

## اكتشاف أورام الثدي في صور الرنين المغناطيسي وتصنيفها باستخدام تقانة Neuro Fuzzy

الدكتورة بلسم عيد\*

طارق برهوم\*\*

(تاريخ الإيداع 9 / 6 / 2013. قُبِلَ للنشر في 31 / 7 / 2013)

### ▽ ملخص ▽

تقدم الدراسة طريقة جديدة لاكتشاف أورام الثدي في صور الرنين المغناطيسي وتصنيفها، وذلك باستخدام تقانات معالجة الصورة و الشبكات العصبية الاصطناعية والمنطق الضبابي. تتضمن هذه الطريقة ثلاث مراحل أساسية ، يتم ضمن المرحلة الأولى اكتشاف المناطق ذات الأهمية (المناطق المرئية في الثدي) واستخراجها ،بينما يتم في المرحلة الثانية تحديد السمات المستخدمة في التصنيف والتشخيص واستخلاصها ، أما المرحلة الثالثة فتتضمن تصنيف المناطق ككتل ورمية سليمة أو خبيثة . تتضمن الدراسة أيضاً مقارنة نتائج الطريقة المقترحة مع الطرق الأخرى في هذا المجال . تم تطبيق الطريقة على قاعدة بيانات مكونة من 96 صورة رنين مغناطيسي تصاحبت كل منها مع التقرير الطبي المرافق بهدف التحقق من صحة الاكتشاف والتصنيف .

**الكلمات المفتاحية :** الرنين المغناطيسي ، التعرف على النماذج ، سرطان الثدي ، اكتشاف أورام الثدي وتصنيفها ، المنطق الضبابي ، الشبكات العصبية الصناعية ، معالجة الصورة .

\* مدرسة - قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين- اللاذقية -سورية.  
\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير)- قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية .

## Breast tumors detection and classification in magnetic resonance images using Neuro Fuzzy technique

Dr. Balsam Eid\*  
Tarek Barhoum\*\*

(Received 9 / 6 / 2013. Accepted 31 / 7 / 2013)

### ▽ ABSTRACT ▽

A new approach for Breast tumors detection and classification in magnetic resonance images proposed based on artificial neural networks, fuzzy logic and image processing techniques. The proposed approach is divided into three basic steps. The first step detects and extracts regions of interests (suspect areas). The second step includes the process of features extraction which used in the classification and diagnosis process .The third step classifies extracted areas into benign or malignant tumors. This study Includes a comparison between the proposed method and other methods in this field of study .The proposed approach is applied on database containing 96 breast MR images, each of which accompanied with its medical report in order to validate the detection and classification.

**Keywords:** Magnetic resonance, Pattern recognition, Breast cancer, Breast tumors detection and classification, Fuzzy logic, Neural networks, Image processing.

---

\* Assistant Professor, Department of Computers and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Lattakia, Syria .

\*\* Postgraduate Student, Department of Computers and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Lattakia, Syria .

## مقدمة:

يعد الفحص المباشر من قبل الطبيب لصور الرنين المغناطيسي للثدي الطريقة التقليدية الأكثر شيوعاً لتشخيص الأورام. وتعتبر هذه الطريقة غير فعالة من أجل كمية كبيرة من البيانات، حيث من المحتمل جداً تشابه الكتل الخبيثة والسليمة في الشكل. من الأسباب الأخرى التي تجعل من عملية التشخيص عملية صعبة هي مشكلة سهو الطبيب إذ يعود من 10% إلى 30% من سرطان الثدي، الذي لم يتم كشفه خلال التصوير الدوري للثدي إلى سهو الطبيب [1]. وكذلك تؤثر عدد الصور التي يشخصها الأطباء كل يوم في دقة تشخيصهم، فمع ازدياد حجم العمل اليومي تزداد نسبة الخطأ نتيجة للإجهاد. كذلك فإن صور الرنين المغناطيسي تحتوي دائماً على ضجيج ناجم عن أداء المشغل والتي يمكن أن تؤدي إلى أخطاء خطيرة في التشخيص، وعدم دقة في النتائج لذلك يمكن تحسين تفسير صور الرنين المغناطيسي عن طريق تحسين أداء طبيب الأشعة ومساعدته على التشخيص الصحيح باستخدام تقانات الذكاء الصناعي و الأنظمة الحاسوبية [2]. أظهر استخدام تقانات الذكاء الصناعي كالشبكات العصبية الاصطناعية والمنطق الغيمي إمكانات كبيرة في هذا المجال. لذلك تم الاعتماد على إحدى الخوارزميات الضبابية وتقانة الـ ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) في عمليات التصنيف والاكتشاف.

تم تطوير العديد من التقانات لكشف أورام الثدي وتصنيفها. من هذه التقانات مايعتمد على الخصائص المكانية لسمات الصورة حيث تمت الاستفادة من التمثيلات المتعددة المقاييس للصور [3]. وتعتمد طرائق أخرى على خوارزمية المنطقة المتنامية (growing region algorithm) لتقطيع الصورة إلى مناطق الاهتمام ومناطق الخلفية كما تعتمد على الخوارزمية الجينية للتصنيف [4]. ومن جهة أخرى فقد اعتمد آخرون على تقانة Kalman filter- (KFLM) based linear mixing method لتحسين التباين وتصنيف الأنسجة [5]. وقد قام باحثون أيضاً بتقديم دراسة حول تصنيف الكتل السرطانية واكتشافها في الصور الفوق صوتية للثدي وذلك بالاعتماد على أسلوب Fuzzy support vector machine (FSVM) [6]. كما تم اقتراح تقانة جديدة للتعرف على سرطان الثدي باستخدام أسلوب Hidden Markov model (HMM) fuzzy approach استطاعوا باستخدام هذا الأسلوب تمييز الأورام الخبيثة عن الأورام الحميدة [7]. وأخيراً اعتمد بعض الباحثين على تقانة Support vector machine (SVM) للتمييز بين الأنسجة الطبيعية، وغير الطبيعية [8].

إن أكبر مشكلة واجهت الباحثين في أثناء تنفيذ تقانة التجزئة للصورة هي الضجيج الذي تكتسبه الصورة وكذلك تداخل الكثافة (overlapping intensities). حيث تزداد الصعوبة في كشف الكتل مع ازدياد كثافة الأنسجة باعتبار أن بُنى الأعضاء المختلفة تملك خصائص أنسجة مختلفة. وأيضاً تزيد في صعوبة الكشف بعض التغيرات التشريحية التي تختلف من شخص إلى آخر، كما يمكن أن تؤثر الأوعية الدموية في الصور الملتقطة، والتي يمكن أن تؤدي إلى بعض الضجيج.

يقدم البحث طريقة جديدة لاكتشاف أورام الثدي في صور الرنين المغناطيسي وتصنيفها، وذلك باستخدام تقانات معالجة الصورة وتقانة تعتمد على الدمج بين الشبكات العصبية الاصطناعية والمنطق الضبابي.

الفقرات التالية ستقدم توصيفاً للطريقة المقترحة لاكتشاف الأورام في صور الرنين المغناطيسي للثدي وتصنيفها، إذ تتضمن الفقرة (2) أهمية البحث وأهدافه، وتوضح الفقرة (3) طرق البحث ومواده، بينما تبين الفقرة (4) الاختبار العملي والنتائج وتتضمن الفقرة (5) الاستنتاجات والتوصيات.

## أهمية البحث وأهدافه:

مع تطور تقانات التصوير الطبية نتيجة التطورات الحاصلة في المجالات الحاسوبية المختلفة ظهرت فجوة بين ما تقدمه هذه التقانات من بيانات طبية تحتوي على معلومات دقيقة ومهمة، وبين قدرات العناصر البشرية المحدودة على تحليل هذه المعلومات . الأمر الذي دفع باتجاه إيجاد حلول حاسوبية مساعدة في عملية التشخيص تقدم رأياً ثانياً مساعداً لهذه العناصر البشرية .

إن استخدام الأنظمة الحاسوبية في هذا المجال أصبح أمراً في غاية الأهمية نظراً لأنه سيعطي نتائج أكثر دقة تساعد العنصر البشري في تحسين النتائج وتخفيض معدل الخطأ ، والذي من الممكن أن يساعد في إنقاذ أرواح بشرية . فالهدف الأساسي من هذا البحث هو تصميم برنامج لاكتشاف الأورام السرطانية في صور الرنين المغناطيسي للثدي وتصنيفها، والذي يمكن أن يحل محل طرق الفحص البصرية الحالية من قبل الطبيب ويساهم في تخفيض عدد الخزعات الجراحية غير الضرورية و زيادة الوثوقية وذلك بالمساعدة على التشخيص الصحيح .

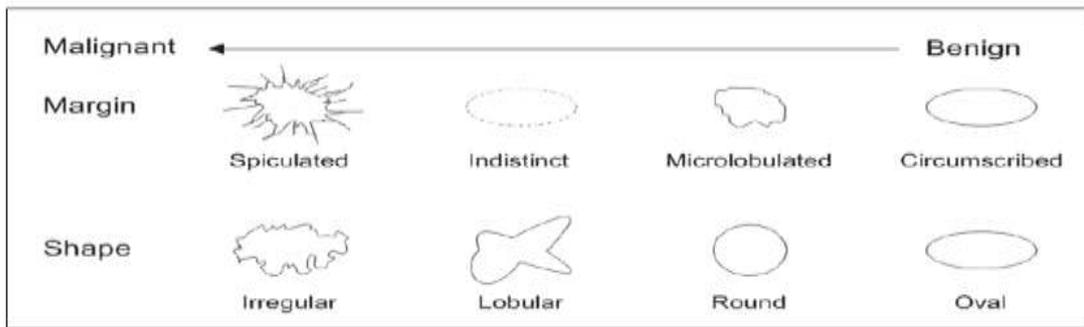
## طرائق البحث ومواده :

تعتمد الطريقة المقترحة لتشخيص الورم على مرحلتين أساسيتين : الأولى منهما اكتشاف الورم واستخراجه اعتماداً على العقدة باستخدام خوارزمية Fuzzy C means و العمليات المورفولوجية والثانية تصنيف الورم باستخدام تقانة الـ Neuro-fuzzy التي تقوم على الدمج بين الشبكات العصبية والمنطق الضبابي .

تم اختبار النظام المقترح باستخدام قاعدة بيانات مكونة من 96 صورة رنين مغناطيسي تم الحصول عليها من قاعدة بيانات المعهد العالمي للسرطان في الولايات الأمريكية National Cancer Institute [15] وهي صور حالات مخصصة للباحثين For Researchers تصاحبت كل منها مع التقرير الطبي المرافق حيث استخدمت هذه التقارير للمقارنة مع النتائج للتحقق من صحة الاكتشاف والتصنيف .

**الأورام الخبيثة :** تظهر كتلة الورم الخبيث في الصور الشعاعية للثدي على شكل كثافة غير متجانسة المحتوى، وغالباً تكون بمحيط مشرشر على شكل أسنان المشط ( Spiculated ) حوالي 60% من حالات الأورام الخبيثة، أو تكون من دون مظهر وصفي محدد أو بشكل غير منتظم .

**الأورام السليمة :** تظهر بشكل كثافة ورمية صغيرة بشكل دائري أو بيضوي بحدود واضحة ومحتوى متجانس . يعتمد أطباء الأشعة في تشخيص كتل الثدي على أعينهم وعلى خبراتهم السابقة. يستخدم أطباء الأشعة بشكل رئيسي صفات مميزة مستقاة من شكل الكتلة .



الشكل (1) يبين الاختلاف بين الأورام الحميدة والخبيثة

### 3-1 التشخيص بمساعدة الحاسوب: ( CAD ) (Computer –Aided Diagnosis ) [9]:

يعرف التشخيص بمساعدة الحاسوب بأنه التشخيص الذي يقوم به الطبيب بالاعتماد على نتائج التحليل الآلي المحوسب للصور الطبية كراي ثانٍ في كشف الآفات والوصول إلى التشخيص الصحيح، وبطبيعة الحال فإن الطبيب هو من يقوم بإعطاء التشخيص النهائي .

إن عملية التشخيص بمساعدة الحاسب مازالت تستخدم حتى الآن، بوصفه قارئاً ثانياً مساعداً ، وبالتالي لا يعتمد التقييم النهائي لهذه العملية على قدرتها على استنتاج التشخيص النهائي بمفردها ، وإنما إلى أي درجة سوف يتحسن أداء الأطباء في عملية التشخيص . ويقسم نظام تشخيص الأورام بمساعدة الحاسوب إلى ثلاثة أجزاء :

1- مرحلة الاكتشاف وتتضمن تحديد المناطق ذات الأهمية (المناطق المرية في الثدي)

2- تحديد السمات التي سيتم الاعتماد عليها في التصنيف، واستخلاصها.

1- تصنيف المناطق بوصفها كتلاً ورميةً سليمة أو خبيثة.

### 3-2 العنقدة باستخدام FCM ( Fuzzy C-means Clustering ) [10][11]:

هي خوارزمية لجمع عدد من البيانات استناداً إلى خصائص هذه البيانات وسماتها، وتتم عملية التجميع من خلال تقليل المسافات بين البيانات ومركز العنقود (cluster centroid) ، كل نقطة بيانات تنتمي إلى مجموعة لها درجة انتماء معينة إلى عضوية الصف، كما أنه يمكن لنقطة معينة أن تنتمي لعدة مجموعات مع درجة من الانتماء التي تحدها عضوية الصفوف بين 0 و 1 وتتم هذه الخوارزمية من خلال الخطوات الآتية :

1-حساب احداثيات مراكز التجميع.

2-حساب المسافة بين كل البيانات ومراكز التجميع.

3-تجميع البيانات وتنظيمها في مجموعات بناء على أقل المسافات بين المركز ونقاط البيانات.

4-إعادة تنفيذ الخطوات من 1 - 3 حتى الوصول إلى حالة الثبات.

### 3-3 نظام الاستدلال العصبي الضبابي المتكيف (ANFIS): [2]

هو مزيج من الشبكات العصبية الاصطناعية والأنظمة الضبابية بحيث يتم استخدام خوارزميات الشبكات العصبية الاصطناعية لتحديد بارامترات النظام الضبابي . تقلل الـ ANFIS إلى حد كبير من الجهد المبذول في التحسين اليدوي لبارامترات النظام الضبابي إذ تستخدم الشبكات العصبية للضبط الأتوماتيكي لبارامترات النظام مثلاً حدود توابع العضوية والتي تفود إلى تحسين الأداء من دون تدخل المشغل .

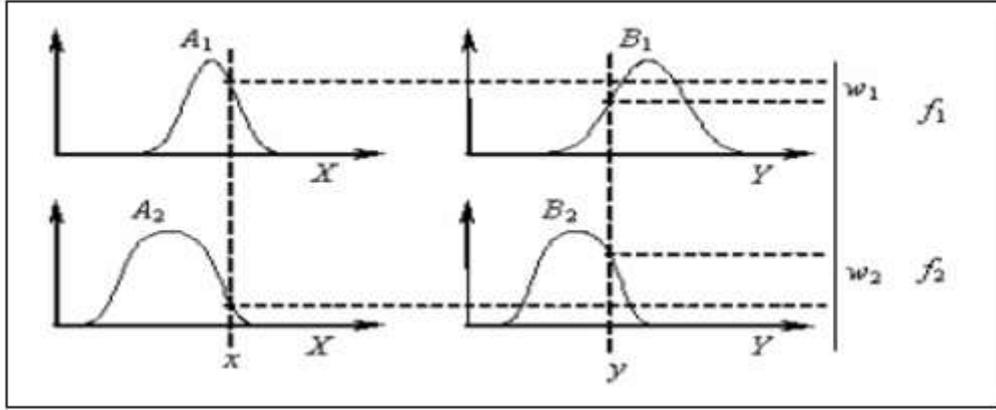
بنية نظام (ANFIS) :

هو نظام sugeno الضبابي حيث تم وضعه في إطار عمل الأنظمة المتكيفة لتسهيل عمليات التعلم والتكيف من قبل Jang عام 1993 . وإن فضاء العمل هذا يجعل من نمذجة الـ ANFIS أكثر منهجية وأقل اعتماداً على معرفة الخبراء . ولعرض بنية الـ ANFIS هناك قاعدتان ضبابيتان تؤخذان بالحُسابان :

$$1. \text{ If } x \text{ is } A_1 \text{ and } y \text{ is } B_1, \text{ then } f_1 = p_1x + q_1y + r_1$$

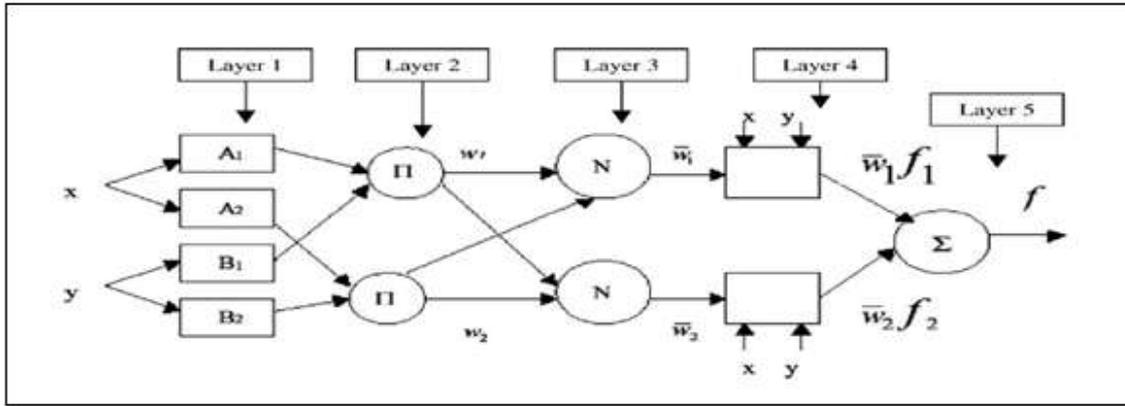
$$2. \text{ If } x \text{ is } A_2 \text{ and } y \text{ is } B_2, \text{ then } f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

حيث  $x$  و  $y$  هي مداخل و  $A_i$  و  $B_i$  هي مجموعات ضبابية ،  $f_i$  هي المخرج في المنطقة الضبابية المحددة بواسطة القاعدة الضبابية و  $q_i$  و  $p_i$  و  $r_i$  هي بارامترات التصميم التي يتم تحديدها أثناء عملية التدريب . والشكل (2) يوضح آلية الاستدلال لنموذج sugeno الذي يعد اساس نموذج الـ ANFIS :



الشكل (2) نموذج نظام sugeno الضبابي بمدخلين وقاعدتين ضبابيتين

إن بنية الـ ANFIS لتطبيق هاتين القاعدتين يظهر في الشكل الآتي، إذ تدل الدائرة على عقدة ثابتة بينما يدل المربع على عقدة متكيفة. إن نظام الاستدلال العصبي الضبابي المتكيف يتكون بشكل أساسي من بنية مكونة من خمس طبقات يوضح الشكل (3) بنية شبكة الـ ANFIS :



الشكل (3) بنية الـ ANFIS

في الطبقة الأولى ، جميع العقد هي عقد متكيفة ، إن مخارج الطبقة الأولى هي درجة عضوية ضبابية للمداخل والتي تعطى بالعلاقة :

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \quad i = 1, 2 \quad (1)$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y) \quad i = 3, 4. \quad (2)$$

حيث  $\mu_{A_i}(x)$ ,  $\mu_{B_{i-2}}(y)$  يمكن أن تأخذ أي تابع عضوية ضبابي وكمثال؛ إذا أعطي تابع العضوية ذو الشكل الجرسى  $\mu_A(x)$  والذي يمثل بالمعادلة الآتي :

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{a_i} \right|^{2b}} \quad (3)$$

حيث  $a_i, b_i, c_i$  هي بارامترات تابع العضوية التي تنظم التوابع ذات الشكل الجرسى وفقاً لها .  
في الطبقة الثانية العقد الموجودة هي عقد ثابتة تم عنونها بـ  $\pi$  لتدل على أنها تنفذ كمضاعف بسيط . إن  
مخارج هذه الطبقة يمكن أن تمثل على النحو الآتي :

$$O_{2,j} = w_i = \mu_{A_i}(x) \mu_{B_i}(y) \quad i = 1, 2. \quad (4)$$

والتي تسمى بقوى الإطلاق لل قواعد الضبابية  
في الطبقة الثالثة تكون العقد أيضاً عقداً ثابتة، معنونة بـ  $N$  لتدل على أنها تلعب دوراً في التطبيع لقوى  
الإطلاق الموجودة في الطبقة السابقة ويمكن تمثيل خرج هذه الطبقة كما يأتي :

$$O_{3,j} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

والتي تسمى بقوى الإطلاق التي تم تطبيعها  
في الطبقة الرابعة يوجد فقط عقدة وحيدة ثابتة معنونة بـ  $\Sigma$  وهذه العقدة تنجز عملية الجمع لجميع الإشارات  
الواردة وهكذا فإن الخرج النهائي للنموذج يعطى بالشكل الآتي :

$$O_{5,j} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (6)$$

ومما سبق نجد أنه يوجد طبقتان متكيفتان في بنية الـ ANFIS هذه . وهما الطبقتان الأولى والرابعة إذ يوجد في  
الطبقة الأولى ثلاثة بارامترات قابلة للتعديل هي  $\{a_i, b_i, c_i\}$  والتي تكون مرتبطة بتوابع العضوية للدخل . وهذه  
البارامترات تسمى بالبارامترات الافتراضية (premise parameters) . أما في الطبقة الرابعة فيوجد أيضاً ثلاثة  
بارامترات قابلة للتعديل هي  $\{p_i, q_i, r_i\}$  والتي ترتبط بكثير الحدود من الدرجة الأولى وتسمى هذه البارامترات  
بالبارامترات المتتالية (consequent parameters) .

### خوارزمية التعلم للـ ANFIS [2]:

إن مهمة خوارزمية التعلم لهذه البنية هي ضبط جميع البارامترات القابلة للتعديل والتي هي  $\{a_i, b_i, c_i\}$  وكذلك  
 $\{p_i, q_i, r_i\}$  لجعل خرج الـ ANFIS مطابقاً لبيانات التدريب، فعندما تكون البارامترات الافتراضية  $\{a_i, b_i, c_i\}$  لتابع  
العضوية ثابتة عندها يمكن كتابة الخرج لنموذج الـ ANFIS على الشكل الآتي :

$$f = \frac{w_1}{w_1 + w_2} f_1 + \frac{w_2}{w_1 + w_2} f_2 \quad (7)$$

وباستبدال المعادلة (5) بالمعادلة (4.8) نجد :

$$f = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 \quad (8)$$

وباستبدال قواعد الـ If-then الضبابية بالمعادلة (8) نجد :

$$f = \overline{w_1}(p_1x + q_1y + r_1) + \overline{w_2}(p_2x + q_2y + r_2) \quad (9)$$

وبعد إعادة الترتيب يمكن التعبير عن الخرج كما يأتي :

$$f = (\overline{w_1x})p_1 + (\overline{w_1y})q_1 + (\overline{w_1})r_1 + (\overline{w_2x})p_2 + (\overline{w_2y})q_2 + (\overline{w_2})r_2 \quad (10)$$

والتي تعدّ مزيجاً خطياً من البارامترات المتتالية القابلة للتعديل  $p_1, q_1, r_1, p_2, q_2, r_2$ . إن طريقة المربعات الصغرى (Least squares) يمكن استخدامها لتحديد القيم المثلى لهذه البارامترات بسهولة. وعندما تكون البارامترات الافتراضية غير ثابتة، فإن منطقة البحث ستكون أكبر وبالتالي فإن عملية تقارب التدريب ستصبح أبطأ وبالتالي فيمكن حل هذه المشكلة عن طريق اعتماد خوارزمية هجينة من طريقة المربعات الصغرى و طريقة التدرج النسبية (gradient descent). وتتألف هذه الخوارزمية من مرور أمامي و مرور خلفي حيث تكون المربعات الصغرى في المرور الأمامي وتستخدم لتحسين البارامترات المتتالية وبحيث تكون البارامترات الافتراضية ثابتة. وما إن يتم إيجاد البارامترات المتتالية المثلى حتى يبدأ المرور الخلفي مباشرة أي بطريقة التدرج النسبية والتي تستخدم للضبط الأمثل للبارامترات الافتراضية المقابلة للمجموعات الضبابية في نطاق الدخل. إن خرج الـ ANFIS يحسب بتوظيف البارامترات المتتالية التي تم إيجادها في المرور الأمامي. إن خطأ الخرج يستخدم لملاءمة البارامترات الافتراضية وتكييفها، باستخدام خوارزمية الانتشار الخلفي القياسية. ولقد تم إثبات أن هذه الخوارزمية المختلطة لها كفاءة عالية في تدريب الـ ANFIS من قبل (Jang, 1992, 1993).

#### 3-4 - السمات المستخدمة في تصنيف الأورام [15][12][13]:

للقيام بعملية تحليل المناطق المرئية المستخرجة وتشخيصها، تم استخراج عدد من واصفات المنطقة والواصفات الشكلية والرياضية والتي ستتم عملية التصنيف بالاعتماد عليها :

الجدول (1) السمات المستخدمة في تصنيف الأورام المكتشفة

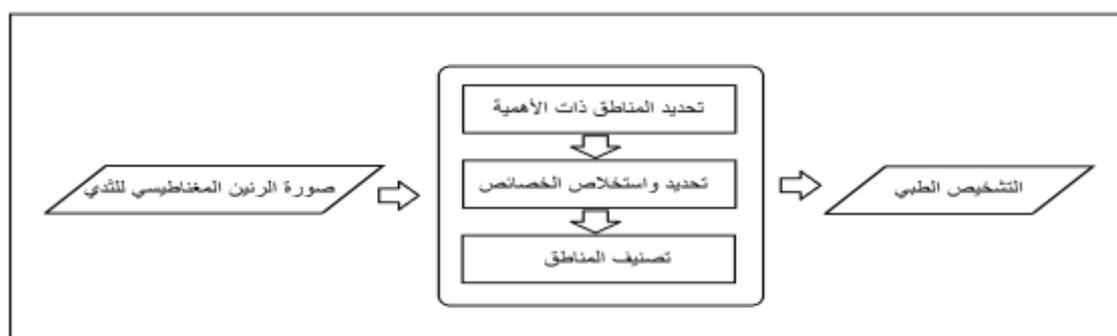
الوصف	السمة
عدد عناصر الصورة في المنطقة الورمية	المساحة Area
مساحة التحذب للمنطقة الورمية	مساحة التحذب Convex Area
عدد عناصر الصورة المحيطة بالمنطقة الورمية	المحيط Perimeter
محيط التحذب للمنطقة الورمية	محيط التحذب Convex Perimeter
المحيط امحيط التحذب	الخشونة Roughness
المحيط $2^A$ المساحة	التراص Compactness
$2^A$ المحيط * $\pi$ * 4	الاستدارة Roundness
مساحة أصغر مستطيل يحتوي المنطقة	المستطيل الأصغري Bounding box area
قطر أصغر دائرة تحتوي المنطقة	القطر الأصغري Equiv Diameter

نسبة عدد عناصر المنطقة الى عدد عناصر اصغر مستطيل	Extent المدى
طول القطر الأعظمي	Major Axis Length القطر الأعظمي
طول القطر الأصغري	Minor Axis Length القطر الأصغري
المساحة امساحة التحذب	Solidity الصلابة
معدل المسافة بين محراقي القطع الناقص الذي يحوي المنطقي إلى طول القطر الأعظمي له	Eccentricity الشذوذية

### النتائج والمناقشة :

سنقوم في هذه الدراسة باقتراح طريقة جديدة لاكتشاف أورام الثدي، في صور الرنين المغناطيسي وتصنيفها، بالاعتماد على المنطق الضبابي والدمج بينه وبين الشبكات العصبية الصناعية، ثم سنقوم بتقييم الأداء ومقارنة النتائج مع الدراسات السابقة. يبين الشكل (4) المخطط الصندوقي للطريقة المتبعة وتتضمن المراحل الآتية :

- 1- مرحلة اكتشاف الورم (المناطق المرئية) .
- 2- مرحلة استخلاص الخصائص والسمات
- 3- مرحلة التصنيف



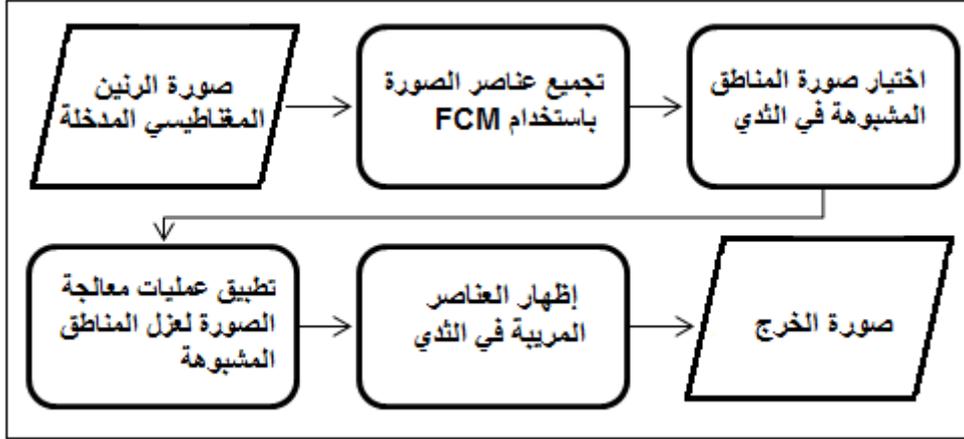
الشكل (4) مخطط صندوقي لمراحل العمل

### 4-1 اكتشاف الورم :

وذلك بتحديد المناطق ذات الأهمية وتشمل هذه المرحلة الاستخلاص الآلي للمناطق المرئية من صورة الرنين المغناطيسي للثدي ويمكن أن تكون هذه المناطق المرئية عبارة عن كتل ورمية سليمة أو كتل ورمية خبيثة . تتضمن هذه المرحلة استخدام تقانات معالجة الصورة فضلاً عن إحدى أهم خوارزميات تجميع البيانات وهي خوارزمية FCM من أجل تجميع عناصر الصورة ضمن مجموعات بحيث تتشابه عناصر المجموعة الواحدة مع بعضها مع بعض، وتختلف مع عناصر المجموعات الأخرى .

لا تعتمد خوارزمية الـ FCM على قيم عتبات ثابتة للسويات الرمادية بل يتم التعامل مع كل حالة على حدة، مما يعطي نتائج جيدة على الرغم من تباين قيم السويات الرمادية للصور الطبية الناتج عن العديد من العوامل مثل بارامترات جهاز الرنين المستخدم والمواصفات الجسمية للمريض .

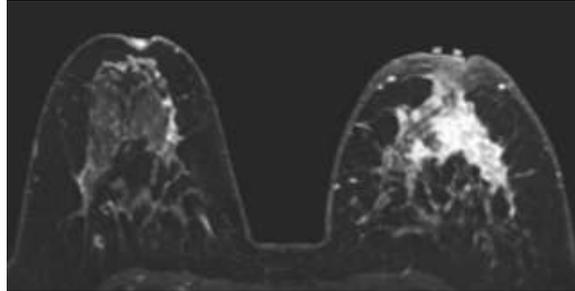
يبين الشكل (5) المخطط الصندوقي للخطوات الجزئية المتبعة ضمن مرحلة الاكتشاف :



الشكل (5) مخطط صندوقي لخطوات مرحلة الاكتشاف

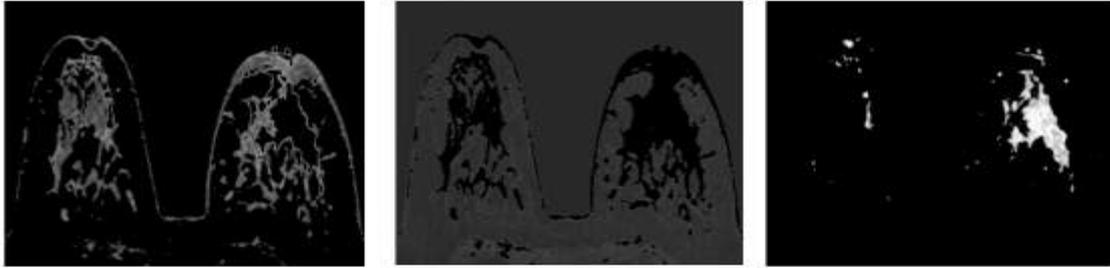
#### 1-1-4-1 العنقدة باستخدام FCM ( Fuzzy C-means Clustering ) :

يبين الشكل (6) صورة رنين مغناطيسي للثدي ويظهر في الصورة ورم في الثدي الأيمن على شكل منطقة بيضاء، لها قيم تدرج رمادي مرتفعة قياساً على بقية قيم التدرج الرمادي في الصورة :



الشكل (6) الصورة الأصلية المدخلة

بعد تطبيق العنقدة باستخدام تابع الـ FCM على صورة الرنين المغناطيسي المبينة في الشكل (6) سينتج ثلاث مجموعات عناصر ، نعيد تشكيل كل مجموعة على حدة، لتعطي جزءاً محدداً من الصورة الأصلية ، ونجد أن إحدى المجموعات ستمثل خلايا المناطق المرئية ويتم تحديدها بالاعتماد على القيمة العظمى للسويات الرمادية في كل مجموعة و ستكون هي المجموعة ذات القيمة العظمى للسويات الرمادية قياساً على متوسط السويات الرمادية في المجموعات الثلاث والشكل (7) يوضح المجموعات الثلاث إذ نلاحظ أن المجموعة الثالثة اليمنى هي التي تمثل العناصر المرئية في الثدي :



الشكل (7) صور المجموعات الثلاث الناتجة عن تطبيق العنقدة

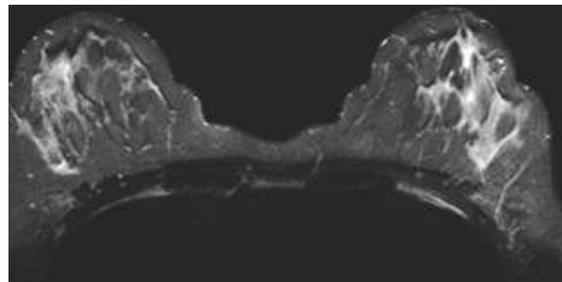
#### 4-1-2 استخلاص المناطق المرئية :

بعد الحصول على صورة منطقة العناصر المرئية نقوم بالتخلص من المناطق (الأجزاء) ذات المساحات الصغيرة جداً بالمقارنة مع مساحات المناطق المرئية التي نريد استخلاصها وذلك من خلال تحويلها إلى صورة ثنائية و تطبيق التابع المورفولوجي `bwareaopen` حيث يقوم بحذف جميع المناطق المتصلة ذات المساحات الصغيرة جداً بالمقارنة مع مساحات المناطق المرئية ويبين الشكل (8) المنطقة الورمية المستخرجة :

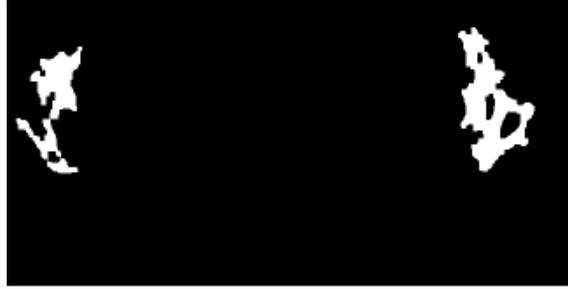


الشكل (8) المنطقة الورمية المستخرجة

يمكن للنظام اكتشاف الصور التي تحتوي على أكثر من منطقة مشبوهة وتصنيفها حيث يقوم باكتشاف كل منطقة على حدة واستخلاص السمات الخاصة بكل منطقة وكذلك إحداثيات مركز كل منطقة بالنسبة للصورة ومن ثم تشخيص كل منطقة على حدة والشكل (10) يبين استخلاص منطقتين ورميتين مشبوهتين من صورة واحدة هي الصورة المبينة في الشكل (9) :



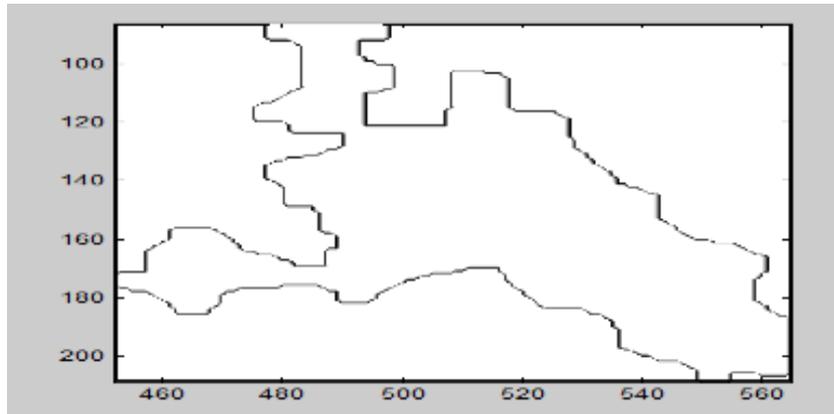
الشكل (9) الصورة الأصلية التي تحتوي على منطقتين مشبوهتين



الشكل (10) المنطقتين المشبهتين المستخرجتين

#### 2-4 مرحلة استخراج السمات (Features Extraction) :

للقيام بعملية تحليل المناطق المرببة المستخرجة وتشخيصها، تم استخراج عدد من واصفات المنطقة والواصفات الشكلية والرياضية والتي ستم عملية التصنيف بالاعتماد عليها ويوضح الشكل (11) الصورة البيانية للورم المستخرج من صورة الشكل (6) :



الشكل (10) الصورة البيانية للورم المستخرج

يبين الشكل (12) شعاع السمات المستخرج للمنطقة المشبوهة المستخرجة من الورم في الشكل (6) :



الشكل (12) شعاع السمات المستخرج للمنطقة الورمية المشبوهة

### 3-4 مرحلة التصنيف :

تتضمن مرحلة التصنيف تغذية الشبكة العصبية الضبابية بأشعة السمات المستخرجة لكل ورم من الأورام إلى الشبكة العصبية الضبابية ومن ثم تدريب الشبكة حتى تصبح قادرة على التصنيف وبعد عملية التدريب يتم تغذية الشبكة المدربة بأشعة السمات لكل ورم لتعطي التشخيص بوصفها منطقة ورمية خبيثة أو سليمة .  
يوجد العديد من الصفات التي يمكن من خلالها التمييز بين الأورام السليمة والخبيثة، لكن و بالاعتماد على أكثر الصفات التي ذكرها أطباء الأشعة عند سؤالنا عن الصفات المستخدمة لتصنيف كتل الثدي، ونظرًا لأن الأطباء يعتمدون عند قيامهم بالتصنيف على مشاعر حدسية، فقد تم اختيار أكثر السمات قدرة على التمييز بين الأورام الحميدة والخبيثة من بين السمات التي تم استخراجها في المرحلة السابقة من المنطقة المشبوهة لتكون دخل الشبكة العصبية الضبابية وهي :

1- مساحة الورم المستخرج area

2- مساحة التحدب Convex area

3- درجة الاستدارة Roundness

4- التراص Compactness

5- الخشونة Roughness

6- المدى Extent

يبين الشكل (14) السمات التي تم اختيارها من بين السمات المستخرجة للورم في الشكل (6) لتكون شعاع الدخل للشبكة العصبية الضبابية المستخدمة في التصنيف :



الشكل (14) قيم السمات المختارة في التصنيف للمنطقة الورمية المشبوهة

### تدريب الشبكة :

لاختبار النظام تم تقسيم قاعدة البيانات على الشكل الآتي :

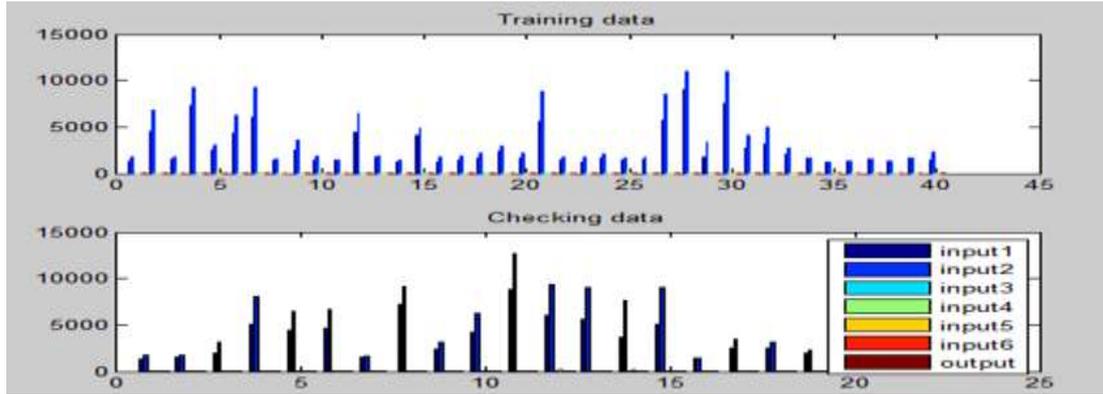
مجموعة بيانات التدريب (Train dataset) : 40 عينة لتدريب الشبكة العصبية عليها

مجموعة بيانات الاختبار (Test dataset) : 20 عينة من عينات التدريب

مجموعة بيانات التطبيق (Application Dataset) : 20 عينة غير مدربة عليها الشبكة بغاية تقييم أداء

الشبكة

يبين الشكل (15) كلاً من مجموعة بيانات التدريب وبيانات الاختبار على شكل مخطط شريطي :



الشكل (15) مخطط شريطي لمجموعة بيانات التدريب والاختبار

تم إجراء العديد من التجارب لتدريب الشبكة حتى الوصول إلى البارامترات التي تؤدي إلى أفضل خرج وتقييم الأداء لكل تجربة بالاعتماد على مجموعة بيانات التطبيق المؤلفة من 20 صورة عشوائية من قاعدة البيانات والتي أدخلت إلى الشبكة معاً ومقارنة الخرج مع النتائج المتوقعة وكانت أفضل نتيجة كما هو موضح في الجدول (2) :

الجدول (2) نتائج تدريب الشبكة

عدد مرات التكرار Epochs	نواع العضوية membership function	خطأ التدريب النهائي Final training error	معدل خطأ التدريب Average training error	زمن التدريب Training time	الدقة Accuracy
100	3	0.002684	0.005291	7854.705611	95%

يبين الشكل (16) التشخيص النهائي للمنطقة الورمية المستخرجة من صورة الشكل (7) حيث نجد أن الورم المكتشف تم تصنيفه على أنه ورم خبيث malignant وهذا التشخيص مطابق للتقرير الطبي المرافق للورم

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.
Welcome to classification stage...
Center of the tumor i...
Centroids: [513.0586 153.2221]
id   area   ConvexArea   Roundness   Compactness   Roughness   Eccentricity   EquivDiameter   Extent
4    5219    8632         0.19402    64.769       1.4886      0.77804       81.817         0.38195
boundingboxarea   MajorAxisLength   MinorAxisLength   Perimeter   Solidity
13899           127.7            80.222           581.4       0.60461
>> diagnosis
Diagnosis of this tumor is : Malignant
f3 >>
    
```

الشكل (16) التشخيص النهائي للمنطقة الورمية مع شعاع السمات المستخرج

يتضمن الجدول (3) مقارنة مع بعض الأبحاث المندرجة ضمن مجال اكتشاف أورام الثدي وتصنيفها :

جدول (3) مقارنة بين الأبحاث المنشورة بين عامي 2004 و 2011 مع النظام المقترح من ناحية تصنيف أورام الثدي :

معدل نجاح النظام	الخوارزمية المستخدمة	نوع الصور المستخدمة	اختصاص الدراسة	الباحث - تاريخ النشر
88.80%.	k-means خوارزمية	الصور الفوق صوتية	اقترح نظام تشخيص حاسوبي لتصنيف الصور الفوق صوتية لأورام الثدي إلى صنفين خبيثة وحميدة .	Dar-Ren Chen, Ruey-Feng Chang, Chii-Jen Chen, Shou-Jen Kuo, Ming Ming-Feng Ho, Shou-Tung Chen,2004[1]
80%	neuro fuzzy	صور مقطعية CT	تصنيف لصور الطب الحيوي	Rami J.Oweis, Muna J. Sunna,2005[2]
87.5%	تحليل الموجة ( wavelet analysis) و النهج العصبي الضبابي	صور الأشعة السينية (X-ray)	بناء نظام تشخيص حاسوبي لسرطان الثدي	Rafayah Mousa, Qutaishat Munib, Abdallah Moussa,2005[3]
94%	تقنية Kalman (KFLM) filter-based linear mixing method	صور الرنين المغناطيسي للثدي	اقترح نظام لتحسين التباين وتصنيف الأنسجة	Sheng-Chih Yang, Chuin-MuWang , Chung , Chun-Jung Juan , Chien-Shun Lo,2008[5]
94.25%	Fuzzy support vector machine (FSVM)	الصور الفوق صوتية للثدي	تصميم نظام لتصنيف واكتشاف الكتل السرطانية	Xiangjun Shi , H.D. Cheng , Liming Hu, Wen Ju ,Jiawei Tian ,2009[6]
97.98%	a hybrid hidden Markov Model (HMM)-fuzzy approach	صور الأشعة السينية (X-ray)	اقترح تقانة جديدة للتعرف على سرطان الثدي	Md. Rafiul Hassan , M. Maruf Hossain , Rezaul, Kotagiri Ramamohanarao ,Yos Morsi,2009[7]
96.56%	تقانة التمثيلات المتعددة الدقة Multi-resolution representations وتحويل الموجة wavelet	صور الماموغرام الرقمية	تشخيص سرطان الثدي	Mohamed Meselhy Brahim Eltoukhy Belhaouari Samir, Ibrahima Faye,2011[8]
96%	Neuro-Fuzzy system	صور الأشعة السينية	بتطوير نظام خبير لاكتشاف وتصنيف سرطان الثدي	Ali Keles , Ayturk Keles ,Ugur Yavuz,2010[14]
95%	Neuro- Fuzzy , Fuzzy C-means	صور الرنين المغناطيسي	اكتشاف وتصنيف أورام الثدي	الدراسة الحالية

نلاحظ من الجدول (3) أن تطبيق تقانة Neuro fuzzy قد حقق نتيجة جيدة بالمقارنة مع التقانات الأخرى المستخدمة في تصنيف أورام الثدي مع الأخذ بالحسبان اختلاف حجم قاعدة البيانات المستخدمة في كل بحث وكذلك نوعية الصور المستخدمة .

#### 4-4 الصعوبات التي اعترضت البحث :

كما هو الحال في جميع الأبحاث العلمية واجهتنا العديد من الصعوبات، ويمكن أن نقسم إلى صعوبات عامة يمكن أن تواجه أي دراسة بحثية، وصعوبات متعلقة بشكل مباشر بموضوع البحث الذي نقوم به، ونذكر فيما يأتي أهم هذه الصعوبات :

- 1-صعوبة الحصول على صور من نوع الصور الطبية المستخدمة في البحث في سورية وذلك نظراً لخصوصيتها ولعدم توفر أجهزة مرنان ثدي لدى المراكز الخاصة التي تقوم بتصوير الرنين المغناطيسي .
- 2-صعوبة الحصول على الملخصات ونتائج الأبحاث العلمية الحديثة ذات الصلة بموضوع البحث فغالباً ما يتم نشر هذه الأبحاث ضمن مواقع عالمية متخصصة يتطلب الاطلاع عليها اشتراكاً خاصاً .

#### الاستنتاجات والتوصيات :

- 1-العمل على تحسين التباين بين قيم السويات الرمادية للمناطق المريية والمناطق السليمة في مرحلة اكتشاف الورم من خلال تطبيق معالجة أولية مناسبة على الصور المستخدمة في البحث لزيادة الفعالية والدقة في الاكتشاف.
- 2-استخلاص سمات أخرى للأورام ودراسة أثر زيادة هذه العناصر في دقة التصنيف .
- 3-تشكيل فريق بحث يتضمن فريقاً هندسياً، يقوم بالعمل البحثي فضلاً عن طبيب أشعة، ضمن مركز شعاعي يقوم بالإشراف على تأمين البيانات(الصور الطبية) التي يتم استخدامها بالبحث , ويعد توافر الصور الطبية أحد أهم العوامل الأساسية التي تسهم في نجاح أو فشل البحث بكامله. ولا تكون في معظم الأحيان عملية الحصول على هذه الصور سهلة في ظل غياب تعاون واضح من المراكز الطبية المتخصصة.

#### المراجع :

- [1]-Dar-Ren Chen , Ruey-Feng Chang, Chii-Jen Chen, Ming-Feng Hb, Shou-Jen Kuo,Shou-Tung Chen, Shin-Jer Hung, Woo Kyung Moon, *Classification of breast ultrasound images using fractal feature*.Journal of Clinical Imaging.29, 2005, 235–245
- [2]-Rafayah Mousa, Qutaishat Munib, Abdallah Moussa, *Breast cancer diagnosis system based on wavelet analysis and fuzzy-neural*.Expert Systems with Applications.28, 2005, 713–723
- [3]-Rami J. Oweis, Muna J. Sunna, *a Combined neuro-fuzzy approach for classifying image pixels in medical applications*. Journal of electrical engineering . VOL. 56, NO. 5-6, 2005, 146–150.
- [4]-Benamrane, N. Aribi, A. Kraoula, *Fuzzy Neural Networks and Genetic Algorithms for Medical Images Interpretation* . IEEE Geometric Modeling and Imaging.24, 2006,259 – 264.
- [5]- Sheng-Chih Yang, Chuin-Mu Wang, Hsian-He Hsu, Pau-Choo Chung, Giu-Cheng Hsu,Chun-Jung Juan, Chien-Shun Lo, *Contrast enhancement and tissues*

- classification of breast MRI using Kalman filter-based linear mixing method.* Computerized Medical Imaging and Graphics. 33, 2009, 187–196.
- [6]- Xiang jun Shi , H.D. Cheng , Liming Hu, Wen Ju, Jiawei Tian , *Detection and classification of masses in breast ultrasound images.*Digital Signal Processing,20, 2010, 824–836
- [7]- Md. Rafiul Hassan, M.Maruf Hossain, Rezaul Karim Begg , Kotagiri Ramamohanarao,Yos Morsi, *Breast-Cancer identification using HMM-fuzzy approach.* Computers in Biology and Medicine.40, 2010, 240–251
- [8]- Mohamed Meselhy Eltoukhy , Ibrahima Faye , Brahim Belhaouari Samir , *A statistical based feature extraction method for breast cancer diagnosis in digital mammogram using multiresolution representation .* Computers in Biology and Medicine.42, 2012,123–128
- [9]- Dar-Ren Chen, Yu-Len Huang, Sheng-Hsiung Lin, *Computer-aided diagnosis with textural features for breast lesions in sonograms.* Computerized Medical Imaging and Graphics. 35 ,2011, 220–226
- [10]-B.Senthilkumar,G.Umamaheswari,*Combination of Novel Enhancement Technique and Fuzzy C Means Clustering Technique in Breast Cancer Detection.* Biomed Res-India 2013 Volume 24 Issue 2,252-257
- [11]- S.SAHEB BASHA, DR.K.SATYA PRASAD, *Automatic detection of breast cancer mass in mammograms using morphological operators and fuzzy c –means clustering.* Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2009,704-709.
- [12]- VALLIAPPAN Raman, PUTRA Sumari, MANDAVA Rajeswari, *A Theoretical Methodology and Prototype Implementation for Detection Segmentation Classification of Digital Mammogram Tumor by Machine Learning and Problem Solving Approach.* IJCSI International Journal of Computer Science Issues. Vol. 7, Issue 5, September 2010,38-44
- [13]- Ruey-Feng Chang, Wen-Jie Wu, Woo Kyung Moon,Dar-Ren Chen, *Automatic ultrasound segmentation and morphology based diagnosis of solid breast Tumors.* Breast Cancer Research and Treatment. 89,2005, 179–185
- [14]- Ali Keles , Ayturk Keles , Ug̃ur Yavuz , *Expert system based on neuro-fuzzy rules for diagnosis breast cancer.* Expert Systems with Applications. 38, 2011, 5719–5726
- [15]- 10/04/2013 .< <http://www.mrsc.ucsf.edu/breast/>>
- [16]- 10/04/2013 .< <https://public.cancerimagingarchive.net>>