



المحاضرة الثامنة

# الذكاء الصناعي (*Artificial Intelligent*)

إعداد

الدكتور المهندس فراس الزين

## الكلمات المفتاحية

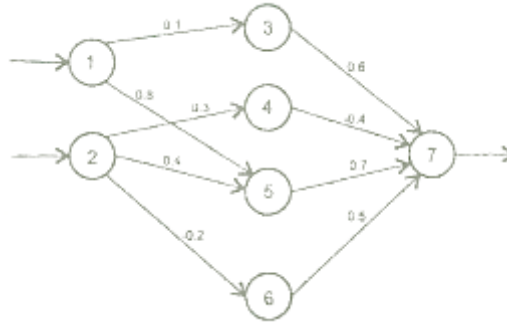
الذكاء , المعرفة , الذكاء الصناعي , ليسب , برولوج , تمثيل , مرونة , تحكم , شبكات ,  
عصبون , تغذية أمامية , تغذية عكسية , مباشر , غير مباشر , بيني , هوبفيلد , تدريب ,  
معلم , بدون معلم , التحكيم , هيب , ذاكرة , ترابطي , دلتا .

*Intelligent , knowledge , , Artificial intelligent , A. I. , lisp , prolog ,  
representation , flexibility , control , networks , neuron , feed  
forward , feed back , direct , indirect , lateral , Hopfield , learning ,  
supervised , unsupervised , reinforcement , hebb , memory , associative  
, delta .*

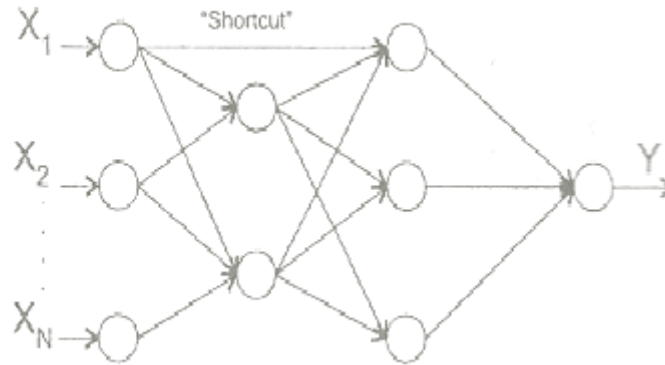
## أنواع الشبكات العصبونية

يمكن أن نميز , بحسب شكل الربط بين العصبونات , الأنواع التالية من الشبكات العصبونية :

1. شبكات التغذية الأمامية ( Feed Forward ) – و نميز منها شكلان :  
شبكات التغذية الأمامية من المرتبة الأولى ( Feed Forward ) – حيث ترتبط كل طبقة من العصبونات بشكل مباشر مع عصبونات الطبقة التي تليها



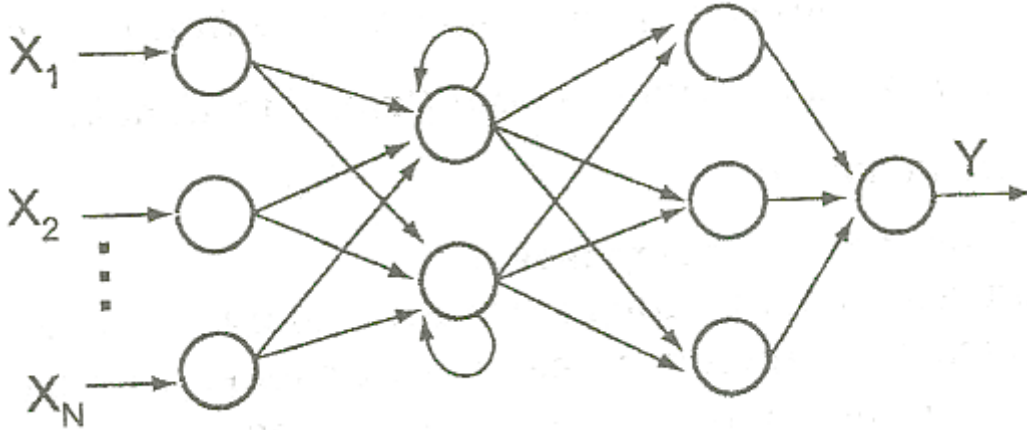
2. شبكات التغذية الأمامية من المرتبة الثانية ( shortcut connection ) – حيث ترتبط كل طبقة من العصبونات بشكل مباشر مع عصبونات الطبقة التي تليها وكذلك روابط عابرة للطبقات .



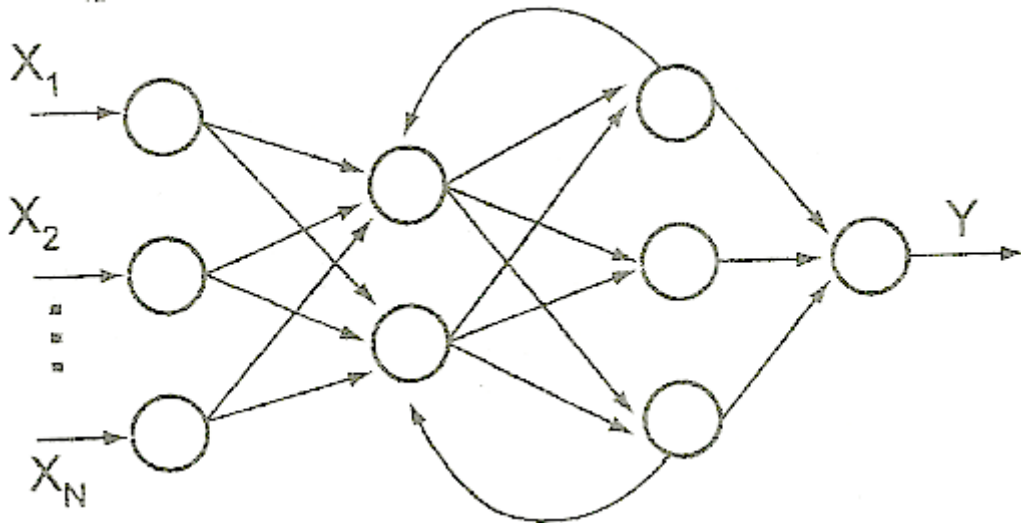
نلاحظ في شبكات التغذية الأمامية أن عصبونات الطبقة الواحدة لا ترتبط مع بعضها البعض و أن الشكل النموذجي لهذه الشبكات يتألف من ثلاث طبقات , طبقة دخل – طبقة خرج و طبقة مخفية .

2. شبكات التغذية الخلفية ( Feed Back ) - و نميز منها الأشكال التالية :

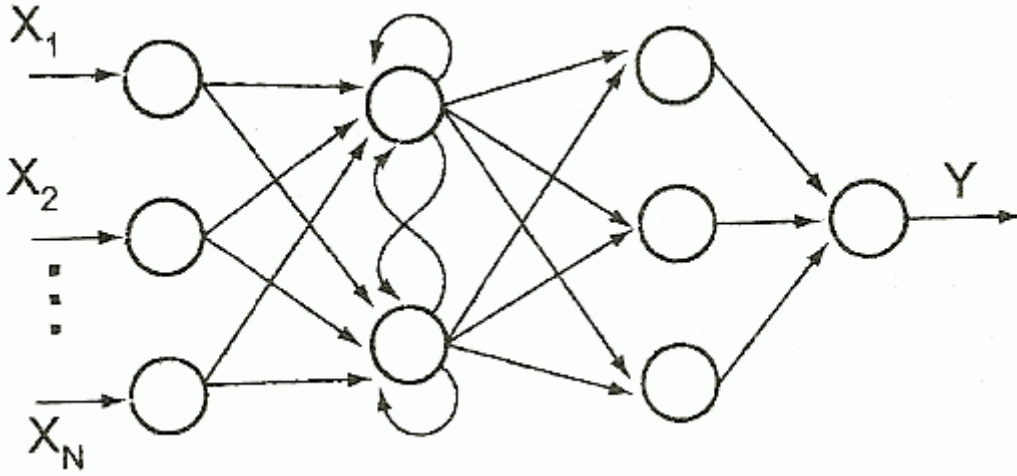
- شبكات التغذية الخلفية المباشرة ( Direct Feedback ) – حيث ترسل مخارج عقد ( عصبونات ) طبقة من طبقات الشبكة مرة أخرى إلى مدخلها , و هذا يشكل تحفيزا مباشرا لهذه العقد ( العصبونات ) كي تصل إلى حالتها الفعالة القصوى ( حالة الإشباع ) .



- شبكات التغذية الخلفية الغير مباشرة ( Indirect Feedback ) – حيث ترسل مخارج بعض ( أو جميع ) عقد ( عصبونات ) طبقة من طبقات الشبكة مرة أخرى إلى مدخل عقد الطبقة التي تسبقها .



- شبكات التغذية الخلفية البينية ( Lateral Feedback ) – حيث ترسل مخارج عقد ( عصبونات ) طبقة من طبقات الشبكة مرة أخرى إلى مدخلها و مداخل العقد الأخرى ضمن هذه الطبقة نفسها , هذا النوع من الوصل يستخدم عندما نريد أن نفعل عقدة واحدة من عقد هذه الطبقة ( العقدة الأقوى ) و يسمى " الأقوى يملك كل شيء " ( Winner takes all – Net ) .



شبكات التغذية الخلفية كاملة التوصيل – حيث ترتبط جميع عقد (عصبونات الشبكة مع بعضها البعض, هذا النوع من الشبكات يسمى أيضا بشبكة هوبفيلد (Hopfield), يمتاز هذا النوع من الشبكات بأن مصفوفة الأوزان لهذا النوع من الشبكات تكون متناظرة و قيم القطر لها مساوية للصفر.



### طرق تدريب الشبكات العصبونية

إن الميزة الأساسية للشبكات العصبونية هي قدرتها على التعلم (التدريب), أي القدرة على إعطاء خرج صحيح (ردود أفعال صحيحة) عند إبراز دخل ما, ويمكن الوصول الى هذا الغرض بإتباع طرق عدة ممكنة و منها:

- تعديل بنية الشبكة من خلال إضافة روابط (أوزان) جديدة أو إلغاء بعض منها.
- تعديل مصفوفة الأوزان.
- تعديل نوع و شكل توابع التحويل (التنشيط) المستخدمة في العقد (العصبونات).

تعتبر طريقة تعديل الأوزان من أكثر الطرق استخداما و انتشارا في تعليم (تدريب) الشبكات العصبونية, و عليه فإن فعالية الشبكة و قدرتها على إنجاز ما هو مطلوب منها يتعلق بشكل كبير بمدى صحة الأوزان المختارة لها.

يمكن أن نميز عدة طرق لتعديل أوزان الشبكة العصبونية منها :

1. **التدريب بمعلم ( Supervised learning )** – حيث يعتبر أن هناك معلم (مدرب) لهذه الشبكة , يقوم بتزويد الشبكة بالدخل المطلوب و حساب الخرج الناتج و مقارنته مع الخرج المطلوب .  
عند وجود خطأ في عمل الشبكة , فرق بين الخرج الناتج و الخرج المطلوب , يقوم المدرب بتعديل الأوزان – و ذلك باستخدام خوارزمية تدريب ما - بحيث نحصل , في النهاية , على الخرج المطلوب .  
إن هذه الطريقة لا تمثل عمل عصبونات الدماغ البشري .

2. **التدريب بدون معلم ( Unsupervised learning )** – تعتبر هذه الطريقة في تعديل أوزان الشبكة الأقرب الى طريقة عمل عصبونات الدماغ البشري , حيث تقوم الشبكة عندما تزود بالدخل بحساب الخرج الناتج و عند تزويدها بدخل مشابه الى حد ما , فيما بعد , تقوم الشبكة بالعمل على تعديل أوزانها , بطريقة ما تجعلها تعطي خرجا مشابها للخرج المطلوب .

3. **التدريب بالتحكيم ( Reinforcement learning )** – في هذه الطريقة يكون دور الحكم فقط في مراقبة خرج الشبكة , الذي لا يتدخل في عملية تعديل الأوزان , فإذا قرر الحكم أن الخرج لا يشابه المطلوب , تقوم الشبكة بمفردها بعملية تعديل الأوزان إلى أن يقرر الحكم أن الخرج الناتج أصبح يوافق المطلوب .

يتوفر , في الوقت الراهن , مجموعة من خوارزميات التدريب نذكر منها :

• **خوارزمية (قاعدة) هيب ( Hebb )** – وجد دونالد هيب في عام 1949 أن المشابك العصبية , الأوزان في الشبكات العصبونية , التي تثار أكثر من غيرها تصبح مثارة أي تزداد أوزانها بالمقارنة مع غيرها , حيث تعطى علاقة الخرج بالدخل على الشكل التالي :

$$\Delta W_{ij} = \gamma x_i y_j$$

حيث :

$\gamma$  - معامل التعلم (سرعة التعلم) .

$y_j$  - خرج (ناتج) العصبون  $j$  .

$x_i$  - دخل العصبون  $i$  .

تستخدم قاعدة هيب في عملية ضبط أوزان الذواكر الترابطية ( Associative Memory ) حيث يكون  $y = x$  , و كذلك في بعض حالات التدريب بدون معلم .

إن هذه القاعدة تستخدم بكثرة و هي أثبتت فاعليتها , و لكن في الوقت الراهن توجد مجموعة من خوارزميات ضبط الأوزان , التي تعمل بشكل أفضل و القادرة على تدريب الشبكة بسرعة ( زمن أقل ) أكبر .

- **خوارزمية ( قاعدة ) دلتا ( Delta )** – قام كل من وايدرو , هوف ( Widrow , Hoff ) بوضع قاعدة لتعديل أوزان الشبكة العصبونية سميت بقاعدة دلتا , و تعتبر من أفضل الخوارزميات المستخدمة في ضبط أوزان الشبكات العصبونية أمامية التغذية ذات الطبقة الواحدة , حيث تعطى علاقة الخرج بالدخل على الشكل التالي :

$$\Delta W_{ij} = \gamma x_i ( y_j^* - y_j )$$

حيث :

- $\gamma$  - معامل التعلم ( سرعة التعلم ) .
- $y_j^* - y_j$  - الفارق بين الناتج الهدف و الناتج الحالي .
- $x_i$  - دخل العصبون  $i$  .

- **خوارزمية ( قاعدة ) دلتا الموسعة ( Extra Delta )** – بالمقارنة مع قاعدة دلتا , تستخدم قاعدة دلتا الموسعة في الشبكات العصبونية متعددة الطبقات أمامية التغذية من المرتبة الثانية , حيث تعطى علاقة الخرج بالدخل على الشكل التالي :

$$\Delta W_{ij} = \gamma x_i \delta_j$$

حيث :

$$\delta_j = \begin{cases} f'_{aj}(x, w) (y_j^* - y_j) & ; \text{عندما يكون عصبون } j \text{ طبقة الخرج} \\ f'_{aj}(x, w) \sum_m \delta_m w_{jm} & ; \text{عند ذلك} \end{cases}$$

$f'_{aj}(x, w)$  - مشتق تابع التحويل ( التنشيط ) .

- **خوارزمية التنافس ( Competitive )** – في هذا النوع من خوارزميات تعديل الأوزان تعتبر كل العصبونات مثيلة بعضها البعض , ضمن الطبقة الواحدة , و العصبون الأكثر تأثراً , العصبون الراجح , فقط يعدل وزنه ( Winner takes all ) .

أوزان بقية العصبونات تبقى ثابتة , و يمكن أن تتناقص في بعض الحالات , و عملية تعديل ( ضبط ) الأوزان تنتهي عندما يصبح وزن العصبون الراجح مساوياً لمجموع أوزان بقية عصبونات الطبقة نفسها .

- **الخوارزمية العشوائية ( Stochastic )** – في هذا النوع من خوارزميات تعديل الأوزان لا يخضع لقوانين ثابتة و محددة بل تتم عمليات تعديل الأوزان بشكل شبه عشوائي مع الحفاظ على أوزان العصبونات الأفضل .

يستخدم هذا النوع من الخوارزميات في كل من آلة كاوتشي ( Cauchy ) و بولتسمان ( Boltzmann ) .

- خوارزمية إنقاص النسب ( Gradient Descent ) – عندما تكون توابع التحويل ( التنشيط ) قابلة للاشتقاق فإنه من المفيد استخدام هذا النوع من خوارزميات تعديل الأوزان , حيث تعطى علاقة الخرج بالدخل على الشكل التالي :

$$\Delta W_{ij} = - \gamma \frac{\partial I}{\partial w_{ij}}$$

حيث :

$\gamma$  - معامل التعلم ( سرعة التعلم ) .

$\frac{\partial I}{\partial w_{ij}}$  تعبر عن نسبة الخطأ في وزن العصبون

تعتبر كل من قاعدة ضبط الأوزان دلتا , قاعدة Widrow , Hoff , و طريقة التدريب " الانتشار العكسي " من أشكال خوارزمية إنقاص النسب .

### أنواع الشبكات العصبونية

تصنف الشبكات العصبونية , الأكثر انتشارا , الى الأنواع التالية :

1. ADALINE ( Adaptive Linear Neural Element ) .
2. ART ( Adaptive Resonance Theory ) .
3. AM ( Associative Memory ) .
4. BAM ( Bidirectional Associative Memory ) .
5. Boltzmann machines .
6. Cauchy machines .
7. Hopfield Network .
8. Perceptron .
9. Neocognitron .
10. LVQ ( Learning Vector Quantization ) .
11. RBF ( Radial Basis Function ) .
12. RNN ( Recurrent Neural Network ) .
13. SOFM ( Self-Organizing Feature Map ) .
14. BSB ( Brain–State–in–a–Box ) .



إن الشبكات العصبونية تُستخدم في الحالات التالية :

- عندما لا يكون بالإمكان صياغة خوارزمية من أجل حل المشكلة.
- في حالة الحصول على مجموعة من الأمثلة عن السلوك المطلوب.

المزايا التي تتمتع بها الشبكات العصبية :

1. **التعلم الكيفي (Adaptive Learning):** إن الشبكة العصبية الذكية تتميز بالقدرة على تعلم كيف تنجز المهام على أساس البيانات المعطاة من أجل التدريب والخبرة الأولية.
2. **التنظيم الذاتي (Self-Organization):** تتميز الشبكة العصبية الذكية بالقدرة على أن تنشئ تنظيمها الخاص وتمثيل البيانات التي تتلقاها من أجل التعلم والتنظيم الذاتي.
3. **عمليات الوقت الحقيقي (Real Time Operation):** إن الشبكات العصبية تنجز حساباتها بالتوازي وان الأجهزة تصمم بطريقة تساعد على استخدام هذه الحسابات لتحقيق القدرة على القيام بعمليات الوقت الحقيقي.
4. **سماح بالعجز أو التلف من خلال المعلومات الفائضة:** حيث أن بعض الشبكات تكون ذات قدرات على أن تعمل حتى من تضرر أجزاء رئيسة من الشبكة.