التنبؤ بالتكلفة الإجمالية لمشروع الطرق السريعة بدرجة جيدة من دقة معامل الارتباط (R) كانت 90%، ومتوسط نسبة الدقة 89%.

نلاحظ أن أغلب الدراسات السابقة، قد اعتمدت على العديد من المنهجيات الرياضية لرفع مستوى الإنتاجية في عمليات البناء ضمن المشاريع الإنشائية، من خلال تحليل المعوقات التي تخص بيئة عمل كل مشروع إنشائي والعمل على إزالتها بالشكل الهندسي الصحيح بطرق مختلفة سواء باعتماد استراتيجية تعدد المهن أو بتقييم أنظمة السيطرة، أو باعتماد عامل الأهمية النسبية أو من خلال تحليل نشاطات المشروع، وغيرها من المنهجيات العلمية التي اعتمدت لضبط المشروع الإنشائي من حيث الكلفة والجودة والزمن وحققت نتائج إيجابية من حيث الدقة والفعالية لضبط عمليات البناء. وهذا أعطى دافع للقيام بهذه الدراسة الحالية بوضع منهجية علمية رياضية بفكرة جديدة باعتماد الشبكات العصبونية الاصطناعية كأداة لضبط العملية الإنتاجية في المشروع الإنشائي بعد دراسة الواقع المحلي بشكل جيد والاستفادة من خبرات العاملين في قطاع البناء في المحافظة لتحديد العوامل المؤثرة على مستوى الإنتاج ضمن البرنامج الرياضي المعتمد وكيفية التأثير بين هذه المدخلات على المخرج النهائي (الإنتاجية) و بالتالي الوصول قدر الإمكان إلى مستويات تحقق الغايات المرجوة في عملية البناء.

مضمون البحث:

تم جمع عدد من العوامل المؤثرة على عملية الإنتاج في المشاريع الإنشائية في محافظة اللاذقية من خلال الملاحظات والتحليلات التي زدنا بها عاملين في قطاع التشييد والبناء من شركات وجهات دراسة ومنفذة، كشركة البناء والتعمير وشركة الإنشاءات العسكرية والشركة العامة للدراسات وغيرها من شركات البناء العاملة في المحافظة، فضلاً عن عوامل تم استنباطها من خلال الأبحاث المرجعية التي تمت دراستها من بيانات توافق الية العمل وتلقي في العديد من الجوانب المشتركة مع الحالة المدروسة في هذا النطاق، حيث تم في البداية وضع مجموعة من العوامل الأساسية (10 عوامل رئيسية)، وتضم هذه العوامل الرئيسية (48 عامل فرعي) والتي تؤثر على إنتاجية العمل في مشاريع الإنشاء في محافظة اللاذقية، حيث يتم تبيان هذه العوامل في الجداول [1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11]، ثم تم وضع عدد من الاستبيانات (72 استبيان بين جهات دراسة ومنفذة) والتي تم توزيعها على عدد من الخبراء في مجال الدراسة والتنفيذ ضمن مجال البناء في المحافظة، حيث توضح الجداول [12-13] نماذج الاستبيانات المقدمة (27 سؤال) إلى الجهات الدارسة والمنفذة في قطاع الإنشاء في اللاذقية التي تتضمن أهم الأسئلة التي يمكن أن تؤثر على إنتاجية العمل في مرحلتي التصميم والتنفيذ ضمن مشاريع الإسكان. بالإضافة إلى الجدول [14] الذي يمثل عدد سنوات الخبرة التي تمتلكها كل من الجهة الدارسة والمنفذة، كما يتضمن الجدول [15] إجابات لذوي الاختصاص والتابعين للجهات الدارسة والمنفذة والتي تقدر كنسبة مئوية حيث الفرق بين كل إجابة وإجابة أخرى هو 0.25 والمجال يتراوح بين [0 , 1] .

ويظهر الجدول رقم (1) تصنيف مجموعة العوامل الأساسية التي تؤثر بشكل رئيسي على عملية الإنتاج في قطاع الإنشاء في المحافظة.

الجدول رقم (1) : مجموعة العوامل الأساسية المؤثرة على عملية الإنتاج

رقم الجدول	المجموعة المحددة	عدد الأسباب المتعلقة بكل مجموعة
٢	تتعلق بالأمر المالية والاقتصادية	٦
٣	تتعلق بفريق عمل المشروع	٦
٤	تتعلق بخصوصية كل مشروع	٤
٥	تتعلق بمواد البناء التي يتطلبها كل مشروع	٤
٦	تتعلق بعملية التخطيط والتصميم	٦
٧	تتعلق بعمليات إدارية ضمن المشروع	٦
٨	تتعلق بأسلوب التنفيذ والتكنولوجيا المعتمدة	٤
٩	تتعلق بعوامل السلامة وإدارة المخاطر	٤
١٠	تتعلق بعوامل بيئية و عوامل خارجية	٤
١١	تتعلق باليات و معدات المشروع	٤

SUM=48

كما تم تحديد مجموعة العوامل الفرعية التي تؤثر على عملية الإنتاج في قطاع الإنشاء في المحافظة في الجداول [2-3-4-5-6-7-8-9-10-11]، حيث شملت عوامل تتعلق بالأمر المالية، وعوامل تتعلق بفريق عمل المشروع، وعوامل تتعلق بخصوصية كل مشروع، وعوامل تتعلق بمواد البناء التي يتطلبها كل مشروع، وعوامل تتعلق بالتخطيط والتصميم، وعوامل تتعلق بالعمليات الإدارية ضمن المشروع، وعوامل تتعلق بأسلوب التنفيذ والتكنولوجيا المعتمدة، وعوامل تتعلق بالسلامة وإدارة المخاطر، بالإضافة إلى مجموعة العوامل البيئية والظروف الخارجية، وعوامل تتعلق باليات ومعدات المشروع.

الجدول رقم (2) : مجموعة العوامل المتعلقة بالأمر المالية والاقتصادية

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
التأخير في صرف الكشوف المستحقة	١
الظروف المالية المحيطة بمالك المشروع	٢
قلة تقديم الحوافز المادية لكادر العمل	٣
الظروف المالية المحيطة بالمقاول أو المتعهد الثانوي	٤
التأخير في الدفع من قبل المكننين على مشاريع الإسكان	٥
الأزمة المالية و الحصار الاقتصادي المفروض على البلد	٦

الجدول رقم (3): مجموعة العوامل المتعلقة بفريق عمل المشروع

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
القدرة الجسمانية و الذهنية التي يتمتع بها كادر العمل	١
عملية التواصل و التنسيق المتبعة بين العاملين و المشرفين على المشروع	٢
عدد ساعات العمل الفعلية التي يتم الالتزام بها في كل وردية	٣
حجم العمل الإضافي الموكل إلى فريق العمل و مدته الزمنية	٤
المدة الزمنية للاستراحة التي يحتاجها الكادر بين فترات العمل	٥
المهارات و الخبرات المتعددة التي يمتلكها فريق العمل	٦

الجدول (4): مجموعة العوامل المتعلقة بخصوصية كل مشروع

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
أوجه التشابه و الاختلاف مع المشاريع السابقة	١
ملائمة منطقة المشروع لإمكانية التنفيذ	٢
الية تجهيز و تخطيط موقع البناء	٣
نوعية تربة أساس المبنى و قدرة تحملها و مواصفاتها الميكانيكية	٤

الجدول (5): مجموعة العوامل المتعلقة بمواد البناء التي يتطلبها كل مشروع

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
الية تأمين مواد البناء من المصدر إلى ورشة البناء	١
قدرة و استيعاب و ملائمة عتابر و مستودعات التخزين لهذه المواد	٢
الالية المتبعة في حفظ مواد البناء و حمايتها من الظروف الجوية	٣
اوامر التغيير التي تجرى على مواصفات المواد و كمياتها	٤

الجدول (6): مجموعة العوامل المتعلقة بعملية التخطيط والتصميم

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
مدى تكرار المخططات و المواصفات الخاصة بالمشروع	١
الأخطاء المتوقعة حدوثها عند القيام بعمليات التخطيط	٢
أوامر التغيير التي يتم إجراؤها أثناء عملية التصميم	٣
دقة المعلومات التي يتم الحصول عليها لاعتمادها في التصميم	٤
ضرورة تطابق المخططات التي يتم تجهيزها للواقع الفعلي	٥
إجراء عملية القياس و الاختبارات الضرورية بالدقة المطلوبة	٦

الجدول (7): مجموعة العوامل المتعلقة بالعمليات الإدارية ضمن المشروع

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
الالية المتبعة في مراقبة الخطة الزمنية اللازمة لإنجاز مشروع البناء	١
الدور الفعال للكادر المشرف في ضبط جودة التنفيذ من خلال الزيارات المتكررة	٢
ضرورة التنسيق بين مختلف الاختصاصات الإدارية التي تدير المشروع السكني	٣
ضرورة توفر المهارة والخبرة و فعالية الأداء لمختلف مسؤولي إدارة عملية الإنتاج	٤
القدرة على وضع الخطط البديلة في حال حدوث أي طارئ مفاجئ أو متوقع حدوثه	٥
ضرورة امتلاك مفاهيم إدارة المخاطر في مختلف مراحل المشروع من مدراء المشروع	٦

الجدول (8): مجموعة العوامل المتعلقة بأسلوب التنفيذ والتكنولوجيا المعتمدة

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
أسلوب عملية تنفيذ مشروع الإسكان تعتمد الطريقة الكلاسيكية أم هناك أساليب حديثة معتمدة	١
ضرورة الإنجاز وفق الترتيب المخطط له بالمدة الزمنية و الكلفة المتوقعة	٢
حجم المعوقات و العراقيل التي تكف في إنجاز مشروع البناء و مدى تأثيرها	٣
ضرورة مطابقة المواصفات و الشروط المتفق عليها في العقد الهندسي المبرم	٤

الجدول (9): مجموعة العوامل المتعلقة بالسلامة وإدارة المخاطر

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
ضرورة الالتزام بعوامل الأمن والسلامة المكتوبة في شروط العقد	١
توفر القدرة على إدارة المخاطر والتحديات	٢
القدرة على إيجاد الحل الإسعافي والمجدي في حال تعثر إنجاز مشروع البناء	٣
ضرورة ادخار الموارد اللازمة والتي يتم الاستفادة منها عند الحاجة	٤

الجدول (10): مجموعة العوامل البيئية والظروف الخارجية

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
ظروف الحرب القاسية و الحصار الاقتصادي و الأزمة الصحية	١
تغيرات الطقس و الظروف المناخية و الكوارث الطبيعية	٢
طبوغرافية المنطقة و الموقع المساحي التي يشغلها حدود و نطاق المشروع	٣
الحد من الآثار البيئية بوضع الحلول من خلال أمثلة استهلاك موارد الطاقة	٤

الجدول (11): مجموعة العوامل المتعلقة باليات ومعدات المشروع

السبب الفرعي المؤثر على عملية الإنتاج	
توفر الجاهزية الفنية الجيدة للمعدات المعتمدة في عملية التنفيذ	١
ضرورة توفر الصيانة الدورية للأليات في مختلف أقسام المشروع	٢
قدرة عمال الالات على التعامل مع أي طارئ ممكن حدوثه أثناء استخدامها	٣
القدرة على تأمين المعدات الضرورية عند حدوث أي نقص ممكن	٤

بعد دراسة العوامل المختلفة المؤثرة على عملية الإنشاء وجمعها تم تصميم نموذجين من الاستبيانات، وقد تم تحويل العوامل المؤثرة هذه إلى نماذج على صورة أسئلة علمية لتسهيل إجراء الاستبيانات مع ذوي الخبرة و الاختصاص، حيث النموذج الأول يختص بالجهة الدارسة كما في الجدول [12]، والنموذج الثاني يختص بالجهة المنفذة كما في الجدول [13]:

الجدول (12): نموذج الاستبيان المقدم إلى الجهة الدارسة

أهم العوامل المؤثرة على إنتاجية العمل في مرحلة التخطيط و التصميم	
هل يتم إعداد الخطة الزمنية وفق منهجية هندسية تناسب مشروع الإسكان	١
هل يتم دراسة تقديرات التكلفة (مواد، اليات ، عمال) بأسلوب يضبط النفقات الاجمالية لمشروع الإسكان	٢
هل القوانين السائدة تهيأ البيئة المطلوبة لإنجاز مشاريع الإسكان	٣
هل تتم دراسة المشاريع السابقة المماثلة و تحديد نقاط القوة فيها مع نقاط الضعف	٤
هل العقود الهندسية تضمن مفاهيم تكامل إدارة المشروع الهندسي بين المالك و المقاول	٥
هل يتم إعداد دفتر الشروط الفنية و المواصفات القياسية بشكل يتناسب مع خصوصية كل مشروع سكني	٦
هل توجد خطط بديلة في حال عدم توفر بعض موارد المشروع و الية تأمينها	٧
هل يتم الحصول على المعلومات المطلوبة بشكل دقيق يعكس الواقع العملي	٨
هل تتم الفحوصات المخبرية للمواد بشكل دقيق في مختبرات البناء	٩
هل عامل الخبرة المهارة متوفر عند المالك و المقاول و كادر العمل	١٠
هل الاليات و الادوات التي سيتم استخدامها بحالة فنية جيدة تحقق الغرض المطلوب	١١
هل تمت دراسة الجدوى الاقتصادية و تحليل أسعار الفائدة و التضخم و معدل البطالة بعناية و دقة	١٢
هل تم الأخذ بعين الاعتبار لحجم التكنولوجيا المستخدمة و اساليب التواصل بين فريق العمل	١٣
هل تم الأخذ بعين الاعتبار لعوامل البيئة و معدل استهلاك الوقود و الطاقة بالإضافة لعوامل الامن و السلامة	١٤
هل أوامر التغيير الممكن حصولها أثناء التصميم لها تأثير بالغ الأهمية على الكلفة الإجمالية للمشروع	١٥

الجدول (13): نموذج الاستبيان المقدم إلى الجهة المنفذة

أهم العوامل المؤثرة على إنتاجية العمل في مرحلة التنفيذ	
١	هل تتوفر اليه رقابية معينة في ضبط نفقات مختلف عمليات التنفيذ
٢	هل يتم مراقبة اي تغييرات ممكن أن تطرأ على الجداول الزمنية المخطط لها
٣	هل جهاز الاشراف يقوم بالدور المطلوب لضبط جودة و مواصفات المواد المستخدمة في عملية البناء
٤	هل تتم معالجة الفروق الكبيرة في أسعار متطلبات عمليات التنفيذ في حال حدوثها بين فترة زمنية و اخرى
٥	هل تتم معالجة ارتفاع كلف نقل مواد البناء من المصدر إلى ورشة العمل في حال وقوعها بين فترة و أخرى
٦	هل تتم الاستفادة من التغييرات الممكن حدوثها في مواضع الضرائب و المراسيم لتكون في خدمة الإنتاجية
٧	هل يتم التعامل بحس هندسي مع الظروف الطارئة و التي لها تأثيرها على عمليات التنفيذ في مشاريع الاسكان
٨	هل تتوفر الجاهزية لفريق عمل التنفيذ للتعامل مع التأخيرات و التوقفات التي قد تحدث أثناء العمل
٩	هل تتم عملية التنفيذ بشكل يطابق المعايير و الشروط و المواصفات المتفق عليها في عقود البناء
١٠	هل عامل التحفيز المادي و المعنوي يؤخذ على محمل الجد باتجاه العمال الماهرين و الكفؤين
١١	هل يتم تجنب التأخيرات المالية عند دفع الأجور و المستحقات لمختلف العاملين ضمن نطاق المشروع
١٢	هل تتم إدارة الموارد البشرية و الطاقات العاملة بالشكل المناسب بحيث تحقق إنتاجية العمل المرجوة

كما تم إعداد جدول يبين عدد سنوات الخبرة التي يمتلكها الأشخاص التابعين للجهة الدارسة والمنفذة في

الجدول [14]:

الجدول (14): عدد سنوات الخبرة التي تمتلكها كل من الجهة الدارسة و المنفذة

عدد الاستبيانات التي يتم إجراؤها مع ذوي الاختصاص					
عدد سنوات الخبرة	بين ٥ - ١٠ سنة	بين ١٠ - ٢٠ سنة	أكثر من ٢٠ سنة	مجموع الاستبيانات من كل جهة	النسبة المئوية من كل جهة
الجهة الدارسة	10	15	10	35	≈49%
الجهة المنفذة	11	10	16	37	≈51%

SUM=72

والجدول [15] الذي يمثل إجابات المختصين على الاستبيانات المقدمة لهم:

	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
3	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25
4	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25
5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25
6	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5
7	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5
8	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
10	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
11	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
12	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
13	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
14	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
15	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75

الشكل (1): إعداد البيانات في برنامج اكسل ليتم تصديرها الى ماتلاب.

كما تم كتابة الخوارزمية الرياضية في برنامج (ماتلاب)، بتحديد حجم المدخلات لدرجات التأثير للعوامل وفق الاستبيانات المرفقة وربطها مع المخرج النهائي (الإنتاجية)، باعتماد مجموعة من التوابع الرياضية وتحديد الطبقات الوسيطة المخفية لتنتم عملية الربط في المرحلة الأولى ضمن مرحلة التدريب بين المدخلات أي العوامل المؤثرة (الذي يمثلته المتغير x) والنتائج الوحيد أي الإنتاجية (الذي يمثلته المتغير t) ضمن الشبكة العصبونية ثم تحليل الارتباط بين صافي المدخلات (الذي يمثلته المتغير y) والنتائج الوحيد (الذي يمثلته المتغير t).

```

Editor - D:\2020-7-26\مقالة\ANN.m
ANN.m
This file can be published to a formatted document. For more information, see the publishing video or help.
1 - clc
2 - clear
3 - close all|
4
5 - %%
6 - data=xlsread('مقالة');
7
8 - x=data(1:73,1:27);
9 - t=data(1:73,28);
10

```

```

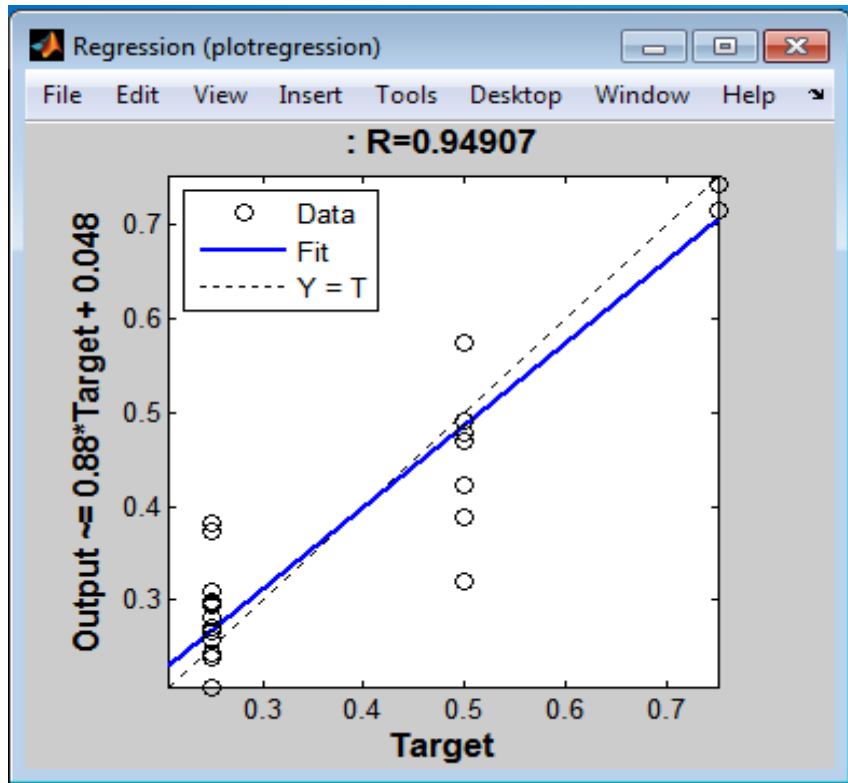
11 - A=size(t);
12 - A=1:A(1);
13 - %%
14 - i=5;
15 - j=6;
16 - k=7;
17 - l=8;
18 - hiddenLayerSize=[5 6 7 8];
19 - trainFcn='trainlm';
20
21 - net=fitnet(hiddenLayerSize,trainFcn);
22
23 - net.divideParam.trainRatio=0.7;
24 - net.divideParam.valRatio=0.2;
25 - net.divideParam.testRatio=0.1;
26
27 - net.layers{1}.transferFcn = 'tansig';
28
29 - net.layers{2}.transferFcn = 'purelin';
30
31 - net.layers{3}.transferFcn = 'logsig';
32
33 - net.layers{4}.transferFcn = 'logsig';
34
35 - net.trainParam.goal = 0.000001;
36
37 - net.trainParam.showWindow = 1;
38
39 - net.trainParam.max_fail = 100;
40
41 - net.trainParam.epochs = 10000;
42
43 - [net,tr]=train(net,x',t');
44
45 - y=net(x');
46
47 - R=regression(t',y)
48
49 - MSE=mse(y-t')
50
51 - plotregression(t',y)
52
53 - plot(A',t,A',y')

```

الشكل (2): كتابة الخوارزمية الرياضية في برنامج ماتلاب

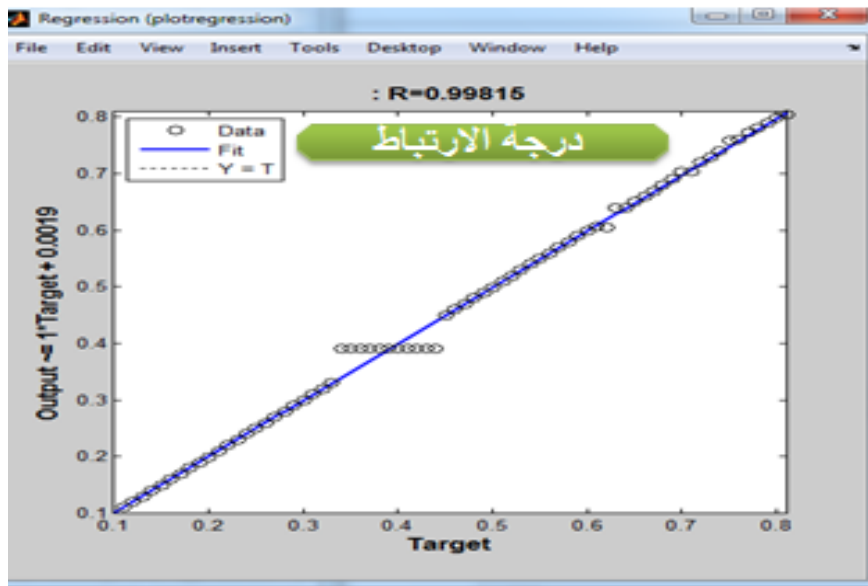
ومن ثم يتم حساب الخطأ المتوسط التربيعي ضمن الشبكة العصبونية الاصطناعية في برنامج ماتلاب:





الشكل (3): حساب متوسط الخطأ التربيعي و درجة الارتباط بين العوامل المؤثرة والإنتاجية.

حيث نلاحظ أن الخطأ المتوسط التربيعي قيمته ضئيلة، وهذا يدل على دقة البيانات المدخلة ومدى معالجتها بشكل صحيح بالطبقات الوسيطة ضمن البرنامج، كما أن عامل الارتباط $R=0.94907$ يشير إلى مدى الارتباط الوثيق بين جميع العوامل الفرعية ضمن مرحلتي التخطيط والتنفيذ مع الإنتاجية الإجمالية.



الشكل (4): حساب درجة الارتباط بين العوامل المؤثرة والإنتاجية عند إجراء الاختبار.

من جهة ثانية نلاحظ أنه عند إجراء عملية الاختبار ضمن الشبكة العصبونية بإدخال بيانات أكثر دقة بزيادة نسبة الأوزان للعوامل الفرعية الأكثر أهمية ضمن مرحلة التصميم كدراسة تقديرات الكلفة بشكل جيد وإعداد الخطط البديلة لنقص موارد المشروع والأخذ بعين الاعتبار لحجم التكنولوجيا المستخدمة، وأيضاً عند زيادة نسبة الأوزان للعوامل الفرعية الأكثر أهمية ضمن مرحلة التنفيذ كمطابقة عملية التنفيذ للمعايير والشروط والمواصفات المطلوبة ومراقبة أي تغييرات تطرأ على الجدول الزمني المخطط ومراقبة نفقات مختلف عملية التنفيذ، سيزداد عامل الارتباط R إلى $R=0.99815$ ، وبالتالي هو دليل على الأهمية النسبية الأكبر لهذه العوامل عن غيرها وتأثيرها الأكبر على العملية الإنتاجية الإجمالية.

النتائج والمناقشة:

من خلال البحث المقدم تم التوصل إلى النتائج التالية :

- 1- تم تحديد أهم العوامل المؤثرة على العملية الإنتاجية في المشاريع الإنشائية ضمن مرحلتي التصميم والتنفيذ، من إعداد الخطة الزمنية إلى دراسة تقديرات الكلفة وتحديد نقاط القوة والضعف وإعداد الخطط البديلة والفحوصات المخبرية والجدوى الاقتصادية والعوامل البيئية وعوامل الأمن والسلامة وغيرها من العوامل الهامة ضمن مرحلة التصميم، إلى مراقبة الجداول الزمنية وضبط الجودة ومطابقة المعايير والشروط والمواصفات المطلوبة وغيرها من العوامل ضمن مرحلة التنفيذ.
- 2- تبين من خلال عامل الارتباط $R=0.94907$ ، أن هناك ارتباط وثيق بين هذه العوامل والإنتاجية الإجمالية.
- 3- أيضاً تبين أنه عند إعطاء أهمية نسبية أكبر لبعض العوامل في مرحلة التصميم كدراسة تقديرات الكلفة بشكل جيد وإعداد الخطط البديلة لنقص موارد المشروع والأخذ بعين الاعتبار لحجم التكنولوجيا المستخدمة، ولبعض العوامل في مرحلة التنفيذ كمطابقة عملية التنفيذ للمعايير والشروط والمواصفات المطلوبة ومراقبة أي تغييرات تطرأ على الجدول الزمني المخطط ومراقبة نفقات مختلف عملية التنفيذ، سيزداد عامل الارتباط R إلى $R=0.99815$ وهذا سيزيد الإنتاجية الإجمالية.

الاستنتاجات والتوصيات:

تشير نتائج الدراسة هذه إلى حتمية الارتباط بين العوامل الفرعية والإنتاجية الكلية وتأثيرها العميق على دقة إنجاز أي مشروع إنشائي، أيضاً تبين الدراسة أهمية إعطاء أولوية لبعض العوامل الفرعية بنسب معينة ضمن مرحلتي التصميم والتنفيذ لرفع مستوى الإنتاج قدر الإمكان، وأيضاً ضرورة اعتماد المنهج الرياضي في ضبط جودة العمل الهندسي ورفع كفاءته للوصول إلى إنتاجية أفضل عند تنفيذ مشاريع جديدة لما له من مكاسب حقيقية في تحقيق الغايات المرجوة لمشاريع البناء.

المراجع:

- (1) Faiq,alzwainy. Tariq,khaleel. Application intelligent predicting technologies in construction productivity. American journal of engineering and technology management,volume1,issue3,39-48,2016.
- (2) G,robles.A,stifi. Labor Productivity in the Construction Industry-Factors Influencing the Spanish Construction Labor Productivity.World Academy of Science,Engineering and Technology. International Journal of Civil, Architectural, Structural and Construction Engineering Vol:8 No:10,2014.
- (3) H,doloi . X,jin. Modling multi criteria decision analysis for benchmarking management practices in project management. International conference on information technology in construction.
<http://www.researchgate.net/publication/264873836>.
- (4) Noaman,sheikh.Fahim,ullah. Labor productivity assessment using activity analysis on semi high-rise building projects in pakistan.
<https://www.researchgate.net/publication/319162066>.
- (5) Nour,aboud. Maher,mostafa. Development mathematical model to achieve the optimal investment for labor. Damascus university, department of construction management.Damascus journal,2015.
- (6) R,chitra. Ruchi,kumari. Analysis of factors affecting on labour productivity in construction industry by using RII method. International journal of pure and applied mathematics 116(13),235-240,2017. Issn:1311-8080,url:<http://www.ijpam.ed>.