

استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية وشجرة القرار في تشخيص أمراض الفم
أدبية إسماعيل الصقال
غادة محمد طاهر

كلية علوم الحاسبات والرياضيات
جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: ٢٠٠٦/٨/١٦

تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٦/٣/١٢

ABSTRACT

The research includes construction of hybrid system from decision tree and artificial neural networks in order to classify the special treatment for some dental diseases. The work is achieved in two stages; the first uses the velocity as one of the decision tree characteristics by binary regular decision tree to determine the treatment for each case. The second implies the artificial neural network characteristic and its ability in classification and pattern recognition. The aware network with supervised training is used in this classification to determine the treatment class or pattern for each disease case. This network is used in two ways; the treatment's type according to treatment symbol, and the treatment's class according the x-ray of the case. In the last way, several photos are chosen and then transformed into BMP with 256 gray level and 100*100 dimensions. The hybrid system gives an excellent result in velocity and accuracy of classification.

الملخص

تم في هذا البحث بناء نظام مهجن من الشبكات العصبية الاصطناعية وشجرة القرار (Decision Tree) لغرض تصنيف العلاج الخاص ببعض أمراض الأسنان إذ تم إنجاز البحث على مرحلتين الأولى وفيها تمت الاستفادة من مزايا شجرة القرار من حيث السرعة إذ تم استخدام شجرة قرار منتظمة ثنائية لكي تقوم بتحديد العلاج العام للحالة المرضية، وفي المرحلة الثانية تمت الاستفادة من مزايا الشبكات العصبية الاصطناعية وقابليتها الكبيرة في عملية التصنيف وتمييز الأنماط إذ تم استخدام شبكة المدرك التي هي شبكة عصبية اصطناعية ذات تدريب موجه (Supervised Training) لكون هذه الشبكة تمتاز بكفاءتها العالية في مجال التصنيف (Classification) تم استخدامها لتحديد صنف العلاج المناسب للحالة المرضية وقد تم استخدام الشبكة في محورين الأول هو تصنيف نوع العلاج المناسب بالاعتماد على رمز العلاج أما في المحور الثاني فقد تم استخدام الشبكة لتحديد صنف العلاج بالاعتماد على صور الأشعة

المرضية إذ تم اختيار مجموعة من الصور لحالات مرضية متعددة وتحويلها إلى صيغة (BMP) ذات 256 تدرجاً رمادياً وذات أبعاد 100X100 ولقد أعطى النظام المهجن نتائج رائعة من حيث السرعة والدقة في التصنيف.

1. المقدمة

شهد العالم في الآونة الأخيرة تطورا واضحا في ميادين الحياة كافة والكثير من هذه الميادين طرق بابها الحاسوب ولقد قاد ازدياد الصعوبات التقنية وتعقيدها وعدم قدرة الحلول البرمجية التقليدية على استيعابها إلى التعمق في فهم آلية التفكير البشري وكيفية معالجته للمعلومات و تخزينها واسترجاعها، ومن ثم التوصل الى هيكلية مترابطة لبنية برمجية تشابه في أدائها للخلايا العصبية في الدماغ البشري سميت بالشبكات العصبية الاصطناعية A NN (Artificial Neural Networks) أثبتت قدرتها على ارض الواقع [3].

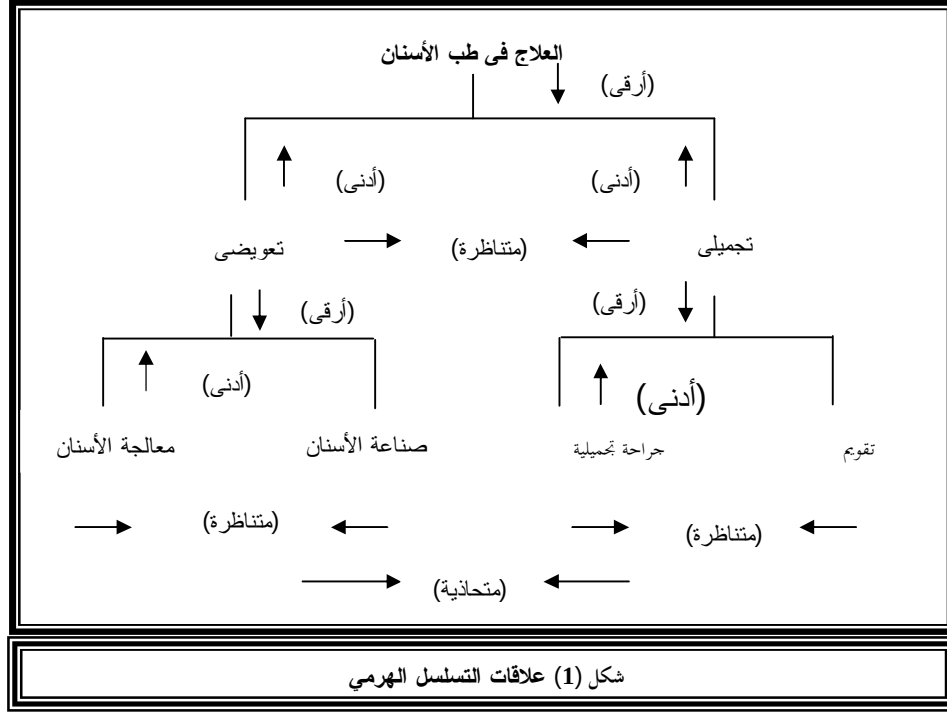
تتميز الشبكة العصبية الاصطناعية بالسرعة العالية في معالجة البيانات كما تتميز بقدرتها على التعلم والتعامل مع أنماط مختلفة من البيانات مما جعلها مناسبة للكثير من التطبيقات مثل تمييز الأنماط وتمييز الصوت ، ولكي تتم عملية تمييز الأنماط في هذا البحث لابد من إجراء عملية تصنيف للبيانات لذلك تم اعتماد طريقة تصنيف البيانات باستخدام طريقة التقسيم الهرمي حيث تعد هذه الطريقة من أكثر الطرائق استخداماً وعلى نحوٍ واسع في مختلف المجالات كما في مجال العلوم البيئية والحياتية والطبية، تجدر الإشارة الى أن علاقات التسلسل الهرمي تكون مبنية على مبدأ التضمن ، فإذا كان الصنف متضمناً لآخر كلياً ، أو كان الصنفان مضمينين كلياً في ثالث ، فان بين هذه الأزواج من الأصناف علاقة بارزة يجب أن يظهرها نظام التصنيف. وهذه العلاقة نوعان:

* علاقة بين الشيء ونوعه أو الأصل وفرعه، وهذه العلاقة مطلقة بحيث لا تعتمد على وجود وثائق عن المواضيع المرتبطة بها ، فأمراض اللثة هي نوع من أنواع أمراض الأسنان وأمراض الأسنان هي نوع من أنواع الأمراض التي تصيب الإنسان [2].

* علاقة بين الشيء ونشاطاته أو الشيء والعمليات التي تقع عليه ، أو الشيء وأجزائه أو الشيء وخواصه مثال ذلك علم طب الأسنان يشمل دراسة أمراض الأسنان وطرق علاجها وجميع العمليات المتعلقة بالأسنان وعند استخدام علاقات التسلسل الهرمي فإننا نستخدم المصطلحات الآتية :

* الصنف الذي يتضمن صنفاً آخر يُعد أرقى من الصنف الآخر.

- * الصنف المضمّن في صنف آخر يُعد أدنى من الصنف المتضمن.
- * الأصناف التي ليست أعم التي تشترك في تبعيتها للصنف نفسه المباشر أأرقى تسمى الأصناف المتساوية أو المتناظرة.
- * الأصناف التي ليست اعم ولا تشترك في تبعيتها للصنف نفسه المباشر أأرقى تسمى الأصناف المتحاذاة [1]. والشكل (1) يوضح هذه المسميات (علاقات التسلسل الهرمي) [1]

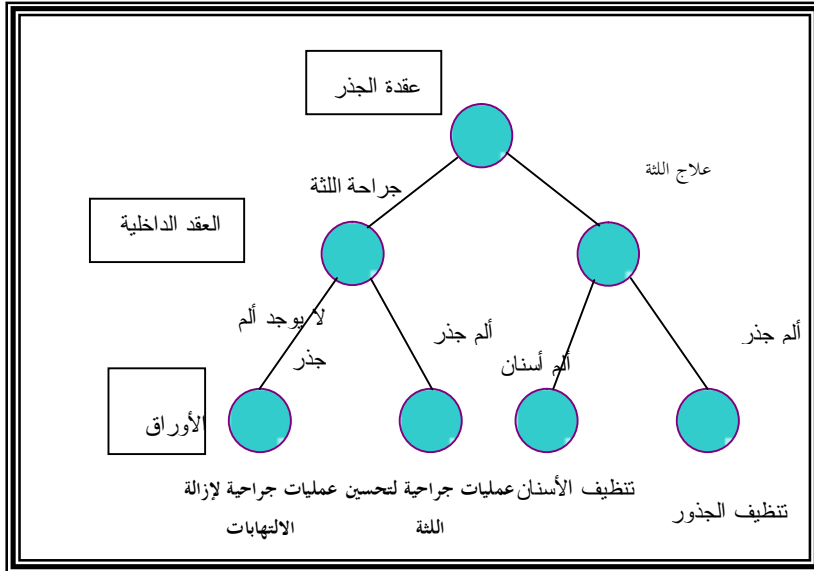


تتمثل الغاية من استخدام البنية الهرمية للتصنيف من أجل الحصول على فهم أكثر شمولياً للعلاقات بين الأشياء عند مقاييس مختلفة للمشاهدة أو عند مستويات مختلفة للتفاصيل ، ويأخذ التمثيل ألاً بسط شكل شجرة تمثل فيها المستويات للتصنيف ولدى تطبيقها على البيانات سوف يستند تصميم شجرة القرار إلى معرفة الخصائص لكل مجموعة والعلاقة بين المجموعات ، لذلك يتميز مصنف شجرة القرار الهرمي بحقيقة أنه نمط معين بالتصنيف باستخدام سلسلة من القرارات [2].

2. شجرة القرار

تُعرف شجرة القرار بأنها رسم يعرض الشروط والأفعال المرتبطة بالقرار بطريقة تتابعيه (Sequentially)، ويسهم ذلك في توضيح الشروط التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار أولاً والشروط التي تليها أو تعد ثانياً ... وهكذا ، وتوضح شجرة القرار العلاقة بين كل شرط والأفعال أو التصرفات التي ترتبط به، تُعرف شجرة القرار أيضاً بأنها :
مجموعة محددة (T) من العقد بحيث ان :

1. هنالك عقدة مميزة تقع في أعلى الشجرة تدعى بجذر الشجرة (Root Node).
2. بقية العقد تقسم على ($m > 0$) من المجاميع ، وكل واحدة من هذه المجاميع بدورها عبارة عن شجرة ، والأشجار (T1,T2,T3,...,Tm) تدعى بالأشجار الفرعية (Subtree) للجذر [6].
تطبق عملية التصنيف عن طريق مجموعة من القواعد أو الشروط التي تحدد المسار الذي سيُتبع ابتداءً من عقدة الجذر وانتهاءً عند إحدى العقد النهائية التي تمثل الرمز للشئ المصنف ، وعند كل العقد غير النهائية ينبغي اتخاذ قرار حول مسار العقد التالية [6] ويوضح الشكل (2) أمراض اللثة عند الإنسان إذ أن المثال يعرض القرار الذي يتخذه طبيب الأسنان عند ملاحظته لوجود أمراض في اللثة بناء على السؤال الآتي:- ما الإجراء المتخذ في حالة وجود مرض في اللثة أهو علاج أم جراحة؟



الشكل (2) شجرة القرار لمثال علاج أمراض اللثة

3. عناصر القرار

لكل مسألة قرار عنصران هما التحركات والعائد، أما التحركات فهي اختيارات متخذ القرار من بين البدائل المتاحة لقراره و أما العائد فهو النتيجة المنتظرة ، فعند ملاحظة الشكل (2) في مثال علاج أمراض اللثة فان هنالك نتيجتين متوقعتين من كل تحرك فإذا قرر الطبيب علاج اللثة فان هناك عائداً معيناً من قراره في حالتين إما تنظيف الجذر أو تنظيف الأسنان بدون الحاجة إلى إجراء عملية جراحية لإزالة الالتهابات أو تحسين اللثة. كذلك فان هناك عائدين متوقعين إذا ما اتخذ القرار بإجراء جراحة اللثة إما أن يجري جراحة لتحسين اللثة أو إجراء جراحة لإزالة الالتهابات، ومن الواضح إن النتائج المتوقعة من القرار تعتمد على حادثتين هما علاج أم جراحة ، بمعنى آخر: إن النتائج (العائد) المتوقعة من كل تحرك في اختيار بديل تعتمد على أي من الحدين سيقع فعلاً: ألأم في الجذر أم في الأسنان [3].

4. جدول القرار

إن أحد الأساليب التي تسهم في تحليل القرار وبناء شجرة القرار هو استخدام جدول القرار (Decision Table DT) ، فكل مسألة قرار يمكن أن تمثل بما يسمى (جدول القرار) وهو مصفوفة تتكون من صفوف و أعمدة وهذه المصفوفة توضح العلاقة بين زوج من عناصر القرار [9]:

التحركات والأحداث والجدول (1) أدناه يمثل مصفوفة القرار لمثال علاج أمراض اللثة الموضح بالشكل (2) ، إذ إن كل صف فيه يتعلق بحادث معين، وكل عمود يتعلق بتحريك معين وكل تقابل لحادث وتحرك سوف يؤدي إلى عائد معين.

التحركات المحددة في جدول القرار هي تلك التي يرغب متخذ القرار في أخذها بنظر الاعتبار [9]، ففي مثال علاج أمراض اللثة فان هنالك بدائل أخرى للعلاج فعلى سبيل المثال يمكن للمريض استخدام معجون طبي خاص إلا أن هذا البديل ليس ضمن حسابات متخذ القرار لذا لا يؤخذ بنظر الاعتبار.

العلاج	علاج لثة	جراحة لثة
الحالة المرضية	تنظيف الأسنان	عملية جراحية لتحسين اللثة
ألم في الجذر	تنظيف الأسنان	عملية جراحية لإزالة الالتهابات
لا يوجد ألم في الجذر		

الجدول (1) يمثل مصفوفة القرار لمثال علاج أمراض

5. طب الأسنان

يمكن تعريف طب الأسنان بأنه العلم الذي يهتم بصيانة الأسنان والفم وجميع الأجزاء التي تقع تحت تأثير كل من الأسنان والفم فيها في الوجه من الناحية العلاجية والتجميلية.

5-1 أجزاء الأسنان وبنيتها

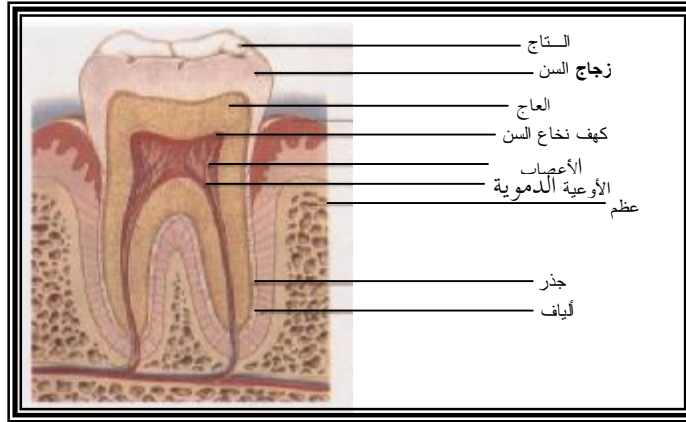
السن : هو تركيب حي يتكون من ثلاثة أقسام كما مبين في الشكل (3) :

التاج: وهو القسم البارز في الفم

العنق: وهو ذلك القسم الموجود بين التاج والجذر

الجذر هو القسم المغمور في عظم الفك وله فتحة صغيرة في قمته تستوعب الأوعية

الدموية والأعصاب.[5]



الشكل(3) يوضح تركيب السن

2-5 أمراض الأسنان وآفاتها. :

يبين الشكل (4) بعض أمراض الأسنان وآفاتها عند الأطفال والبالغين وطرق علاجها ومنها [7]:

- عدم انتظام الأسنان ونموها في القوس السنية وهي تشمل ازدحام الأسنان وفراغاتها ومن أهم أسبابها :



الشكل(4) بعض من آفات الأسنان مع بعض الطرق لعلاجها

- الاختلاف بين حجم الفك وحجم الأسنان

- ازدحام عدد الأسنان

- قلع الأسنان اللبنية في وقت مبكر

- تأخر ظهور الأسنان الدائمة فضلاً عن أسباب أخرى :

العلاج : من خلال استخدام علم تقويم الأسنان (Orthodontic) الذي يعد من الطرق

العصرية الحديثة لعلاج مشاكل عدم انتظام الأسنان ويوضح الشكل (5) بعض من عمليات

التقويم التي تشمل فك أو فكين يتم تقويم الأسنان عادة بوضع أسلاك وطقم حاصرات "براكيت"

على الأسنان من قبل طبيب تقويم الأسنان تعمل على تسوية الأسنان, وتتم عادة دراسة كل حالة

ووضع خطة علاج زمنية , عندما لا تكون الأسنان ليست منتظمة يدعى ذلك سوء أطباق , هناك

عدة نماذج من سوء الأطباق يوضح الشكل (5) اختلاف أصنافه.[5]



الشكل(5) بعض من عمليات التقويم والتي تشمل فك او فكين

3-5 أنواع التهابات اللثة و أمراضها :

يصنف علم اللثة الالتهابات المتعلقة بها إلى أنواع وأصناف حسب اختلاف علاماتها أو حسب اختلاف أسبابها , ومن أهم أنواعها التهابات اللثة الحادة أو المزمنة

4-5 الأسباب الموضعية لأمراض اللثة والتهاباتها:

عدم العناية بالأسنان ونظافتها بالطريقة الصحيحة والمنظمة .
وجود ترسبات جيرية وفضلات الطعام التي تساعد على تجمع الجراثيم الفموية الضارة , والتي تقوم بدورها بمهاجمة أنسجة اللثة الصحيحة وتفكيك الاتصال المحكم بينها وبين الأسنان و تنرسب مع مرور الوقت بين الأسنان واللثة لتزداد الحالة سوءا , تتغذى هذه الجراثيم مثل (Actinomyces streptococcus mutans ; Bactericides gigivalis ;viscusus) , من فضلات الطعام وترسبها وخاصة في منطقة حواف اللثة وأطرافها [5].

5-5 علاج الأسنان لدى الأطفال

إن أحد المواضيع البارزة في طب الأسنان الحديث هو موضوع الأسنان لدى الأطفال , إذ يتركز الاهتمام اليوم فضلاً عن صحة الطفل العامة والنفسية , بتوفير جميع الإمكانيات والوسائل العلمية الحديثة لوقاية الطفل من أمراض وأفات أنسجة الفم والأسنان , التي بدورها قد تؤثر في مجرى حياة الطفل الطبيعية وفي صحته العامة كنتيجة للالتهابات والمضاعفات المتعلقة بالأسنان (مثل أمراض القلب وأمراض المفاصل وغيرها) . [7]

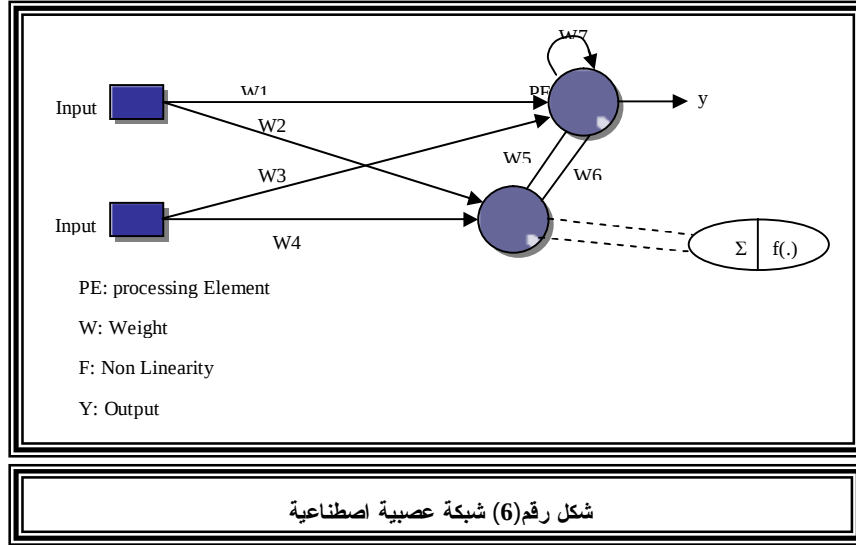
6. الشبكات العصبية الاصطناعية

تعد الشبكات العصبية واحداً من المجالات المهمة في موضوع الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence AI) وتعد الشبكات العصبية من أهم المجالات التي تستخدم في الكثير من التطبيقات التي يصعب إيجاد الحلول لها بالطرق والخوارزميات المعروفة، لاعتماد معظم الشبكات العصبية على أسلوب المحاكاة للواقع الحقيقي لحل هذه المشاكل [4] بنيت الخلية العصبية الاصطناعية لتقلد خصائص الخلية العصبية الحية، ففي الخلية العصبية الاصطناعية يتم إدخال مجموعة إدخالات، كل إدخال يضرب بما يوافقه من وزن (Weight) أي كل إدخال يضرب بالوزن الخاص به. وكل الإدخالات الموزونة يتم جمعها لكي تحدد مستوى الفاعلية للخلية العصبية والشكل (6) يوضح هذه الفكرة . [8]

إن مجموعة الإدخالات والأوزان في الخلية العصبية الاصطناعية تقابل في الخلية العصبية الحية التفرعات الشجيرية (Dendrites) والعقد (Synapses) على التوالي، وفي الخلية العصبية الاصطناعية الإدخال للخلية يشار إليه بالمتجه X الذي يحوي مجموعة الإدخالات $x_1, x_2, \dots, x_n$ التي سوف تطبق على الخلية . [8]

كل إدخال يضرب بالوزن المقابل له $w_1, w_2, \dots, w_n$ ومجموعة الأوزان يشار إليها بالمتجه W ، ثم بعد ذلك نجمع كل الإدخالات الموزونة لإنتاج الإخراج والمسمى NET ، صندوق الجمع يماثل جسم الخلية العصبية الحية، وصيغة NET كما يأتي :

$$NET = \sum_k W_{ik} X_k \dots\dots\dots(1)$$



1-6 معمارية الشبكات العصبية الاصطناعية

وهذا يرتبط بعدد الطبقات التي يجب أن تحتويها الشبكة وما هي وظائفها مثلًا الإدخال ، الإخراج ... الخ.

وبصورة عامة هناك نوعان من الربط للشبكات

1- الربط الطبقي للشبكات Layered Connected Network

وتصنف الشبكات العصبية حسب عدد طبقاتها إلى :

أ- شبكات وحيدة الطبقة (لا تملك طبقة خفية) Single layer Network

ب- شبكات متعددة الطبقات (تمتلك طبقة خفية أو أكثر) Multi Layer Network

2- الربط التام للشبكات Fully Connected Network [4][8]

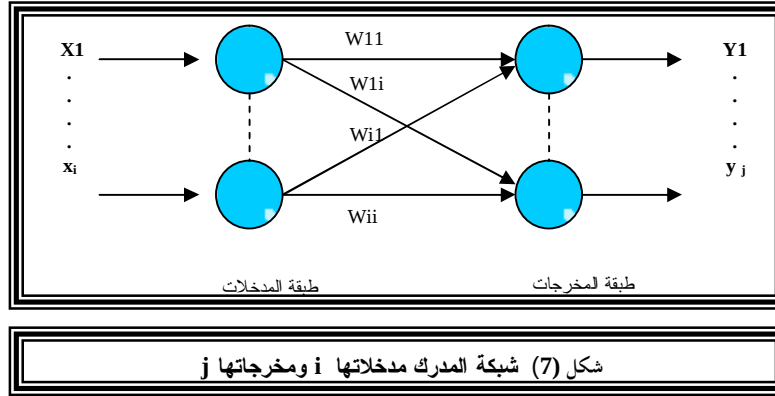
7. شبكة المدرك Perceptron Network

إن إحدى مميزات شبكة المدرك استخدامها في التصنيف ، إذ تتكون الشبكة من طبقة إدخال وطبقة إخراج ويكون اتجاه انتشار البيانات من طبقة الإدخال إلى طبقة الإخراج باتجاه الأمام كما موضح بالشكل (7).

إن طبقة الإدخال تستلم الإدخالات من العالم الخارجي وتوزعها على الخلايا في طبقة الإخراج في الشبكة، إذ إن طبقة الإدخال غير محسوبة ضمن عدد الطبقات لأنها لا تجري أية عملية حسابية فيها فلذلك تسمى بشبكات الطبقة الواحدة (Single Layer)، وكل طبقة تتألف من عدد من الخلايا (Neurons) عددها يعتمد على التطبيق الذي صممت لأجله الشبكة. [4] [8]

تضرب قيم الإدخال بالوزن المقابل لكل خلية ثم تجمع الإدخالات الموزونة ثم يمرر الناتج على دالة التنشيط الخاصة بشبكة المدرك وهي دالة العتبة (Threshold function) للحصول على الإخراج الحقيقي لكل خلية .

تستمر الشبكة بالعمل وفي كل مرة تتم مقارنة الإخراج الحقيقي مع الإخراج المتوقع والفرق بينهما يسمى الخطأ (Error) ثم تجري عملية تحديث الأوزان من أجل تقليل نسبة الخطأ وتتوقف الشبكة في حالة تطابق الإخراج الحقيقي مع الإخراج المتوقع أو الحصول على أقل نسبة خطأ. [4] [8]



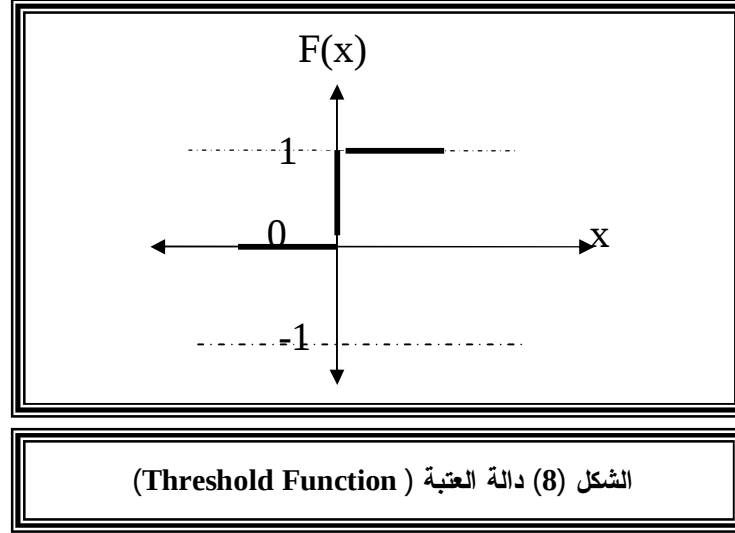
8. دالة العتبة Threshold function

تعد دالة التنشيط الخاصة بشبكة المدرك هي دالة العتبة (Threshold function) عندما يتم حساب الإخراج الحقيقي وهو المجموع لحاصل ضرب كل إدخال بالوزن المكافئ له فالناتج سوف يتم أمراره على دالة العتبة وكما يأتي:

$$\text{Out} = \begin{cases} 1 & \text{IF } (\text{NET} = \sum_k W_{ik} X_k) \geq \theta \\ 0 & \text{IF } (\text{NET} = \sum_k W_{ik} X_k) < \theta \end{cases}$$

الإخراج يكون (1) إذا كان مجموع الإدخالات الموزونة أكبر أو مساوياً لقيمة دالة العتبة.

الإخراج يكون (0) إذا كان مجموع الإدخالات الموزونة اصغر من قيمة دالة العتبة.
 θ : تمثل قيمة صغيرة (وهي قيمة دالة العتبة)، والشكل (8) يوضح دالة العتبة. [4]



9. خوارزمية تعليم شبكة المدرك

أن خوارزمية تعليم شبكة المدرك تتمثل بتنفيذ الخطوات التالية :

الخطوة الأولى: يتم تحديد قيم عشوائية صغيرة لاوزان كل الخلايا المكونة للشبكة W_{ij} . وإعطاء قيمة صغيرة لنسبة التعلم η .

الخطوة الثانية: اختيار نمط من أنماط التدريب بصورة عشوائية وليكن $[X_i, T_i]$ ، إذ أن

X_i يمثل متجه الإدخال

و T_i يمثل متجه الإخراج المتوقع

$$X_i = x_1, x_2, \dots, x_n$$

$$T_i = t_1, t_2, \dots, t_n$$

الخطوة الثالثة: يتم حساب Y_i عن طريق طرح الإخراج الحقيقي (Actual Output) من

الإخراج المتوقع (Target Output) :

$$Y_i = T_i - f(\sum_k W_{ij} X_{ij}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$= T_i - f(\text{net}_i) \quad \dots\dots\dots(3)$$

حيث W_{ij} : يمثل متجه الاوزان

X_i : يمثل متجه الإدخال

T_i : يمثل متجه الإخراج المتوقع

الخطوة الرابعة: يتم تحديث قيم الأوزان عن طريق المعادلات الآتية:

$$W_{ij}^{new} = W_{ij}^{old} + \Delta W_{ij} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\Delta W_{ij} = h * X_i * Y_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

حيث W_{ij}^{new} : يمثل متجه الوزن الجديد

W_{ij}^{old} : يمثل متجه الوزن القديم

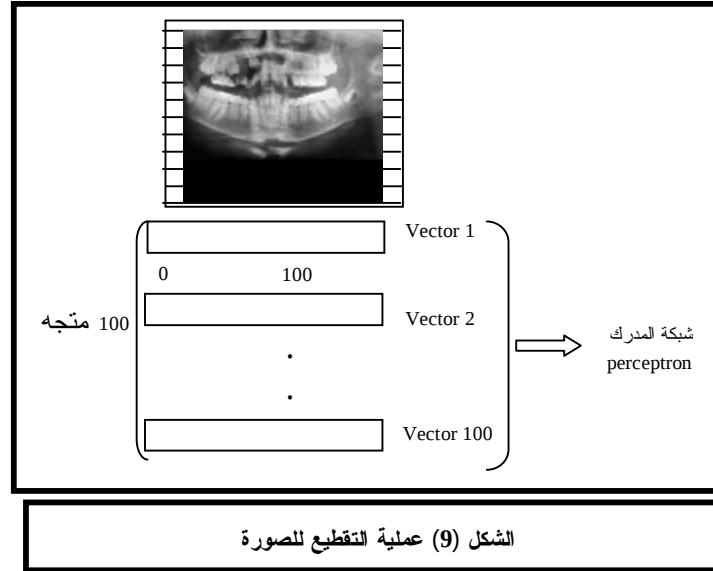
ΔW_{ij} : يمثل متجه التغير بالوزن

h :نسبة التعلم

الخطوة الخامسة: الرجوع إلى الخطوة الثانية.[4]

10. تهجين شجرة القرار مع شبكة المدرك لتصنيف الأنماط

كما ذكرنا آنفا في هدف البحث هو أن هذا البحث يتضمن في جزئه الأساسي بناء نظام هجين من شجرة القرار والشبكات العصبية الاصطناعية لتشخيص وتحديد طرق علاج أمراض الأسنان إذ تم إنجاز هذا الجزء في مرحلتين الأولى هي استخدام شجرة القرار لتشخيص الحالة المرضية والعلاج العام لحالة، والمرحلة الثانية وفيها يتم استخدام شبكة المدرك في محورين الأول في تحديد العلاج في حالة البالغين إذ يتم استخدام ترميز كل حالة من خلال استخدام أرقام ثنائية لكل علاج وكل رمز يتكون من ستة أرقام ثنائية (6bit) والمحور الثاني تمييز الأنماط وفيه يتم استخدام صور للحالات المرضية ومن ثم تحديد العلاج للصورة المدخلة وفي كلا المحورين يتم تحديد نوع العلاج المناسب ولكن باستخدام صيغة مختلفة ويمكن توضيح عملية التقطيع للصورة بالشكل (9) .



11. هيئة شجرة القرار

تم في هذا البحث تصميم نظام من شجرة قرار ثنائية مهجنة مع الشبكات العصبية الاصطناعية إذ تتكون هذه الشجرة من عقدة الجذر (Root Nood) ، وتتفرع منها عقدتان (عقد داخلية غير نهائية) .

العقدة الأولى تمثل عقدة البالغ والعقدة الثانية تمثل عقدة الطفل ، وبالاعتماد على شرط معين يتم الانتقال من عقدة الجذر إلى إحدى العقدتين الداخليتين ، وبعد ذلك كل عقدة من العقدتين سوف تتفرع إلى عقد داخلية (غير نهائية) أخرى بالاعتماد على شرط معين وتستمر عملية التفرع إلى أن يتم الوصول إلى العقد النهائية من خلال شروط محددة وقد تم استخدام طريقة مخططات فين لتمثيل شجرة القرار المهجنة لكون أن هذه الطريقة ملائمة لتمثيل شجرة القرار مهما كان حجمها كبيراً .

ونلاحظ أن عملية التفرع هذه سوف تنتهي إلى تحديد العلاج العام للحالة المرضية ، وباستخدام شبكة المدرك سوف يتم تحديد نوع العلاج المناسب للحالة المرضية .

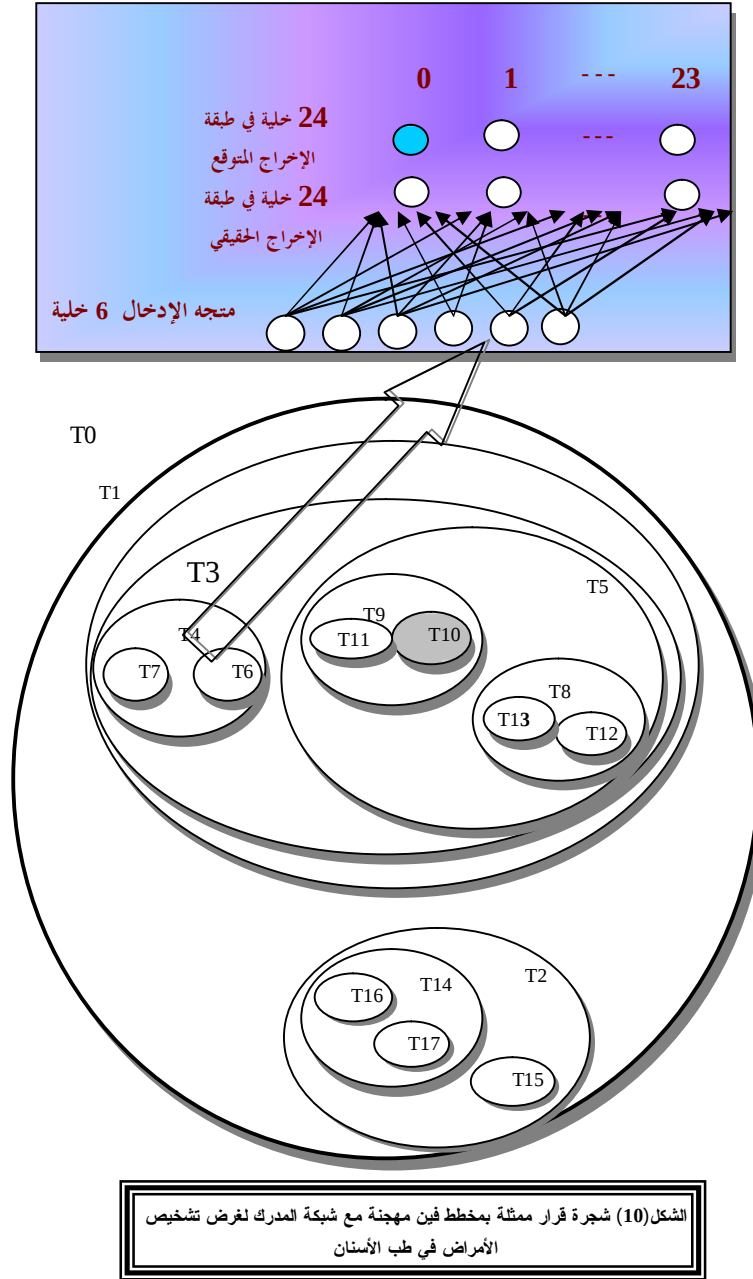
الشكل (10) يمثل شجرة القرار الممثلة بمخطط فين والمهجنة مع شبكة المدرك لغرض تصنيف وتمييز العلاج المناسب لحالات أمراض الأسنان عند استخدام الصور .

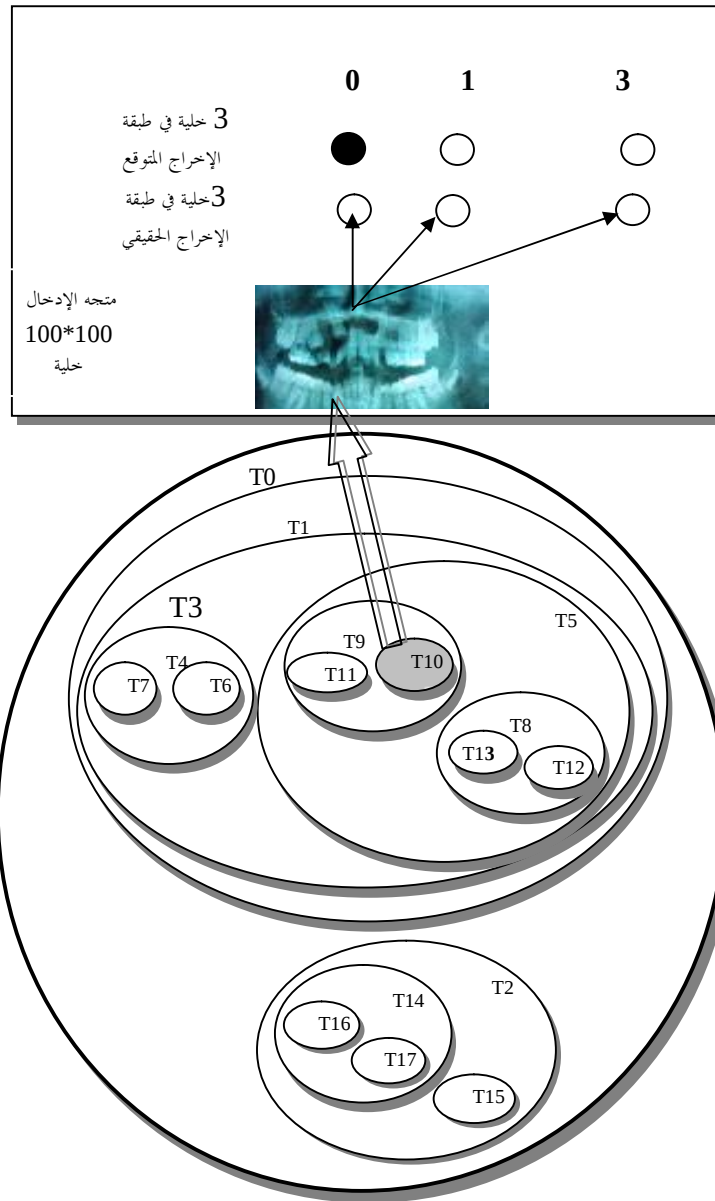
يوضح الشكل (10) استخدام شجرة القرار في حالة البالغين إذ في هذا الجزء يتم الانتقال إلى الشبكة مباشرة دون الحاجة إلى استخدام الصور فيتم الانتقال إلى الورقة التي تمثل العقدة 6 إلى الشبكة مباشرة وتجدر الإشارة إلى أن عدد وحدات الإدخال للشبكة في هذه الحالة هو ستة وذلك لأن في هذه المرحلة تم ترميز كل حالة مدخلة بستة أرقام ثنائية (6 bit) وكان عدد الحالات المصنفة في هذه المرحلة هو 24 حالة ولذلك كان عدد وحدات الإخراج 24 وهكذا أما الشكل (11) فيوضح كيفية استخدام الصورة في تحديد العلاج المناسب إذ أن إخراج شجرة القرار في هذا الجزء هو نمط يتم إدخاله إلى الشبكة لكي تميز العلاج وتحدده بالاعتماد عليه وقد تم استخدام 3 صور الأولى تمثل الحالة التي علاجها هو قلع والثانية هي الصورة التي علاجها تنظيف والثالثة هي الحالة التي تحتاج إلى حشو ولذلك كان عدد وحدات الإخراج هو 3 أي عدد العقد التي تمثل العلاج هو 3 وكانت الصور من نوع (Bmp) وذات 256 تدرجاً رمادياً وذات أبعاد 100*100 ولقد تم إجراء عملية التعبير عليها وهي عملية تقسيم كل عنصر من عناصر المتجه الواحد على الجذر التربيعي لحاصل جمع مربعات العناصر وعلى النحو التالي إذا كان متجه الإدخال input vector هو

$$\begin{aligned} x &= \{x_i \mid i=1,2,\dots,n\} \\ x &= \{x_i / \sqrt{L} \mid i=1,2,\dots,n\} \\ L &= \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(6)$$

إذ x يمثل متجه الإدخال

وذلك لجعل قيم عناصر متجه الأوزان ومتجه الإدخال قريبة بعضها من البعض الآخر أي ضمن المدى بين الصفر والواحد الذي يمنع ظهور إخراجات عالية القيمة للخلايا التي يمكن أن تنتج كحاصل للضرب النقطي بين عناصر متجهي الإدخال و الأوزان غير المعيرين ومن ثم إجراء عمليات التقطيع على كل صورة من الصور السابقة إذ تم تقطيعها إلى متجهات طول كل منها 100 pixel ومن ثم إدخالها على الشبكة لإجراء عملية التصنيف عليها .





الشكل (11) شجرة قرار ممثلة بمخطط فين مهجنة مع شبكة المدرك لغرض تشخيص الأمراض بواسطة الصور

أن الرموز الموجودة في شجرة القرار الممثلة بمخطط فين والموضحة بالشكل (11) تمثل العقد الآتية :

- T0 : تمثل عقدة الجذر
- T1 : تمثل عقدة البالغ
- T2 : تمثل عقدة الطفل
- T3 : تمثل عقدة العلاج
- T4 : تمثل عقدة التجميل
- T5 : تمثل عقدة التعويض
- T6 : تمثل عقدة التقويم
- T7 : تمثل عقدة الجراحة التجميلية
- T8 : تمثل عقدة صناعة الأسنان
- T9 : تمثل عقدة معالجة الأسنان
- T10 : تمثل عقدة الطخوم المتحركة
- T11 : تمثل عقدة الطخوم الثابتة
- T12 : تمثل عقدة حشوات الأسنان
- T13 : تمثل عقدة حشوات الجذور
- T14 : تمثل عقدة تجميل وتقويم
- T15 : تمثل عقدة الجراحة ،
- T16 : تمثل عقدة تقويم الأسنان
- T17 : تمثل عقدة تقويم فك

12. خوارزمية تهجين شجرة القرار مع شبكة المدرك المطورة

في هذا البحث تم استخدام صيغة جديدة في بناء النظام الهجين فمن المتعارف عليه هو استخدام متغير واحد فقط وفي شجرة القرار للانتقال أو للاختيار بين خيارين لتحديد المسار ونظرا لصعوبة تشخيص الحالات المرضية المصاحبة للأسنان بالاعتماد على متغير واحد او عامل واحد ونظرا لكثرة الأعراض وتداخلها واشترакها بين الحالات المختلفة لذلك تم اتباع

أسلوب علمي جديد الا وهو بناء نظام وزني لمجموعة من الأسئلة العلمية وقد تم بناء هذا النظام وفقاً لتوجيهات مجموعة من الاختصاصيين في هذا المجال ومن ثم توجيه هذه الأسئلة لمستخدم هذا النظام وبناء على الوزن الذي يتم الحصول عليه من كل إجابة يتم تحديد المسار في شجرة القرار إلى أن يتم الدخول في حلقة الشبكة العصبية وفيما يأتي شرح مفصل لخطوات الخوارزمية:

الخطوة الأولى: توجيه الأسئلة التي تخص الخطوة الأولى من المرحلة الأولى وقياس الوزن الذي يمثل $k1$ في شجرة القرار المهجنة .

الخطوة الثانية: اختبار $k1$ إذا كان محققاً للشرط الأول في التصنيف ، فعن طريقه يتم تحديد التشخيص إذا كان بالغاً أم طفلاً ، أما إذا كان الرمز $k1$ لا يحقق التصنيف فبالإمكان إعادة المحاولة وإدخاله من جديد أو الخروج من النظام .

الخطوة الثالثة: توجيه الأسئلة التي تخص الخطوة الثالثة من المرحلة الأولى وقياس الوزن الذي يمثل $k2$ في شجرة القرار المهجنة.

الخطوة الرابعة: اختبار $k2$ وتحديد فيما إذا كان هذا الرمز يحقق الشرط الثاني في تحديد العلاج (إذا كان تجملياً أو تعويضياً) .

الخطوة الخامسة: توجيه الأسئلة التي تخص الخطوة الخامسة من المرحلة الأولى وقياس الوزن الذي يمثل $k3$ في شجرة القرار المهجنة.

الخطوة السادسة: اختبار $k3$ وتحديد فيما إذا كان هذا الرمز يحقق الشرط الثالث في التصنيف فمن خلاله يتم تحديد نوع العلاج .

الخطوة السابعة: في حالة كون $k1$ يحقق شروط الطفل يتم الذهاب إلى الخطوة التاسعة وإلا فإنه يستمر .

الخطوة الثامنة: تحديد نمط التدريب أ هو قيم أم صورة للأشعة المرضية للمصاب في حالة النمط يتم الذهاب إلى الخطوة الحادية عشرة وإلا فإنه يستمر .

الخطوة التاسعة: اختيار صورة الأشعة المرضية للمصاب ومن ثم إجراء عملية التعيير (Normalization) على الصور المدخلة .

$$x_i = \sum x_{iL} / \sqrt{L}$$

$$L = \sum x_i^2$$

حيث X_i تمثل متجه قيم الصورة

L_i يمثل مجموع المربعات

الخطوة العاشرة: إجراء عملية التقطيع على الصورة وتحويلها إلى متجهات إدخال .

الخطوة الحادية عشرة : عن طريق شجرة القرار المهجنة مع الشبكات العصبية الاصطناعية يتم تحديد نوع التصنيف لنمط الذي يتم إدخاله والذي يمثل المنتج X_i :

$$X_i = x_1, x_2, \dots, x_n$$

$$T_i = T_1, T_2, \dots, T_n$$

X_i متجه الإدخال

T_i متجه الإخراج المتوقع

الخطوة الثانية عشرة : تحديد قيمة عشوائية صغيرة تمثل الأوزان

الخطوة الثالثة عشرة : تحديد زوج التدريب الذي يمثل متجه الإدخال X_i والإخراج المتوقع T_i (Target vector) مع ملاحظة إذا كان النمط المدخل هو صورة فيتم اخذ متجهات الصورة بالنتابع

الخطوة الرابعة عشرة : حساب Y_i عن طريق طرح الإخراج الحقيقي Actual output من الإخراج المتوقع Target output

$$y_i = t_i - f(\sum w_{ij} x_i)$$

الخطوة الخامسة عشرة : اختبار درجة التطابق بين الإخراج الحقيقي والإخراج المتوقع ويتم ذلك عند مقارنة الإخراج الحقيقي للشبكة مع الإخراج المتوقع فإذا تطابق الاثنان يعني أننا وصلنا إلى الحل الصحيح وكانت عملية الاختبار ناجحة .

الخطوة السادسة عشرة : إذا لم يحدث التطابق بين الإخراج الحقيقي والإخراج المتوقع فسوف تجري عملية تحديث الأوزان عن طريق المعادلات الآتية ومن ثم الرجوع إلى الخطوة الثالثة عشرة في حالة الصور أو إلى الخطوة الرابعة عشرة نحو عدم استخدام الصور .

$$W_{ij}^{new} = W_{ij}^{old} + \Delta W_{ij} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\Delta W_{ij} = \eta * X_i * Y_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

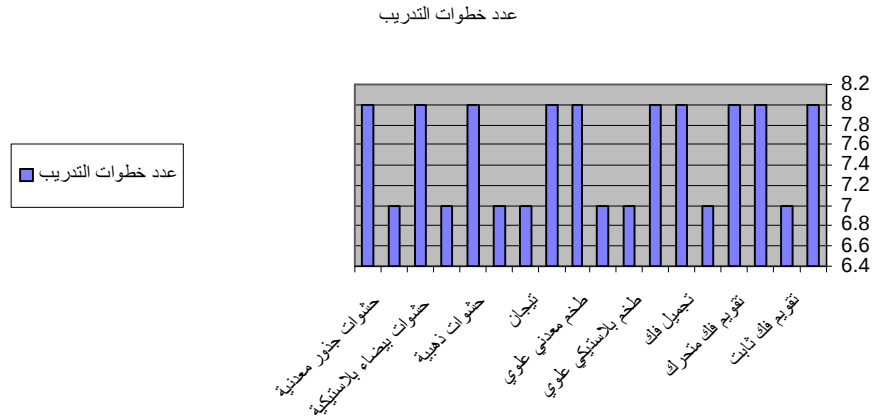
13- نتائج تطبيق شبكة النظام المهجن لتشخيص حالات البالغ

يوضح الجدول (2) الحالات وعدد خطوات التدريب اللازمة لتصنيف كل حالة ونسبة التعلم ونسبة الخطاء .

الحالة	عدد خطوات التدريب	نسبة الخطأ	نسبة التعلم
تقويم فك ثابت	8	0.0	0.1
تقويم فكين ثابتين	7	0.0	0.1
تقويم فك متحرك	8	0.0	0.1
تقويم فكين متحركين	8	0.0	0.1
تجميل فك	7	0.0	0.1
تجميل فكين	8	0.0	0.1
طخم بلاستيكي علوي	8	0.0	0.1
طخم بلاستيكي سفلي	7	0.0	0.1
طخم معدني سفلي	7	0.0	0.1
طخم معدني علوي	8	0.0	0.1
تيجان	8	0.0	0.1
جسور	7	0.0	0.1
حشوات أسنان ذهبية	7	0.0	0.1
حشوات أسنان فضية	8	0.0	0.1
حشوات أسنان بلاستيكية	7	0.0	0.1
حشوات بيضاء خزفية	8	0.0	0.1
حشوات جذور بلاستيكية	7	0.0	0.1
حشوات جذور معدنية	8	0.0	0.1

الجدول (2) يوضح الحالات وعدد خطوات التدريب ونسبة التعلم

ويوضح الشكل (12) عدد خطوات التدريب اللازمة لتصنيف كل حالة ونسبة التعلم ونسبة الخطأ



الشكل (12) يوضح عدد خطوات التدريب اللازمة لتصنيف كل حالة ونسبة التعلم 0.01 ونسبة الخطأ 0.01

14. تطبيق الخوارزمية المهجنة في حالة الطفل

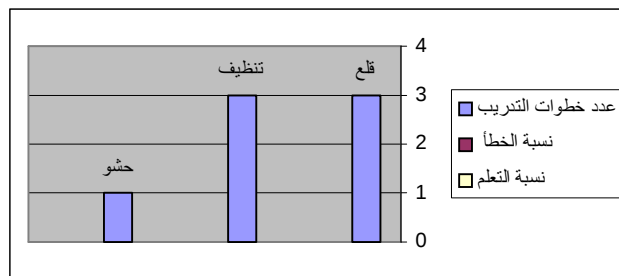
يوضح الجدول (3) عدد خطوات التدريب اللازمة لتحديد العلاج المناسب في حالة الطفل

الحالة	عدد خطوات التدريب
قلع	3
تنظيف	3
حشو	1

الجدول (3) يوضح عدد خطوات التدريب ونسبة الخطأ

ويوضح الشكل (13) عدد خطوات التدريب اللازمة لتحديد العلاج المناسب في حالة

الطفل



الشكل (13) عدد خطوات التدريب اللازمة لتحديد العلاج المناسب في حالة الطفل

المصادر

- (١) أتييم، محمود أحمد، (١٩٨٦) "أسس التصنيف العلمي"، مركز التوثيق الإعلامي لدول بغداد: الخليج العربي.
- (٢) أتييم، محمود أحمد، (١٩٨٨) "التصنيف بين النظرية والتطبيق"، الطبعة الثانية-بغداد.
- (٣) الهادي، د. محمد محمد، (١٩٩٣) "القرارات"، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر.
- (٤) عيسى، علام زكي، (٢٠٠٠) "الشبكات العصبية-البنية الهندسية-الخوارزميات-التطبيقات" حلب-سوريه، شعاع للنشر والعلوم.
- [5] Grace Richard son and A. Kathy Russell (2001) "Congenitally Missing Maxillary Lateral Incisors and Orthodontic Treatment Consideration for the Single-Tooth Implant", **J Can Dent ASSOC, CDA Resource Center**, 67:25-8.
- [6] H. D. Mittelman and P. Spellucci (2004) "Decision Tree for Optimization Software", **Dept of Math and States Arizona State University**.
- [7] Multi Clutural Communication, (2001) "Caring for Babies Teeth", (BHc-4540).
- [8] Principe, C. jose, (2000) **Neural and Adaptive System Fundamental Through Simulations**, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [9] Sammut, Claude, (2003) **Introduction of Decision Trees**, CRICOS provider, California address.