تحديد الطبقات الصخرية للأرض باستخدام شبكة النظرية الرنينية التكيفية ART1

مها عبد الإله محمد البدراني

قسم هندسة البرمجيات / كلية علوم الحاسبات والرياضيات

جامعة الموصل

الاستلام	القبول
٢٨ / ٠٥ / ٢٠٠٨	٠٨ / ٠١ / ٢٠٠٩

ABSTRACT

The focus of the present research is on the issue of specified of the earth rocky geologic layers through the use of a Artificial Neural Network called the Adaptive Resonance Theory Network (ART1).

The research discuss the ability of the Artificial Neural Network to specified the stratum rocky geologic to the earth through to enter specifications and characteristic of spring layer, since the network of adaptive Resonance Theory Network (ART1) have property to work style to make similar to human Brain work wherever in keeping the old A knowledge of data when a new information added to any field.

The result show the capability the Adaptive Resonance Theory Network (ART1) to make the limitation the earth rocky geologic layers in fast and qualified Technique.

الملخص

تركز الاهتمام في هذا البحث على مسألة تحديد الطبقات الصخرية للأرض باستخدام شبكة عصبية اصطناعية تدعى بـ شبكة النظرية الرنينية التكيفية (ART1).

يناقش البحث إمكانية الشبكة العصبية الاصطناعية في تحديد الطبقات الصخرية الجيولوجية للأرض من خلال إدخال مواصفات وميزات طبقة صخرية معينة ، لكون شبكة النظرية الرنينية التكيفية (ART1) لها صفات حيث تعمل بأسلوب مشابه لعمل دماغ الإنسان من حيث الاحتفاظ بالمعرفة القديمة للبيانات عند إضافة معرفة جديدة في مجال ما.

برهنت النتائج قدرة الشبكة النظرية الرنينية التكيفية (ART1) على إجراء عملية تحديد الطبقات الجيولوجية الصخرية للأرض وبطريقة سريعة و كفؤة.

١. المقدمة

تمثل الأرض التي نعيش عليها عالماً واسعاً مليئاً بما يثير فضول الإنسان فأول ما أثار انتباه الإنسان مكونات سطح الأرض من المعادن والصخور والمياه السطحية والجوفية، وشكلت الظواهر الطبيعية ومنها البراكين والزلازل تحديات كبرى للإنسان أجبرته على البدء بالتفكير الجدي في طبيعة العالم الذي يعيش فيه ونظرا لأهمية العلم الجيولوجي الذي يدخل في العديد من المجالات الحياتية المهمة أصبح من الضروري بناء وتطوير برمجيات تختص بهذا الاتجاه من خلال استثمار إمكانيات التقانا ت الحاسوبية لخدمة الإنسان في شتى المجالات وخاصة الآلة تتصرف بذكاء لأداء عملها بإتقان وفعالية كبيرة وذلك بعد أن وصل الحاسب إلى قدرات كبيرة في معالجة المعلومات ، تعد الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial neural networks) إحدى أهم التقانات الذكائية والتي تعد ن ظام لمعالجة المعلومات له مميزات أداء معينة بأسلوب يحاكي الشبكات العصبية الحيوية(Gail A.,2002).

تعد شبكة نظرية الرنين التكيفية (ART1) إحدى أهم الشبكات العصبية الاصطناعية ، حيث إنها تعمل بأسلوب مشابه لعمل دماغ الإنسان من حيث الاحتفاظ بالمعرفة القديمة عند إضافة معرفة جديدة في مجال ما ، يهتم البحث ببناء وتطوير برمجيات لتحديد الطبقات الجيولوجية للأرض باستخدام شبكة نظرية الرنين التكيف ية (ART1) (A. –H. .Tan.,1997,237-250)

٢. التركيب الداخلي للكرة الأرضية

تعد الأرض التي نعيش عليها كرة صخرية وذات أبعاد محددة، إن التقدم التقني لم يمكن الإنسان لحد ألان من دراسة الأرض عن طريق الحفر بصورة مباشرة إلا لعمق يقل عن سمك القشرة الأرضية، وإذا تم مقارنة هذا العمق مع نصف قطر الأرض (٦٣٧١ كم) يتبين ضالة هذا السمك مما يحتم استخدام وسائل غير مباشرة لدراسة باطن الكرة الأرضية (جميل، 1981 ،-29 27)، وفعلا فقد تمكن العلماء من استنتاج التركيب الداخلي للكرة الأرضية باستخدام الموجات الزلزالية التي تستطيع اختراق الكرة الأرضية إلى أعماق تقارب ٧٠٠كم تحت سطح الأرض وتكتسب هذه الموجات سرعاً متباينة في أثناء مرورها من خلال صخور ذات صفات مختلفة، وقد بينت الدراسات التفصيلية انه بالا مكان تقسيم باطن الأرض إلى ثلاث مناطق ابتداء من الداخل وكما يأتي (الكون – طبقات الأرض، ٢٠٠٦، انترنت):-

٢.١ نواة أو لب الأرض (core) :

وهي مركز الأرض ويبلغ نصف قطرها حوالي ٣٤٥٠كم وتتكون من مواد صخرية ذات كثافة عالية ويعتقد العلماء أنها تتكون بشكل رئيس من الحديد والنيكل والكوبالت، وينقسم اللب إلى جزء خارجي (outer core) منصهر بصورة دائمية ولب داخلي صلب(inner core) أكثر كثافة من اللب الخارجي (الكون – طبقات الأرض، ٢٠٠٦، انترنت).

٢.٢ الجبة (mantle) :

وهي الطبقة الرئيسة بين النواة والقشرة ويصل سمكها إلى ٢٩٠٠كم وتتكون من صخور صلبة ذات كثافة تزداد بازدياد العمق مكونة بصورة رئيسة من سيليكات الحديد والمغنيسيوم (الكون – طبقات الأرض، ٢٠٠٦، انترنت).

٢.٣ القشرة (crust):

وتمثل الجزء الخارجي الصلب من الأرض الذي نعيش عليه ونبني فوقه منشاتنا، وتمتد القشرة الأرضية إلى عمق يتراوح بين ٢٥ و٤٥كم، وهي مكونة من قسمين رئيسين فالأول هو القشرة العليا ممثلة بالجزء اليابس من سطح الأرض والى عمق يتراوح بين ١٠ إلى ١٥كم وتتكون من صخور فاتحة اللون قليلة الكثافة نسبيا كالصخور الرسوبية وتليها الصخور النارية الحامضية ويسود في هذه الطبقة العنصران الكيماويان السليكون Si والألمنيوم Al ولذلك يدعى هذا القسم سيال (SIAL) وأحياناً الطبقة الكرانيتية ويلي هذا القسم إلى الأسفل القشرة السفلية والتي يتراوح عمقها بين ١٠ إلى أكثر من ٢٠كم وتتكون من صخور أكثر كثافة بحدود (٣.٠ غم / سم مكعب) ويسود في هذه القشرة الصخور النارية القاعدية، غامقة اللون، من نوع البازلت، ويمثل الألمنيوم Al والمغنيسيوم Mg العنصرين الأكثر وجوداً فيها ولذلك تسمى الطبقة البازلتية أو السيما (SIMA)، ويفصل هذه الطبقة عن مياه المحيط طبقة رقيقة من الصخور الرسوبية حيث تنعدم الطبقة الكرانيتية كليا تقريبا في القيعان العميقة للمحيطات (الناصر، ٢٠٠٢).

٣. مجاميع الصخور الأرضية

إن صخور الأرض نسبة إلى أصلها أو العمليات الجيولوجية المسؤولة عن تكوينها تصنف إلى ثلاث مجاميع رئيسة هي (جميل، 1981 ،27-29)، (Howari,2000):

أ) الصخور النارية (Igneous Rocks):

وهي الصخور التي تكونت نتيجة تصلب المواد المنصهرة في درجات حرارة عالية والتي تكونت منها الأرض وانبثقت من جوفها وانتشرت على سطح الأرض فتصلبت بسرعة، أو أنها لم

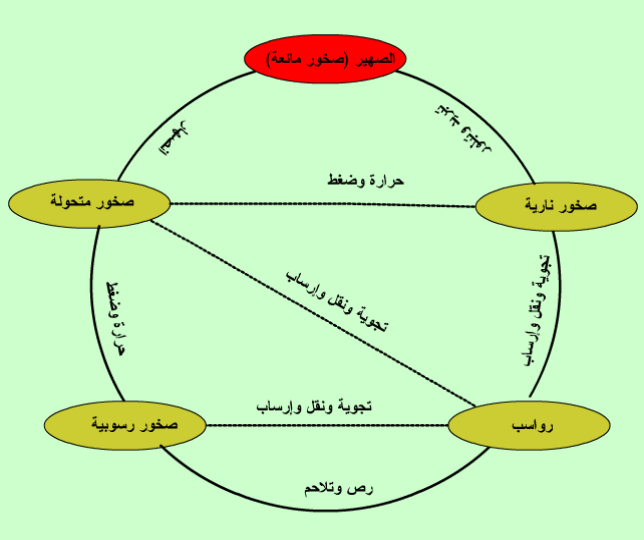
تستطع بلوغ السطح فكان تصلبها بطيئاً وبصورة تدريجية، وتكون متبلورة. (2005-2008, Earth Science Records,انترنت).

ب) الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks):

وهي الصخور التي تتكون من معادن مختلفة الحجم جاءت أصلاً من صخور أخرى، نارية أو متحولة أو رسوبية وانتقلت بواسطة المياه أو الرياح أو غيرها من وسائط النقل الميكانيكية وترسبت في قيعان البحار أو البحيرات أو على اليابسة ثم تصلبت بفعل ثقل المواد المتراكمة، وتكون في الغالب على شكل طبقات وتحتوي في الغالب على متحجرات.
(Earth Science Records, 2005-2008, انترنت).

ج) الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks):

وهي صخور تكونت من صخور متكونة أصلاً، رسوبية، نارية أو حتى متحولة، حيث عوامل الضغط ، الحرارة والعوامل الكيماوية أدت إلى إعادة تبلور معادن تلك الصخور وهي في الحالة الصلبة مكونة الصخور المتحولة (Earth Science Records, 2005-2008,انترنت) والشكل (١):



الشكل (١): مراحل تحول الصخور

٤. الطبقات الأرضية المستخدمة والمعتمدة في البحث

١. الصخور النارية الباطنية

المواصفات :

- تحتوي على المعادن الفلزية.
- الصلابة الشديدة.
- خالية من التجاويف.
- خالية من الحفريات.

الشكل (٢): الصخور النارية الباطنية

٢. الصخور النارية السطحية

المواصفات :

- تحتوي على المعادن الفلزية.
- الصلابة الشديدة.
- كثيرة التجاويف.
- خالية من الحفريات.

الشكل (٣): الصخور النارية السطحية

٣. الصخور الرسوبية القارية

المواصفات :

- الصلابة.
- تحتوي على الحفريات.
- تتكون على شكل طبقات.
- تترسب على اليابسة.

الشكل (٤): الصخور الرسوبية القارية

٤. الصخور الرسوبية البحرية

المواصفات :

- الصلابة.
- تحتوي على الحفريات.
- تتكون على شكل طبقات.
- تترسب في البحار.

الشكل (٥): الصخور الرسوبية البحرية

٥. صخور الشيست

المواصفات :

- الصلابة الشديدة.
- خالية من الحفريات.
- تتكون على شكل طبقات.
- بلوراتها دقيقة التحبب.

الشكل (٦): صخور الشيست

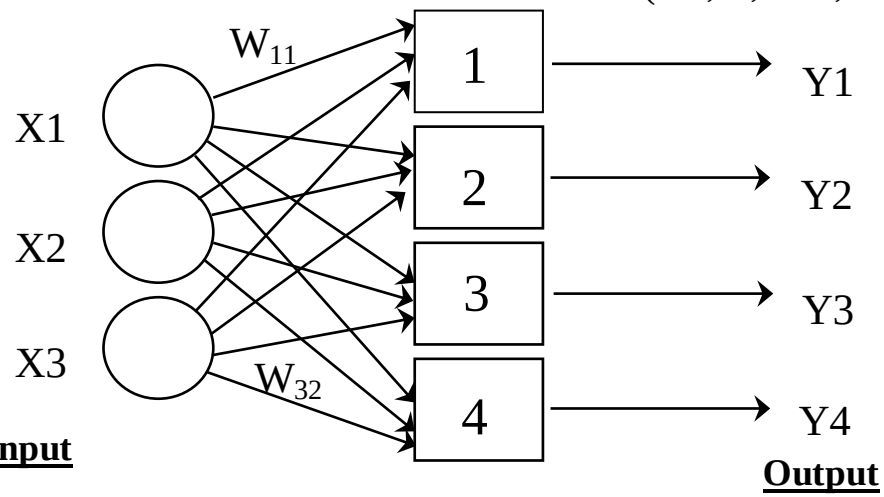
5. نظرية الرنين التكيفية (ART1)

ألهمت فكرة بناء شبكة الرنين التكيفي Adaptive Resonance Theory Network (ART1) من قبل العالمين (Carpenter, Grosserg) في عام ١٩٨٧ (G. Towell,1990,861-866)، حيث إنها تعمل بأسلوب مشابه لعمل دماغ الإنسان من حيث الاحتفاظ بالمعرفة القديمة عند إضافة معرفة جديدة في مجال ما، وذلك خلافاً للشبكات العصبية الاصطناعية الأخرى التي تكون المعرفة فيها محدودة وعند إضافة معلومات جديدة يجب إعادة تدريب الشبكة من جديد وفقاً للمعرفة الجديدة، أي أنها تفقد المعرفة التي تعلمتها سابقاً .

هي خوارزمية تجميع (Clustering Algorithm) تستلم مجموعة من متجهات الإدخال (النماذج) وتعطي بوصفها نتائج لها مجموعة عناقيد، إذ إنها تنظم كل متجه إدخال إلى عنقود، متجهات الإدخال تنظم مع متجه .ات الإخراج وفقاً لدرجة التشابه في المحتويات وتحديد بواسطة مقياس التشابه، والعناقيد يمكن أن تعزون لتشير إلى الغرض المطلوب من الشبكة .G) Towell,1992,977-984).

٥.١ صفات نظرية الرنين التكيفية

- نظرية الرنين التكيفية هي نوع معدل من التعليم التنافسي (Competitive learning) وتستخدم العديد من الشبكات العصبية وبضمنها نظرية الرنين التكيفية فكرة التنافس بين العصبونات (العقد) وذلك لتحسين التباين في تنشيطات الأعصاب وفي اغلب الأحيان يتم اعتماد مبدأ الرابح – يأخذ– الكل، (Winner-take-all) كما في الشكل (٧) الذي يمثل مدخلات الشبكة Input وخطوات خوارزمية التدريب للشبكة ومخرجات الشبكة Out put، إذ يسمح للعقد (Node) بقيمة التنشيط العظمة بان تكون بحالة (On) أي أن أوزان العقدة الفائزة سوف تحدث، وسيتمركز متجه الوزن في العنقود (العقدة الرابحة) .(Lin,C.,1996,75-88)



شكل (٧): قاعدة تعليم (الرابح– يأخذ– الكل)

الشبكات التنافسية تع د جزءاً من الشبكات العصبية الاصطناعية المستعملة غالبا لعنقدة نماذج الادخال.

- نظرية الرنين التكيفية مصم مة للتغلب على مشكلة استقرارية التعلم (Learning Stability) لكونها قادرة على تطوير المجاميع المستقرة (Stable Clustering) لسلسلة اعتباطية من انماط الإدخال بواسطة التنظيم الذاتي (Self-Organization).

وتوجد في شبكات التنظيم الذاتي m وحدة عنقودية مرتبة في مصفوفة أحادية البعد وإشارات دخلها مكونة من n من الوحدات، ويفيد شعاع الوزن بوصفه نموذجاً يحتذى به لعينات الدخل المرتبطة بذلك العنقود وخلال مرحلة التنظيم الذاتي فأن الوحدة العنقودية التي شعاع وزنها يحمل القيمة العظمى من بين الوحدات العنقودية المتوضعة في الاخراج سنخ تار بوصفه وحدة رابحة أي ان الشبكات العصبية الاصطناعية لها إمكانية تمثيل البيانات خلال وقت التعليم.

- تستخدم شبكات (ART1) غرض اكتشاف العناقيد (Clusters Discovery).

العنقود (Cluster): عبارة عن مجموعة من الاشياء تشترك بصفات معينة ، والشبكة تجهز العناقيد بنفسها أي ان أول عنقود يبدأ مع أول نموذج مدخل الى الشبكة، ثم تكون عنقوداً جديداً فيما إذا كانت مسافة النموذج الثاني قد تجاوزت عتبة (Threshold) معينة وإلا فان النموذج الحالي يقبل مع أول عنقود، وهذه المعالجة هي خطوة أساسية لشبكة (ART1) (Miguel E,1998,59-72).

- تتعلم العناقيد باستخدام نمط التعليم دون مشرف في شبكة (ART1).

التعليم دون مشرف :- أسلوب يستخدم لتعلم الشبكات العصبية الاصطناعية وذلك بتدريب الشبكة باستخدام إشارات إدخال فقط، وتنظم الشبكة عند الاستجابة بشكل داخلي لتقدم إنتاجاً منسقاً مع محفز خاص أو مجموعة من المحفزات المتشابهة.

وتشكل الإدخالات عناقيد في فضاء الإدخال، وكل عنقود يمثل مجموعة من عناصر العالم الحقيقي مع بعض الميزات الشائعة، إذ توضع أشعة الادخال المتشابهة بجانب بعضها تلقائيا خلال مراحل التدريب مع الاحتفاظ بالأنماط التي تعلمتها سابقاً .

دون استخدام معطيات ا لتدريب التي تحدد إلى أي مجموعة ينتمي متجه الإدخال، ويتم تقديم عدد من متجهات الإدخال دون تخصيص أي متجهات إخراج مقابلة لها، وكذلك تستطيع هذه الشبكات تعديل أوزان ترابطها، و من ثم فإن جميع متجهات الإدخال المتشابهة توجه إلى وحدة الإخراج (العنقود) نفسها (Lin,C.,1996,75-88).

- تحل شبكات (ART1) معضلة الاستقرار- المرونة (Plasticity-Stability Dilemma)

معضلة الاستقرار- المرونة: هي مشكلة تعليم الشبكة العصبية الاصطناعية عناقيد جديدة، دون فقدان العناقيد التي تعلمتها مسبقاً.

المرونة (Plasticity): هي قدرة الشبكة على تعليم نمط جديد بأي مرحلة من مراحل التدريب مع الاحتفاظ بالأنماط التي تعلمتها سابقاً .

للتغلب على هذه المعضلة يجب أن ندرب الشبكة على متجه إدخال جديد، ولكن ذلك سوف ينتج دقة اقل في تصنيف الإدخالات القديمة، أي ان الخوارزمية ليست مستقرة (Instability)، هذا النوع يدعى بـمعضلة الاستقرار– المرونة، ولحل هذه المعضلة نحتاج إلى خوارزمية تحتفظ بالمعرفة التي تعلمتها سابقا، وتبقى مستقرة استجابة للأدوات غير المتصلة بالموضوع (Noise)، أيضاً يجب ان تكون الخوارزمية متزايدة بحيث لا نعيد تدريبها على كلا متجهات الإدخال القديمة والجديدة كلما أدخلنا متجه جديد-(V.Tresp,1993,977 .984)

اقترح العالمان (Grossberg & Carpenter) الحل لهذه المشكلة بتطوير نظرية الرنين التكيفية (ART1) ذات الخاصية المبتكرة بتوفير إمكانية حفظ عناقيد جديدة في الشبكة بدون تأثير على الخزن أو قابلية تذكر العناقيد التي تعلمتها الشبكة مسبقاً، بذلك تكون نظرية الرنين التكيفية خوارزمية لها إمكانية تعلم اكثر من حالة كما هو الدماغ البشري حيث أنها تستخدم خوارزمية تعليم وتصنيف (G. Towell,1992,977-984).

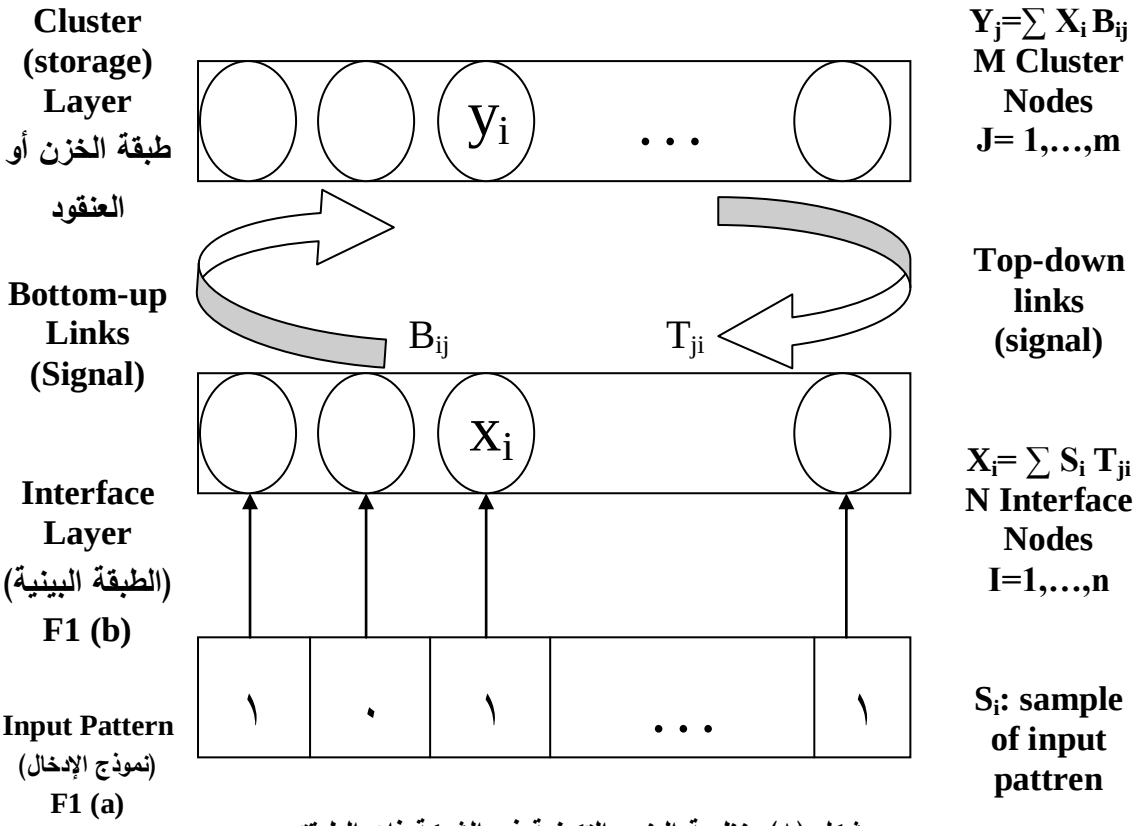
- تتيح شبكة نظرية الرنين التكيفي (ART1) للمستخدم تعديل درجة التشابه بين الأنم اط المصنفة في نفس العنقود (Cluster)، حيث يتم استخدام التشابه النسبي بين متجه الإدخال (Input Vector) ومتجه الوزن (Weight Vector) لوحدة عنقودية (Cluster Unit) بدلا من استخدام التشابه المطلق خلال عملية التدريب (Training) يحتمل أن يقدم النمط بضعة أوقات، بعد أول تقديم يحتمل أن يصنف في عنقود واحد، وعندما يقدم مرة أخرى محتمل أن يصنف في عنقود مختلف وذلك بسبب الأوزان المتغيرة للعنقود الأول إذا كان قد تعلم أنماطاً أخرى خلال القليل من الوقت وهذه إشارة للأداء غير المستمر (Unstable) للشبكة.

الاستقرار (Stability): مجموعة من أنماط التدريب (متجهات الادخال) تقدم للشبكة عدة مرات ($W_{ij}X_i$)، بهذا الأسلوب لا تسمح الشبكة أن تتعلم نمط اً جديداً يقدم لها بعد عدد من دورات التدريب (Lin,C.,1996,75-88).

٦. تركيب شبكة نظرية الرنين التكيفية

المهمة الأساسية لشبكة (ART1) هي استقبال مجمو عة من عينة أنماط الإدخال، والشبكة يجب أن ترتب (تعنقد) هذه الأنماط في مجاميع على أساس درجة التشابه ما بين الأنماط، كل مجموعة متشابهة تو ضع (تخزن) في عنقود واحد (Cluster) أي ان المجموعة

المتشابهة من الأنماط تصنف معا في نفس العنقود .وتتكون بنية شبكة (ART1) من طبقتين(V.Tresp,1993,977-984) كما في الشكل (٨).



شكل (٨): نظرية الرنين التكيفية في الشبكة ذات الطبقتين

- الطبقة البينية (Interface Layer) ويرمز لها (F1): وتكون واجهة ما بين نمط الإدخال (Input Pattern) وطبقة الخزن(Caudell T.P.,1994,1339-1350).

نمط الإدخال (Input Pattern): هو متجه يتكون من n من العقد الثنائية (٠,١)، إذ أن n تمثل حجم نمط الإدخال، يرمز لمتجه الإدخال بـ x_i ويمثل بقيم (0,1) حيث ان متجه الادخال لشبكة ART1 في التطبيق المستخدم في البحث يتكون من المعطيات التالية :

x1= خالية من التجاويف

x 2= كثيرة التجاويف

x 3= تترسب على اليابسة

x 4= تترسب في البحار

x 5= بلوراتها دقيقة التحبب

x 6= تحتوي على المعادن الفلزية

x 7= الصلابة

الصلابة الشديدة =8 x

خالية من الحفريات =9 x

تحتوي على الحفريات =10 x

تتكون على شكل طبقات =11 x

تعد هذه الطبقة طبقة الإدخال لكونها تستلم نمط الإدخال الثنائي (Input pattern)، وتدعى هذه الطبقة في بعض المصادر المقارنة (Comparison Layer) وذلك لكونها تؤدي عملية مقارنة ما بين متجه الإدخا ل، ومتجه العقدة الفائزة في طبقة الإخراج المخزون في متجه الوزن العلوي– السفلي (Top-Down Weight Vector)–(T_{ji}) وكما موضح بالمعادلة (1) :(V.Tresp,1993,977-984)

$$X_{i=}S_i\, T_{ji} \quad \text{..... (1)}$$

Si: Sample input pattern

ناتج عملية المقارنة يحدد درجة التشابه ما بين متجه الإدخال وكل عنقود في الشبكة لتحديد أفضل تطابق.

- طبقة الخزن (Storage Layer) ويرمز لها (F2): تعد هذه طبقة الإخراج (Output Layer) وتتكون من m من العقد إذ أن m تمثل عدد العناقيد الموجودة في الشبكة وكل عقدة في هذه الطبقة تمثل عنقوداً (Cluster) ويرمز لها y_j إذ ان y هي ناتج العقدة التي تحسب من حاصل جمع مضروب x_i الذي يهي ىء من الطبقة F1(b) ومتجه الأوزان السفلي– العلوي (Bottom-Up Weight Vector) – (B_{ij}) وكما موضح في المعادلة (2) :(V.Tresp,1993,977-984)

$$\text{Net} \Leftrightarrow Y_j = \sum X_i \,.\, B_{ij} \quad \text{..... (2)}$$

j يمثل تسلسل العنقود ضمن العناقيد الموجودة في الشبكة، وسوف يخزن العنقود بشكل متجه وزن (Weight Vector).

وطبقة الأخراج لشبكة ART1 في التطبيق المستخدم في البحث تتضمن أحدى الاخراجات التاليةوتكون ممثلة بقيم ثنائية (0,1) والتي تمثل احدى انواع الطبقات الصخرية التالية :

Y1= صخور نارية باطنية

Y2= صخور نارية سطحية

Y3= صخور رسوبية قارية

Y4= صخور رسوبية بحرية

Y5= صخور الشيست

وتدعى هذه الطبقة في بعض المصادر طبقة التمييز (Recognition Layer) إذ تقوم بمهمة تمييز وتصنيف متجه الإدخال، وهي مصممة بوصفها شبكة تنافس (Competitive Network) وذلك بسبب قاعدة الرابح –يأخذ– الكل، إذ يميز العقدة ذات القيمة العظمى من بين عقد الإخراج وتكون هي الفائز أو (Active) ويوضع تنشيطها "١" إذ تصبح مرشحة لتتعلم نمط الإدخال الجديد، أما العقد الباقية في هذه الطبقة فسوف تكون محرومة (Inhibited).

أي ان هذه الطبقة مسؤولة عن ايجاد العقدة الرابحة وإخبار الطبقة F1 عنها كل العقد في طبقة الإدخال F1 لها صلات (Links) تذهب الى كل عقدة في طبقة الخزن F2 هذه الصلات تنقل الإشارة السفلى– العليا (Bottom-Up Signal) من طبقة الإدخال الى طبقة الخزن ، والإشارة السفلى–العليا تمثل التنشيط (Activation)، نوعية الربط المستخدم في الشبكة هو ربط كامل (Full– Connections)، كذلك كل عقدة في طبقة الخزن (F2) لها صلات (Links) ترجع الى كل عقدة في طبقة الإدخال (F1) هذه الصلات تنقل الإشارة العليا– السفلى (Top-Down Signal) من طبقة الخزن الى طبقة الادخال ، والغرض من هذه الصلات الموزونة هو استخدامها بوصفها مساحات خزن ذاكرة(V.Tresp,1993,977-984).

صلات الأوزان السفلى– العليا (F1 ← F2) وصلات الأوزان العليا– السفلى (F2 ← F1) تعرف ما يسمى بالذاكرة طويلة الأمد (Long Term Memory) لشبكة نظرية الرنين التكيفية، وتدعى هذه الاوزان مرشحاً تكيفيا لكونها تتغير بشكل ديناميكي والذي يساعد في عمل الذاكرة الطويلة الأمد لشبكة.

٧. تدريب شبكة (ART1)

عند تقد يم نمط عينة الإدخال إلى الشبكة، فأن التنشيط (Activation) في الطبقة (F1(b)) ينشر عبر الصلات السفلى– العليا الى طبقة الخزن (F2)، وتبدأ في هذه الأثناء عملية المنافسة ما بين العقد (العناقيد) الموجودة في طبقة الخزن من خلال تق انة الرابح–يأخذ– الكل، وعملية الم نافسة هذه سوف تنتج عقدة واحدة تكون نشطة (Active) (Miguel E,1998,59-72).

العقدة الفائزة (النشطة): هي احدى عقد طبقة الإخراج (الخزن) التي تحقق افضل تطابق ما بين متجه الإدخال والنموذج الأولي المخزون في الشبكة.

وفي كل وقت من اوقات تدريب الشبكة، كل عقدة (عنقود) في طبقة الخزن (F2) تكون في احدى الحالات الثلاث الآتية(Caudell T.P.,1994,1339-1350):

- نشطة "Active-on": التنشيط (Activation) يساوي "١" لشبكة (ART1).

- خاملة "Inactive-on": التنشيط يساوي "٠"، ولكن يسمح لها بالمشاركة في عملية المنافسة لدورات التدريب اللاحقة.
- محرومة "Inhibited-off": التنشيط يساوي "٠" وتمنع من المشاكة في أي منافسة أخرى وعندما يقدم متجه الإدخال الحالي، العقدة الفائزة سوف ترسل إشارة راجعة إلى طبقة الإدخال (F1(b)) عبر الصلات العليا – السفلى هذه الإشارة تدعى إشارة عليا – سفلى (Top-Down signal) وعندما تصل الإشارة العليا – السفلى يصل النمط المخزون في العقدة (العنقود) الفائزة من طبقة الخزن إلى طبقة الإدخال لتتم مطابقته مع نمط الإدخال، توجد حالتين لعملية المطابقة كما في الفقرتين 7-1 و 7-2 على التوالي:

٧.١ الحالة الأولى لعملية المطابقة :

يصل نمط مخزون في طبقة الخزن (F2) الى الطبقة الأولى عبر متجه الوزن العلوي– السفلي (Top-Down Weight Vector) للعقدة الفائزة، هذا النمط يطابق (Matches) نمط الإدخال أي أن نمط الإدخال يكون مقدم سابقاً للشبكة، بهذه الحالة النمط يعزز ويقوي العقدة النشيطة وبذلك تكون الشبكة بحالة الرنين (Resonance) أي نشطة "Active-on" (Miguel E,1998,59-72).

إذ أن كل عقدة في الطبقة لها متجه وزن علوي–سفلي، للصلات العليا–السفلى لها وكذلك كل عقدة في طبقة الإدخال لها متجه وزن سفلي–علوي (Bottom-Up Weight vector).

حالة الرنين (Resonance): تكون شبكة (ART1) في حالة رنين عندما يتم تصنيف متجه النموذج الأصلي (Prototype Vector) أي ان متجه الوزن التابع للعقدة الفائزة في طبقة الخزن بوصفه نمطاً مطابقاً لمتجه الإدخال الحالي (Miguel E,1998,59-72).

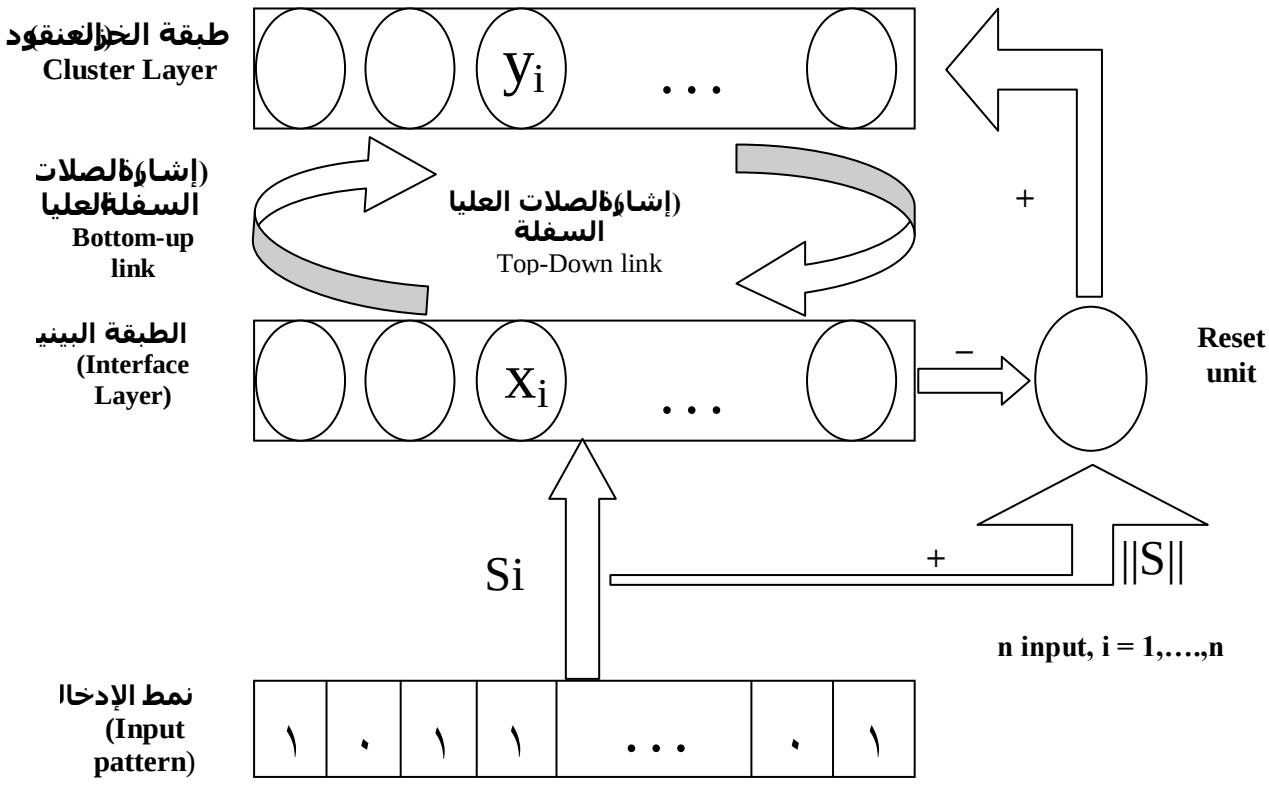
وعند تشابهها بشكل كاف فسوف لن تولد إشارة الإعادة (Reset) الى الطبقة F2، وفي هذه الحالة فأن النمط النشيط في الطبقة F1(b) بسبب اختيار نفس العقدة في الطبقة F2 التي تنتقل لإرسال متجه الوزن نفسه إلى الطبقة F1(b)، الذي سوف يتطابق مرة ثانية مع الإدخال الحالي المشابه له وهكذا(V.Tresp,1993,977-984).

تعتبر شبكة نظرية الرنين التكيفية انها وصلت لحالة التعلم فقط من خلال مرورها بحالة الرنين (Resonance).

٧.٢ الحالة الثانية لعملية المطابقة:

متجه الوزن العلوي– السفلي (Top-Down Weight Vector) التابع للعقدة الفائزة في طبقة الخزن يصل الى طبقة الإدخال، ويكون مختلف عن نمط الإدخال، هذه الحا لة تحدث عندما يكون متجه الإدخال يحوي نمط اً جديداً لم يقدم الى الشبكة سابقا ولمعالجة هذه الحالة تم

إضافة عقدة الى بنية شبكة –ART1 تدعى وحدة الإعادة (Reset Unit) كما في (الشكل ٩). (Miguel E,1998,59-72).



الشكل (٩): نظام الإعادة (Reset) المضاف الى شبكة -ART1

اشارة الاعادة (Reset): إشارة عامة لطبقة الخزن (F2) حيث أنها تعطل (Disable) أي عقدة في الطبقة الخزن عن العمل لفترة تقديم نمط الإدخال الحالي، وهذه الإشارة تطلق عند عدم وجود تطابق كافٍ بين صنف متجه الوزن التابع للعقدة النشطة في طبقة الخزن (F2) ومتجه نمط الإدخال الحالي(V.Tresp,1993,977-984).

التطابق بين متجه الوزن العلوي– السفلي (Top-Down Weight Vector) ومتجه الإدخال يحدد من خلال درجة التشابه، والتي تكون مطلوبة لوضع نمطين في نفس العنقود (الصنف) وتحدد بواسطة قيمة العتبة (Threshold) لوحدة الإعادة (Reset unit)، درجة التشابه هذه يحددها المستخدم بوصفه متغير او عامل يدعى بعامل اليقظة (Vigilance) .(V.Tresp,1993,977-984)

الغرض من عامل اليقظة (Vigilance Parameter): عامل اليقظة (P) يحدد عندما تنشط وحدة الإعادة (Reset)، هذا العامل يهيئ بقيمة حقيقة مجالها (1=>P>0) ويتغير حسب التطبيق المستخدم، عامل اليقظة يحدد درجة التشابه ما بين عنقود أو نمط مخزون حالياً في

شبكة -ART1 ونمط الإدخال الحالي ، متغير او عامل اليقظة يتصرف بوصفة صلة لإيقاف التدريب (Tiebreaker)، حيث يحدد حجم العنقود (Cluster) بشكل غير مباشر وذلك وفقا للقيمة المحددة له من قبل المستخدم.

عملية الإعادة (Reset) سوف تحدد من خلال اختبار التيقظ (Vigilance Test)، (Miguel E,1998,59-72).

$$\frac{S_x}{S_i} \prec p \quad \text{.....} \quad (3)$$

حيث يمثل:

S_x : مجموع قيم العقد صفرية في متجه التنشيط X في طبقة الإدخال F1.

S_i : مجموعة قيم العقد غير الصفرية لمتجه الإدخال الثنائي.

- إذا تحقق الشرط فان العقدة الفائزة في طبقة الخزن سوف تحرم (Inhibited) بسبب فشل التطابق (لا يوجد تشابه كافٍ) ما بين متجه الأوزان ال عليا-السفلة ومتجه الإدخال، وبذلك العقد الأخرى فقط سوف تدخل المنافسة في دورات التدريب اللاحقة (Miguel E,1998,59-72).
- عند عدم تحقق الشرط فان وحدة الإعادة (Reset) ستكون نشيطة وتنتج صلات موجبة الى طبقة الخزن، وتتم عملي اً تحديث الأوزان للعقدة الفائزة في هذه الط بقة حيث أنها العقدة (العنقود) الأكثر تشابهاً مع نمط الإدخال الحالي الجديد.

تعد شبكة -ART1 ذاكرة قصيرة الأمد (Short – Term – Memory) نسبة الى النمط النشيط في طبقتي الإدخال -F1 والإخراج -F2.

عملية المنافسة ما بين عقد الإخراج سوف تستمر الى أن يوجد تطابق مقبول أو الى أن تكون كل العقد في طبقة الخزن -F2 محرومة (Inhibited).

عندما تكون كل عقد طبقة الخزن -F2 محرومة (Inhibited) فذلك يعني أن نمط الإدخال الحالي مختلف تماما عن كل الأصناف (العناقيد) المخزونة في الشبكة، وذلك يع د إمكانية سيطرة على الضوضاء (Noise)، أي أن ا لشبكة لا تتدرب على النماذج غير المتعلقة بالموضوع (المشكلة المطلوب حلها) (Caudell T.P.,1994,1339-1350).

٨. أختيار عامل اليقظة (Vigilance Parameter)

١. القيمة العلية لعامل اليقظة مثلاً : P→1 يعني ان الأنماط المتوضعة على نفس العنقود (Cluster) يجب أن تكون متشا بهة جدا لكي تخزن في نفس الصنف وبهذا التحديد ربما

يخزن في كل عنقود نمط إدخال واحد، وهذا يجعل الشبكة اقل تعميم اً بسبب قلة النماذج فيها.

٢. القيمة الواطئة لعامل اليقظة مثلا : P→0 يعني أن الأنماط المتوضعة على نفس العنقود (Cluster) تكون درجة التشابه فيما بينها قليلة، وعدد المتجهات المخزونة في نفس العنقود يكون كبيراً، هذه ا لحالة تجعل الشبكة في مستوى عالٍ من التعميم (High Level of Generality).

إذا كانت كل عقد طبقة الخزن محرومة (Inhibited)، فهنالك إمكانية لتجاوز هذه الحالة التي تكون في بعض الأحيان معضلة على حين تكون في حالات أخرى تعزيز اً لدقة تصنيف الشبكة، من هذه الإمكانيات ممكن اختيار حالة مناسبة للموضوع المعني .G) (Towell,1992,977-984:

١. ممكن تقليل عامل اليقظة (Vigilance)، لكي يستوعب العنقود الواحد عدداً أكبر من الأنماط، أي تقليل درجة التشابه ما بين الأنماط المتوضعة على نفس العنقود.

٢. إمكانية زيادة عدد العقد في طبقة الخزن -F2، لكي يخزن فيها النمط الجديد، والأنماط القريبة الشبه منه.

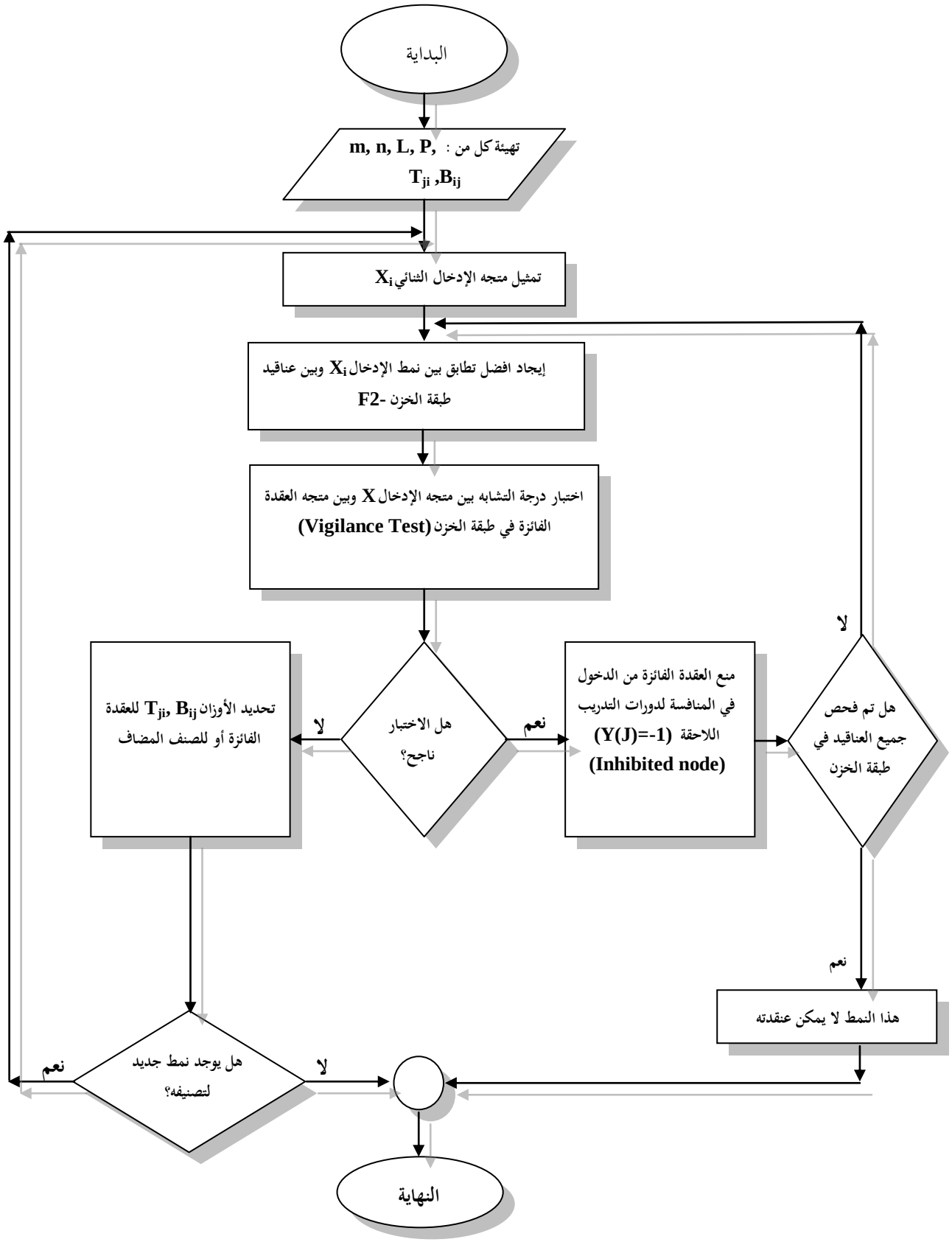
٣. تصنيف هذا النمط، بوصفه نموذجاً لا يمكن عنقدته (Cannot Be Clustered-CNC) عندما تكون الشبكة في مراحل التدريب السابقة قد أصبحت ملمة بالحالا ت ذات الصلة بالموضوع وهذه الإمكانية تمنع تمييز البيانات العشوائية.

العقد في طبقة الإدخال -F تتبع قاعدة اثنين– من– ثلاثة، نلاحظ أن كل عقدة في هذه الطبقة لها ثلاث مصادر للإدخال:

- نمط الإدخال نفسه.
- طبقة الخزن أي متجه الوزن العلوي – السفلي (Top-Down Weight Vector).

القاعدة تنص على ان عقد الإدخال يمكن أن تصبح نشيطة فقط إذا استلمت الإدخال على الأقل من اثنين من المصادر الآنفة الذكر ، اذن، إذا كان مصدر إدخالٍ واحدً نشيطاً فان طبقة الإدخال F1 سوف لن تولد ناتجاً بمعنى انه تم تدريب شبكة -ART1 على النمط المدخل. (V.Tresp,1993,977-984)

٩. المخطط الانسيابي العام لشبكة ART1-



الشكل (١٠): المخطط الانسيابي لشبكة ART1-

١٠. خوارزمية التدريب لشبكة -ART1

: (V.Tresp,1993,977-984)،(Caudell T.P.,1994,1339-1350)

يتم استخدام الرموز التالية في خوارزمية تدريب شبكة ART1 :

n: عدد مكونات متجه الإدخال (Input Vector).

m: العدد الأعظمي للعناقيد التي يمكن تشكيلها.

B_{ij}: الأوزان السفلى – العليا، القادمة من الوحدة X في الطبقة-F1 إلى الوحدة Y في الطبقة-F2.

T_{ji}: الأوزان العليا–السفلى، القادمة من الوحدة Y في الطبقة-F2 الى الوحدة X في الطبقة-F1.

P: عامل اليقظة (التحذير).

I: متجه الإدخال الثنائي (بـ n عنصر).

X: متجه التنشيط (Activation Vector) للطبقة -F1.

||X|| : القيمة المطلقة للمتجه (Norm x)، والذي هو حاصل جمع مكونات المتجه X.

L: عامل يمثل نسبة التعلم (Learning Rate).

يتم استقرار الشبكة اعتماداً على طريقة التعلم السريع والاوزان الناتجة عن استخدام طريقة التعلم السريع تكون مناسبة لعينات الدخل المستخدمة في شبكات -ART1 ومن ثم يتم تحديد الأوزان النهائية بشكل اسهل كما في المعادلتين التاليتين :

$$B_{ij}(new) = \frac{L \cdot X_i}{L - 1 + ||X||} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

$$T_{ji}(new) = X_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

التعلم السريع(Fast Learning): يعني وضع متغير او بارامتر في نظرية الرنين التكيفية والذي يمثل (L)، وفقا له تكون سرعة التعلم عالية بشكل كافٍ حيث الأوزان يمكن أن تصل الى القيم المقاربة طالما الإدخال الحالي موجود

خوارزمية التدريب :

: (V.Tresp,1993,977-984)،(Caudell T.P.,1994,1339-1350)

الخطوة ١ :

تهيئة المعاملات	تهيئة الاوزان
$L > 1$	$B_{ij} = \frac{L}{L - 1 + n}$
$0 < P <= 1$	$T_{ji} = 1$

الخطوة ٢: طالما شرط التوقف لم يتحقق، نفذ الخطوات ٣-١٤.

الخطوة ٣: من اجل كل دخول تدريب، نفذ الخطوات ٤-١٣.

الخطوة ٤: وضع تنشيطات كل وحدات الطبقة F2- بقيم صفرية.

الخطوة ٥: حساب (القيمة المطلقة) لمتجه I

$$||I|| = \sum S_i$$

S_i : Sample input pattern

الخطوة ٦ : أرسال إشارة الدخل من والوحدة F1(a) الى الطبقة F1(b)

$$X_i = S_i$$

الخطوة ٧ : من اجل كل عقدة ليست محرومة في الطبقة F2-

If $y_j = -1$ then

$$y_j = \sum B_{ij} X_i$$

الخطوة ٨: طالما شرط إعادة التوضع محقق، نفذ الخطوات ٩-١٢.

الخطوة ٩: أيجاد الوحدة J حيث $y_J >= y_j$ لكل العقد j حيث أن:

If $y_J \neq -1$

كل العقد تحرم ولا يمكن لهذه العينة أن تتشكل داخل عنقود.

الخطوة ١٠: اعادهحساب تنشيط الوحدة X من الطبقة F1(b) بالشكل:

$$X_i = S_i \cdot T_{ji}$$

الخطوة ١١: حساب نورم المتجه X

$$||X|| = \sum_i X_i$$

الخطوة ١٢: اختبلو شرط إعادة الوضع (التصفير)

$$\text{If} \quad \frac{||X||}{||I||} < P \text{ Then } Y_J = -1$$

عندئذٍ يتم الانتقال إلى الخطوة ١٣

الخطوة ١٣ : تحديث أوزان العقد J (باستخدام أسلوب التعليم السريع)

$$B_{ij}(new) = \frac{L \cdot X_i}{L - 1 + ||X||}, \quad T_{ji}(new) = X_i$$

الخطوة ١٤: اختبر شرط التوقف.

يتم التوقف اذا تم تحقيق احدى الحالات الاتية :

١. لا تغير في الاوزان.
٢. لا يوجد أي وحدة تم إعادة توضعها.
٣. الوصول إلى العدد الأعظم من عدد التكرارات.

الخطوة ١٥: في حالة النمط لايمكن عنقدته او لايوجد نمط جديد لتصنيفه فـيتم الانتقال الى الخطوة ١٦، اما في حالة وجود نمط جديد لتصنيفه فيتم الانتقال الى الخطوة ٢ .

الخطوة ١٦: توقف الخوارزمية .

١١. نتائج تنفيذ نظام تحديد الطبقات الصخرية للأرض باستخدام شبكة النظ رية الرنينية التكيفية (ART1)

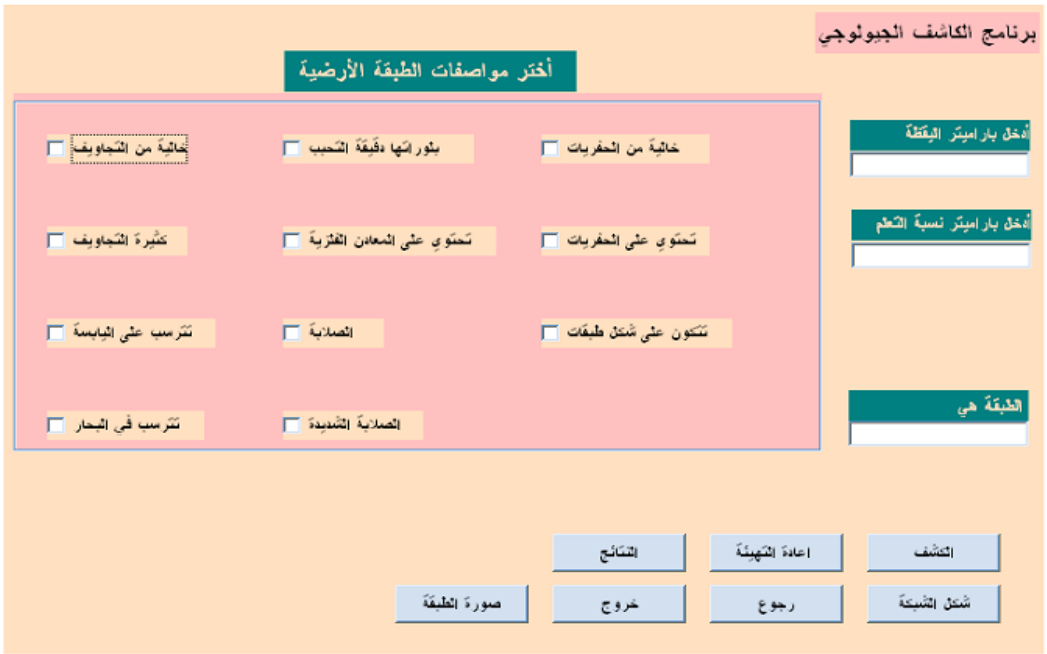
تم بناء وتطوير برمجيات تختص لتحديد التركيب الداخلي للكرة الأرضية ومجاميع الصخور الأرضية باستخدام شبكة عصبية اصطناعية وهي شبكة نظرية الرنين التكيفية Adaptive Resonance Theory Network(ART1). تمتلك الشبكة خمسة عناقيد كل عنقود يمثل إحدى الطبقات الأرضية التي تم تحديدها عن طريق مواصفات وميزات كل طبقة.

هنالك عدد من الطبقات الجيولوجية في علوم الأرض ولكن في بحثنا تم اختيار خمسة طبقات أرضية مع صفاتها التي ذكرت في الفقرة (٤) وهي طبقة الصخور النارية ، طبقة الصخور النارية السطحية ، طبقة الصخ ور الرسوبية القارية ، طبقة الصخور الرسوبية البحرية ، طبقة صخور الشيست حيث تقوم الشبكة بتحديد الطبقة الأرضية من خلال البيانات التي يدخلها المستخدم إلى الشبكة ، وقد تم برمجة شبكة نظرية الرنين التكيفية (ART1) باستخدام لغة البرمجة المرئية (Visual Java) في تنفيذ خوارزمية الشبكة ، وكذلك تصميم واجهات عرض مناسبة للمستخدم لأغراض إدخال البيانات ومعرفة النتائج.

تتألف البرمجيات المستخدمة في هذا البحث من برنامج رئيس ي ومجموعة من الدوال البرمجية والتي تُنفذ ضمن البرنامج الرئيس عند استدعائها .

يتألف البرمجيات من مجموعة من واجهات العرض التي استخدمت لإغراض متعددة.

من خلال الواجهة الرئيسية يتم إدخال مواصفات الطبقة الأرضية التي نود الكشف عن ها من جانب المستخدم ومعرفة نوع الطبقة الأرضية الناتجة، إدخال عامل اليقظة (0<P<= 1)، إدخال متغير يمثل نسبة التعلم وكما مبين بالشكل(١١):

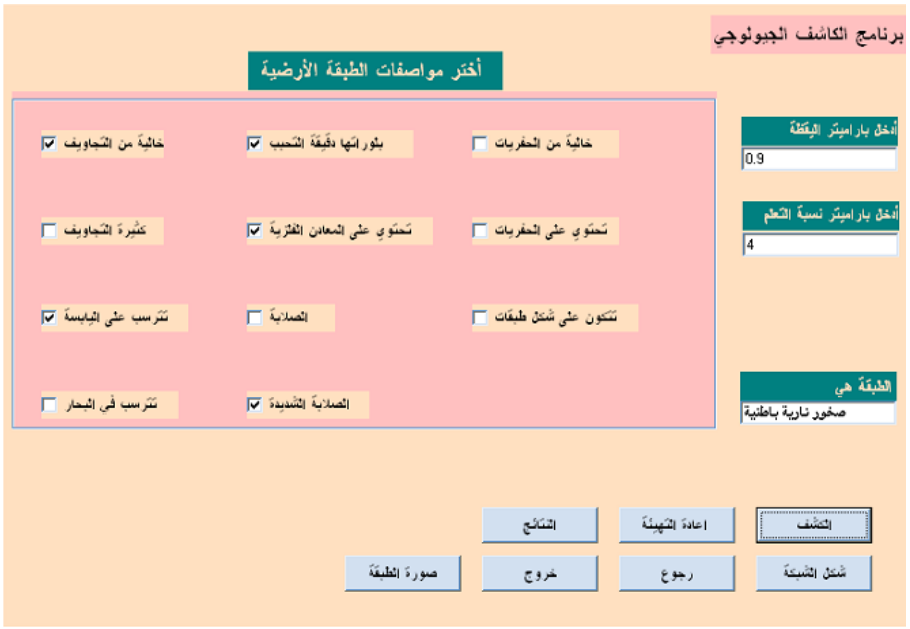


الشكل (١١): الواجهة الرئيسة

عملية تنفيذ البرنامج تتم عندما يتم الكبس على زر (الكشف) بعد أن يتم إدخال مواصفات الطبقة الأرضية لمعرفة الطبقة التي تمتلك هذه المواصفات، فإذا كانت المواصفات المختارة مطابقة لأحد الطبقات الأرضية المحددة في البرنامج فسوف تكون نتيجة الكشف باستخدام شبكة النظرية الرنينية التكيفية (ART1) طبقة أرضية واحدة فقط وكما مبين بالشكل (١٢):

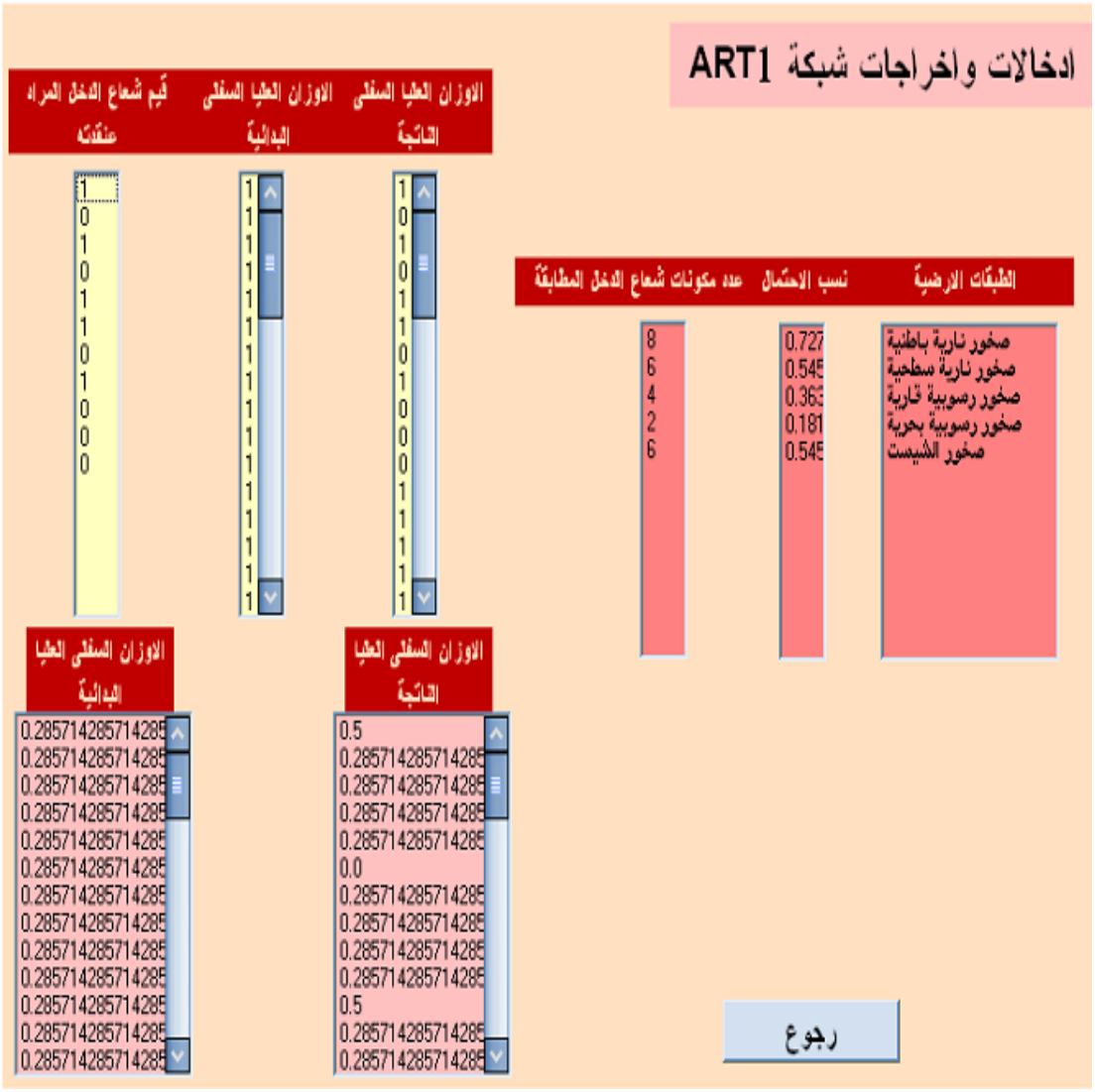
الشكل (١٢): واجهة الكشف

أما إذا كانت المواصفات المختارة غير مطابقة كليا لأي طبقة من الطبقات الأرضية المحددة في البرنامج فسوف تكون نتيجة كشف الطبقة التي تمتلك اكبر نسبة احتمال ظهور من الطبقات الأخرى وكما موضح بالشكل (١٣):



الشكل (١٣): واجهة الكشف

فيتم الكبس على زر (النتائج) ليتم الإطلاع على البيانات المدخلة للشبكة والنتائج التي تم الحصول عليها خلال عملية تدريب الشبكة. وكما في الواجهة المبينة بالشكل (١٤) :



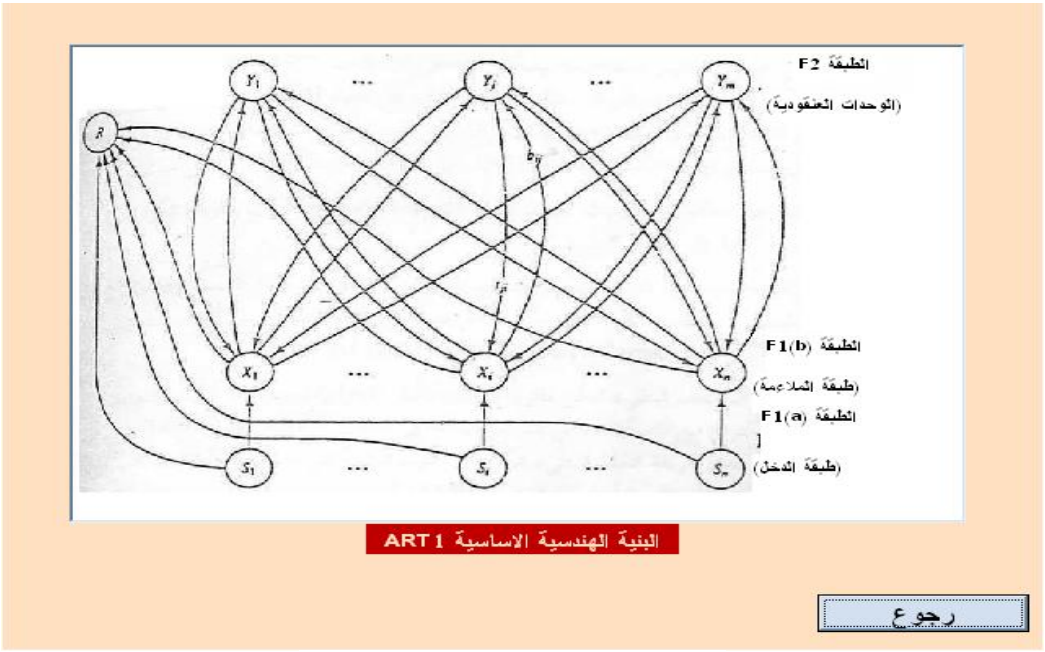
الشكل (١٤): واجهة عرض النتائج

تعد واجهة النتائج أهم واجهة في البرنامج لأنه من خلالها يتم تحديد أية طبقة أرضية قد تم تحديدها، فضلاً عن معرفة قيم الأوزان العلي السفلى الناتجة وقيم الأوزان السفلى العليا الناتجة ونسبة الاحتمال التي من خلالها يتم تحديد نوع الطبقة الجيولوجية الأرضية الناتجة فكلما كانت نسبة الاحتمال مقاربة للقيمة (١) يتم اختيار الطبقة الأرضية المقابلة لقيمة نسبة الاحتمال.

أما عند الكبس على زر (إعادة التهيئة) فانه يستخدم من اجل إعادة تهيئة البرنامج من جديد وذلك بإلغاء المواصفات التي تم اختيارها وكذلك النتائج التي تظهر عند استخدام زر (النتائج).

أما عند الكبس على زر الوجوع فانه يستخدم للرجوع إلى الواجهة الرئيسة أما عند الكبس على زر خروج فانه يستخدم للخروج من البرنامج.

وعند الكبس على زر (شكل الشبكة) يستخدم للإطلاع على شكل شبكة نظرية الرنين التكيفية (ART1) والتي تم استخدامها في هذا البرنامج، وكما في الواجهة الآتية:



الشكل (١٥): واجهة شكل الشبكة

أما عند الكبس على زر (صورة الطبقة) فانه يستخدم للإطلاع على صورة الطبقة الناتجة من عملية الكشف وكما في الواجهة الآتية:

الشكل (١٦): واجهة شكل الطبقة الأرضية

المصادر

١. الناصر، د.رمزي خضر، العمري، د.فاروق صنع الله، (2002)، "علم الطبقات".

٢. جميل، د.عادل كمال ، هرمز ، د.مازن يوسف ، (١٩٨١)، "علم الصخور "، كلية العلوم ، جامعة بغداد.

٣. "الكون – طبقات الأرض"، ٢٠٠٦، حقوق النشر alnomrosi.net .
www.maknoon.com/e3jaz/new_page_37.htm

٤. مرجان، هيثم، "JAVA 2"، 2001، الشعاع للنشر والعلوم، سوريا حلب.

5. A.-H. Tan., 1997, "Cascade ARTMAP: Integrating neural computation and symbolic knowledge processing", IEEE Transactions on Neural Networks, 8(2):237{250}.

6. Caudell, T. P., Smith, S. D. G., Escobedo, R., and Anderson, M., 1994, NIRS: "Large scale ART–1 neural architectures for engineering design retrieval", Neural Networks, 7:1339-1350.

7. "Earth Science Records", Geology - com News, Images code and content of this website are property of Geology.com.© 2005-2008 Geology.com. All Rights Reserved.

8. Gail A. Carpenter and Stephen Grossberg, April- 2002, "ADAPTIVE RESONANCE THEORY", Boston University, Department of Cognitive and Neural Systems. gail@bu.edu, steve@bu.edu

9. G. G. Towell, J. W. Shavlik, and M. O. Noordewier., 1990, "Renement of approximately correct domain theories by knowledge-based neural networks", In Proceedings, 8th National Conference on AI, Boston, MA, pages 861{866. AAAI Press/The MIT Press}.

10. G. G. Towell and J. W. Shavlik., 1992, "Interpretation of Artificial neural networks: Mapping knowledge-based neural networks into rules". In Advances in Neural Information Processing Systems 4, pages 977{984. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.

11. Howari, Dr. Fares M.,2000, "The Earth". http://faculty.uaeu.ac.ae/fhowari/images/envgeology/earthslids2_arabic.htm fhowari@uaeu.ac.ae

12. Lin, C. & Chen, H. (1996), "An automatic Indexing and Neural Network Approach to Concept Retrieval and Classification of Multilingual (Chinese-English) Documents". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part B: Cybernetics, 26(1), 75-88.

13. Miguel E. Ruiz, Padmini Srinivasan, 1998, "Automatic Text Categorization Using Neural Networks", School of Library and Information Science, The University of Iowa, Medford: New Jersey, pp 59-72.

14. V. Tresp, J. Hollatz, and S. Ahmad., 1993, "Network structuring and training using rule-based knowledge. In Advances in Neural Information Processing Systems", pages 977{984}. San Mateo, CA:Morgan Kaufmann.