# استخدام الدوال الكاوسية في كشف الحافات في الصور الرقمية الملونة

**سهير حليم صالح** **أمير خضير حسين**

كلية العلوم للبنات-جامعة بابل

## Abstract

That the process of edge detection is the process of detection of discontinuity or sudden change in certain visual properties (such as the intensity of lighting, composition, color) and the processes and treatments is very important to the understanding of images and analysis may be used in the process of distinction objects in digital images .

In this study we proposal and application to detect edge in digital images based on the least squares method to approximate the image data to the Gaussian function and we are taken the color image as a kind of digital images and in each image were detected the edge which is a change in color intensity between the two homogeneous region and we can reveal these edges from we applicated the threshold and that by taking color image and by smoothing process used to remove noise from the image without damage the real edge of the image and then use the edge detection on the color image by using Sobel operator that represented the stander operators and the new method that depended on the least squares method to approximate moving the proposed the new method, which depends on the Gaussian least squares method which is one of the numerical and analytical methods used include color photographs of different color has been applied effectively Sobel operator it shows that the new method is capable of detecting Edges in color digital images and high quality compared with standard methods to detect the edge.

## الخلاصة

ان عملية الكشف الحافية هي عملية كشف عدم الاستمرارية او التغير المفاجيء في بعض الخواص البصرية مثل (شدة الاضاءة ,التركيب,او اللون) ومن العمليات والمعالجات المهمة جدا في فهم الصور و تحليلها وقد تستخدم في عملية تمييزالاهداف والاجسام في الصور الرقمية .

تم في هذه الدراسة اقتراح وتطبيق مؤثرات لكشف الحافات في الصور الرقمية بالاعتماد على طريقة المربعات الصغرى لتقريب بيانات الصورة الموضعية الى دالة كاوسية و تم اخذ الصورة الملونة كأحد انواع الصور الرقمية وفي كل صورة تم إيجاد الحافات التي هي عبارة عن تغير في الشدة اللونية بين منطقتين متجانستين ويمكن الكشف عن هذه الحافات من خلال تطبيق شرط العتبة وذلك من خلال اخذ كل صورة ملونة وإجراء عملية التنعيم عليها التي تستخدم لازالة الضوضاء من الصورة بدون أضرار للحافات الحقيقية للصورة وبعدها استخدمنا مؤثرات الكشف الحافي على الصورة الملونة والمتمثلة بمؤثر سوبل وهو مؤثر الكشف الحافي القياسي والمؤثر المقترح الجديد والذي يعتمد على طريقة التربيعات الصغرى الكاوسية وهي إحدى طرق التحليل العددي واستخدمنا صور ملونة ذات تدرج لوني مختلف وتم تطبيق مؤثر سوبل عليها تبين ان الطريقة الجديدة قادرة على كشف الحافات في الصور الرقمية الملونة وبجودة عالية قياسا بالطرق القياسية لكشف الحافة .

## 1- مقدمة Introduction

الصور الملونة هي عبارة عن موديل من ثلاثة حزم مجتمعة لتكوين صورة واحدة اذ ان كل حزمة تمثل لونا مختلفا وأكثر هذه الصور شيوعا هي المتمثلة بالأحمر والأخضر والأزرق او ما يسمى RGB اذ ان كل حزمة عبارة عن نموذج أحادي اللون ويستعمل (8 bits/pixel) لغرض تمثيل كل عنصر وعليه فان الصور الملونة ستكون (24 bits / pixel) .

لكل حزمة من الحزم الثلاثة أي ان كل لون له (256) تدرجا في الشدة مما يجعل الصورة تماثل الصور الطبيعية من حيث تدرج الألوان المجتمعة فيها(Logan , 1998; Gomes and Veltto,1997 ) ان العدد الكلي للالوان الصورة ذات الوان حقيقية بحدود 16 مليون لون مختلف حيث ان لكل لون اساسي 2 تدرج

لوني والمجموع الكلي 16.777.216 ان هذه الكمية من الالوان محددة بامكانية الكيان الصلب للحاسوب ولكن بصورة عامة يمكن مشاهدة 256لون مختلف في ان واحد.

في العديد من التطبيقات تحول معلومات اللون الأساسية RGB الى فضائيات رياضية اخرى تقوم بفصل معلومات اللمعان عن المعلومات اللونية ليسهل التعامل معها من هذه الحزم تقع ضمن مديات الطيف المرئي (Visible Spectrum) أما الحزم الأخرى فتقع في المناطق غير المرئية . (Gonzalez. and Eddins, 2004; Logan, 1998;Gomes and Veltto,1997) ووصف مقداره الكمي كنقطة في هذا الفضاء, ولقد صممت هذه الفضاءات بشكل نظام رياضي احداثي مشتق من الفضاء اللوني الأساسي RGB كما في لشكل (1).

ان نظام RGB لايعطي نموذجا جيدا للإدراك الحسي البشري للون وغالبا ما ينتج عنه تشويه في اللون عند تطبيق طرق المعالجة المختلفة وعليه فان فضاءات الألوان المبنية على أساس الادراك الحسي البشري ممكن ان تكون اكثر فائدة , حيث يمثل كل عنصر في الصور الملونة بثلاثة قيم طبقا الى الألوان الأساسية الثلاثة ( الأحمر , الأزرق , الاخضر ) وتمثل هذه القيم في فضاءات الألوان بمتجه يعطي الخواص اللونية لعنصر الصورة اعتمادا على طول المتجه واتجاهه .

يمكن الحصول على مكونات مختلفة من هذه الفضاءات مثل الشدة Intensity والتشبع Saturation , النقاوة او التدرج اللوني Hue باستعمال تحويلات خطية ولا خطية من الألوان الأساسية ويمكن تصنيفها الى ثلاثة انواع عامة هي :

**1- الاحداثيات الثلاثية التأثير (Tristimulus Coordinate)**

وهي إحداثيات مستطيلة , كل احداثي فيها يعطي احد القيم الابتدائية للألوان , ومثال على هذه الاحداثيات هو النظام XYZ الذي وضعته المنظمة العالمية CIE حيث يتم وصف اللون الابيض على سبيل المثال في هذا الاحداثي بالقيم (1,1,1 ).

**2- الاحداثيات اللونية ( Chromaticity Coordinates)**

اشتقت هذه الاحداثيات من الاحداثي الثلاثي XYZ ويتم وصف اللون في هذا النظام بإعطاء قيمة السطوع بالإضافة الى القيم اللونية , وكمثال على هذه الاحداثيات YIQ,TUV .

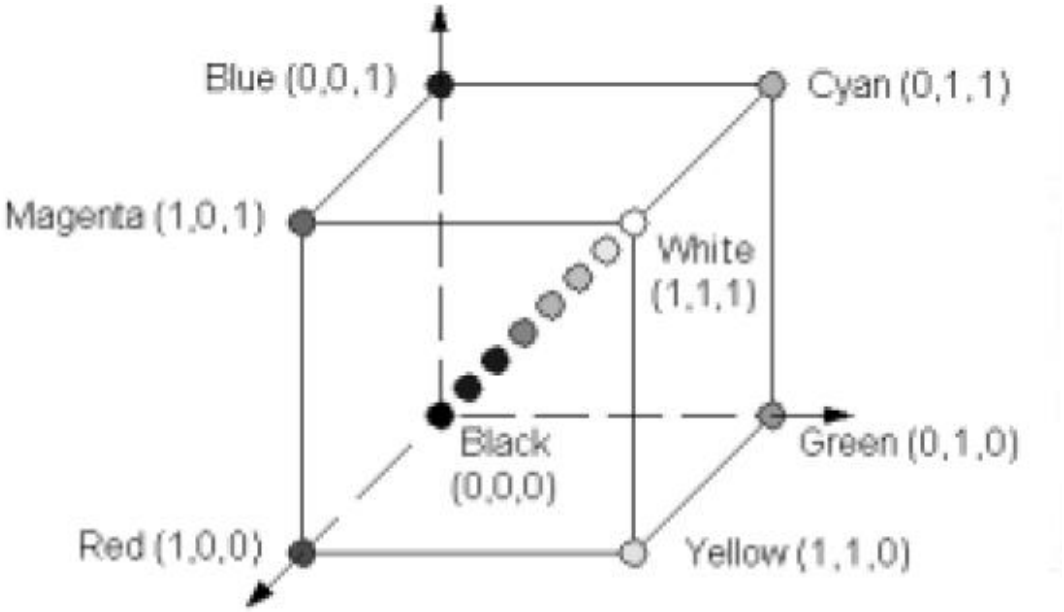
**3- الاحداثي اللوني المدرك حسيا ( Perceptual Color Coordinate)**

وهي إحداثيات لونية قاعدتها عناصر مدركة حسيا مثل نقاوة اللون والسطوع او اللمعان والتشبع ومثال لها HIS, HLS, HSV .

## 2 – الفضاء اللوني الأساسي RGB

ان الصور الملونة تحمل معلومات أغنى بكثير من الصور غير الملونة بالإضافة الى ذلك فان العين البشرية حساسة جدا الى الألوان , لذا يمكن اعتبار صورة ملونة قليلة الاضاءة أفضل بكثير من صورة غير ملونة جيدة الاضاءة , ان الصور الملونة تعطى عادة بنظام RGB فهي تحتوي على بيانات تساوي ثلاثة أضعاف بيانات الصور غير الملونة أي ان الصور الملونة بمثابة ثلاثة صور غير ملونة R(x,y),G(x,y),B(x,y) تحتوي على نفس المعلومات ولكن بدرجات لونية مختلفة .

ان سلسلة الألوان بهذا النظام تمثل بمكعب كما مبين بالشكل (1 ) وان كل لون يعطي كنقطة أما على السطح او داخل المكعب وان قطر المكعب يعطي رماديات الألوان فهو يتدرج من الاسود R=G=B=0 الى الابيض R=G=B= max.




**الشكل (1) تمثيل الألوان في الفضاء اللوني RGB**

## 3- الكشف الحافي The Edge Detection

تستند فكرة اكتشاف الحواف على ان المعلومات الحافة في الصورة يمكن إيجادها من خلال علاقة كل عنصر صورة مع عناصر الصورة المحيطة به (علاقة التجاور) فعندما تكون شدة التدرج الرمادي لعنصر الصورة المجاورة له فقد يؤدي هذا الى عدم وجود حافة عند تلك النقطة ,والعكس قد يؤدي الى وجود حافة ويمكن القول ان الحواف الظاهرة قد يكون سببها عدم استمرارية في قيم المستويات الرمادية , او عندما يكون هنالك جسمان متميزان من خلال اللون او الشدة فضلا عن الاختلاف في خصائص شدة الاضاءة في أثناء عملية التقاط الصورة (Smith,1997; Gonzalez. and Eddins, 2004)

في أي عملية كشف للحافة تقلل الضوضاء بواسطة مؤثر التنعيم والذي يلتف حول الصورة وبعدها يتم إيجاد عناصر الصورة التي يمكن ان توجد فيها عدم استمرارية في قيم المستويات اللونية والتي عندها يمكن ان تكون هذه العناصر هي نقاط حافة وبعدها تربط نقاط الحافة مع بعضها بواسطة مؤثر الكشف لتشكيل خطوط ومنحنيات تمثل الحافات في تلك الصورة (Smith,1997; Gonzalez. and Eddins, 2004)

يمكن تصنيف مؤثرات الكشف الحافي الى صنفين اساسين هما :

1- مؤثرات كشف الحافة الاتجاهية : ان التغير في الشدة يكون في اتجاه معين مثال ل(اتجاه عمودي او أفقي). هذا الصنف من كاشفات الحافة هو نظريا يحقق كشف للحافة في كل الاتجاهات ويعود بمعلومات حول اتجاه الحافة عند نقطة الحافة .

2- مؤثرات كشف الحافة غير الاتجاهية : تعد هذه الكواشف التغير في الشدة غير الاتجاهي ولا تعود بمعلومات حول اتجاه الحافة ولكنها تعود بموقع وجود الحافة عند نقطة الحافة .

## 4- كشف الحواف Edge Detection

تحتوي حواف الصورة على معلومات دقيقة ومفيدة في تحليل الصورة وان وظيفة عوامل الحواف (Edges operators) هي تخطيط مكونات الصورة بزيادة اللمعان ( Brightness) باتجاه معين اعتمادا على نوع المتجه العامل المستخدم في تحديد حواف الصورة . ان تحديد حواف الصورة يلغي كثيرا من المعلومات تكون غير مفيدة في عملية تحليل الصورة .

ان عوامل الحواف عبارة عن مرشحات او نوافذ ذات أبعاد 3*3 او 5*5 ومجموع معاملات النوافذ يساوي صفر مما يؤكد ان تأثير عوامل الحواف لايتضح الا عند الحواف أي في وجود انتقالات في شدة المستويات الرمادية . ومن أهم انواع عوامل كشف الحواف التي يتم استخدامها

| | |
|---|---|
| عامل سوبل | Sobel Operator |
| عامل برويت | Prewitt Operator |
| عامل كرش | Kirsch Operator |
| عامل روبرت | Robort Operator |

## عامل سوبل Sobel Operator

يعمل مؤثر سوبل في الاتجاهين الافقي Gx والاتجاه العمودي Gy ومن ثم يتم توحيد كل المعلومات من هذين الاتجاهين وهذا المؤثر يتكون من زوجين من نوى الالتفاف وكما في الشكل (2 ) (Gonzalez and Wintz,1992; Gomes and Veltto,1997) .

| | | |
|---|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -2 | 0 | 2 |
| -1 | 0 | 1 |

Gx

| | | |
|---|---|---|
| -1 | -2 | -1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 1 |

Gy

**الشكل ( 2 ) يمثل نوى الالتفاف لمؤثر سوبل** (Gonzalez R.C. and Wintz P.,1992)

نافذة متحركة ( mask) تلتف مع الصورة بشكل منفصل ومن ثم توحد النتائج , ولنواة سوبل التفاف كبير وهو اقل حساسية للضوضاء وينتج حواف بصورة جيدة (Umbough S.E., 1998)

## 5- استعمال التقريب الكاوسي للكشف الحافي

## Using of Gussian Fitting for Edge Detection

بعد أن بينا أن مناطق الصور المتجانسة يمكن تمثيل بياناتها بدالة خطية أو أسية يمكن أن نقوم بتمثيلها بدوال أخرى غير خطية مثل الدوال الكاوسية التي صيغتها العامة كما في العلاقة الآتية:

$$Y = ae^{bx^2} \quad \text{..... (1)}$$

يتم ذلك من خلال استعمال نافذة صغيرة منزلقة على مستوي الصورة ثم نقوم بترتيب عناصرها تصاعدياً أو تنازلياً وترتيبها بشكل أزواج مرتبة [x,y(x)] إذ أن x هو الموقع لشدة المستوى الرمادي y(x). بعد الحصول على الأزواج المرتبة نقوم بفرز القيم الفردية عن القيم الزوجية وحسب الموقع المقابل لها (Al-Nifaay ,2005)

وعلى هذا الأساس سنحسب أفضل تقريب للبيانات باستعمال طريقة المربعات الصغرى لتقريب العلاقة الكاوسية الى علاقة خطية ومن خلال الخطوات الآتية (كندال أي. اتكنسون ,1988, سيفي و وابتسام، 1986)

1. أخذ اللوغاريتم الطبيعي لطرفي المعادلة رقم (5) نحصل على

$$\ln Y = \ln a + bx^2 \quad \text{...............} \quad (2)$$

2. نفرض بأن

$$Y_1 = \ln Y \;,\quad a_1 = \ln a \;,\quad x_1 = x^2 \quad \text{...............} \quad (3)$$

3. يمكن أن نكتب المعادلة (2) بصيغة جديدة وكالآتي:

$$Y_1 = a_1 + bx_1 \quad \text{...............} \quad (4)$$

التي هي علاقة خطية.

4. نستخرج قيم كل من $(a_1, b)$ للبيانات $[x_1, y_1(x)]$ من طريقة المربعات الصغرى الخطية

$$b = \frac{n\sum_{x=1}^{n} x_1.y - \sum_{x=1}^{n} x_1 \sum_{x=1}^{n} y_1(x_1)}{n\sum_{x_1=1}^{n} x_1^2 - \left(\sum_{x_1=1}^{n} x_1\right)^2} \quad \text{...............} \mathbf{(5)}$$

$$a = \frac{\sum_{x_1=1}^{n} y_1(x) - b\sum_{x_1=1}^{n} x_1}{n} \quad \text{...............} \mathbf{(6)}$$

5 للحصول على قيمة a نستعمل التحويل العكسي الأتي :

$$a=e^{al} \quad \text{..........................} \mathbf{(7)}$$

بعد الحصول على العلاقة الكاوسية نجد الخطأ المطلق بين قيم y(x1) و Y1 من المعادلة التالية .

$$\mathbf{er} = \frac{1}{n} \sum | \mathbf{y1(x)-Y1(x)}| \quad \text{................} \mathbf{(8)}$$

ويمكن الحصول على الحافات في الصورة الرقمية بوساطة هذه الطريقة من خلال مقارنة الخطأ المطلق مع قيمة العتبة فعندما يكون الخطأ كبيراً في المناطق غير المتجانسة التي تحتوي على نقاط لأكثر من منطقة فاحتمالية وجود حافة ستكون كبيرة ويكون الخطأ المطلق صغيراً في المناطق المتجانسة والاحتمالية ستكون صغيرة.

يتم مقارنة الخطأ المطلق مع قيمة العتبة فإذا كان الخطأ أكبر من قيمة العتبة محددة th فإن تلك النقطة هي نقطة حافة وإلا فإنها تابعة إلى منطقة متجانسة، الخطوات موضحة في الخوارزمية الآتية:

**خوارزمية رقم (1) توضح العلاقة الكاوسية للكشف عن الحافة**

**بداية الخوارزمية**

**1) تحديد ابعاد مصفوفة الصورة Img(Ih, Iw) ومصفوفة الحافات edg(ih,iw) بحجم (Iw*Ih) إذ أن Iw عرض الصورة و Ih ارتفاع الصورة.**

**2) ندخل مصفوفة الصورة ( )Img.**

**3) ندخل حجم النافذة المنزلقة (B*B) يجب أن يكون عدد صحيح فردي أكبر من واحد.**

**4) ندخل قيمة العتبة th لتحديد الحافات.**

**5) نطبق النافذة على مستوي الصورة، ثم نحدد عناصر الصورة الموقعية في النافذة المنزلقة في كل موقع (x, y) في الصورة ( ) Img.**

**6) نرتب عناصر النافذة المنزلقة تصاعدياً أو تنازلياً وبهذا نحصل على بيانات بشكل قيمة y(x) إذ أن (x=1,2,3, ....., n) و n= (BxB).**

**7) نفرز القيم الزوجية للمستويات الرمادية ونرتبها ترتيب تصادي والقيم الفردية للمستويات الرمادية المتبقية يتم ترتيبها تنازلياً للحصول على توزيع كاوسي لقيم المستويات الرمادية.**

**8) نأخذ اللوغاريتم الطبيعي لقيم y(x) للحصول على $y_1(x1)$ أي [$y_1(x_1)$=lny(x)].**

**9) نستخرج قيم المعادلات ($a_1$,b) من المعادلتين (5) و(6) .**

**10) نأخذ الدالة الأسية لقيم المعامل ($a_1$) للحصول على قيمة المعامل (a) أي ($a=e^{a1}$).**

**11) نحسب قيم Y(x) المتمثل للبيانات y(x) من المعادلة (1) ولكل حزمة لونية .**

**12) نحسب الخطأ المطلق (er) بين قيم y(x) وقيم y(x) وذلك من المعادلة (8).**

**13)نقارن بين الاخطاء المطلقة التي تم الحصول عليها من كل حزمة لونية ونختار اكبر خطأ.**

**14) نختبر النقطة (x,y) فيما إذا كانت حافة أم لا وذلك من تطبيق شرط العتبة الآتي:**

*** إذا الخطأ (er) أكبر من قيمة العتبة (th) فإن العنصر (x,y) يمثل حافة edg (x,y)=1 وإلا فإن edg (x,y)=0.**

**15) المصفوفة الخارجة مصفوفة الحافات edg (x,y).**

**نهاية الخوارزمية.**

## النتائج والمناقشة

تم اختيار ثلاث صور رقمية ملونة وتطبيق مؤثر قياسي عليها وهو مؤثر سوبل وتطبيق الطريقة المقترحة للكشف الحافي وهذه الصور هي كالآتي :

1- صورة الشجرة: – وهي صورة ملونة حقيقية حجمها (320*240 ) عنصر صورة , أي حجمها 225KB , ونوعها Bitmap Image

والجدول الآتي يوضح تفاصيل صورة الشجرة

| القيم | المعلمات |
|---|---|

| | |
|---|---|
| width | 320 pixel |
| high | 240 Pixel |
| Horizontal resolution | 96 dpi |
| vertical resolution | 96 dpi |
| Bit depth | 24 |

2- صورة البيت: وهي صورة ملونة حقيقية حجمها (256*256 ) عنصر صورة ونوعها Bitmap Image وهي من الصور القياسية المستخدمة بشكل واسع في أبحاث معالجة الصور الرقمية.

والجدول الآتي يوضح تفاصيل صورة البيت

| المعلمات | القيم |
|---|---|
| width | 256pixel |
| high | 256 Pixel |
| Horizontal resolution | 96 dpi |
| vertical resolution | 96 dpi |

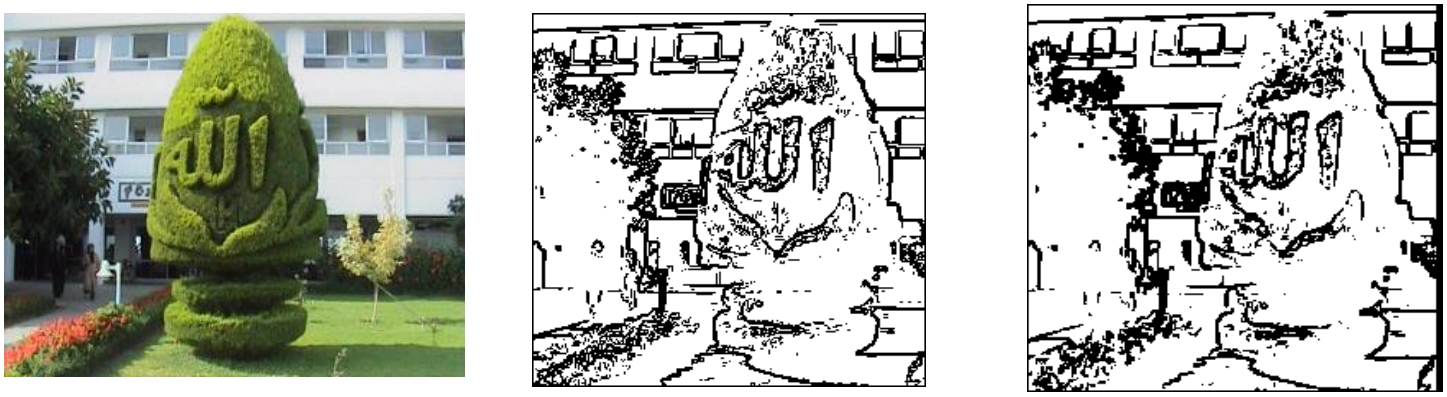
3-صورة الطفلة : وهي صورة حقيقية ملونة حجمها ( 256*256 ) ونوعها Bitmap Image

والجدول الآتي يوضح معلومات صورة الطفلة بشكل أفضل

| المعلمات | القيم |
|---|---|
| width | 256 pixel |
| high | 256 Pixel |
| Horizontal resolution | 599 dpi |
| vertical resolution | 599 dpi |
| Bit depth | 24 |

## 2- النتائج ومناقشتها The Result and the Dissection

بعد ان تم تطبيق المؤثرين القياسي والمقترح على الصور الرقمية الملونة كانت النتائج واضحة كما في الاشكال (a) (b) (c)



**a** **b** **c**

**شكل(9) يبين كشف الحافه لصورة الشجرة وكما يلي:-**

A – الصورة الحقيقية للشجرة.

B – صورة الشجرة بعد كشف الحافة بواسطة مؤثر سوبل وبشرط عتبة 20.

c – صورة الشجرة بعد كشف الحافة بواسطة مؤثر الكاوسي المقترح وبشرط عتبة 15.

**a** **b** **c**

**الشكل( 10 ) يبين كشف الحافة لصورة البيت وكما يلي:-**

A – الصورة الحقيقية للبيت.

B – صورة البيت بعد كشف الحافة بواسطة مؤثر سوبل وبشرط عتبة 12.

c – صورة البيت بعد كشف الحافة بواسطة مؤثر الكاوسي المقترح وبشرط عتبة 16.

**a** **b** **c**

**الشكل(11) يبين كشف الحافة لصورة الطفلة وكما يلي:-**

A – الصورة الحقيقية الطفلة.

B – صورة الطفلة بعد كشف الحافة بواسطة مؤثر سوبل وبشرط عتبة 12.

c – صورة الطفلة بعد كشف الحافة بواسطة مؤثر الكاوسي المقترح وبشرط عتبة 10.

## الاستنتاجات :-

نستنتج مما تقدم ان المؤثر الجديد المعتمد على طريقة التربيعات الصغرى الكاوسية قادر على كشف الحافات في الصور الرقمية الملونة مقارنة مع مؤثر سوبل القياسي وقد تبين انه قادر على كشف الحافات في الصور الرقمية الملونة مهما كان حجم تلك الصورة ومهما كانت قيمة الوضوحية في تلك الصور.

كذلك تم استخراج شرط العتبة للصور الرقمية الملونة واستخدامه لإظهار أفضل كشف للحافات باستخدام المؤثرات قيد الدراسة.

## References


سيفي، علي محمد صادق وكمال الدين ابتسام كمال، "مبادئ التحليل العددي"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة بغداد، 1986.

كندال أي. اتكنسون، "مقدمة في التحليل العددي"، ترجمة الدكتور كاظم محمد والدكتورة منتهى جرجيس، جامعة البصرة، 1988.

Al-Nifaay Amer K.Hussain," 2005. Dependent The Algorithm of Linear And Gaussian Square Fitting To Determine The Edge In Digital Image " M.sc thesis ,Babylon University College of Science.

Gomes J. L. Veltto," Image processing for computer graphics", Springer-Velag, New York, Inc,1997.

Gonzalez R.C. and Wintz P., (1992). "Digital Image Processing", Addision-Wesley

Gonzalez R.C. R.E. Woods and S.L. Eddins, (2004). "Digital image processing using MATLAB", Prentice Hall.

Logan .S, (1998). "Developing imaging applications with XIE Lib", Prentice Hall PTR.

Smith S.W ,(1997). "The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal processing", California Technical Publishing.

Umbough S.E.,(1998). "Computer Vision and Image Processing A practical Approach Using CVIP Tools". Prentice-Hall.