



## Blur and Quality Metrics in Digital Images

Zainab Abdul Hussein Salman Hussein

Al-Mustansiriya University, College of Science, Department of Physics  
zainababdalhussine129@gmail.com

Zahraa Abbas Aribee Habob

Mustansiriya University, College of Science, physics department  
z5219386@gmail.com

Zainab Mohammed-Hussein kazem Abd

University of Babylon, College of science, Department of physics  
zh7143486@gamil.com

Zahra Nasser Hussein Jassim

Mustansiriya University, College of Science, Department of General Physics  
Zaharanasser50@gmail.com

Diyar Sattar Jabar Shabeeb

Mustansiriya University, College of Science, physics department  
diyar4545th@gmail.com

### ABSTRACT

Modern digital cameras have provided a great service to users of different groups and ages as they have facilitated the process of obtaining images. However, the user still needs to improve some images that are marred by lack of clarity when taking the image due to the lack of appropriate lighting such as cloudy weather, bright light, or dark locations. Or taking the photo from a long distance, which leads to blurring of image details and blurring of colors. Therefore, through this research, Contrast Enhancement algorithms were used in images because of their significant impact in modifying the lighting in dark images, clarifying their edges, clarifying their features, and improving image quality. The issue of poor contrast in images is one of the most common problems facing users or researchers when working on scientific images or in the case of general use of images

Keywords:

Digital Images, obtaining images, lighting

### مقدمة

أهم التشوهات التي تصاحب الصورة الرقمية هي الضبابية التي قد تصيبها وتقل وضوحيتها، وتجعل عملية استرجاعها عملية صعبة و معقدة . ويمكن تصنيف التشوه إلى **اولا** : التشوه الحيزي الذي ينطوي على طمس آثار الصورة التي قد تحدث في مجموعة مختلفة من العوامل , **ثانيا** : التشوه النقطي الذي ينتج عن التأثير فقط في المستويات الرمادية لنقطة الصورة الفردية. حيث ان الضبابية تشوه المناطق المتجانسة للصورة الناجمة عن الكاميرا أو موضع الحركة في دقة التركيز او غيرها من العوامل. ويكون تأثيرها بشكل كبير عند الانتقال من لون الى لون اخر في الصورة نفسها. سنركز في هذا الفصل على دراسة الضبابية في الصورة الرقمية و كيفية قياس الجودة عند تشوه تلك الصور وانواعها وكذلك سنتناول اهم تطبيقات ازالة الضبابية في هذا المجال .

## 1-الموديل الرياضي للضبابية : Mathematical Model blurry

الصورة غير الواضحة أو المشوهة يمكن وصفها في المجال الحيزي من قبل المعادلة الآتية :

$$i_{(x,y)} = h_{(x,y)} * f_{(x,y)} + n \quad \text{-----} \quad (1)$$

حيث ان (i) هي صورة ضبابية ملاحظة، (h) عامل الضبابية أو (PSF)، الصورة الاصلية (f)، الضوضاء المدخلة. عامل الضبابية يكون أما تحويل ثابت (shift-invariant) أو تحويل متغير (shift-variant). و هناك طرائق يمكن التعامل مع التحويل متغيراً للضبابية.

### 2- انواع الضبابية : Types of Blur

هناك ثلاثة انواع شائعة من الضبابية في الصورة الرقمية هي .

- ضبابية خطأ البؤرة : Blurry focus error
- الضبابية الكاوسية : Gaussian Blur
- الضبابية الحركية : Motion Blur

### • ضبابية خطأ بؤرة الكاميرا : Camera Out of Focus Blur

تلتقط الكاميرا مشهد بثلاثة ابعاد 3-D وتحوّله الى بعدين 2-D , تكون بعض اجزاء المشهد

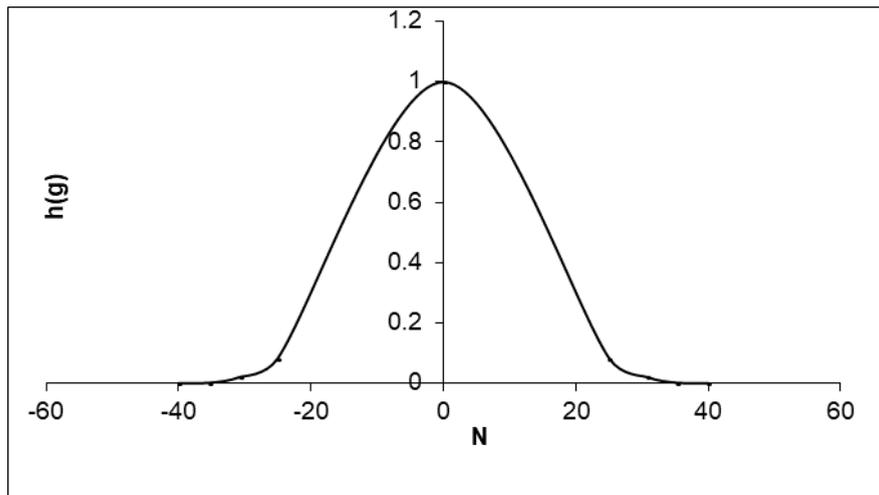
في مركز البؤرة والبعض الاخر خارج المركز , وعندما تكون فتحة الكاميرا دائرية فأن اي مصدر نقطي للصورة يصبح قرصاً دائرياً يسمى دائرة التشويش (COC) . إذ إنّ درجة عدم التّبئير (التركيز) تعتمد البعد البؤري وفتحة العدسات والمسافة بين الكاميرا والجسم, لا يعطي الموديل الرياضي وصفاً دقيقاً لقطر (COC) ولكن فقط يعطي توزيع الشدة لـ (COC) على الرغم من ذلك فأن درجة عدم التّبئير تكون كبيرة بالنسبة الى الطول الموجي ، يمكن ان تعطي الطريقة الهندسية نتائجاً لتوزيع الشدة المنتظم لـ(COC). نصف قطر ضبابية خطأ البؤرة في المجال الحيزي R مع الاحداثيات (x,y) لدالة (PSF) التي تعطي في المعادلة الآتية[26] .

$$h_{(x,y,R)} = \begin{cases} \frac{1}{cR^2} & \text{if } \sqrt{x^2 + y^2} \leq R \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases} \quad \text{-----}(2)$$

حيث ان ( c ) ثابت اختياري, .

### • الضبابية الكاوسية : Gaussian Blur

و هي نوع من انواع عدم وضوح الصورة - فأوزان البكسل ليست متساوية اي أنها تتخفف من مركز النواة إلى الحواف على وفق المنحني في الشكل (2) الذي يكون على شكل كاوسي .



الشكل (2) يمثل التوزيع الكاوسي .

ويمثل المنحني لعدم وضوح غير كثيف في المركز نسبة الى الحافة . تطبق الضبابية الكاوسية على الصورة عندما نريد سيطرة أكبر على تأثير الضبابية. وتأثير الضبابية الكاوسية هو المرشح الذي يمزج عدداً محدداً من البكسل تدريجياً (المرشح الذي يستعمل دالة كاوس) . وتخضع هذه الضبابية الى التوزيع الطبيعي الذي يكون له شكل كاوسي . والمعادلة الرياضية في بعد واحد ( one dimension ) له هي .

$$g(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(z-\mu_n)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{----- (3)}$$

حيث ان ( z ) : يمثل متغير عشوائي للضبابية .

$\mu_n$  : يمثل قيمة المعدل للمتغير العشوائي معدل الضبابية .

$$\mu_n = \bar{z}(x, y) = 0$$

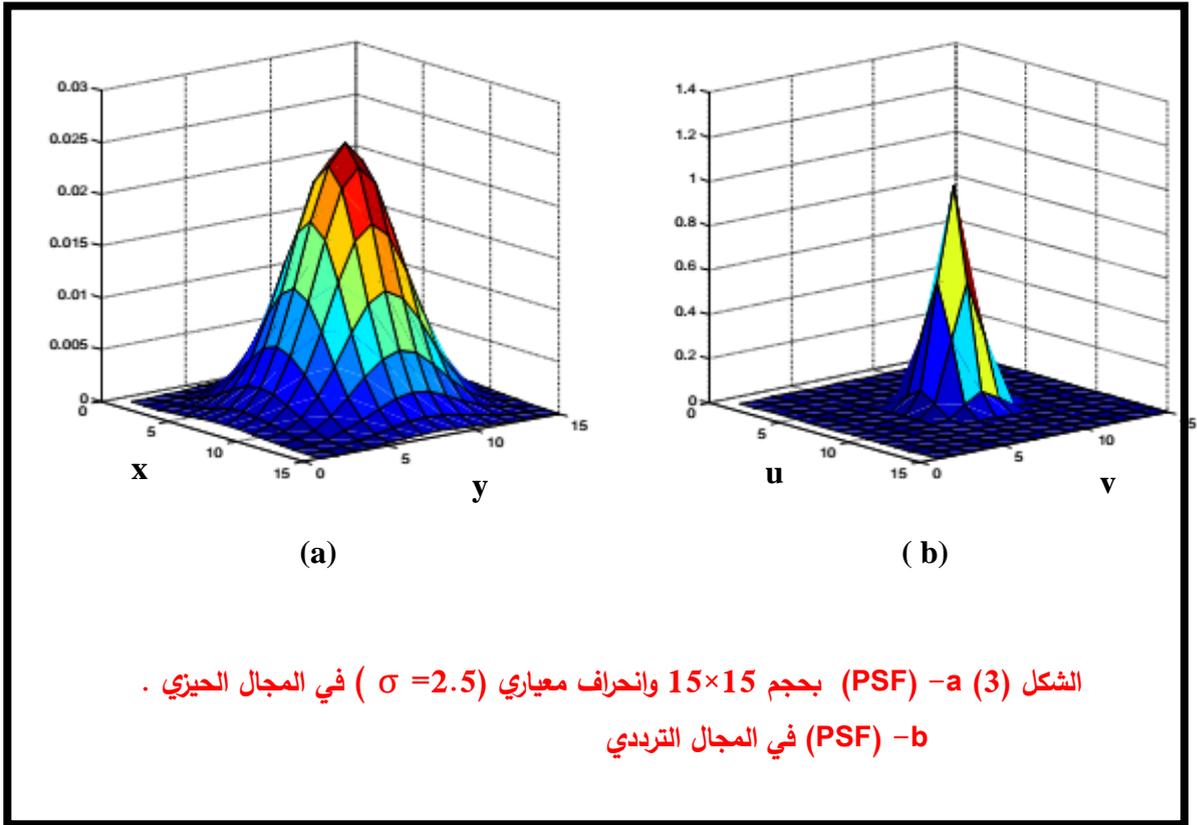
$\sigma^2$  : يمثل التباين لتوزيع كاوس .

أما المعادلة في بعدين ( 2-D ) فتعطي في العلاقة الآتية :

$$\text{----- (4) } h = g_{(x,y)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)}$$

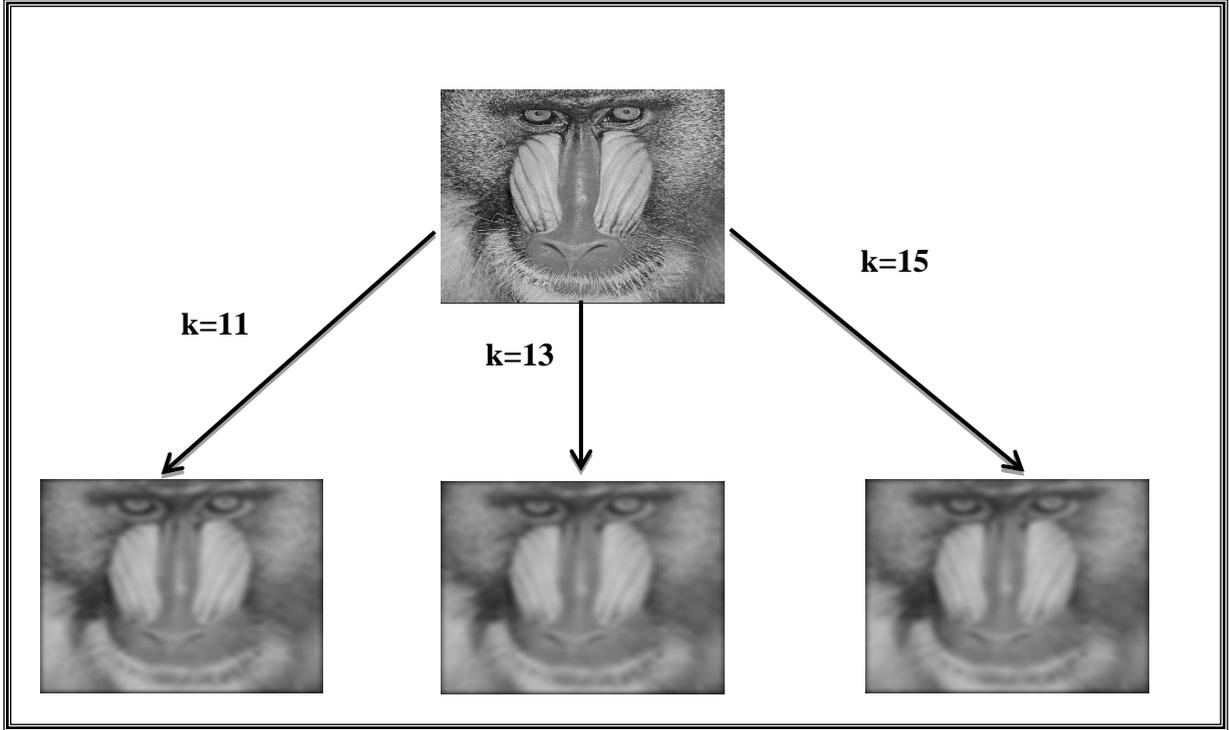
حيث ( x ) هي المسافة من المركز في المحور الأفقي و ( y ) هي المسافة من المركز في المحور

العمودي (  $\sigma$  ) تمثل نوع المعادلة في التشوه. وعندما يطبق في بعدين هذه الصيغة تنتج سطح معالمه دوائر متحدة المركز مع توزيع كاوس من نقطة المركز كما في الشكل(3).



وتستعمل القيم من هذا التوزيع لبناء مصفوفة الالتفاف التي يتم تطبيقها على الصورة الأصلية. يتم تعيين قيمة جديدة في كل بكسل بإستعمال المعدل المرجح الذي هو جوار البكسل . تتلقى قيمة البكسل الأصلي أثقل وزنا (وجود أعلى قيمة كاونس) و يتلقى البكسل المجاور الأوزان الصغيرة حيث المسافة بينهما تؤدي إلى زيادة في البكسل الأصلي. الشكل (4) يظهر ضبابية الصورة, الضبابية الكاونسية تعتمد على الحجم و(σ), الصورة الضبابية تعطى كما في المعادلة الآتية.

$$i_b = i * g \text{ ----- (5)}$$



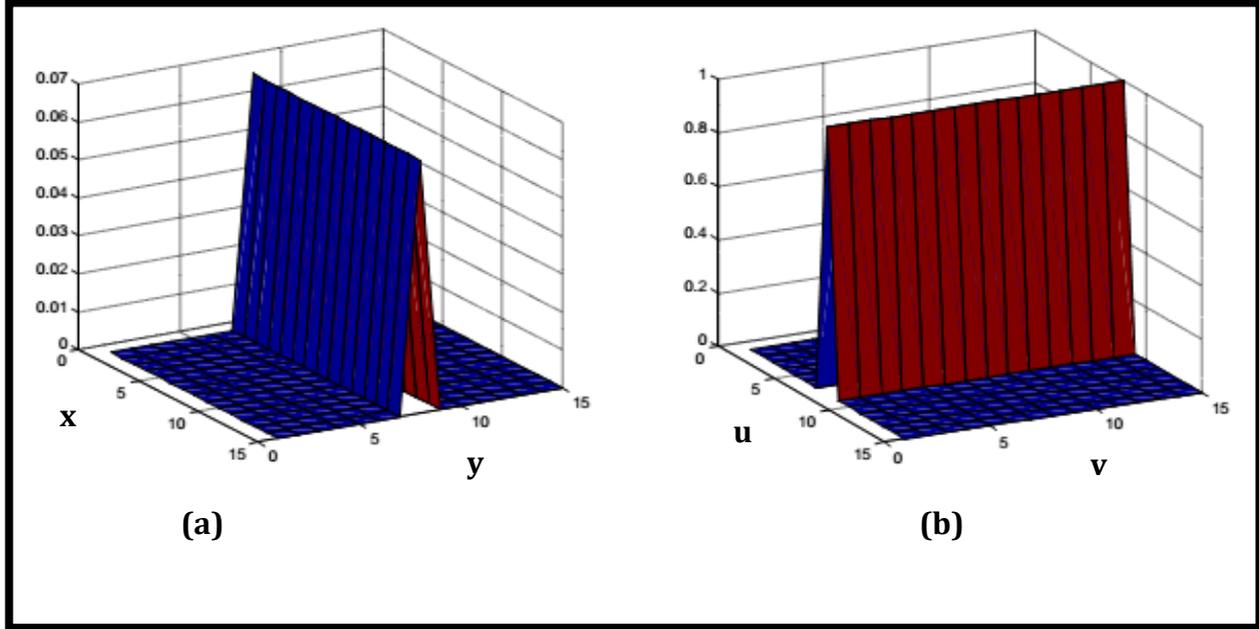
الشكل (4) تشوه الصورة بالضبابية الكاوسية بقيم حجم النافذة (K) مختلفة.

#### • الضبابية الحركية : Motion Blur

ترجع الضبابية الحركية الى نسبة الحركة بين جهاز التصوير والصورة ، وهذا يمكن ان يكون على شكل انتقال او دوران او تغير مفاجئ في تدرج الكاميرا او جميعها معاً، بشكل عام يعتبر الانتقال هو السبب الاساسي في تكوين الضبابية الحركية ، بحيث يجعل ظاهر الصورة وكأنها تتحرك بسرعة منتظمة وبزاوية مقدرة بالتقدير الدائري مع المحور الافقي في اثناء مدة التعرض، ويمكن التحكم في الحركة من قبل الزاوية (0 إلى 360 درجة)، أو عن طريق المسافة بين الكاميرا والمشهد المراد تصويره بحسب الاجهزة المستعملة. ملاحظة عند التقاط صورة بالنسبة الى كاميرا منتقلة بسرعة ثابتة و بزواوية قطرية ( $\emptyset$ ) مع المحور الافقي في اثناء مدة التعرض، فإن التشوه يكون في بعد واحد . يمكن التعبير عن (PSF) في الضبابية الحركية كما في المعادلة الآتية :

$$h_{(x,y,d,\emptyset)} = \begin{cases} \frac{1}{d} & \text{if } \sqrt{x^2 + y^2} \leq \frac{d}{2} \text{ and } \frac{x}{y} = -\tan\emptyset \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases} \text{-----(6)}$$

حيث ان (d) المسافة بين الكاميرا والجسم و ( $\emptyset$ ) الزاوية التي تكون فيها الكاميرا. الشكل (5) يبين رسم (PSF) للضبابية الحركية.



الشكل (5) a- (PSF) ضبابية خطية بطول ( $L=15$ ) ودرجة (0) في المجال الحيزي .  
b- (PSF) في المجال الترددي

### 3- جودة الصورة : Image quality

يُشير مصطلح جودة الصورة Image Quality الى درجة الوضوحية لرؤية الصورة ويمكن أن يعبر عنها بتحليلية الصورة أو قدرة تحليلها التي يمكن أن تعرف بإنها قابلية المنظومة البصرية على فصل الأجسام المتقاربة وتمييزها أو هي مقدار أصغر فصل زاوي بين جسمين بحيث يبقى كل منهما منفصل عن الآخر في المنظومة البصرية ويمكن أن تعرف جودة الصورة بإنها مقدار الحدة والتباين في تفاصيل الصورة وهناك عوامل متعددة تؤثر في جودة الصورة وأهم هذه العوامل هي:

### 4- وضوحية الصورة Image Resolution

تعرف الوضوحية بانها قدرة منظومة التصوير على تسجيل التفاصيل الدقيقة عن طريق التمييز بين إشارتين متقاربتين مكانيا او طيفيا او متقاربتين في الشدة او متقاربة زمنيا ، تصف التفاصيل التي تحملها الصورة الرقمية ، فكلما كانت الوضوحية عالية كانت تفاصيل الصورة اكثر . يمكن التعبير عن وضوحية الصورة الرقمية بطرائق متعددة مختلفة هي:

- الوضوحية الطيفية Spectral Resolution .
- الوضوحية الاشعاعية Radiometric Resolution .
- الوضوحية المكانية Spatial Resolution .
- الوضوحية الزمانية Temporal Resolution .

### a - الوضوحية الطيفية : Spectral Resolution

تشير الى عدد الحزم الطيفية من الطيف الكهرومغناطيسي التي يمكن للمتحمس ان يتحسسها فمثلا صور الرسم الحراري Thematic Mapper ( TM) الذي يعتمد على سبع حزم طيفية في عملية التصوير، تكون كل حزمة تحمل كما من المعلومات فكلما زاد عدد الحزم زادت المعلومات المحتواة في الصور متعددة الطيف وهذه الصور تمتلك وضوحية طيفية عالية

### b - الوضوحية الإشعاعية : Radiometric Resolution

تعرف بأنها حساسية الكاشف ( المتحمس ) للتمييز بين الإشارة المسجلة من الإشعاع المنعكس او المنبعث من الجسم. وبمعنى اخر فان الحساسية الإشعاعية تشير الى عدد المستويات الرقمية المستعملة لتمثيل البيانات

التي تمثل الإشارة المتحسنة ويعبر عنها بعدد البتات ( الأرقام الثنائية ) المطلوبة لخرن أقصى مستوى فمثلاً بيانات صور الراسم الحراري TM تمثل 256 مستويًا أو ما يعادل (  $L=2^8$  ) ، الوضوحية الإشعاعية العالية تعني استعمال عدد مستويات رمادية عالية لتمثيل الشدة في عناصر الصورة ، وزيادة عدد المستويات تعني زيادة التفاصيل المحتواة في الصورة ، أما من الناحية العملية فتحدد الوضوحية الإشعاعية بمستوى الضوضاء بدلاً من أن تحدد بعدد البتات .

### c- الوضوحية المكانية : Spatial Resolution

تعرف الوضوحية المكانية لمنظومات التصوير عن طريق معايير مختلفة فهي تُعدُّ الخواص الهندسية لمنظومة التصوير في مجال الرؤية للجسم أو المشهد والمتحسس الذي يسجل المشهد ويمكن أن نعرف الوضوحية بانها ابعاد مساقط المشهد على منظومة المتحسس وذلك خلال زمن التقاط الصورة أو التعرض للفلم ويمكن أن تقاس هذه التحليلية بأحدى الطريقتين بتحديد الزاوية أو المسافة على الأرض للمشاهد المصور ، تعتمد ابعاد المساقط للمشهد الارتفاع وعلى زاوية الرؤية للكاميرا ، أو هي قابلية المنظومة على التمييز بين الأجسام المحددة مشابهة لصورة فحص البصر أو مخططات الفحص لأجهزة العرض التلفزيوني أو بتعبير آخر فإن الوضوحية المكانية تشير إلى اصغر انفصال زاوي أو خطي بين جسمين مختلفين يمكن أن يخلطهما المتحسس ، وتعتمد الوضوحية المكانية على خواص المنظومة البصرية وليس على وضوحية عنصر الصورة بوحدها ( PPI Pixels Per Inch ) حيث تتأثر الوضوحية المكانية بعوامل قد تسبب الضبابية في الصورة الرقمية . ان الوضوحية المكانية العالية للصورة تشير إلى ان عناصر الصورة عددها كبير وإحجامها صغيرة والتفاصيل الدقيقة ممكن ان تشاهد في هذه الصورة بوضوح بينما الوضوحية المكانية الواطئة تشير إلى ان عناصر الصورة قليلة وحجم البكسل كبيرة ، لذا فإن الوضوحية المكانية العالية تعطي اعظم تحليلية لمنظومة التصوير .

### d- الوضوحية الزمانية : Temporal Resolution

تشير الوضوحية الزمانية في منظومة التصوير إلى عدد مرات تسجيل الصور في منطقة معينة ، فمثلاً يمكن للقمر الصناعي ( CARTOSAT - 1 ) ان يلتقط صوراً لمنطقة من الكرة الأرضية نفسها كل 5 ايام ، بينما يلتقط القمر الصناعي ( LISSIII ) صوراً لهذه المنطقة كل 24 يوم . ان للوضوحية الزمانية لمتحسس القمر الصناعي فائدة كبيرة في كشف التغييرات . ان تحليل الصور متعددة التواريخ توفر معلومات حول كيفية تغير المتغيرات بمرور الزمن .

### 5- التباين : Contrast

يُعدُّ التباين من العوامل المؤثرة في جودة الصورة ويعرف بأنه المدى الديناميكي لنظام العرض وهو ببساطة طريقة للتعبير عن درجة الاختلاف بين التدرجات الأكثر أشراقاً والأكثر دكناً في الصورة أي الفرق في الأضائية بين العناصر المتجاورة في مناطق الصورة المختلفة ، حيث أن أكبر نسبة مقارنة تعرض أكبر وأعظم نسبة تباين مع الأخذ بنظر الاعتبار البعد الزمني حيث أن نسبة لمعان اللون الأملع Lightness والأظلم Darkness لنظام التصوير تدعى نسبة تباين ساكنة بينما نسبة لمعان اللون الأملع والأظلم لنظام التصوير بمرور الوقت تدعى نسبة تباين ديناميكية ، فإذا كان نظام العرض ذا تباين قليل فأن هنالك خسارة في تفاصيل الصورة وإذا كانت الصورة والخلفية بينهما فرقا في الأضائية فأن الصورة ذات تباين عالٍ أي لا توجد خسارة في تفاصيل الصورة. أن نسبة التباين Contrast Ration هي نتيجة عوامل متعددة فاللون ومقدار الضوء الذي ينعكس من السطح يؤثران في الأشراق النسبي الذي نراه ، وكذلك هي الحال في نسبة الإضاءة التي هي الفرق بين الضوء والظل ويمكن أن تصل إلى درجة ( 1:20 ) في يوم مشمس وعلى ارتفاع كبير ويعني ذلك أن الضوء ينتشر على أجزاء الموقع المضاء بشكل مباشر 20 مرة أكثر مما يفعل على الأجزاء الموجودة في الظل حيث نلاحظ حينها بقعاً بيضاء جداً وظلالاً سوداء لأن النسبة كبيرة جداً . إن المشاهد الخارجية القريبة من سطح البحر تمتاز عموماً بنسبة إضاءة منخفضة ومتوسطة فحين ننزل من الجبال تمتص المزيد من أشعة الشمس بالهواء والتلوث حيث تميل النسبة إلى أن تكون ( 1:8 إلى 1:5 ) أما السماء الضبابية والسحب المشرقة فتتخفف هذه النسبة ومن ثم ينخفض التباين حيث نرى عدداً أقل من البقع الفاتحة ( أكثر بياضاً ) في الصورة.

**Digital image quality measurements**

مقياس جودة الصورة مهم جدا في معالجة الصورة الرقمية مثلاً في (تحصيل و ضغط و استعادة و تحسين ) الصور وغيرها من التطبيقات. ويمكن تصنيف مقاييس جودة الصورة إلى فئتين، ذاتية (subjective) وموضوعية (objective). تم تطوير عدد كبير من مقاييس جودة الصورة الموضوعية اثناء العقد الماضي.

ويمكن تقسيم المقاييس الموضوعية إلى ثلاث فئات, اولاً: تقييم جودة الصورة بوجود مرجع ( Full Reference image quality ), ثانياً: تقييم جودة الصورة بوجود بعض البيانات عن الصورة الاصلية (Reduced Reference image quality) وثالثاً: تقييم جودة الصورة من دون وجود اي معلومات عن الصورة الاصلية (No reference image quality) .

**7- مقياس الجودة الذاتي : subjective Quality Measurement**

احساس الانسان هو اداة التقييم الرئيسية في قياس جودة الصورة . بحيث ان نظام الرؤية البشري (HVS) هو القرار النهائي حول الجودة بناءً على التفضيلات البصرية الخاصة بالصورة ، تقييم جودة الصورة التي هي بطبيعة الحال لا تتأثر في الجوانب النفسية للمشاهد فحسب، ولكن تتوقف أيضاً على الدقة في الصورة وموضع المشاهدة . والتقييم الذاتي غالباً ما يُعدُّ الطريقة الأكثر فاعلية لتقييم جودة الصورة . في كثير من الأحيان تعتبر معدل نتيجة الرأي (MOS)، الأكثر فاعلية لقياس جودة الصورة . أفضل طريقة للتقييم هو أن نسأل المشاهدين في تقييم جودة الصورة بالاعتماد على (HVS) و مع ذلك فإن هذا الاسلوب هو ممل وأنه يتطلب وقتاً طويلاً فضلاً , فإنه يحتاج إلى بيئة طبيعية لضمان جودة أفضل.

**8- مقياس الجودة الموضوعي : objective Quality Measurement****a- جودة الصورة بوجود مرجع : Full Reference image quality**

مقياس جودة الصورة بوجود مرجع هو تقييم لجودة الصورة في الدقة او التشابه مقارنة مع (HVS), حيث ان مقاييس الجودة الكاملة للصورة تقترض ان النموذج الاصل للصور هو نموذج جيد , لذا يمكن عدّه مرجعاً في تقييم الجودة الذاتي, الذي يعتمد على (HVS). يحل اسلوب هذا المقياس مشكلة تقييم جودة الصورة بوصفها مشكلة نقص في البيانات , يمكن التغلب على الكثير من هذه الصعوبات بالاعتماد على هذا النموذج .لما له من اهمية كبيرة حيث يستعمل في كثير من التطبيقات مثل التحسين وازالة الضوضاء وازالة الضبابية وغيرها من التطبيقات لتقييم جودة الصورة.

**b- جودة الصورة شبه مرجعي : Reduced Reference image quality**

في بعض الاحيان لا تتوفر معلومات كاملة عن النموذج الاصل للصورة ولكن يتوفر جزء من المعلومات وعند حساب الجودة لتلك الصورة يكون غير كامل مثال على ذلك الصور الفيديوية.

**c- جودة الصورة غير مرجعي: No reference image quality**

في هذا المقياس تُحسب جودة الصورة من دون وجود اي معلومات عن النموذج الاصل للصورة. وتعتبر هذه الطريقة غير سهلة. إذ إنّ أكثر من التطبيقات لا تتوفر اية معلومات عن الصورة الاصلية مثل التصوير تحت الماء والصور الفضائية وضغط الصور (JPG). ويمكن بوساطة هذه الطريقة قياس الصور اعتماداً على شدة الاضاءة والتباين.

**9- تقييم الجودة الموضوعي: Objective Quality assessment**

في هذه الطريقة يتم اعتماد معادلات حسابية لقياس جودة الصورة ,فهناك العديد من الاساليب الموضوعية لتقييم جودة الصورة مثل معدل مربع الخطأ (MSE)، نسبة ذروة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR)، مؤشر الجودة الشامل (UQI) ومعدل مؤشر التشابه التركيبي (SSIM).

**10- معدل مربع الخطأ : Mean Squared Error (MSE)**

معدل مربع الخطأ يعرف بأنه الخطأ التربيعي التراكمي بين الصورة الناتجة والصورة الأصلية , ويحسب معدل مربع الخطأ (MSE)

$$MSE = \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (i_1(x, y) - i_2(x, y))^2 \quad \text{----- (7)}$$

حيث أن  $i_1(x, y)$ : عنصر الصورة الأصلية في الموقع  $(x, y)$ .

$i_2(x, y)$ : عنصر الصورة المطلوب حساب  $MSE$  لها في الموقع  $(x, y)$ .

$M, N$  عدد العناصر المراد حساب معدل مربع الخطأ لها قد تمثل حجم الصورة ككل أو حجم جزء من الصورة .

### 11- معدل مربع الخطأ المعياري (NMSE): Normalize Squared Error

ويعرف معدل مربع الخطأ المعياري على النحو الآتي :

$$NMSE = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (i_n(x, y) - i(x, y))^2}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N i^2(x, y)} \quad \text{----- (8)}$$

### 12- نسبة الإشارة العظمى إلى الضوضاء : Peak signal to noise ratio

نسبة الإشارة العظمى إلى الضوضاء (PSNR), وتعني النسبة لأعلى قيمة و أوطأ قيمة

للإشارة الى الضوضاء. وتستخدم الصورة في هذا المقياس لتقييم قدرة جودة الصورة وكفائتها التي استعيدت. لكنها ليست مطابقة تماما لحكم الإنسان على جودة الصورة . و يستعمل على نطاق واسع لسهولة المعادلة الرياضية التي تعطى على النحو الآتي:

$$PSNR = 10 \log \left( \frac{(L-1)^2}{MSE} \right) \quad \text{----- (9)}$$

إذ أن:  $L$  هو عدد المستويات الرمادية, و يقاس PSNR بوحدة decibel (dB).

### 13- معامل الجودة الشامل : Universal Quality Index (UQI)

يختلف هذا المقياس عن المقاييس التقليدية لحساب معدل الخطأ في الصورة , إذ وجد كل من wang و Bovik ان نموذج الصورة المشوهة عبارة عن مزيج يتكون من ثلاثة عوامل : فقدان الارتباط , وتشويه الاضاءة , وتشويه التباين . يسمى هذا النموذج مؤشر الجودة الشامل (UQI).

$$UQI = \frac{4\bar{I}_n \sigma_{II_n}}{(\bar{I}^2 + \bar{I}_n^2)(\sigma_I^2 + \sigma_{I_n}^2)} \quad \text{----- (10)}$$

حيث  $\bar{I}$  و  $\bar{I}_n$  هي معدل الصورة الأصلية والمعالجة على التوالي ,  $\sigma_I$  و  $\sigma_{I_n}$  هو الانحراف المعياري للصورة الأصلية و المعالجة و  $\sigma_{II_n}^2$  هوالتغاير الذي يعطى بالمعادلة الآتية: .

$$\sigma_{II_n} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (I - \bar{I})(I_n - \bar{I}_n) \quad \text{----- (11)}$$

أو

$$UQI = \left( \frac{\sigma_{II_n}}{\sigma_{I_n} \sigma_I} \right) \left( \frac{2\bar{I} \bar{I}_n}{\bar{I}^2 + \bar{I}_n^2} \right) \left( \frac{2\sigma_{I_n} \sigma_I}{\sigma_I^2 + \sigma_{I_n}^2} \right) \quad \text{----- (12)}$$

ويعرف UQI في المعادلة (12) والذي يتكون من ثلاثة عناصر هي. العنصر الأول هو معامل الارتباط بين  $\bar{I}$  الأصلي و  $\bar{I}_n$  صورة الضوضاء , واستعادة الصورة الذي يقيس درجة الارتباط الخطي بينهما, ومعدله الديناميكي هو (1 و -1) , العنصر الثاني هو معدل الإنارة بين  $\bar{I}$  و  $\bar{I}_n$  ويتراوح بين (0 و 1). بحيث يصل الحد الأقصى الى القيمة (1) فقط إذا كانا متساويين. وتستخدم الانحرافات المعيارية من

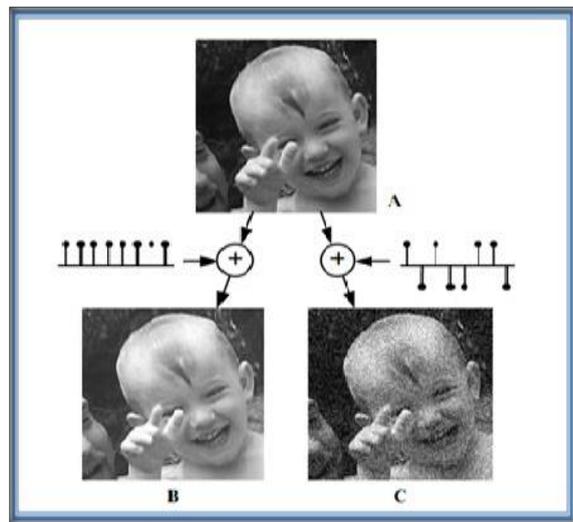
هاتين الصورتين أيضا لتقدير مستويات التباين بينهما. لذا فإن العنصر الثالث في المعادلة (12) هو ضروري لقياس التشابه بين مستويات التباين في الصور وتتراوح قيمته بين (0 و 1) وتحقق قيمة التشابه (1) فقط عندما  $\sigma_I = \sigma_{I_n}$  . ومن ثم فإن الجمع بين العوامل الثلاث: (a) معامل ارتباط، (b) معدل تشابه الإضاءة (c) التشابه على مستوى التباين بينهما ، يمكن تقييم جودة الصورة.

#### 14- معامل التشابه التركيبي The Structural Similarity Index

معدل مربع الخطأ (MSE) و نسبة الإشارة العظمى إلى الضوضاء (PSNR) هي المقاييس الأكثر شيوعا في جودة الصورة ذات المرجعية الكاملة ، ولكن فرق الأخطاء الكبيرة في هذه المقاييس لا تؤدي دائما الى التشوهات التركيبية الكبيرة وهذا يمكن أن يفسر على النحو الآتي: عند استعمال مقياس الخطأ مينكوفسكي (Minkowski error metric) مثلاً في المجال الحيزي ، ومقياس مينكوفسكي بين الصورة المرجعية  $X_i$  (التي يفترض أن تكون جودة مثالية) والصورة المشوهة  $Y_i$  ويتم تعريفه على النحو الآتي:

$$E_p = \left( \sum_{i=1}^N |X_i - Y_i|^p \right)^{1/p} \text{----- (13)}$$

حيث  $i$  هي العينات في الصور  $X_i$  و  $Y_i$  ،  $N$  هو عدد العينات في الصورة ، و  $p$  يشير إلى المرتبة . ويبين الشكل (3) اثنين من الصور المشوهة الناتجة من الصورة نفسها الأصلية. حيث ان (A) الصورة الأصلية ، (B) الصورة المشوهة عن طريق إضافة ثابت موجب ، (C) الصورة المشوهة بإضافة الثابت نفسه ، ولكن مع إشارة عشوائية صور B و C لديها نفس مقياس مينكوفسكي فيما يتعلق بالجودة ولكن الصورة A مختلفة جذريا . يُحصل على أول صورة مشوهة بإضافة عدد ثابت لجميع عينات الإشارة ، ويُحصل على الصورة الثانية بإستعمال الأسلوب نفسه. بحيث أن الاشارات الثابتة تختار بشكل عشوائي لتكون إيجابية أو سلبية . ويمكن لمقاييس مينكوفسكي أن تظهر بالضبط بين الصورة الأصلية وكل من الصور المشوهة بسهولة ، بغض النظر عن المرتبة المستعملة. ومع ذلك، فإن تقييم الجودة للصورتين المشوهة هي مختلفة اختلافا جذريا.



الشكل ( 2.6 ) يبين فشل مقياس مينكوفسكي لتقييم جودة الصورة .

اقترح كل من العالمين (Zhou Wang and Alan Bovik) المرجع الكامل لتقييم جودة الصورة بإستعمال (SSIM) ، و بالاعتماد على فرق الخطأ للتغلب على هذه المشكلة في القياسات . خوارزمية SSIM الأساسية في الصورتين تتطلب مقارنة تتوافق مع الحجم بشكل صحيح بحيث يمكن المقارنة نقطة بنقطة . وتنفذ العمليات الحسابية عادة في نافذة منزلة (11x11) متراجعة كاوس . ويستند مقياس SSIM إلى تقييم ثلاثة مقاييس مختلفة ، الإضاءة ، التباين ، والتركيب . ويمكن ان تحسب على النحو الآتي:

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x(x, y)\mu_y(x, y) + C_1}{\mu_x^2(x, y) + \mu_y^2(x, y) + C_1} \text{----- (14)}$$

$$c(x, y) = \frac{2\sigma_x(x, y)\sigma_y(x, y) + C_2}{\sigma_x^2(x, y) + \sigma_y^2(x, y) + C_2} \quad \text{----- (15)}$$

$$s(x, y) = \frac{\sigma_{xy}(x, y) + C_3}{\sigma_x(x, y)\sigma_y(x, y) + C_3} \quad \text{-----(16)}$$

حيث (  $x$  و  $y$  ) يجب ان تكون متطابقة و تتوافق مع صورتين مختلفة ، (  $\sigma_x^2$  ،  $\mu_x$  ) التباين ، التغير على التوالي لصورتين مختلفتين في الكتل، (  $\sigma_{xy}$  ) المعدل لـ (  $x$  و  $y$  ) بحيث ان.

$$\mu(x, y) = \sum_{p=-P}^P \sum_{q=-Q}^Q w(p, q)X(x + p, y + q) \quad \text{----- (17)}$$

$$\sigma^2(x, y) = \sum_{p=-P}^P \sum_{q=-Q}^Q G(p, q)[X(x + p, y + q) - \mu_x(x, y)]^2 [Y(x + p, y + q) - \mu_y(x, y)]^2$$

$$\sum_{p=-P}^P \sum_{q=-Q}^Q G(p, q) = 1$$

حيث  $G(p, q)$  هي دالة متراجحة كاوس و يعبر عنها :

$C_1 = (K_1 L)^2$  ،  $C_2 = (K_2 L)^2$  و  $C_3 = C_2 / 2$  ، (  $L$  ) هو المعدل الديناميكي للبيانات العينة ، أي ان (  $L = 255$  ) تحتوي على ( 8 bit ) و  $K_1 \ll 1$  و  $K_2 \ll 1$  هما ثابت عددي . وبالنظر إلى المقاييس المذكورة أعلاه فان (  $ssim$  ) يمكن حسابها كما يلي .

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)] \cdot [c(x, y)] \cdot [s(x, y)] \quad \text{-----(19)}$$

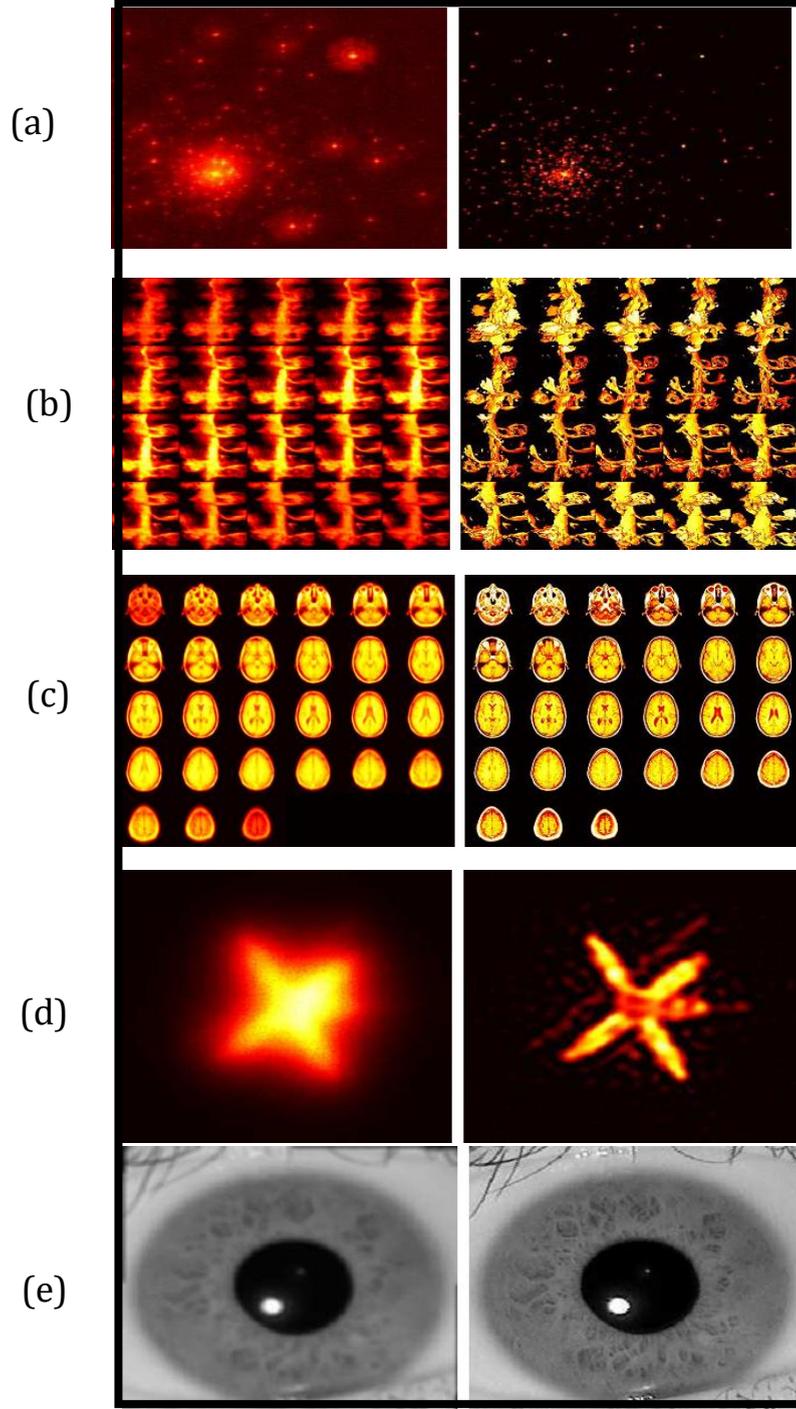
### 15-إزالة الضبابية في الصور الرقمية: deblurring in digital image

ازالة الضبابية للصور أمر أساسي في جعل الصور حادة ومفيدة . وتتألف الصورة الرقمية من عناصر تسمى بكسل. كل بكسل يتم تعيين كثافة معينة من الصورة ، يعني وصف اللون من قطعة مستطيلة صغيرة من مشهد الصورة. الصورة تكون لدى الصغيرة عادة حوالي  $(256)^2 = 65536$  بكسل في حين أن صورة عالية الدقة في كثير من الأحيان تكون لديها حوالي من 5 الى 10,000,000 بكسل. تنشأ بعض الضبابية من الطرائق التي سبق وان ذكرت في تسجيل الصورة الرقمية، لأنه أمر لا يغض النظر منه من معلومات المشهد التي تنتقل إلى بكسل الصورة . حيث تتم عملية ازالة الضبابية في معالجة الصور لاستعادة الصورة بإستعمال تقنيات معالجة الصور لسهولة فهم هذه الصورة من دون أي أخطاء . هناك نوعان مختلفان من ازالة الضبابية، وهذا يتوقف على مقدار المعلومات التي يفترض أن تكون معروفة. الاولى في ازالة الضبابية غير محجوبة(الطرائق التكرارية) مثل مرشح وينر ومرشح المنظم وخوارزمية لوسي ريتشاردسون . يجب في هذه الطرائق أن تكون الصورة المرصودة ودالة الانتشار النقطي (PSF) معروفة . و ان مدخلات خوارزمية ازالة الضبابية غير محجوبة تكون الصورة المشوهة وكذلك ( PSF ) معلومة ، فإن الناتج يكون صورة مستعادة ، الثانية في ازالة الضبابية المحجوبة لدينا صورة مشوهة فقط ونحن نبحت عن ( PSF ) والصورة المستعادة.

**16- أهم تطبيقات إزالة الضبابية للصورة: deblurring of the image applications**

تلعب إزالة الضبابية للصورة دورا مهما و تهدف الى معالجة بيانات الصور الرقمية لغرض تفسيرها حاسوبيا وتعرف بالرؤية بالحاسوب Computer vision او فهم الصور Image understanding. كما تحقق تطبيقات إزالة الضبابية أداء الانسان من حيث القدرة على التحليل والتمييز. وتطبيقاتها في مجالات متعددة منها .

- في علم الفلك كما مبين في الشكل (2.4a) عرض حقول نجم بعيد بإستعمال التلسكوبات الأرضية.
- في المجهر كما مبين في الشكل (2.4b) أعماق مناطق داخلية للجسم ويمكن الاطلاع عليها بإستعمال المجهر ، وتوظيف الألياف الضوئية وكاميرا التحقيق .
- في التصوير الطبي كما مبين في الشكل (2.4c) صور لأعضاء أو كائنات خارجية غير موجودة على الحواس .
- رصد الفضاء كما مبين في الشكل (2.4d) عرض المركبات الفضائية والأقمار الصناعية وغيرها من الحطام الفضائي .
- في التعرف على قزحية العين كما مبين في الشكل (2.4e) . حيث تكون ملونة على شكل حلقة غشاء مسطحة خلف القرنية من العين، مع وجود فتحة دائرية متغيرة في المركز. و يمكن ذكر تطبيقات اخرى في إزالة الضبابية , في استرجاع الصور التي تلتقط اثناء الحركة , وكذلك في استرجاع الصور التي يحدث فيها خطأ في موقع البؤرة ولاسيما في الصور التي تحتوي على تباين في العمق .



الشكل (2.4) يبين البيانات المرصودة للصورة في التطبيقات واستعادتها عن طريق ازالة الضبابية. استعادة البيانات للصورة

#### الجانب العملي

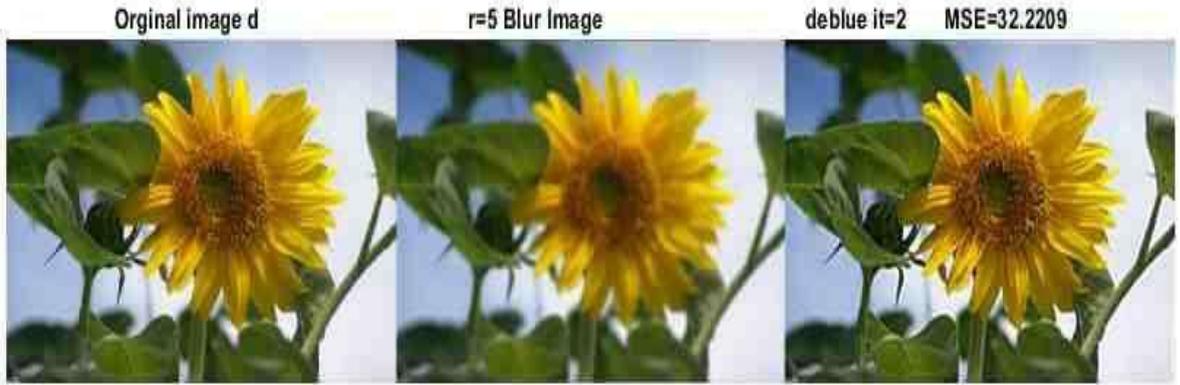
تم استخدام برنامج الماتلاب وحسب الكود المرفق في التحسين اربعة صور من نوع  $480 \times 640$  JPG في هذا البحث تم التوجه الى تحسين الصور الملونة والمتأثرة بالضبابية الناتجة عن الخطاء البؤري .

تم تحسين اربعة صورة وحسب الاشكال (1-4) بالاعتماد على طريقة لوسي رتشردن ، تم استخدام نصف نطر 5 و 10 من خلال الاشكال نلاحظ نجاح طريقي لوس في استرجاع الصور وزيادة الحدة والتفاصيل وكذلك نلاحظ زيادة الخطاء كلما زاد نصف القطر اي زيادة الضبابية

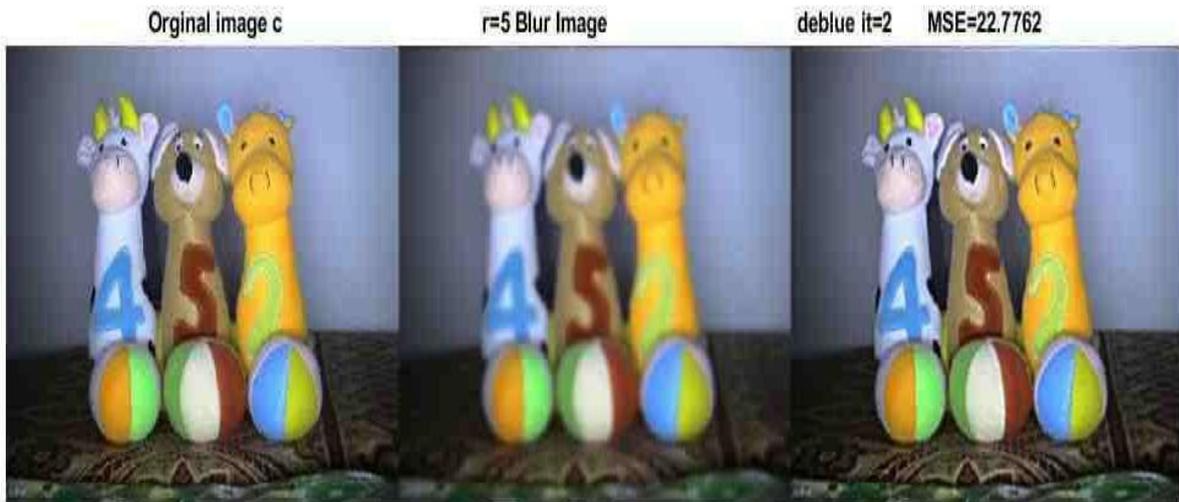
Code 1



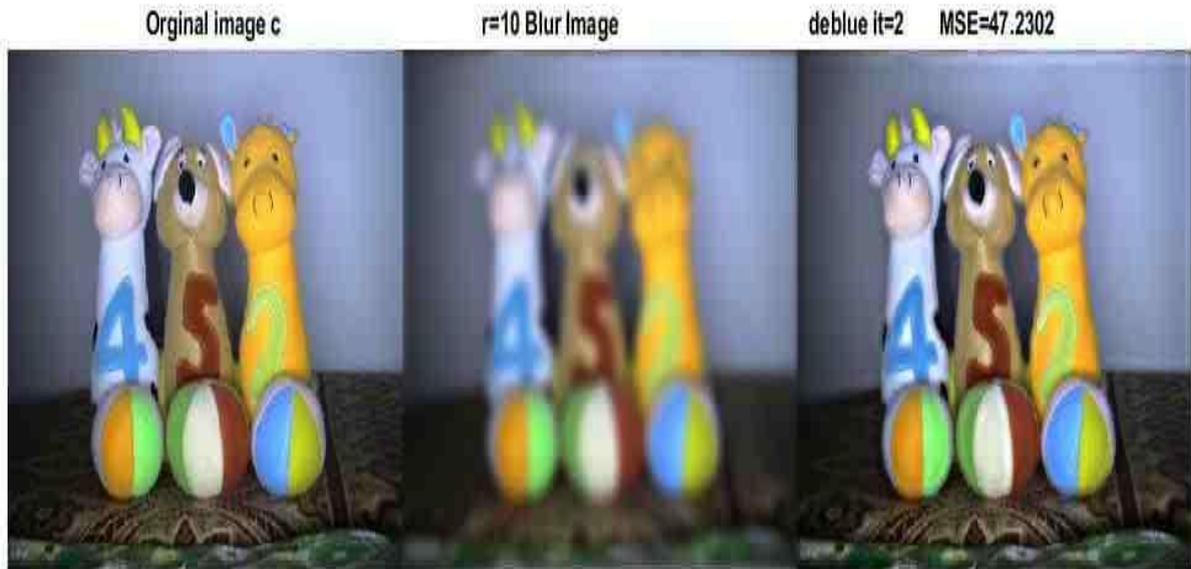
الاشكال (8-1) الصور الاصلية والمشوهة والمحسنة تان حيث نلاحظ نجاح الطريقة لوسي في ازاله الضبابية ويتضح ان افضل النتائج عندما تكون التكرار 2 وقيمة ضبابية 5 حيث كان مقدار الخطا اقل ما يمكن. حيث ان الشكل (9) يوضح رسم دالة الفصل النقطي باستخدام تحويل فوريير .



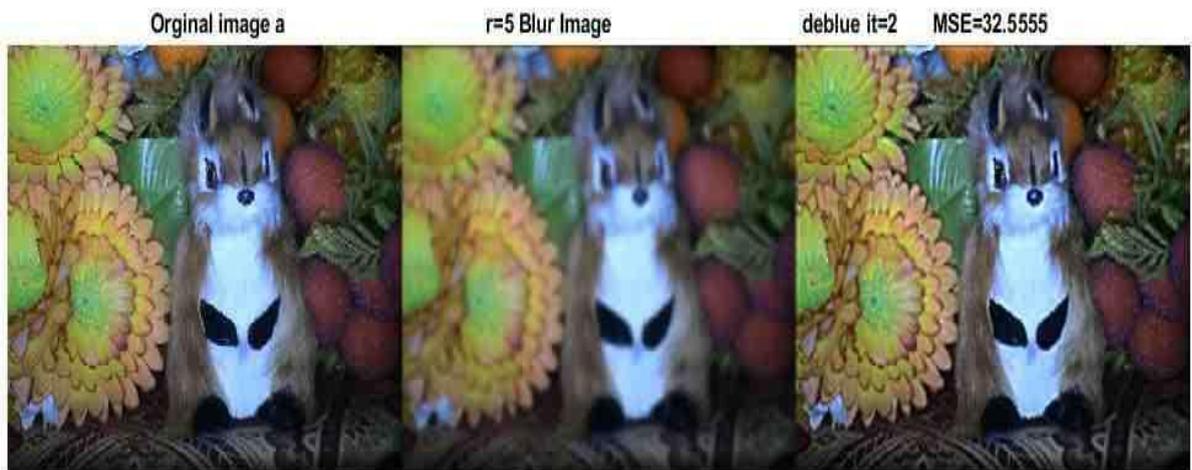
الشكل 2: الصورة المحسنة الاولى عند ازالة الضبابية  $r=5$

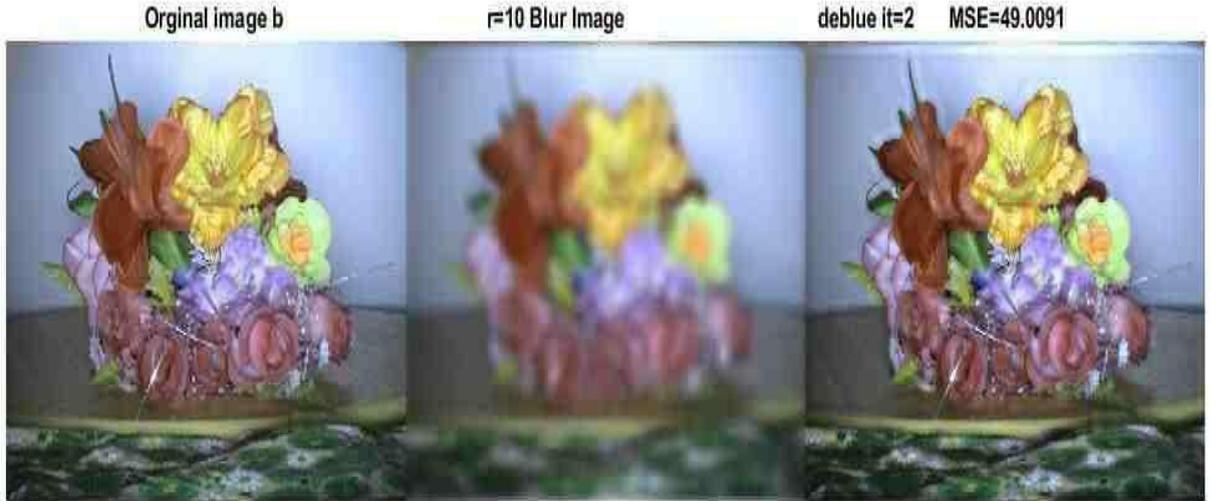
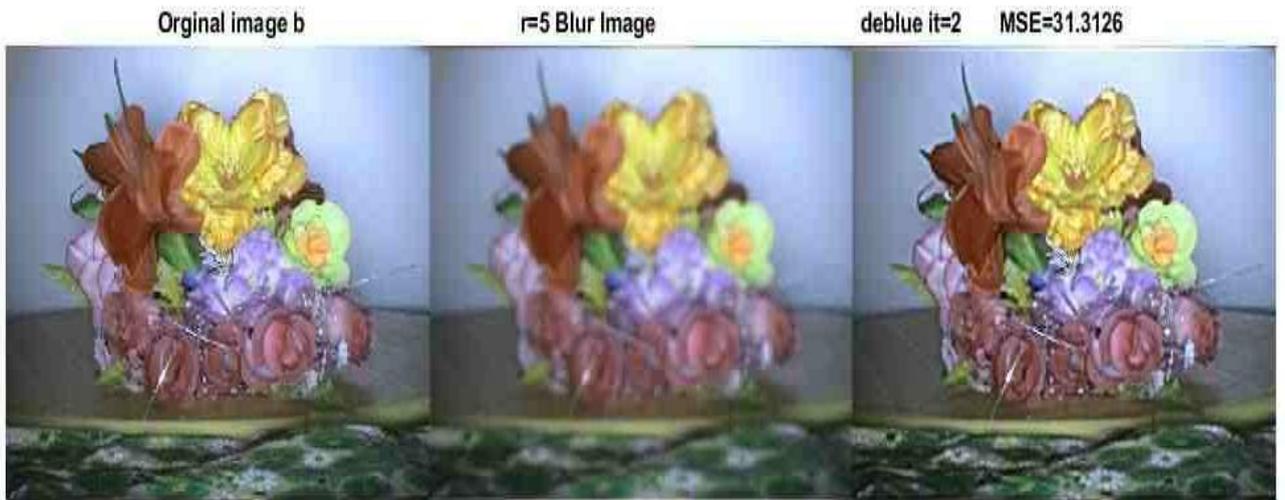


الشكل 3: الصورة المحسنة الثانية عند ازالة الضبابية  $r=5$



الشكل4: الصورة المحسنة الثانية عند ازالة الضبابية r=10



الشكل 5: الصورة المحسنة الثالثة عند ازالة الضبابية  $r=5$ الشكل 6: الصورة المحسنة الثالثة عند ازالة الضبابية  $r=10$ الشكل 7: الصورة المحسنة الرابعة عند ازالة الضبابية  $r=5$ الشكل 8: الصورة المحسنة الرابعة عند ازالة الضبابية  $r=10$ **Reference:**

- [1] R. C. Gonzales, R.E. Woods dnd, S. L. Eddins, "Digital image Processing Usigmatlab", Parson Prentice Hall, 2004.
- [2] S. J. Sang wine and R. W. Novne, "The colour Image processing", Hang. Book, Chapman and Hall, 1998.

- [3] S. S. Al-amri and N.V. Kalyankar, "A Comparative Study for Deblurred Average Blurred Images ". journal Vol. 02, No. 03, 2010.
- [4] M.Ben-Ezra and-Nayar, "Motion-based Motion deblurring ", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2004.
- [5] J. Biemond, R. Lagendijk, and R. Mersereau, "Iterative methods for image Deblurring".Proceedings of the IEEE, 1990.
- [6] R. L. Lagendijk, and J. Biemond, "Basic Methods for Image Restoration and Identification", 1996.
- [7] Fried D., " Optical Resolution Through a Randomly in Homogeneous medium for Very long and very short exposure ", Jopt.Soc.Amer 56: 1372-9, (1966).
- [8] Gaskill J. , " Linear System, Fourier Transform and Optics ", Wiley interscience ISBN0-471 29288-5, (1978).
- [9] Smith W., " Moden Optical Engineering " , 3<sup>rd</sup> edition , MC Graw Hill Profession, ISBN0 – 07- 136360-2.( 2000).
- [10] Accetta J. and Shumaker D. , " The Infrared and Electro Optical System Hand Book", SPIE ,IERIMISBN0 – 8194- 1072-1,(1993).
- [11] Zhou W., "Edge Detection ", department of electrical and Computer Engineering University of New Maxico ,(2005).
- [12] Ramamurthy V., , Naren dran N., Freyssinier J.. "Determining Contrast Sensitivity Function for Monochromatic light emitted By high – Brightness " Third international Conference on solid state, (2004).
- [13] Antoshchuk S.," The automatized systems with the visual information processing Design", International Conference volume, Issue, 24-28 Feb. Page(s): 268 -, (2004).
- [14] Wang, Zhou, and Alan C. Bovik. "A universal image quality index." IEEE signal Processing letters 9.3 (2002): 81-84.
- [15] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli, "Image quality Assessment: from error visibility to structural similarity," IEEE Trans. Image Process., vol. 13, no. 4, pp. 600-612, 2004.