

## التشخيص الآلي لمرض السكري باستخدام علم القزحية

جورج يوسف<sup>1</sup>، أ.د.م. محمد فراس الحناوي<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ماجستير - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية- قسم الهندسة الطبية- جامعة دمشق.

<sup>2</sup>أستاذ في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية- قسم الهندسة الطبية- جامعة دمشق.

### الملخص

يُعتبر مرض السكري من الأمراض الأكثر انتشاراً في كافة المجتمعات، وهو يُشكل خطورة كبيرة على حامله إذا لم يتخذ المريض احتياطاته، وخصوصاً عندما يتأخر المريض في تشخيصه في الوقت المناسب، يبرز علم القزحية ليعطي أملاً كبيراً في مجال كشف هذا المرض بشكل آمن وسريع وغير مبضعي، يهدف علم القزحية إلى ربط حالة أعضاء جسم الإنسان بخريطة معيارية مقسمة حسب كل عضو، ليلاحظ من خلالها التغيرات البنوية في ألياف القزحية التي تعبر عن الحالة الصحية للعضو المقابل، كما سمح بكشف خفايا جسم الإنسان بأبسط وأقل التكاليف وأسرع وقت ممكن، تهدف هذه الدراسة لبناء نظام تشخيص آلي لمرض السكري عبر قزحية العين، حيث تم بناء نظام فصل آلي لصور تمّ جمعها من مرضى سكري وأشخاص سليمين وذلك باستخدام كاميرا هاتف محمول بدقة 13 MP، ومن ثم التقاط الحدود الداخلية والخارجية للقزحية باستخدام نموذج ويلدز المعتمد على تحويل هاف الدائري، يليه تحديد منطقة البنكرياس ضمن القزحية لتبدأ عملية الفصل الآلي بواسطة أخذ علامات مميزة من هذه المنطقة وهي عبارة عن بيانات إحصائية، بُنيت ثلاث نماذج نكاء اصطناعي للقيام بعملية الفصل وهي الغابة العشوائية، نظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي، وتحليل المركبات الأساسية متنوعة بشعاع الدعم الآلي، أظهرت النتائج قوة خوارزميات معالجة الصورة في التقاط حدود القزحية الداخلية والخارجية وأعطت خوارزمية GLCM ترتيباً للميزات ساهم بتحسين دقة التصنيف وكان أعلى دقة تصنيف لنموذج الغابة العشوائية بدقة حتى 90% ثم نموذج ANFIS بدقة 87.5% ثم تحليل المركبات الأساسية مع شعاع الدعم الآلي بدقة 84.9%، وهذه النتائج تعتبر مميزة من حيث الدقة وأعطت بيانات من الممكن أن تكون دراسة مرجعية في مجال علم القزحية.

**الكلمات المفتاحية:** علم القزحية، مرض السكري، الغابة العشوائية، نظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي، تحليل المركبات الأساسية، حدود الثقة.

تاريخ الإيداع: 2022/3/10

تاريخ القبول: 2022/8/21



حقوق النشر: جامعة دمشق -  
سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

# Auto Diagnosis For Diabetes Using Iridology

George Youssef, Prof. MHD Firas Al-Hanawi

<sup>1</sup>Master Degree- Mechanical and Electrical Engineering - Department of Medical Engineering - Damascus University.

<sup>2</sup>Professor at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering - Department of Medical Engineering - Damascus University.

## Abstract

Diabetes is considered one of the most prevalent diseases in all societies, and it causes a huge risk for its carrier if the patient does not take his precautions, especially when the patient delays his diagnosis in the suitable time. Iridology is highlighted here to give a big hope in the field of revealing of this disease safely, rapidly, and non-invasive. Iridology aims to link the status of the human body's organs to a standard map divided according to each organ, to show the structural differences in the iris fibers, which reverse the healthy status of the corresponding organs, and it also allowed to reveal the crypts of human body in the fewest and simplest costs, and as quickly as possible. The goal of this study is to build an automatic system for diagnosis of diabetes using the iris, where an automatic separation system for images collected from diabetes patients and healthy people was built using a 13 MP mobile phone camera, and then the inner and outer borders of the iris were determined using Wildes's method based on circular Hough transform, then the pancreas region is identified inside the iris to begin the automatic segmentation process by collecting features from that region, which considered statistical data. Three methods of artificial intelligence are built to make the segmentation process, these systems are the Random Forest, the Adopting neuro fuzzy inference system, and the Principal components analysis following by the support vector machine. The results showed the highest classification accuracy of the random forest model with 90% accuracy then ANFIS with 87.5% accuracy then PCA and SVM with 84.9% accuracy.

Received: 10/3/2022

Accepted: 21/8/2022



**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

**Key Words:** Iridology, Diabetes, Random Forest, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Principal Components Analysis, Confidence Intervals.

## 1. المقدمة:

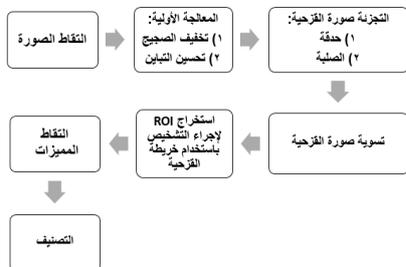
علم القرحة: هو العلم الذي يتمّ عبره تشخيص الحالة البدنية والنفسية للشخص بناء على قرحيته، التي تعكس وجود الأمراض أو الاستعداد البنيوي لحدوثها، [1]، الغرض الأساسي من هذا العلم هو الاعتماد على تحليل صور القرحة من أجل الوصول إلى التشخيص الصحيح، والذي يهدف إلى جمع المعلومات حول الأمراض المصاب بها الإنسان من خلال تغيير لون قرحيته، [7] ينشأ الارتباط بين القرحة والاعضاء الداخلية بسبب اتصال القرحة معها عبر شبكة من الأعصاب ومنه تمّ تقسيم القرحة إلى ستين قطاعاً، وكلّ قطاع يتوافق وأحد الأعضاء الداخلية [7]، وبناءً عليه قمنا بإجراء دراسة عن مرض السكري وارتباطه بعلم القرحة، وذلك انطلاقاً من كون هذا المرض يطلق عليه مرض العصر، والنتائج عن عدم قدرة الجسم على استهلاك الغلوكوز الموجود في جهاز الدوران بشكل طبيعي، ويأتي هذا العجز إما بسبب عوز مطلق في هرمون الأنسولين المفرز من قبل البنكرياس، أو نتيجة عدم فعالية الأنسولين على الرغم من توفره في خلايا الجسم، وفي كلتا الحالتين ترتفع نسبة السكر في الدم، ويعجز الجسم عن استهلاكه بشكل كافي، تُبنى النظرية الأساسية لعلم القرحة على أن أنسجة القرحة تتغير وفقاً لأربع طبقات تصف مراحل نشاط الأنسجة وهي: تغيرات حادة، تغيرات تحت حادة، تغيرات مزمنة، وتغيرات انتكاسية، يمكن توقع المرض عبر ملاحظة المنطقة التي يوجد بها عيب، وبالتالي يقيس علم القرحة الأنسجة المنعكسة وفقاً للمراحل الأربعة المذكورة [2][3].

## 1.4 الدراسات السابقة:

كثُر الحديث في الزمن الأخير عن الطبّ البديل وطرق العلاج والتشخيص المختلفة، وكان التشخيص عبر قرحة

العين [9][8][7][6][5] هو من أبرز هذه العلوم التي قدمت نقلة نوعية في الطب التشخيصي، حيث يمكن تشخيص الأمراض، ومعرفة الاستعداد البنيوي للمرض عبر نظام النقاط وكشف يعتمد على سمات مستخرجة من المنطقة المقابلة للعضو في صورة القرحة، كما فرض علماء القرحة أن القرحة تمتلك استقراره كبيرة حتى بعد التقدم في العمر، وأكدوا أن الصورة يمكن أن تلتقط، إما باستخدام كاميرا ملونة أو بكاميرة الأشعة تحت الحمراء [4]، كما أن أغلب الباحثين وضعوا شرطاً واحداً لالتقاط الصورة وهو إمكانية رؤية القرحة بوضوح [5]، وانتقلت معظم الأبحاث على مخطط تتابع للدراسة وفق الشكل (1-1) [7]، والذي يحدد مسار العمل حيث يتمّ معالجة الصورة وفق فلاتر حيزية مختلفة منها الفلتر الغوسي [6] ومنها الفلتر المتوسط [9]، واستخدام أغلب الباحثين فلتر Canny في كشف حواف الصور [9][6]، أما بالنسبة لتجزئة القرحة فقد برز نموذجان أساسيان هما نموذج دوغمان [4] ونموذج ويلدز [9][6]، وبرز نموذج روبير دوغمان في تحويل الأبعاد من قطبية لديكارتيّة [9][6][7][5]، أما النقاط المميزات فقد تمّ استخدام نموذجان أساسيان هما GLCM و DCT [8]، واعتمدت وسائل الذكاء الاصطناعي المختلفة في التصنيف مثل الغابة العشوائية [9] وآلة شعاع الدعم [7][9] والشبكات

## العصبونية [9][6][5]



الشكل (1-1) مخطط الدراسات المرجعية [19]

Rule 1:

(1-3) if x is A1 and y is B1 then z1=p1x+q1y+r1

Rule 2:

(2-3) if x is A2 and y is B2 then z2=p2x+q2y+r2

حيث: (x,y) احداثيات بيانات الدخل، z: الخرج،

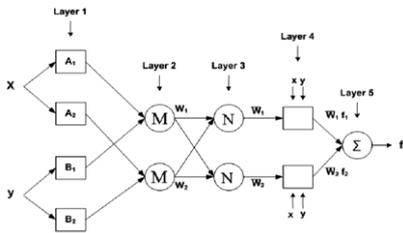
(A<sub>i</sub>, B<sub>i</sub>): المجموعة الضبابية، (q<sub>i</sub>, p<sub>i</sub>): البارامترات

المصممة والتي يطلب تحديد قيمها أثناء التدريب، الشكل

(3-1) يُظهر بنية نظام ANFIS المعمارية الذي يوصف

بخمسة طبقات وهي بالترتيب طبقة الدخل، طبقة القواعد،

الطبقة المتوسطة، طبقة التتبع، طبقة الخرج.



الشكل (3-1) البنية المعمارية لنموذج ANFIS

### 3- تحليل المركبات الأساسية (PCA):

الغاية الأساسية من الـ PCA هو تحسين واقع البيانات التي تم الحصول عليها، [15]. حيث أن الـ PCA لا تعمل على إزالة الميزات ولكنها يمكن أن تقلل العناصر مع الحفاظ على الميزات والمتغيرات في قاعدة البيانات. وهذا يعني أننا نستطيع اكتشاف 99% من التباين الموجود ضمن 1000 عنصر باستخدام عناصر الـ PCA، وتبقى الحاجة قائمة لهذه الميزات جميعاً لبناء المركبات الأساسية لعناصر الـ PCA، [15]، وبعد تلخيص البيانات يتم استخدام خوارزمية تطنيف وكان في هذه الدراسة آلة شعاع الدعم وهي خوارزمية تعلم آلي موجه تُستخدم لمهام التنيف والانحدار، تقوم بالتنيف بالاعتماد على مستوي فائق حيث يقوم بتقسيم البيانات إلى صنفين على الأقل بأفضل طريقة، والموضح وفق الشكل (1-4)، [16].

## 2.4 خريطة القرحة ومنطقة البنكرياس:

الغاية من البحث هي استخراج المنطقة التي تقابل

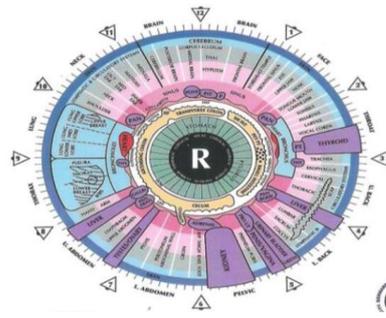
البنكرياس ضمن خريطة القرحة للعالمية Ellen Tart-

Jensen الشكل (1-2) والتي تقع بين 7:15 و 7:45،

[6][10]، بافتراض تقسيم القرحة كتقسيمات الساعة،

وعلى فرض تقسيم القرحة إلى سبع دوائر مركزها الحدقة

فيقع البنكرياس ضمن القسم الثالث وفق الزاوية المذكورة.



الشكل (2-1) خريطة العالمية Ellen Tart-Jensen

### 3.4 التنيف:

#### 1- الغابة العشوائية:

إن مصطلح الغابة العشوائية، [11][12]، هو مصطلح غامض بعض الشيء، ولكن كما هو اسمها هي مجموعة من أشجار القرار التي تعمل كفريق كل شجرة على حدة تقوم بتقسيم البيانات بشكل عشوائي والتنبؤ بالنتيجة ومن ثم يقوم النموذج بالتصويت على التنبؤات ووضع القرار النهائي.

#### 2- نظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي

:ANFIS

هو عبارة عن نظام هجين بين الشبكات العصبونية والتي تقوم بحساب بارامترات النظام التي تستخدم المنطق الضبابي الذي يحاكي تفكير الإنسان [13]، يستخدم النموذج قواعد Sugeno الضبابية بحيث يتكون من قاعدتين ضبابيتين IF-Then من الدرجة الأولى. يكتب قواعد نموذج ANFIS وفق الآتي [14]:

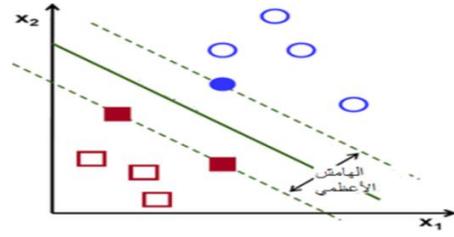


الشكل (1-2) خطوات البحث.

## 1.2 جمع البيانات:

يتم في هذه المرحلة بناء قاعدة البيانات التي تتألف من صور لأشخاص مصابين بمرض السكري وأشخاص آخرين سليمين. تم الاعتماد على كاميرا هاتف محمول من نوع (HUAWEI Y9 2019)، [17][18][19] تمت مراعاة تقليل الانعكاس ضمن القزحية قدر الإمكان وتخزين الصور صيغة "bmp" بتقنية "True Color"، [20] وذلك باستخدام برنامج "Eye Cos Eye Selfie" [21][22]، الجدول (1) يوضح بيانات السريرية للمرضى، يشير الحرف M إلى المرضى الذكور، والحرف F إلى المرضى الإناث.

| الرقم | نمط المرض | النسبة | الجنس | العمر |
|-------|-----------|--------|-------|-------|
| 1     | Type-1    | 165    | M     | 55    |
| 2     | Type-1    | 150    | M     | 34    |
| 3     | Type-1    | 160    | F     | 49    |
| 4     | Type-2    | 140    | F     | 68    |
| 5     | Type-2    | 160    | F     | 75    |
| 6     | Type-2    | 200    | F     | 66    |
| 7     | Type-2    | 125    | F     | 66    |
| 8     | Type-2    | 275    | M     | 76    |
| 9     | Type-2    | 160    | M     | 54    |
| 10    | Type-2    | 165    | M     | 50    |
| 11    | Type-2    | 150    | M     | 50    |
| 12    | Type-2    | 150    | M     | 69    |
| 13    | Type-2    | 160    | M     | 50    |
| 14    | Type-2    | 220    | M     | 55    |



الشكل (4-1) نموذج SVM يوضح أشعة الدعم والهامش بينها.

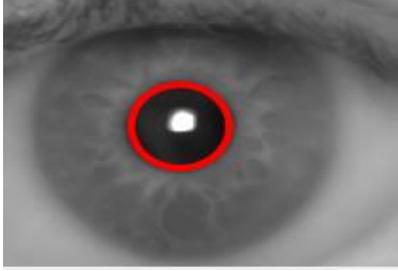
## 4.4 أهمية البحث وأهدافه:

تتدرج أهمية البحث في القدرة على تطبيق الذكاء الاصطناعي ضمن مجال علم القزحية لدراسة وتشخيص مرض السكري بطريقة آلية بعيداً عن الطرق الباضعة والتقليدية، وذلك عن طريق جمع المعلومات من خلال ملاحظة التغييرات في الجزئيات اللونية في القزحية، وإيجاد العلاقة بين مواقع التغييرات في القزحية ومواقع الحالة الطبية في الجسم. حيث من الممكن استخدام هذا البحث للمساعدة بكشف مرض السكري في المناطق النائية، وتطبيق متابعة دورية لحالة المرضى خاصة في المرحلة الأولى للمرض، يهدف البحث بشكل أساسي إلى بناء نظام كشف آلي لمرض السكري عن طريق صور فوتوغرافية لعين الإنسان، وذلك عبر أخذ علامات مميزة من المنطقة المقابلة للينكرياس ضمن خريطة القزحية لمريض السكري، ويتم تشخيصها آلياً عبر مقارنتها مع قيم سليمة بالاعتماد على خوارزميات الذكاء الاصطناعي.

## 2. المواد والطرائق:

تكمّن غاية البحث في ربط العلوم السريرية مع التقنيات الحديثة التي تعتمد على تشخيص مريض السكري بدون الحاجة إلى الطرق الموضعية والتي تتمّ عبر كشف هذا المرض باستخدام صور فوتوغرافية لقزحية العين، تمّ إجراء الدراسة وفق الشكل (1-2)

عبر عمليات مورفولوجية قائمة على المساحة حيث تعتبر منطقة الحدقة أكبر مساحةً من المناطق الأخرى [26] الشكل (23-) يظهر رسم حدود الحدقة



الشكل (2-3) التقاط الحدقة من صورة القرحة

### 4.2.3 تجزئة القرحة:

برز في عملية كشف حواف القرحة طريقتان رئيسيتان أجمع عليهما أغلب الباحثين، وهما طريقة دوغمان القائمة على إجراء عملية كشف الحواف عبر تطبيق فلتر غوصي مع تغيبش للصور استخدمت هذه الخوارزمية بشكل أكبر في الدراسة القائمة على التصنيف [4][27][28]، وطريقة ويلدز القائمة على استخدام تحويل هاف [4][9]، واستخدمت نموذج ويلدز في علم القرحة أكثر من طريقة دوغمان لذلك تم تطبيقها وفق التالي [4][6][9]، تم بناء مصفوفة المراكم وفق المعادلة  $A[a,b,R]=0$ ، حيث  $(a,b)$ : إحداثيات مركز القرحة،  $R$ : نصف قطر القرحة.

1. بعد كشف حوافها باستخدام تابع كاني "Canny"

تم مسح صورة العين.

2. حساب كلّ الدوائر المحتملة ووضعها ضمن المراكم.

3. تُبنى الدائرة العظمى وفق قيم المراكم.

4. تحدد دائرة القرحة حسب أعلى قيمة ضمن

المراكم وفق مجال نصف القطر الذي تم فرضه.

الشكل (2-4) يمثل رسم حواف القرحة بعد تطبيق

نموذج ويلدز [6]:

## 1.2 معالجة الصورة:

تشمل هذه المرحلة الخطوات الأساسية التي تم عبرها التقاط صورة القرحة من العين وقد تمت وفق التالي:

### 1.2.3 المعالجة الأولى للصورة:

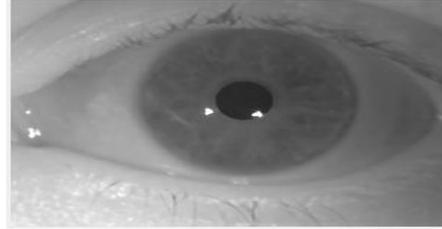
تم تحويل الصورة إلى التدرج الرمادي في المرحلة الأولى، ومن ثم تطبيق الفلتر الأوسطي بناذة عمل [7x7] [5]، حيث كانت الغاية الأساسية منها:

1- تقليل الضجيج وتحسين تفاصيلها: شملت هذه

المرحلة تطبيق الفلتر الأوسطي [5].

2- كشف الحواف: باستخدام تابع Canny، الذي

يعتبر مكلف حسابياً ولكنها أفضل أداءً في مختلف الأنماط، [23][24]، الشكل (2-2) يظهر مراحل المعالجة الأولية على الصورة.



الشكل (2-2) تطبيق المعالجة الأولية للصورة.

### 2.2.3 تجزئة صورة القرحة:

إن عملية تجزئة القرحة هي المرحلة الأكثر أهمية لأنها تؤثر بشكل كبير على سرعة المعالجة ودقة العمل [25]، وهي مرحلة قائمة على جزئيان: الأول التقاط الحدود الداخلية والتي تمثل الحدقة، والثاني التقاط الحدود الخارجية والتي تمثل القرحة، ثم يتم فصلها عن الصلبة [5][25]:

### 3.2.3 تجزئة الحدقة:

نعمد في تجزئة الحدقة على الخواص الفيزيائية لها والتي تعتبر بكسلات ذات لون أسود، تم تطبيق عملية تعتيب على الإحداثيات هذه البيكسلات السوداء وإعطائها قيمة "1" والتي تمثل الحدقة ومن ثم حذف المناطق المرببة

الثالث وفق الزاوية المذكورة والتي تم تحديدها بناءً على تقسيمات الساعة.

## 2.2 استخلاص البيانات وتلخيصها:

تختلف عيون مرضى السكري عن العيون الطبيعية بسبب وجود تصبغات في المناطق المقابلة للبنكرياس ويتم كشفها آلياً عبر ميزات إحصائية، وللعثور على هذا الاختلاف بين عين مريض بالسكري وعين شخص سليم نحتاج إلى استخراج هذه الميزات الخاصة من صورة ROI الناتجة [5][6]، تم تطبيق مصفوفة "GLCM" أو كما تعرف بمصفوفة الحدث المشترك لتدرج الرمادي على صورة ROI [6][8]، واستخراج الميزات التالية: التباين، الترابط، الطاقة، التجانس، المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري، جزر مربع المتوسط، الانتروبي، انحراف بيكسل الصورة، النعومة، حدة الصورة، عدم تناظر الصورة، IDM

## 3.2 تلخيص البيانات:

لتلخيص البيانات استخدمنا نموذج حدود الثقة عليها، وهي فترة تتحدد بحددين أدنى وأعلى، وهي تشير إلى احتمال قدره  $(\alpha-1)$  أن يقع المتوسط الحسابي للمجتمع بين الحد الأدنى والحد الأعلى لفترة الثقة، وهناك احتمال قدره  $(\alpha)$  أن يقع خارج هذه الحدود، تحسب حدود الثقة للتوزيع الطبيعي المعياري والتي يكون عدد العينات أكبر من 30 عينة وفق القانون:

$$(3-3) \quad \bar{x} \pm z_{\alpha} \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

حيث  $\bar{x}$ : المتوسط الحسابي،  $\frac{SD}{\sqrt{n}}$ : الخطأ المعياري،  $SD$ : الانحراف المعياري،  $n$ : عدد العينة،  $z_{\alpha}$ : قيمة  $z$  من جدول التوزيع الطبيعي المعياري وتساوي 1.96، [34].

أما عدد العينات الأصغر من 30 فنحسب حدود الثقة وفق توزيع t-test وفق القانون، [34]:

$$(4-3) \quad \bar{x} \pm t_{\alpha} \frac{SD}{\sqrt{n}}$$



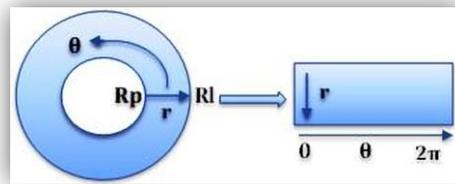
الشكل (2-4) رسم حواف القرحة بعد تطبيق نموذج ويلدز.

## 5.2.3 تحويل الأبعاد من قطبية إلى ديكارتية:

تمت عملية تحويل الأبعاد لجعل حجم وشكل الصورة مرجعي وذلك بسبب اختلاف أحجام وأشكال القرحة لكل مريض، [5][6]. تم تطبيق نموذج روبير دوغمان الشكل (2-5) بالاعتماد على المعادلة [23]:

$$(1) \quad I = [x(r, \theta), y(r, \theta)] \rightarrow I(r, \theta)$$

لاحظنا أن نموذج روبير دوغمان لا يتأثر بعوامل التكبير على الصورة ولا بمسافة الالتقاط، [29] حيث يقوم نموذج روبير دوغمان في البداية ببناء حلقة في منطقة القرحة بالاعتماد على الزاوية ومن هذه الحلقة نقوم ببناء مصفوفة ثنائية الأبعاد، البعد الأفقي لها هو قيمة زاوية الدوران والبعد الشاقولي لها هي قيمة نصف القطر بين القرحة والحدقة، [30]، كما يعين مركز الحدقة كنقطة مرجعية [31]، وتعرف الخطوط التي يقوم شعاع نصف القطر بمسحها بمنطقة نصف القطر [31][32][34].



الشكل (2-5) تطبيق نموذج روبير دوغمان لتحويل الأبعاد من

ديكارتية إلى قطبية [33]

## 6.2.3 استخراج المنطقة ذات الأهمية:

تم التقاط الجزء المحدد المقابل لمنطقة البنكرياس والتي تقع بين 7:15 و 7:45، [6][10]، بافتراض تقسيم القرحة كتقسيمات الساعة، حيث قمنا في البداية بتقسيم القرحة إلى سبع دوائر مركزها الحدقة فيقع البنكرياس ضمن القسم

4- نقوم بتطبيق نموذج Sub. Clustering لبناء توابع الاستدلال وبناءً عليه كانت طبقات النموذج وفق التالي (6 عناصر دخل- يرتبط مع كل عنصر دخل 7 توابع استدلال- في طبقة القواعد فقد شملت على 7 قواعد من نوع AND- خرج كل قاعدة يقدم إلى طبقة خرج قواعد الاستدلال- وأما طبقة الخرج فهي عنصر واحد يعطي النتيجة النهائية) والبنية المعمارية للنموذج، وتحديد النموذج Hybrid للتدريب.

5- يتم تحديد عدد التكرار المسموح به (Epochs) وقيمة الخطأ المسموح به (Error tolerance) يتم تحديث البيانات باستخدام المشتق الجزئي للوصول إلى قيمة الخطأ المسموحة، وهكذا ينتج الشكل النهائي للنموذج.

6- بعد انتهاء التدريب نستخدم بيانات الاختبار لزيادة التأكيد على دقة العملية.

### 3- تحليل المركبات الأساسية (PCA):

تم تطبيق الـ PCA عبر إدخال بيانات التدريب الناتجة جميعها (13 مميزات لكل صورة) على نموذج التصنيف، حيث تم تحديد 10 عينات للتحقق Validation، وتم تفعيل نموذج PCA بعد تحميل البيانات، حيث حافظت على مكونين بناءً على التباين، وهذا يشير إلى أن مميزات فقط لا يوجد بينهما ارتباط خطي ضمن البيانات، قمنا بعد ذلك بتطبيق نموذج SVM وبناءً على طبيعة البيانات نجد أن عدد البارامترات أكبر بكثير من عدد المتغيرات، أي أن استخدام النواة الخطية غير مفيد، لذا قمنا بتطبيق التصنيف باستخدام نواة التابع المكعب حيث كان (مقياس النواة: آلي، ضمن الصندوق: 2، تقنية التصنيف One-vs-One، معيارية البيانات: مفعلة)

حيث  $\bar{x}$ : المتوسط الحسابي،  $\frac{SD}{\sqrt{n}}$ : الخطأ المعياري،  $SD$ : الانحراف المعياري،  $n$ : عدد العينة،  $t_{\alpha}$ : قيمة  $t$  تنتج من عدد درجات الحرية المناسبة للقيمة  $\alpha$  بما أننا نعمل على حدود ثقة 95% فقيمة  $\alpha = 0.05$  وقيمة  $t = 2.145$  بناءً على الجداول الاحصائية، [34] تم تطبيق حدود الثقة لبيانات المرضى وفق اختبار  $t$ -test لأن عدد البيانات كان أقل من 30 بينما تم تطبيق حدود الثقة للسليمين وفق التوزيع الطبيعي لأن العدد كان أكبر من 30.

## 4.2 التصنيف:

1- الغابة العشوائية:

2- بناء مصفوفة الخصائص الناتجة بعد اختصارها عبر حدود الثقة (6 مميزات لكل صورة) لأشخاص سليمين ومرضى، ومصفوفة الهدف.

3- تقسيم البيانات بحيث تكون 78% منها بيانات للتدريب و15% بيانات للتحقق و22% منها للاختبار، تقوم الغابة بهذا التقسيم بشكل عشوائي.

4- بناء نموذج الغابة العشوائية بالاعتماد على خوارزمية TreeBagger وتحديد عدد الأشجار بـ(200) شجرة، وتقديم البيانات لهذه الأشجار على أنها مدخلات أو أهداف، وتطبيق نموذج التصنيف، وتحديد نموذج تقييم الخطأ "OOB".

5- حساب خطأ الغابة العشوائية وتقديمه بشكل رسومي.

## 2- نظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي

:ANFIS

تم تطبيق نموذج ANFIS وفق الخطوات التالية:

3- بناء مصفوفة الخصائص الناتجة بعد اختصارها عبر حدود الثقة (6 مميزات لكل صورة) لأشخاص سليمين ومرضى، ومصفوفة الهدف.

|        |        |         |          |        |
|--------|--------|---------|----------|--------|
|        |        |         |          | الصورة |
| 785.40 | 852.99 | 854.327 | 883.6864 | IDM    |

## 1.4 التصنيف:

تم تطبيق الفصل باستخدام الغابة العشوائية و ANFIS على المميزات المختارة باستخدام حدود الثقة وعلى كامل المميزات باستخدام PCA وكانت النتائج وفق الجدول (3):

| الجدول (3) نتائج التصنيف باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي. |      |    |                |
|---|------|----|----------------|
| 43  | 43   | 43 | عينات التدريب  |
| 10  | 10   | 10 | عينات الاختبار |
| 84.9  | 87.5 | 90 | الدقة %        |

## 2.4 مقارنة النتائج مع الدراسات السابقة:

نلاحظ من الجدول (4) تعدد الدراسات ضمن علم القرحة، واستخدام وسائل الفصل الآلي المختلفة: اعتمدت الدراسة [9] على نموذج الغابة العشوائية الذي قدم لنا أعلى دقة وهذا يتطابق مع ما وصلت إليه هذا الدراسة، قام الباحثون في الدراسة [9] بالنقاط منطقة البنكرياس عبر كامل مجال نصف قطر القرحة في كلتا العينين وفق خريطة القرحة، ولكن المجال المدروس يشمل أيضاً أعضاء أخرى غير البنكرياس، جاءت دقة النتائج قريبة من دقة هذه الدراسة، ولكن اعتماد كامل منطقة نصف القطر قد تعطي خطأ في التصنيف لذلك تبقى صحة الدقة عائمة.

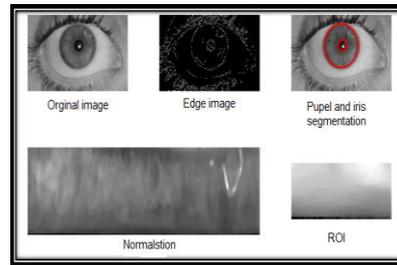
| الجدول (4) مقارنة بين الدراسات المرجعية |                     |             |                   |               |               |
|---|---------------------|-------------|-------------------|---------------|---------------|
| المؤلف                                  | المرض               | عدد العينات | المميزات          | طريقة التصنيف | دقة التصنيف % |
| Lasmana et al. [32]                     | اضطراب البنكرياس    | 50          | مميزات احصائية    | ANN           | 83.3          |
| Bansal et al. [30]                      | مرض السكري          | 80          | التحويل الموجي 2D | SVM           | 87.5          |
| Sivasankar et al. [33]                  | المرض الرئوي        | 32          | التدرجات الرمادية | Fuzzy C-Means | 84.38         |
| Hareva et al. [35]                      | مراقبة الصحة العامة | 32          | مميزات احصائية    | ANN           | 95-90         |
| Samant et al. [9]                       | مرض السكري          | 200         | مميزات احصائية    | RF            | 89.61         |
| هذه الدراسة                             | مرض السكري          | 53          | مميزات احصائية    | RF            | 92.6          |

## 3. النتائج:

تمت هذه الدراسة على مجموعة من العينات وجاءت النتائج وفق التسلسل التالي:

## 1.4 معالجة الصورة:

تم التقاط حدود القرحة الداخلية والخارجية وتحويل الأبعاد من قطبي إلى ديكارتي، والنقاط منطقة البنكرياس، الشكل (1-3) يوضح نتائج معالجة الصورة.



الشكل (1-3) نتائج معالجة الصورة.

## 2.4 العلامات المميزة واختبار حدود الثقة:

بدراسة الجدول (2) والمقارنة بين السليمين والمرضى نجد أن أفضل المميزات التي تحقق أعلى تباين بين المرضى والسليمين هي: التباين، الترابط، التجانس، المتوسط الحسابي Mean، جذر مربع المتوسط، IDM

| الجدول (2) حدود الثقة بنسبة 95% لمرضى السكري، والسليمين |          |             |          |          |
|---|----------|-------------|----------|----------|
|   | السليمين | مرضى السكري | 95%      | 95%      |
| التباين   | 0.1016   | 0.2181      | 0.069264 | 0.1350   |
| الارتباط  | 0.6255   | 0.8005      | 0.784098 | 0.9056   |
| الطاقة  | 0.3416   | 0.5202      | 0.320104 | 0.5569   |
| التجانس   | 0.9088   | 0.9462      | 0.933151 | 0.9653   |
| المتوسط الحسابي   | 3.6706   | 3.9601      | 4        | 4        |
| الانحراف المعياري                                       | 38.196   | 47.309      | 38.05473 | 49.437   |
| جذر مربع المتوسط  | 0.132    | 0.18486     | 0.136257 | 0.2555   |
| الانتروبي   | 12.93    | 14.249      | 14.06216 | 14.9722  |
| إنحراف بيكسل الصورة                                     | 1491.93  | 2288.41     | 1538.849 | 2500.317 |
| النوعية   | 0.99     | 0.9988      | 0.99889  | 0.99889  |
| حدة الصورة  | 159.42   | 201.19      | 150.9184 | 202.4776 |
| عدم تناظر   | 12.20    | 13.936      | 11.74904 | 13.99329 |

الدراسة [35] فقد درست الصحة العامة وبناء نماذج برمجية للتشخيص الذاتي، أجري البحث على مرضى الكبد والرئة والطحال والقلب وتمّ تشخيصها باستخدام ANN ومقارنة نتائج الدراسة بالاعتماد على خبرة علماء في علم القرحة، ووصلت دقة النتائج إلى 95%، ركز الباحثون في الدراسة [35] على بناء تطبيقات برمجية متوافقة مع أنظمة تشغيل الهاتف المحمول، وهذا يعطي الأمل في بناء تطبيق برنامج شامل لتشخيص مرض السكري.

## 2. الخاتمة:

علم القرحة هو أحد العلوم الواعدة في مجال التشخيص الطبي، ويمكّن وسائل يمكن الاعتماد عليها بالتشخيص، وهذا يساعد بالابتعاد عن الطرق الموضعية والتي تكلف الكثير من الوقت والجهد والألم والكلفة المادية، ويتميز بإمكانية تطبيقه في المناطق النائية أو التي يصعب الوصول إليها لأسباب مختلفة، ويساعد دمج الجهود الطبية السريرية مع التقنيات البرمجية لعلم القرحة على إنشاء بنية تحتية متكاملة للوصول إلى أسرع تشخيص بأقل تكلفة ممكنة والتي تساهم في تحسين الواقع الطبي.

أما الدراسة [30] فقد درست أيضاً تشخيص مرض السكري واعتمدت في التصنيف على آلة شعاع الدعم SVM بحجم عينة 80 مقسمة بالتساوي بين مرضى وسليمين، اعتمدوا في دراستهم على العين اليسرى فقط، وقد ساعد التقاط المميزات عبر التحويل الموجي ثنائي الأبعاد والتصنيف عبر آلة شعاع الدعم الموجه في تحسين دقة النتائج، مقارنةً مع هذه الدراسة كانت دقة التصنيف باستخدام آلة شعاع الدعم الموجه 85.4%، دقة الدراسة [30] كانت أعلى من دقة دراستنا عند استخدام SVM مع PCA لأن حجم العينة أكبر وبذلك تتلاءم مع خصائص SVM. أما الدراستان [35][35] فقد كانتا متشابهتين من حيث حجم العينة المصرح بها، أما الدراسة [31] كانت تبحث ضمن الأمراض الرئوية وشملت الدراسة على [35] مريض دون تحديد عدد السليمين، جزأت هذه الدراسة المرض إلى أربع حالات (حادة- تحت حادة- مزمنة- انتكاسية) وقاموا ببناء حجم عينة لكل حالة على حدة وإجراء فصل آلي لها باستخدام المنطق الضبابي، وكانت دقة الدراسة 84.38%، تمكّن الباحثون في الدراسة [31] من تحديد حالات المرض الأربع، ويمكن الاستفادة من هذه الميزة في تطوير دراستنا لتحديد شدة المرض، أما

## REFERENCES

1. Pike. H, (2012), The Leading Body for qualified iridologists in the UK, Guild of Naturopathic Iridologists International, UK.
2. Jensen. B, (n.d), IRIDOLOGY SIMPLIFIED, Iridology International, Volume 1, Escondiod, California 92025 Pa:11-14, USA.
3. Campbell .M.G, (2008), IRIDOLOGY DIABETES MELLITUS, retrieved (January 18, 2019)
4. Shah. S, *et al.*, (2014), IRIS SEGMENTATION AND RECOGNITION FOR HUMAN IDENTIFICATION. INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN TECHNOLOGY IJIRT | Volume 1 Issue 7 | ISSN: 2349-6002, india.
5. Asuntha A, *et al.*, (2019), Identification of Diabetics Mellitus using Iridology, INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN PHARMACEUTICAL SCIENCES, ISSN: 0975-7538, Pa: 1821 1822, India.

6. Dyah Ceni. A, *et al.*, (2017), Identification Of Diabetes In Pancreatic Organs Using Iridology, International Electronics Symposium (IEEE), Pa:114-117, Indonesia.
7. Bhatia K.S, *et al.*, (2015), Methodology for Detecting Diabetic, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, vol.4 Issue 3, pa:776-778.
8. Mithun. B.S, *et al.*, (2017), Iris Diagnosis – A Quantitative Non-Invasive Tool for Diabetes Detection, International Conference on Signal, Image Processing Communication and Automation, Pa:545-546, India.
9. Samant. P, *et al.*, (2018), Machine learning techniques for medical diagnosis of diabetes using iris images, Journal of Medical Engineering & Technology, ID: 01.GIJCTE.3.4.78, Pa:526-528, Germany.
10. Bernard Jensen International, (2020), UPDATED IRIDOLOGY DESK CHART, retrieved (12/1/2020)  
"<https://myinfiniteiris.com/product/updated-iridology-desk-chart-w-nutrition-chart-on-back11-x-17-laminated/>"
11. Blackwell. A, (n.d.), A Gentle Introduction to Random Forests, Ensembles, and Performance Metrics in a Commercial System, retrieved (10/4/2020)  
"<https://blog.citizennet.com/blog/2012/11/10/random-forests-ensembles-and-performance-metrics>"
12. Breiman. L, *et al.*, Random Forests, retrieved (25/4/2020)  
"[https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/RandomForests/cc\\_home.htm](https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/RandomForests/cc_home.htm)"
13. Salleh. M, *et al.*, (2018), Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System: Overview, Strengths, Limitations, and Solutions, International Conference on Data Mining and Big Data, ISSN:978-3-319-61845-6, UK.
14. Hosseini. M, *et al.*, (2011), Review of Medical Image Classification using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, Journal of Medical Signals & Sensors, Pa 50-51, Iran.
15. Nistrup. P, (2019), Principal Component Analysis (PCA) 101, using R, retrieved (26/9/2020)  
"<https://towardsdatascience.com/principal-component-analysis-pca-101-using-r-361f4c53a9ff>"
16. Paoletti. M, *et al.*, (2020), A New GPU Implementation of Support Vector Machines for Fast Hyperspectral Image Classification, MDPI Journal, DOI:10.3390/rs12081257, Pa 3-4, Switzerland.
17. Cox. S, (2019), what is f stop and How Does it Work?, Retrieved (25/1/2020),  
"<https://photographylife.com/f-stop#what-is-f-stop>"
18. Prabawa. B, (Jan.5.2018), What is the PDAF camera and what is the difference between a normal cam and it, Retrieved (jan.25.2020)  
"<https://www.quora.com/What-is-the-PDAF-camera-and-what-is-the-difference-between-a-normal-cam-and-it>"
19. Huawei Y9(2019), (Oct.1.2018), Retrieved (jan.25.2020)  
"[https://www.gsmarena.com/huawei\\_y9\\_\(2019\)-9324.php](https://www.gsmarena.com/huawei_y9_(2019)-9324.php)"
20. Al-Dwairi. M, *et al.*, (2010), Optimized True-Color Image Processing, World Applied Sciences Journal, Volume: 8 Issue:10, Pa 1175, Jordan.
21. Eyecos Eye selfie, (n.d), Retrieved (jan.25.2020)  
"<https://appadvice.com/app/eyecos-eye-selfie/1351223058>"
22. Eyecos Clinic New Eyes, (Des.27.2019), Retrieved (jan.25.2020)  
"<https://eyecos.eu/en/certifications/>"

23. Sarab.S, (2020), Canny edge detection, first edition, Baghdad University-College of Science Computer Science Department, Pa:3-14, Iraq.
24. Gomes.A, (2019), Edge Detection, Retrieved (1/12/2020)
25. Chen-Chung.*et al*,(2014,), A Novel Iris Segmentation Scheme, , Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering, ID: 684212 Pa 1-2, Egypt,.
26. Tossy.T,*et al* ,(2016), Effective Iris Recognition System, Global Colloquium in Recent Advancement and Effectual Researches in Engineering, Science and Technology, ISSN 2212-0173, Pa: 465-467, India.
27. James. M.S, (2015), A Review of Daugman's Algorithm in Iris Segmentation, International Journal of Innovative Science Engineering and Technology, ISSN 2348 – 7968, pa:760-763, India.
28. Yahya.A, *et al*, (2008), A New Technique for Iris Localization in Iris Recognition Systems, Information Technology, ISSN 1812-5638, Pa 924-925, America.
29. Rana HK, *at el*, (2019), A fast iris recognition system through optimum feature extraction, PeerJ Computer, Australia, Pa 4-5.
30. Bansal.A, *at el*, (2015), Determining diabetes using iris recognition system, International Journal of Diabetes in Developing Countries, ISSN: 0973-3930, Pa 432-434, India.
31. Rubel, B, *et al*, (2017), A New Approach of Iris Detection and Recognition, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), ISSN: 2088-8708, Pa 2532, India.
32. Lesmana.D,(2011), Abnormal Condition Detection of Pancreatic Beta-Cells as the Cause of Diabetes Mellitus Based on Iris Image, , information technology and Biomedical Engineering, ISSN: 2011.6108614, Pa 150-152, Indonesia,.
33. Sivasankar.k, *at el*, (2012), FCM based iris image analysis for tissue imbalance stage identification, International Conference on Emerging Trends in Science, Engineering and Technology, ISBN: 978-1-4673-5144-7/12, Pa 211-213, India.
34. Rosner. B, (2016), Fundamentals of Biostatistics, (8<sup>th</sup>ed.), USA
35. Hareva.D, *et al*, (2013), The Smart Device for Healthcare Service: Iris diagnosis, 2013 Eleventh International Conference on ICT and Knowledge Engineering, ISSN 1-4244-2384-2/08, Pa 4-6, Thailan