

دراسة تأثير المرشح الكاوسي على صورة جسم نقطي لنظام بصري باستخدام فتحات مختلفة Study the effect of Gaussian Filter on Image of point Object for Optical System Using Different Apertures

رجاء عبد الأمير مدلول
جامعة كربلاء / كلية العلوم / قسم الفيزياء
Ragai.1969@yahoo.com

الخلاصة:

تم في هذا البحث دراسة تأثير المرشح الكاوسي ذي معامل الانحراف المعياري (a) لقيم مختلفة منه ($a=0.25, 0.5, 0.75, 1$) على دالة الانتشار النقطية (PSF) حيث تم اشتقاق معادلة الانتشار النقطية التي تحتوي الحد الذي يمثل المرشح الكاوسي لنظام بصري مثالي أو يحتوي على خطأ بؤري مقداره ($W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda$) , وقد بينت النتائج إن القيم الدنيا من معامل الانحراف المعياري للمرشح الكاوسي تؤدي إلى زيادة الشدة في الصورة المتكونة وتقلل من تأثير الزيوغ على توزيع الشدة في مستوى الصورة , أيضا تم دراسة تأثير شكل الفتحة على الصورة المتكونة لنظام بصري يحتوي على مرشح كاوسي , وقد اعتمدت الفتحات (المربعة, المستطيلة (العمودية والأفقية)) , وأعطت الفتحة المستطيلة الأفقية صورة هي الأفضل من حيث قدرة التحليل في النظام المثالي وكذلك الأفضل لتوزيع الشدة في النظام الذي يحتوي على خطأ بؤري ($W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda$) من الفتحات الأخرى.

Abstract:

In this research , the effect of Gaussian spatial filter which has coefficient of normative deviation (a) in different value ($a=0.25, 0.5, 0.75, 1$) has been studied on point spread function (PSF) whereas the equation of (PSF) which contain the term which represent the gaussian filter has been derived for the ideal optical system or contain focus error ($W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda$), the results have been showed that the lower value of coefficient of normative deviation for Gaussian spatial filter leads to increase the intensity in the formed image and the reduced the effect of aberrations on the distribution of the intensity in the image plane , also the effect of aperture shape has been studied on the formed image for the system contains Gaussian spatial filter, the aperture is used in different shapes (square, rectangle (vertical and horizontal)), the results showed that the rectangle horizontal aperture give the best resolution from the other at the perfect system and best distribution of intensity in the image plane at system contain focus error ($W_{20}=0.25\lambda, W_{20}=0.5\lambda$) from the other.

المقدمة :

إن الصورة المتكونة لمصدر نقطي في نظام بصري معين لا تكون نقطة فحسب النظرية الموجبة للضوء ان الحيود من فتحة العدسة والزيوغ والتشتت تجعل صورة الجسم النقطي ممتدة إلى بقعة منتشرة أو تتوزع توزيعاً معيناً مثل توزيع (كاوس) [1]. وكما هو معروف مهما تم تقليل الزيوغ أو إزالتها في النظام البصري فإنه لا يمكن إنتاج صورة مثالية (Ideal image) مطابقة كلياً لأبعاد الجسم بسبب نمط الحيود الذي يعتمد على نوع الإضاءة المستخدمة (متشابهة كلياً أو جزئياً أو عديم التشابه) وشكل الجسم (نقطي , خطي, حافة..... الخ) والطول الموجي المستخدم (λ) و شكل الفتحة كل هذه العوامل الموجودة في النظام البصري تلعب دوراً مهماً في توزيع الشدة في مستوى الصورة [2]. إن معظم الفحوصات الأولية التي تجري للمنظومات البصرية تستند بشكل رئيس على التداخل البصري وتقييم كفاءة جبهة الموجة الناتجة من خلال حساب بعض الدوال المهمة مثل دالة الانتشار (النقطية , الخطية , الحافة) [3], وقد قام عدد من الباحثين بدراسة طرائق لتحسين تلك الدوال وذلك لتحسين أداء المنظومة البصرية ومن هذه الطرائق استخدام مرشحات في المنظومة البصرية من أجل التحكم بنمط توزيع الشدة خلال فتحة الاخراج للحصول على توزيع شدة امثل بهدف تحسين نوعية الصورة، فقد قام الباحث (O'Neil) [4] بأجراء أبحاثه على المرشحات التي تستخدم الضوء المتشابه ، أما الباحث (RAO) [5] فقد درس تأثير شكل المرشحات (شكل نفوذنية الفتحة) على دالة توزيع الحافة (ESF) (Edge Spread Function) ، وقد بين (Tschanko) [6] كيف أن المرشحات (Apodizers) مع نسب مختلفة للحجب المركزي لفتحة العدسة الحلقية يمكن أن تعدل من قيمة الشدة في

مستوى الصورة، ولاحظ (Aljubury) [7] إن استخدام المرشح الكاوسي لنظام بصري ذي فتحة دائرية مركبة يساهم في التقليل من القمم الثانوية أي تقليل الضوضاء في الصورة. يتناول البحث موضوع تحسين الصورة (Apodization) أي استخدام شكل معين لتوزيع الطاقة على فتحة خروج المنظومة البصرية وذلك لتحسين أداءها، ويتم ذلك عن طريق إدخال مرشح كاوسي ذي معامل الانحراف المعياري (a) لقيم محددة داخل التصميم البصري لنظام بصري محدد بالحيود أو يحتوي على خطأ بؤري بمقدار $(W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda)$.

الجزء النظري:

تعرف دالة الانتشار النقطية على إنها (توزيع الشدة في مستوى الصورة لجسم نقطي باستخدام فتحات مختلفة) [4]، وتعد دالة الانتشار النقطية من المقاييس المعتمدة لمعرفة كفاءة المنظومة البصرية من خلال تعيين كفاءة الصورة للجسم النقطي. لحساب الشدة في مستوى الصورة لمصدر نقطي ضوئي، نفرض أن لدينا نظاماً بصرياً يكون صورة لمصدر نقطي، وكما هو معروف إن لكل نظام بصري فتحة سد تقع في مكان معين داخل النظام وتكون لها صورة في حيز الجسم تسمى ببؤبؤ الإدخال (Entrance pupil) وصورتها في حيز الصورة تدعى ببؤبؤ الإخراج (Exit pupil) ويتم تشخيص كفاءة الصورة بتتبع عدد من الأشعة من خلال مبدأ تتبع المسار الضوئي والذي يبدأ من الجسم وحتى مستوى الصورة لمعرفة كمية الزيوغ التي تحتويها الصورة وتقييمها [4].

إن دالة البؤبؤ (Pupil function) في مستوى الصورة لنقطة هي (u', v') يمكن التعبير عنها باستخدام تحويلات فوريير (Fourier Transform) كما في المعادلة الآتية [8]:

$$\therefore f(x, y) = \tau(x, y) e^{ikw(x, y)} \dots \dots \dots (1)$$

حيث تمثل: توزيع السعة الحقيقية $\tau(x, y)$ عند ببؤبؤ الإخراج ويطلق عليها مصطلح شفافية البؤبؤ (Pupil Transparency), ويمثل متسلسلة الزيوغ وتساوي: $W(x', y')$

$$W(x', y') = w_{20}(x^2 + y^2) + w_{40}(x^2 + y^2)^2 + \dots \dots \dots (2)$$

حيث W_{40}, W_{20} : تمثل مراتب الزيغ الكروي

وتأخذ قيم مختلفة حسب الحالة التي استخدمت بها، وغالباً ما تؤخذ مساوية للواحد للفتحة المتمائلة وفي بحثنا هذا تم التعويض عنها بمعادلة المرشح الكاوسي $\tau(x, y)$ لدراسة تأثير هذا المرشح على دالة الانتشار النقطية، وان معادلة المرشح الكاوسي هي [9]:

$$\tau(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}a} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2a^2}} \dots \dots \dots (3)$$

حيث a: يمثل معامل الانحراف المعياري لدالة المرشح الكاوسي، وان المرشح الكاوسي يوضع في طريق الأشعة ليحدد شكل الأشعاع الداخل أو الخارج من النظام البصري على شكل حزمة كاوسية وان معامل الانحراف المعياري له يمثل قيمة نقطة الانقلاب في انحدار المنحني لدالة المرشح. وبالإستعانة بالمعادلة (1) يمكن أن تكتب السعة المعقدة للجسم النقطي بصيغتها التكاملية بالشكل [8]:

$$F(u', v') = N \int \int_y f(x, y) \cdot e^{i2\pi(u'x+v'y)} dx dy \dots \dots \dots (4)$$

حيث إن N: يمثل ثابت المعايرة للدالة وبحسب من جعل دالة الانتشار النقطية تساوي واحد عندما $(u=0, v=0)$ أي $(F(0)=1)$ للنظام المحدد بالحيود، $F(u', v')$: تمثل السعة المعقدة. وبفرض إن $(z'=2\pi u'$ و $m'=2\pi v')$ ستكون المعادلة (4) بالصيغة الآتية:

$$F(u', v') = N \int \int_y f(x, y) \cdot e^{i(z'x+m'y)} dx dy \dots \dots \dots (5)$$

يمكن التعبير عن الشدة $G(u',v')$ بدلالة المعادلة (5) وذلك من خلال ضرب الدالة $(F(u',v'))$ بالمرافق المعقد لها $(F^*(u',v'))$ أي إن:

$$G(u',v') = |F(u',v')|^2 = F(u',v') \cdot F^*(u',v') \dots \dots \dots (6)$$

أو:

$$G(u',v') = N \left| \int_y \int_x f(x,y) \cdot e^{i2\pi(u'x+v'y)} dx dy \right|^2 \dots \dots \dots (7)$$

أو:

$$G(z',m') = N \left| \int_y \int_x f(x,y) \cdot e^{i(z'x+m'y)} dx dy \right|^2 \dots \dots \dots (8)$$

ويمكن الاكتفاء بمحور واحد في مستوى الصورة لتشابه توزيع الشدة على كل من المحورين (z',m') (أي يمكن وضع $m'=0$) وبذلك تكون المعادلة (8) بالشكل الآتي:

$$G(z') = N \left| \int_y \int_x f(x,y) \cdot e^{iz'x} dx dy \right|^2 \dots \dots \dots (9)$$

وبتعويض المعادلتين (1 و 2) في المعادلة (9) ستكون المعادلة النهائية بالشكل الآتي:

$$G(z') = N \left| \int_y \int_x \frac{1}{\sqrt{2\pi a}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2a^2}} e^{ikw(x,y)} \cdot e^{iz'x} dx dy \right|^2 \dots \dots \dots (10)$$

إذا كانت المنظومة البصرية خالية من الزيغ الكروي ذي المراتب العالية وعند إزاحة مستوى البؤرة المحورية إلى مستوى بؤري آخر فإن معادلة الزيغ الكروي تعطى بدلالة الخطأ البؤري وبالتعويض عن قيمة الخطأ البؤري من المعادلة (3)، وبالتعويض عن العدد الموجي $(k=2\pi/\lambda)$ والأخذ بنظر الاعتبار إن دالة الزيغ تقاس بوحدات الطول الموجي لذا فإن المعادلة (10) تصبح كالآتي:

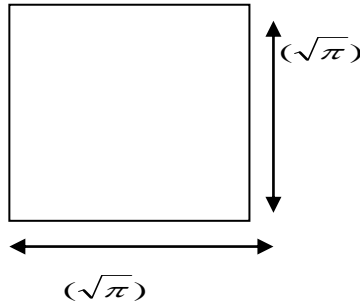
$$G(z') = N \left| \int_y \int_x \frac{1}{\sqrt{2\pi a}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2a^2}} e^{i(2\pi w_{20}(x^2+y^2)+z'x)} dx dy \right|^2 \dots \dots \dots (11)$$

إن حدود التكامل بالنسبة لمعادلة دالة الانتشار النقطية تعطى من خلال حدود فتحة الإخراج للنظام البصري، وفي هذا البحث تم اخذ عدد من الفتحات واعتبار إن مساحة كل فتحة تساوي (π) (اختيار مساحة معينة لتسهيل الحسابات) وبذلك ستكون حدود معادلة دالة الانتشار النقطية لكل فتحة كالآتي:

1-معادلة دالة الانتشار النقطية للفتحة المربعة:

إن حدود الفتحة المربعة تعرف من خلال فتحة البؤبؤ المربعة ذات المساحة المعيرة (π) وطول ضلع مقداره والتي مبينة في الشكل (1), لذلك فإن المعادلة ($\sqrt{\pi}$) (11) تصبح لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري بفتحة مربعة بالشكل الأتي:

$$G(z') = N \left| \int_{-\frac{\sqrt{\pi}}{2}}^{\frac{\sqrt{\pi}}{2}} \int_{-\frac{\sqrt{\pi}}{2}}^{\frac{\sqrt{\pi}}{2}} \frac{1}{\sqrt{2\pi a}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2a^2}} e^{i(2\pi w_{20}(x^2+y^2)+z\backslash x)} dx dy \right|^2 \dots\dots\dots(12)$$

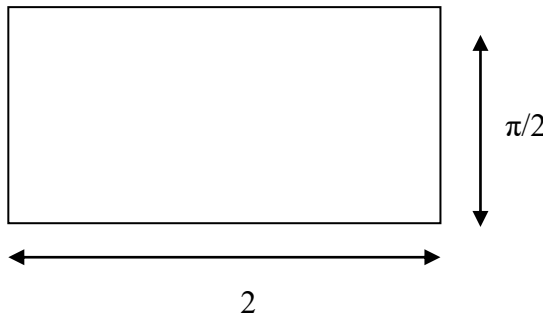


الشكل (1)
يمثل ابعاد الفتحة المربعة التي مساحتها (π)

2-معادلة دالة الانتشار النقطية للفتحة المستطيلة الأفقية:

إن حدود الفتحة المستطيلة الأفقية تعرف من خلال المساحة المعيرة (π) وطول الضلع العمودي ($\pi/2$) والأفقي (2) والتي مبينة في الشكل (2), لذلك فإن المعادلة (11) تصبح لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري بفتحة مستطيلة أفقية بالشكل الأتي:

$$G(z') = N \left| \int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} \int_{-1}^1 \frac{1}{\sqrt{2\pi a}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2a^2}} e^{i(2\pi w_{20}(x^2+y^2)+z\backslash x)} dx dy \right|^2 \dots\dots\dots(13)$$

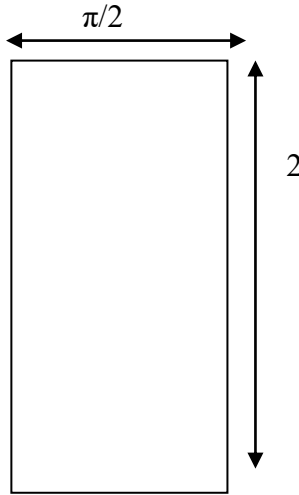


الشكل (2)
يمثل ابعاد الفتحة المستطيلة الافقية التي مساحتها (π)

3-معادلة دالة الانتشار النقطية للفتحة المستطيلة العمودية:

إن حدود الفتحة المستطيلة العمودية تعرف من خلال فتحة البؤبؤ ذات المساحة المعيرة (π) وطول الضلع العمودي (2) والأفقي $(\pi/2)$ والمبينة في الشكل (3) لذلك فإن المعادلة (11) تصبح لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري بفتحة مستطيلة عمودية بالشكل الآتي :

$$G(z') = N \left| \int_{-1}^1 \int_{-\pi/4}^{\pi/4} \frac{1}{\sqrt{2\pi a}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2a^2}} e^{i(2\pi w_{20}(x^2+y^2)+z \setminus x)} dx dy \right|^2 \dots\dots\dots(14)$$



الشكل (3)

يمثل ابعاد الفتحة المستطيلة العمودية التي مساحتها (π)

Result and Discussion

النتائج والمناقشة:

تم إيجاد دالة الانتشار للجسم النقطي تحت الدراسة بواسطة حل المعادلات (12,13,14) باستخدام برنامج (MathCAD) لنظام بصري مثالي $(W_{20}=0)$ وكذلك عند وجود خطأ بؤري في النظام البصري مقداره $(W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda)$ وتم الأخذ بالاعتبار إن الفتحة للنظام البصري تكون إما مربعة أو مستطيلة (أفقية أو عمودية) كذلك إيجاد تأثير المرشح الكاوسي ذي معامل الانحراف المعياري $(a=0.25, 0.5, 0.75, 1)$ على دالة الانتشار النقطية وحسب الفتحة المستخدمة .
 تم التأكد من صحة النتائج للبرنامج المستخدم وذلك بمقارنتها مع المصادر [10] للحالة التي لا يحتوي بها النظام على مرشح كاوسي وللفتحات المستخدمة في البحث وظهرت النتيجة تطابقاً مع النتائج الموجودة في المصدر.
 يوضح الشكل (4) توزيع الشدة لدالة الانتشار النقطية لنظام بصري مثالي بفتحة إخراج مربعة في حالة وجود المرشح الكاوسي ذي معامل الانحراف المعياري وحسب القيم المشار إليها في اعلاه وايضاً في حالة عدم وجود المرشح الكاوسي في النظام البصري , بينت النتائج أن الشدة للصورة تبدأ من النقطة (1) لأفضل بؤرة عند عدم وجود الزيوغ في النظام البصري وأن دالة الانتشار النقطية تتأثر بوجود المرشح الكاوسي بحيث يزداد عرض المنحني كلما قل معامل الانحراف المعياري (a) للمرشح الكاوسي بسبب تخطير الحزمة الضوئية التي تخرج من النظام البصري وهذا يؤدي إلى التقليل من قدرة التحليل في النظام البصري , أيضاً يلاحظ إن القيم الثانوية للدالة أصبحت اقل نسبياً كلما قل (a) للمرشح وهذا يعمل على تقليل الضوضاء وزيادة نقاوة الصورة بشكل يخدم عملية تحسين الصورة, وبذلك وحسب النتائج فإن المرشح الكاوسي يعتبر وسيلة جيدة في الانظمة التي تحتاج إلى التقليل من التشويش ويعتبر غير جيد في الانظمة التي تحتاج إلى قدرة تحليل عالية في عملها.

يبين الشكلين (5,6) توزيع الشدة لدالة الانتشار النقطية لنظام بصري مثالي بفتحة إخراج مستطيلة عمودية وأخرى أفقية على التوالي في حالة وجود المرشح الكاوسي وايضاً في حالة عدم وجوده، حيث نلاحظ تطابقاً بين هاتين الحالتين والحالة الأولى (فتحة الإخراج المربعة) من حيث زيادة عرض المنحني عندما يقل معامل الانحراف المعياري للمرشح الكاوسي وكذلك التقليل من القمم الثانوية كلما قلت قيمة (a) للمرشح الكاوسي ولكن بقيم تختلف بين الفتحات الثلاث المأخوذة في البحث حيث يتبين ان عرض النصف لدالة الانتشار النقطية لنظام بصري يعمل بفتحة مربعة تختلف عن عرض النصف لدالة لنظام بصري يعمل بفتحة مستطيلة عمودية وافقية وحسب حالة وجود او عدم وجود المرشح الكاوسي في النظام البصري (وهو مبين في أخذ حالة من الحالات عند المقارنة بين الفتحات في الأشكال الاخيرة).

إن تأثير الخطأ البؤري يتضح من خلال الشكل (7) والذي يبين توزيع الشدة لدالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقداره $(W_{20}=0.25\lambda)$ بفتحة إخراج مربعة، يبين الشكل الشدة المركزية لدالة الانتشار النقطية حيث أصبحت (0.76094) وان الانحطاط واضح في قيمة الشدة بسبب وجود الخطأ البؤري، أما في حالة استخدام المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a) لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري $(W_{20}=0.25\lambda)$ نجد إن تأثير المرشح الكاوسي واضح من خلال المنحنيات في الشكل حيث يعمل المرشح على زيادة الشدة المركزية في مستوى الصورة كلما قلت قيمة (a) للمرشح بحيث تصبح قيمة الشدة المركزية $(0.76969, 0.7770, 0.79812, 0.85648)$ عند وجود مرشح كاوسي لقيم (a) $(1, 0.75, 0.5, 0.25)$ على التوالي، وكذلك يعمل على التقليل من القمم الثانوية كلما قلت قيمة (a) للمرشح الكاوسي وهو مبين في الشكل حيث كلما ازدادت القمة المركزية للدالة لا تظهر قمم ثانوية لها وهذا يؤدي إلى زيادة وضوح الصورة وتقليل التشويش في الصورة.

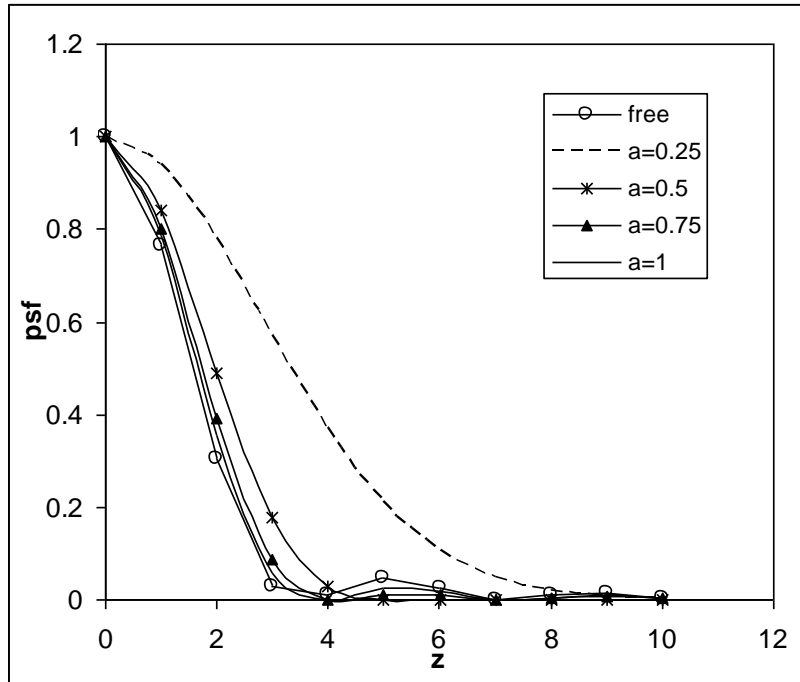
يبين الشكلان (8,9) تأثير الخطأ البؤري $(W_{20}=0.25\lambda)$ على توزيع الشدة لدالة الانتشار النقطية لنظام بصري بفتحة إخراج مستطيلة عمودية وأخرى أفقية على التوالي، والتي تبين تأثير الخطأ البؤري على قيمة الشدة المركزية للصورة حيث يعمل على التقليل من الشدة لتصبح (0.73586) بالنسبة للفتحة المستطيلة العمودية و المستطيلة الأفقية (لان كلتا الفتحتين تملكان نفس المساحة وبالتالي فإن الشدة عند $z=0$ تكون متساوية ولكنها تختلف عندما تزداد قيمة z وحسب وضع الفتحة المستطيلة ونسبة طول ضلعها الكبير الى الصغير)، أما عند وجود المرشح الكاوسي في النظام البصري فإن الحالة لا تختلف عن سابقتها في حالة الفتحة المربعة حيث تزداد الشدة كلما قلت قيمة (a) لتصل إلى (0.78666) عندما $(a=0.25)$ بالنسبة للفتحة المستطيلة العمودية و (0.90237) للأفقية وهذه الزيادة في الشدة تعمل على زيادة وضوح الصورة وزيادة العمق البؤري للنظام (بغض النظر تحديد عن قدرة التحليل للنظام البصري والتي تحدد عندما يكون النظام مثالي فقط) وبالتالي يؤدي إلى التقليل من تأثير الزيوع على النظام البصري، وكذلك يعمل المرشح على اضمحلال القمم الثانوية أو تقليلها والذي بدوره يساهم في وضوح الصورة.

إن وجود إزاحة للبؤرة بمقدار نصف طول موجي $(W_{20}=0.5\lambda)$ يكون تأثيره أكبر على الصورة للجسم النقطي وهذا واضح في الشكل (10) الذي يبين توزيع الشدة لدالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري مقداره $(W_{20}=0.5\lambda)$ بفتحة إخراج مربعة في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a)، أن الخطأ البؤري $(W_{20}=0.5\lambda)$ يؤثر بشكل أكبر على قيمة الشدة المركزية لدالة الانتشار النقطية حيث تهبط قيمة الشدة المركزية إلى (0.32508) في حال عدم وجود مرشح في النظام البصري، أما عند وجود المرشح الكاوسي فإنه يعمل على التقليل من تأثير الزيوع وذلك بزيادة الشدة في المنحني حيث تصبح قيمة الشدة (0.34338) عندما $(a=1)$ وتصل إلى أعلى قيمة لها (0.53148) عندما $(a=0.25)$ ، وكذلك يحاول المرشح الكاوسي التقليل من القمم الثانوية فقط عندما تكون قيمة (a) قليلة حيث تقل معها القمم الثانوية وهذا يؤثر إيجاباً على نقاوة الصورة.

إن الحالة لا تختلف في النظام البصري ذي الفتحة المستطيلة العمودية والأفقية عن سابقتها المربعة من حيث تأثير الخطأ البؤري $(W_{20}=0.5\lambda)$ على قيمة الشدة المركزية لدالة الانتشار النقطية وكما في الشكلين (11,12) حيث يتضح من المنحنيات إن الشدة تهبط إلى (0.28047) بالنسبة للفتحة المستطيلة العمودية و المستطيلة الأفقية، وعند وجود مرشح في النظام البصري فإن قيمة الشدة المركزية تصبح (0.36927) عندما $(a=0.25)$ بالنسبة للفتحة المستطيلة العمودية و (0.66151) للفتحة المستطيلة الأفقية، كذلك الحالة تتكرر بالنسبة إلى التقليل من القمم الثانية كلما قلت قيمة (a) ولكن بقيم تختلف عن الحالات السابقة.

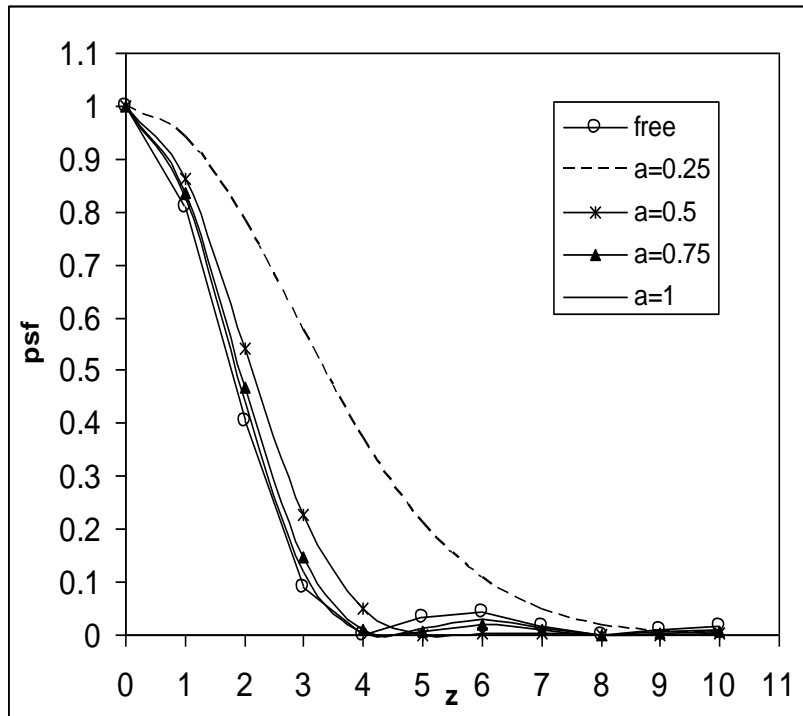
مما سبق يتبين إن المرشح الكاوسي يعمل على التقليل من تأثير الخطأ البؤري على النظام البصري فكلما قلت قيمة معامل الانحراف المعياري له (a) فإن الشدة المركزية لدالة الانتشار النقطية تزداد وكذلك تقل القمم الثانوية تبعاً لها وهذين الأمرين يعدان نتيجة ايجابية تساعد على وضوح الصورة وزيادة نسبة الإشارة إلى الضوضاء في مستوى الصورة، أما الأمر الآخر الذي يؤثر فيه المرشح على النظام البصري فهو زيادة عرض المنحني كلما قلت قيمة (a) وهذا يؤثر سلباً على قدرة التحليل للأنظمة البصرية، وبالتالي فإننا يجب أن نجد حالة توازن بين ما هو سلبي وإيجابي في عمل هذا المرشح وحسب الاختيارات المتاحة لنا في هذا البحث من حيث قيم (a) ومن ملاحظة المنحنيات في الأشكال السابقة فإننا نرى بأن المرشح الكاوسي الذي معامل الانحراف المعياري له $(a=0.5)$ هو أفضل من باقي الحالات المدروسة في البحث من حيث الموازنة بين شدة جيدة للصورة وقدرة تحليل عالية للنظام البصري.

توضح الأشكال (13,14,15) مقارنة بين الأنظمة البصرية التي تستخدم فتحات مختلفة وتحتوي على مرشح كاوسي ذي معامل انحراف $(a=0.5)$ لنظام مثالي وآخر يحتوي على خطأ بؤري $(W_{20}=0.25\lambda)$ و $(W_{20}=0.5\lambda)$ على التوالي، وتبين بعد الأخذ بالاعتبار حالة التوازن بين الشدة وعرض المنحني للدالة إن فتحة المستطيل الأفقي هي أفضل من باقي الفتحات للنظام البصري المحدد بالحيود لأنها تعطي قدرة تحليل عالية نسبياً مقترنة مع الحالات الأخرى وكذلك النظام البصري الذي يحتوي على خطأ بؤري بمقدار $(W_{20}=0.25\lambda)$ او $(W_{20}=0.5\lambda)$ لأنها تعطي قيمة شدة للصورة أفضل وهذا يؤدي إلى زيادة العمق البؤري للنظام البصري والذي يولد بالتالي تطابقاً أكبر مع النسبة المسموح بها للخطأ البؤري في النظام البصري (نسبة ستريبل).



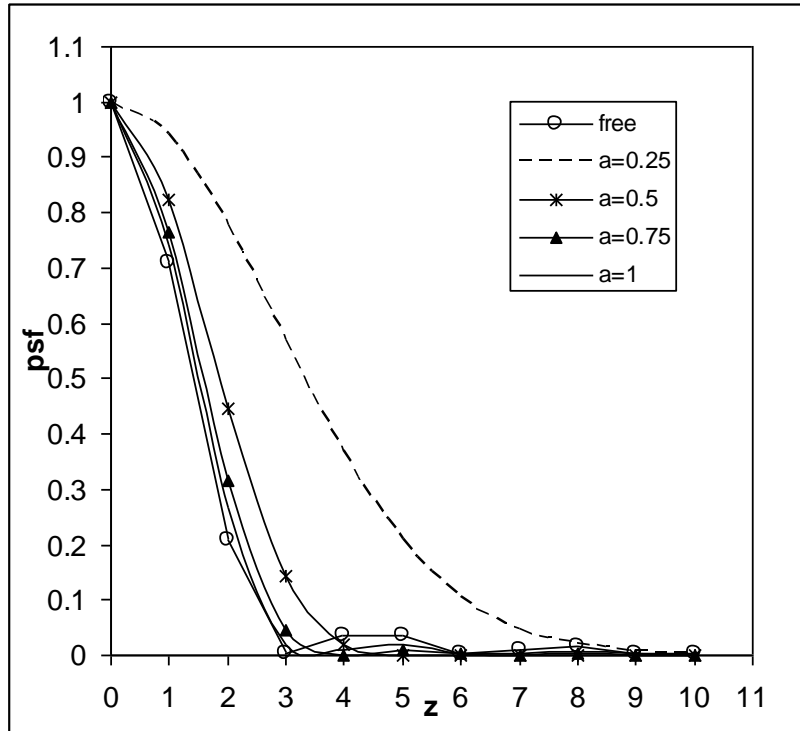
الشكل (4)

توزيع الشدة في صورة جسم نقطي لنظام بصري مثالي يحتوي على مرشح كاوسي بفتحة اخراج مربعة



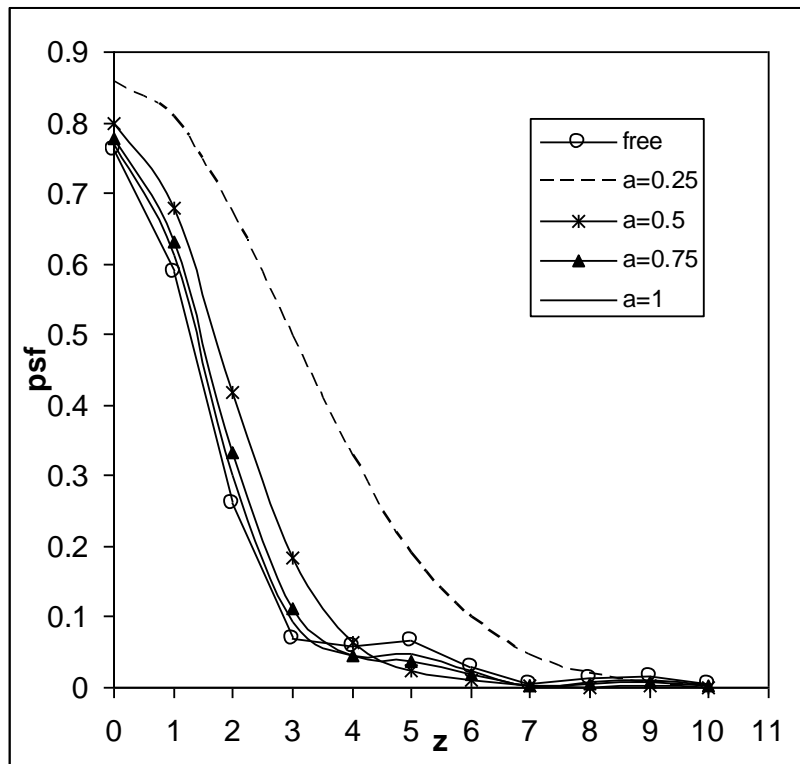
الشكل (5)

توزيع الشدة في صورة جسم نقطي لنظام بصري مثالي يحتوي على مرشح كاوسي بفتحة اخراج مستطيلة عمودية



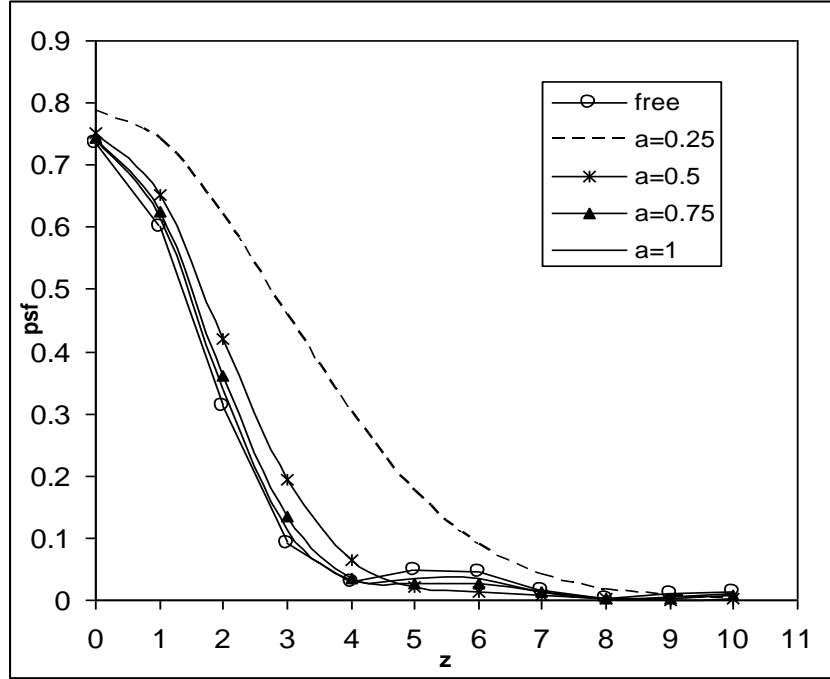
الشكل (6)

توزيع الشدة في صورة جسم نقطي لنظام بصري مثالي يحتوي على مرشح كاوسي بفتحة اخراج مستطيلة أفقية.



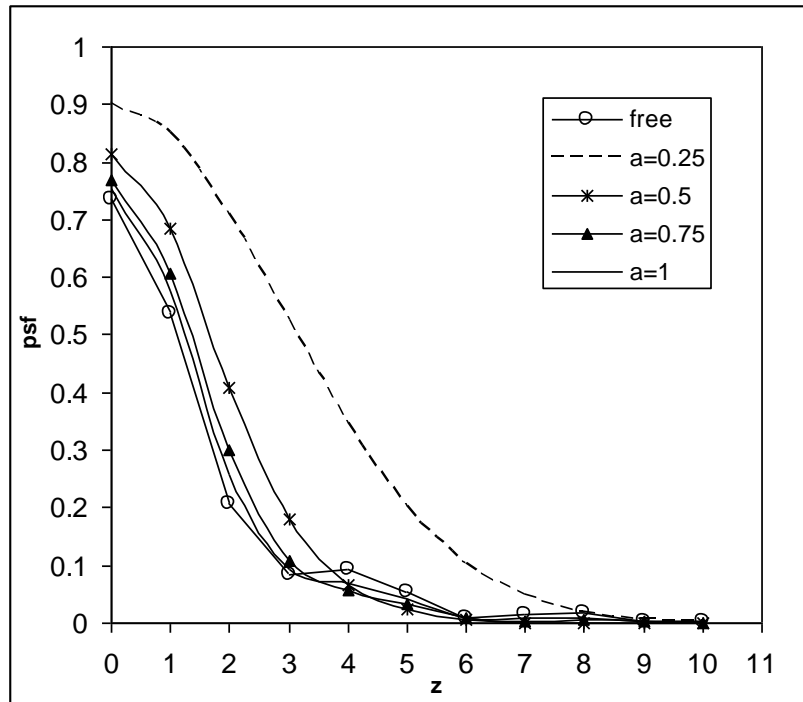
الشكل (7)

دالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقداره $(W_{20}=0.25\lambda)$ بفتحة إخراج مربعة في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a).



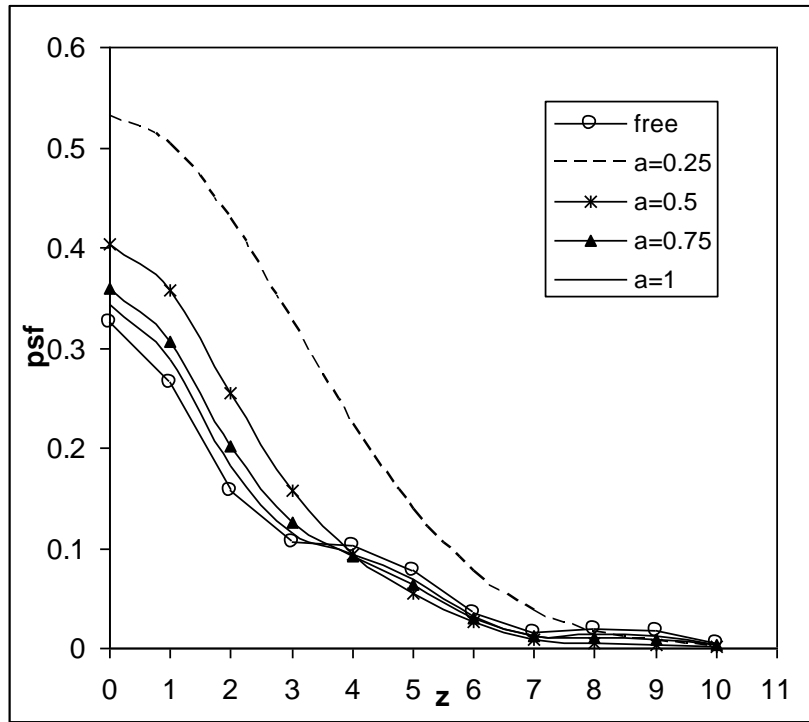
الشكل (8)

دالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقدار $(W_{20}=0.25\lambda)$ بفتحة إخراج مستطيلة عمودية في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a).



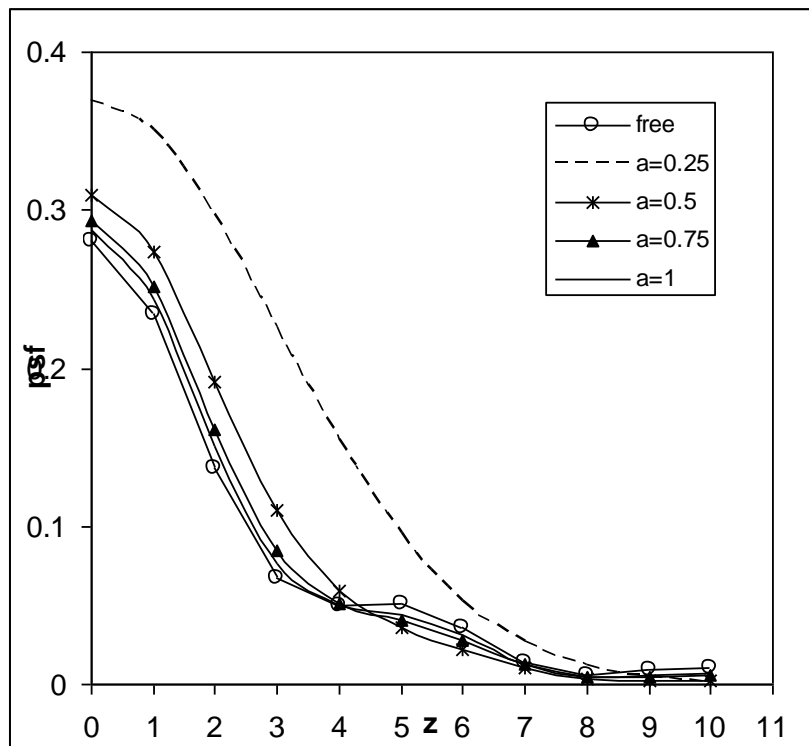
الشكل (9)

دالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقدار $(W_{20}=0.25\lambda)$ بفتحة إخراج مستطيلة أفقية في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a).



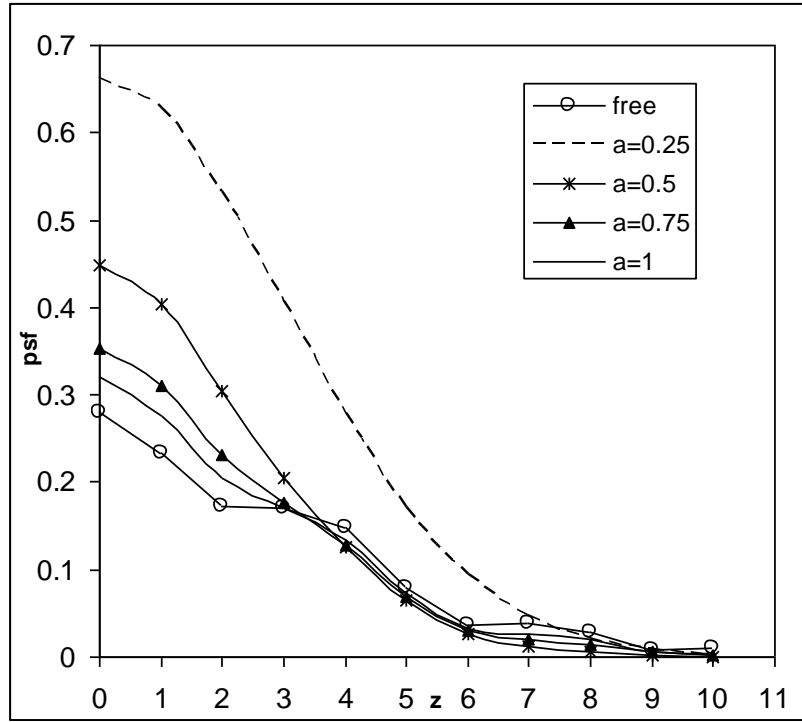
الشكل (10)

دالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقداره $(W_{20}=0.5\lambda)$ بفتحة إخراج مربعة في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a).



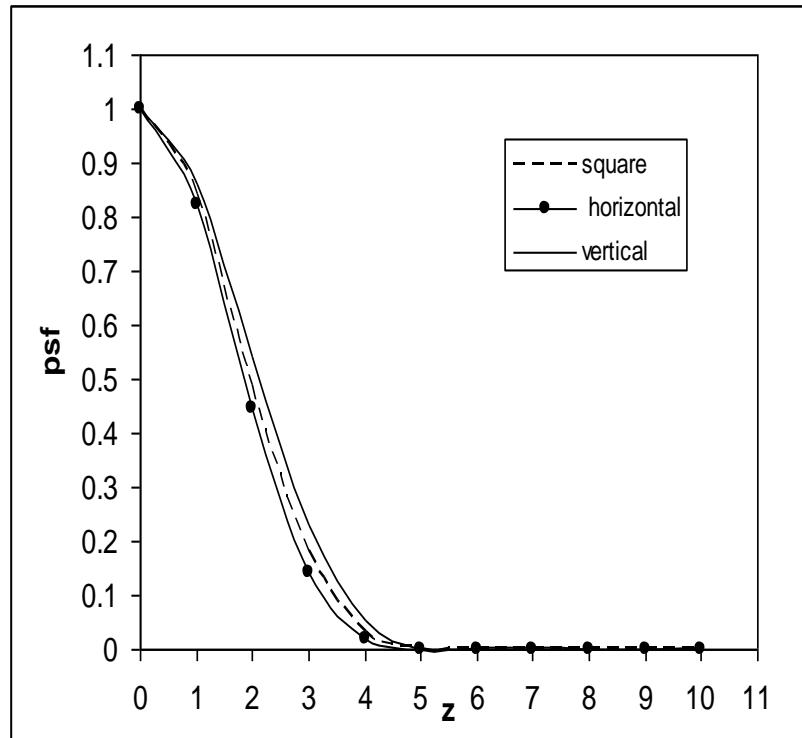
الشكل (11)

دالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقداره $(W_{20}=0.5\lambda)$ بفتحة إخراج مستطيلة عمودية في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a).



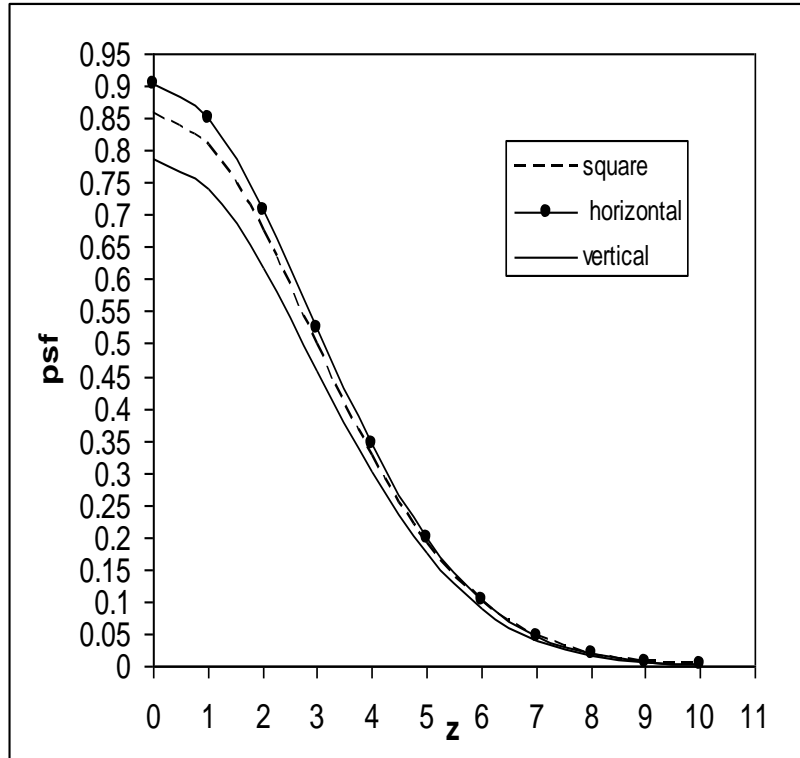
الشكل (12)

دالة الانتشار النقطية لنظام بصري يحتوي على خطأ البؤري مقداره $(W_{20}=0.5\lambda)$ بفتحة إخراج مستطيلة أفقية في حالة وجود المرشح الكاوسي لقيم مختلفة من (a).



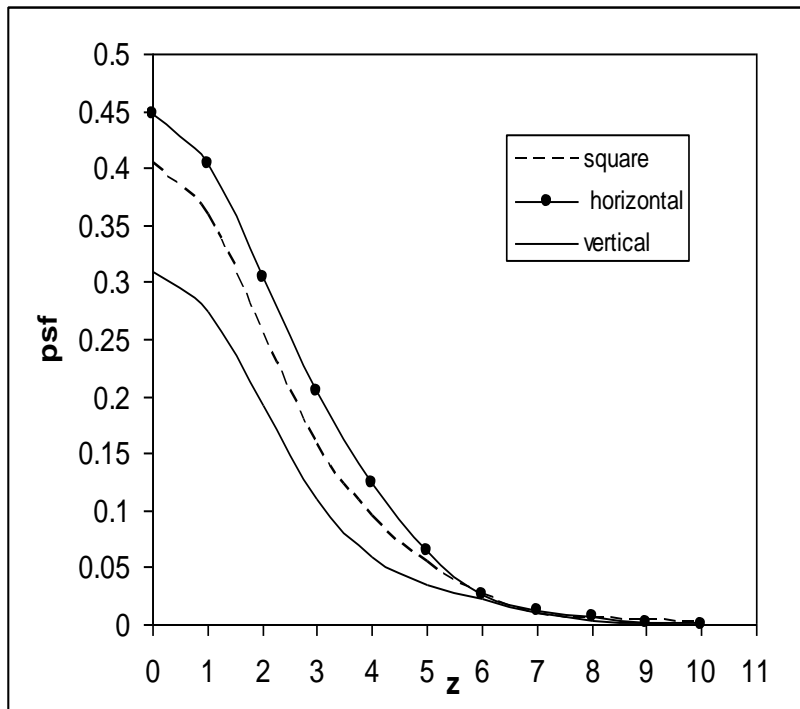
الشكل (13)

يوضح تأثير شكل الفتحة على نظام بصري يحتوي مرشح كاوسي معين $(a=0.5)$ لنظام بصري محدد بالحيود.



الشكل (14)

يوضح تأثير شكل الفتحة على نظام بصري يحتوي مرشح كاوسي معين ($a=0.5$) لنظام بصري يحتوي على خطأ بُوري $(W_{20}=0.25)$.



الشكل (15)

يوضح تأثير شكل الفتحة على نظام بصري يحتوي مرشح كاوسي معين ($a=0.5$) لنظام بصري يحتوي على خطأ بُوري $(W_{20}=0.5)$.

الاستنتاجات : conclusions

- 1- إمكانية زيادة الشدة للقمة المركزية لدالة الانتشار النقطية للمنظومة البصرية باستخدام المرشح الكاوسي فكلما قلت قيمة معامل الانحراف المعياري للمرشح الكاوسي ازدادت معها الشدة المركزية.
- 2- إن استخدام المرشح الكاوسي يعمل على تقليل القمم الثانوية في منحنى دالة الانتشار النقطية, فكلما قلت قيمة معامل الانحراف المعياري للمرشح الكاوسي قلت معها القمم الثانوية التي تظهر وبالتالي فان ذلك يؤدي إلى تقليل الضوضاء والتشويش في الصورة .
- 3- إن المرشح الكاوسي يعمل على التأثير على قدرة التحليل للنظام البصري فكلما قلت قيمة معامل الانحراف المعياري له يزداد عرض المنحنى المركزي لدالة الانتشار النقطية (في حالة النظام المثالي فقط) وبالتالي فان ذلك يؤدي إلى تقليل قدرة التحليل للنظام البصري.
- 4- إن زيادة الشدة للقمة المركزية لدالة الانتشار النقطية و تقليل القمم الثانوية تعد جميعها نواتج ايجابية عند استخدام المرشح الكاوسي, وإن التأثير على قدرة التحليل للنظام البصري تعد ناتجة سلبية عند استخدام هذا المرشح ولذلك يجب اختيار حالة توازن بين ما هو سلبي وإيجابي للحصول على نتائج جيدة في مستوى الصورة بغض النظر عن عدم وجود او وجود الخطأ البؤري في النظام البصري, ومن هذا المنطلق وحسب الاختبارات المطروحة في البحث لمعامل الانحراف المعياري للمرشح فقد اعتبر المرشح الكاوسي الذي معاملته $(a=0.5)$ هو أفضل من باقي المرشحات المدروسة في البحث.
- 5 - إن قدرة التحليل للأنظمة البصرية المثالية والشدة المركزية للأنظمة التي تحتوي على خطأ بؤري $(W_{20}=0.25)$ او $(W_{20}=0.5)$ تكون أفضل في الأنظمة البصرية التي تستخدم فتحة مستطيلة أفقية من باقي الفتحات (المربعة والمستطيلة العمودية) للنظام البصري الذي يحتوي مرشح كاوسي معامل الانحراف المعياري له $(a=0.5)$.

المصادر: References

- [1] Al-shaban.Gada.S.k., PhD. thesis,"Evaluation the Total Illuminate to Image of Point Object",AL-Mustansiriya University, Iraq ,(2001).
- [2] Jche,Smarcos,Webb.R.H,SA.Burnsoptick,"Beam Splitter Layer Emission in Fourier-Transform Infrared Interferometers ", v.109,N.2,p.182(1998)..
- [3] L.Novotng , B.Hecht ,principles of Nano-optics (Cambridge 2006).
- [4]AL-Nasrawi,A.A.,M.sc thesis,"Study of Diffraction Patterns of Gaussian Beams in the Optical system with different Kinds of aberration", Al-Mustansiriya University, (2006).
- [5] RAO. BRM, "Study of Nan Coherent Edge Responses of Apodized Optical System",Indian Journal of Pure and Applied Physics Comparative, V.31,No.11.,1993.
- [6] Tschunko F.A.H., , " Optical properties of narrow-band spectral filter coatings related to layer structure and preparation January ,Applied optics, Vol. 22, No. 1,1983.
- [7]Aljubury.A.F.," Effect of Gaussian Filter on (psf) for circular pieced aperture",Journal of Karbala University, Vol.5, No.4,PP.(521 to 529) ,2007.
- [8] Born ,M.,wolf,E.,[principle of optics] 6th edition pergram press ,new york , usa, 416 (1984).
- [9] Gary Bishop, Greg Welch," An Introduction to the Kalman Filter ", University of North Carolina, Department of Computer Science,2001.
- [10] Al-Mashhidani N.A.,ms.c thesis,"Evaluation of Intensity Distribution of Point object using rectangular aperture", AL-Mustansiriya University, Iraq ,(2000).