مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

تقييم أداء طرق تشخيص اعتلال الشبكية السكري

محمد علي بليلو*

(تاريخ الإيداع 28 / 3 / 2016. قُبِل للنشر في 10/ 7 / 2016)

□ ملخّص □

يعتبر تشخيص الأمراض باستخدام معالجة الصور من أهم المجالات التي تستخدم تقنيات معالجة الصورة في المجال الطبي حيث تعد البيانات الرقمية في مجال طب العيون محور تركيز الباحثين للكشف التلقائي عن بعض الأمراض الهامة كاعتلال الشبكية السكري (DR) و يُعرف بأنه تلف في شبكية العين يأتي نتيجة الاختلاطات و المضاعفات الخطيرة على الجسم البشري الناتجة عن مرض السكري على المدى الطويل و يعتبر أحد أهم الأسباب المؤدية للعمى في العالم و يسبب اضرارا خطيرة لشبكية العين.

يهدف البحث إلى تقييم أداء بعض الطرق المتبعة في تشخيص اعتلال الشبكية السكري من خلال الكشف عن إحدى أهم الآفات المرافقة له في شبكية العين و هي الإفرازات و ذلك عبر تشخيصها في صور قاع العين الرقمية من خلال تقنيات معالجة الصورة حيث تساهم عملية الكشف هذه في المساعدة على الكشف المبكر عنه.

الكلمات المفتاحية: الإفرازات، تجميع FCM ، معالجة الصور، العمليات المورفولوجية، كشف القرص البصري، اعتلال الشبكية السكري، البقعة

*قائم بالأعمال – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي – كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

Assess the performance of the diagnosis ways of diabetic retinopathy

Mohammad Ali Blailo*

(Received 28 / 3 / 2016. Accepted 10 / 7 / 2016)

□ ABSTRACT □

Considered the diagnosis of diseases using image processing is one of the most important areas of image processing techniques used in the medical field, Where is the digital data in the field of ophthalmology focus of researchers for automatic detection of some important diseases such as diabetic retinopathy (DR).

And is defined as damage to the retina of the eye comes as serious complications and on the human body complications resulting from diabetes in the long term and is considered one of the most important causes of blindness in the world and cause serious damage to the retina.

The research aims to Assess the performance of some of the methods used in the diagnosis of diabetic retinopathy by revealing one of the most important accompanying pests him in the retina of the eye and is the exudates and through diagnosed in images digital fundus through image processing techniques where this detection process contributes in helping to early detection.

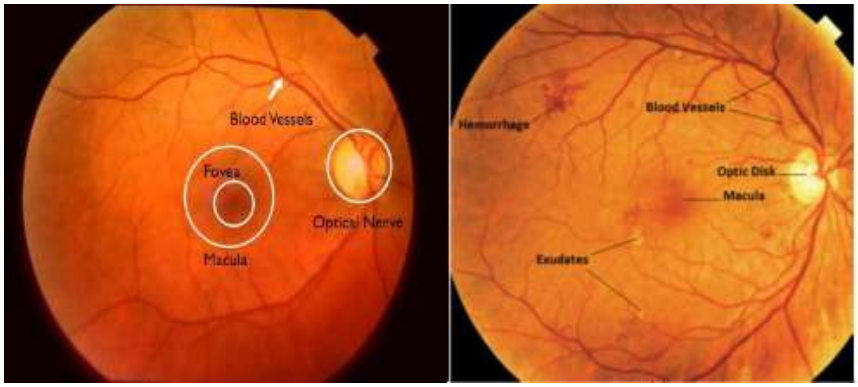
Keywords: Exudates, FCM clustering, Image processing, Morphological operations, Optic disk detection, Fundus image, Diabetic Retinopathy (DR), macula

* **Acadimic Assistance at Department of computer and automatic control, faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia Syria.**

مقدمة:

أصبح داء السكري وباء عالميا مع ارتفاع عدد المصابين به من 108 ملايين شخص عام 1980 إلى 422 مليون عام 2014 بنسبة تعادل 8.5٪ من السكان البالغين فوق 18 عاماً في العالم و سيكون من الأسباب الرئيسية السبعة للوفاة في عام 2030، و يعتبر اعتلال الشبكية السكري واحدا من أهم سمات داء السكري و هو من مضاعفاته التي تصيب الاوعية الدموية الدقيقة في شبكية العين و هناك ما يقارب 2.6% من أسباب العمى في العالم تعود لاعتلال الشبكية السكري[10].

يبين الشكل (1a) و (1b) شبكية عين سليمة تتضمن تحديد أجزاء مهمة في الشبكية كالقرص البصري و البقعة والنقرة وأخرى مصابة بشكل من أشكال اعتلال الشبكية السكري يظهر عليها الإفرازات والنزف الدموي على التوالي.



(a) (b)

الشكل (1) – (a) عين سلمية غير مصابة – (b) عين مصابة باعتلال الشبكية السكري

يتم الكشف عن اعتلال الشبكية السكري عبر معالجة صور قاع العين عبر تقنيات مختلفة منها:

1 تقنيات في مجال الأوعية الدموية لقاع العين و تجزئتها منها إطار *Fraz* الذي صنف خوارزميات استخراج الأوعية الدموية [12],[1].

2 تقنيات إزالة القرص البصري منها:

–مقاربة القرص البصري من خلال تحديد أكبر تباين محلي بحجم نافذة 80*80 من خلال فرضية *Sinthanayothin* التي ترتكز على أن من لديهم آفات شبكية سيمتلكون تبايناً أقل في منطقة القرص البصري [2].

–الكشف عن القرص البصري من خلال مرشح الانتروبي *entropy filtering* من خلال اقتراح *Sopharak* [3].

قيام *Niemeijer* بالكشف عن القرص البصري من خلال اعتماد مجموعة من الخصائص المتعلقة بالعين كخريطة الأوعية الدموية في العين و كثافة الصورة كعدد الأوعية الدموية و متوسط العرض لهم و الانحراف المعياري و الاتجاه و غيرها [4].

أما آلية الكشف التلقائي عن الإفرازات لتشخيص اعتلال الشبكية السكري فيتم من خلال طرق مختلفة منها:

1 – طريقة *Sopharak* التي تعتمد استخدام مجموعة من معاملي المورفولوجية و تعديلها [12],[5].

2 - طريقة *Sopharak* المعتمدة على استخدام تقنية Fuzzy C-Means clustering [6].

3 - اعتماد Ramasway إجراء مقارنة بين التقنيات المختلفة للكشف التلقائي عن الإفرازات كنهج المورفولوجية morphological approach و هو عبارة عن مجموعة من التعليمات غير الخطية المرتبطة بالعنصر أو بالخصائص المشكلة للصورة و تعالج عمليات المورفولوجيه الصورة من خلال شكل صغير يدعى عنصر صورة أو عنصر الهيكلة، و نهج تزايد المنطقة region growing approach وهي تقنية ذات مفهوم بسيط يعتمد على انتقاء بكسل من الصورة أو مجموعة من البيكسلات و اعتبارها منطقة ثم دراسة البيسكل المجاور للمنطقة فإن كان مماثلا تم إضافته للمنطقة و بذلك تنمو المنطقة و إن كان لا يماثل خصائص المنطقة يتم استبعاده وقد تكون الخصائص التي يتم اعتمادها مثلا تغير في اللون، و تقنية التجميع الضبابي (fuzzy C-mean Clustering) التي تعمل على دراسة كل جزء من البيانات و إمكانية انتمائها لاثنين أو أكثر من المجموعات المحددة لعملية المقارنة او المسماة عناقيد و تحدد اتمناء جزء من البيانات لعنقود ما استنادا إلى المسافة بين مركز العنقود و نقطة البيانات وكلما قصرت المسافة كلما زاد انتماء الجزء لذلك العنقود، و تقنية k-means clustering و هي تقنية تعتمد على تجميع البيانات ضمن مجموعات (عناقيد) بنفس تقنية (fuzzy C-mean Clustering) مع اختلاف وحيد وهو أن النقطة المدروسة في k-means clustering إما أن تنتمي للعنقود أو لا تنتمي في حين أنه مع تقنية التجميع الضبابي (fuzzy C-mean Clustering) يمكن أن تنتمي النقطة المدروسة لأكثر من عنقود بنسب انتماء متفاوتة [7].

أهمية البحث و أهدافه

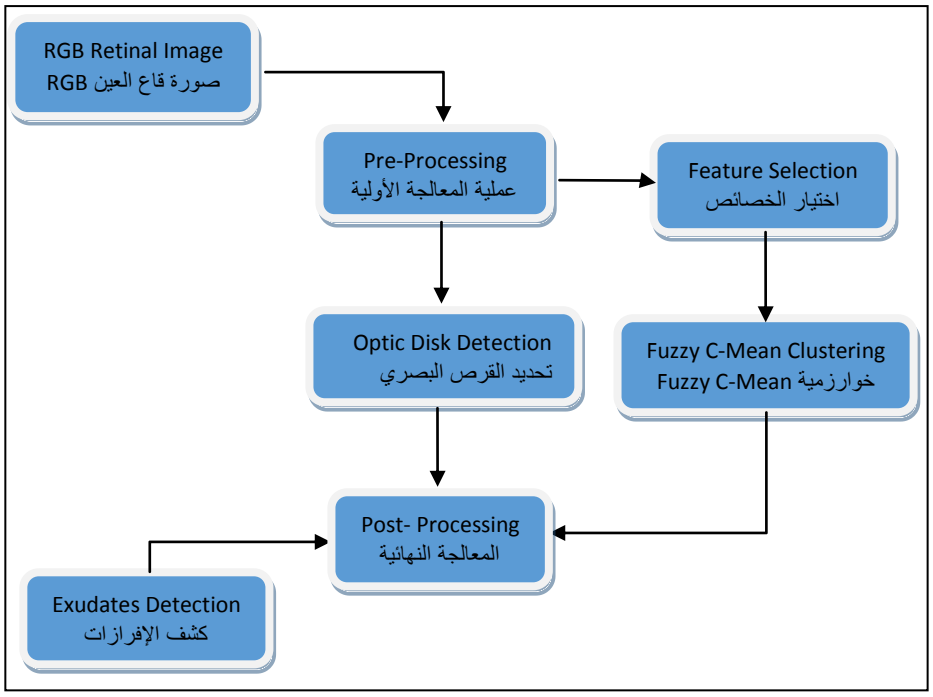
تكمن أهمية البحث في:

1 تقديم تقنية علمية تقوم بالكشف المبكر عن اعتلال الشبكية السكري و تشخيصه في مراحله الأولى لأن تطور أعراضه و اقترابها من البقعة في العين يمكن أن يؤدي لفقدان البصر و حدوث العمى

2 تقديم مقارنة بين بعض الطرق المتبعة في مجال معالجة الصور للكشف عن اعتلال الشبكية السكري .

طرائق البحث و مواده

تعتمد الطريقة المقترحة للكشف عن الإفرازات في صورة قاع العين لتشخيص اعتلال الشبكية السكري على إجراء مجموعة من الخطوات الموضحة بالشكل (2) و هي إجراء عمليات معالجة أولية على صورة قاع العين يليها الكشف عن القرص البصري ثم إزالة الخلفية و في النهاية يتم الكشف عن الإفرازات باستخدام خوارزمية FCM، وقد تم استخدام صور من قاعدتي بيانات *Diaretdb0* و *Diaretdb1* المتوفرتين على شبكة الانترنت [11].



الشكل (2) تسلسل الخطوات المقترحة للكشف عن الإفرازات في صور قاع العين

و فيما يلي استعراض تلك الخطوات بالتفصيل.

1 – عمليات أولية على صور قاع العين

تعد هذه العمليات الأولية الخطوة الأولى في التشخيص التلقائي لأمراض الشبكية و هي مرحلة حساسة في إعداد صور قاع العين تشمل الخطوات التالية:

1 - تغيير حجم صور قاع العين الملونة إلى الحجم 400*450 pixels.

2 - استخراج القناة الخضراء من الصورة RGB لأنها توفر أقصى تباين محلي على كامل بيكسل الصورة.

و يبين الشكل (3) صورة قاع العين و القنوات اللونية الثلاث لها.

الشكل (3) – (a) الصورة الأساسية (b) القناة الخضراء (c) القناة الحمراء (d) القناة الزرقاء.

3 - تطبيق فلتر median filter بحجم 3*3 pixels من أجل إعادة القيم الوسطى median values للعناصر على كامل أبعاد المصفوفة المختلفة و لا يعمل على طمس حدود الصورة و يبين الشكل 4(c) نتيجة تطبيق هذا الفتر

4 - تطبيق معادل التباين على الصورة باستخدام معادل الرسم البياني المتكيف محدد التباين contrast-limited adaptive histogram equalization (CLAHE) من أجل تعزيز تباين الصورة حيث تعمل CLAHE على مناطق صغيرة في الصورة تسمى رقعات بدلا من الصورة بأكملها ثم يتم الجمع بين الرقعات المجاورة باستخدام استيفاء شبه خطي bilinear interpolation للقضاء على الحدود الصناعية، و يمكن أن يقتصر التباين خاصة في المناطق المتجانسة على تفادي أي ضوضاء قد تكون موجودة في الصورة، و تظهر صورة الشبكية الناتجة عن العمليات السابقة في الشكل 4(d).

2 - الكشف عن القرص البصري

يمتلك القرص البصري شكلاً دائريا و يتميز بأنه منطقة ذات كثافة عالية تبدو مشرقة و بلون أصفر و قد يتم تشخيصه كجزء من منطقة إفرازات نتيجة التشابه اللوني مع الإفرازات لذلك لابد من الكشف عنه و عزله حتى نتمكن من تحديد وجود الإفرازات من عدمه، و قد تم الكشف عن القرص البصري OD باستخدام فكرة Saleh من خلال زيادة الخطوات و تغيير حجم عنصر الهيكلة [8].

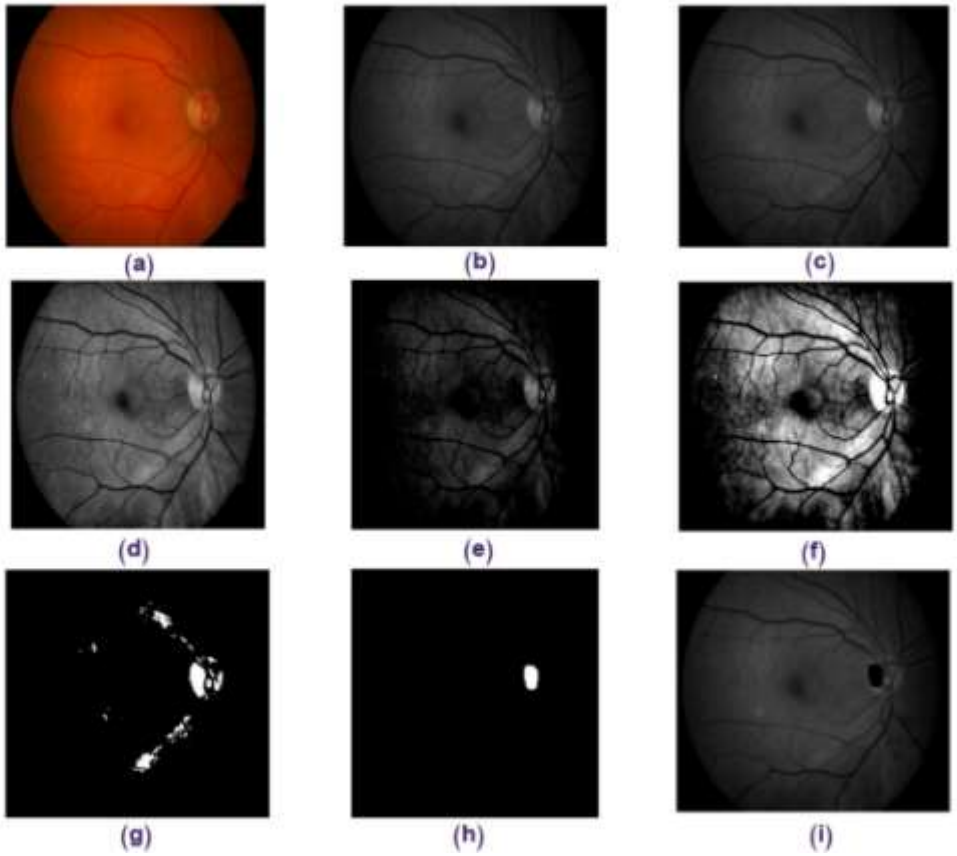
اعتمدنا في هذه الخطوة تسلسل الخطوات التالية:

1 - تطبيق معامل مورفولوجي Top-Hat على الصورة بالاعتماد على عنصر هيكلة (SE) و سيتم استخدام عنصر هيكلة كرة مع دائرة نصف قطرها 48 pixels و ارتفاع 55 pixels و يظهر في الشكل 4(e) الصورة بعد عملية Top-Hat.

2 - تطبيق تمدد التباين على الصورة و تقوم هذه المهمة بتوسيع نطاق قيم الكثافة للصورة و يُطَبَق تمدد التباين من خلال تحديد الحدود الدنيا و العليا الممكن استخدامها لصورة تمدد التباين و بشكل افتراضي تم تحديد القيم في الأدنى و الأقصى بمقدار 1% للأسفل و 1% للأعلى من كل قيم البيكسل و تظهر الصورة الناتجة كما في الشكل 4(f).

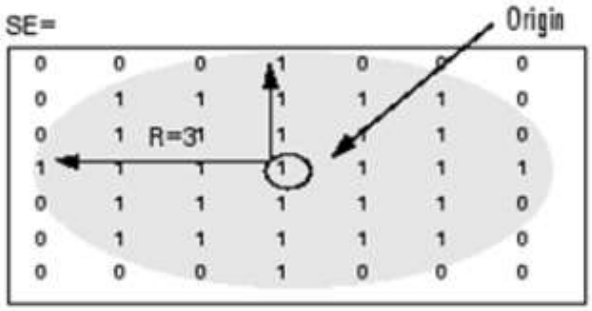
3 - تحويل الصورة الناتجة إلى صورة ثنائية باستخدام قيمة عتبة أو مستوى من 0.9 و قيم العتبة في المجال [0,1] و هو نسبة إلى مستويات الإشارة الممكنة لصنف الصورة و بالتالي فإن مستوى قيمة من 0.5 هو وسطي بين الأبيض و الأسود بغض النظر عن الطبقة، حيث تستبدل صورة الخرج الناتجة كل البيكسل في صورة الدخل بقيم إنارة أكبر من المستوى بالقيمة 1 (الأبيض) و باقي البيكسل بالقيمة 0 (الأسود)، و تظهر الصورة بعد تلك العمليات كما في الشكل4(g).

4 - استخدام معاملي المورفولوجية Opening و Closing حيث يتم استخدام معامل Opening للقضاء على العناصر الصغيرة و يتم تطبيق معامل closing باستخدام عنصر هيكلة القرص مع دائرة قطرها 10، و تظهر الصورة الناتجة بعد تطبيق هاتين العمليتين في الشكل 4(h)، و بعد تطبيق كافة المراحل السابقة سيبقى القرص البصري و بعد الكشف عنه سيتم حذفه من صورة الشبكية و يظهر الشكل 4(i) صورة النهاية.



الشكل (4) – الكشف عن القرص البصري (a) الصورة الرئيسية (b) القناة الخضراء (c) مرشح median (d) معادل التباين (e) معامل Top–Hat (f) تمدد التباين (g) صورة ثنائية binary (h) معامل Opening and Closing (i) حذف القرص البصري

و يبين الشكل (5) عنصر هيكلة القرص البصري المقترح بقطر 3 pixels.



الشكل (5) – عنصر هيكلة القرص

3 – مرحلة إزالة الخلفية

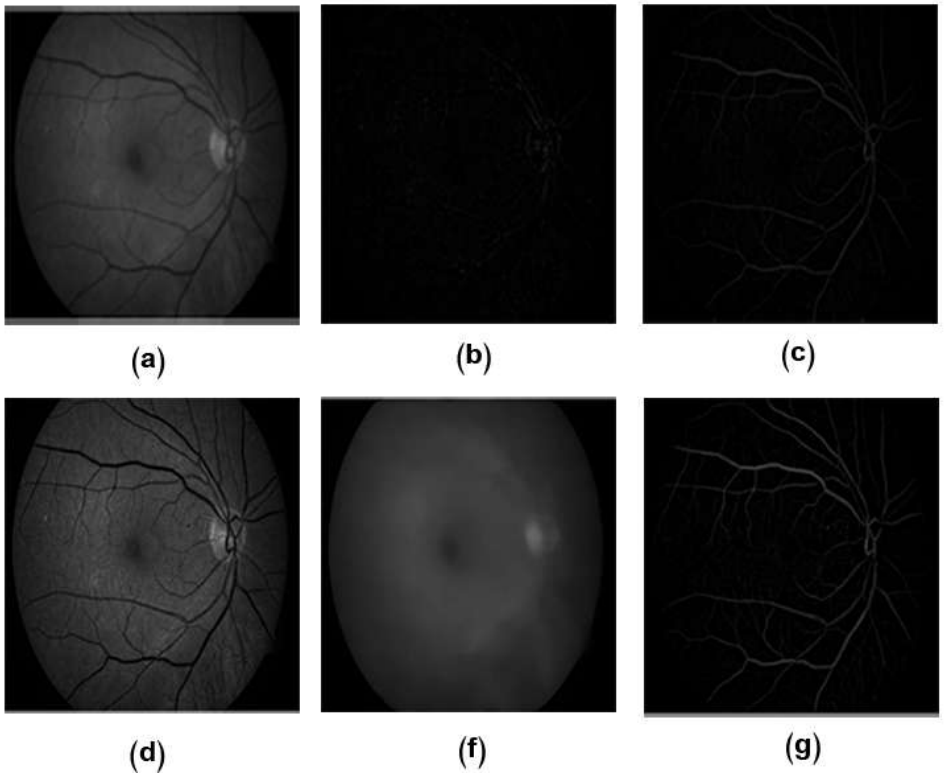
تم تحليل الكائنات أمام الخلفية بشكل أكثر سهولة إذا ما تم إزالة الخلفية و الصورة الناتجة بعد حذف الخلفية تم استخدامها في خطوة لاحقة كميزة أخرى في عملية الكشف عن الإفرازات، و للقضاء على الخلفية تم استخدام كل من معاملي المورفولوجية Top–Hat و Bottom–Hat وفق تسلسل الخطوات التالية:

1 – حساب عملية Top–Hat على الصورة و الصورة الناتجة موضحة بالشكل 6(b)

2 - حساب عملية Bottom-Hat و هي مزيج من عمليات Closing و minus حيث تقوم عملية Bottom-Hat بحساب معامل Closing المورفولوجي على الصورة ثم يطرح الصورة الأصلية المعتمدة على عنصر هيكلة من الصورة الناتجة عن عملية Closing و قد تم في هذا البحث استخدام عنصر هيكلة قرص مع قطر 5 pixels، و يظهر الشكل 6(c) الصورة الناتجة بعد الخطوة الثانية في عملية إزالة الخلفية و هي معامل Bottom-Hat

3 - طرح الصورة الناتجة عن عملية Bottom-Hat من الصورة الناتجة عن عملية جمع القناة الخضراء للصورة الرئيسية و الصورة الناتجة بعد عملية Top-Hat و تظهر النتيجة في الشكل 6(d)

4 - طرح الصورة الناتجة النهائية من صورة مرشح median بحجم 25*25 pixels حيث تظهر الصورة الناتجة بعد تطبيق مرشح median في الشكل 6(e) أما صورة عملية الطرح فتظهر في الشكل 6(f).



الشكل (6) – (a) القناة الخضراء للصورة الرئيسية (b) معامل Top-Hat (c) معامل Bottom-Hat (d) [(a+b)-(c)] (e) مرشح Median 25*25 (f) صورة حذف الخلفية

4 - الكشف عن الإفرازات

تم في هذا البحث اعتماد خوارزمية FCM لتشخيص الإفرازات من صور الشبكية، و تعتمد خوارزمية FCM طريقة التجميع الضبابي Fuzzy C-means clustering على مجموعة بيانات معينة [9].

1. 4. 2. تجميع *FCM (FCM clustering)*

هي خوارزمية تجميع متداخلة تقوم بتوظيف التقسيم الضبابي حيث أن نقطة البيانات المعطاة يمكن أن تنتمي لاثنين أو أكثر من العناقيد بدرجات انتماء محددة وفق رتبة عضوية بين 0 و 1.

الوسائط المدخلة لتابع FCM هي مجموعة البيانات المراد تجميعها و عدد العناقيد بينما الخرج هو قائمة مراكز العناقيد و n درجة عضوية لكل بيكسل حيث n عدد العناقيد المطلوب، و سيتم تعيين البيكسل للعنقود ذو درجة العضوية الأعلى و قد تم في هذا البحث تحديد عدد العناقيد 5.

2. 4. 2. استخراج الميزات

تم اختيار أربع مزايا لاستخدامها كدخل لخوارزمية FCM

-إزالة صورة الخلفية.

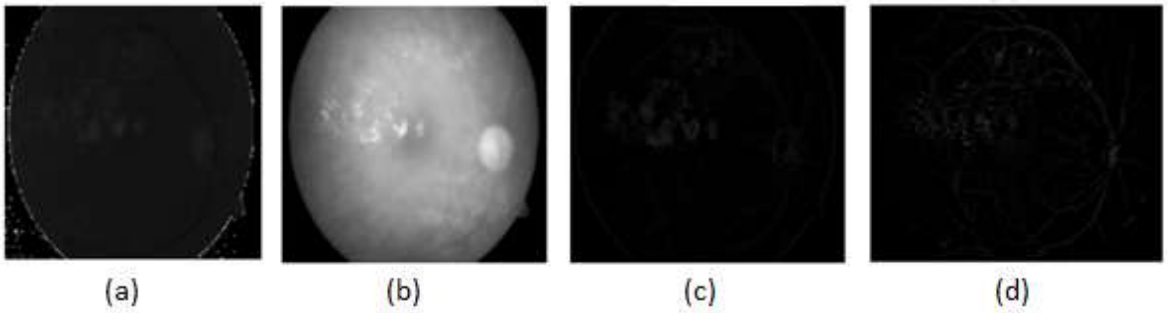
-قناة H من صيغة HSV لصورة الشبكية.

-قناة V من صيغة HSV لصورة الشبكية.

-الانحراف المعياري Standard deviation للقناة الخضراء من صورة الشبكية.

تم في البداية تحويل الفضاء اللوني RGB للصورة الأصلية إلى صيغة HSV (Hue و Saturation و Value) للصورة حيث تم استخراج Hue و Value من صيغة HSV لصورة الشبكية لأن الإفرازات تمتلك ألواناً صفراء و يظهر الشكل 7(a) استخراج القناة Hue من صورة الشبكية فيما يظهر الشكل 7(b) قناة Value لصورة الشبكية.

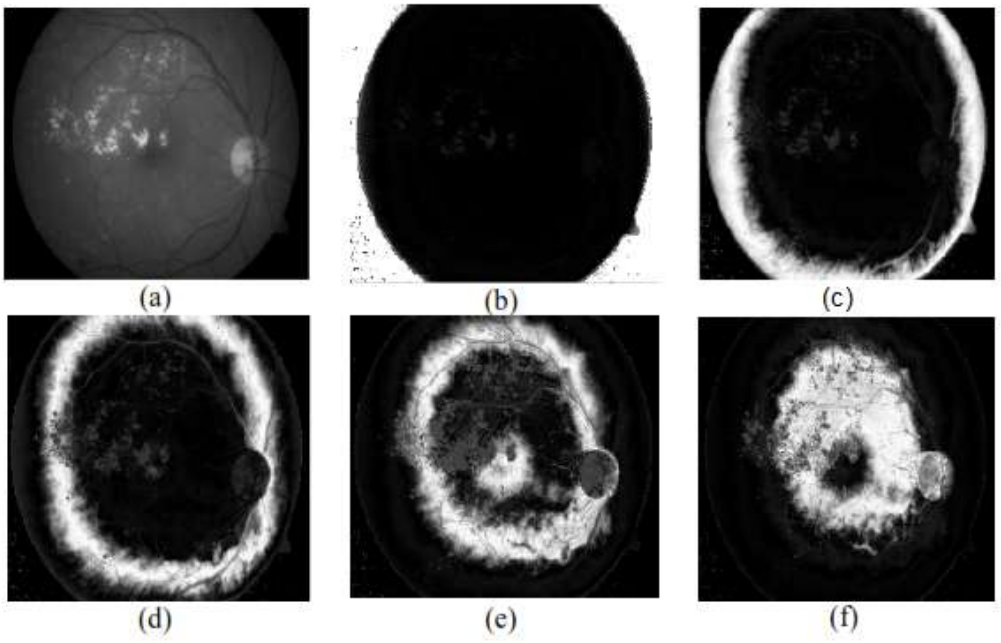
تم استخدام الميزة الرابعة هي الانحراف المعياري للقناة الخضراء لصورة الشبكية نافذة حجم 3*3 pixels و تظهر النتيجة في الشكل 7(c) و صورة حذف الخلفية في الشكل 7(d).



الشكل (7) – (a) استخراج القناة Hue (b) استخراج القناة Value
(c) الانحراف المعياري للقناة الخضراء (d) صورة حذف الخلفية.

بعد استخراج الميزات تم في الخطوة التالية استخدامها كمدخل لخوارزمية FCM للتصنيف، و تلى ذلك اختيار العنقود المطلوب من بين 5 عناقيد خرج و تظهر عناقيد الخرج لخوارزمية FCM تظهر في الشكل 8.

في هذه الخطوة يتم اختيار العنقود المناسب و بعد تعزيز التباين و حذف القرص البصري يتم إظهارها كخرج نهائي و يتم اكتشاف منطقة الإفرازات في صور الشبكية.



الشكل (8) – (a) الصورة الرئيسية (b) cluster1 (c) cluster2 (d) cluster3 (e) cluster4 (f) cluster5

مراقبة الأداء

تم في هذا الجزء من البحث تقييم الأداء بعد تنفيذ الخطوات المقترحة بناءاً على صيغ لقياس الأداء هي:

1 – القيمة التخمينية الإيجابية (positive predictive value: PPV) و تعطى بالعلاقة:

$$PPV = \frac{TP}{TP + FP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن:

-TP: عدد قيم البيكسل الإفرازات الصحيحة المكتشفة.

-FP: عدد قيم البيكسل التي لا تتضمن إفرازات و تم تحديدها بشكل خاطئ كأماكن إفرازات.

2 – الحساسية (sensitivity) و تعطى بالعلاقة:

$$Sensitivity = \frac{TP}{TN + FP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن:

-TN: عدد قيم البيكسل التي لا تتضمن إفرازات و تم اكتشافها بشكل صحيح كقيم بكسل لا تحتوي إفرازات.

3 – النوعية (specificity) و تعطى بالعلاقة:

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

4 – الدقة (accuracy) و تعطى بالعلاقة:

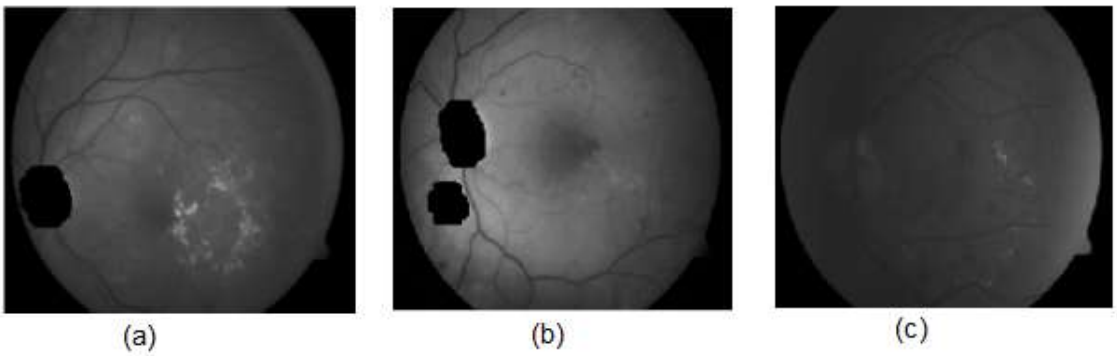
$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث أن:

-FN: عدد قيم بيكسل الإفرازات التي لم يتم اكتشافها (تحديدها).

النتائج و المناقشة

تم برمجة خطوات الطريقة المقترحة للكشف عن الإفرازات في صور قاع العين من أجل تشخيص اعتلال الشبكية السكري باستخدام بيئة عمل MATLAB نسخة 2016a واختبارها على صور الشبكية من قاعدتي بيانات Diaretdb0 و Diaretdb1 و يظهر الشكل 9 النتيجة الخاصة بتطبيق الطريقة المقترحة الكشف عن القرص البصري المقترحة مع حالات اكتشاف صحيح أو كاذب أو بدون اكتشاف للصور من قاعدتي البيانات Diaretdb0 و Diaretdb1.



الشكل (9) –الكشف عن القرص البصري (a) كشف صحيح (b) تحديد كاذب (c) عدم كشف

لم تتمكن الطريقة المقترحة في بعض الحالات من اكتشاف القرص البصري نظراً للتباين المنخفض لصور الشبكية، كما تم في بعض الحالات تحديد خاطئ للقرص البصري.

تم تحديد عدد حالات الكشف الصحيح، الكاذب أو عدم التحديد للقرص البصري على قاعدتي البيانات Diaretdb0 و Diaretdb1 و من ثم تم حساب متوسط القيمة لحالات الكشف الصحيح للقرص البصري و يبين الجدول (1) النتائج.

الجدول (1) أداء كشف القرص البصري

Retinal Images Databases	Number of Images	True detection	False detection	No detection	Average of true detection of OD (%)
Diaretdb0	129	113	6	10	87.59
Diaretdb1	89	77	3	9	86.51

و يبين الجدول (2) المقارنة بين خطوات العمل المقترحة للكشف عن القرص البصري مع الأساليب الأخرى حيث أنه من الضروري ملاحظة بان مرحلة اكتشاف القرص البصري هي جزء واحد من الخطوات المقترحة إذا تم بدقة عالية فإن أداء العمل الكلي سيزداد بوضوح، و أن استخدام المزيد من الميزات للقرص البصري مثل الدائرية و نقطة البداية للأوعية الدموية للشبكية ستعمل على تحسين الأداء الكلي.

الجدول (2) – مقارنة النسبة المئوية لنجاح عملية كشف القرص البصري في طرق عدة

Optic disc detection methods	Diaretdb0	Diaretdb1
Sinthanayothin et al.(1999)	-	84
Lalond et al.(2001)	77.56	75.46

Sopharak et atl.(2008)	95.29	93.70
Ravishankar et al.(2009)	80.12	76.41
Niemeijer et al.(2009)	78.20	77.04
Proposed method	87.59	86.51

كما و تم اختبار طريقة العمل المقترحة للكشف عن الإفرازات على عشرة صور شبكية العين مع الإفرازات من قاعدتي بيانات Diaretdb0 و Diaretdb1، و يوضح الجدول (3) المتوسط المحسوب من الحساسية و النوعية و الدقة و معاملات PPV على عشرة صور من قاعدتي البيانات البحث.

الجدول (3) – متوسط خوارزمية كشف الإفرازات المقترحة

Method	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	Accuracy (%)
FCM	88.66	99.98	95.66	99.90

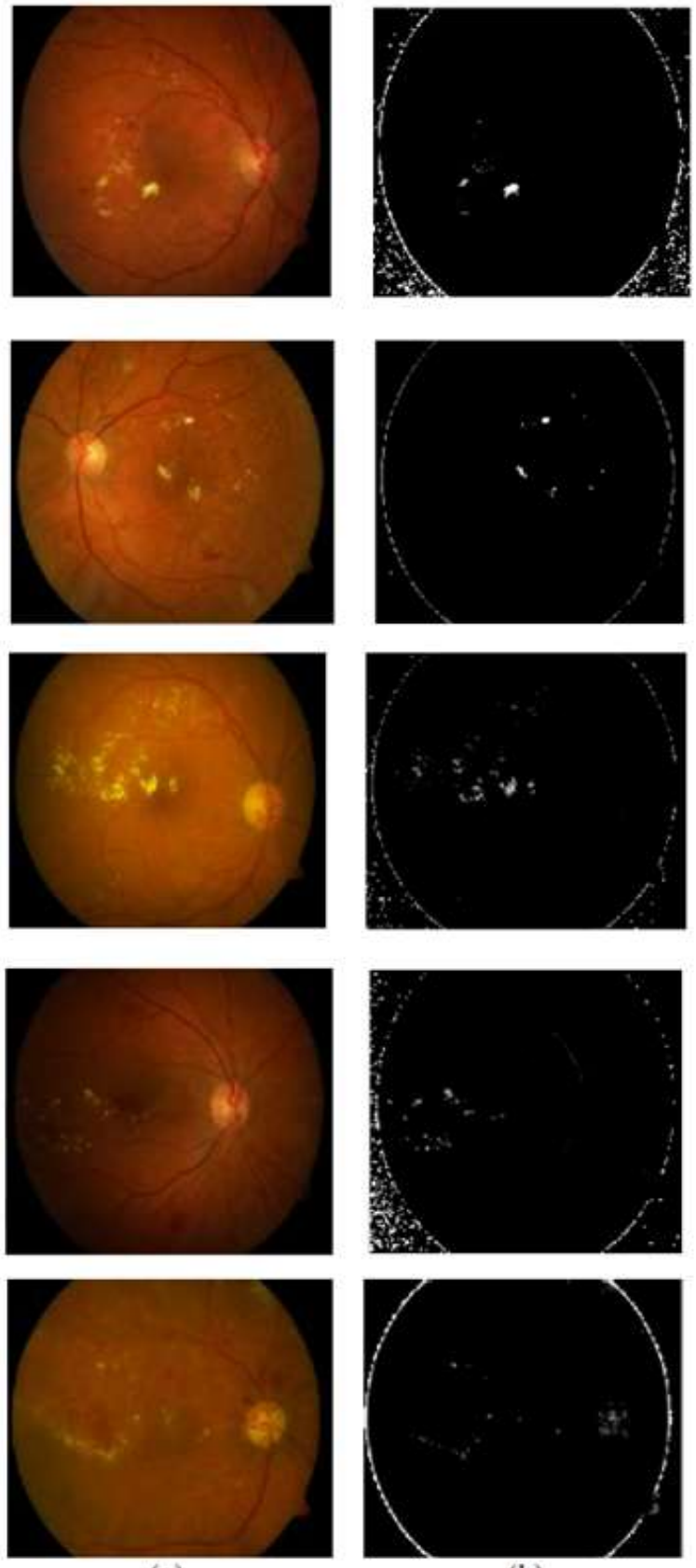
و كما هو موضح في بداية البحث فإن العديد من الأساليب التي تستخدم معاملات المورفولوجي و منطقة النمو وأساليب أخرى تستخدم لتشخيص الإفرازات على صور شبكية العين، و يظهر الجدول (4) مقارنة بين الكشف عن الإفرازات المقترحة مع الأساليب الأخرى.

حيث أظهرت طريقة Sopharak المتعمدة على تقنية FCM أعلى درجة من الحساسية فيما كانت الأدنى بالقيمة التخمينية الإيجابية، بينما كانت طريقة Ramaswamy المعتمدة على نفس التقنية FCM ذات نتائج قريبة من خطوات العمل المقترحة في الخصوصية والدقة و تفوقت بالحساسية فيما كانت أضعف في القيمة التخمينية الإيجابية.

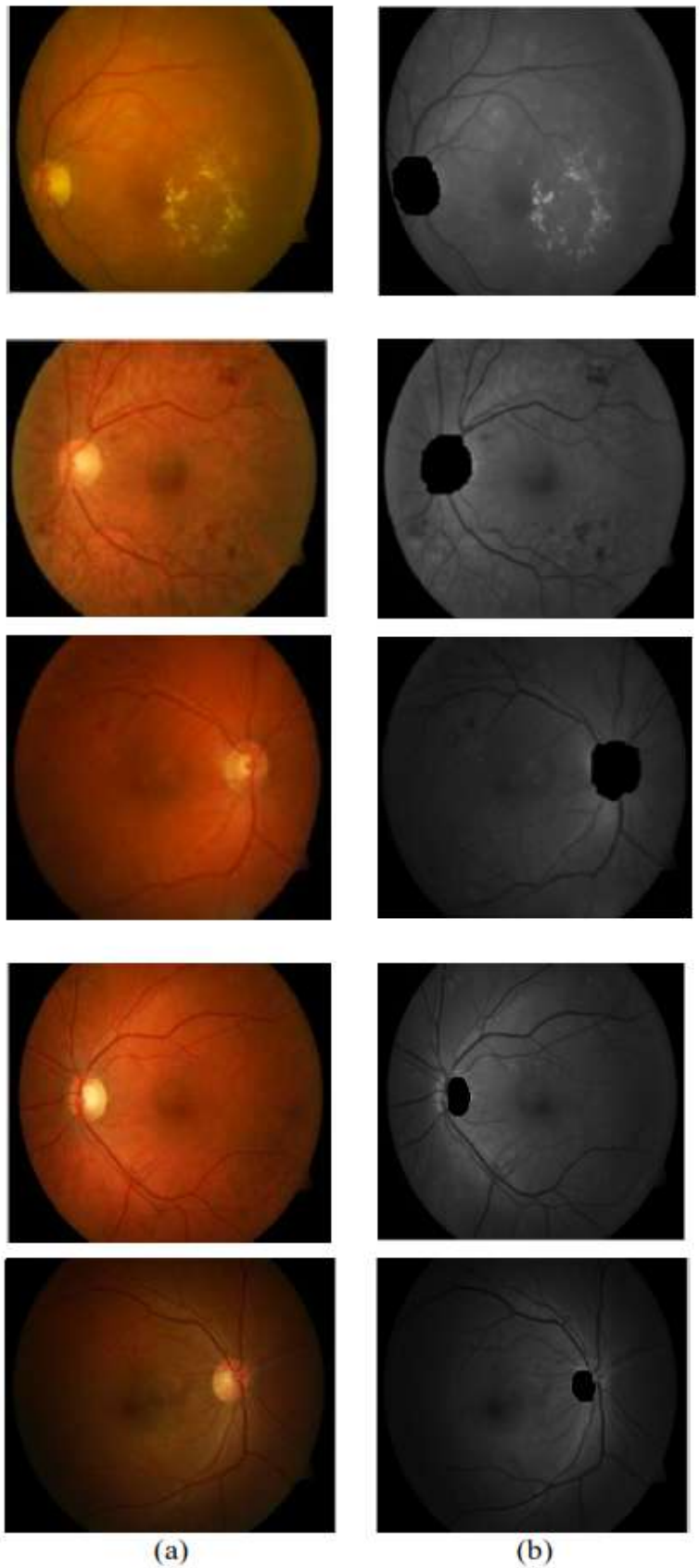
الجدول (4) – مقارنة طرق كشف الإفرازات

الرقم	الطريقة	الحساسية Sensitivity (%)	الخصوصية Specificity (%)	القيمة التخمينية الإيجابية PPV (%)	الدقة Accuracy (%)
1	Sopharak et al.(2008) Morphology	80.00	99.46	-	-
2	Sopharak et al.(2009) FCM	97.2	85.4	5.9	85.6
3	Sopharak et al.(2008) FCM & Morphology	87.28	99.24	42.77	99.11
4	Ramaswamy et al.(2011), morphology	82.23	99.95	40.93	99.18
5	Ramaswamy et al. (2011), FCM	92.08	99.95	86.96	99.79
6	Ramaswamy et al. (2011), Region Growing	82.23	99.93	42.70	99.31
7	Proposed Method,10 Images	88.86	99.98	95.66	99.90

و تظهر صور الخرج بعد تنفيذ خطوات العمل المقترحة كشف الإفرازات في الشكل (9) و صور الخرج بعد تطبيق خوارزمية الكشف عن القرص البصري كما في الشكل (10).



الشكل (9) – كشف الإفرازات (a) الصور الأصل (b) صور الخرج



الشكل (10) – كشف القرص البصري (a) الصور الأصل (b) صور الخرج

الاستنتاجات و التوصيات

تم في هذا البحث تقييم أداء بعض الطرق المتبعة في تشخيص اعتلال الشبكية السكري و تطبيق مجموعة من الخطوات المقترحة لكشف آفة من آفات اعتلال الشبكية السكري و هي الإفرازات من خلال تقنيات معالجة الصور و قد تم تطبيق الخطوات المقترحة على الصور المأخوذة من شبكية العين للمرضى و تضمنت هذ الخطوات خوارزمية FCM لتجميع البيانات و قناتي H و V من تنسيق HSV للصورة و كذلك الانحراف المعياري على القناة الخضراء لصورة الشبكية إضافة لحذف بيانات الخلفية من الصورة كميزة مستخدمة في دخل خوارزمية FCM كما وتمت عملية الكشف عن القرص البصري و إزالتها من الصورة باستخدام العمليات المورفولوجية لتشابه لونها مع الإفرازات.

في النهاية تم تقييم أداء الخطوات المقترحة من خلال بعض مؤشرات الأداء كالقيمة التنبؤية الإيجابية (PPV) و الحساسية، النوعية و الدقة و قد أظهرت النتائج أن هذه الخطوات تعتمد على مهمة أخرى كالكشف عن القرص البصري و إذا لم يتم القيام بهذه المهمة بأداء عالي فإن مجموعة الخطوات لن تعمل بكفاءة عالية و يمكن استخدام ميزات أكثر من القرص البصري لتحسين هذه المهمة.

كان لهذه الخطوات أداء جيد على الصور في شبكية العين التي لديها مناطق الإفرازات مشرقة و متصلة و لم نستخدم عملية إزالة الأوعية الدموية في هذا العمل و التي يمكن لإضافتها أن تحسن أداء النظام.

الجمع بين تجميع FCM و طريقة أخرى أو استخدام طريقة التجميع تحت الإشراف supervised clustering method يمكن أن يؤدي لنتائج متفوقة

المراجع

[1] M.M, FRAZ, P. REMAGNINO, A. HOPPE, B. UYYANONYARA, A.R. RDNICKA, C.G. OWEN, S.A. BARMAN, "*Blood vessel segmentation methodologies in retinal images,"* A survey, Computer methods and programs in biomedicine, 2012, No of pages 27.

[2] C. SINTHANAYOTHIN, J.F. BOYCE, H.L. COOK and T.H. WILLIAMSON, "*Automated location of the optic disk, fovea, & retinal blood vessels from digital color fundus images*," British Journal of Ophthalmology, Vol 83, pp. 902–910, 1999.

[3] A. SOPHARAK, K. THET NEW, Y. AYE MOE, M.N. DAILEY and B. UYYANONYARA. "*Automatic exudate detection with a naive Bayes classifier,"* International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology, Bangkok, Thailand, 2008, pp.139–142

[4] M. NIEMEIJER, M.D. ABRAMOFF and B. VAN GINNEKEN, "*Fast detection of the optic disc and fovea in color fundus photographs,*" Med. Image Anal, 2009, Vol 13, 859–870.

[5] A. SOPHARAK, B. UYYANONYARA, S. BARMAN and T.H. WILLIAMSON, "*Automatic detection of diabetic retinopathy exudates from non-dilated retinal images using mathematical morphology methods*," Computerized Medical Imaging and Graphics, 2008, Vol. 8, pp.720–727.

[6] A. SOPHARAK, B. UYYANONYARA and S. BARMAN, "*Automatic Exudate Detection from Non-dilated Diabetic Retinopathy Retinal Images Using Fuzzy C-means Clustering*," 2009, Vol. 9, pp. 2148–2161.

[7] M., RAMASWAMY, D. ANITHA, S. P. KUPPAMAL, R.SUDHA, S.FEPSLIN, "*A Study and Comparison of Automated Techniques for Exudate Detection Using Digital*

Fundus Images of Human Eye," A Review for Early Identification of Diabetic Retinopathy, Mon Centre for Information Technology and Engineering , 2011 Vol. 2, pp. 1503-1516.

[8] M. SALEH and C. ESWARAN, "*An automated decision-support system for non-proliferative diabetic retinopathy disease based on MAs and HAs detection*," Computer Methods and Programs in Biomedicine, 2012, No. of Pages 20.

[9] K.M. HAMMOUDA,"*A Comparative Study of Data Clustering Techniques*," 2001.

[10] http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/ [visited in 2/1/2016]

[11] http://www.it.lut.fi/project/imageret/ [visited in 1/3/2016]

[12] J.ODSTRCILIK,R.KOLAR,A.BUDAIETAL.,"*Retinal vessel segmentation by improved matched filtering: evaluation on a new high resolution fundus image database",* IET Image Processing, 2013,vol.7, no.4,pp.373–383.

[13] Dr.BABASAHEB AMBEDKAR, PANKAJ SATHE, JAYPALSING KAYTE, SANGRAMSING KAYTE, RAJU MAHER, DNYANESHWAR PANCHAL, SUVARNSING, G.BHABLE, *"Automatic Diagnosis of Diabetic Retinopathy Micro aneurysm from Low Contrast Retinal Images using Mathematical Morphology Methods"*, International Journal of Computer Applications, November2015 , (0975 – 8887) Volume 130 – No.6.

[14] MANISHA LAXMAN JADHAV, Dr.M.Z.SHAIKH,*"Different Methods for Detecting & Grading Diabetic Retinopathy using Fundus Images- A Review"*, INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN ELECTRICAL, ELECTRONICS, INSTRUMENTATION AND CONTROL ENGINEERING , March 2016,Vol. 4, Issue 3.

[15] C. P. RESHMA CHAND, J. DHEEBA, "Automatic Detection of Exudates in Color Fundus Retinopathy Images", Indian Journal of Science and Technology, October 2015, Vol 8(26).

[16] SANJEEVANI CHOUDHARY, JYOTIKA PRUTHI, "Automated Image Processing to Diagnose Exudates from Images of Retina", International Journal of Computer Applications, April 2015, (0975 – 8887) Volume 115 – No. 5.