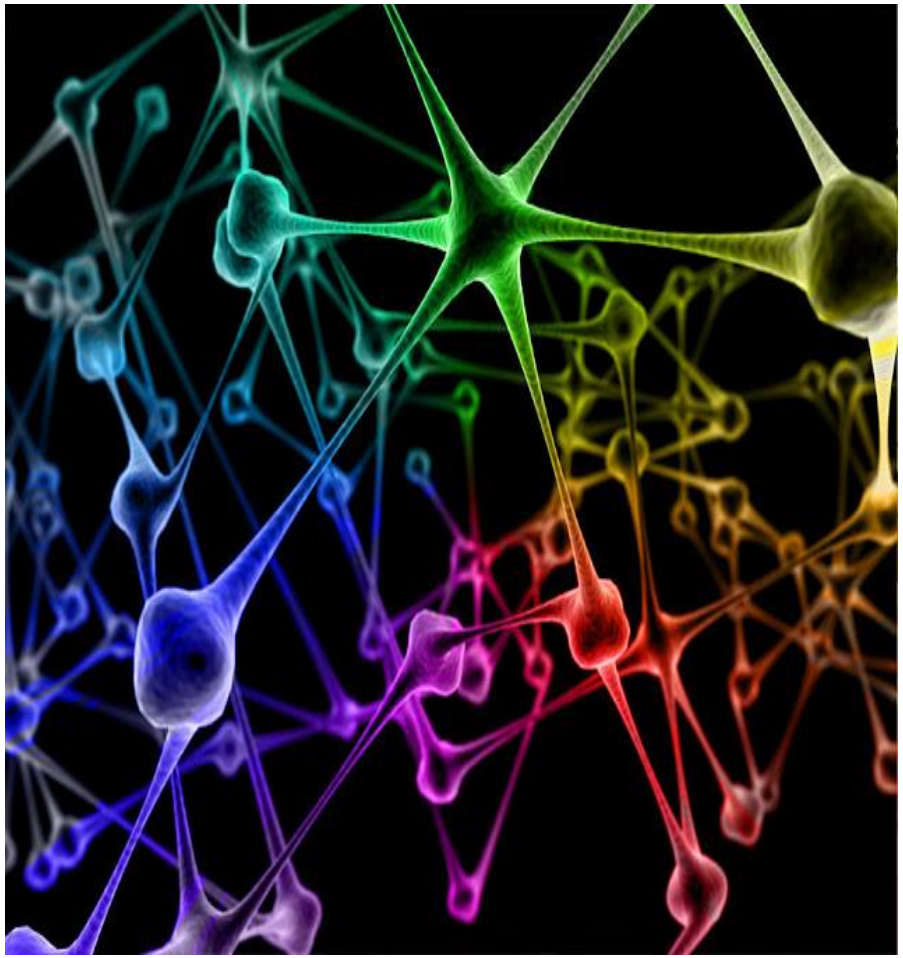
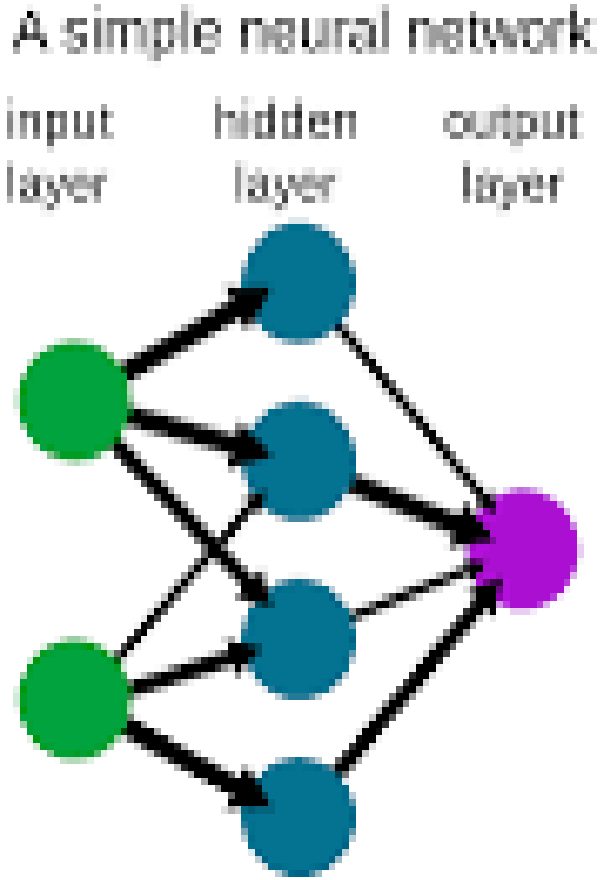
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الفرات الاوسط
المعهد التقني /السماوة
قسم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
استاذ المادة:م.م بيداء هادي سعودي
المحاضرة الثالثة

الشبكات العصبيةANN





ما المقصود بالشبكات العصبونية؟

الشبكة العصبية هي طريقة في الذكاء الاصطناعي تُعلِّم أجهزة الكمبيوتر معالجة البيانات بطريقة مستوحاة من الدماغ البشري. إنها نوع من عمليات التعلم الآلي، تسمى التعلم العميق، يستخدم عُقدًا أو عصبونات مترابطة في بنية مكونة من طبقات تشبه الدماغ البشري. يُنشئ نظامًا تكيفيًا تستخدمه أجهزة الكمبيوتر لتتعلم من أخطائها وللتحسين المستمر. وبالتالي، تحاول الشبكات العصبونية الاصطناعية حل المشكلات المعقدة، مثل تلخيص المستندات أو التعرّف على الوجوه، بدقة أكبر.

تعتبر الشبكات العصبية من أهم مجالات الذكاء الإصطناعى الذى يعكس تطوراً هاماً ملموساً فى طريقة التفكير الإنسانى، وتدور فكرة الشبكات العصبية حول محاكاة العقل البشرى بإستخدام الحاسب الآلى. وقد يعود التطور المنظور فى هذا المجال إلى العديد من الدراسات التى تمت فى مجال المعالجة العصبية (Neural Processing)، وتتم عملية المحاكاة عن طريق حل المشاكل التى تواجهة، وذلك من خلال إتباع عمليات التعلم الذاتى والتى تعتمد على الخبرات المختزنة فى الشبكة التى تحقق أفضل نتائج.

ومما سبق فقد زاد الإهتمام فى السنوات السابقة نحو تطوير إستخدام الشبكات العصبية [Artifical Neural Networks (ANN)]، وإستخدامها كبديل عن النماذج التقليدية. ولقد أثبتت نماذج الشبكات العصبية قدرتها على التنبؤ بحل المشكلات بدقة وسهولة مقارنة بالأساليب الإحصائية التقليدية، حيث يمكن تطبيق أسلوب الشبكات بدون النظر إلى فرضيات معينة عن طبيعة المتغيرات وعلاقتها مع بعضها البعض وذلك على العكس من الطرق التقليدية العادية فى التنبؤ. ويرجع هذا الفضل إلى الدراسات فى مجال المعالجة العصبية (Neural Processing)، وهو فرع فى تقنيات الذكاء الإصطناعى (Intelligence Artificial) والتى تتيح تعلم الآلة، حيث إن الشبكات يتم تدريبها بحيث تكون البيانات مخزنة داخل الشبكة العصبية وهذا وفقاً لآليات التدريب. ويتم تدريب الشبكة والمعروفة بخوارزميات التعلم (Learning Algorithms). ومن ثم فإن إستخدام أو تطبيق أسلوب الشبكات العصبية ليس هدفاً فى حد ذاته وإنما أداة فعالة ووسيلة مضمونة للوصول إلى تنبؤات بالقيم المستقبلية لظاهرة ما، أو لمجموعة من المتغيرات الكلية فى أى مجال من مجالات التطبيق

تاريخ تطور الشبكات العصبية

- قاد علم العصبونات الباحثين إلى بناء نماذج رياضية تحاكي سلوك العصبونات متمثلةً بالشبكات العصبونية الصنعية. تعود هذه الفكرة إلى عام 1940 عندما قَدَّم ماكولوش McCullochوبيتس Pitts أول نموذج تجريدي للخلية العصبية.
- وقد وضع هيب Hebbقانون التعلّم Learning lawفي عام 1949، شرح فيه كيفية تعلّم الخلايا العصبية.
- وضع روسنبلات Rosenblat في عام 1950خوارزمية تعلم البيرسبترون Perceptron.
- طور كونن Kohonenعام 1977نماذج الذاكرة المترابطة.
- وطبق هوبفيلد Hopfieldعام 1982 فكرة تصغير الطاقة في الفيزياء على الشبكات العصبونية.
- وقدم هينتون Hintonوسيجنوسكي Sejnowski وآكلي Ackley في المدة 1983-1984 آلة بولتزمان Boltzman.
- وضعت خوارزمية الانتشار التراجعي Back Propagationفي عامي 1985 و1986، مما فتح المجال واسعاً أمام البيرسبترون متعدّد الطبقات Multi Layer Perceptron نحومزيد من التطور. وقد أدى هذا التطور إلى استخدام مفهوم الشبكات العصبونية في العديد من المجالات المتقدمة.

مميزات الشبكات العصبية

- **ضبط التعلم (adaptive learning):**
  وهو القدرة علي تعلم كيفية تادية المهام حسب البيانات المعطاة للتدريب أو الخبرة الاولية.
- **التنظيم الذاتي (self-organization):**
  تستطيع ANN أن تنشئ تنظيمها أو تمثيلها الخاص للمعلومات التي تستقبلها خلال زمن التعلم.
- **التشغيل في الوقت الحقيقي (real time operation):**
  حسابات الANN يمكن تنفيذها علي التوازي و بواسطة أجهزة خاصة صممت و صنعت لتواكب تلك المميزات.
- **أحتمال العيوب التي تنشاء من تكرار المعلومات (fault tolerance via redundant information coding):**
  تبقي الشبكة و تستمر حتي في حالة التحطم الجزئي للشبكة .

الشبكات العصبية الاصطناعية مقابل البرمجة التقليدية

- ال ANN تعالج المعلومات بطريقة مشابهة لما يفعله عقل الانسان. فهي تتعلم من الامثلة التي يجب اختيارها بعناية لكي تعمل الANN بشكل صحيح. تستطيع الANN أن تكتشف كيفية حل المشاكل بنفسها.
- علي النقيض تستخدم البرامج التقليدية طريقة لحل المشاكل بحيث يجب معرفة المشكة و طريقة حلها في تعليمات (أوامر) بسيطة. يتم تحويل تلك التعليمات الي أحد لغات البرمجة عالية المستوي و منها الي لغة الالة التي يفهمها الانسان.
- الANN و البرمجة العادية يكمل كل منهما الاخر. يوجد بعض التطبيقات التي يناسبها استخدام الطريقتين معا، بحيث يراقب و يشرف البرنامج التقليدي علي الANN لتعمل بكفاءة أكثر.

حالات تشغيل الشبكات العصبية

- يوجد حالتين لتشغيل الANN :

1. **حالة التدريب (training mode):** في حالة التدريب، يكن تدريب الANN علي التنفيذ/ أو عدم التنفيذ (fire or not) لنماذج ادخال معينة.
2. **حالة الاستخدام(use mode):** في حالة الاستخدام، عند اكتشاف الANN لنماذج ادخال مثل التي تعلمتها يكون المخرج مماثل لما تعلمته. أما اذا كان النموذج المدخل لا ينتمي الي القائمة التي تدربت عليها الANN تستخدم قاعدة تدريبها لحساب التنفيذ من عدمه.

قواعد التنفيذ (firing rules) الANN

- قواعد التنفيذ (firing rules) هي احد المفاهيم الهامة في الANN و تؤخذ بالحسبان في تقدير مرونتها العالية. تقدر قاعدة التنفيذ كيف يمكن حساب ما اذا يجب تنفيذ الخلية عصبية علي اي نموذج ادخال. و هو يرتبط بكافة نماذج الادخال و ليس فقط النماذج التي تدربت عليها الخلية.

مثال علي قاعدة التنفيذ الANN

- نفترض خلية عصبية لها اربعة مداخل (x_1 x_2 x_3 , x_4) و مخرج واحد Y . و نفترض ان الخلية تم تدريبها لتخرج 1 في حالة كانت المدخلات لها 1010و 1011 و 1110و 1111. و تخرج 0 في حالت كانت المدخلات 0000 و 0001 و 0010 و 0011. يكون جدول الحقيقة كالتالي:

x_1	0	1	0	1	0	1	0	1
x2	0	0	1	1	1	1	1	1
x3	0	0	0	0	0	0	1	1
x4	0	0	0	0	1	1	1	1
Y	0	0	0	0	1	1	1	1

- لقد تم تدريب الخلية العصبية علي 8 نماذج ادخال فقط. لذلك عندما يرد نموذج ادخال للخلية العصبية تكون المخرجات في الحالات ال8 المتدرب عليها كما ورد في حدول الحقيقة السابق.
- أما في حالة ورود نموذج ادخال لم يتم التدرب عليه تحسب الخلية العصبية قاعدة تنفيذها للتتعرف علي المخرج المناسب. فمثلا اذا ادخل 0111 يكون اقرب نموذج له تم تدريب الخلية عليه هو 1111 و يكون الخرج 1.

مفاهيم تقنيات الشبكات العصبية الإصطناعية:-

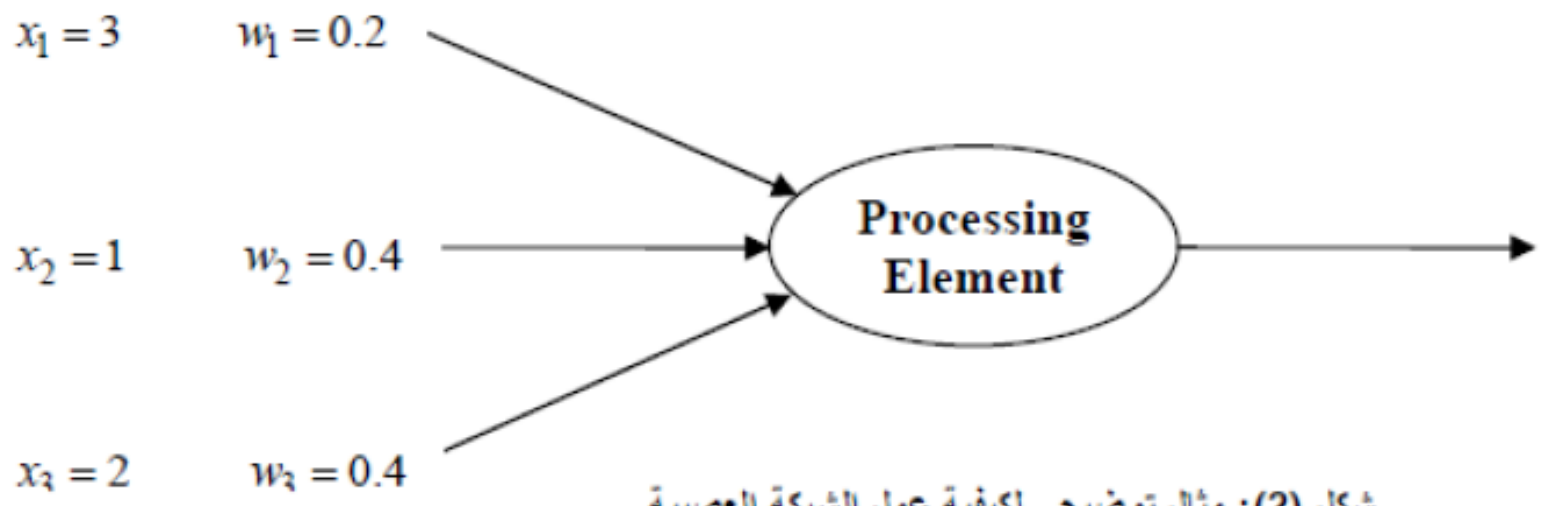
i. الطبقات (Layers): وهى عبارة عن العدد الكلى لطبقات الشبكة العصبية، وهى عبارة عن طبقات المدخلات (Input Layers)، وطبقات المخرجات (Output Layers). مع ملاحظة أن عقد (Nodes) المدخلات تستخدم فقط لتوزيع الأوزان.

ii. حجم الطبقة (Layer size): وهو يحدد بحجم الذاكرة المحددة بالبرنامج الخاص بتشغيل الشبكة العصبية الإصطناعية.

iii. الدالة العصبية المستخدمة (Neural Function): وهى الدالة اللوجيستية (Logistec Function)

$$f(Y) = \frac{1}{1+e^{-x_i}}.$$

ويمكن توضيح فكرة الشبكة العصبية الإصطناعية من خلال المثال التالى:



شكل (2): مثال توضيحى لكيفية عمل الشبكة العصبية

$$Y = 3(0.2) + 1(0.4) + 2(0.4) = 1.8$$ Summation Function

$$f(Y) = \frac{1}{1 + e^{-1.8}} = 0.85$$ Transformation Function

) خصائص الشبكات العصبية الإصطناعية:-

تتميز الشبكات العصبية بالعديد من الخصائص أهمها:

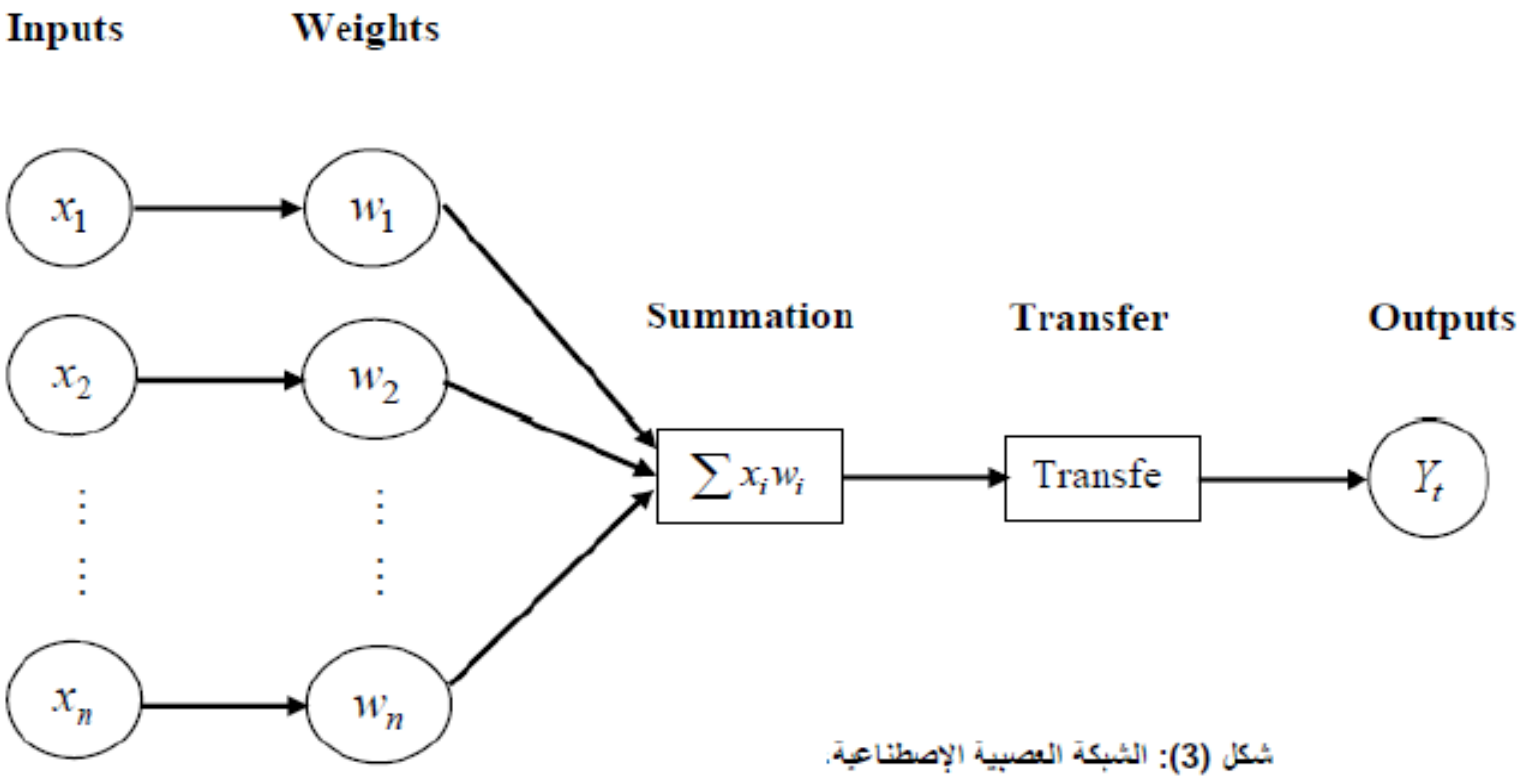
1. تعتمد على أساس رياضى قوى.
2. تمثل إحدى تطبيقات تكنولوجيا التشغيل الذكى للمعلومات التى تقوم على محاكاة العقل البشرى.
3. تقبل أى نوع من البيانات الكمية أو النوعية.
4. لها القدرة على تخزين المعرفة المكتسبة من خلال الحالات التى يتم تشغيلها على الشبكة.
5. يمكن تطبيقها فى العديد من المجالات العلمية المختلفة.

الشبكات العصبية الإصطناعية (المكونات، الأنواع، تصميم الهيكل، الخوارزميات):

1) مكونات ومنظومة الشبكات العصبية الإصطناعية:-

تتكون الشبكة العصبية من مجموعة مركبة من عدة عناصر معالجة يطلق عليها إسم نيرون (Neuron) وهذه العناصر لها القدرة على إجراء العمليات الحسابية من خلال عدة خطوات:

1. معالجة البيانات تمر أولاً من خلال عناصر المعالجة البسيطة (Neuron).
2. تمر الإشارات بين الأعصاب عبر خطوط الربط الناقلة.
3. ومن خطوط الربط يتم إعطاء وزن معين لكل مدخل معين ويضرب مع الإشارة الداخلة إلى (Neuron). ويوضح شكل (3) نموذجاً بسيطاً للشبكة العصبية الإصطناعية.



شكل (3): الشبكة العصبية الإصطناعية.

ويتضح من الشكل السابق أن الشبكة العصبية تتكون من ثلاثة شرائح على النحو التالى:

i. شريحة المدخلات (Input Layer).
ii. شريحة مخفية (Hidden Layer).
iii. شريحة المخرجات (Output Layer).

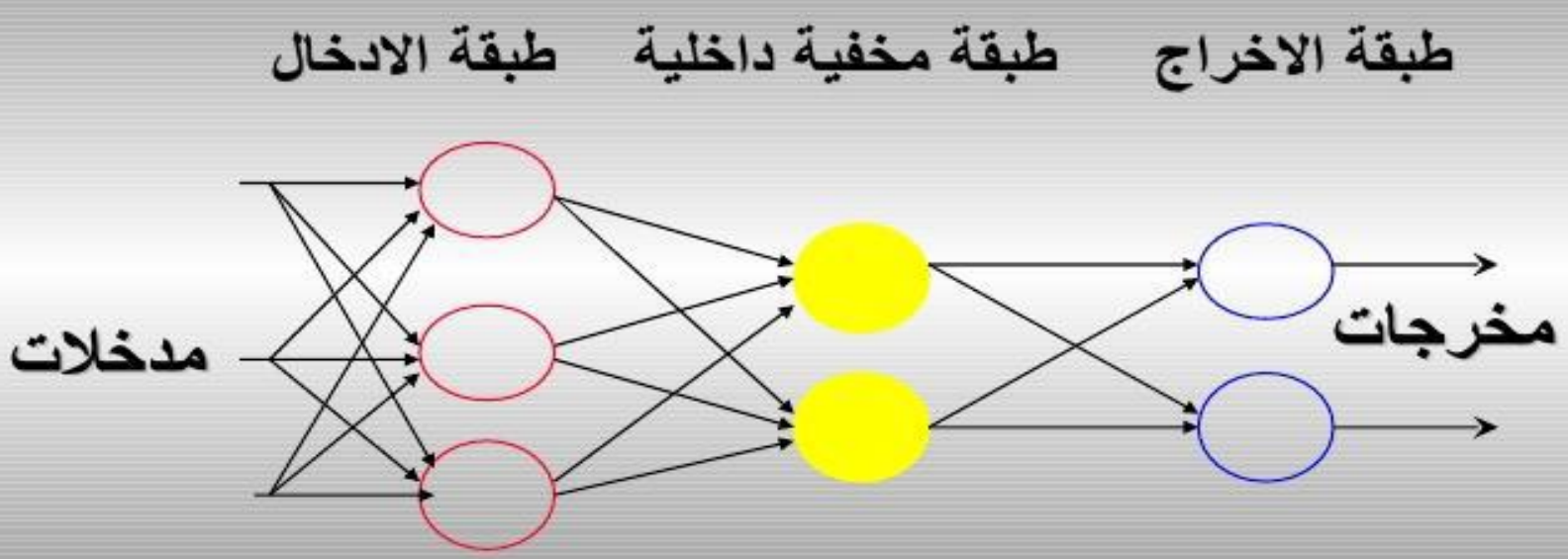
أنواع الشبكات العصبية الإصطناعية:-

تنظم الشبكة العصبية الإصطناعية لعدة هيئات مختلفة، بمعنى توصيل الخلايا العصبية بعدة طرق مختلفة منها:

(1) الشبكات العصبية ذات التغذية الأمامية: (Feed Forward Neural Networks)

وهى الشبكات التى يخلو تركيبها من وجود حلقة مغلقة من الترابطات بين الوحدات المكونة لها. وتعد هذه الشبكات من أكثر الشبكات إستخداماً، حيث تتكون الشبكة من هذا النوع من طبقتين على الأقل، كما تتواجد فى كثير من الأحيان طبقات مخفية (Hidden Layer) بين طبقة المدخلات وطبقة المخرجات، وتنتقل العمليات الحسابية فى إتجاه واحد إلى الأمام من طبقة المدخلات إلى طبقة المخرجات عبر الطبقات المخفية كما يتضح من شكل (4) التالى:

مثال لشبكة عصبية ذات تغذية أمامية



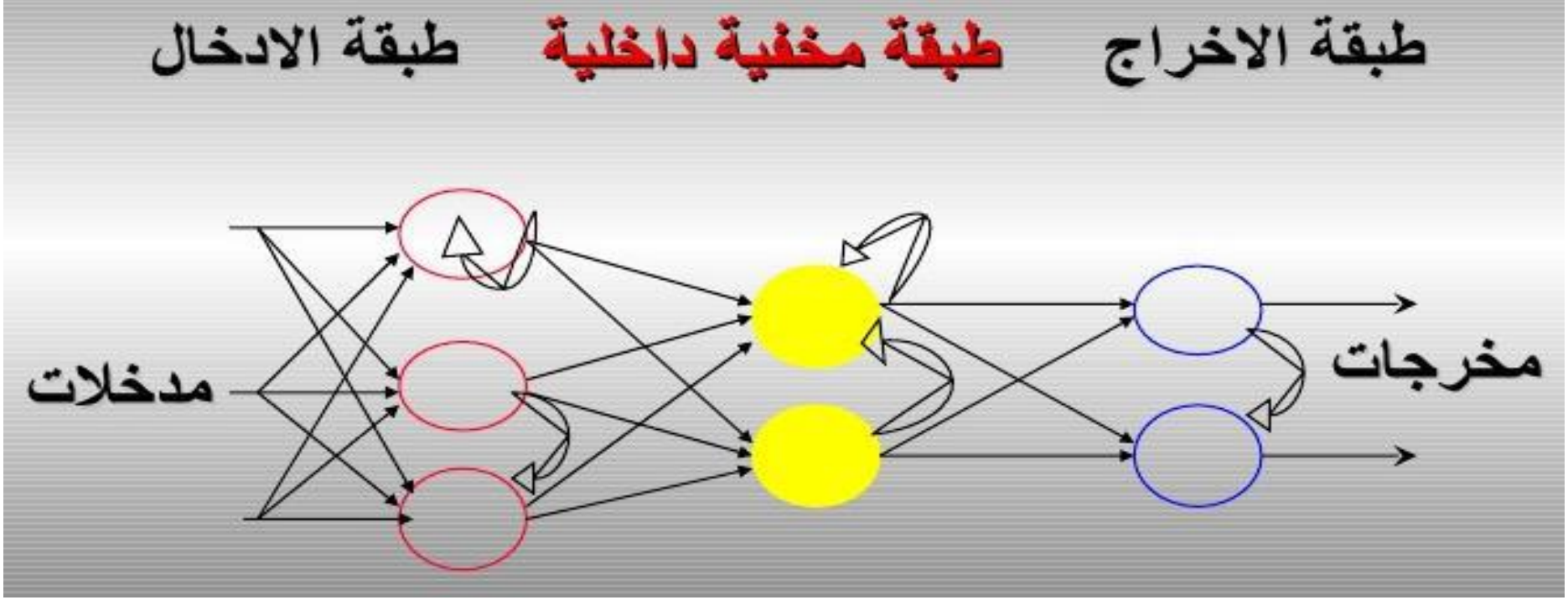
(2) الشبكات العصبية ذات التغذية المرتجعة: (Feed Back Neural Networks)

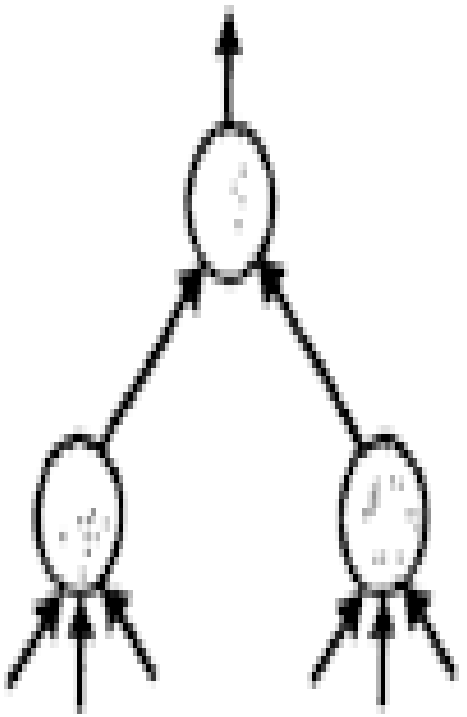
وهى الشبكات التى تجد لمخرجاتها طريقاً خلفياً مرة أخرى لتصبح مدخلات لكى تعطى أفضل النتائج الممكنة.

(3) الشبكات العصبية ذات الترابط الذات: (Auto Associative Neural Networks)

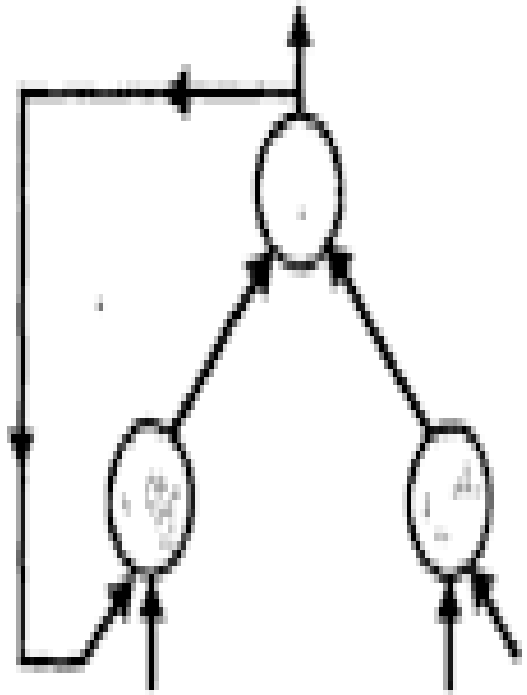
وهى الشبكات التى تلعب كافة العناصر المكونة لها دوراً نموذجياً، يتمثل فى إستقبال المدخلات وبث المخرجات فى نفس الوقت.

مثال لشبكة عصبية ذات تغذية عكسية

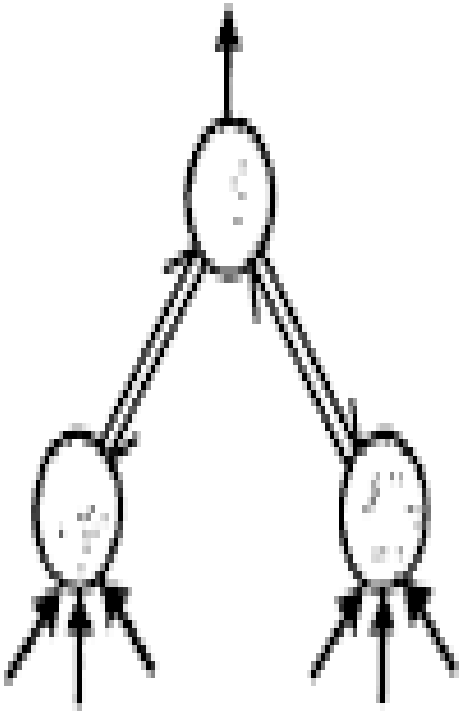




أ- شبكة تغذية أمامية.



ب- شبكة تغذية خلفية.



جـ - شبكة الترابط الذاتي.

(3-2-1) التصميم الهيكلي لبناء الشبكة العصبية الإصطناعية:-

التصميم الهيكلي لبناء الشبكات العصبية الإصطناعية (ANN) لنظم المعلومات التقليدية، أى المعروفة وفقاً للحاسبات والبرامج المستخدمة فى حقل الشبكات العصبية، ويتضمن ذلك التصميم الخطوات التالية:

الخطوة الأولى:

يتم تجميع البيانات التى تستخدم فى تدريب أو إختبار الشبكة.

الخطوة الثانية:

يتم تعريف البيانات الخاصة بالتدريب للشبكة، ووضع خطة التدريب والتعلم.

الخطوة الثالثة:

بناء هيكل الشبكة وتحديد تركيب الشبكة فى عدد المدخلات والطبقات ونوع الشبكة.

الخطوة الرابعة:

إختيار طريقة التعلم حسب ما هو متاح من أدوات أو تطوير الشبكة أو القرارات.

الخطوة الخامسة:

وضع قيم للأوزان والمتغيرات، ثم بعد ذلك يتم تعديل القيم فى الأوزان عن طريق التغذية المرتدة والعكسية.

الخطوة السادسة:

تحويل البيانات إلى النوع المناسب للشبكة ويتم ذلك عن طريق كتابة معادلة لتجهيز البيانات والبرامج الجاهزة.

الخطوة السابعة والثامنة:

وفيهما تتم عمليتى التدريب والإختبار من خلال تكرار عرض المدخلات والمخرجات المرغوبة إلى الشبكة، ومنها مقارنة القيم الفعلية مع القيم المحسوبة، ثم حساب الفرق (الخطأ)، ثم تعديل الأوزان لتقليل الفرق حتى يصبح فرقاً مقبولاً.

الخطوة الأخيرة:

وهنا تستطيع الشبكة الوصول إلى النتائج المرغوبة من خلال إستخدام مدخلات التدريب، وبهذا يمكن الإعتماد على الشبكة فى الأستخدام كنظام مستقل قائم بذاته أو كجزء من النظام.

- **تصنيف التعلم:-**

كذلك يمكن تصنيف التعلم في الشبكات العصبية الي قسمين رئيسيين.

1. **التعلم تحت اشراف (supervised learning):** يتم دمج معلم او مدرس بحيث يتم إخبار كل وحدة اخراج عن الاستجابة المطلوبة مع الاشارات الداخلة. من الممكن ان يطلب معلومات عامة أثناء عملية التعلم. من ضمن هذا النوع من التعلم تعلم تصحيح الاخطاء (error-correction learning).
2. **التعلم دون اشراف (unsupervised learning):** هنا لا يوجد مدرب او مدرس من الخارج و يعتمد فقط علي المعلومات المحلية. و يشار اليه بالتنظيم الذاتي، حيث انه ينظم بنفسه البيانات الواردة الي الشبكة العصبية و يكتشف خصائصها. من هذا النوع طريقة الHebb في التعلم.

تطبيقات الشبكات العصبونية

للشبكات العصبونية تطبيقات فعالة وجيدة في مجالات هندسية وعلمية كثيرة، وخاصةً عند التعامل مع حجم كبير من المعطيات منها:

- **اكتشاف الظواهر الطبية:** حيث يمكن مراقبة بعض الظواهر الطبية مثل المؤشرات الصحية المختلفة. لقد استخدمت الشبكات العصبية في ملاحظة نموذج التنبؤ المناسب للعلاج لوصفة المريض.
- **التنبؤ باسعار الاسهم في سوق المال:** تذبذب اسعار الاسهم و مؤشرات الاسعار مثال معقد متعدد الابعاد. استخدمت الشبكات العصبية من قبل عدد من المحللين الفنيين لقياس تنبؤات عن اسعار الاسهم مقابل عدد من العناصر المؤثرة مثل الاداء السابق للسوق و المؤشرات الاقتصادية.
- **منح القروض الائتمانية:** أجزاء متنوعة من المعلومات تعرف عادتا عن العميل المتقدم للحصول علي قرض. من هذه المعلومات عمر العميل و تعليمه و عمله و عناصر اخرى ممكن ان تكون متاحة. بعد تدريب الشبكة العصبية علي البيانات التاريخية تستطيع الشبكة العصبية ان تحلل معظم مواصفات العميل و تستخدمها لتصنيف العمل كعميل جيد او عميل سيئ.

- **مراقبة ظروف تشغيل الالات:** ممكن للشبكات العصبية ان تخفض الاسعار باستغلال الخبرة في مجال الصيانة الوقائية للالات. حيث يمكن تدريب الشبكات العصبية للتمييز بين اصوات الماكينات عندما تعمل بشكل طبيعي و اصواتها عندما يكون هناك مشكلة. بعد فترة التدريب تلك يمكن استخدام خبرة الشبكة لتحذير الفنيين عن العطل القادم مستقبلا قبل حدوثه.
- **إدارة المحركات:** تستخدم الشبكات العصبية هنا في تحليل المدخل الي حساسات القياس sensors من محرك ما. تتحكم الشبكة العصبية في العناصر المؤثرة المختلفة حيث يعمل المحرك. لكي تنجز هدفا ما مثل خفض استهلاك الوقود.
- اكتساب المعارف.
- معالجة اللغات الطبيعية.
- التعرف على المحارف.
- ضغط الصور.
- تطبيقات طبية : مثل التشخيص الطبي.
- المنظومات المساعدة في اتخاذ القرار.
- معالجة الإشارة والرؤية الآلية و الربوتية.
- التحكم و الاتمتة.

الافاق المستقبلية للشبكات العصبية

يسعى الباحثون في مجال الشبكات العصبونية الصنعية أن تصل هذه الشبكات في المستقبل إلى محاكاة كاملة للدماغ الإنساني وأن تصبح الآلة تحس وتشعر. ولا يقتصر مستقبل الشبكات العصبونية على ذلك، وإنما يطمح إلى تحقيق أهداف مهمة لتطوير المنظومات المعتمدة على الشبكات العصبونية وفقاً لما يأتي:

- 1ـ مكاملة المنطق العائم مع الشبكات العصبونية.
- 2ـ تطوير الشبكات العصبونية النبضية.
- 3ـ تطوير الشبكات العصبونية العتادية.
- 4ـ تطوير تقنيات الشبكات العصبونية الموجودة لتمكنها في المستقبل أن تسمح بروبوت يمكنه أن يرى ويحس ويتنبأ بالعالم المحيط، والتنبؤ بسوق البورصة، وعزف الموسيقى، والتحويل الآلي للوثائق المكتوبة بخط اليد إلى وثائق بتنسيق معالج الكلمات،والتشخيص الطبي الذاتي، وأكثر من ذلك.