

# بناء نظام للكشف عن سرطان الثدي بواسطة التصوير الحراري بمساعدة الحاسوب

## رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الطبية

إعداد المهندسة :زينة كسرى حدّاد

**المشرف مشارك: د. يوسف بَرّو**

**المشرف العلمي: أ.د.م. محمد فراس الحناوي**

**ملخص البحث:**

يساهم الكشف المبكر عن سرطان الثدي في تحسين فرص الشفاء، حيث يعتبر ثاني مسبب للوفاة عند النساء[1]. يمثل الماموغرام والتصوير بالأمواج فوق الصوتية أحد أهم الوسائل المستخدمة في الكشف عن وجود كتل في الثدي. وحديثاً استخدم التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء في الكشف عن المناطق المصابة بالسرطان، حيث تتصف الخلايا السرطانية بأنها ذات تروية دموية أعلى من الخلايا السليمة المجاورة فتظهر كارتفاع في درجة الحرارة في الصورة الحرارية [2].

قدمنا في هذا البحث نظام آلي لتقييم الصور الحرارية الملونة للثدي وكشف المناطق ذات درجة الحرارة المرتفعة. تتألف الخوارزمية من عدة مراحل تجزيء بهدف فصل صورة المريضة عن الخلفية وتحصيل منطقة الثديين باستخدام طريقة مجموعة السويات(level set)، يليها تحويل الصورة من الفضاء اللوني (RGB) إلى الفضاء اللوني (L\*a\*b\*)، وأخيراً تحصيل المنطقة ذات درجة الحرارة الأعلى في كل من الثديين الأيمن والأيسر باستخدام طريقة تجمع المتوسطات K. تم تغذية الشبكة العصبونية باستخدام مجموعة من الخصائص الإحصائية والتركيبية المستخلصة من الصورة الناتجة من مراحل التجزيء السابقة لكل ثدي للحصول على قرار فيما إذا كانت هذه الصورة سليمة أو تحوي على آفة خبيثة.

أظهر اختبار الخوارزمية المقترحة على قاعدة بيانات مؤلفة من 128 صورة منها 11 حالة فيها كلا الثديين مصابين بالسرطان مستوى عالي من الدقة الإجمالية والتي بلغت 97.5% والحساسية 95.7% والنوعية 98.2%. أثبت هذا النظام أنه قادر على تحقيق درجة عالية من الكفاءة للكشف عن آفات الثدي، لذلك تم ربط هذه الخوارزمية مع واجهة حاسوبية بهدف مساعدة أخصائي الأشعة في فهم وتحليل الصورة الحرارية.

### الدراسات المرجعية:

إن نوعية الصورة التي يتم استحصالها والتفسير الصحيح لها هو هدف أساسي للوصول إلى التشخيص الدقيق لكل حالة. فقد ساعدت تقدم تقنيات التصوير في الحصول على صور ذات نوعية عالية جداً مقارنة مع العقود الماضية، ومن جهة أخرى تحسنت تقنيات معالجة الصورة نتيجة تحسن كبير في تقانة الحاسوب مما سمح بتطوير نظام التشخيص المعتمد على الحاسوب (computer aided detection(CAD) لزيادة دقة الكشف عن سرطان الثدي[3]. ومن أهم الدراسات في هذا المجال:

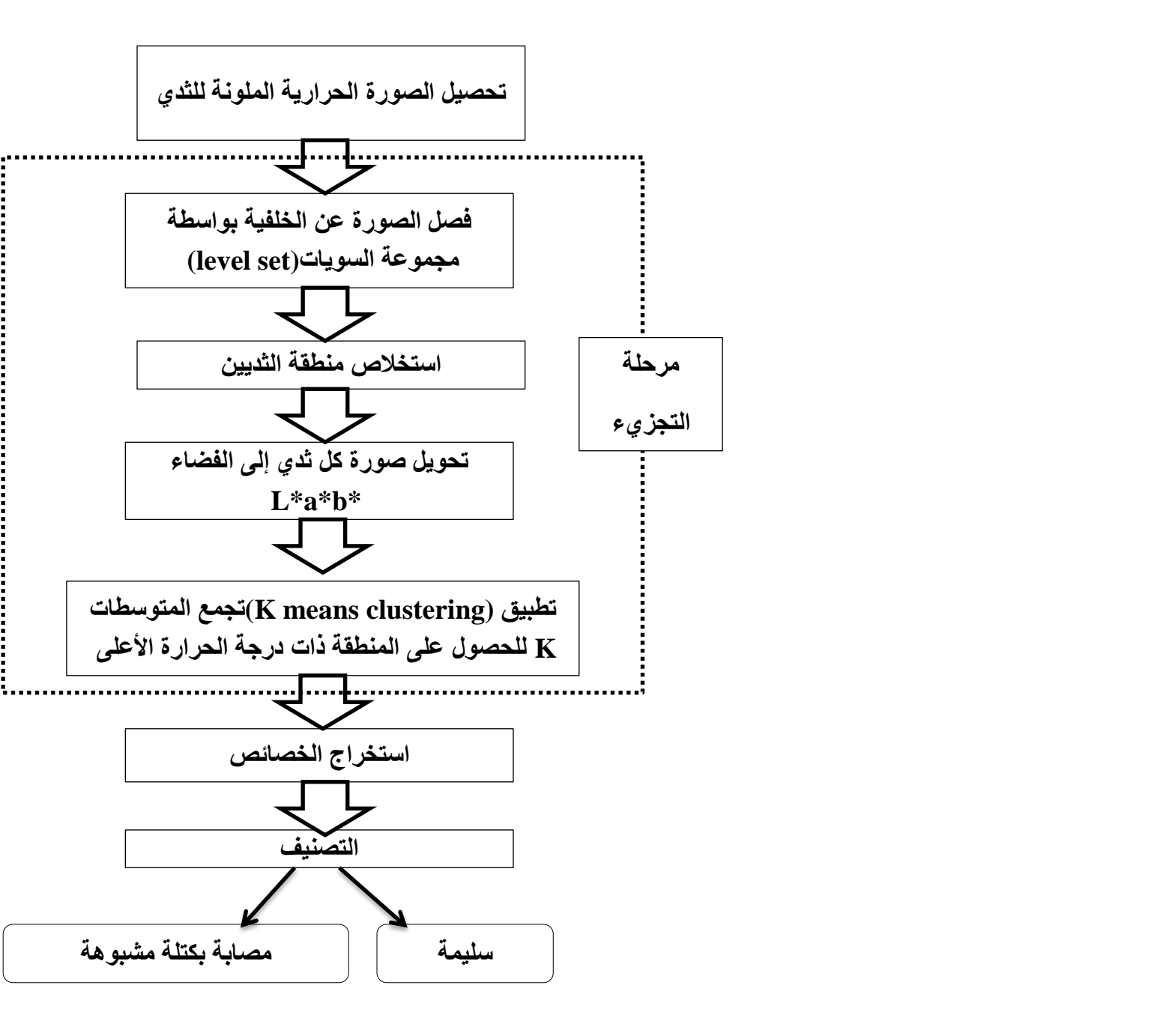
- أجرى (Pramanik S.;et al., (2015) التجزيء على صور حرارية ملونة تم تحويلها إلى سويات رمادية بتطبيق تقنية العتبة (otsu) للتخلص من الخلفية، ومن ثم استخدم تحويل الموجة (wavelet transform) في الحصول على المنطقة ذات الأهمية. استخلصت 6 خصائص إحصائية من الصور الناتجة للتصنيف باستخدام الشبكات العصبونية. أعطت هذه التقنية دقة بقيمة 90.48%[4].
- أجرى الباحثون (Sathish D.;et al.,2016)الترشيح باستخدام المرشح الغاوصي على صور حرارية رمادية للحصول على حدود الثدي. أجرى التجزيء بواسطة Canny يليه تقنية المنحني متعدد الحدود، ثم التصنيف باستخدام آلية دعم الشعاع SVM بواسطة خصائص GLCM استخلصت من الصور الناتجة عن عملية التجزيء. استطاعت التقنية تحقيق دقة 60% [5].
- اعتمد (Pramanik S.; et al., (2019) آلية تجزيء يدوية لإزالة الاشارات والعلامات الغير مرغوب بها من الصورة، ثم استخلص المناطق ذات الأهمية باستخدام طريقة مجموعة السويات(level set). استخلص من الصور الناتجة 21 خاصته إحصائية من الدرجة الأولى وخصائص GLCM. استخدمت تلك الخصائص لتدريب الشبكة العصبونية التي أظهرت دقة 72.18%، كما أظهرت أداء أفضل عند مقارنتها مع كل من تجمع المتوسطات K (k means clustering) وتجمع المتوسطات C بواسطة المنطق العائم (fuzzy c means)[6].
- استخدم (Das K.; et al., (2019) التجزيء باستخدام خوارزمية تنمية المناطق (Region growing)، من خلال استخدام تقنية الاختيار الآلي لنقاط البذور(Automatic multi seed selection). اختبرت هذه الدراسة على صور حرارية للثدي تم تحويلها إلى سويات رمادية. ولتقييم الأداء قارن الباحثون الصور المجزأة بهذه التقنية مع التجزئة اليدوية التي قام بإجرائها الطبيب فكانت الدقة الناتجة 98.25%[7].

**هدف البحث :**

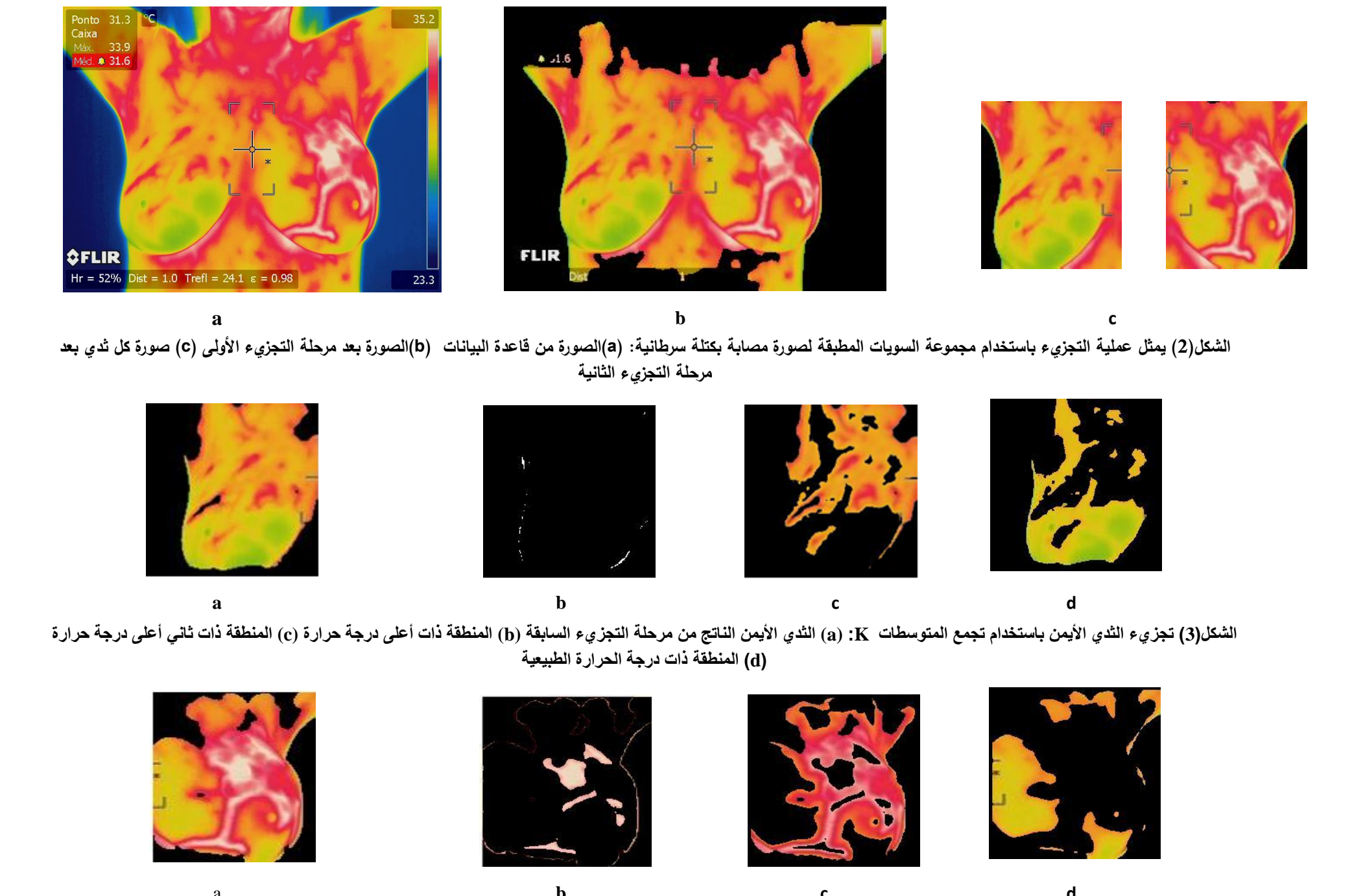
يهدف البحث إلى تصميم نظام يساعد اختصاصي الأشعة على تحديد الكتل ضمن الصورة الحرارية الملونة للثدي فيما إذا كانت حميدة أو خبيثة. وذلك ببناء قاعدة بيانات لصور حرارية للثدي أجريت عملية تجزيء عليها، وتصنيف حالة كل صورة باستخدام تقنيات معالجة الصورة والشبكات العصبونية. وأخيراً بناء واجهة حاسوبية تسمح للاختصاصي بتشخيص الصورة الحرارية للثدي.

### الأسس النظرية:

يهدف البحث إلى الحصول على منطقة الثديين الأيمن والأيسر لكل حالة، ومن ثم المناطق ذات اللون الأبيض في حال وجودها ودراسة خصائصها ضمن كل ثدي وفق المراحل التالية الموضحة في الشكل(1):



- تحصيل الصور:** استخدمت صور حرارية ملونة للثدي ذات أبعاد (Pixel) 480 X 640 من قاعدة البيانات DMR-IRالتي التقطت بواسطة الكاميرا الحرارية FLIR SC-620 ذات حساسية حرارية أقل من 0.04 درجة مئوية [8].
- مرحلة التجزيء:** تعتبر مرحلة تجزيء الصور الحرارية للثدي خطوة معالجة أولية ذات أهمية كبيرة في أنظمة التشخيص بمساعدة الحاسوب. وتلعب دوراً هاماً في الكشف عن المناطق ذات درجة الحرارة المرتفعة التي تشير إلى وجود آفة مرضية ضمن الثدي. فمن ضمن هذا البحث بتقسيم عملية التجزيء على مرحلتين. المرحلة الأولى هي التجزيء باستخدام مجموعة السويات (level set segmentation) [9]، الذي يهدف إلى التخلص من التسميات والعلامات وهي جزء من برمجيات الكاميرا الحرارية التي يتم تضمينها في الصور المحصلة. بالإضافة إلى فصل الخلفية عن المريض والتخلص من المناطق غير المرغوب بها مثل الرقبة واليدين وأسفل الثديين يليها تحصيل حدود كل من الثديين الأيمن والأيسر تمهيداً للمراحل اللاحقة. بينما تتمثل المرحلة الثانية بتحويل الصورة من الفضاء اللوني (RGB) إلى الفضاء اللوني [10](L\*a\*b\*)، ثم تستخدم خوارزمية التجزيء بواسطة تجمع المتوسطات K (k means clustering)[11] للكشف عن المنطقة ذات درجة الحرارة الأعلى في الثدي. توضح الأشكال (2) و(3) و(4) مراحل التجزيء.
- استخراج الخصائص:** تم استخلاص 31 خاصه منها خصائص إحصائية وخصائص تركيبية من مصفوفة الحدود المشترك (GLCM).
- مرحلة التصنيف:** استخدمت شبكة عصبونية الأمامية ذات الانتشار الخلفي لإجراء عملية التصنيف (back-propagation feed-forward neural network) اعتماداً على الخصائص المستخلصة من المرحلة السابقة. أجريت عملية التصنيف على 120 حالة مرضية بعد تجزيء الصورة إلى ثديين أيمن وأيسر ، وتجزيء كل ثدي واستخلاص خصائصه. وبذلك أصبح لدينا 240 صورة لتدريب الشبكة.



الشكل(4) تجزيء الثدي الأيسر باستخدام تجمع المتوسطات K: (a) الثدي الأيسر الناتج من مرحلة التجزيء السابقة (b) المنطقة ذات أعلى درجة حرارة (c) المنطقة ذات أعلى درجة حرارة (d) المنطقة ذات درجة الحرارة الطبيعية

### النتائج ومناقشتها:

أجريت عملية تقييم أداء الخوارزمية المستخدمة في هذا البحث باستخدام مجموعة من البارامترات الإحصائية وهي الدقة (Accuracy)، الحساسية (Sensitivity) والنوعية(Specificity).

قمنا بمقارنة أداء الخوارزمية على 120صورة حرارية بعد تحويلها إلى سويات رمادية مع نفس الصور في الحالة الملونة. كما تم مقارنة أداء الشبكة العصبونية في حالتي الخصائص الناتجة عن المقارنة بين الثديين مع خصائص كل ثدي بشكل مستقل. أظهرت النتائج التي تم عرضها في الجدول (1) أن الدقة والحساسية في الصور الملونة أفضل من الصور ذات السويات الرمادية في حالة خصائص المقارنة. بينما النتائج الإحصائية في حالة خصائص كل ثدي أفضل من كلا الحالتين السابقتين، وأن أداء الخوارزمية المقترحة على صور حرارية ملونة لكل ثدي أعطت أفضل نتائج إحصائية من كل الحالات السابقة. نلاحظ من الجدول عند دراسة كل ثدي على حدا للصور الرمادية والملونة، ساعد في الكشف عن الحالات التي يكون فيها كل من الثديين مصابين. الأمر الذي يفضل المصنف في تحديده عندما تكون الخصائص ناتجة عن المقارنة بين الثديين نتيجة ضياح هذه الفروقات وبالتالي يتم اعتبار الحالة سليمة. إضافة إلى أن الحصول على المنطقة ذات درجة الحرارة الأعلى في حالة الصور الملونة نجح بشكل أفضل من حالة السويات الرمادية. بالتالي إن التقنية المقترحة ذات الصور الملونة ودراسة خصائص كل ثدي على حدا هي التي أثبتت بأنها ذات نتائج أفضل من بقية الدراسات.

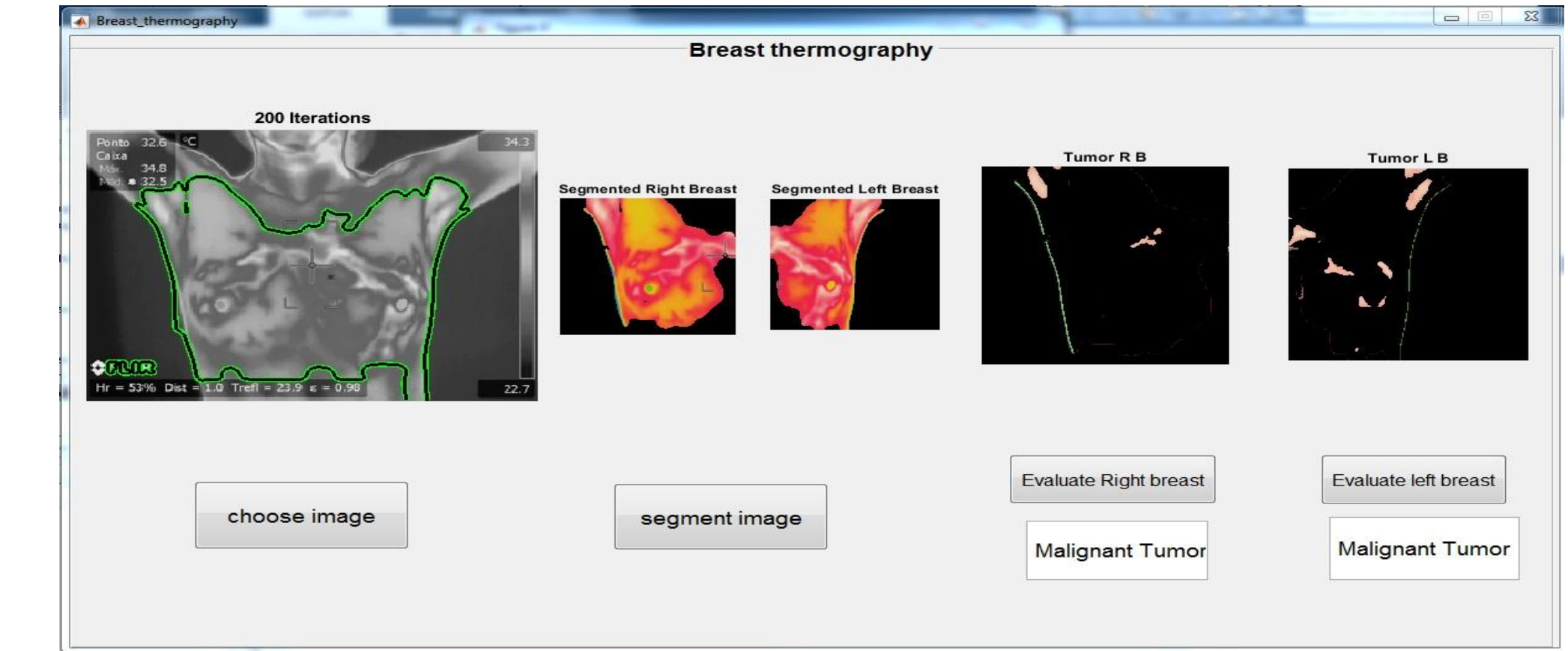
الجدول(1) نتائج الخوارزمية المقترحة على الصور الحرارية للثدي الملونة وذات السويات الرمادية في حالتي دراسة مقارنة الخصائص بين الثديين ودراسة خصائص كل ثدي

النوعية	الحساسية	الدقة	حالة الصور المستخدمة
93.5%	79.3%	86.7%	مقارنة خصائص بين الثديين للصور ذات سويات رمادية
94.7%	88.4%	92.9%	خصائص كل ثدي للصور سويات رمادية
91.9%	87.9%	90%	مقارنة خصائص بين الثديين للصور الملونة
98.2%	95.7%	97.5%	خصائص كل ثدي للصور الملونة (التقنية المقترحة)



**الخلاصة:**

قمنا في هذا البحث بتصميم واجهة تعامل مع المستخدم الموضحة في الشكل(5) تسمح للمختص بتطبيق الخوارزمية المقترحة على أي صور حرارية للثديين تم التقاطها للمريض.يبدأ المستخدم بتحميل الصورة المراد تقييمها باستخدام (Choose image) من المجلد الذي يحتوي على مجموعة صور الاختبار. ثم يقوم بإجراء عملية التجزيء بواسطة مجموعة السويات باستخدام الأمر (segment image)، فيحصل على صورتين منفصلتين للثديين الأيمن والأيسر بعد إجراء التجزيء. ولتقييم حالة كل ثدي بواسطة تفعيل الأمر ( Evaluate right breast, Evaluate left breast)، فيتم إجراء التجزيء باستخدام تجمع المتوسطات K واستخلاص الخصائص من المنطقة المجزأة ذات الأهمية، وأخيراً الحصول على التشخيص باستخدام الشبكة العصبونية المدربة سابقاً. تظهر نتيجة التشخيص ضمن مربع النص ( Type of tumor) إما حميد (Benign) أو خبيث (Malignant)



### المراجع:

- https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/about/how-common-is-breast-cancer.html.
- Singh D., Singh A., (2020),“Role of Image Thermography in Early Breast Cancer Detection- Past, Present and Future”, Computer Methods and Programs in Biomedicine\_Elsevier, Vol.:183, Pages:1-9.
- Sathish D.,Kamath S.,et al.,(2016),” Medical imaging techniques and computer aided diagnostic approaches for the detection of breast cancer with an emphasis on thermography - A review”, International Journal of Medical Engineering and Informatics,Vol.:8, Issue:3, Pages:275-299.
- Pramanik S. , Bhattacharjee D. , Nasipuri M., (2015), ” Wavelet based thermogram analysis for breast cancer detection”, 2015 International Symposium on Advanced Computing and Communication (ISACC), Pages:205–212.
- Sathish D., Kamath S.,Prasad K., Kadavigere R., et al., (2016). “Asymmetry analysis of breast thermograms using automated segmentation and texture features”, Signal, Image and Video Processing , Springer journal, Vol.:11, Issue:4, Pages:745-752.
- Pramanik S.,Banik D., Bhattacharjee D., et al., (2019), “Suspicious-Region Segmentation From Breast Thermogram Using DLPE-Based Level Set Method”, IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol.:38, Issue:2, Pages: 572-584.
- Das K., Bhownik M., (2019), “Accurate segmentation of inflammatory and abnormal regions using medical thermal imagery”, Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine, Vol.42, Issue:2, Pages:647-657.
- Silva I.,Saade D., (2014), ” A New Database for Breast Research with Infrared Image”, Journal of Medical Imaging and Health Informatics, Vol.:4, Pages: 92-100.
- Maciejewski M., Surtel W.,(2015),”Level-set image processing methods in medical image segmentation”, the journal of Bio-Algorithms and Med-Systems.,Vol.:11, Issue:1, Pages:47-51.
- Rathore V., Kumar M., Verma, A., (2012), “Colour Based Image Segmentation Using L \* A \* B \* Colour Space Based On Genetic Algorithm”, Vol.:2,Issue:6, Pages:156-162.
- Dhanachandra, N., Manglem K., Chanu Y.,(2015),” Image Segmentation using K -means Clustering Algorithm and Subtractive Clustering Algorithm”, Eleventh International Multi-Conference on Information Processing-Elsevier, Vol.:54, Pages:764-771.