دولة ليبيا
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة مصراتة - كلية الهندسة
قسم الهندسة الصناعية والتصنيع

مشروع بعنوان:

استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) للتنبؤ بالطلب على المبيعات - حالة دراسية بشركة سيراميك ليبيا -

قدم هذا المشروع استكمالًا لمتطلبات الحصول على الدرجة الجامعية الأولى (البكالوريوس) في الهندسة الصناعية والتصنيع بكلية الهندسة بجامعة مصراتة

إعداد الطلبة:

عبد السلام أحمد شنب	إبراهيم مفتاح غليو	محمد إسماعيل بلتو
1601133	1801069	1801056

إشراف الأستاذ: مهدي حسن اسميو

العام الجامعي 2023

أعوذ بالله من الشيطان الرجيم

بِسْمِ اللَّـهِ الرَّحْمَـٰنِ الرَّحِيمِ

﴿اللّهُ لاَ إِلَـهَ إِلاَّ هُوَ الْحَيُّ الْقَيُّومُ لاَ تَأْخُذُهُ سِنَةٌ وَلاَ نَوْمٌ لَّهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الأَرْضِ مَن ذَا الَّذِي يَشْفَعُ عِنْدَهُ إِلاَّ بِإِذْنِهِ يَعْلَمُ مَا بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَمَا خَلْفَهُمْ وَلاَ يُحِيطُونَ بِشَيْءٍ مِّنْ عِلْمِهِ إِلاَّ بِمَا شَاء وَسِعَ كُرْسِيُّهُ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضَ وَلاَ يَؤُودُهُ حِفْظُهُمَا وَهُوَ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ﴾

سورة البقرة: الآية 255

الإهـــــــداء

الحمـــد لله الـــذي بنعمتـــه تـــتم الصـــالحات، الحمـــد لله حـــق حمـــده وصـــلاته وسلامه على محمد نبيه وعبده، وعلى آله وصحبه وجنده، وبعد:

فهـــا نحـــن اليـــوم نطـــوي صـــفحة مـــن صـــفحات العمـــر، نطـــوي تعـــب الأيـــام وسهر الليالي لنختم مشوارنا بهذا العمل المتواضع والذي نهديه:

- إلى سيد الخلق رسولنا الكريم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.
- إلـــى الينبـــوع الـــذي لا يمـــل العطـــاء إلـــى مـــن حاكـــت ســـعادتي بخيـــوط منســـوجة من القلب إلى والدتي العزيزة.
- إلـــى مـــن يشـــجعني علـــى المثـــابرة طيلـــة عمـــري إلـــى ســـندي ونـــور دربـــي والدي العزيز.
- إلى من يلهج بذكراهم فؤادي إلى إخوتي وأخواتي.
- إلـــى مـــن ســـرنا ســـويا ونحـــن نشـــق الطريـــق معـــا بيـــد واحـــدة تعلمنـــا إلـــى زملائـــي الأعزاء.
- إلـــى روح أخـــي وصـــديقي الشـــهيد بـــإذن الله معتصـــم محمـــد ابوشـــعاله الـــذي بذل نفسه للدفاع عن البلاد وصد العدوان عن العاصمة عام (2019).

مقدمو المشروع ...

الشكـــــر والتقديـــــر

قبــل أن نمضـــي ووفــاءً منــا وجــب علينــا ونحــن نخطــو الخطــوة الأخيــرة فــي المرحلـــة الجامعيـــة أن نتقـــدم بأســـماء آيـــات الشـــكر والتقـــدير والامتنـــان إلـــى الـــذين قــال فــيهم رســول الله صــلى الله عليــه وســلم: (مــن صــنع إلــيكم معروفــاً فكــافئوه فــإن لــم تجــدوا مــا تكــافئوه فــادعوا لــه حتــى تــروا أنكــم قــد كافــأتموه) إلــى جميــع معلمينــا الأفاضـــل أســـاتذتنا بقســـم الهندســـة الصـــناعية والتصـــنيع بكليـــة الهندســـة جامعـــة مصراتة.

كما نخص بالشكر الجزيل إلى الأستاذ:

أ. مهدي حسن اسميو

الــذي تفضــل بالإشــراف علــى هــذا المشــروع ــ ونثنــي علــى أعمالــه مــن جهــد وتوجيه ومتابعة لإتمام هذا المشروع على أكمل وجه.

كمــا يســعدنا أن نعبــر عــن شــكرنا وتقــديرنا لكــل أفــراد أســرنا لمــا بــذلوه معنــا من جهد وتشجيع واهتمام لإتمام هذا المشروع.

مقدمو المشروع ...

ملخص المشروع

تعد عملية التنبؤ هي الأساس التي تبنى عليه تخطيط المبيعات في المؤسسات الإنتاجية والخدمية، إذ أن المؤسسة الناجحة هي التي تعتمد على التنبؤ في كل خطوة تنوي القيام بها مستقبلاً، تكمن مشكلة المشروع في أن هذه المؤسسات لا تستخدم أساليب تحليلية موضوعية وغالباً ما يعتمد على الأساليب التقليدية أو الخبرة الشخصية، مما يترتب على ذلك نتائج غير دقيقة قد يترتب عليها توقف العملية الإنتاجية وتسبب في تكاليف إضافية للمؤسسة.

يهدف هذا المشروع إلى استخدام نموذج ذكي لعملية التنبؤ بالطلب على المبيعات باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ANN للتنبؤ بحجم المبيعات الشهرية بشركة سيراميك ليبيا، وذلك من خلال استخدام 36 فترة شهرية لسلسلة زمنية للمبيعات بدايةً من 01-01-2018 إلى 31-12-2020، استخدام برنامج MATLAB لحل النماذج الرياضية لخوارزمية الشبكات العصبية الاصطناعية ANN، وثم مقارنة نتائجها مع نتائج أسلوب الانحدار الخطي المتعدد.

أوضحت نتائج المشروع أن الطريقة المقترحة كانت قادرة بشكل فعّال على التنبؤ بالمبيعات للشركة ببنية معمارية للشبكة تحتوي على 3 مدخلات وطبقتين مخفية وتعطي خرجاً واحداً [3-20-15-1] وحققت نتائج جيدة بنسبة خطأ لم تتجاوز 3.031% ومعامل ارتباط 98.404%، وأخيراً قورنت نتائج المشروع مع نتائج أسلوب الانحدار الخطي المتعدد الذي حقق نسبة خطأ تصل إلى6.89%، فأوصى البحاث بضرورة إدخال الأساليب الحديثة والذكية في عملية التنبؤ بالمبيعات كأسلوب ANN للوصول إلى القرار المناسب.

قائمة المحتويات

ت	العنـــــــــــــــوان	الصفحة
-	الآية القرآنية	أ
-	الإهداء	ب
-	الشكر والتقدير	ج
-	ملخص المشروع	د
-	قائمة المحتويات	هـ
-	قائمة الجداول	ز
-	قائمة الأشكال	ح
	الفصل الأول **الإطار العام للدراسة**	
1.1	المقدمة	2
2.1	مشكلة المشروع	3
3.1	أهداف المشروع	3
4.1	منهجية المشروع	3
5.1	أهمية المشروع	4
6.1	الحدود المكانية	4
7.1	الحدود الزمنية	4
8.1	الدراسات السابقة	4
9.1	هيكلية المشروع	6
	الفصل الثاني **التنبؤ**	
1.2	المقدمة	8
2.2	تعريف التنبؤ	8
3.2	أهمية التنبؤ	8
4.2	أنواع نماذج التنبؤ	9
5.2	خصائص اختيار أساليب التنبؤ	17
6.2	عوامل اختيار أساليب التنبؤ	17
7.2	العوامل المؤثرة في التنبؤ	18

الفصل الثالث **الشبكات العصبية الاصطناعية**		
1.3	المقدمة	21
2.3	الشبكات العصبية البيولوجية	21
3.3	الشبكات العصبية الاصطناعية	22
4.3	نبذة عن تاريخ تطور الشبكات العصبية الاصطناعية	23
5.3	مجالات استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية	23
6.3	مزايا الشبكات العصبية الاصطناعية	24
7.3	عيوب الشبكات العصبية الاصطناعية	25
8.3	أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية	25
9.3	مكونات الشبكات العصبية الاصطناعية	27
10.3	آلية عمل الشبكات العصبية الاصطناعية	32
الفصل الرابع **الحالة الدراسية**		
1.4	المقدمة	34
2.4	نبذة عن شركة سيراميك ليبيا	34
3.4	إدارة المبيعات في الشركة	35
4.4	التنبؤ بالمبيعات باستخدام الانحدار الخطي المتعدد	35
5.4	التنبؤ بالمبيعات باستخدام الشبكات العصبية ANN	37
6.4	اختبار دقة التنبؤ باستخدام نموذج الشبكات العصبية	49
7.4	مناقشة النتائج	51
الفصل الخامس **الاستنتاجات والتوصيات**		
1.5	الاستنتاجات	55
2.5	التوصيات	55
3.5	الدراسات المستقبلية	56
المراجع		

قائمة الجداول

ت	عنـــــوان الجـــــــدول	الصفحة
1.2	العلاقة بين المتغيرين بالنسبة لمعامل الارتباط (r)	15
1.3	يوضح عناصر الشبكات العصبية البيولوجية وما يحاكيها في الشبكة العصبية الاصطناعية	23
1.4	بيانات المتغيرات المستقلة لسنوات 2018م، 2019م، 2020م	36
2.4	توزيع المجموعات المستخدمة في الشبكة العصبية للمبيعات	39
3.4	الأوزان بين المدخلات والطبقة الخفية	42
4.4	الأوزان بين الطبقة الخفية وطبقة المخرجات.	42
5.4	مدخلات الشبكة	43
6.4	نتائج تحديد معمارية الشبكة	48
7.4	المقارنة بين المبيعات الفعلية والمبيعات المتنبأ بها	49
8.4	النتائج المتحصل عليها من عملية تدريب واختبار الشبكة	51

قائمة الأشكال

ت	عنـــــوان الشكـــــــل	الصفحة
1.2	تمثيل الانحدار الخطي	15
2.2	العلاقات الخطية بمعامل الارتباط	16
1.3	رسم تخطيطي لشبكة عصبية بيولوجية	22
2.3	شبكة أمامية ذات طبقة واحدة	26
3.3	شبكة أمامية متعددة الطبقات	26
4.3	شبكة عصبية خلفية التغذية المتكررة	27
5.3	مكونات العصبون الاصطناعي	28
6.3	بعض الدوال التحويل المستخدمة في الشبكات العصبية	30
7.3	مكونات الشبكة العصبونية الاصطناعية	31
1.4	التغير في حجم المبيعات الفعلية والمبيعات المتنبأ بها بالانحدار الخطي خلال 36 فترة	37
2.4	معمارية شبكة التدريب يدوياً	42
3.4	تكوين مجموعة من الشبكات على MATLAB	45
4.4	يعرض الأوزان التي اختارها MATLAB عشوائياً	45
5.4	يعرض المعاملات التي حددها MATLAB	46
6.4	تقسيم البيانات بنسب معينة	46
7.4	تكوين الشبكة وتحديد خصائصها ومعماريتها	47
8.4	التغير قي حجم المبيعات الفعلية والمبيعات المتنبأ بها خلال 36 فترة	50
9.4	حجم المبيعات الفعلية والمتنبأ بالشبكات العصبية والمتنبأ بها بالانحدار الخطي خلال 36 فترة	51
10.4	يوضح الانتهاء من عملية التدريب والاختبار	52
11.4	نتيجة معامل الارتباط في العمليات ومعامل الارتباط الكلي	53
12.4	تأثير تغير السعر والدعاية والجودة، على المبيعات	53

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

1.1 المقدمة

أصبحت المهام والأنشطة التي تقوم بها المنشآت أكثر تعقيداً وتطوراً وفي ظل منافسة قوية من محيطها المحلي والعالمي ممّا حتم عليها تقديم سلع وخدمات جديدة ذات مواصفات أكثر قبولاً لدى المستهلكين، الأمر الذي أدى إلى وجوب تخطيط المبيعات مستقبلاً، الذي يعتمد بشكل كبير على النتائج المتحصل عليها من خلال عملية التنبؤ بالمبيعات [1].

حيث يعتبر التنبؤ من أهم أدوات اتخاذ القرار وأهم عنصر في عملية التخطيط للمستقبل، فمن أجل اتخاذ القرار السليم لابد من دراسة كل البدائل المتاحة، لذا نجد أن التنبؤ يعتمد على بيانات الماضي والحاضر من أجل معرفة المستقبل، فهناك العديد من طرق التنبؤ تتفاوت هذه الطرق من حيث سهولة تطبيقها ودرجة دقة نتائجها، فنجد طرق كيفيّة بسيطة تعتمد على الإدراك الحدسي والاستقراء التصويري للمستقبل، وطرق كمية تقوم على استخدام الأساليب الإحصائية والاقتصادية القياسية التي تفيد في معرفة بعض التغيرات في المستقبل.

يرتكز بحثنا هذا على تطوير بحث سابق (رسالة ماجستير) بعنوان التنبؤ بالمبيعات لمصنع سيراميك ليبيا باستخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد لنقوم بالتنبؤ بمبيعات نفس الفترة وبنفس المتغيرات المستقلة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

من أهم الطرق الكمية الحديثة المستخدمة في عملية التنبؤ ما يعرف بالشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks (ANN) والتي تعتبر من أهم مجالات الذكاء الاصطناعي الذي يعكس تطوراً هاماً ملموساً في طريقة التفكير الإنساني باستخدام الحاسب الآلي [2].

وقد أظهرت تقنية التنبؤ المستندة إلى الشبكة العصبية الاصطناعية بمختلف نماذجها أداء مميزاً، مقارنةً بأنواع أخرى من طرق التنبؤ، ومن هنا أتت فكرة هذا المشروع لدراسة استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بحجم المبيعات لشركة سيراميك ليبيا بمدينة مصراتة.

2.1 مشكلة المشروع

لا تزال عملية التنبؤ بالطلب على المبيعات في معظم الشركات المحلية بِدون منهج ثابت، ولا تستخدم هذه المؤسسات أساليب تحليلية موضوعية في عمليات التنبؤ، وغالباً ما يُعتمد على الخبرة الشخصية لمدراء الإدارة في عمليات التنبؤ بالطلب على المبيعات. أيضاً بعض من تلك الشركات والأبحاث العلمية قد تستخدم الطرق التقليدية كأسلوب الانحدار الخطي البسيط أو المتعدد للتنبؤ، لكنّ النقد الأساس لتلك الطرق أن نسبة الخطأ في التنبؤ على المبيعات تكون عالية.

سيقدّم هذا المشروع نموذجًا ذكياً لعملية التنبؤ بالطلب على المبيعات باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ANN ومقارنة نتائجه مع نتائج استخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد.

3.1 أهداف المشروع

الهدف الرئيسي من هذا المشروع هو توضيح قدرة الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بالطلب على المبيعات بشركة سيراميك ليبيا، كما يهدف المشروع إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الأخرى تشمل الآتي:

- تطوير نموذج التنبؤ بالمبيعات التقليدي باستخدام الانحدار الخطي المتعدد إلى النموذج الذكي ANN ومقارنة النتائج.
- يهدف هذا المشروع أيضا لأن يكون هذا النموذج للشبكات العصبية الاصطناعية عاماً، وأداة جيدة تساعد إدارة الشركات في عملية التنبؤ بالطلب على المبيعات.

4.1 منهجية المشروع

اعتمد المشروع على المنهج الكمي من خلال دراسة الحالة بشركة سيراميك ليبيا كما يلي:

- تحديد المتغيرات المستقلة المؤثرة في تقدير حجم المبيعات.
- تجميع البيانات خلال ثلاث سنوات سابقة، مقسمة إلى 36 فترة؛ كل فترة تمثل شهر.
- بناء النموذج الرياضي من خلال خوارزمية الشبكات العصبية الاصطناعية.

- تقدير حجم الطلب على المبيعات باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.
- تحليل وضبط النتائج المتحصل عليها.
- التحقق من دقة النموذج.
- مقارنة نتائج التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية مع نموذج الانحدار الخطي المتعدد.

5.1 أهمية المشروع

يساهم هذا المشروع في تشجيع أصحاب المشاريع على استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل بياناتهم للوصول إلى نتائج دقيقة كاستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في عمليات التنبؤ في المنشآت الصناعية والتجارية؛ والمقارنة بين نتائج التنبؤ باستخدام الشبكات الطرق الذكية والطرق التقليدية وإنشاء نموذج عام للشبكات العصبية الاصطناعية قابل للاستخدام في عمليات التنبؤ المستقبلية في الشركات والمنشآت باستخدام نفس عدد المتغيرات المحدّدة في النموذج.

6.1 الحدود المكانية

حالة دراسية بشركة سيراميك ليبيا بمدينة مصراتة.

7.1 الحدود الزمنية

البيانات التي اعتمدت عليها الحالة الدراسية شملت بيانات لسنوات (2018م، 2019م، 2020م)

8.1 الدراسات السابقة

دراسة محمد شاحوت (2020) هدفت إلى استخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد للتنبؤ بحجم المبيعات وقد تم إنشاء نموذج للتنبؤ يعتمد على ثلاث متغيرات مستقلة وفي هذه الدراسة تم تحديد الدعاية، والسعر، والجودة، على أنها هي المتغيرات ذات التأثير الأكبر على المبيعات، وأن المتغير الأكثر تأثير بين المتغيرات التي اختيرت كان متغير الدعاية، يليه السعر، ثم الجودة. وأوضحت نتائج الدارسة أن النموذج الذي تم بنائه كان غير قادر على استخراج نتائج دقيقة للتنبؤ بحجم المبيعات فقد كان متوسط الخطأ في

نتائج هذا النموذج للتنبؤ قد تجاوزت 6.8% وتعتبر هذه النسبة ضعيفة مقارنة بأساليب التنبؤ الحديثة كأسلوب التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية [3].

دراسة Dilek Penpece وآخرون (2014) تناولت هذه الدراسة التنبؤ بإيرادات مبيعات تجارة البيع بالتجزئة للبقّالة في تركيا باستخدام شبكة عصبية اصطناعية بعد ان حدّد متغيّرين مستقلّين وهما تكلفة التسويق واجمالي الربح. وفقًا للنتائج، فهناك أوجه تشابه كبير بين البيانات المتوقعة والفعلية. النتائج المتوقعة لهذه الدراسة أكبر أو أصغر من البيانات الفعلية بنسبة 10٪ فقط، وبسبب هذه الدقة العالية، يمكن للشركات العاملة في مجال هذه التجارة استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية كأداة للتنبؤ بإيرادات مبيعاتهم[4] .

دراسة Danial Shahrabi وآخرون (2016) في هذه الدراسة قام البحّاث بتقييم العوامل المؤثرة المتعلقة بالتسويق والمبيعات ومناقشة طرق التنبؤ المختلفة لاستخدامها في صناعة السيارات وقد اختيرت الشبكات العصبية الاصطناعية وكانت الأدوات المستخدمة في التصنيف والمقارنة وتحديد الوزن من خلال استخدام Analytical Hierarchy Process (AHP) بعد أن تم تقديم استبيان للخبراء في هذا المجال وتم اختيار طرق الانحدار الخطي والأسي لمقارنة درجة الخطأ؛ وقد أشارت النتيجة التي تم الحصول عليها إلى الأداء الناجح للشبكة العصبية مقارنةً بطريقة الانحدار الخطي والأسي [5].

دراسة عبد الله المسلاتي وأحمد جحا (2019) تم في هذه الورقة البحثية تصميم تطبيق برمجي باستخدام خوارزمية التدريب بالانتشار العكسي في تدريب شبكة عصبية اصطناعية متعددة الطبقات، وأُجريت تجربتان باستخدام هذا التطبيق لاختبار مدى قدرة الشبكة العصبية المختارة على المحاكاة والتنبؤ بالقيم المستقبلية لسلسلتين زمنيّتين، إحداهما مستقرة تشتمل على بيانات المسافرين لشركة طيران، والأخرى غير مستقرة تتعامل مع بيانات سعر الدولار مقابل الدينار الليبي في السوق الموازي. وقد تم الحصول على نتائج جيدة، حيث استطاعت الشبكة العصبية تمثيل السلسلتين الزمنيّتين، والتنبؤ بالقيم المستقبلية لهما بشكل جيد [6].

دراسة بن قدور علي و كردودي سهام(2014) هدفت إلى معرفة مدى مساهمة الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ باعتبارها أسلوب من أساليب المراجعة التحليلية الحديثة لأداء عملية التدقيق كمحاولة لتطبيق تكنولوجيا جديدة، وبناء نموذج يعرفنا على مؤشرات التحقيق التي تولدها المراجعة التحليلية من خلال تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بحجم المبيعات وتحديد الانحرافات الموجودة فيها، حيث قام البحّاث باستخدام البيانات الشهرية لفترة خمسة سنوات لمركب تكرير الملح، وقد بيّنت النتائج أن الشبكات العصبية الاصطناعية تمتلك إمكانية لتحسين المراجع التحليلية حيث أن تطبيقها لأداء التنبؤ يبدو مفيداً، فقد كانت نتائج التنبؤ التي اظهرتها الشبكات العصبية الاصطناعية نتائج دقيقة [7].

من خلال استعراض الدراسات السابقة يلاحظ أن معظم الدراسات أكدت على أهمية تطبيق الأساليب الحديثة للتنبؤ بدل الأساليب التقليدية القديمة، خصوصاً وأن معظم الشركات لازالت تعتمد على الأساليب التقليدية في عملية التنبؤ بحجم مبيعاتها وذلك لعدم درايتها بجودة أساليب التنبؤ الحديثة، يهدف المشروع الحالي إلى التعريف باستخدام نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ وقدرتها على استنتاج نتائج عالية الدقة ممّا يساعد إدارة الشركات والمؤسسات في عملية التنبؤ المستقبلية واتخاذ القرار الأمثل.

9.1 هيكلية المشروع

قُسّم المشروع إلى خمسة فصول على النحو التالي:

الفصل الأول: سيتناول هذا الفصل الإطار العام للمشروع ويتضمن المقدمة، الدراسات السابقة، وتحديد أهداف وأهمية المشروع والمنهجية المتبعة بها.

الفصل الثاني: يتضمن هذا الفصل نماذج التنبؤ.

الفصل الثالث: سيتناول هذا الفصل دراسة الشبكات العصبية الاصطناعية وآلية استخدامها.

الفصل الرابع: يتناول الحالة الدراسية وبناء نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية بشركة سيراميك ليبيا.

الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات.

الفصل الثاني

التنبؤ

1.2 المقدمة

كل مؤسسة تهدف إلى التوسع والنمو لتحقيق معدلات مرضية من الربحية والاستقرار والتطور، ولا يمكن وضع خطة دون تنبؤ علمي دقيق بما يراد الوصول إليه خلال منظور زمني محدد؛ أي أن عملية التنبؤ هي الأساس الذي تبنى عليه الخطة، إذ أن المؤسسة الناجحة هي التي تعتمد على التنبؤ في كل خطوة تنوي القيام بها مستقبلاً.

تعد نماذج التنبؤ واحدة من العديد من الأدوات التي تستخدمها الشركات للتنبؤ بالمبيعات والعرض والطلب وسلوك المستهلك والنتائج الأخرى، فهذه النماذج مفيدة بشكل خاص في مجالات المبيعات والتسويق، وتستخدم الشركات مجموعة متنوعة من طرق التنبؤ التي توفر درجات متفاوتة من المعلومات.

2.2 تعريف التنبؤ

التنبؤ هو عملية توقع الأحداث المستقبلية بناءً على البيانات والمعلومات المتاحة في الوقت الحالي، ويهدف التنبؤ إلى تحديد احتمالية حدوث حدث معين أو نتائج مستقبلية بناءً على الأنماط والاتجاهات التاريخية والعوامل المؤثرة، حيث يستخدم التنبؤ في مجموعة متنوعة من المجالات بما في ذلك التسويق وإدارة المشاريع والاقتصاد والطقس وغيرها لاتخاذ قرارات استراتيجية أفضل وتخطيط فعّال للمستقبل [8].

3.2 أهمية التنبؤ

تعيش المؤسسة في بيئة تتميز بالديناميكية هذا ما يستوجب استعمال التقنيات الكمية في اتخاذ قرارتها ومن هنا تبرز أهمية التنبؤ والمتمثلة في: [9]

- يضمن إلى حد كبير الكفاءة وفعالية المؤسسة في المرونة مع البيئة الخارجية.
- معرفة احتياجات المؤسسة في المدى القصير والمتوسط.
- تساهم في الحد من المخاطر التي تواجه المؤسسة.
- تعطي صورة للمؤسسة عن توجهها المستقبلي.
- تساهم بقدر كبير في اتخاذ القرارات وترقب أثارها مستقبلاً.

4.2 أنواع نماذج التنبؤ

في حين أن هناك العديد من الطرق للتنبؤ بالنتائج التجارية والمالية، إلا أن هناك ثلاث أنواع رئيسية من النماذج أو الأساليب التي تستخدمها الشركات للتنبؤ بالإجراءات المستقبلية، من خلال الأمثلة التالية لنماذج التنبؤ الشائعة، سيكون لدينا فهم أفضل لكيفية استخدام الشركات لهذه الأساليب لتحسين ممارساتها التجارية وتجربة العميل.

1.4.2 النماذج الوصفية

هي نماذج لا تشترط توافر بيانات تاريخية عن سلوك الظاهرة في الماضي حيث تعتمد على التقدير الذاتي والحكم الشخصي والخبرة الماضية لمتخذي القرار ومنها:

1.1.4.2 استطلاع رأي الإدارة العليا

تقوم هذه الطريقة على أساس قيام كل من أفراد الإدارة العليا أو عدد منهم بإبداء آرائهم فيما يتعلق بالمستوى الذي يمكن أن يكون عليه الطلب المتوقع خلال الفترة الزمنية المقبلة، على أن يتم ذلك بعد التوافق بين هذه الآراء المختلفة باستخراج المتوسط التقريبي للتقديرات الفردية واعتباره مؤشراً للطلب المتوقع خلال الفترة المقبلة.

2.1.4.2 بحوث السوق

تُعرّف بحوث السوق على أنها مدخل نظامي لصياغة واختبار فرضيات عن السوق، أو هي إحدى الوسائل التي تساعد إدارة العمليات في استقصاء معلومات عن خطط الشراء المستقبلية للمستهلكين، ولا تتوقف فائدتها في معرفة خطط الشراء للأفراد بل توفر معلومات مهمة تفيد في التخطيط وفي تصميم منتجات جديدة.

3.1.4.2 تقديرات مندوبي المبيعات

بموجب هذه الطريقة يطالب كل واحد من رجال البيع بإجراء تقدير عن حجم الطلب على المنتج في المنطقة التي يمارس نشاطه فيها، بعد ذلك تجمع هذه التقديرات وتوحد على الصعيد المحلي أو الصعيد الوطني.

4.1.4.2 آراء المستهلكين

تقوم هذه الطريقة على سؤال المستهلكين أو مستخدمي السلعة أو الخدمة عن تقديراتهم لاتجاهات الاستهلاك، وبالتالي اتجاهات الطلب خلال الفترة التي يغطيها التنبؤ والتي تتراوح بين شهر وسنة، وتتم هذه الأسئلة عن طريق المقابلة الشخصية أو دعوة مجموعة من كبار المستهلكيـن إلى المنظمة، أو عن طريق توزيع قائمة استقصـاء تتناول بعض أو كـل خصائص السلعة أو الخدمة وأسئلة عن ردود فعل المستهلكين تجاهها، وقد تتم هذه الطريقة من خلال الانتقال إلى مراكز تجمع المستهلكين، فيما يمكن أن يطلق عليه بالتنبؤ الميداني.

5.1.4.2 طريقة دلفي

تُعرّف طريقة دلفي على أنها عملية الحصول على اتفاق بين آراء مجموعة من الخبراء حول تنبؤ إحـدى الحوادث في المستقبـل، مـع المحافظـة على سريـة هوية كل عضـو من أعضاء المجموعة، وهذا يعني أن كـل عضـو في المجموعـة لا يعرف أعضـاء اللجنـة أو الذين يُجرى اختيارهـم بسريـة تامـة وربما مـن بلدان مختلفـة لتفادي التحيز عند تقديم آرائـه، وإجراء هذه الطـريقة يتطلب ثلاثة أنواع من المشاركين:

- متخذو قرار التنبؤ وعددهم من 5 إلى 10.
- مساعدو متخذي قرار التنبؤ الذين يعدّون سلسلة الاستبيانات وتوزيعها على أعضاء اللجنة السرية وجمع النتائج وتلخيصها وتقديمها لمتخذي القرار.
- الخبراء، وهم الأفراد الذين يتسلمون الاستبانة ويجيبون عنها وتعد إجاباتهم مدخلات لمتخذي القرار تمهيداً لإجراء التنبؤ.

6.1.4.2 أسلوب لجنة الخبراء

بموجب هذا الأسلوب يُجرى تلخيص آراء مجموعة من الخبراء ممن هم على درجة عالية من المعرفة بهدف الوصول إلى التنبؤ، وعادة ما تستخدم الأساليب الكمية والإحصائية إلى جانب المعلومات التي يقدمها الخبراء عن توقعاتهم للطلب في المستقبـل، ويستخـدم هذا الأسلوب أحياناً لتعديل التنبؤات التي

أجريت في مواجهة ظروف استثنائية كترويج منتجات جديدة أو وقوع حدث عالمي يزعزع التنبؤات التي أجرتها المؤسسة [10].

2.4.2 النماذج الكمية

لاستخدام النماذج الكمية يجب توافر بيانات تاريخية عن الظاهرة المراد التنبؤ بها، وكذلك افتراض الاستمرارية بمعنى أن السلوك الظاهر في المستقبل يكون امتداد لسلوكها في الماضي، ويوجد عدة نماذج كمية ومنها:

1.2.4.2 السلاسل الزمنية

وهي طريقة تعتمد على البيانات التاريخية السابقة وتتأثر بالتغيرات الموسمية، ولها عدة أساليب منها:

- **أسلوب المتوسطات المتحركة البسيطة**

وفق هذا الأسلوب فإن الطلب لفترة مقبلة يساوي مجموع الطلب لعدد معين من الفترات الماضية مقسوماً على عدد تلك الفترات وتفترض هذه الطريقة أن الطلب مستقر نوعاً ما ولا يتأثر بعوامل موسمية (أي أن الوزن ثابت لجميع الفترات). وهي من أبسط أساليب التنبؤ، ويحسب التنبؤ من المعادلة:

$$MA_t = \frac{\sum_{k=1}^{n} D_{t-k}}{N}$$

حيث أن:

MA_t : المتوسط المتحرك للفترة المقبلة (t).

n: مجموع الفترات.

K : مؤشر الفترات (k=1, 2, 3, 4, ...).

N : طول المتوسط (t>n) أي أن (t) رقم الفترة التي نبدأ بها.

D : الطلب الحقيقي للفترة (t−k) (فترة سابقة).

وتفترض هذه الطريقة أن الطلب مستقر نوعاً ما وأنه لا ينطوي على عوامل موسمية. ومن مزايا هذه الطريقة أنها سهلة الفهم والتطبيق ولا تتطلب بيانات كثيرة عن الماضي. ومن عيوب هذه الطريقة أن نتائج التنبؤ تعتمد على طول المتوسط لذلك ينبغي اختيار فترة زمنية مناسبه لحساب التنبؤ، ومن المعروف أنه كلما طالت فترة المتوسط كلما ساعد ذلك على إزالة أثر العوامل العشوائية، ومن العيوب أيضا أنها تتطلب الاحتفاظ بجميع البيانات عن الماضي مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف حفظ واسترجاع البيانات سواء يدوياً أو بالحاسوب. وبالإضافة إلى ما تقدم فإن هذه الطريقة تعطي نفس الوزن أو الأهمية لجميع البيانات التي تدخل في حساب التنبؤ.

- **طريقة المتوسط المتحرك الموزون**

نستخدم هذه الطريقة عندما تكون الأوزان مختلفة أي لكل فترة أو شهر وزن يختلف عن غيره ويأتي الاختلاف في الوزن بسبب التغيرات الموسمية من فترة لأخرى، ويحسب المتوسط المتحرك الموزون بالقاعدة الآتية:

$$\mathrm{WMA_t} = \frac{\sum(\mathrm{W_k})(\mathrm{D_k})}{\sum \mathrm{W_k}}$$

حيث أن:

WMA_t : المتوسط المتحرك الموزون للفترة (t).

$\mathrm{W_k}$: الوزن النسبي للفترة (k).

$\mathrm{D_k}$: الطلب الحقيقي للفترة (k).

- **أسلوب التسريح الأسي البسيط**

إن أسلوب التسريح الأسي البسيط هو نوع من المتوسطات المتحركة ويستخدم بكثرة في تنبؤ الطلب على المنتجات ويطبق بكفاءة عالية باستخدام الحاسوب وذلك لقلة البيانات الماضية التي يتطلبها هذا الأسلوب. وتكتب القاعدة العامة لهذا الأسلوب كما يأتي:

$$\mathrm{F_t} = \mathrm{F_{t-1}} + \mathrm{a}(\mathrm{A_{t-1}} - \mathrm{F_{t-1}})$$

حيث أن:

F_t: التنبؤ للفترة t.

F_{t-1}: التنبؤ للفترة الماضية.

A_{t-1}: الطلب الحقيقي للفترة الماضية.

a: ثابت التسريح الأسي.

ويلاحظ في القاعدة السابقة أن تنبؤ الطلب لفترة معينة يتمثل في التنبؤ للفترة الماضية مضافاً إليه تصحيح الاختلاف بين الطلب والتنبؤ اللذين حدثا في الفترة الماضية، ويستخدم ثابت التسريح الأسي (a) في تحديد شدة التصحيح، أي:

$$a(A_{t-1} - F_{t-1})$$

فلو كان الطلب الحقيقي أكبر من التنبؤ فإن تصحيح الاختلاف سيكون موجباً، ويكون تصحيح الاختلاف مساوياً للصفر عند تساوي الطلب مع التنبؤ، وسالباً إذا كان الطلب أقل من التنبؤ. وتتراوح قيمة (a) بين 0.05 و0.5 في التطبيقات الإدارية للتنبؤ. وبالإمكان زيادة قيمة (a) لتعطي أهمية أكبر لبيانات الطلب الحديثة، أو تخفيض قيمة (a) لتعطي أهمية أكبر للبيانات الماضية.

ويمكن أيضاً تقدير (a) بالقاعدة التالية:

$$a = \frac{2}{N+1}$$

N: عدد الفترات التي سنجري لها التنبؤ.

$$F_t = F_{t-1} + a(A_{t-1} - F_{t-1})$$

ونلاحظ أنه كلما كانت قيمة (a) كبيرة فإنها تزيد من أهمية كمية الطلب المتوقع (التنبؤ) وكلما انخفضت قيمة (a) فإنها تعطي أهمية للبيانات الماضية.

من الواضح أن أسلوب التسريح الأسي البسيط يمتاز ببساطته وقلة العمليات الحسابية، وقلة البيانات المطلوبة لإجراء التنبؤ، ومن عيوب هذا الأسلوب أن نتائج التنبؤ تعتمد بالدرجة الأولى على قدرتنا في اختيار القيمة المناسبة لثابت التسريح الأسي (a). وبالإضافة إلى ذلك فإن هذا الأسلوب لا يواكب الآثار الموسمية

التي تطرأ على الطلب في أوانها، وإنما يتطلب وقتاً طويلاً نسبياً. وعلى الرغم من هذه العيوب فإن هذا الأسلوب يلاقي نجاحاً كبيراً في التطبيق العملي [11].

2.2.4.2 الانحدار الخطي

تفترض هذه الطريقة أن الطلب يحدث بسبب واحد أو أكثر من المتغيرات، ويطلق على الطلب تسمية المتغير التابع أما العامل أو العوامل التي تسبب الطلب فتطلق عليها تسمية العوامل المستقلة، وتستخدم المعادلة التالية لوصف العلاقة بين متغيرين أحدهما مستقل والآخر تابع.

$$Y=a+b\,X$$

a: ثابت الانحدار أو الجزء المقطوع من محور y.

b: ميل المستقيم أو معامل انحدار $\left(\frac{y}{x}\right)$.

Y: الطلب المتوقع.

X: الزمن (سنة).

وللحساب بطريقة المربعات الصغرى، فإن ذلك يكون كما يلي:

$$a = \frac{\sum y - b\ \sum x}{n}$$

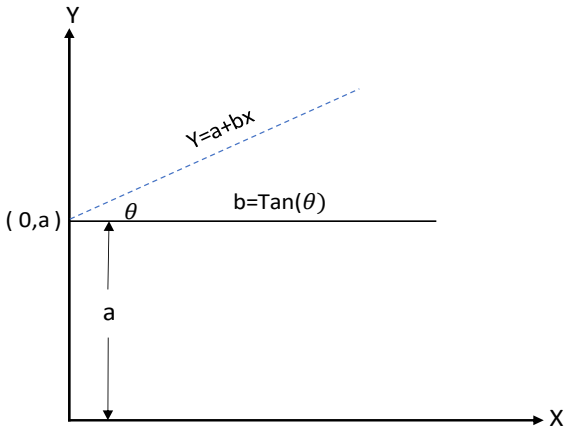
$$b = \frac{n\ \sum x\,y - (\sum x)(\sum y)}{n\ \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad , \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

حيث x المتغير المستقل، y المتغير التابع، n حجم العينة.

ويطلق على a ثابت الانحدار، وقيمته تعني قيمة المتغير التابع عندما تكون قيمة المتغير المستقل صفراً، وهي تمثل نقطة تقاطع خط الانحدار مع المحور الرأسي (الذي يمثل المتغير التابع)، كما هو موضح بالشكل (1.2).

ويطلق على b ميل خط الانحدار، وقيمته تعني قيمة التغير في المتغير التابع عندما يتغير المتغير المستقل بواقع الوحدة.



الشكل (1.2) تمثيل الانحدار الخطي [12]

لمعرفة أو تحديد نوع العلاقة بين متغيرين يتم حساب معامل الارتباط (r) من خلال المعادلة التالية:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[(n\sum x^2) - (\sum x)^2][(n\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

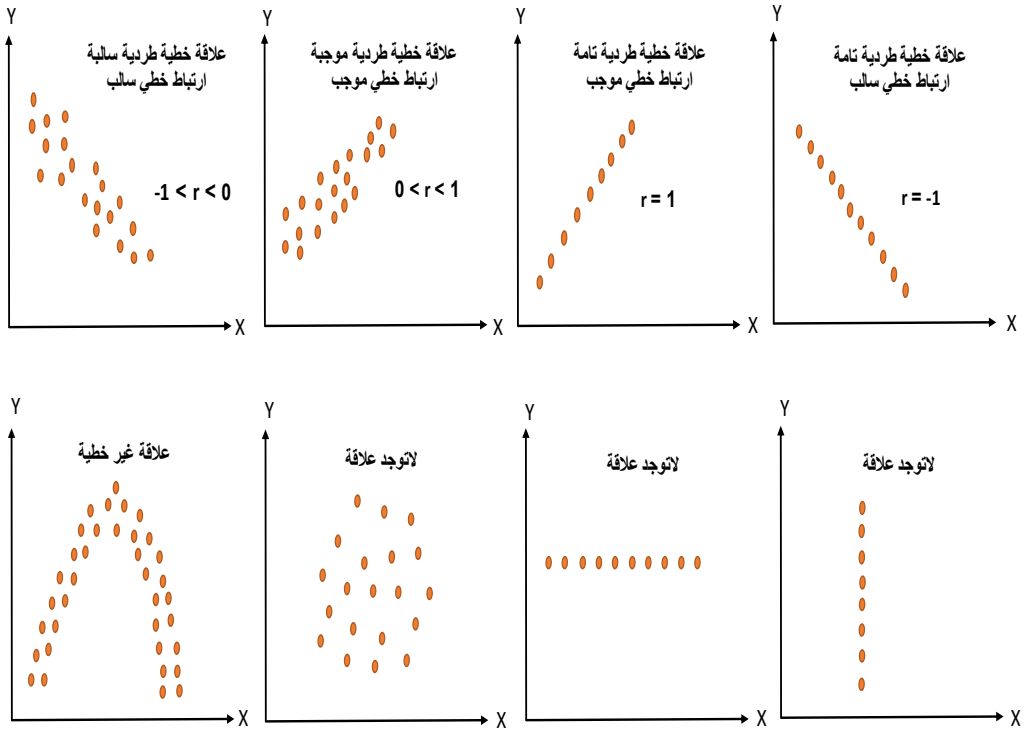
ويتم تحديد نوع العلاقة من خلال إشارة معامل الارتباط، فإذا كانت الإشارة موجبة دلّ ذلك على أن العلاقة طردية، وإذا كانت الإشارة سالبة دلّ ذلك على أن العلاقة عكسية.

لا توجد قواعد ثابتة عند تفسير قيمة معامل الارتباط الخطي المحسوب من بيانات العينة، وإنما تخضع لعملية التقريب والتي تعتمد في الأساس على مجال الدراسة، وقد جرت العادة أن يتم الحكم على معامل الارتباط بطريقة تقترب مما هو موضح في الجدول (1.2).

الجدول (1.2) العلاقة بين المتغيرين بالنسبة لمعامل الارتباط (r)

العلاقة بين المتغيرين (المستقل والتابع)	قيمة معامل الارتباط بين المتغيرين (r)
لا توجد علاقة	$\|0.00\| \leq r < \|0.25\|$
ضعيفة	$\|0.25\| \leq r < \|0.50\|$
متوسطة	$\|0.50\| \leq r < \|0.75\|$
قوية	$\|0.75\| \leq r < \|0.90\|$
قوية جدا	$\|0.90\| \leq r < \|1.00\|$

يوضح الشكل (2.2) العلاقة الخطية بمعامل الارتباط:



شكل (2.2) العلاقات الخطية بمعامل الارتباط. [12]

3.2.4.2 التمهيد الأسي

تعد طريقة التمهيد الأسي من أكثر الطرق استخداماً في التنبؤ بالمبيعات، ويتم ذلك عن طريق حساب معامل α، وهو عبارة عن معلمة تتراوح قيمتها بين الصفر والواحد الصحيح ويعتبر مقياساً للأهمية النسبية المعطاة لقيمة المبيعات في فترة معينة، ويقوم مديرو المبيعات وفق هذه الطريقة بتحديد قيمة معامل α من خلال التجربة والخطأ حيث يتم الوصول إلى قيمة α المناسبة عن طريق اختيار قيمتين أو لـ α ثم قياس دقة التنبؤ بالمبيعات وفق طريقة التمهيد الأسي في ظل قيم α المختلفة. ويتم التنبؤ بالمبيعات باستخدام طريقة التمهيد الأسي وفق المعادلة التالية:

$$A = (\alpha \times B) + ((\alpha - 1) \times C)$$

حيث أن:

A: المبيعات التقديرية.

α: معامل التسوية.

B: مبيعات آخر الفترة.

C: متوسط المبيعات. [13]

3.4.2 نماذج التقنيات الذكية (الذكاء الاصطناعي AI)

تستخدم الشركات في مجال التكنولوجيا أساليب الذكاء الاصطناعي (AI) للتنبؤ، وذلك باستخدام الخوارزميات الرياضية، تنتج نماذج التنبؤ نتائج دقيقة بشكل ملحوظ، تتوقع التكنولوجيا التي يقوم عليها الذكاء الاصطناعي مجموعة واسعة من النتائج المهمة للمستخدم والمساعدة في توليد الاقتراحات.

1. الشبكات العصبية الاصطناعية

5.2 خصائص اختيار أساليب التنبؤ

تتسم عملية التنبؤ بمجموعة من الخصائص التي يجب أن تكون واضحة في الأذهان قبل معالجة الموضوع ومن أهم تلك الخصائص: [8]

- عملية المفاضلة بين أساليب التنبؤ واختيار أنسبها تعتمد إلى حد كبير على الخبرة وظروف كل حالة، كما أنه لكل أسلوب توجد مجموعة من الثوابت التي يجب على القائم بالتنبؤ أن يتخذ قرارا بشأنها، وهذا يتوقف على الظروف التي تتم فيها عملية التنبؤ.
- إن عملية التنبؤ رغم ما يبذل فيها من جهد لا تعني بالضرورة أن تكون القيم المحققة معادلة تمام القيم المتنبَأ بها فطالما أنها مجرد عملية توقع فهناك دائما احتمال الخطأ والذي يجب أن يكون في حدود معنية.
- قد يهدف التنبؤ إلى الوصول إلى قيمة واحدة تعبر عن القيم المتوقعة خلال فترة زمنية محددة.

6.2 عوامل اختيار أساليب عملية التنبؤ

هناك مجوعة من العوامل التي يتوقف عليها اختيار أساليب التنبؤ من بينها ما يلي: [8]

- **الفترة محل التنبؤ:** كلما قلّت الفترة التي يشملها التنبؤ كلما قلّ خطأ التنبؤ وزادت درجة دقة المعلومات المستقبلية.
- **كمية نوعية البيانات المتاحة:** كلما زادت كمية نوعية البيانات المتاحة ودرجة الثقة والموضوعية التي تمتاز بها، كلما كانت عملية التنبؤ أكثر دقة وأقرب إلى النتائج الفعلية.
- **تكلفة القيام بعملية التنبؤ:** يتوقف اختيار طرق وأساليب التنبؤ على تكلفة الدراسات والبرامج التحليلية المستخدمة، فكلما كانت تكاليف البرامج المستخدمة منخفضة أدى ذلك إلى تحقيق عوائد متوقعة كبيرة.
- **درجة الدقة:** يتوقف اختيار طرق التنبؤ على الطرق التي تحقق نتائج أفضل واقل أخطاء، إذ كلما كانت الفوارق بين النتائج الفعلية والنتائج المتوقعة صغيرة كلما أدى ذلك إلى زيادة درجة الدقة.
- **القائم بعملية التنبؤ:** يعني درجة إلمام القائم بعملية التنبؤ بالأساليب والطرق وكيفية الاستفادة من مدخلات برامج التنبؤ للوصول إلى النتائج المطلوبة في الوقت المناسب.

7.2 العوامل المؤثرة في التنبؤ

هناك عدة عوامل تؤثر على التنبؤ تتمثل في:

1. **الزمن:** حيث يتأثر التنبؤ بعامل الزمن، بحيث يكون سهل في الأجل القصير وصعب في الأمد البعيد
2. **الدخل:** يجب معرفة حركة الدخل خلال الفترة القادمة ومعرفة اتجاهه لأن الدخل يؤثر على القدرة الشرائية
3. **العوامل الاجتماعية والثقافية:** تؤثر التطورات الاجتماعية والثقافية على الأنماط الاستهلاكية داخل المجتمعات، وبالتالي تؤثر على طبيعة وأنواع السلع التي تستخدم داخل المجتمعات، ثم إن التطورات الاجتماعية أفرزت حاجات لم تكن موجودة سابقاً.

4. **العامل الجغرافي:** يجب على القائم بالتنبؤ أن يفهم طبيعة المنطقة الجغرافية، والمناخ فيها لأن أسلوب الحياة قد يختلف حسب المناطق وحسب المناخ.
5. **التطور التكنولوجي:** التطور خلق منتجات تكفي حاجات المجتمعات الحديثة لذا يجب معرفة مسار هذا التطور وأثره، فالثورة التكنولوجية كبيرة جداً في مجال تقديم أسهل وأفضل وأسرع ما يحتاجه المجتمع.
6. **درجة الاستقرار الاقتصادي والسياسي:** كلما كانت الأمور مستقرة كلما سهلت عملية التنبؤ، كلما كانت غير مستقرة تصعب عملية التنبؤ.
7. **المنافسة:** علينا معرفة حجم وقوة وعدد المنافسين ونوعية السلع التي يتعاملون بها وحصصهم.

الفصل الثالث:

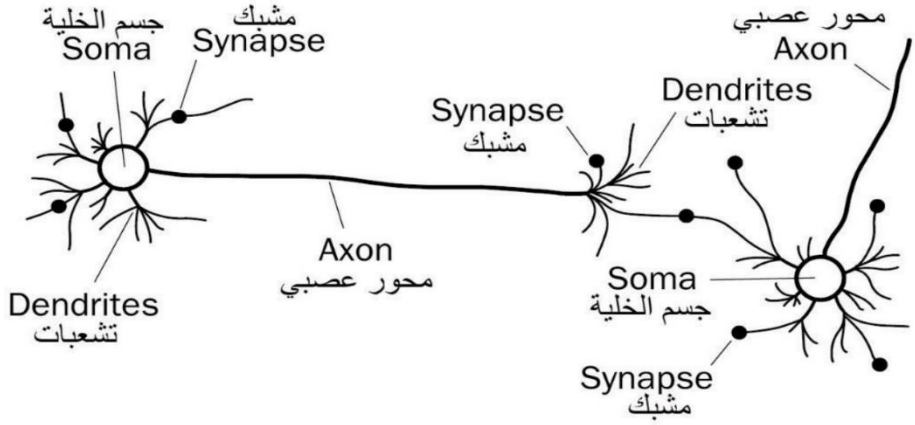
الشبكات العصبية الاصطناعية

1.3 المقدمة

يعد الذكاء الاصطناعي فرع من فروع علم الحاسوب وأحد أهم عناصر صناعة التكنولوجيا في العصر الراهن، وهو مصطلح يتكون من كلمتين (الذكاء والاصطناعي) ويشير الذكاء إلى القدرة على الفهم وإدراك المفاهيم الجديدة، أما الاصطناعي فترتبط بالأشياء التي نتجت عن عناصر معينة على عكس الأشياء الطبيعية التي ظهرت نتيجة تدخل الإنسان ويشتمل مصطلح الذكاء الاصطناعي على البرامج والأنظمة التي تُحاكي الجوانب الفكرية للإنسان مثل اكتشاف المعاني والقدرة على التفكير والتعلم من الخبرات السابقة، وعرفه بعض العلماء بأنه إمكانية الالة على النهوض بالمهام التي يستوجب الذكاء البشري أدائها كالاستنساخ المنطقي والتعلم والمقدرة على التعديل كما عرفه آخرون بأنه نظام يشتمل على البرامج والأجهزة الذكية التي تهدف إلى بناء آلات تقوم بمهام الإنسان المعقدة، من خلال تصميمها بطريقة تحاكي العقل البشري في طريقة تعلمه وتفكيره واتخاذه للقرارات وحل المشكلات، ومن ثم توظيف نتائج هذه الدراسة لتطوير الأنظمة والبرامج الذكية[14] .

2.3 الشبكات العصبية البيولوجية

يتكون الدماغ من مجموعة مترابطة من وحدات معالجة المعلومات الاساسية تسمي بالخلايا العصبية. ويشتمل دماغ الانسان على ما يقارب 10 مليار خلية عصبية و60 تريليون اتصال متشابك بينهما. ويمكن للدماغ أداء وظائفه باستخدام عصبونات متعددة في وقت واحد وبشكل أسرع بكثير من أسرع الحواسيب الموجودة اليوم. بالرغم من أن كل عصبون له بنية بسيطة للغاية، فإن التجمع الكبير لهذه العصبونات يشكل قوة معالجة هائلة كما هو موضح في الشكل رقم (1.3) فإن العصبون يتكون من جسم الخلية المسمى بالسوما، وعدد من الألياف تسمى التشعبات تتفرغ حول السوما وليف طويل يسمى بالمحور العصبي يمتد إلى التشعبات والسوما لعصبونات أخرى. والشكل يمثل تخطيطا لشبكة عصبية بيولوجية [15].



الشكل رقم (1.3) رسم تخطيطي لشبكة عصبية بيولوجية [15]

3.3 الشبكات العصبية الاصطناعية

الشبكات العصبية الاصطناعية هي محاكاة للشبكات العصبية البيولوجية والدماغ البشري، وتتكون من وحدات معالجة تسمي بالخلايا العصبية الاصطناعية وهي نماذج مبسطة للخلايا العصبية البيولوجية. واستلهمت هذه النماذج من تحليل كيفية قيام غشاء الخلية في الخلايا العصبية بتوليد ونشر النبضات الكهربائية. تتكون الشبكة العصبية الاصطناعية من عدد من المعالجات البسيطة والمترابطة تسمى بالخلايا العصبية الاصطناعية، والتي تشبه الخلايا العصبية البيولوجية في الدماغ. ترتبط الخلايا العصبية فيما بينها بروابط مرجحة تمرر الاشارات من عصبونا إلى آخر. يتلقى كل عصبون عدد من إشارات الإدخال من خلال الروابط، ولا ينتج أكثر من إشارة إخراج واحدة تنتقل إشارة الإخراج من خلال العصبون.

وهي نموذج رياضي يحاول محاكاة بنية ووظائف الشبكات العصبية البيولوجية. فلبنة البناء الأساسية لكل شبكة عصبية اصطناعية هي الخلايا العصبية الاصطناعية إذا لم يكن للخلية العصبية الاصطناعية أي فائدة تقريبًا في حل مشكلات الحياة الواقعية، فإن الشبكات العصبية الاصطناعية تتمتع بها. في الواقع، الشبكات العصبية الاصطناعية قادرة على حل مشاكل الحياة الواقعية المعقدة من خلال معالجة المعلومات في وحدات بنائها الأساسية (الخلايا العصبية الاصطناعية).

جدول (1.3) يوضح عناصر الشبكات العصبية البيولوجية وما يحاكيها في الشبكة العصبية الاصطناعية

[16]

	الشبكات العصبية البيولوجية	الشبكات العصبية الاصطناعية
.1	جسم الخلية	العصبونات
.2	التشعبات	المدخلات
.3	المحور العصبي	المخرجات
.4	المشبك العصبي	الوزن

4.3 نبذة عن تاريخ تطور الشبكات العصبية الاصطناعية

يمكن القول إن بداية تاريخ التفكير في الشبكات العصبية الاصطناعية قد بدأ في القرن العشرين عندما قام سيقمند فرويد (Sigmund Freud) بالتعرض الفلسفي للفكرة العامة لها. ويعتبر أول تطبيق عملي للشبكات البدائية في عام 1914 عندما نفذ بيرتراند روسل (Bertrand Russel) جهازا هيدروليكياً معتمدا على الفكرة العامة لهذه الشبكات. ويمكن اعتبار فترة الأربعينيات هي البداية الحقيقية لتطور هذه الشبكات حيث ساهم الكثير من العلماء والمهندسين في تطويرها. أما القفزة الحقيقية في التطوير فقد تجسدت خلال العقد الأخير من القرن العشرين عندما أعلن البيت الأبيض الأمريكي أن الفترة 1990 –2000 هي عقد المخ والشبكات العصبية والحساب العصبي نظرا للزيادة الكبيرة في عدد المهتمين بها. وأصبح التعرف والتنبؤ الاقتصادي من أهم تطبيقاتها حيث أصبح بالإمكان تدريب وتعليم هذه الشبكات علـى التعرف على أشكال معينة للشبكة وذلك بتغذيتها بسلاسل زمنية للظاهرة المراد دراستها مما يجعلها تتعرف على آفاقها المستقبلية آليا حتى في وجود المركبة العشوائية [17].

5.3 مجالات استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية

إن الشبكات العصبية لها قدرة هائلة لحل مشاكل حقيقية، فقد طبقت في العديد من المجالات أهمها:

[18]

- **مجال الطب:**

وهو تطبيق الطب الفوري الذي يرتبط بمبدأ الذاكرة كما في حال العقل البشري، أي مبدأ العلاقات المرضية والتشخيصية.

- **مجال الاتصالات السلكية واللاسلكية**

مثل التخلص من صدى الصوت الذي قد ينتج من خطوط التليفون، وفي الرادارات العسكرية لتحديد الأهداف.

- **مجال الأعمال المصرفية:**

وذلك لفتح الحسابات الخاصة بالبنوك عن طريق اللمس أو الصوت أو بصمة العين، وكذلك للتعرف على التوقيعات البنكية وخطوط اليد.

- **التنبؤ:**

لقد استخدمت الشبكات بشكل واسع جداً في مجال التنبؤ، وهي تحتاج إلى فروض قليلة وكذلك عدد مشاهدات أقل مقارنة بالطرق التقليدية.

ومن أمثلة ذلك التنبؤ بأسعار الأسهم، التنبؤ بالمبيعات التنبؤ بهطول الأمطار، التنبؤ بدرجة حرارة الجو، وغيرها.

6.3 مزايا الشبكات العصبية الاصطناعية

تتميز الشبكات العصبية الاصطناعية بالعديد من المزايا العامة، والتي من أهمها:

- تتميز الشبكات العصبية الاصطناعية بخاصية التعلم الذاتي فهي تقوم بالمهام الموكلة إليها بطريقة مثلى حيث تكون بذلك نظاما يتعلم بنفسه، ويستنبط القوانين المناسبة التي تسمح بحل المشاكل.
- تتمكن الشبكات العصبية الاصطناعية من إيجاد العلاقات غير الخطية بين المتغيرات وأخذها بعين الاعتبار في إعطاء النتائج.

- سهل الاستخدام وتوفر الجهد والوقت اللازمين للتحليل عكس الطرق الإحصائية الكلاسيكية، حيث أنه لا يتطلب كفاءة في الرياضيات الإعلام الآلي أو الإحصاء لا تؤثر قلة المعطيات كثيرا على نتائج الشبكات العصبية الاصطناعية.
- تتميز الشبكات العصبية الاصطناعية بقدرتها على التكيف مع التطورات الحاصلة والظروف المحيطة الحالية التي بإمكانها أن تفقده فعاليته في التمييز مع مرور الزمن، وبالتالي فإن إصلاح الشبكة العصبونية ليس بالأمر الصعب، يكفي فقط إعادة إدخال قاعدة أمثلة جديدة للحصول على المعايير المميزة الجديدة لتعليم الشبكة.

7.3 عيوب الشبكات العصبية الاصطناعية:

يؤخذ على الشبكات العصبية الاصطناعية ما يلي: [19]

- مشكلة العلبة السوداء Black Box حيث قد يصعب تفسير النتائج التي تم الحصول عليها وذلك لعدم وضوح تفسير الأوزان ومدى الترابط والاتصال بين الخلايا العصبية في الشبكة.
- تستغرق زمنا كبيراً في عملية التعلم والتدريب، كما أنها تحتاج حجم كبير من البيانات.
- تعمل الشبكة بشكل مشابه لعمل الأسلوب الإحصائي، إلا أنه لا يمكن إجراء اختبارات إحصائية للتأكد من كفاءة النماذج المستخدمة كما هو الحال مع الأسلوب الإحصائي.
- كثرة التحويلات على المتغيرات (تحويل توزيعها إلى الطبيعي وتحويل اللوغاريتمي) الأمر الذي يتسبب في ابتعاد نتائج تلك المعالجة عن الأرقام الحقيقية لها.

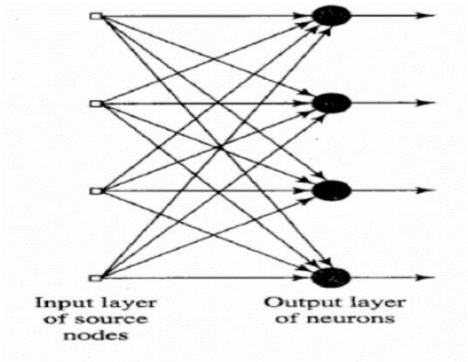
يفترض فيها أن تستمر العلاقات التاريخية بين المدخلات والمخرجات كما هو عليه في المستقبل.

8.3 أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية

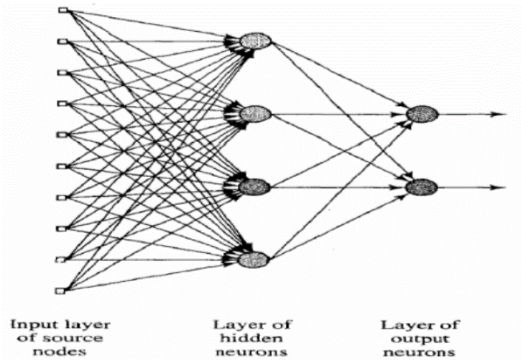
تنظم الشبكة العصبية الاصطناعية بعدة هيئات مختلفة بمعنى توصيل الخلايا العصبية بعدة طرق مختلفة منها:

1.8.3 الشبكة العصبية ذات التغذية الأمامية

وهي الشبكات التي يخلو تركيبها من وجود حلقة مغلقة من الترابطات بين الوحدات المكونة لها، وتعد هذه الشبكات من أكثر الشبكات استخداماً، وتتكون من طبقتين على الأقل، كما تتواجد في كثير من الأحيان طبقات خفية بين طبقة المدخلات وطبقة المخرجات، وإذا كانت الشبكة أمامية التغذية تحتوي على طبقة مدخلات وطبقة مخرجات فقط بدون طبقات خفية يطلق عليها شبكات عصبية أمامية التغذية وحيدة الطبقة كما في الشكل (2.3)، أما إذا احتوت الشبكة الأمامية على الأقل على طبقة مخفية واحدة فإنها تصبح شبكة أمامية متعددة الطبقات كما في الشكل (3.3).



شكل (2.3): شبكة أمامية ذات طبقة واحدة



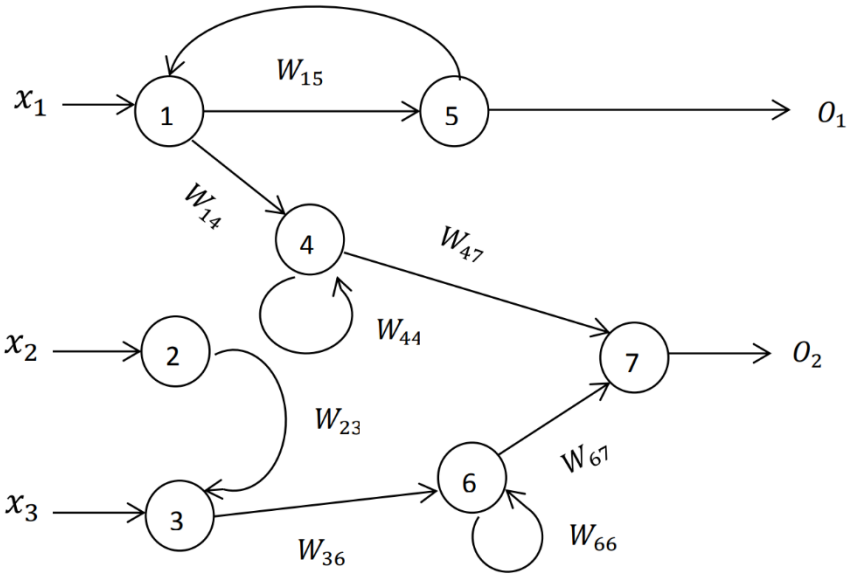
شكل (3.3): شبكة أمامية متعددة الطبقات [18]

2.8.3 الشبكات العصبية ذات التغذية المرتجعة

هذا النوع من الشبكات من حيث البناء الهندسي ربما يأخذ شكل الشبكة العصبية متعددة الطبقات، إلا أنه يحتوي على الأقل على حلقة تغذية خلفية واحدة بمعنى أن مخرجات أحد العصبونات تعود لتمثل مدخلات لنفس العصبون فيما يسمى بالتغذية الخلفية الذاتية أو أن تكون مدخلات لعصبون آخر.

وهذا النوع من الشبكات يتميز بالقدرة الكبيرة على التذكر مما يجعله مناسباً للاستخدام في التنبؤ بالسلاسل الزمنية المتعلقة بالتطبيقات المالية.

وتسمى الشبكة العصبية خلفية التغذية التي تحتوي على أكثر من حلقة تغذية خلفية، بالشبكة العصبية المتكررة، والشكل (4.3) يبين رسم توضيحي للشبكة خلفية التغذية المتكررة.



الشكل (4.3): شبكة عصبية خلفية التغذية المتكررة [18]

حيث تعتبر $[x_1, x_2, x_2]$ عن متجه المدخلات للشبكة.

ويعبر W_{ij} عن الأوزان بين العنصر i والعنصر j.

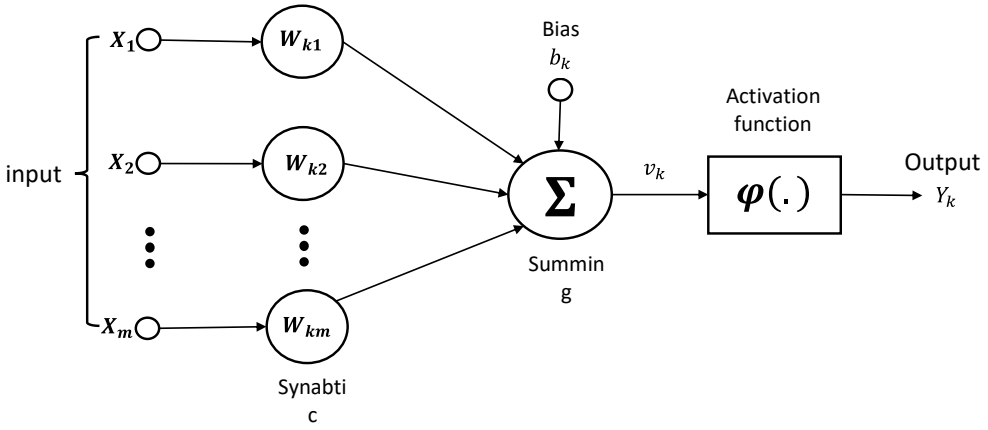
وتمثل O_1, O_2 مخرجات الشبكة.

9.3 مكونات الشبكات العصبية الاصطناعية

تعد الشبكات العصبونية إحدى التقنيات التي تساعد في إيجاد الحلول المناسبة والمثالية للمسائل المعقدة من خلال قدرتها على معالجة البيانات، بطريقة تحاكي في بنائها وعملها آلية الجهاز العصبي عند الإنسان، إذ نجد أن كل من الشبكات العصبونية البيولوجية والاصطناعية تحتوي على وصلات بين بعضها البعض، تنقل المعلومات وتوزع معرفة الشبكة عبر وصلات بينية بين العصبونات حيث يستقبل كل عصبون إشارات المدخل من العصبونات الأخرى، يحدد مخرجه بمجموع أوزان مدخلاته مولدا مستوى نشط ومستخدما دالة النقل في إرسال إشارة المخرج، يطلق على النقطة حيث تلتقي العصبونات بالوصلة وقوة الوصلة بين عصبونين يطلق عليها الوزن، ترتب الأوزان في صفوف وأعمدة يطلق عليها مصفوفة الوزن وتتكون الشبكة العصبونية الاصطناعية من طبقات العصبونات، التي تسمى عناصر المعالجة مرتبطة ببعضها البعض، يمكن تحليل كل عنصر معالجة كما يوضحه الشكل الموالي إلى:

أ. المدخلات (x_i):

هي بيانات تخص المشكلة المراد حلها والتي يمكن أن تكون على صورة بيانات كمية أو وصفية أو تكون مخرجات لوحدات معالجة أخرى وقد تكون نصوص أو صور أو صوت أو أشكال أو ظواهر معينة ويكون مصدرها البيئة الخارجية أو من نشاط خلايا أخرى.



شكل (5.3) مكونات العصبون الاصطناعي [20]

ب. الأوزان (W):

تعتمد الشبكات العصبونية الاصطناعية على الوزن الترجيحي للعنصر والذي يعبر عن القوة النسبية أو القيمة الحسابية للبيانات من طبقة إلى طبقة، بمعنى أن الوزن يعبر عن الأهمية النسبية لكل مدخل إلى عنصر المعالجة، التي تحدّد قوة العلاقة بين اثنين من عناصر المعالجة وقد تشجع أو تمنع إثارة المخرج فالوزن الإيجابي يثير إشارة المخرج والعكس في الوزن السالب، من الممكن تعديل الأوزان من خلال خاصية التعلم في الشبكة والتي تعرف بدالة التجميع، تساعد على إيجاد المجموع المرجح لكل عناصر المدخلات التي تم إدخالها وبذلك يتم الوصول إلى أفضل مجموع مرجح.

ج. دالة التجميع:

تمثل المنشط الداخلي ويطلق عليها بدالة التحفيز فمن خلالها تتم أول معالجة تقوم بها وحدة المعالجة وهي حساب مجموع المدخلات الموزونة، إذ تقوم هذه الدالة بحساب مجموع الأوزان لكل

المدخلات وذلك بضرب قيمة كل مدخلة في وزنها، تجمع نواتج الضرب للحصول على إجمالي موزون وتأخذ دالة التجميع لعدد n من المدخلات في عنصر تشغيل واحد وفق الصيغة التالية:

$$Y = \sum_{1}^{n} X_m W_m$$

أما لشبكة عصبونية مكونة من العديد من الخلايا العصبونية (j) فتأخذ الشكل التالي:

$$Y_k = \sum_{1}^{n} X_m \, W_{km}$$

Y_k: ناتج عملية الجمع لكل وحدة معالجة k

X_m : القيمة المدخلة القادمة من الوحدة m إلى الوحدة k.

W_{km} :الوزن الذي يربط وحدة المعالجة k بالوحدة m.

أحياناً تكون المعادلة كما يلي:

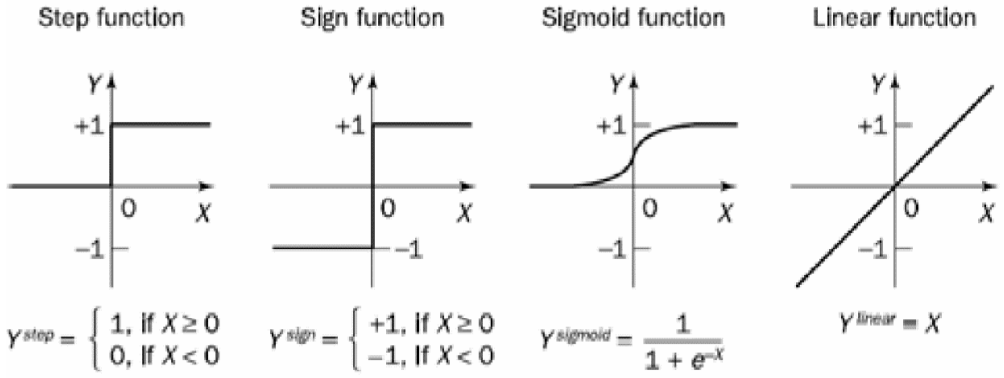
$$Y_k = b_k + \sum_{1}^{n} X_m W_{km}$$

حيث تمثل b_k انحياز وهو يعتبر أحد مكونات الدخل وعمله مشابه لعمل الأوزان ودخله $X_0 = 1$ وكما هو موضح في الشكل أعلاه وحدات التحيز غير مرتبطة بأي طبقة سابقة، أي أنها لا تمثل "نشاط" حقيقي وإضافة وحدة انحياز إلى وحدات الدخل تغير من شكل تابع التنشيط أو دالة التحويل فقط.

د. دالة التحويل:

يحتوي كل عصبون على وظيفة تنشيط وقيمة عتبة وهذه الأخيرة هي القيمة الدنيا التي يجب أن تكون عليها المدخلات لتنشيط الخلايا العصبية، تم تصميم وظيفة التنشيط للحد من إخراج الخلايا العصبية، عادة ما تكون قيمة هذه المخرجات محصورة بين 0 إلى 1 أو 1− إلى +1 وفي معظم الحالات يتم استخدام نفس وظيفة التنشيط لكل الخلايا العصبونية في الشبكة، بمعنى أن كل خلية عصبونية لها مستوى استثارة تقوم دالة التجميع بحسابه وهو ما يعرف بالمحاكاة الداخلية، بناءً على هذا المستوى يكون هناك نتيجة خارجة من الخلية أو لا يكون، العلاقة بين مستوى التفاعل الداخلي

والقيمة الخارجة يمكن أن تكون خطية أو غير خطية وهي العلاقة التي تمثل باستخدام دالة التحويل، لهذه الأخيرة عدة أنواع كما هو موضح في الشكل الموالي واختيار أي منها يتحكم في عمل الشبكة.



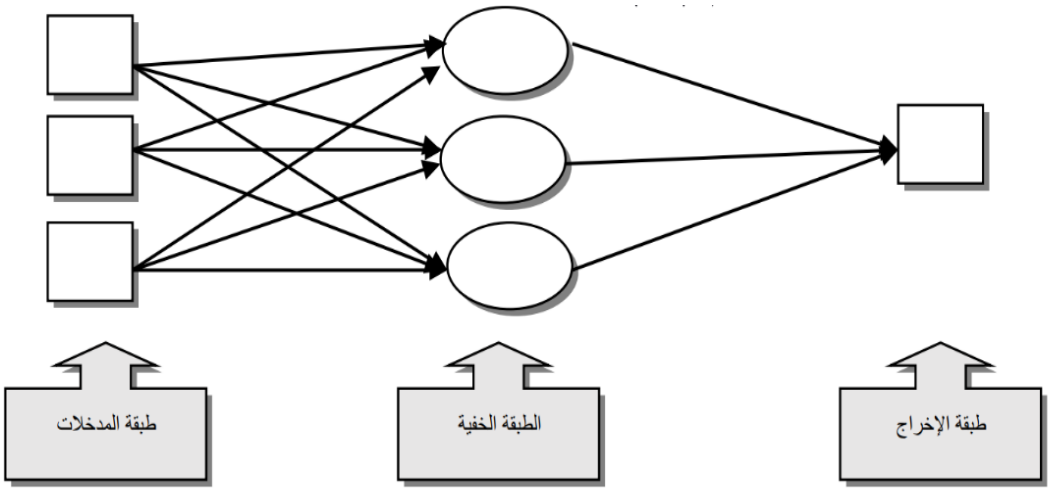
شكل (6.3) بعض الدوال التحويل المستخدمة في الشبكات العصبية [20]

كما هو موضح في الشكل أعلاه فلدالة التحويل أنواع عديدة منها:

- دالة الخطوة: هي الدالة التي تكون فيها قيمة المخرجات بين [0،1].
- دالة الإشارة: في هذه الدالة تكون قيمة المخرجات محصورة بين [−1،1].
- الدالة الخطية: هي الدالة التي تكون فيها صورة المخرجات مشابهة للمدخلات وتعطي تصنيفات متعددة وغير خطية.
- الدالة السيجماوية: هي دالة غير خطية يقع مداها بين [0،1] وتكون قيمته تساوي واحد عندما يكون الدخل قيمة موجبة كبيرة وتساوي صفر عندما يكون الدخل قيمة سالبة كبيرة.

هـ. المخرجات:

المستوى الأخير في الشبكة العصبونية الاصطناعية والتي تمثل حلا للمشكلة في قيمة عددية؛ ترتبط العصبونات فيما بينها في طبقات مختلفة حسب معمارية الشبكة، من حيث نوعها وطريقة ترتيبها وغالبا ما تتكون الشبكة العصبونية من ثلاثة أنواع من الطبقات هي طبقة المدخلات والطبقات الخفية وطبقة المخرجات كما هو موضح في الشكل الموالي.



شكل (7.3) مكونات الشبكة العصبونية الاصطناعية [20]

يتضح من الشكل أعلاه أن الشبكة العصبونية الاصطناعية، مكونة من ثلاث طبقات وكل طبقة تتضمن عددا من العصبونات، التي تمثل نقاط الترابط العصبي بين الطبقات عبر خطوط ربط مرفقة بأوزان معينة تشير إلى مدى قوة الارتباط بين الطبقات، فلكل عصبون وزن يربطه بالمستوى السابق ووزن يربطه بالمستوى اللاحق، بحيث يمكن أن يكون للشبكة العصبونية عدد من الطبقات الخفية وقد لا يكون لها طبقات خفية على الإطلاق، فطبقة المدخلات تستقبل البيانات وتقوم بتوزيعها والطبقة الخفية هي الطبقة التي تقع بين طبقة المدخلات وطبقة المخرجات، حيث تستقبل الإشارات القادمة إليها من طبقة المدخلات عبر الوصلات البينية فتقوم بمعالجتها، باستخدام دالة التجميع ودالة التحويل ومن ثم إرسالها عبر الوصلات إلى طبقة المخرجات وهذه الأخيرة عادة ما تكون مساوية لناتج دالة التحويل، أي أن معالجة البيانات في الشبكة العصبونية الاصطناعية تتم كما يلي: [20]

- تتم معالجة البيانات في عناصر معالجة بسيطة تسمى العصبونات.
- تمر الإشارات بين العصبونات عبر خطوط ربط
- يرفق كل خط ربط بوزن معين والذي يضرب مع الإشارات الداخلة إلى العصبون.
- يطبق كل عصبون دالة تحفيز معينة عادة ما تكون غير خطية على إجمالي مدخلاته ليحدد إشارة المخرجات الناتجة منه.

10.3 آلية عمل الشبكات العصبية الاصطناعية

يمكن تلخيص كيفية عمل الشبكة العصبية الذكية في النقاط التالية: [21]

- استقبال مجموعة من الإشارات للعصبون أو العقدة ممثلة دخلاً متغيراً.
- تتم معالجة البيانات في عناصر معالجة بسيطة تسمى العصبونات.
- تمر الإشارات بين العصبونات عبر خطوط ربط.
- يضرب كل دخل للعصبون بالوزن التشابكي المناسب له.
- الحصول على جهد التفعيل وذلك بجمع إشارات الدخل الموزونة.

الفصل الرابع:

الحالة الدراسية

1.4 المقدمة

التنبؤ بالمبيعات يعتبر أمراً مهماً لأي عمل تجاري، حيث يساعد على تحديد الاحتياجات والموارد المطلوبة لتلبية الطلب المتوقع، وتخطيط الإنتاج والتسويق بشكل فعال، بالإضافة إلى توفير رؤية مستقبلية للإداء المالي للشركة، نظراً لهذه الأهمية قام البحاث بدراسة عملية على شركة سيراميك ليبيا، تناولت استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بحجم المبيعات في الشركة، اعتمد المشروع على سلسلة زمنية للمبيعات الشهرية لمنتجات المصنع، وتم بناء نموذج للشبكات العصبية الاصطناعية ANN للتنبؤ بالمبيعات الشهرية للشركة، وكانت السلسلة الزمنية للمبيعات الشهرية بداية من شهر يناير 2018 إلى شهر ديسمبر 2020، استخدم برنامج MATLAB لحل النماذج الرياضية لخوارزمية الشبكات العصبية الاصطناعية ANN، وثم مقارنة نتائجها مع نتائج أسلوب الانحدار الخطي المتعدد.

2.4 نبذة عن شركة سيراميك ليبيا

تأسست شركة المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء المساهمة والمعروفة تجارياً باسم انكوما (INCOMA)، بتاريخ 22-2-2005، وفقا لأحكام القانون رقم 5 لسنة 1997. بسجل تجاري رقم 45890، وسجل استثماري رقم 40، على مساحة تزيد عن 6 هكتارات، في المنطقة الصناعية بالكراريم، شرق مدينة مصراتة، بنحو 22 كيلو متر. باشرت الشركة نشاطها بتنفيذ مصنع البلاط الخزفي (الحائطي والأرضي)، بموجب التخصيص رقم 032، المؤرخ في 30-9-2007. يتكون المجمع من مبنى إداري متكامل من ثلاث طوابق مصمم ومجهز لتمكين الإدارات المختلفة من أداء عملها بشكل مريح، وتوفير بيئة أفضل للعمل، كما يمتلك المجمع عدة مخازن مجهزة تجهيزاً مناسباً للأغراض المعدة لها، بعضها خاص بقطع الغيار ومستلزمات التشغيل والبعض الآخر عبارة عن ساحات تخزينية للمواد الخام، وساحة أخرى لتخزين المنتج النهائي [22].

3.4 إدارة المبيعات في الشركة

إدارة المبيعات بالشركة تتولى جميع الأعمال التنظيمية والإدارية المتعلقة بتسويق المنتوج، حيث أن هذه الإدارة هي المسؤولة عن تقدير المبيعات إلا أنها لا تستخدم الأساليب العلمية الحديثة للتنبؤ بالمبيعات إنما تعتمد بشكل كبير على عامل الخبرة الشخصية لمسؤولي الإدارة، وغالباً ما تكون التقديرات غير دقيقة، مما يؤدي في بعض الأحيان إلى عدم توفر الكميات المناسبة للطلب، الأمر الذي يسبب خلل في سير عميلة الإنتاج في الشركة إما بالتأخير في تسليم الطلبيات في موعدها، أو يكون هناك فائض في الإنتاج الأمر الذي يسبب في خلل في الاتزان بين كمية الإنتاج والبيع [22].

4.4 التنبؤ بالمبيعات باستخدام الانحدار الخطي المتعدد

يعد الانحدار الخطي المتعدد من الأساليب الإحصائية التي تضمن دقة الاستدلال من أجل تحسين الاستخدام الأمثل للبيانات في إيجاد علاقات سببية بين ظواهر موضوع البحث، وهو عبارة عن معادلة رياضية تعبر عن العلاقة بين متغير تابع واحد Y وعدة متغيرات مستقلة X3,X2,X1، ويستعمل لتقدير قيم سابقة أو لتنبؤ بقيم مستقبلية، لذا فهو يستخدم في التنبؤ بتغيرات المتغير التابع الذي يتأثر بعدة متغيرات مستقلة (متغيران مستقلان أو أكثر).

1.4.4 تحديد المتغيرات المستقلة:

تم الاعتماد على ثلاث متغيرات وهي كالتالي:

- **الجودة:** ويقصد بيها تقييم جودة المنتج، حيث كانت سياسة الشركة تصنف المنتجات إلى ثلاث فئات من الجودة هي (درجة أولى، درجة ثانية، درجة ثالثة)، وتم تحويل مؤشر الجودة من وصفي إلى كمي بإعطاء وزن 3 للدرجة الأولى، ووزن 2 للدرجة الثانية، ووزن 1 للدرجة الثالثة، وتم حساب مؤشر الجودة وفقاً لطريقة المتوسط الموزون.
- **السعر:** ويقصد به سعر المتر المربع الواحد للإنتاج بالدينار الليبي، ويتغير هذا السعر من فترة لأخرى، وفقاً لتقارير مراقبة جودة الإنتاج، التي توضح جودة الكميات المنتجة، وجاءت قيم السعر

(متوسط السعر) في بيانات المشروع المقابلة لكمية المبيعات المباعة بهذا السعر، ويمثل السعر أحد المتغيرات المستقلة في المشروع.

- **الدعاية:** وتمثل قيمة المبالغ المصروفة بالدينار الليبي على الدعاية والاعلان خلال فترة زمنية محددة، وجاءت قيم الدعاية في بيانات المشروع المقابلة لكمية المبيعات المباعة خلال الفترة الزمنية التي تغطيها الدعاية، وتمثل الدعاية أحد المتغيرات المستقلة في المشروع.

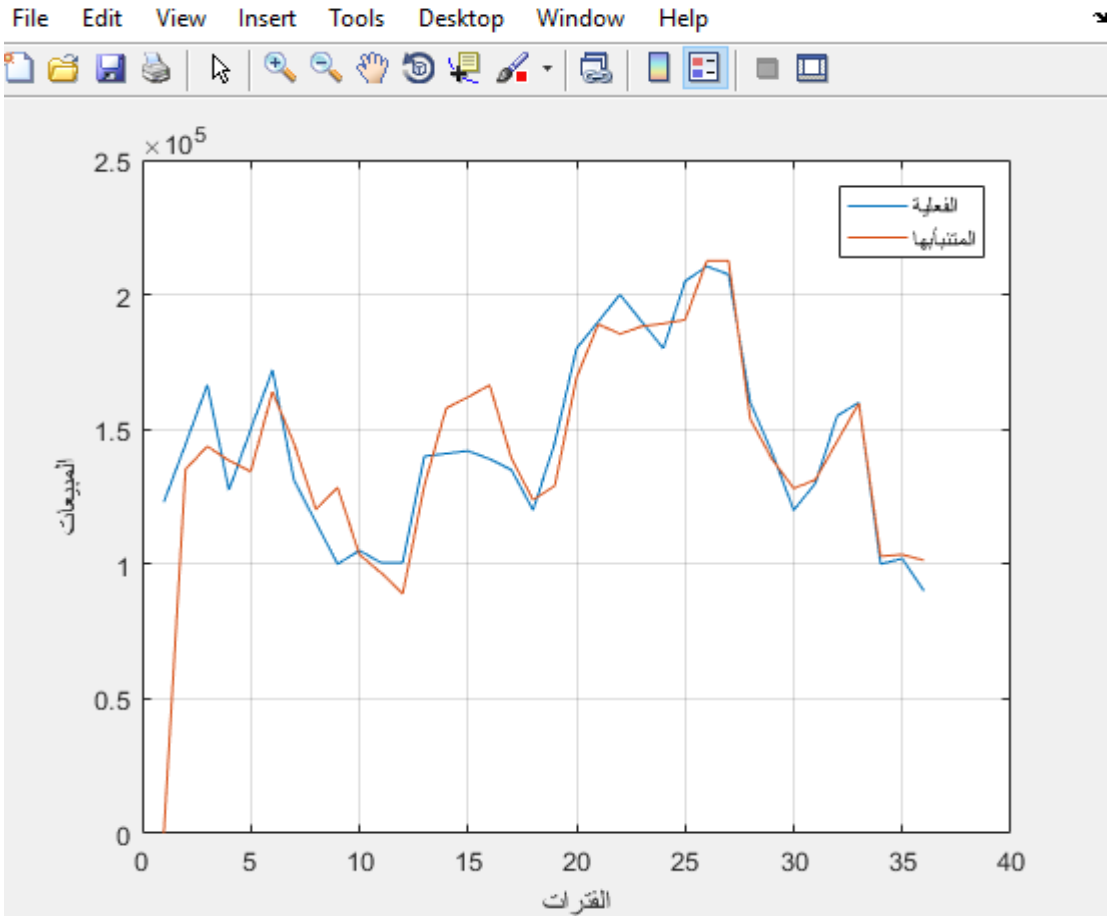
2.4.4 تجميع البيانات:

تم تجميع البيانات لهذه المتغيرات لثلاث سنوات سابقة 2018م 2019م، 2020م، مقسمة إلى 36 فترة كل فترة تمثل شهر واحد، وذلك لأن بيانات الشركة من حيث الطلبيات وحجم المبيعات تتغير شهرياً، جدول (1.4) يوضح ذلك.

جدول (1.4) بيانات المتغيرات المستقلة لسنوات 2018م، 2019م، 2020م

الشهر	المبيعات الفعلية م²	متوسط السعر د.ل/م²	الدعاية د.ل	متوسط الجودة	نتيجة التنبؤ بالانحدار الخطي
1	123,000	16.98	10,000	2.50	-
2	144,500	16.88	10,500	2.55	135137.205
3	166,500	16.78	10,650	2.60	143733.245
4	127,500	16.91	10,100	2.42	138393.941
5	150,000	16.80	10,500	2.41	134355.103
6	172,000	15.90	12,000	2.46	163923.68
7	131,000	16.92	10,400	2.53	144623.759
8	115,500	16.90	9,000	2.50	120263.7
9	100,000	16.80	10,000	2.49	128433.867
10	105,000	16.88	8,500	2.31	103589.413
11	100,500	17.00	8,000	2.30	96719.09
12	100,500	17.00	7,500	2.30	88987.09
13	140,000	16.89	11,000	2.31	129341.118
14	141,000	16.80	14,000	2.31	157812.273
15	142,000	16.85	17,000	2.32	161964.081
16	139,000	15.00	11,300	2.37	166455.771
17	135,000	17.20	11,500	2.36	139328.388
18	120,000	17.30	10,000	2.35	123791.655
19	145,000	16.50	11,000	1.83	129061.539
20	180,000	15.90	14,000	2.25	169120.125
21	190,000	15.60	15,000	2.50	189041.05
22	200,000	16.00	14,500	2.52	185401.316
23	190,000	15.90	18,500	2.50	188209.7
24	180,000	15.85	16,000	2.48	189239.109
25	205,000	15.50	18,000	2.53	190640.849

212594.665	2.55	19,000	14.00	210,500	26
212527.198	2.56	16,000	14.50	207,500	27
153821.539	2.43	10,550	16.79	160,000	28
138945.912	2.40	10,330	16.89	141,500	29
128078.62	2.40	9,800	17.00	120,000	30
131291.927	2.19	11,000	16.90	130,000	31
145581.693	2.21	11,500	16.30	155,000	32
159661.926	2.22	12,500	16.20	160,000	33
102875.046	1.97	8,000	16.99	100,000	34
103506.246	1.97	9,200	16.99	102,000	35
101378.468	1.96	9,000	17.00	90,000	36



(1.4) التغير في حجم المبيعات الفعلية والمبيعات المتنبأ بها بالانحدار الخطي خلال 36 فترة

5.4 التنبؤ بالمبيعات باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ANN

الهدف من استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية هو بناء نموذج يحاكي تطور بيانات المبيعات للشبكة، ثم الاعتماد على برنامج MATLAB لتدريب الشبكة وتحديد معماريتها.

تم تقسيم السلسلة الزمنية إلى 3 سلاسل زمنية كخطوة أولى لتطبيق النموذج الأولي ومعالجة النموذج، وكان طول السلسلة الزمنية الأولى 26 فترة زمنية تمتد من 01-01-2018 إلى غاية 29-02-2020، أما السلسلة الزمنية الثانية طولها 5 فترات زمنية تمتد من 01-03-2020 إلى غاية 31-07-2020، والسلسة الزمنية الثالثة طولها 5 فترات زمنية تمتد من 01-08-2020 إلى 31-12-2020، وبذلك يتم تثبيت واختبار النتائج المتحصل عليها من مرحلة التدريب حيث يتم ذلك من خلال عدة مراحل بداية من استخدام أسلوب شبكة PURELIN متعددة الطبقات والتي تعد من أكثر الشبكات العصبية استخداماً في التنبؤ بالسلاسل الزمنية وتتكون هذه الشبكة أساساً من مدخلات وطبقة أو طبقات مخفية وخرج واحد، ويتم بناء هذه الشبكة بعدة مراحل وهي:

1. تحديد المدخلات والمخرجات:

تحديد المدخلات والمخرجات هي أول خطوة من خطوات بناء الشبكة العصبية لغرض التنبؤ، أما مدخلات الشبكة فهي عبارة عن مصروفات الدعاية ومتوسط السعر ومتوسط الجودة لكل فترة t وتم تحديد عدد 36 فترة كل فترة تمثل شهر واحد، وتم تحديد المخرجات بمخرج واحد فقط وهو كمية المبيعات خلال الفترة t، ما يعني وجود عقدة اخراج واحدة تكفي لعملية التنبؤ.

2. مرحلة التحليل:

تتم في مرحلة التحليل خطوتين هما:

أ- تقسيم بيانات الدراسة:

يتم تقسيم البيانات إلى 3 مجموعات، وتتمثل الثلاث مجموعات في مجموعة للتدريب ومجموعة للتحقق ومجموعة للاختبار وتمت عملية توزيع البيانات بشكل عشوائي:

جدول (2.4) توزيع المجموعات المستخدمة في الشبكة العصبية للمبيعات

مجموعة	نسبة المشاهدات	عدد المشاهدات
التدريب	70%	26
التحقق	15%	5
الاختبار	15%	5
مجموع البيانات	100%	36

من خلال الجدول يتضح أنه من إجمالي 36 مشاهدة من عينات الدراسة تم استخدام 26 مشاهدة في مجموعة التدريب، و5 مشاهدات في مجموعة التحقق، و5 في مجموعة الاختبار، وهذا النوع من التوزيع من أكثر التوزيعات استخداماً.

ب- معالجة البيانات:

هي عملية تحويل البيانات التي يتم تدريب الشبكة العصبية عليها إلى الصيغة القياسية، وتمثيل البيانات بالصور الثنائية (0,1) هو الاختبار الأفضل لمعظم الشبكات، وتتم عملية تحويل البيانات بالمعادلة الآتية:

$$N(E) = \frac{\mathrm{E} - \mathrm{MIN}}{\mathrm{MAX} - \mathrm{MIN}}$$

حيث أن:

- N(E): القيمة القياسية.
- E: القيمة الحقيقية.
- MIN: القيمة الدنيا للمبيعات المسجلة.
- MAX: القيمة العظمى للمبيعات المسجلة.

على سبيل المثال أول قيمة في البيانات (شهر 1) تم تحويلها إلى الصيغة القياسية كالتالي:

المبيعات:

$$N(E) = \frac{123000 - 90000}{210500 - 90000} = 0.274$$

متوسط السعر:

$$N(E) = \frac{16.98 - 14}{17.3 - 14} = 0.903$$

الدعاية:

$$N(E) = \frac{10000 - 7500}{19000 - 7500} = 0.217$$

متوسط الجودة:

$$N(E) = \frac{2.5 - 1.83}{2.60 - 1.83} = 0.870$$

تحويل باقي بيانات الشهور إلى القيمة القياسية باستخدام MATLAB.

3. مرحلة التصميم:

وتتم مرحلة التصميم وفق الآتي:

أ- تحديد عدد الطبقات المخفية:

أغلب تطبيقات التنبؤ بالسلاسل الزمنية يفضل استخدام طبقتان مخفية أو أكثر في حالة التنبؤ طويل المدى، أما في حالة التنبؤ قصير المدى حتى طبقة واحدة تكفي.

ب- تحديد عدد العقد في الطبقات المخفية:

تم الاعتماد على طريقة التجربة والخطأ في تحديد عدد العقد بالطبقات المخفية بتجربة عدد مختلف من القيم واختبار نتائج الأداء، حيث تعتمد الطبقات المخفية على عدد عقد الادخال.

وبهذا فإن نموذج الخلية العصبية يكون حسب عدد العقد في الطبقة المخفية باستخدام المعادلة الآتية والمعروفة بقاعدة Baum Haussler وهي:

$$N1_{Hidden} \leq \frac{N_{Train} * \mathrm{E}_{Tolerance}}{N_{Pts} + \mathrm{N}_{output}}$$

حيث أن:

- $N1_{Hidden}$: عدد العقد في الطبقة المخفية الأولى.
- N_{Train}: عدد مرات التدريب.

- $E_{Tolerance}$: مقدار الخطأ المسموح به.
- N_{Pts}: عدد عقد البيانات الداخلة للشبكة لكل مرة تدريب.
- N_{output}:عدد عصبونات الإخراج.

تم تحديد مقدار الخطأ المسموح به $E_{Tolerance} = 0.03$، وعدد مرات التدريب $N_{Train} = 5{,}000$، وعدد عقد البيانات الداخلة للشبكة لكل مرة تدريب $N_{Pts} = 3$، وعدد عصبونات الإخراج $N_{output} = 1$

وبتطبيق المعادلة السابقة:

$$N1_{Hidden} \leq \frac{5{,}000 * 0.03}{3 + 1}$$

$$N1_{Hidden} \leq 37$$

لذا فإن عدد العقد في الطبقة المخفية هي أقل من أو تساوي 37 عقدة، هذه العدد تمثل الحد الأعلى لعدد العقد في الطبقات المخفية وتم تحديد عدد العقد باستخدام طريقة التجربة والخطأ في تحديد عدد العقد في الطبقات المخفية ويتم تدريب الشبكة العصبية باستخدام خوارزمية الانتشار الخلفي لتحديد عدد العقد المخفية.

$$w = (n_i + 1)n_{h1} + (n_{h1} + 1)n_{h2} + (n_{h2} + 1)n_{h3} + 1$$

حيث أن:

w: تمثل عدد الأوزان وتساوي عدد الترابطات في نموذج الشبكة العصبية.

n_i: تمثل عدد متغيرات الإدخال (ما عدا الحد الثابت).

n_{h3}, n_{h2}, n_{h1} : تمثل عدد العقد في الطبقة الخفية الأولى والثانية والثالثة على التوالي.

$$w = (3 + 1)20 + (20 + 1)15 + 15 = 410$$

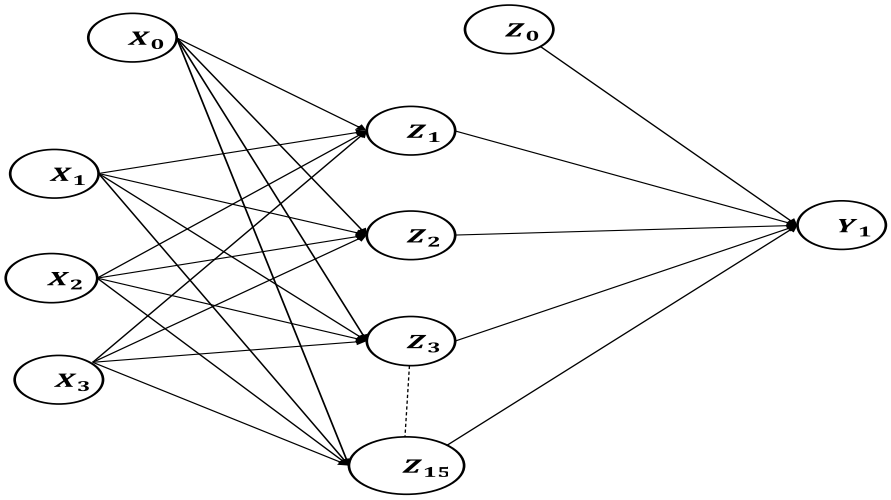
4. مرحلة التدريب:

في هذه المرحلة سوف يتم توضيح عملية التدريب للشبكة العصبية يدوياً وآلياً وفق الخطوات التالية:

أولا: خطوة تدريب الشبكة لخوارزمية الانتشار الخلفي يدوياً:

لتوضيح عملية تدريب الشبكة يدوياً على طبقة خفية واحدة على معمارية [3−15−1]، والموضحة في الشكل (2.4)، الخطوات التالية توضح حساب عملية التدريب لتمريرة واحدة:

أ- إعطاء قيم عشوائية صغيرة للأوزان في مدى [1,-1] بين المدخلات والطبقة المخفية كما هو موضح في الجدول (3.4)، وبين الطبقة المخفية وطبقة المخرجات كما هو موضح في الجدول (4.4).



شكل (2.4) معمارية شبكة التدريب يدوياً

جدول (3.4) الأوزان بين المدخلات والطبقة الخفية

	V_{jo}	V_{j1}	V_{j2}	V_{j3}
V_{1i}	0.234	0.131	-0.102	-0.153
V_{2i}	0.037	0.266	-0.571	0.259
V_{3i}	-0.151	0.034	-0.008	0.330
V_{4i}	-0.593	0.352	-0.224	-0.406
V_{5i}	-0.018	0.129	0.871	-0.188
V_{6i}	0.384	-0.314	0.455	0.055
V_{7i}	0.695	-0.722	-0.999	-0.117
V_{8i}	-0.172	0.743	0.177	0.121
V_{9i}	-0.651	-0.242	-0.559	0.160
V_{10i}	0.067	0.041	-0.102	-0.372
V_{11i}	0.151	0.225	0.066	-0.071
V_{12i}	-0.091	0.045	0.299	-0.853
V_{13i}	-0.460	-0.362	-0.109	0.458
V_{14i}	0.810	-0.187	0.631	-0.252
V_{15i}	0.944	-0.050	-0.192	-0.482

جدول (4.4) الأوزان بين الطبقة الخفية وطبقة المخرجات.

	$W_{k.o}$	$W_{k.1}$	$W_{k.2}$	$W_{k.3}$	$W_{k.4}$	$W_{k.5}$	$W_{k.6}$	$W_{k.7}$
W_{1j}	0.337	-0.120	0.360	-0.056	-0.168	0.532	-0.413	-0.537
	$W_{k.8}$	$W_{k.9}$	$W_{k.10}$	$W_{k.11}$	$W_{k.12}$	$W_{k.13}$	$W_{k.14}$	$W_{k.15}$
W_{1j}	0.127	-0.489	-0.243	0.028	0.098	0.094	-0.203	-0.028

ب- اختيار زوج التدريب:

بالنسبة للمدخلات فهي بيانات الشهر الأول لمتوسط السعر، الدعاية، متوسط الجودة مرتبة على التوالي في الجدول (5.4).

جدول (5.4) مدخلات الشبكة

X_{bias}	X_1	X_2	X_3
1	0.903	0.217	0.870

قيمة bias ثابتة وتساوي 1

المخرجات هي قيمة المبيعات للشهر الأول t_1=0.274

بعد حساب مدخلات الشبكة يتم تطبيق الشبكة العصبية الاصطناعية لحساب التنبؤ ويتم عن طريق تغذية هذه المدخلات إلى الامام في الشبكة إلى الطبقة الخفية.

يتم حساب كل العقد في الطبقة المخفية (z_j) كالتالي:

$$Z_in_1 = v_{0,1} + \sum_{i=1}^{3} X_i\, V_{1i}$$

Z_in_1=0.234+[(0.131×0.903)+(−0.102×0.217)+(−0.153×0.870)]

Z_in_1=0.197

ثم يتم حساب إشارة الخرج للعقد في الطبقة الخفية بتطبيق دالة Binary Sigmoid وفق للمعدلة التالية:

$$Z_1 = f(Z_in_1) = \frac{1}{1 + e^{-Z_in_1}}$$

$$Z_1 = \frac{1}{1 + e^{-0.197}} = 0.549$$

وبتكرار نفس الخطوات السابقة لكل العقد في الطبقة المخفية كانت قيم الخرج للعقد كالتالي:

z-2	0.593
z-3	0.541
z-4	0.337
z-5	0.531
z-6	0.562
z-7	0.432
z-8	0.655

z-9	0.299
z-10	0.439
z-11	0.576
z-12	0.326
z-13	0.399
z-14	0.636
z-15	0.608

هذه القيم ترسل إلى طبقة الإخراج.

ج- حساب العقدة في طبقة الإخراج (y_m) يتم بحساب الدخل أولاً وفق المعادلة التالية:

$$y_in_1 = v_{0,1} + \sum_{j=1}^{16} Z_j\, W_{1j}$$

$$y_in_1 = 0.337 + [(-0.120 \times 0.549) + (0.360 \times 0.593) + (-0.056 \times 0.541) + (-0.168 \times 0.337) + (0.532 \times 0.531) + (-0.413 \times 0.562) + (-0.537 \times 0.432) + (0.127 \times 0.655) + (-0.489 \times 0.299) + (-0.243 \times 0.439) + (0.028 \times 0.576) + (0.098 \times 0.326) + (0.094 \times 0.399) + (-0.203 \times 0.636) + (-0.028 \times 0.608)]$$

$$y_in_1 = -0.014$$

بعد ذلك يتم تطبيق دالة Binary Sigmoid لحساب إشارة الإخراج للشبكة وفق المعادلة التالية:

$$y_1 = f(Y_in_1) = \frac{1}{1 + e^{-y_in_1}}$$

$$y_1 = \frac{1}{1 + e^{-(-0.014)}} = 0.497$$

د- حساب إجمالي الخطأ للشبكة E_{total} عن طريق الفرق بين مخرجات الشبكة والقيمة المستهدفة.

$$E_{total} = \frac{1}{2}(t_1 - y_1)^2$$

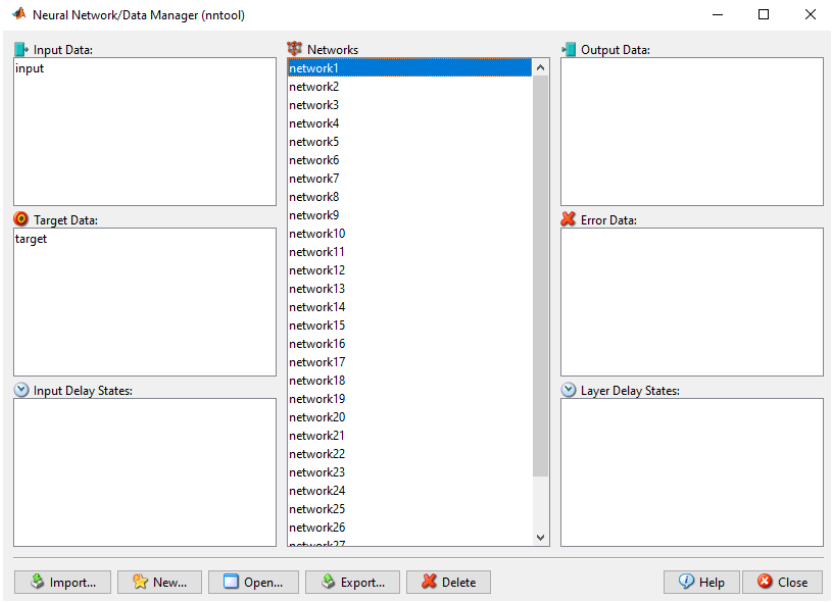
$$E_{total} = \frac{1}{2}(0.274 - 0.497)^2 = 0.02486$$

بعدها تأتي مرحلة الانتشار الخلفي والهدف منها هو تحديث كل الأوزان في الشبكة بحيث يكون الناتج الفعلي أقرب إلى الناتج المستهدف، وبالتالي تقليل الخطأ لكل عقدة في الشبكة.

ثانياً: تدريب الشبكة لخوارزمية الانتشار الخلفي بالحاسوب:

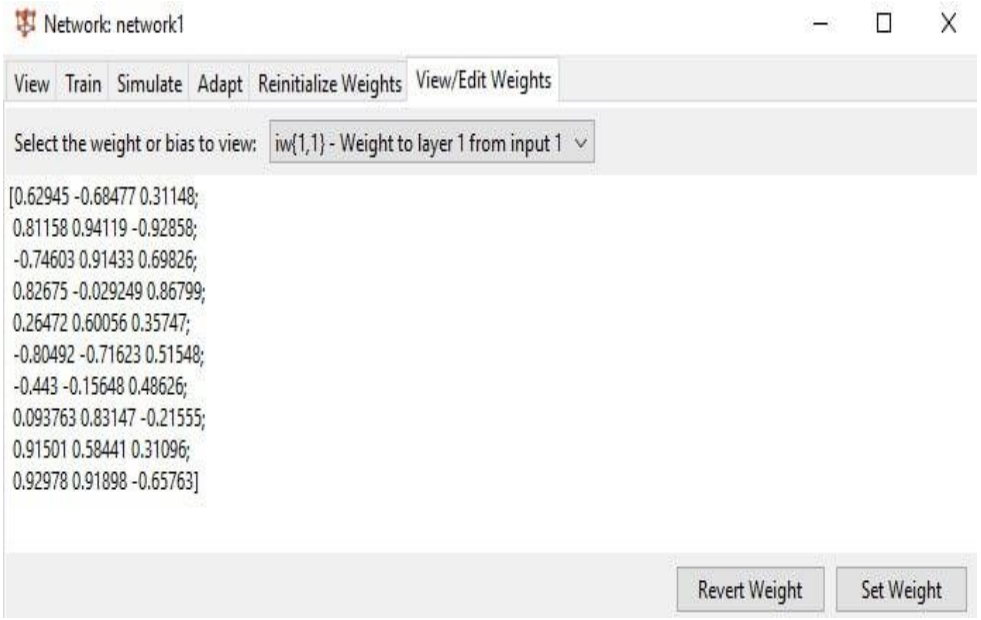
تم تحديد معمارية الشبكة النموذجية للتنبؤ عن طريق MATLAB باستخدام طريقة التجربة والخطأ وذلك بإنشاء مجموعة من الشبكات العصبية الاصطناعية تنفرد كل منها بعدد طبقات خفية وعصبونات

يميزها عن باقي الشبكات ونحدد أفضل معمارية للشبكة بمقارنة نتائج هذه الشبكات حيث أن الشبكة ذات معامل الارتباط الأقوى تمثل أفضل معمارية للشبكة.

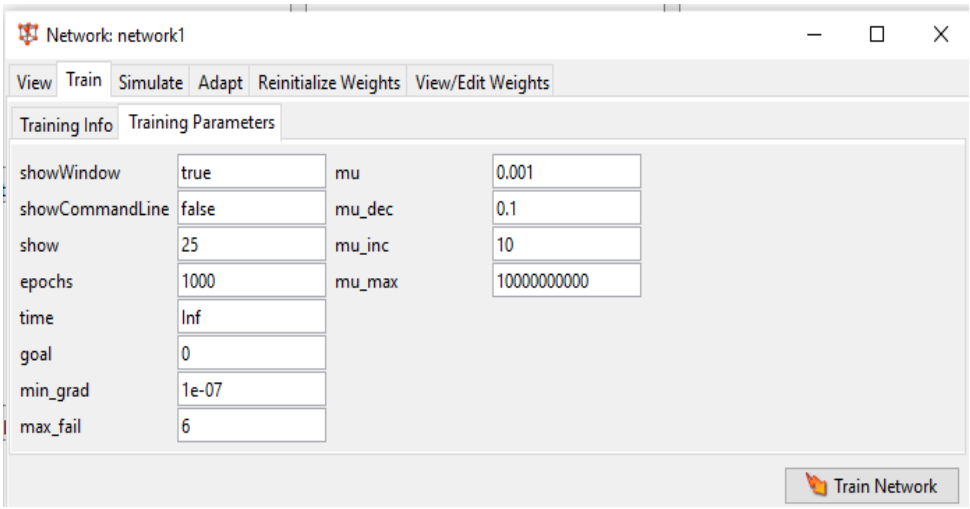


شكل (3.4) تكوين مجموعة من الشبكات على MATLAB

يقوم MATLAB بتحديد معاملات الشبكة العصبية، واختيار الأوزان بشكل عشوائي عن طريق MATLAB ويتيح لنا عرض وتعديل كلاً من الأوزان ومعاملات الشبكة أيضاً ففي بعض الحالات قد تحتاج لإدخال قيم معينة للمعاملات أو للأوزان.



شكل (4.4) يعرض الأوزان التي اختارها MATLAB عشوائياً



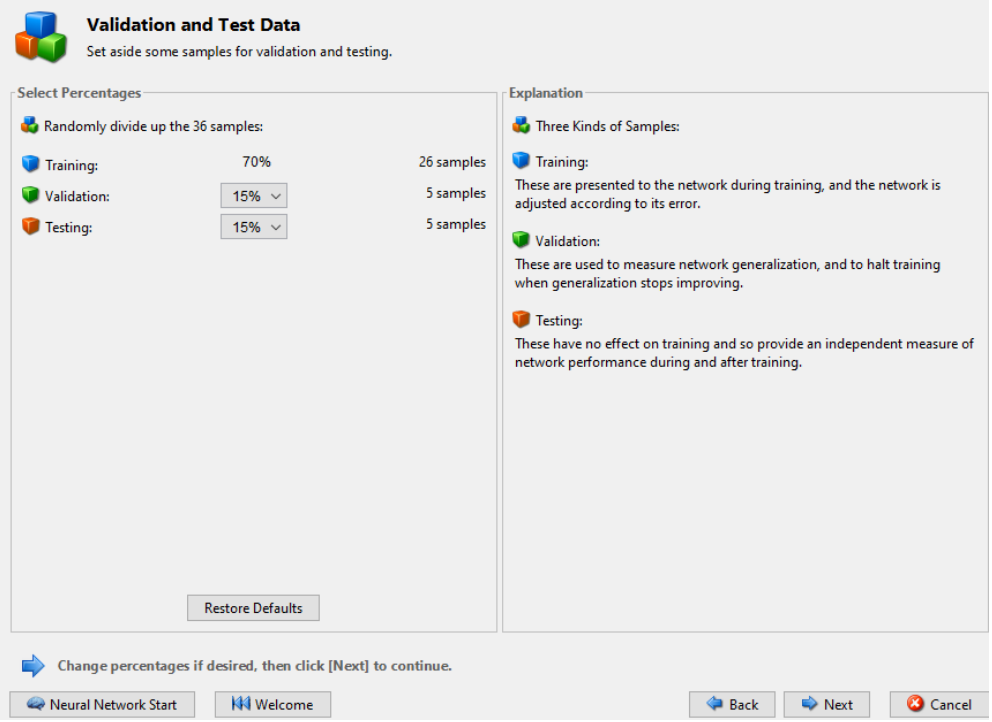
شكل (5.4) يعرض المعاملات التي حددها MATLAB

وبعد ذلك تتم عملية تحليل البيانات على MATLAB وذلك بتقسيم البيانات بنسب معينة بين التدريب والتحقق والاختبار ويتم توزيع البيانات بشكل أكثر استخداماً بين هذه النسب وتم تقسيم نسب البيانات كالتالي:

التدريب: 70% من البيانات والتي تتمثل في 26 مشاهدة.

التحقق: 15% من البيانات وتتمثل في 5 مشاهدات.

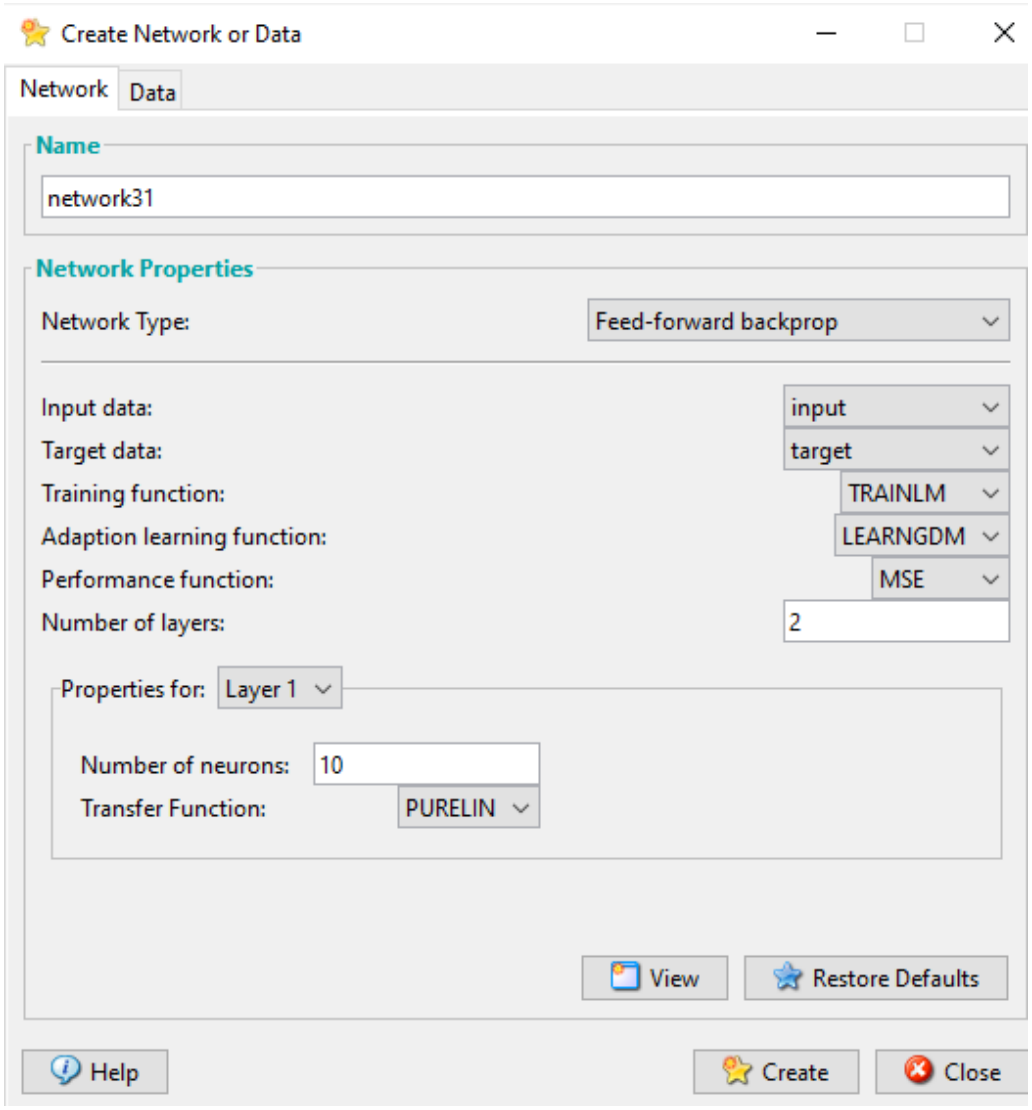
الاختبار: 15% من البيانات وتتمثل في 5 مشاهدات.



شكل (6.4) تقسيم البيانات بنسب معينة

بعد القيام بتحديد معاملات الشبكة واختيار الأوزان بشكل عشوائي وتحليل البيانات، تتم عملية التدريب والتي تنتهي باستخراج النتائج النهائية للشبكة ومستوى دقة تنبئها؛ حيث يتم تدريب الشبكة عدد من المرات حتى يتم الحصول على أعلى معامل ارتباط ممكن.

تم استخدام الدالة (PURELIN) كدالة تفعيل في الطبقات الخفية وطبقة الإخراج، وتم تدريب الشبكة باستخدام خوارزمية الانتشار الخلفي.



شكل (7.4) تكوين الشبكة وتحديد خصائصها ومعماريتها

النتائج:

جدول (6.4) نتائج تحديد معمارية الشبكة

	معمارية الشبكة	عدد الأوزان	R
1	1-15-3	76	0.85347
2	1-20-3	101	0.88438
3	1-25-3	126	0.80198
4	1-30-3	151	0.88739
5	1-35-3	176	0.89904
6	1-40-3	201	0.73876
7	1-45-3	226	0.88541
8	1-50-3	251	0.89292
9	1-55-3	276	0.88942
10	1-60-3	301	0.89883
11	1-5-15-3	145	0.89794
12	1-10-15-3	230	0.077726
13	1-15-15-3	315	0.89209
14	1-5-20-3	190	0.88299
15	1-10-20-3	300	0.86817
16	**1-15-20-3**	**410**	**0.98404**
17	1-5-25-3	235	0.88982
18	1-7-25-3	289	0.89917
19	1-15-25-3	505	0.88569
20	1-5-30-3	280	0.89105
21	1-7-10-20-3	375	0.61549
22	1-7-10-25-3	445	0.46076
23	1-7-10-30-3	515	0.89907
24	1-7-7-25-3	346	0.79614
25	1-7-7-30-3	401	0.039791
26	1-7-5-25-3	280	0.8897
27	1-7-5-30-3	325	0.89772
28	1-5-7-25-3	328	0.8828
29	1-5-7-30-3	383	0.88124
30	1-3-7-25-3	310	0.7371

نلاحظ أن الشبكة ذات البنية المعمارية [3–20–15–1] هي ذات معامل الارتباط الأقوى، والتي تحتوي على 3 مدخلات وطبقتين مخفية ومخرج واحد.

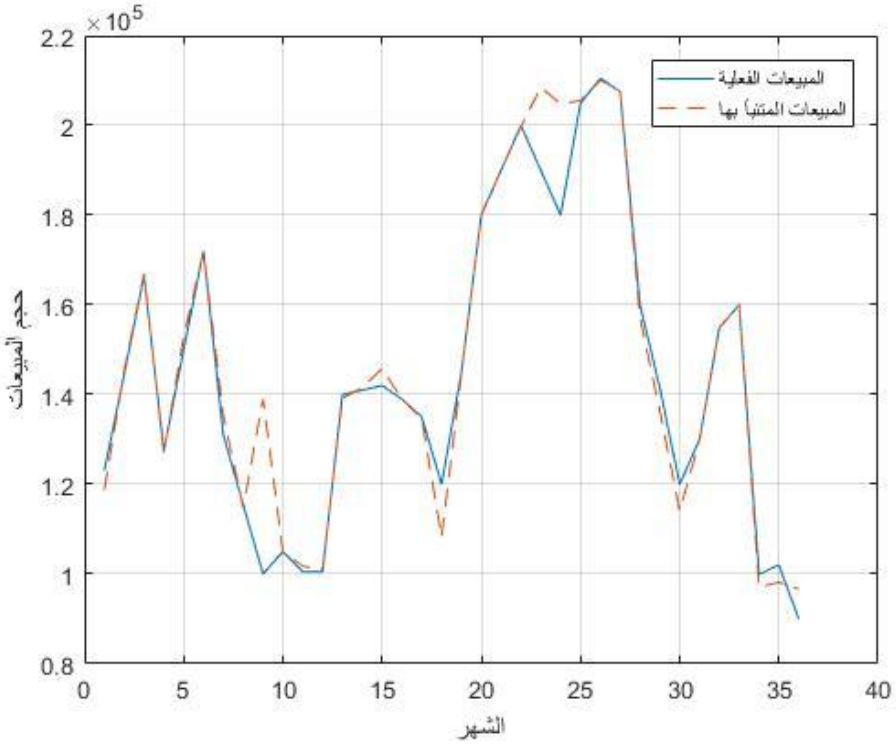
6.4 اختبار دقة التنبؤ باستخدام نموذج الشبكات العصبية

لقياس دقة النموذج تم التنبؤ بكمية المبيعات بالاعتماد على قيم متوسط السعر والدعاية ومتوسط الجودة، في تكوين نموذج الشبكة العصبية لثلاث سنوات متمثلة في 36 فترة كما هو موضح بالجدول (8.4)، ومن ثم مقارنتها بالمبيعات الفعلية. كما يوضح الشكل (8.4) مقارنة بين حجم المبيعات الفعلية وحجم المبيعات المتنبأ بها، ومن خلاله نلاحظ التقارب الكبير بين القيم الفعلية والقيم المتنبأ بها.

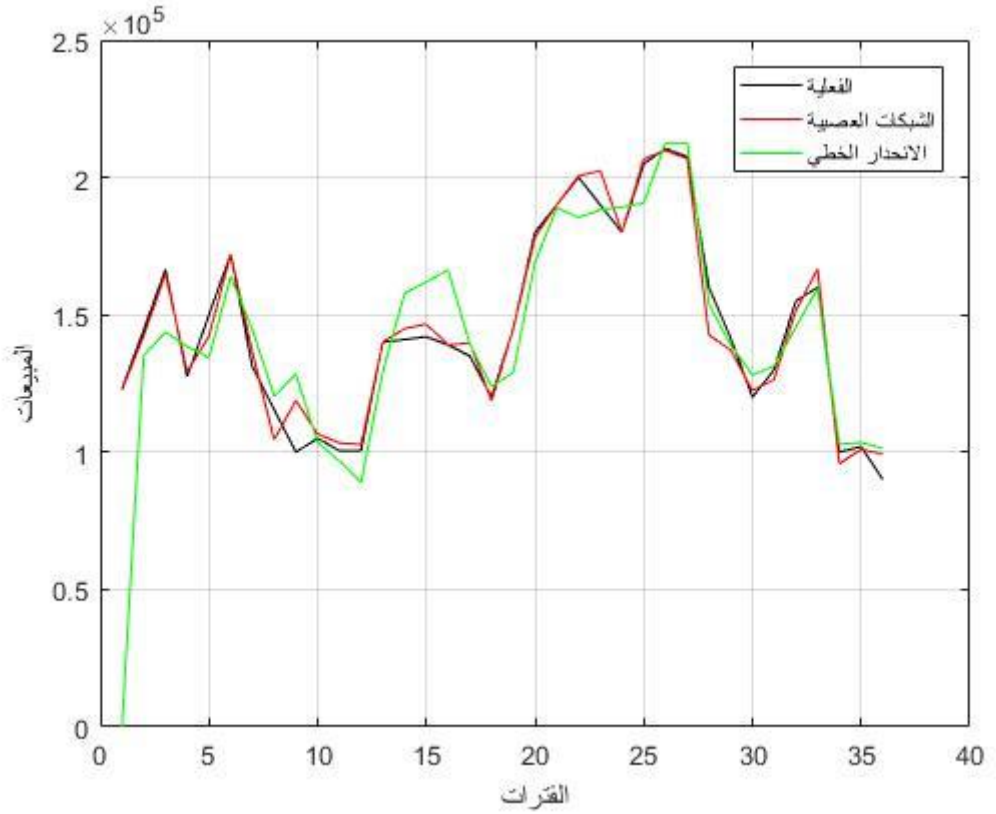
جدول (7.4) المقارنة بين المبيعات الفعلية والمبيعات المتنبأ بها

الشهر	متوسط السعر د.ل	الدعاية د.ل	متوسط الجودة	المبيعات الفعلية م²	المبيعات المتنبأ بها م²	الخطأ م²	نسبة الخطأ
1	16.98	10000	2.5	123000	118744.3	377.07	0.31%
2	16.88	10500	2.55	144500	145236.7	2084.02	1.44%
3	16.78	10650	2.6	166500	166853.4	1632.21	0.98%
4	16.91	10100	2.42	127500	126942.8	1821.57	1.43%
5	16.8	10500	2.41	150000	152901.3	7861.51	5.24%
6	15.9	12000	2.46	172000	171878.6	133.71	0.08%
7	16.92	10400	2.53	131000	135361.6	5305.98	4.05%
8	16.9	9000	2.5	115500	114803.5	10976.32	9.50%
9	16.8	10000	2.49	100000	139031.7	18796.79	18.80%
10	16.88	8500	2.31	105000	105002.2	1615.45	1.54%
11	17	8000	2.3	100500	101732.0	2865.46	2.85%
12	17	7500	2.3	100500	101077.2	2226.70	2.22%
13	16.89	11000	2.31	140000	139187.9	122.30	0.09%
14	16.8	14000	2.31	141000	141531.1	3951.92	2.80%
15	16.85	17000	2.32	142000	145817.9	4577.98	3.22%
16	15	11300	2.37	139000	138984.5	56.78	0.04%
17	17.2	11500	2.36	135000	134598.4	4759.47	3.53%
18	17.3	10000	2.35	120000	108176.4	1361.16	1.13%
19	16.5	11000	1.83	145000	144899.1	20.60	0.01%
20	15.9	14000	2.25	180000	180222.8	1718.35	0.95%

0.01%	17.24	190019.1	190000	2.5	15000	15.6	21
0.27%	540.79	199738.4	200000	2.52	14500	16	22
6.57%	12474.09	208444.2	190000	2.5	18500	15.9	23
0.04%	72.14	204843.5	180000	2.48	16000	15.85	24
0.85%	1749.29	205505.7	205000	2.53	18000	15.5	25
0.32%	679.06	210122.9	210500	2.55	19000	14	26
0.30%	623.81	207606.0	207500	2.56	16000	14.5	27
10.84%	17350.87	157153.5	160000	2.43	10550	16.79	28
3.09%	4367.77	136315.4	141500	2.4	10330	16.89	29
1.98%	2371.13	114091.4	120000	2.4	9800	17	30
2.71%	3524.97	129792.4	130000	2.19	11000	16.9	31
2.23%	3454.92	154854.5	155000	2.21	11500	16.3	32
4.19%	6706.63	160122.1	160000	2.22	12500	16.2	33
4.21%	4211.81	97117.5	100000	1.97	8000	16.99	34
0.96%	974.83	98157.6	102000	1.97	9200	16.99	35
10.32%	9287.69	96658.2	90000	1.96	9000	17	36
3.03%	متوسط نسبة الخطأ						



شكل (8.4) التغير قي حجم المبيعات الفعلية والمبيعات المتنبأ بها خلال 36 فترة



شكل(9.4) حجم المبيعات الفعلية والمتنبأ بالشبكات العصبية والمتنبأ بها بالانحدار الخطي خلال 36 فترة

7.4 مناقشة النتائج

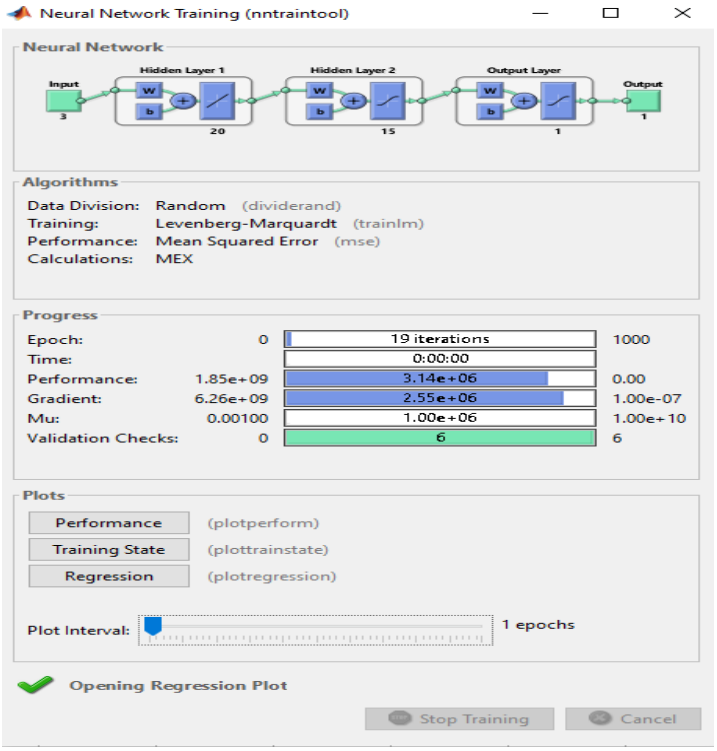
الجدول (8.4) النتائج المتحصل عليها من عملية تدريب واختبار الشبكة.

جدول (8.4) نتائج عملية التدريب والاختبار

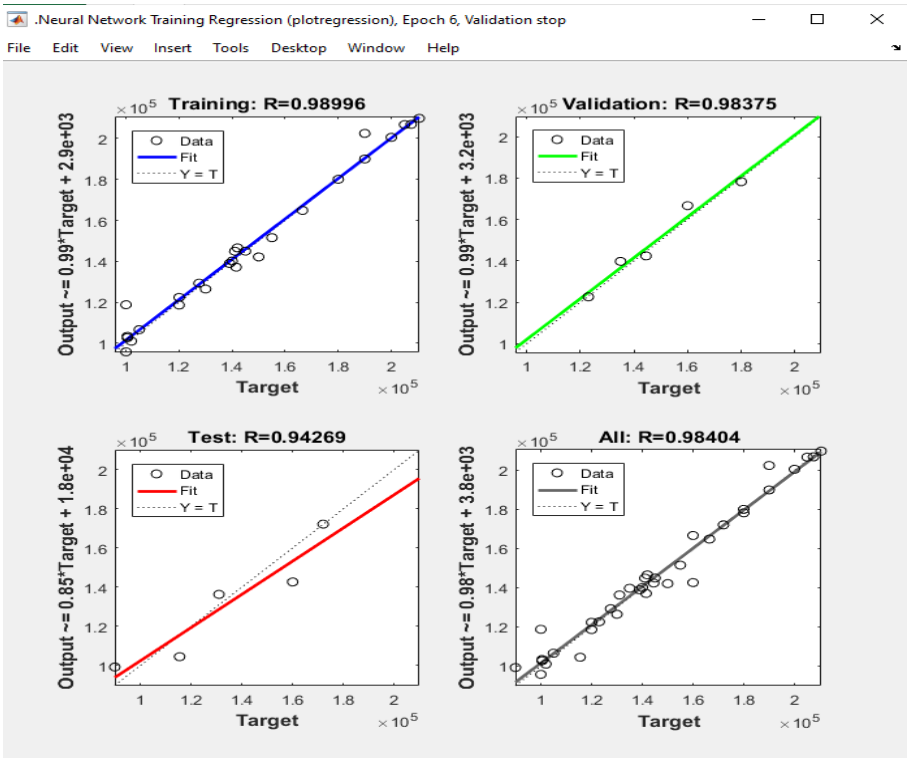
ملخص النتائج				
	الفعلية م²	المتنبأ بها م²	الخطأ المطلق م²	نسبة الخطأ
المتوسط	144986.11	145488.49	-502.38	3.031%
الإنحراف المعياري	34268.79	34032.75749	6105.83	3.930%
القيمة العليا	210500	209820.94	17350.87	18.797%
القيمة الدنيا	9000	95788.19	-18796.79	0.009%
معامل الإرتباط	0.98404	عدد الدفعات	19	
متوسط نسبة الخطأ	3.03%	الزمن	أجزاء من الثانية	

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (8.4) أن نموذج الشبكة العصبية الذي تم إنشاؤه يمتاز بالكفاءة والجودة العالية، حيث أن معامل الارتباط في التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية وصل إلى 98.404% والذي يعني ان القيمة المتنبأ بها قريبة جداً من القيمة الفعلية، كما أظهرت النتائج أيضاً ان متوسط نسبة الخطأ في التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية لا يتجاوز 3.031%، بينما في التنبؤ لنفس الفترة باستخدام اسلوب الانحدار الخطي المتعدد بلغ متوسط نسبة الخطأ فيها 6.89% كما أن الوقت الذي تستغرقه عملية التنبؤ كان بضع أجزاء من الثانية، بينما أسلوب الانحدار الخطي يستغرق وقتاً أطول وكل هذه النتائج توضح ان سرعة وكفاءة وجودة الشبكة العصبية في عملية التنبؤ بالمبيعات اعلى من أسلوب الانحدار الخطي المتعدد.

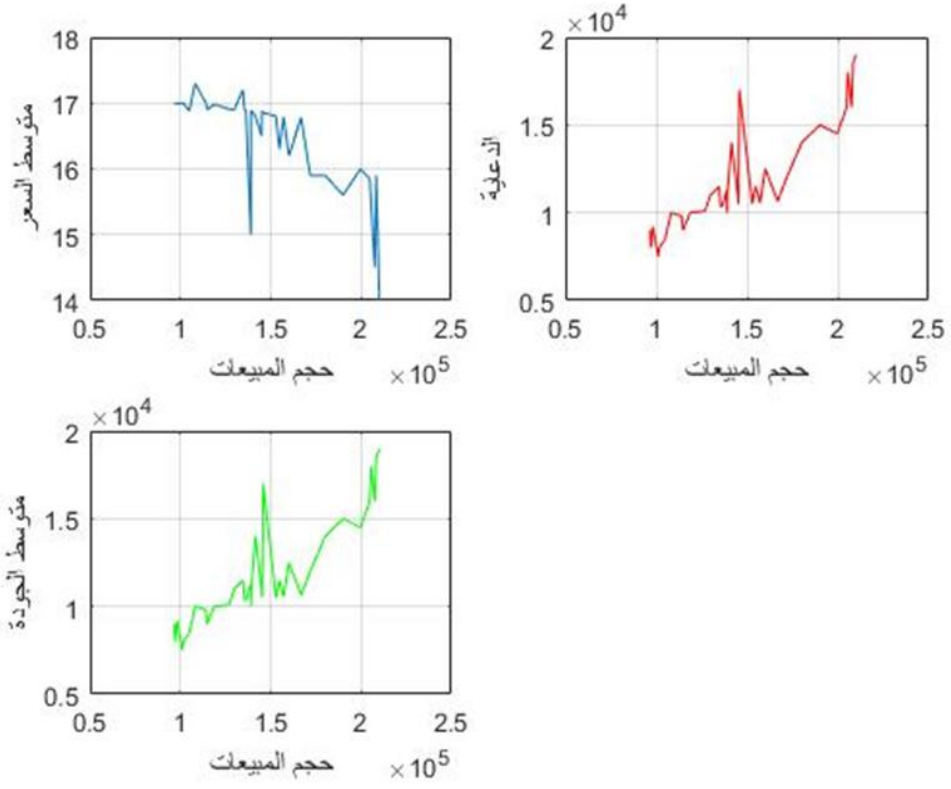
الشكل (12.4) يوضح وجود علاقة طردية للمبيعات مع متوسط الجودة والدعاية فكلما زادت الجودة زادت المبيعات وكلما زادت مصاريف الدعاية زادت معها المبيعات بينما العلاقة بين المبيعات وسعر البيع فكانت علاقة عكسية كلما نقص سعر البيع زادت المبيعات.



الشكل (10.4) يوضح الانتهاء من عملية التدريب والاختبار



الشكل (11.4) نتيجة معامل الارتباط في العمليات ومعامل الارتباط الكلي



الشكل (12.4) تأثير تغير السعر والدعاية والجودة، على المبيعات

الفصل الخامس:

الاستنتاجات والتوصيات

1.5 الاستنتاجات:

فيما يلي أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها في المشروع:

1. نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية تفوق على نموذج الانحدار الخطي المتعدد للتنبؤ بمبيعات الشركة، حيث أن معامل الارتباط قد وصل إلى 98.404%، كما أظهرت النتائج أيضاً نسبة الخطأ في التنبؤ حيث لم تتجاوز 3.031%، هذه القيم تدل على كفاءة وفاعلية نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية مقارنة بأسلوب الانحدار الخطي المتعدد.
2. أشارت النتائج أنه كلما كان التنبؤ طويل المدى كلما احتاج عدد طبقات مخفية أكثر، وكلما كان التنبؤ قصير المدى كلما احتاج إلى عدد طبقات أقل.
3. تتأثر النتائج بشكل مباشر بحجم البيانات المتاحة، فكلما كان حجم البيانات كبير كانت النتائج أفضل.
4. زيادة عدد مرات التدريب للشبكة العصبية الاصطناعية يزيد من دقة النموذج في التنبؤ.
5. إن استخدام برامج الحاسوب مثل MATLAB في تنفيذ نموذج ANN من شأنه أن يوفر الوقت والجهد في حساب الأوزان وعملية التنبؤ.

2.5 التوصيات:

في ضوء ما أسفر عنه المشروع من نتائج، يمكن اقتراح بعض من التوصيات التي تساعد في وضع الخطط المستقبلية ومنها ما يلي:

1. زيادة اهتمام الإدارة العليا في الشركة باتباع الأساليب الحديثة في عمليات التنبؤ بالمبيعات مثل الشبكة العصبية الاصطناعية، للحصول على نتائج دقيقة تسمح بالاعتماد عليها في عملية التنبؤ مستقبلاً.
2. استعمال برامج متخصصة مثل MATLAB لتقليل الوقت والجهد، وتسريع عملية التنبؤ.
3. تطبيق نموذج ANN داخل إدارة المبيعات بشركة سيراميك ليبيا سيوفر للشركة فرصة تنافسية عالية.

4. تطبيق نموذج ANN على نطاق أوسع داخل المؤسسات المحلية لتطوير عملية التنبؤ داخل تلك المؤسسات.

3.5 الدراسات المستقبلية:

نوصي باستخدام الخوارزميات الذكية الأخرى مثل الخوارزمية الجينية والمنطق الضبابي ومقارنة نتائجها مع نتائج الشبكات العصبية الاصطناعية المتحصل عليها في هذا المشروع.

المراجع

[1] ب. ف. الزهراء، "تحليل فوريه وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية ونماذج ARIMA للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية،" 2018-2019.

[2] م. هاجر، "التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية،" *دراسة تطبيقية على أسعار صرف الدينار الجزائري*، 2017 - 2018.

[3] م. شاحوت، "التنبؤ بالطلب على المبيعات باستخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد،" *رسالة ماجستير/ الأكاديمية الليبية - مصراتة*، 2022.

[4] D. P. a. O. E. Elma، "Predicting Sales Revenue by Using Artificial Neural Network in Grocery Retailing Industry،" 5 October 2014.

[5] D. Shahrabi، "Car Sales Forecasting Using Artificial Neural Networks and Analytical Hierarchy Process،" 2016.

[6] ع. ا. أ. جحا، "استخدام الشبكات العصبية للتنبؤ في السلاسل الزمنية باستخدام طريقة التدريب ذات الانتشار الخلفي،" 3 2019.

[7] ب. ق. ع. و. ك. سهام، "التنبؤ بالشبكات العصبية الاصطناعية كدعامة للمراجعة التحليلية في عملية التدقيق،" 2010 - 2014.

[8] س. عبدالحق، "التنبؤ بالمبيعلت باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية،" *رسالة ماجستير/ كلية العلوم الاقتصادية.التجارية دولة الجزائر*، 2021 - 2022.

[9] ن. ا. علوش، "التنبؤ بالمبيعات وفق منهجية بوكس - جنكينز،" 2017 / 2018.

[10] ح. ب. عوالي، "التنبؤ كجزء مكمل من التخطيط الاستراتيجي،" *مجلة ابأكادمية للدراسات الاجتماعية و الانسانية*، جوان 2014.

[11] د. محسن، "التنبؤ و التخطيط و تحسين انتاج العمليات".*كلية الهندسة جامعة أسيوط مصر*.

[12] و. بوفنش، "استخدام النماذج الكمية في التنؤ بالطاقة الأنتاجية،" *كلية العلوم الإقتصادية جامعة سطيف الجزائر*، 2009\2008.

[13] م. ابراهيم، "تطبيقات تسويقية على الحاسب(التنبؤ بالمبيعات)".

[14] و. ف. المالكي، *دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز الاستراتيجيات التعليمية في التعليم العالي*، 2023/2022.

[15] ب. ش. مريم، *اسنخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بأسعار البترول*، 2022/2021.

[16] ب. ا. احمد، *التنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري باستخدام النظام العصبي المبهم ANFIS* ، 2021/2020.

[17] A. Ladjel، *نمذجة التنبؤ بالمبيعات باستخدام الشبكات العصبية*، 2010.

[18] م. ن. ش. المبحوح، *دراسة مقارنة بين نموذجي ARFIMA , ANN في التنبؤ بأسعار البترول الخام*، 2018.

[19] ف. بوادو، *التنبؤ بمبيعات المؤسسات الجزائرية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية*، 2015/2014.

[20] ب. ع. فاطمة، *مساهمة الشبكات العصبونية الاصطناعية في التنبؤ بحجم المبيعات لدعم صنع القرارات الإدارية في المؤسسات الاقتصادية*، 2019/2018.

[21] م. ا. ع. شكلاوون.*التنبؤ بأعطال محوّلات القدرة الكهربائية باستخدام الشبكات العصبية الذكية*.

[22] م. ميدانية.

[23] ب. ش. مريم، *استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بأسعار البترول*، 2021غ.

[24] ب. ص. الدين، *دراسة تطبيقات التعليم العميق في مجال الذكاء الاصطناعي*، 2021/2020.