مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والسياسية
المجلد – 3– 2024 : 18– 40

Damascus university Journal for the economic and political sciences
Vol -3 – 2024: 18 - 40

دور الشبكات العصبية الاصطناعية في إدارة المشاريع الإنشائية

ساندرا غسان إبراهيم[1]

1. ماجستير في إدارة الأعمال – نظم معلومات إدارية

sandra.ibrahim@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

جاءت هذه الدراسة لتشير إلى أهمية ربط التكنولوجيا بالإدارة، وذلك لما لها من دور إيجابي في تحسين جودة القرار المتخذ وخاصة في الظروف الاستثنائية والطارئة التي لها خصوصية في التعامل وذلك بسبب حساسيتها للوقت والسرعة والدقة، وانطلاقاً من المرحلة الحاسمة التي تشهدها البلاد والمتمثلة في مرحلة إعادة الإعمار تم التوجه إلى دراسة البنية التحتية وكيفية إدارتها لنتمكن لاحقاً من ممارسة النشاطات والفعاليات المختلفة بكفاءة وفعالية عالية، وذلك من خلال الاستعانة بالشبكات العصبية الاصطناعية وتدريبها بواسطة أفضلية الحشد الجزيئي لتنفيذ الدوائر الرقمية باستخدام مصفوفة البوابات القابلة للبرمجة، حيث تعتبر كمية الدوائر اللازمة لتنفيذ عملية ضرب كل إدخال بالوزن المرافق له وعملية الجمع اللاحقة لها إحدى المعوقات الرئيسية لتنفيذ دوائر الشبكات العصبية الاصطناعية ANN ، وقد تم اقتراح تبني أوزان الشبكات العصبية الاصطناعية باستخدام أفضلية الحشد الجزئي POS كألية لتحسين أداء الشبكات العصبية الاصطناعية بالإضافة إلى تقليل الدوائر اللازمة لبناء الشبكات.

وتوصلت الباحثة إلى ضرورة تطبيق أحد أهم أساليب الذكاء الاصطناعي المتمثل بالشبكات العصبية الاصطناعية وذلك لإدارة المشاريع الإنشائية، وأكدت الباحثة على أهمية تطبيق التصميم المقترح حيث تمت عملية التدريب خارج الرقاقة ثم حمل التصميم كامل التدريب إلى الرقاقة، ينفذ هذا البحث دائرة حساب ومنطق ALU ذات أربع بت باستخدام أدوات الرسم التخطيطي لزايلنكس كمثال لتطبيق الدوائر الرقمية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية الممرنة بواسطة خوارزمية أفضلية الحشد الجزيئي.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، الشبكات العصبية الاصطناعية، إدارة المشاريع الإنشائية، ذكاء السرب، التصميم المقترح للخلايا العصبية، وحدة المنطق الحسابية.

تاريخ الايداع: 2022/11/25
تاريخ النشر : 2023/8/28

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب
CC BY-NC-SA

The Role of Artificial Neural Networks (ANN) in Construction Project Management

Sandra Ghassan Ibrahim[1]

1. Master in Business Administration - Management Information System

sandra.ibrahim@damascusuniversity.edu.sy

Received: 25/11/2022
Accepted: 28/8/2023

Copyright: Damascus University-Syria
The authors retain the copyright under a
CC BY- NC-SA

Abstract:

This study indicates to the importance of linking between technology and management, due to the role in improving the quality of the decision making, especially in exceptional and emergency circumstances. however, based on the critical stage which the country is witnessing, the stage of reconstruction It was directed to study the infrastructure and how to manage it, so that we can later practice various activities and events with high efficiency and effectiveness, through the use of artificial neural networks and training them by PSO to perform digital circuits using xilinx FPGA, but the amount of circuits required to implement the process of multiplying each input, the weight associated with it and its subsequent summation process is one of the main obstacles to the implementation of ANN circuits, therefor it has been proposed the weights of artificial neural networks using the preference of PSO as a mechanism to improve the performance of artificial neural networks. in addition to reducing the circuits needed to build networks. The researcher concluded that it is necessary to apply one of the most important methods of artificial intelligence, represented by artificial neural networks, in order to manage construction projects by using the xilinx diagramming tools as an example of a digital circuit implementation using artificial neural networks that are motorized by PSO.

Keywords: Artificial Intelligence, Artificial Neural Networks, Construction Project Management, Swarm Intelligence SI, PSO The Proposed Design Of PSO Neuron, Arithmetic Logic Unit ALU

المقدمة:

لقد أدت الأزمة السورية إلى أضرارا هائلة بالبنى التحتية واستنزفت الاقتصاد، ناهيك عن دمار كبير لم يميز بين منزل ومرفق عام أو منشأة طبية أو تعليمية، حيث تم تدمير ثلث البنية التحتية للبلاد، 70% من شبكة الكهرباء وإمدادات الوقود والمياه، كما تضررت واحدة من كل ثلاث مدارس، وأصبح نصف المستشفيات والعيادات والمستوصفات خارج العمل، إضافة إلى تدمير 7% من المنازل، وتضرر 20% حسب مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية، ولذلك أصبحنا بحاجة ماسة لتطبيق خطة تعاف وإنعاش على جميع الأصعدة، ليس فقط كي نعوض الأضرار والخسائر لجميع الأطراف المعنية، بل من أجل استدراك وتعويض جميع ما فاتنا من مسيرة الإصلاح والتطوير التي كنا نخطها خلال السنوات السابقة للأزمة، ولا شك في أن هذا يتطلب إعداد استراتيجية شاملة لإعادة إعمار سورية، متضمنة البنى المعمارية والبنى الاقتصادية وحتى الاجتماعية من قبل إدارة متخصصة تعمل ضمن إطار بيئة تشريعية وقانونية سليمة، بحيث نستطيع مواجهة تحديات الفترة القادمة بكل أبعادها، وخصوصا التحديات المالية المتمثلة بإيجاد المصادر التمويلية اللازمة لنجاح الاستراتيجية المنشودة. وتكمن خطورة هذه التحديات في القرارات المالية وأسلوب اختيار كل مصدر تمويلي، بحيث يجب أن ينسجم مع مشاريع استراتيجية إعادة الإعمار الشاملة لبناء سورية ذات الاكتفاء الذاتي من جديد، ويحافظ على ثقافتنا وهويتنا ويعمل على تقوية وبناء المجتمع، وتزيد من فاعليته وتكامله.

الدراسات السابقة:

انطلاقا من أهمية موضوع إدارة المشروع بشكل عام، وإدارة المشاريع الإنشائية بشكل خاص، ونظراً لوجود العديد من العوامل المؤثرة فيه، تم التوجه لطريقة حديثة ومتقدمة تأخذ بعين الاعتبار كافة هذه العوامل المتعلقة بالمشروع الإنشائي، وجاءت العديد من الدراسات لتتناول موضوع الشبكات العصبية الاصطناعية وعلاقته بإدارة المشاريع، وذلك لأهميته الكبيرة وحداثته، ومن أهم هذه الدراسات التي تناولت العلاقة بين هذين المتغيرين، ما يلي:

1) Resource Allocation for Infrastructure Resilience using Artificial Neural Networks (2021) (Alemzadeh, Talebiyan, Talebi, Due˜nas-Osorio, & Mesbahi, 2021)

جاءت هذه الورقة لتناقش مشكلة تخصيص الموارد المتاحة للبنية التحتية باستخدام التعلم الآلي، حيث تم الاعتماد على الشبكات العصبية الاصطناعية للتعامل مع المعطيات الحسابية بغية التنبؤ بالنتائج المتوقعة، وذلك من خلال تقنيات التحسين المتقدمة والتعلم المعزز للتحكم المنفصل بحيث يتفاعل صانع القرار مع بيئة الإعداد من أجل العثور على أفضل سيناريو.

2) Applying Artificial Neural Network in Construction 2020 (Doroshenko, 2020):

قدمت هذه الدراسة نظرة عامة عن تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية في مجال البناء، حيث تناولت موضوعات استهلاك الطاقة وكفاءتها، التحليل الهيكلي، مواد البناء، المدينة الذكية، التنبؤ بالتطبيقات وهندسة البناء والتربة وغيرها، كما أشارت إلى أن طريقة عمل الشبكات العصبية الاصطناعية تعتمد على التعلم الآلي، كما ذكرت بأن التطبيقات الرئيسية للشبكات العصبية الاصطناعية هي اتخاذ القرار، التعرف على الأنماط، التحسين، التنبؤ والبيانات التحليلية.

3) An Artificial neural networks (ANN) model for evaluating construction project performance based on coordination factors 2018 (Alaloul, Liew, Zawawi, Mohammed, & Adamu, 2018)

ركزت هذه الدراسة على دور الشبكات العصبية الاصطناعية في تقييم أداء المشروع الإنشائي بالاستناد إلى العوامل المؤثرة فيه، حيث قدمت هذه الدراسة نموذجاً لتطوير الشبكات العصبية الاصطناعية من خلال التركيز على أكثر من ستة عشر عامل مؤثر في أداء المشروع الإنشائي، كما توصلت إلى أهمية التركيز على كافة المتغيرات المؤثرة في إدارة المشروع الإنشائي لما له من دور في نجاح المشروع والذي ينعكس على فعالية دورة حياة المشروع ككل.

4) Artificial Neural Networks for Construction Management: A Review 2017

5) (Kulkarni, londhe, & Deo, 2017)

استعرضت هذه الدراسة تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية في أنشطة البناء المتعلقة بالتنبؤ بالتكاليف والمخاطر والسلامة والوقت بالإضافة إلى إنتاجية العمالة والمعدات، وتوصلت الدراسة إلى أن للشبكات العصبية الاصطناعية فائدة كبيرة في مجال إدارة البناء حيث تعتبر أداة قوية لحل العديد من المشاكل، وأوصت الدراسة بضرورة العمل على تطوير إرشادات واضحة لتحديد المدخلات وبنية الشبكة وخوارزميات التعلم ومعلمات التحكم لزيادة مستوى الدقة والثقة مما يساهم في الاعتماد على ANN في إدارة المشاريع الإنشائية.

6) دور تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية في تسيير المخاطر في المؤسسات الصناعية 2017 (بوزيدي و عيشوش، 2017)

جاءت هذه الدراسة لتوضح مدى أهمية استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ودورها في تسيير المخاطر في المؤسسات الصناعية من خلال التعامل مع العوامل المؤثرة المختلفة المرتبطة بالمخاطر الصناعية، وذلك من خلال دراسة نظرية معمقة لهذين المتغيرين، وتوصلت الدراسة إلى ضرورة تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية في المؤسسات الصناعية باعتبارها إحدى أهم التقنيات الحديثة المستعملة في معالجة المخاطر التي تواجهها المؤسسة.

أوجه تميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة:

1) أغلب الدراسات السابقة ركزت على موضوع الشبكات العصبية الاصطناعية ودورها المهم في التنبؤ ودقة النتائج التي تقدمها، في حين أنه لم يتم تناول موضوع إدارة المشاريع الإنشائية والشبكات العصبية الاصطناعية بشكل مباشر ومترابط.

2) جاءت هذه الدراسة لتوضح آلية عمل الشبكات العصبية الاصطناعية وكيفية تناولها للعوامل المختلفة المؤثرة بموضوع الدراسة.

3) تسليط الضوء على الربط بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الأعمال بشكل عام، والشبكات العصبية الاصطناعية وإدارة المشروع الإنشائي بشكل خاص.

مشكلة البحث:

انطلاقا من وصف البنية التحتية بأنها ركيزة أساسية لتحقيق النمو والازدهار الاقتصادي في أي بلد، وباعتبارها تمثل مجموعة من العناصر الهيكلية المترابطة التي توفر إطار عمل يدعم الهيكل الكلي للتطوير، كان لابد من العمل على إيجاد طريقة للنهوض بالبنية التحتية وإدارة المشاريع الإنشائية التي تأخذ بعين الاعتبار التكلفة الإجمالية للبنى التحتية وتحلل مخاطر هذه المشاريع وتجدول عمليات البناء وغيرها من المهام التي تحسن جودة العمل والأداء، لذلك توجهنا للاستعانة بوسيلة متطورة وحديثة وهي الشبكات العصبية الاصطناعية التي ستساهم في مواكبة التغيرات والالتحاق بركب الحضارة والتقدم.

واعتماداً على ما تقدم، فقد تمت صياغة مشكلة البحث بالسؤال التالي:

- ما هو دور الشبكات العصبية الاصطناعية في إدارة المشاريع الإنشائية؟

ويتفرع عنه مجموعة من الأسئلة الفرعية:

- ما هو دور الشبكات العصبية الاصطناعية في إدارة تكلفة المشروع الإنشائي؟
- ما هو دور الشبكات العصبية الاصطناعية في إدارة زمن المشروع الإنشائي؟

- **أهمية البحث:**
- **<u>الأهمية النظرية:</u>** تنبع أهمية البحث من أهمية الموضوعين اللذين يتناولهما البحث، فمن جهة يتناول إدارة المشروع الذي يعتبر موضوع غاية في الأهمية، وذلك لما له من دور في ضبط المشروع ومراقبته والتحكم به لتحقيق أفضل النتائج بأقل التكاليف وخلال فترة زمنية محددة ومضبوطة، ومن جهة أخرى يتناول موضوع الشبكات العصبية الاصطناعية التي تعد من أهم أنظمة الذكاء الاصطناعي لكونها أداة تقوم على محاكاة العقل البشري لحل المشكلات المعقدة.
- **<u>الأهمية العملية:</u>** تأتي الأهمية العملية للبحث من خلال ربط أنظمة الذكاء الاصطناعي بإدارة المشاريع الإنشائية، وذلك من خلال استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بتكلفة المشروع وزمن إنجازه، حيث أن الشبكة تزودنا بنتائج دقيقة وصحيحة توضح لنا فيما إذا كان المشروع يعمل ضمن حدود الميزانية الموضوعة له أو خارجها، وفيما إذا كان المشروع يسير ضمن الجدول الزمني المحدد له أو تجاوز الوقت المتاح الذي بدوره سينعكس على تكلفة المشروع.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على ضرورة ربط أنظمة الذكاء الاصطناعي بالعلوم الإدارية بشكل عام، وإدارة المشاريع بشكل خاص، كما يوضح كيفية تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية للتنبؤ بتكلفة المشروع من حيث عمله ضمن حدود الميزانية أو خارجها، بالإضافة لتدريبها على التنبؤ بزمن المشروع من حيث إنجازه ضمن الجدول الزمني المحدد له أو خارجه وذلك من خلال أفضلية الحشد الجزيئي لتنفيذ الدوائر الرقمية باستخدام مصفوفة البوابات القابلة للبرمجة.

منهجية البحث:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، لكونه يناسب الظاهرة موضوع الدراسة، حيث أن هذا المنهج يركز على وصف دقيق لظاهرة أو موضوع محدد، ومن خصائصه أنه لا يقف عند حدود الظاهرة (موضوع البحث)، ولكنه يذهب إلى أبعد من ذلك فيحلل، ويفسر، ويقيم أملاً في التوصل إلى تعميمات ذات معنى يزيد بها رصيد معارفنا عن تلك الظاهرة، وتسهم في تطوير واقع الظاهرة المقصودة، والوقوف على أهم إيجابياتها وسلبياتها ومحاولة تحسين السلبيات وتطوير الايجابيات المتعلقة بالظاهرة قيد الدراسة.

المبحث الأول: الشبكات العصبية الاصطناعية

من الاهتمامات الحديثة التي لاقت قبولاً كبيراً في عالم التكنولوجيا والبيانات، هو موضوع الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (AI) الذي يعرف بأنه علم يتضمن مجموعة أساليب وطرق جديدة في برمجة أنظمة الحاسب لتطوير أنظمة تحاكي ذكاء الإنسان وتؤدي عمليات مناظرة لقدرات البشر العقلية (Oroye & Onifade, 2020) ، ويتضمن الذكاء الاصطناعي فروعاً عديدة أهمها: النظم الخبيرة Expert systems ، التنقيب في البيانات Data Mining ، الخوارزميات الجينية Genetic Algorithms والشبكات العصبية Neural Networks (الشوادفي و حجاج، 2013)

المبحث الأول:

<u>أولاً:</u> مفهوم الشبكات العصبية الاصطناعية:

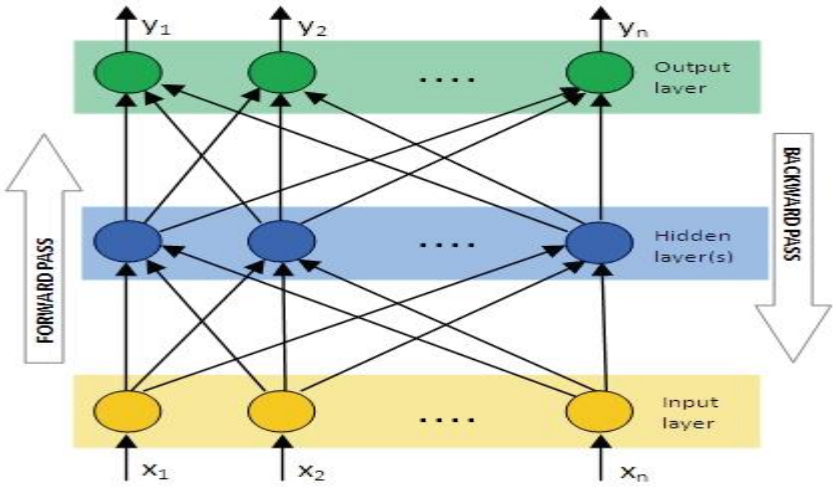
- تعد الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks (ANN) أحد أهم طرق الذكاء الاصطناعي، فهي تقنيات حسابية مصممة لمحاكاة الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة، وذلك عن طريق معالجة ضخمة موزعة على التوازي ومكونة من وحدات معالجة بسيطة، وهذه الوحدات ما هي إلا عناصر حسابية تسمى عصبونات أو عقد (Nodes, Neurons) والتي لها خاصية عصبية من حيث أنها تقوم بتخزين المعرفة العملية والمعلومات التجريبية لتجعلها متاحة للمستخدم وذلك عن طريق ضبط الأوزان. (de Barcelos Tronto, Simoes da Silva, & Sant'Anna, 2008)

- كما أن للإنسان وحدات إدخال وإخراج توصله بالعالم الخارجي والمتمثلة بحواسه الخمسة، فكذلك للشبكات العصبية وحدات إدخال وإخراج بالإضافة إلى وحدات المعالجة التي تتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان ونحصل من خلالها على ردة الفعل المناسبة لكل مدخل من مدخلات الشبكة.
- إذا الشبكات العصبية الاصطناعية تتألف من ثلاثة طبقات:

1- طبقة المدخلات Input Layer.

2- طبقة المعالجة Hidden Layer.

3- طبقة المخرجات Output Layer.

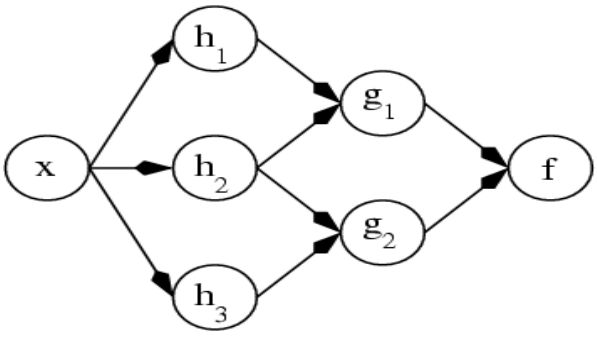


Architecture of backpropagation ANN (DOMITROVIĆ, DRAGOVAN, RUKAVINA, & DIMTER, 2018)

- فالشبكة تحتوي فقط على طبقة واحدة من وحدات الادخال والإخراج ولكنها قد تحتوي أكثر من طبقة من طبقات المعالجة، حيث تستقبل الشبكة البيانات من طبقة الإدخال وتظهر النتائج من خلال طبقة الإخراج، بعد أن تقوم طبقة المعالجة بإجراء العمليات المطلوبة لمعالجة البيانات وتحويلها إلى معلومات ونماذج مفيدة.
- وبين كل طبقة من هذه الطبقات هناك طبقة من الوصلات البينية التي تربط كل طبقة بالطبقة التي تليها والتي يتم فيها ضبط الأوزان الخاصة بكل وصلة بينية.(DOMITROVIĆ, DRAGOVAN, RUKAVINA, & DIMTER, 2018)
- في حين أن الشبكة كنموذج رياضي تمثل دالة f(x):

✓ حيث أن دالة f(x) عبارة عن مجموعة دوال أخرى g(x) والتي بدورها قد تكون عبارة عن مجموعة أخرى من الدوال، وهكذا.

✓ وبهذه الطريقة يمكن تمثيلها كشبكة من المتغيرات ترتبط ببعضها البعض بأسهم تدل على الاعتمادية.



النموذج الرياضي للشبكة العصبية الاصطناعية(Waziri, Bala, & Bustani, 2017)

- ويمكن النظر إلى هذه الشبكة من ناحيتين (الشريف و جمعة، 2012):

1) الأولى: ناحية وظيفية، حيث نبدأ من المعطى (x) وننتقل عبر الشبكة وصولاً إلى f ، وتستخدم هذه الطريقة عادة لحل المشاكل التي نرغب فيها للوصول إلى أمثل حل.
2) الثانية: الناحية الاحتمالية، حيث نبدأ من متغير عشوائي f والذي يعتمد على المتغيرات التي تسبقه (.. ,g, h) وصولاً إلى x، وتستخدم هذه الطريقة في نماذج الرسوم البيانية في الإحصاء.

ثانياً: أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية:

- يوجد عدة أنواع للشبكات العصبية الاصطناعية، منها (Fausett, 1994):

1- الشبكات العصبية ذات التغذية الأمامية Networks Neural Forward Feed: وهي الشبكات التي يخلو تركيبها من وجود حلقة مغلقة من الترابطات بين الوحدات المكونة لها، وتعد هذه الشبكات من أكثر الشبكات العصبية استخداماً، حيث تنتقل العمليات الحسابية في اتجاه واحد إلى الأمام من طبقة المدخلات إلى طبقة المخرجات.
2- الشبكات العصبية ذات التغذية المرتجعة Network Neural Back Feed: وهي الشبكات التي تجد لمخرجاتها طريقاً خلفياً مرة أخرى لتصبح مدخلات وتعطي أفضل النتائج الممكنة.
3- الشبكات العصبية ذات الترابط الذاتي Network Neural Associative Auto: وهي الشبكات التي تلعب كافة العناصر المكونة لها دوراً نموذجياً، يتمثل في استقبال المدخلات وبث المخرجات في نفس الوقت.

ثالثاً: تعليم الشبكة العصبية:

- هي العملية التي تقوم الشبكة العصبية الاصطناعية من خلالها بتعديل نفسها استجابة للمدخلات من أجل الحصول على المخرجات المستهدفة، وبأسلوب آخر فهي عملية اكتساب المعرفة، حيث تبحث الشبكة العصبية عن المعرفة من مجموعة بيانات العينة وأثناء عملية التعلم تعدل الشبكة أوزان الاتصال على أساس المدخلات الواردة حتى تقترب المخرجات من المخرجات الحقيقية أو المستهدفة (M. Zurada, 1992).
- وبذلك نجد بأن الشبكات العصبية لا تبرمج بل أنها تقوم بالتعلم، فهي تعتمد على تقليد عمل أعصاب الدماغ.
- ويتم تعليم أو تدريب الشبكة العصبية على اكتشاف العلاقات النمطية في البيانات بإتباع إحدى الطرق الأتية (Heravi & Eslamdoost, 2015):

1- التعليم الإشرافي Supervised Learning:

- تعد هذه الطريقة هي الأكثر انتشاراً في تدريب الشبكة العصبية، وفيها تجمع عينات من البيانات تحتوي قيماً للمتغيرات المدخلة وقيماً للمتغيرات المخرجة، وتقوم الشبكة بمقارنة النتائج التي تقدرها للمتغيرات الخارجة لكل عينة مدخلة بالقيم الفعلية لهذه المتغيرات، وبناء على ذلك تقوم الشبكة بإجراء التعديلات على أوزان الاتصال بهدف تقليل الأخطاء في النتائج، ثم تعاد عملية التدريب عدة مرات إلى أن يتم الوصول إلى نتائج مقبولة.

2- التعليم غير الإشرافي Unsupervised Learning:

- تتشابه هذه الطريقة مع طريقة التعليم الإشرافية إلا أنها تختلف عنها في أن العينات المستخدمة في عملية التدريب لا تتضمن أية قيم للمتغيرات الخارجة، وتتكون البيانات الداخلة إلى الشبكة من عدة قطاعات أو مجموعات، حيث تتدرب الشبكة في هذه الحالة على اكتشاف المميزات غير الظاهرة في مجموعة البيانات المستخدمة في عملية التدريب، ومن ثم استخدام تلك المميزات في تقسيم بيانات المدخلات إلى مجموعات مختلفة فيما بينها ومتقاربة داخل كل مجموعة.

3- التعليم بإعادة التدعيم Reinforcement Learning:

هذه الطريقة هي خليط بين الطريقتين السابقتين، حيث لا يفصح للشبكة العصبية عن القيم الحقيقية للمخرجات كما هو الحال في طريقة التدريب غير الإشرافية ولكن يشار للشبكة بصحة نتائجها المحصلة أو خطأها كما في طريقة التعليم الإشرافية.

رابعاً: ذكاء السرب Swarm Intelligence (SI):

- ذكاء السرب (SI) هو أحد تخصصات الذكاء الاصطناعي الحديثة التي تهتم بتصميم أنظمة متعددة الوكلاء، يختلف نموذج التصميم لهذه الأنظمة بشكل أساسي عن العديد من الأساليب التقليدية، بدلاً من وحدة التحكم المتطورة التي تحكم السلوك العالمي للنظام، يعتمد مبدأ SI على العديد من الكيانات غير المتطورة التي تتعاون من أجل إظهار السلوك المرغوب، حيث أن الإلهام للتصميم مأخوذ من السلوك الجماعي للحشرات الاجتماعية مثل النمل والنمل الأبيض والنحل والدبابير، وكذلك من سلوك المجتمعات الحيوانية الأخرى مثل أسراب الطيور أو أسراب الأسماك. على الرغم من أن الأعضاء الفرديين في هذه المجتمعات هم أفراد غير متطورين، إلا أنهم قادرون على تحقيق مهمة معقدة بالتعاون(Beni, 2014) .

خامساً: تحسين سرب الجسيمات: Particle Swarm Optimization

- PSO هي طريقة تحسين ناشئة قائمة على السكان، وهي تقنية حسابية تطورية موازية صممها في الأصل كينيدي وإبرهارت في عام 1995. وإن المفهوم الأساسي لـ PSO يأتي أساسًا من عدد كبير من الطيور التي تطير بشكل عشوائي وتبحث عن الطعام معًا، كل طائر هو فرد يسمى الجسيم. وبينما يبحث الطير عن الطعام، تتطاير الجزيئات في فضاء بحث متعدد الأبعاد باحثا عن الحل الأمثل، وتتكون جميع الجزيئات من عائلة وليس من فرد معزول عن بعضها البعض(Abraham, Guo, & Liu, 2006) . يمكنهم أن يتذكروا تجربة الطيران الخاصة بهم وفقًا للذاكرة المعرفية، يمكن لجميع الجزيئات تعديل موضعها أثناء تحركها نحوها، لدى PSO عدد قليل من المعلمات التي يمكن ضبطها، بحيث يكون من الملائم جعل المعلمات تصل إلى القيم المثلى، ويمكن توفير قدر كبير من العمل الحسابي والكثير من الوقت، ومن ناحية أخرى، يمكن لـ PSO العثور على الحلول المثلى أو بالقرب من الحلول المثالية حلول ذات سرعة متقاربة سريعة، لأنها تحتوي على صيغتين حسابيتين فقط للتكرار. تظهر الصيغة الأكثر شيوعًا لكيفية ضبط الجسيم لسرعته وموضعه في المعادلات (1) و (2)

$$\boldsymbol{VI_{(t+1)}(d) = Wv_{it}(d)}$$
$$\boldsymbol{+C_1 r_1 (Pb_i(d) - X_{it}(d))}$$
$$\boldsymbol{+C_2 r_2 \big(Gb_i(d) - X_{it}(d)\big) \dots\dots (1)}$$
$$\boldsymbol{Xi_{(t+1)}(d) = X_{it}(d) + V_{i(t+1)}(d) \dots\dots . (2)}$$

حيث d هو مؤشر البعد في مساحة البحث، W يمثل وزن القصور الذاتي، $\boldsymbol{C_1}$ و $\boldsymbol{C_2}$ تعتبر معلمات معرفية واجتماعية للخوارزمية على التوالي، $\boldsymbol{r_1}$ و $\boldsymbol{r_2}$ هما رقمان عشوائيان. $\boldsymbol{Pb_i}$ هو أفضل موضع شخصي تم تسجيله بواسطة الجسيم i، بينما $\boldsymbol{Gb_i}$ هو أفضل موضع عالمي تم الحصول عليه بواسطة أي جسيم في المجموعة السكانية(Chopra & Arora, 2022) .

سادساً: آلية عمل الشبكة العصبية الاصطناعية Artificial Neural Network

- ينشأ انضباط NNs من فهم الدماغ البشري، حيث يتكون الدماغ البشري العادي من 3*1010 خلايا عصبية من أنواع مختلفة، وتتصل كل خلية عصبية بما يصل إلى 104 نقاط اشتباك عصبي تعالج المعلومات بشكل منفصل وفي وقت واحد. تتكون الشبكة العصبية الاصطناعية من عدد من المعالجات البسيطة جدًا والمترابطة للغاية، والتي تشبه الخلية العصبية البيولوجية. تستقبل كل خلية عصبية عددا من إشارات الدخل من خلال اتصالاتها، مما ينتج عنه إشارة خرج واحدة، ثم يتم إرسال إشارة الخرج عبر الاتصال

الصادر للخلايا العصبية، وترتبط الخلايا العصبية عن طريق الروابط، كل رابط له وزن رقمي مرتبط به، الأوزان هي الوسيلة الأساسية للذاكرة طويلة المدى في الشبكات العصبية الاصطناعية، كما تتعلم ANN من خلال التعديلات المتكررة لهذه الأوزان، وتحسب كل خلية عصبية المجموع المرجح لإشارة الدخل، وتطبق بعض وظائف التنشيط على المجموع الصافي ثم تطلق مخرجًا وفقًا لوظيفة التنشيط المستخدمة(Wang, Yu, & Chan, 2012) ، وبالتالي يمكن تصوير مخرجات الخلية العصبية كما في المعادلة:

$$Y_i = f_i(\sum_{j=1}^{n} Wij * Xj - \theta i) \dots\dots (3)$$

حيث Y_i هو ناتج العصبون i، وXj هو j^{th} مدخل للخلية العصبية، وWij هو وزن الاتصال بين مدخل العصبون i و j، وتحيز θi neuron i، وf_i هي وظيفة التنشيط المقابلة للخلية العصبية i.

سابعاً: مصفوفة البوابة الميدانية القابلة للبرمجة Field Programmable Gate Array

- FPGA عبارة عن جهاز مصنوع من السيليكون يمكن برمجته كهربائيًا ليصبح أي نوع من الدوائر أو الأنظمة الرقمية تقريبًا. تهيمن على بنية FPGA الوصلات البينية القابلة للبرمجة والكتل المنطقية القابلة للتكوين والتي تعتبر بسيطة نسبيًا. ومع ذلك، فإن هذه الأجهزة أكثر مرونة من الأجهزة الأخرى مثل الأجهزة المنطقية القابلة للبرمجة المعقدة CPLD خاصة من حيث نطاق التصميمات، وتعتبر بنية الحوسبة القابلة لإعادة التشكيل القائمة على FPGA مناسبة تمامًا لتنفيذ الشبكات العصبية الاصطناعية حيث يمكن للمرء تطوير التزامن وإعادة التكوين بسرعة لتكييف أوزان وطوبولوجيات الشبكة العصبية الاصطناعية (Unlersen, 2021) .
- لا يزال تحقيق FPGA لـ ANN بعدد كبير من الخلايا العصبية مهمة ليست سهلة لأن خوارزمية ANN غنية بعملية الضرب وإنه أمر مكلف نسبيًا لتحقيقه. تتضمن الأعمال المختلفة التي تم الإبلاغ عنها في هذا المجال خوارزمية ضرب جديدة لـ ANN وNNs مع بعض القيود لتحقيق سرعة أعلى للعملية بسعر أقل وتحقيق شرائح متعددة.

المبحث الثاني:
إدارة المشاريع الإنشائية

إن قطاع البناء والتشييد من القطاعات الهامة وذلك نظراً لعلاقته الوثيقة مع القطاعات الاقتصادية الأخرى، مما يجعله مؤشراً مهماً وموثوقاً لحركة الاقتصاد الوطني واتجاهاته، لذلك لابد من وجود إدارة ناجحة تعنى بالمشاريع الإنشائية وتسعى للحفاظ على أهدافها الرئيسية من حيث نطاق العمل والجدول الزمني والميزانية، حيث أن نجاح المشروع ليس أمراً سهلاً وذلك بسبب الصعوبات المختلفة التي يواجهها من تأخير وتخطي للميزانية والنتائج غير الملائمة والعديد من العوائق المختلفة، وبالتالي فإن إدارة المشروع تساعد على تنظيمه وتخطيطه ومراقبته لتضمن قدرته على مواجهة هذه الصعوبات وتعظيم إمكانية نجاحه من خلال مساعدته في معالجة كل عنصر من عناصره في الوقت المناسب.

أولاً: إدارة المشاريع الإنشائية Construction Project Management:

تعرف إدارة المشاريع الإنشائية بأنها القدرة على استخدام المعرفة والمهارات والخبرات والأساليب في عمل مشروع إنشائي واستكماله مرورا بالمراحل المختلفة له في إطار زمني محدد وميزانية دقيقة (Al-Tabtabai, Kartam, Flood, & Alex, 1997)

ثانياً: مراحل إدارة المشاريع الإنشائية:

يمر المشروع الإنشائي بعدة مراحل منذ أن يبدأ كفكرة إلى أن ينتهي بشكل فعلي على أرض الواقع، ويمكن تلخيص مراحل المشروع (الديري، 2011)، فيما يلي:

1- مرحلة الدراسات، وتشمل:

- ❖ دراسات الجدوى الاقتصادية بهدف تقدير الأرباح الناجمة عن تنفيذ المشروع.
- ❖ دراسات إمكانية تنفيذ المشروع من الناحية الفنية.

- تقدير التكلفة المبدئية للمشروع ودراسة إمكانية توفير التمويل اللازم لتنفيذه.
- التعرف على اللوائح والقوانين الإقليمية الخاصة بإقامة المشروعات والتي تنظم تأثيرها على البيئة المحيطة.

2- مرحلة إعداد التصميمات والمواصفات، وتشمل:

- عمل التصميمات الابتدائية وتطبيق أسس ومبادئ علمية للاختيار بين البدائل.
- حساب التصميمات الهندسية للمشروع بأكمله وذلك بعد تقسيمه إلى تخصصات منفصلة.
- دراسة القابلية للتنفيذ لأنظمة المشروع المختلفة.
- إعداد الرسومات التصحيحية والتنفيذية للمشروع.
- تجهيز قائمة ببنود أعمال المشروع تضم جميع ما يجب تنفيذه بالموقع بالإضافة لإعداد تقدير مبدئي لكمية العمل لكل بند.
- كتابة مواصفات بنود الأعمال التي توضح طريقة التنفيذ وشروط استلام كل بند.

3- مرحلة طرح المشروع للمناقصة، وتشمل:

- تجهيز متطلبات العطاء وصورة العطاء وهي قائمة ببنود أعمال المشروع والتي يقدم على أساسها عروض أسعاره.
- إعداد نموذج العقد.
- تجهيز الشروط العامة والخاصة للمشروع.
- تجهيز وثائق العطاء وتشمل المتطلبات الثلاثة السابقة بالإضافة إلى الرسومات والمواصفات.
- الإعلان عن المناقصة.
- إعطاء المقاولين الراغبين في دخول المناقصة صورة من وثائق العطاء.
- إعطاء المقاولين مهلة زمنية محددة لدراسة العطاء وتقديم عروض أسعارهم.

4- مرحلة التعاقد، وتشمل:

- فحص عروض الأسعار.
- تقييم قدرة المقاول على تنفيذ المشروع.
- اختيار المقاول المناسب لتنفيذ المشروع.
- متابعة الأمور المتعلقة بإسناد المشروع إلى المقاول بعينه أو ممارسة عدد محدد من المقاولين.
- إخطار المقاول الذي تم اختياره كتابياً وتكليفه بتنفيذ المشروع مع تحديد ميعاد له للحضور وتوقيع العقد.

5- مرحلة التنفيذ، وتشمل:

- قيام المقاول باستلام موقع المشروع وتجهيزه بالمنشآت المؤقتة اللازمة.
- قيام المقاول بالإمداد بالموارد اللازمة لتنفيذ كافة بنود الأعمال.
- يقوم المالك بتعيين جهاز إشراف يقوم بمتابعة وتنفيذ بنود الأعمال بالمشروع.

6- مرحلة تسليم المشروع:

- يقوم المقاول بإخطار المالك كتابياً بانتهاء تنفيذ بنود الأعمال وطلب تسليم المشروع.
- يقوم المالك بتشكيل لجنة استلام، حيث تقوم اللجنة بالمراجعة الدقيقة لكافة مستندات العقد للتأكد من مطابقة التنفيذ لمستندات العقد.
- وفي حال عدم المطابقة بين أجزاء العقد والمستندات، تقوم اللجنة باتخاذ الإجراءات المناسبة.

ثالثاً: تقدير تكلفة المشروع:

قبل البدء بتنفيذ المشروع، يجب القيام بحساب التكاليف التقديرية له، بحيث تكون ضمن حدود الميزانية المقدرة للمشروع، ويتم إعداد تقدير تكلفة مفصل ودقيق ثم يتم اختزال تقدير التكلفة كموازنة تقديرية للتنفيذ، وتقوم أقسام المحاسبة في شركات المقاولات بحساب تكلفة التنفيذ الفعلية للمشروع في مرحلة التنفيذ، وذلك بهدف الرقابة على التكلفة، ومن جهة أخرى توثيقها لاستخدامها في تقدير تكلفة المشروعات المماثلة في المستقبل(Kulkarni, londhe, & Deo, 2017) .

رابعاً: الميزانية التقديرية للمشروع:

عند اختيار المقاول لتنفيذ المشروع، فإنه يقوم بإعادة هيكلة عناصر التكلفة في صورة تمكنه من الرقابة على التكلفة أثناء التنفيذ الفعلي للمشروع، وهو ما يسمى بالميزانية التقديرية للمشروع، وتشكل جدولاً بعناصر التكلفة التي سوف يستخدمها المقاول في الرقابة على المشروع أثناء التنفيذ، حيث تتم مقارنة التكلفة الفعلية بالتكلفة المقدرة لكشف أي انحراف (Adeli, 2001)

خامساً: تخطيط المشروع وجدولته:

يعنى تخطيط المشروع بوضع تصور قابل للتنفيذ، وتشمل هذه المرحلة على تحديد العمليات التي يجب تنفيذها وترتيبها وصياغة المشروع في صورة أجزاء عمل منفصلة وتحديد العلاقة فيما بينها. وهناك أساليب كثيرة لتخطيط المشروع، من أشهرها: طريق المسار الحرج والذي يرتكز أساساً على عمل نموذج تفصيلي يسمى بالشبكة، حيث تعرض الأنشطة التي يجب تنفيذها في المشروع والعلاقة بينها، وبعد الانتهاء من عمل شبكة للمشروع في مرحلة التخطيط، تبدأ مرحلة الجدولة الزمنية له، أي وضع جدول زمني يمثل التقويم الزمني المستقبلي الذي يستخدم كدليل لتنفيذ أنشطة المشروع في الموقع، وهنا يضاف عنصر الوقت إلى الشبكة، حيث يتم احتساب الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط وكذلك الوقت اللازم لإنجاز المشروع ككل. (Gvozdenović & Perović, 2007)

سادساً: إدارة موارد المشروع:

إن الهدف الأساسي من إدارة الموارد هو إمداد ودعم عمليات الموقع بالموارد اللازمة بحيث يمكن تسليم الأعمال في وقتها المطلوب والوصول إلى تكلفة واقعية في حدود الموازنة المقدرة، كما تستلزم إدارة الموارد المختلفة القيام بالمهام التالية (Jha & Chockalingam, 2009):

1- تحديد الاحتياجات من الموارد، ويتضمن هذا تحديد نوع المورد والتوقيت الواجب توافره في الموقع والكمية المطلوبة.
2- عمل الترتيبات اللازمة لضمان وصول الموارد في الوقت المحدد مع متابعة تنفيذ هذه الترتيبات.
3- في حال حدوث نقص في الموارد، فإنه يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة للتغلب على هذه المشاكل، بما في ذلك تعديل البرنامج الزمني للمشروع.
4- ومن جوانب إدارة الموارد المختلفة للمشروع (رضوان، 2013):
5- إدارة العمالة التي تتضمن حصر تفصيلي من البرنامج الزمني للاحتياجات من كل نوع من الأطقم.
6- إدارة المعدات والتي تتم بطريقة مشابهة لإدارة العمالة من حيث حصر الاحتياجات ومقارنتها بالمعدات المتاحة، ثم التفكير في تسوية الاحتياجات أو توظيف المعدات المتاحة على الأنشطة بأقل زيادة في زمن المشروع.
7- إدارة المواد التي تعنى بضمان توريد المواد إلى الموقع في الوقت المطلوب وبالكمية والجودة المطلوبتين.
8- إدارة مقاولي الباطن وذلك من خلال ضمان تواجدهم في موقع المشروع في الميعاد المحدد لتنفيذ أعمالهم وتسييرها بمعدل يتوافق مع المعدل المطلوب بواسطة البرنامج الزمني للمشروع (شاهين و الشهابي، 2022).

وبذلك نجد بأن أي مشروع يحكمه ثلاثة قيود رئيسية وهي النطاق والتكلفة والوقت، ويمثلون ما يعرف بمثلث إدارة المشاريع الذي يفرض على المدراء التمتع بالقدرة على التعامل مع هذه القيود مجتمعة وضبطها من خلال إتباع أساليب حديثة ومتطورة الأمر الذي يفرض علينا التوجه إلى طريقة علمية ومنطقية تمكننا من التعاطي مع هذه المتغيرات المختلفة ودراستها بالتوازي، بحيث نأخذ جميع هذه المعطيات بعين الاعتبار لنتخذ قرار سليم دون إغفال أي عنصر مهم ومؤثر في هذا القرار.

المبحث الثالث:

الشبكات العصبية الاصطناعية وإدارة المشاريع الإنشائية.

- في مرحلة إعادة الإعمار والبناء لابد لنا من تناول أحد أهم عناصر النمو الاقتصادي المتمثل بقطاع الإنشاءات والذي يعكس حالة البنية التحتية لأي بلد، والتي أصبحت سمة من سمات الدول المتقدمة في وقتنا الحاضر.
- ونظراً لأهمية هذا القطاع يتوجب علينا في هذه المرحلة إدارته بطريقة فعالة والتعامل مع القيود المرتبطة به والمتمثلة بالتكلفة والوقت والجودة والمخاطر والإنتاجية ومجال التطبيق بأسلوب مهني وكفء.
- الأمر الذي فرض علينا ضرورة التوجه إلى الذكاء الاصطناعي للتعامل مع هذه المتغيرات المتنوعة بشكل دقيق ومتطور، واخترنا نهج الشبكات العصبية الاصطناعية ANN التي يمكن من خلالها التنبؤ بتكاليف المشروع وضبط ميزانيته وجدولة نشاطاته وتحليل المخاطر وبناء عليه اتخاذ قرارات أكثر كفاءة وفعالية.

أولاً: استخدامات الشبكات العصبية الاصطناعية:

- تُستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية في العديد من المجالات، منها:

1. التكلفة Cost:

يتم استخدام الشبكات كأداة لتقدير تكلفة المشروع وتوقع التكاليف العامة للمشاريع (خليفة، 2014)، والتنبؤ بتكلفة صيانة معدات البناء، وبالتكلفة النهائية للمشروع، كما تحدد العوامل التي تؤثر على أداء التكلفة، وتعطي نتائج دقيقة وموثوقة(Attalla & Hegazy, 2003) .

2. الإنتاجية Productivity:

تم استخدام الشبكات العصبية في مجال إنتاجية العمل والمعدات، وذلك لتقدير الإنتاجية اليومية والتنبؤ بقيم معدل الإنتاج، بالإضافة لتقدير إنتاجية العمالة، حيث يمكن التنبؤ بالإنتاجية بدقة بواسطة الشبكات العصبية الاصطناعية (Kulkarni, londhe, & Deo, 2017).

3. تحليل المخاطر والسلامة Risk Analysis and Safety:

يعد تحليل المخاطر والسلامة من الأمور المهمة في الإدارة الإنشائية حيث تستخدم الشبكات العصبية في تقدير مؤشر المخاطر لمرحلة البناء وتقييم قيمة المخاطر، كما تم تطوير نموذج ANN للتنبؤ بمناخ الأمان لمشروع البناء وتقييم سلوك العمل الآمن لموظفي البناء (Waziri, Bala, & Bustani, 2017)

4. جدولة المشاريع Construction Scheduling:

تم استخدام ANN لتطوير نموذج أكثر موثوقية لتوقع مقدار وقت الطوارئ الذي ينبغي إضافته إلى وقت الانتهاء المقرر للمشروع، كما أنها تتنبأ بالمدة الزمنية للمشروع بشكل أكثر دقة(Naik & Radhika, 2015) .

ثانياً: استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في إدارة المشاريع الإنشائية:

تم استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية بنجاح في مجموعة واسعة من التطبيقات العلمية والهندسية. ANN قادرة على إظهار السلوك الذكي ونمذجة الوظائف غير الخطية المعقدة مما يجعلها مناسبة للظروف المتغيرة. كما أن التدريب هو عملية ضبط وزن الوصلات تدريجيًا. وتُستخدم خوارزمية BP بشكل أساسي لتدريب الشبكات العصبية الاصطناعية على العديد من التطبيقات. نظرًا لأن هذه الخوارزمية تعتمد على النسب المتدرجة التي تتطلب مشتقات، فهي معقدة وعرضة للوقوع في فخ الأمثلية المحلية، كما أن لديها معدل تقارب بطيء ومتطلبات عالية للموارد على الأجهزة(Sony, Dunphy, Sadhu, & Capretz, 2021) .

PSO هي إحدى تقنيات الحساب التطوري المعتمدة على SI؛ ولقد تم استخدام خوارزمية PSO لتدريب NNs على التغذية الأمامية. حيث أن تدريب NN، الهدف الرئيسي هو الحصول على مجموعة من الأوزان التي تقلل من الخطأ، من أجل معالجة مشكلة تدريب NN لجهاز الأمن العام؛ نحن نمثل كل مجموعة من الأوزان والتحيزات للشبكة بواسطة جسيم واحد. وبالتالي، فإن كل جسيم عبارة عن سلسلة من الأرقام ذات القيمة المستمرة التي ترمز إلى حل مرشح لأوزان وتحيزات جميع الخلايا العصبية في الشبكة، ويعتمد طول الجسيم على الشبكة المراد تدريبها. وتعتبر مجموعة من الجزيئات بمثابة سرب (سكان) لـ PSO من خلال التحديث المتكرر لجزيئات

السرب، يتم تحديد أوزان الشبكة الأكثر ملاءمة يتم تحديدها تدريجيا. يتم استخدام معايير توقف مختلفة. وأحد المعايير هو تحديث الجسيمات حتى يصبح الخطأ بين الناتج الفعلي والمستهدف أقل من عتبة معينة. كما أن إيقاف عمليات التدريب بعد فترة معينة دون أي تحسن في التدريب هو المعيار التالي. معيار آخر هو تدريب الشبكة على تكرار معين، حيث تتمتع PSO بمزاياها وعيوبها مقارنة بالخوارزميات الحسابية الأخرى، مثل آليتها الاحتمالية ونقاط البداية المتعددة، وبالتالي يمكن لـ PSO تجنب الدخول في الحل الأمثل المحلي، ولكن خاصية PSO الأكثر استخدامًا هي وظيفة التنشيط المشتقة المجانية، مما يعني أننا ستقوم بتدريب NNs المغذية للأمام باستخدام PSO كخوارزمية تعلم مع وظيفة تنشيط الحد الثابت فقط لجميع طبقات الشبكة. وفقا لخصائص وظيفة تفعيل الحد الثابت، سيكون الناتج إما واحد أو صفر، وستكون هذه الخاصية مفيدة للغاية في تبسيط عملية مضاعفة الشبكة (Unlersen, 2021).

لغرض تنفيذ NN للدوائر المنطقية الرقمية، قمنا بتعديل صندوق أدوات MATLAB PSO ليكون أكثر ملاءمة لتطبيقنا. التعديل يتم في بيئة مساحة البحث، فبدلاً من البحث في جميع قيم مساحة البحث الحقيقية سيتم حصر البحث في مساحة البحث عن الأعداد الصحيحة فقط مما يعني توفيراً أكبر في الوقت والجهد. ستعطينا أدوات PSO الأوزان الدقيقة اللازمة لتدريب الشبكة، وستكون هذه الأوزان مجرد أرقام صحيحة. ستكون هذه الأعداد الصحيحة مفيدة في تنفيذ عملية الضرب باستخدام بوابات AND فقط. الهدف من تدريب ANN باستخدام تعديل صندوق أدوات MATLAB هو الحصول على قيمة خطأ صفرية كما هو موضح في المعادلة

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n}(t_i^k - y_i^k)^2}{mn}$$

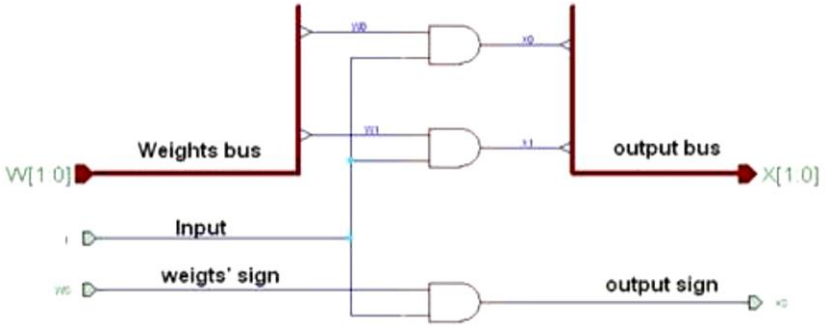
حيث يمثل t_i^k و y_i^k قيم الوظائف الفعلية والمتوقعة على التوالي، وm هو عدد عينات التدريب، وn هو عدد عقد الإخراج.

ثالثاً: التصميم المقترح للخلايا العصبية The Proposed Design of PSO Neuron

يعتمد تحقيق الأجهزة لـ ANN على التنفيذ الفعال للخلية العصبية المفردة؛ حيث أن أحد القيود الرئيسية على تطبيقات الأجهزة للشبكات العصبية هو مقدار الدوائر المطلوبة لإجراء مضاعفة كل مدخل بوزنه المقابل وإضافتها لاحقًا. هذه المشكلة حادة بشكل خاص في التصاميم الرقمية، حيث تكون المضاعفات والجامعات المتوازية باهظة الثمن للغاية من حيث الدوائر. توفر FPGAs خيارات تصميم مختلفة ليتم تقييمها في وقت قصير وتحافظ على تكلفة النظام عند الحد الأدنى. بالنسبة للتصميم المقترح، سيتم تدريب ANN باستخدام صندوق أدوات PSO المعدل خارج الشريحة، وسيتم تنزيل التكوين المدرب بالكامل إلى الأجهزة. بهذه الطريقة مطلوب أجهزة أقل. نظرًا لأن التدريب يحدث مرة واحدة فقط خلال عمر التطبيق، فإن أسلوب التدريب خارج الإنترنت لا يقلل من وظائف الشبكة(Yang & Zhao, 2009) .

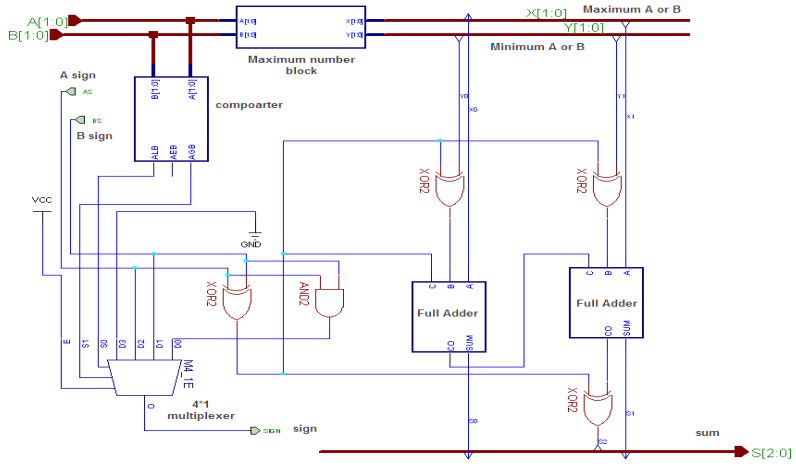
إن بناء دوائر رقمية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ANNs يعني أن المدخلات ستكون محصورة بين قيمتين واحد وصفر، وعندما يتم تدريب الشبكة العصبية NN بقيم الأوزان الصحيحة فقط، فإن عملية الضرب لن تحتاج إلى أكثر من بوابات AND .

لنفترض أن خلية عصبية ذات مدخلات واحدة وأوزان محجوبة في النطاق الصحيح من [−3,3]، فإن البتتين ستمثلان الوزن وتمثل البتة الواحدة علامة الوزن. وبالتالي، فإن ثلاث بوابات AND كافية لتمثيل عملية الضرب بالإشارة، حيث يشير الرقم 0 إلى الإشارة الموجبة والرقم 1 إلى الإشارة السالبة.



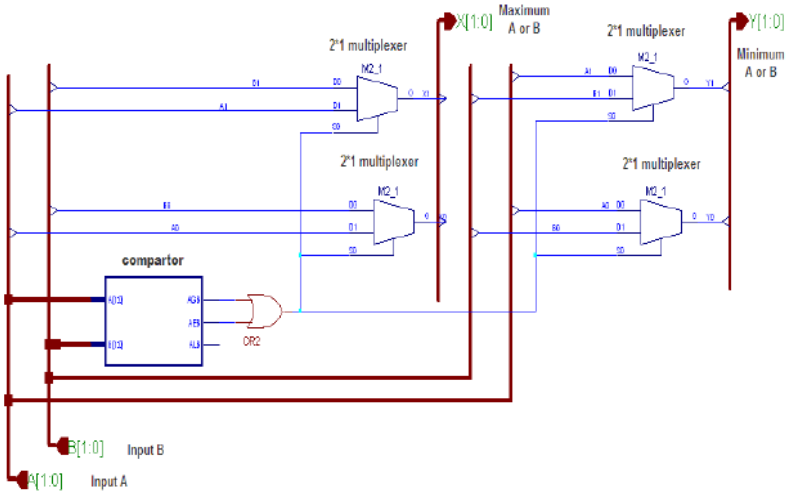
الشكل (1) Two bits with sign multiplication digital circuit.

يوضح الشكل (1) عملية مضاعفة الوزن ذات المدخلات الفردية. سيتم تكرار هذا الهيكل لكل إدخال. سيتم إضافة أو طرح المنتج الناتج بعملية الضرب حسب علامات الأوزان باستخدام أداة الجمع/الطرح المصممة خصيصًا مع دائرة رقمية للإشارة.



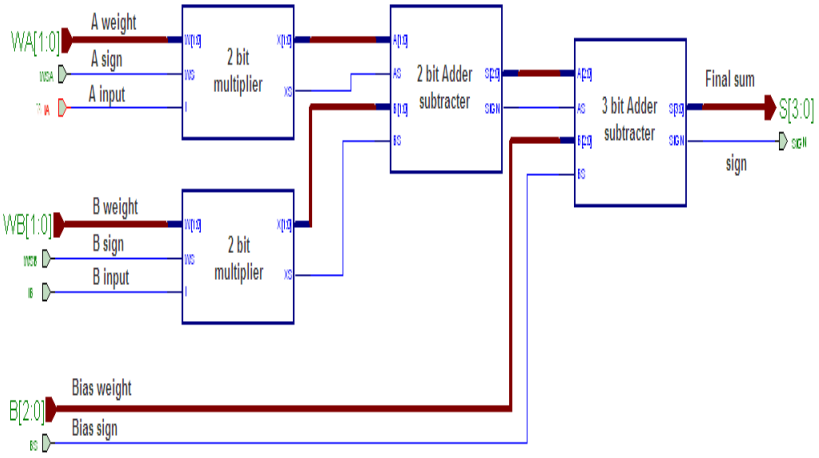
الشكل (2) Two bits Adder/Subtracter circuit.

يوضح الشكل (2) جهاز الجمع/الطرح ثنائي البت مع دائرة منطقية للإشارة. ستتكون دائرة الجمع/الطرح ذات الإشارة الرقمية من: كتلة الأرقام القصوى، ومقارنة الحجم، والجامعات الكاملة، ومضاعف 4*1، وبوابات AND، وبوابات XOR . وظيفة كتلة العدد الأقصى هي وضع الحد الأقصى لعدد رقمين مدخلين على مخرج X وأصغر رقم على مخرج Y

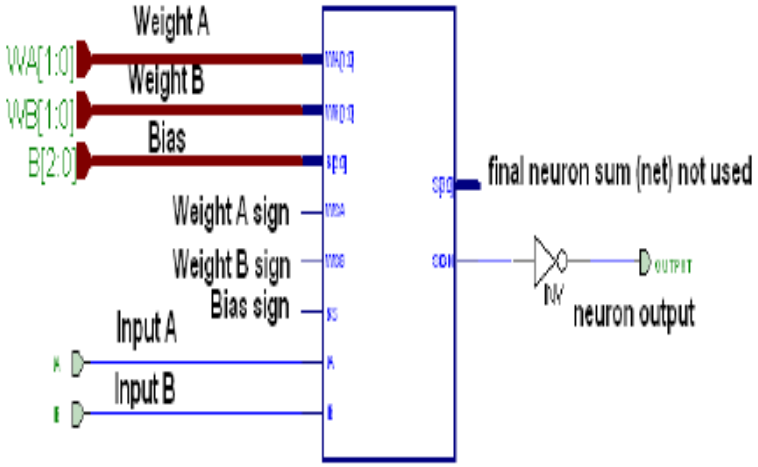


الشكل (3) Two bits maximum number logic diagram.

ويبين الشكل (3) دائرة منطقية ذات عدد أقصى مكون من بتتين. نظرًا لأنه تم تطبيق وظيفة تنشيط الحد الثابت على جميع طبقات الشبكة، فإن مخرجات الخلايا العصبية ستكون 1 إذا كانت الشبكة (مجموع ناتج أوزان مدخلات الخلايا العصبية النهائية) أكبر أو تساوي الصفر، و0 إذا كانت الشبكة أقل من الصفر. ويبين الشكل (4) مدخلين، دائرة منطقية للخلايا العصبية ذات وزنين. سيكون ناتج الخلية العصبية هو نفس الإشارة المقلوبة لشبكة الخلايا العصبية النهائية. ويبين الشكل (5) مخرجات الخلايا العصبية المقلوبة(Akkar & Mahdi, 2011) .



(4) الشكلTwo inputs neuron with two bits weight circuit.



Two inputs neuron with two bits weight circuit. (5) الشكل

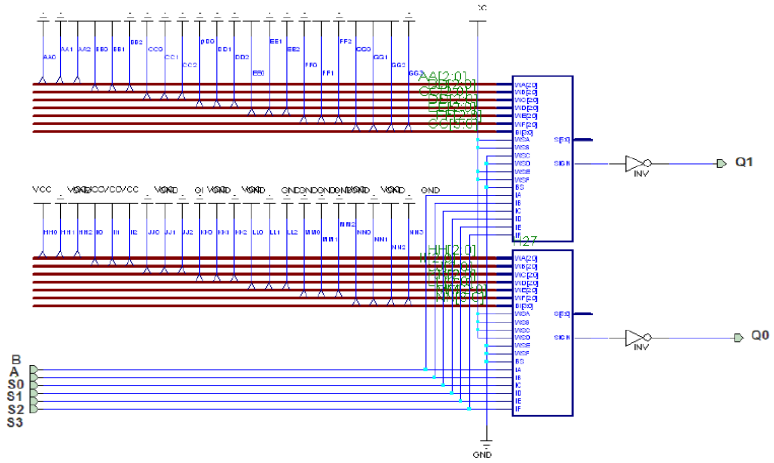
رابعاً: وحدة المنطق الحسابية Arithmetic Logic Unit:

يقوم ALU بتنفيذ كافة العمليات الحسابية والمنطقية اللازمة، حيث يتطلب واحدًا أو اثنين من المعاملات التي تعمل عليها وتنتج النتيجة. كما أنها في الأساس متعددة الوظائف الدائرة المنطقية المركبة، ويوفر مدخلات محددة لتحديد عملية معينة، وحدة ALU IC الشهيرة، IC74LS181، عبارة عن وحدة ALU متوازية عالية السرعة بأربع بتات، يتم التحكم فيها بواسطة أربعة مدخلات مختارة ($S_0 - S_3$) والتحكم في الوضع (M) الذي يمكنه من تنفيذ جميع عمليات الوظائف المنطقية الـ 16 الممكنة أو 16 عملية حسابية مختلفة على المعامل HIGH أو LOW النشط، وبما أن لدينا مجموعة بيانات كبيرة تبلغ 16,384 بسبب 14 مدخلاً، فسوف نقوم بتقسيم الشبكة إلى 6 أجزاء بحد أقصى 8 مدخلات لتبسيط التصميم (Shanthala, Nayana, Chandrashekar, & Yellampalli, 2017). حيث سيتم تصميم جميع الأجزاء على شريحة Xilinx XC 3000.

الجزء الأول ALU:

سيتم تكرار الجزء الأول أربع مرات في تصميم ALU الشامل باستخدام 6 خلايا عصبية فقط في طبقة الإدخال وخليتين عصبيتين في طبقة الإخراج. يتم إعطاء معاملات التدريب بواسطة: W=0.6, C1= C2=1.7 وسيتم تكرار هذه المعلمات لجميع التصاميم. عدد الجسيمات 1000، يتم ترتيب الأوزان في نطاق صحيح بين [−7، 7] وبالتالي فإن 4 بتات ستكون كافية لتمثيل هذا النطاق، وثلاث

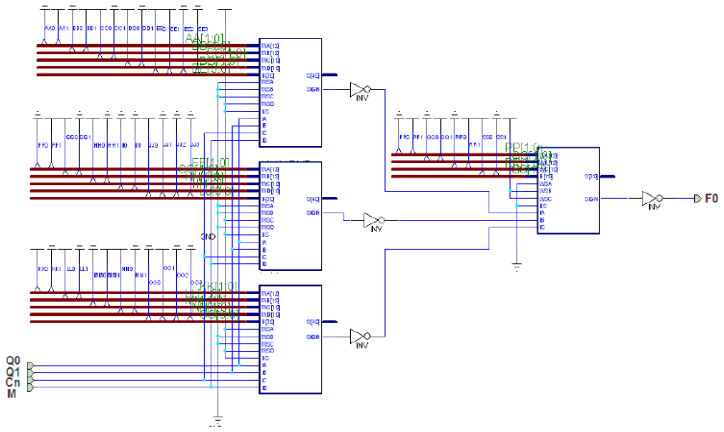
بتات للوزن وبت واحد لعلامة الوزن. الأوزان التي تم الحصول عليها بواسطة أدوات PSO المعدلة هي: W {1, 1} = [-4 -3 0 0 [0 1 2 -2 7 -5 ; -2 -1و B{1} = [7; 5] تم الوصول إلى هدف الخطأ بنجاح بعد 19 تكرارًا (Akkar & Mahdi, 2011). يوضح الشكل (6) تصميم الأجهزة للجزء الأول من ANN استنادًا إلى FPGA



الشكل (6) الجزء الأول ALU

الجزء الثاني ALU:

سيتم تمثيل الجزء الثاني بـ 4 خلايا عصبية في طبقة الإدخال، و3 خلايا عصبية في الطبقة المخفية وخلايا عصبية واحدة في طبقة الإخراج. معلمات التدريب للجزء الثاني هي: عدد الجسيمات 10000، الحد الأدنى لنطاق الأوزان المطلوبة لتدريب الشبكة مرتبة في نطاق صحيح من [−3، 3] وبالتالي، ثلاث بتات كافية لتمثيل الوزن وإشارته. وصل هدف الخطأ إلى الإنهاء الناجح بعد 31 تكرارًا. الأوزان التي تم الحصول عليها باستخدام أدوات PSO المعدلة هي: W{2,1}=[2 -2 -1], W{1, 1}=[2 2 1 -1;2 1 -1 0;-1 1 2 -1] B{1}=[-3;-1;-2] , B{2}= 1. و-2] الشكل (7)، يوضح الجزء 2 من تصميم أجهزة ALU ANN.

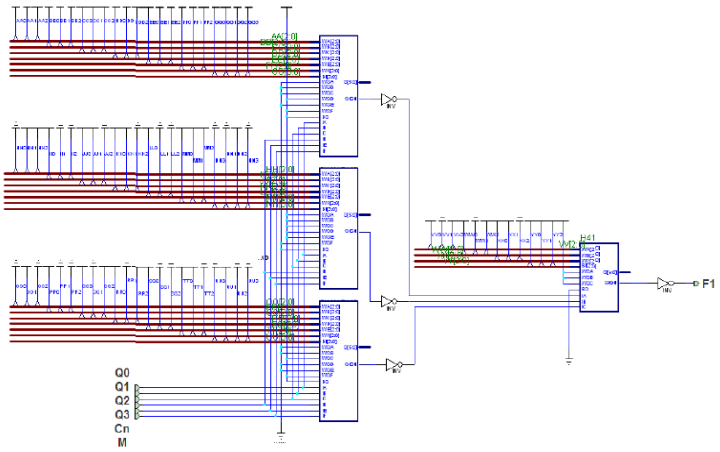


الشكل (7) الجزء الثاني ALU

الجزء الثالث ALU:

سيتم تمثيل الجزء 3 بـ 6 خلايا عصبية في طبقة الإدخال، و3 خلايا عصبية في الطبقة المخفية، وخلية عصبية واحدة في طبقة الإخراج. معلمات التدريب للجزء الثالث هي: عدد الجزيئات 10000، سيتم حظر نطاق الأوزان الأدنى المطلوب لعملية التدريب في النطاق الصحيح بين [−7، 7]. وصل هدف الخطأ إلى الإنهاء الناجح بعد 55 تكرارًا. الأوزان التي تم الحصول عليها بواسطة أدوات

W{2, و W {1,1} = [4 0 7 -4 1 -4; -6 -1 -3 -3 -1 7; 2 1 -5 5 1 -3], B{1}=[-2;4;-2] , B{2} = 7 المعدلة هي: PSO
.ALU ANN ويبين الشكل (8) الجزء الثالث من تصميم أجهزة 1}=[-5 -5 -3].



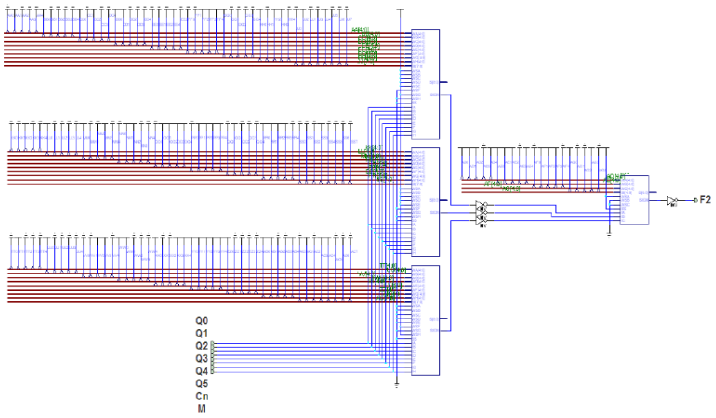
الشكل (8) الجزء الثالث ALU

الجزء الرابع ALU:

سيتم تمثيل الجزء الرابع بـ 8 خلايا عصبية في طبقة الإدخال، و3 خلايا عصبية في الطبقة المخفية وخلايا عصبية واحدة في طبقة الإخراج. معلمات تدريب الجزء الرابع من ALU هي: عدد الجزيئات 1000، سيتم حظر نطاق الأوزان الأدنى المطلوب لعملية التدريب في النطاق الصحيح بين [−31، 31]. وصل هدف الخطأ إلى الإنهاء الناجح بعد 124 تكرارًا. الأوزان التي تم الحصول عليها بواسطة أدوات PSO المعدلة هي:

W{1, 1} = [-2 -1 -5 -3 -8 28 -1 13; -4-1-9-6-30 30 -2 15 ; 2 1 12 3 25 -31 1 -19] , B{1} = [18;8;26], W {2 , 1} = [-23 23 14] and B {2} = -9

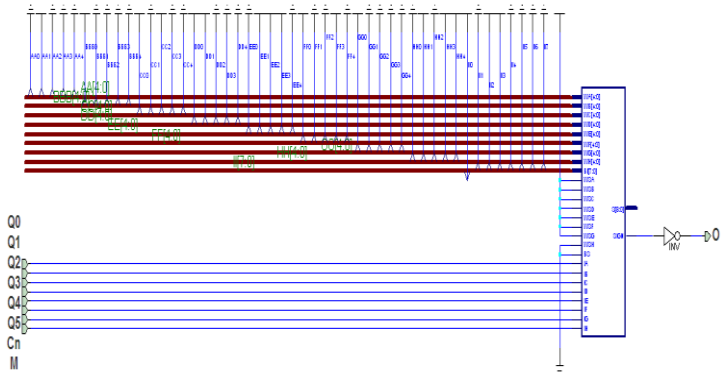
ويوضح الشكل (9) الجزء الرابع من تصميم ALU ANN.



الشكل (9) الجزء الرابع ALU

الجزء الخامس ALU:

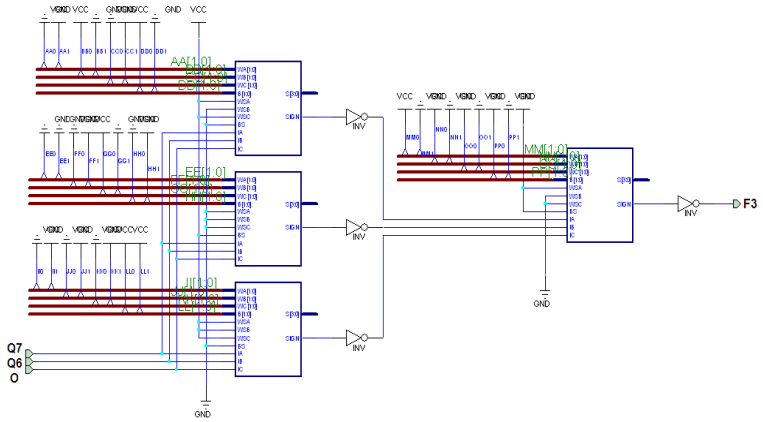
سيتم تنفيذ الجزء الخامس باستخدام 8 خلايا عصبية في طبقة الإدخال وخلايا عصبية واحدة للإخراج. معلمات التدريب للجزء الخامس هي: عدد الجسيمات 1000، ويتم ترتيب الحد الأدنى من الأوزان المطلوبة للوصول إلى هدف الخطأ المقصود في نطاق عدد صحيح بين [−31، 31]. تم الوصول إلى هدف الخطأ بنجاح بعد 27 تكرارًا، والأوزان التي تم الحصول عليها بواسطة أدوات PSO المعدلة هي: [26 -1 -9 -14 -3 -5 -1 -2]=W{1, 1} و .13.=B{1} ويبين الشكل (10) الجزء الخامس من تصميم أجهزة ALU.



الشكل (9) الجزء الخامس ALU

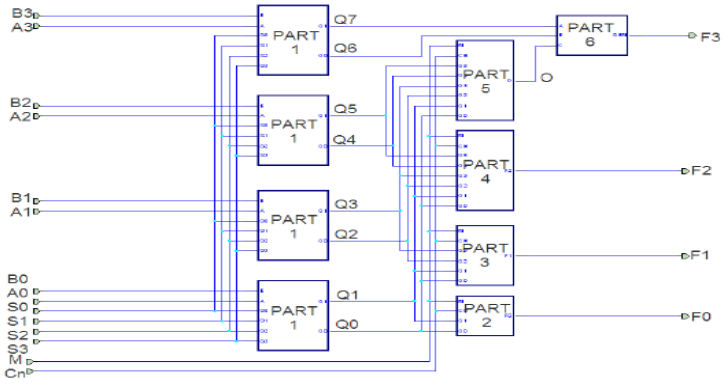
الجزء السادس ALU:

سيتم تنفيذ الجزء السادس بواسطة 3 خلايا عصبية في طبقة الإدخال، وثلاث خلايا عصبية في الطبقة المخفية وخلايا عصبية واحدة للإخراج. معلمات التدريب للجزء السادس هي: عدد الجسيمات 100، ويتم ترتيب الحد الأدنى من الأوزان المطلوبة للوصول إلى هدف الخطأ المقصود في نطاق عدد صحيح بين [−3، 3]. تم الوصول إلى هدف الخطأ بنجاح بعد 62 تكرارًا، والأوزان التي تم الحصول عليها بواسطة أدوات PSO المعدلة هي: W{1, 1}=[- 2 1 -2; 0 2 1; -2 -2 -2] and W{2 , 1} = B {1} = {1; -2; 3}, B{2}=-1 [-1 1 1]. ويبين الشكل (10) الجزء السادس من تصميم أجهزة ALU ANN.



الشكل (10) الجزء السادس ALU

يوضح الشكل (11) التصميم الإجمالي لوحدة ALU ذات 4 بتات.



الشكل (11) التصميم الإجمالي لوحدة ALU ذات 4 بتات

وبذلك نجد بأن نجاح المشروع يرتبط بعوامل حاسمة ومهمة لابد من أخذها بعين الاعتبار على امتداد دورة حياة المشروع، حيث أن نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية قادر على التعامل مع الكم الكبير من المتغيرات المؤثرة بالمشروع الإنشائي والتنبؤ الدقيق بالنتائج المستقبلية للمشروع، الأمر الذي يساهم في إدارته بطريقة كفء وتحقيقه لأهدافه بالوقت المطلوب وبأقل التكاليف وبأفضل النتائج.

النتائج:

1. تصميم أجهزة الشبكة العصبية الاصطناعية باستخدام FPGA، حيث أنFPGA تم اختياره بشكل أساسي بسبب انخفاض السعر مقارنة بالتقنيات الأخرى، والتنفيذ الموازي لـ ANN باستخدام البرامج وكذلك مع أساليب الأجهزة.

2. تقليل عدد الخلايا العصبية اللازمة لعملية التدريب، وكذلك تقليل تعقيد الخلية العصبية المفردة عن طريق تجريد عملية الضرب اللازمة لضرب كل مدخلات بالوزن المقابل، حيث تعد خوارزمية تحسين PSO هي أنسب خوارزمية تدريب مطلوبة لتطبيقنا الذي ينفذ الدوائر الرقمية باستخدام ANN يتم تدريب NNs عن طريق تقليل وظيفة الخطأ في مساحة البحث بناءً على الأوزان.

3. يقوم PSO بإنشاء الحلول الممكنة وقياس جودتها باستخدام الانتشار الأمامي عبر NN للحصول على قيمة دالة الخطأ (تقليل الخطأ إلى الصفر)، كما يتم استخدام قيمة الخطأ هذه كدالة لياقة الجسيم لتوجيهه نحو حل واعد أكثر. يتوافق أفضل جسيم عالمي مع المطلوب المدرب بعد التكرارات الكافية.

4. يعد تصميم NN على FPGA عملية بسيطة نسبيًا، بمجرد الانتهاء من التدريب وتحديد أوزان الشبكة الصحيحة، سيتم ترميز هذه الأوزان بشكل ثابت على FPGA، وبما أننا اتخذنا هذه الأوزان كأعداد صحيحة، فسيتم تمثيل هذه الأعداد الصحيحة على شكل بتات رقمية ثنائية واحد وصفر يتم إدخالها إلى التصميم المصمم ناقل أجهزة ANN باعتباره VCC وأرضيًا، حيث يرمز VCC إلى الثنائي 1 والأرضي إلى الثنائي 0. وتعتمد دقة ترميز هذه الأوزان على عدد البتات المتاحة.

5. تم استخدام صندوق أدوات PSO المعدل من MATLAB في تدريب الحد الأدنى من أوزان ANNs المطلوبة للحصول على أعلى دقة (100٪) والتي تم حسابها باستخدام طريقة التتبع والخطأ.

التوصيات:

1. ضرورة الاهتمام بموضوع البنية التحتية والإحاطة بأبعاده الإدارية المختلفة، وخاصة في مرحلة إعادة الإعمار التي تتطلب الإلمام بكافة تفاصيل المشروع.

2. التركيز على الشبكات العصبية الاصطناعية باعتبارها وسيلة حديثة ومتطورة للتعامل مع المتغيرات المتنوعة بدقة وثقة عالية.

3. إدارة المشاريع الإنشائية بطريقة ابتكارية وإبداعية تأخذ بعين الاعتبار المراحل المختلفة للمشروع والعوامل المتعددة المؤثرة بكل مرحلة والمترابطة مع بعضها البعض.

4. التوجه نحو الذكاء الاصطناعي وأساليبه المختلفة للتعامل مع المعطيات الهائلة والمتغيرة باستمرار بما يساهم في تحسين العملية الإدارية.

5. العمل على تصميم شبكة عصبية اصطناعية بالتعاون مع المهندسين والمبرمجين بما يخدم عملية اتخاذ القرار المناسب للحصول على أفضل نتائج ممكنة.

6. تفعيل دور الأساليب التكنولوجية الحديثة والمتطورة للتعامل مع المشاكل الإدارية وتحويلها إلى نماذج رياضية قادرة على إعطاء معلومات منطقية يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرار السليم والمناسب.

معلومات التمويل :

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع:

المراجع العربية:

1. جمال الشوادفي، و عبد الوهاب حجاج. (2013). الذكاء الاصطناعي وتحليل السلاسل الزمنية. المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة – جامعة الأزهر، 572 – 612.
2. حسن خليفة. (2014). نموذج خلايا التكلفة كأداة لتعزيز الميزات التنافسية في المنشآت النسيجية السورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، 647–669.
3. علاء الدين الديري. (2011). إدارة وتخطيط المشاريع الإنشائية. الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي.
4. علي الشريف، و عبد الغني جمعة. (2012). تطبيقات على الشبكات العصبية الاصطناعية. كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، 1 – 25.
5. لمجد بوزيدي، و رياض عيشوش. (2017). دور الشبكات العصبية الاصطناعية في تسيير المخاطر في المؤسسات الصناعية. مجلة اقتصاديات المال والأعمال، 45–54.
6. محمود عبدالفتاح رضوان. (2013). إدارة المشروعات. المجموعة العربية للتدريب والنشر.
7. همام شاهين، و طلال الشهابي. (2022). المرحلة الأكثر تأثيراً على فعالية إدارة المواد في مشاريع التشييد السورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، 395–416.

المراجع الأجنبية:

1. Alaloul, W., Liew, M., Zawawi, N., Mohammed, B., & Adamu, M. (2018). An Artificial neural networks (ANN) model for evaluating construction project performance based on coordination factors. Cogent Engineering, 1 - 18.

2. Abraham, A., Guo, H., & Liu, H. (2006). Swarm Intelligence: Foundations, Perspectives and Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 3-25.

3. Adeli, H. (2001). Neural Networks in Civil Engineering: 1989–2000. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 126 - 142.

4. Akkar, H., & Mahdi, F. (2011). Training Artificial Neural Networks by PSO to Perform Digital Circuits Using Xilinx FPGA. Eng. & tech Journal, 1329-1344.

5. Alemzadeh, S., Talebiyan, H., Talebi, S., Due˜nas-Osorio, L., & Mesbahi, M. (2021). Resource Allocation for Infrastructure Resilience using Artificial Neural Networks. 2020 IEEE 32nd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI) (pp. 617-624). Carleton University.

6. Al-Tabtabai, H., Kartam, N., Flood, I., & Alex, A. (1997). Construction project control using arti□cial neural networks. Artifcial Intelligence for Engineering, Design, Analysis and Manufacturing, 45 - 57.

7. Attalla, M., & Hegazy, T. (2003). Predicting Cost Deviation in Reconstruction Projects: Artificial Neural Networks versus Regression. JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT, 406 - 411.

8. Beni, G. (2014). Swarm Intelligence. Encyclopedia of Complexity and Systems Science, 1-32.

9. Chopra, D., & Arora, P. (2022). Swarm Intelligence in Data Science: Challenges, Opportunities and Applications. Procedia Computer Science 215, 104-111.

10. de Barcelos Tronto, I. F., Simoes da Silva, J. D., & Sant'Anna, N. (2008). An investigation of artificial neural networks based prediction system in software project management. The Journal of Systems and Software, 356 - 367.

11. DOMITROVIĆ, J., DRAGOVAN, H., RUKAVINA, T., & DIMTER, S. (2018). Application of an Artificial Neural Network in Pavement Management System. Technical Gazette, 466 - 473.

12. Doroshenko, A. (2020). Applying Artificial Neural Networks In Construction. EDP Sciences.

13. Fausett, L. (1994). Fundamentals of Artificial Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications. Prentice-Hall.

14. Gvozdenović, T., & Perović, M. (2007). Investment Project Management Through Time Applying Artificial Neural Networks. International Journal for Quality research, 118 - 123.

15. Heravi, G., & Eslamdoost, E. (2015). Applying Artificial Neural Networks for Measuring and Predicting Construction-Labor Productivity. Journal of Construction Engineering, 1 - 11.

16. Jha, K., & Chockalingam, C. (2009). Prediction of quality performance using artificial neural networks Evidence from Indian construction projects. Journal of Advances in Management Research, 70 - 86.

17. Kulkarni, P., londhe, S., & Deo, M. (2017). Artificial Neural Networks for Construction Management: A Review. Journal of Soft Computing in Civil Engineering, 70 - 88.

18. M. Zurada, J. (1992). INTRODUCTION TO ARTIFICIAL NEURAL SYSTEMS. Jaico Publishing House.

19. Naik, M., & Radhika, S. B. (2015). Time and Cost Analysis for Highway Road Construction Project Using Artificial Neural Networks. KICEM Journal of Construction Engineering and Project Management, 26 - 31.

20. Oroye, & Onifade. (2020). Application of Artificial Neural Networks Technique to Project Management and Control. Journal of Science and Technology Research, 2(1), 40-46.

21. Shanthala, N., Nayana, M., Chandrashekar, C., & Yellampalli, S. (2017). Basic Operation Performed on Arithmetic Logic Unit (ALU). International Journal of Electronics Engineering Research, 1397-1406.

22. Sony, S., Dunphy, K., Sadhu, A., & Capretz, M. (2021). A Systematic Review of Convolutional Neural Network-Based Structural Condition Assessment Techniques. Electrical and Computer Engineering Publications, 1-52.

23. Unlersen, M. (2021). Field Programmable Gate Array. Programmable Smart Microcontroller Cards, 179-207.

24. Wang, Y.-R., Yu, C.-Y., & Chan, H.-H. (2012). Predicting construction cost and schedule success using artificial neural networks ensemble and support vector machines classification models. International Journal of Project Management, 470-478.

25. Waziri, B. S., Bala, K., & Bustani, S. A. (2017). Artificial Neural Networks in Construction Engineering and Management. International Journal of Architecture, Engineering and Construction, 50 - 60.

26. Yang, Y., & Zhao, L. (2009). PSO- based single multiplicative neuron model for time series prediction. Expert Systems with Applications, 2805-2812.