

دراسة صورة جسم خطي لنظام بصري باستخدام فتحة دائرية مركبة

Study the Image of Line Object for Optical System Using Synthetic Circular Aperture

أزهر عبد الزهرة رحيم
جامعة كربلاء / كلية العلوم / قسم الفيزياء

الخلاصة:

تم في هذا البحث دراسة دالة الانتشار الخطية (Line Spread Function) لمجموعة من الفتحات الدائرية المركبة بدل الفتحة المنفردة المعتاد استخدامها في الأنظمة البصرية , باعتماد نظام بصري محدد بالحيود أو يحتوي على خطأ بؤري مقداره $(W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda)$, عندما تكون $(N= 1,3,5,7)$. وأوضحت النتائج إن زيادة عدد الفتحات الثانوية الدائرية يؤدي إلى زيادة الشدة لصورة الجسم الخطي وتعمل على زيادة قدرة التحليل للنظام البصري , كذلك تبين أن الفتحة الدائرية المركبة التي يكون فيها $(N= 7)$ كانت أفضل من الحالات الأخرى .

Abstract:

In this research, the line spread function(LSF) has been investigated for group of circular synthetic in place of one circular Aperture which usually used in optical systems, which use optical system diffraction limited or contain focus error $(W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda)$, when the Aperture $(N=1,3,5,7)$. The results have been showed that the increment of number of multiple circular Aperture leads to increase the image intensity of the line object and resolution power for optical system, also the circular Aperture which contain seven multiple Apertures was a preferable from the other.

المقدمة:

إن عملية تصنيع مكونات المنظومة البصرية وإنتاجها تمر بعدة مراحل لتكون جاهزة للاستعمال الذي صنعت من أجله , وأولى هذه المراحل هو التصميم البصري (Optical design) , ثم تلي هذه المرحلة عملية تصنيع المركبات البصرية (Optical component) حسب المواصفات والشروط المعطاة من قبل المصمم , ومن ثم تأتي مرحلة فحص وتقييم تلك المركبة البصرية المصنعة , وتعد هذه المرحلة الأخيرة قبل استعمال المركبات البصرية وذلك لتعيين فيما إذا كانت مطابقة للمواصفات التي صممت من أجلها ولمعرفة جودة المنظومة من حيث تكوين الصورة و نوعيتها [2,1] , ومن طرائق الفحص هذه طرائق الفحص الفوتومترية (Photometric methods) والتي تتضمن قياس دوال مهمة تبين مدى كفاءة المركبات البصرية ومثاليتها وكمية الزيوع الموجودة بها , ومن هذه الدوال دوال الانتشار (النقطية , الخطية , الحافة ,.....) التي تبين وصفاً لتوزيع الشدة في مستوى الصورة لجسم بواسطة تلك المركبة البصرية المراد فحصها , وتعتمد دوال الانتشار على الحيود المتكون بواسطة فتحة العدسة وعلى نوع وكمية الزيوع الموجودة بالمركبة البصرية [3] .

تم تقييم أداء المنظومة البصرية من قبل عدد من الباحثين من خلال تقييم تلك الدوال ودراسة طرائق لتحسين تلك الدوال بهدف تحسين أداء المنظومة البصرية , فقد قام الباحث (O'Neill) [4] بعرض طريقة لتقييم توزيع الشدة في الصورة النقطية لفتحة حلقيّة مستخدماً تحويلات فورير ذات البعدين , واثبت (Nicholas and et al) [5] إن أحد أهم العوامل التي تؤثر على توزيع الشدة في مستوى الصورة بالإضافة إلى إن حجمها يؤثر على عمق المجال حيث إن الفتحات الصغيرة تعطي عمق مجال أكبر وإن حجم الفتحة يحدد الزيوع البصرية فكلما كان حجم الفتحة أكبر كانت الصورة مشوهة , وقام (Ahmed) [6] بحساب (LSF) باستعمال تقنية دالة البؤبؤ (pupil function) واستطاع إدخال كميات مختلفة من الزيوع الكروية والمذنبية وتعيين نوعية الصورة في كل حالة , واستطاع (Al Qazzaz) [7] دراسة دالة الانتشار الخطية لنظام بصري بفتحة مربعة معاقة لقيم مختلفة من الزيوع , كذلك قام (Ojeda) [8] بأجراء أبحاث على الحساسية النسبية لدالة الانتشار الخطية بالنسبة للخطأ البؤري , وقام (AL-Jebory) [9] بدراسة دالة الانتشار النقطية لنظام بصري محدد بالحيود أو يحتوي على خطأ بؤري باستخدام طريقة الفتحات المركبة واستنتج أن استخدام هذه الطريقة يؤدي إلى زيادة قدرة التحليل للنظام البصري .

لقد تركز البحث على دراسة تأثير فتحة الإدخال فيما إذا كانت هذه الفتحة مركبة وليست منفردة والفتحة الدائرية المركبة (هي الفتحة الدائرية التي تحتوي على عدد من الفتحات الدائرية الثانوية داخلها ويكون موقعها داخل الدائرة الأصلية يعتمد على

(R) وهو البعد بين مركز الفتحات الثانوية وبين مركز الدائرة الأصلية) لنظام بصري يتعامل مع جسم خطي وذلك بدراسة دالة الانتشار الخطية (LSF) لذلك الجسم , وقد اختير عدد مختلف من الفتحات الثانوية (N= 1,3,5,7) وبمواقع مختلفة حسب قيمة (R) التي اعتمدت قيم (2,4,6) , من اجل معرفة أيها أفضل عند الاستخدام في نظام بصري محدد بالحيود أو يحتوي على خطأ بؤري معين .

الجزء النظري:

يعرف المصدر الخطي بأنه عبارة عن عدد من المصادر النقطية المضيئة المرتبة جنباً إلى جنب على شكل خط مكونة الجسم الخطي [7] ولحساب الشدة في مستوى الصورة لمصدر خطي غير متساكنه ، يجب أولاً معرفة توزيع السعة المعقدة لنقطة من الجسم الخطي تقع عند الاحداثيات (u,v) في مستوى الصورة باستعمال تحويلات فوريير وحسب العلاقة الآتية [10]:

$$F(u, v) = \int \int_{y \ x} f(x, y) \cdot e^{i2\pi(ux+vy)} dx dy \dots \dots \dots (1)$$

حيث (x,y) تمثل إحداثيات بؤيو الإدخال للنظام البصري , (x',y') هي دالة البؤيو والتي يمكن كتابتها بالشكل الآتي [10]:

$$f(x', y') = \tau(x', y') \cdot e^{ikW(x', y')} \dots \dots \dots (2)$$

k يمثل العدد الموجي (Wave number) والذي يساوي $(\lambda/\pi 2)$, λ : تمثل الطول الموجي للضوء المستخدم و $\tau(x', y')$: تمثل توزيع السعة الحقيقية عند بؤيو الإخراج ويطلق عليها مصطلح شفافية البؤيو أو دالة النفوذية وتأخذ قيم مختلفة حسب الحالة التي استخدمت بها وفي هذا البحث اعتبرت قيمتها تساوي (1) للفتحة المتماثلة، أما الحد الآخر من المعادلة فيمثل متسلسلة الزيوغ ويساوي [10]:

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

حيث W_{40}, W_{20} : تمثل مراتب الزيغ الكروي وبما إن السعة المعقدة لجسم خطي هي مجموع السعات المعقدة الناتجة من جميع نقاط الجسم لذا فان السعة المعقدة للجسم الخطي تكتب بالشكل الآتي [7]:

$$L(u, v) = \int_v G(u, v) dv \dots \dots \dots (3)$$

حيث $G(u, v)$: تمثل الشدة في دالة الانتشار النقطية والتي يمكن التعبير عنها بدلالة السعة المعقدة وذلك من خلال ضرب الدالة $(F(u, v))$ بالمرافق المعقد لها $(F^*(u, v))$ أي إن:

$$G(u, v) = |F(u, v)|^2 = F(u, v) \cdot F^*(u, v) \dots \dots \dots (4)$$

وعليه يمكن التعبير عن دالة الانتشار الخطية باستخدام المعادلتين (1 و 3) بالعلاقة الآتية :

$$L(u, v) = \int_v \left| \int \int_{y \ x} f(x, y) \cdot e^{i2\pi(ux+vy)} dx dy \right|^2 dv \dots \dots \dots (5)$$

وان إحداثيات الفتحة المركبة [9]:

$$\therefore x = x + x \setminus j \dots \dots \dots (6)$$

$$y = y + y \setminus j$$

$$L(u, v) = \sum_{j=1}^N \int_v \left| \int \int_{y \ x} f(x, y) \cdot e^{i2\pi(u(x+x \setminus j)+v(y+y \setminus j))} dx dy \right|^2 dv \dots \dots \dots (7)$$

وبذلك تصبح المعادلة (5) لعدد (N) من الفتحات المركبة بالشكل التالي :

ويمكن أن تكتب المعادلة (7) بالصيغة الآتية:

$$L(u, v) = \sum_{j=1}^N \int_v \left| \int \int_{y \ x} f(x, y) e^{i2\pi(ux+vy)} \cdot e^{i2\pi(ux \setminus j + vy \setminus j)} dx dy \right|^2 dv \dots \dots \dots (8)$$

أو

$$L(u, v) = \int \left| \int \int f(x, y) e^{i2\pi(ux+vy)} dx dy \right|^2 dv \sum_{j=1}^N \left| e^{i2\pi(ux_j+vy_j)} \right|^2 \dots\dots\dots(9)$$

وبالاستعانة بالمعادلة (4) يمكن كتابة المعادلة (9) على النحو الآتي:

$$L(u, v) = \int \int \int \int f(x, y) f(x, y)^* e^{i2\pi(ux+vy)} e^{-i2\pi(ux_1+vy_1)} dx_1 dy_1 dx dy dv \sum_{j=1}^N \left| e^{i2\pi(ux_j+vy_j)} \right|^2 \dots\dots\dots(10)$$

وبعد إعادة ترتيب المعادلة (10) تصبح:

$$L(u, v) = \int \int \int \int f(x, y) f(x, y)^* e^{i2\pi(ux)} e^{-i2\pi(ux_1)} dx_1 dy_1 dx dy \int e^{i2\pi v(y-y_1)} dv \sum_{j=1}^N e^{i2\pi(ux_j+vy_j)} e^{-i2\pi(ux_j+vy_j)} \dots\dots\dots(11)$$

ومن متطابقات (Derac-delta function) [11]:

$$\int e^{i2\pi v(y-y_1)} dv = \delta(y - y_1)$$

لذا يمكن كتابة المعادلة (11) بالشكل الآتي :

$$L(u, v) = \int \int \int f(x, y) e^{i2\pi(ux)} e^{-i2\pi(ux_1)} dx dx_1 dy \int_{y_1} f(x, y)^* \delta(y - y_1) dy_1 \sum_{j=1}^N e^{i2\pi(ux_j+vy_j)} e^{-i2\pi(ux_j+vy_j)} \dots\dots\dots(12)$$

وحيث إن الالتفاف للدالة $f(x, y)^* \delta(y - y_1)$ يساوي [11]:

$$\int_{y_1} f(x, y)^* \delta(y - y_1) dy_1 = f(x_1, y)^*$$

لذا يمكن كتابة المعادلة (12) كالآتي:

$$L(u, v) = \int \int \int f(x, y) f(x_1, y)^* e^{i2\pi(ux)} e^{-i2\pi(ux_1)} \sum_{j=1}^N e^{i2\pi(ux_j+vy_j)} e^{-i2\pi(ux_j+vy_j)} dx dx_1 dy \dots\dots\dots(13)$$

وبفرض إن $(z = 2\pi u$ و $m = 2\pi v)$ وبما أن توزيع الشدة على كل من المحورين (z, m) متشابه لذا يمكن الاكتفاء بمحور واحد في مستوى الصورة (أي يمكن وضع $m=0$) [10] وبذلك تكون المعادلة (13) بالشكل الآتي :

$$L(z) = \int \left| \int f(x, y) e^{izx} dx \int_{x_1} f(x_1, y)^* e^{izx_1} dx_1 dy \sum_{j=1}^N e^{izx_j} e^{-izx_j} \right|^2 \dots\dots\dots(14)$$

أو:

$$L(z) = nf \int \left| \int f(x, y) e^{izx} dx \right|^2 dy \sum_{j=1}^N \left| e^{izx_j} \right|^2 \dots\dots\dots(15)$$

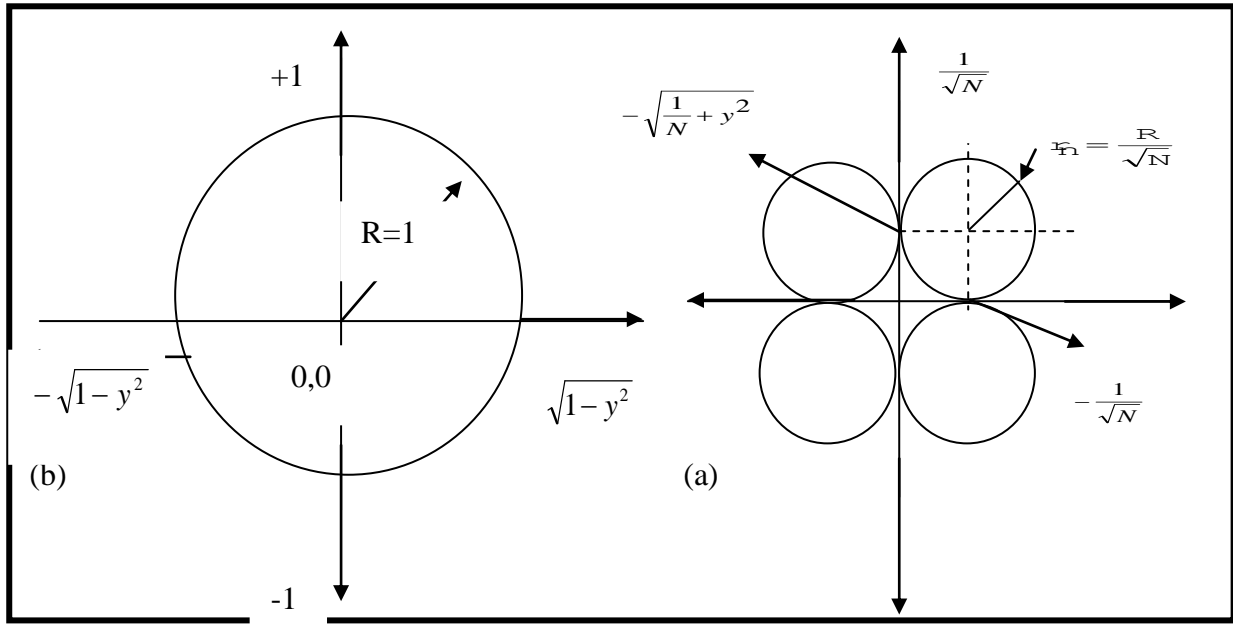
حيث أن (nf) : يمثل ثابت المعايرة للدالة ويحسب من جعل $(L(0)=1)$ للنظام المحدد بالحيود. إن حدود التكامل بالنسبة لمعادلة دالة الانتشار الخطية تعطي من خلال حدود فتحة الإدخال للنظام البصري, وفي هذا البحث تم اخذ عدد من الفتحات واعتبار إن مساحتها مجتمعة تساوي (π) لكل حالة.

إن حدود المعادلة (15) تعرف من خلال فتحة البؤبؤ الدائرية ذات المساحة المعيرة (π) ونصف قطر (1) وبذلك فإن المعادلة (15) ستكون بالنسبة لنظام بصري بفتحة دائرية مفردة بالشكل الآتي:

$$L(z) = nf \int_{-1}^1 \left| \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{\sqrt{1-y^2}} e^{ikW(x',y')} dx \right|^2 \sum_{j=1}^N e^{izx_j} e^{-izx_j} dy \dots\dots\dots(16)$$

وعند وضع حدود التكامل لتشمل مساحة الفتحة المركبة الموضحة أبعادها بالشكل (1) ستكون المعادلة (16) بالشكل التالي:

$$L(z) = nf \int_{-\frac{1}{\sqrt{N}}}^{\frac{1}{\sqrt{N}}} \left| \int_{-\frac{1}{\sqrt{N}}}^{\frac{1}{\sqrt{N}}} e^{ikW(x',y')} dx \right|^2 \sum_{j=1}^N e^{izx_j} e^{-izx_j} dy \dots\dots\dots(17)$$



الشكل (1) يبين حدود التكامل (a) للفتحة الدائرية المفردة (b) للفتحة المركبة حيث (N=4)

إن قيمة (x_j^1) يمكن إيجادها لعدد (N) من الفتحات الثانوية وبالاعتماد على (R) ستكون على النحو الآتي :

$$x_j^1 = \frac{R}{\sqrt{N}} \sin(2\pi \frac{j}{N}) \dots \dots \dots (18)$$

حيث (R) يمثل البعد بين مركز الدائرة الأصلية ومركز الفتحة الثانوية, (N) تمثل عدد الفتحات الثانوية ضمن الفتحة المفردة .
كذلك يمكن كتابة المعاملة (17) بدلالة الدوال المثلثية بالصيغة التالية :

$$L(z) = nf \int_{-\frac{1}{\sqrt{N}}}^{\frac{1}{\sqrt{N}}} \left| \int_{-\sqrt{\frac{1-y^2}{N}}}^{\sqrt{\frac{1-y^2}{N}}} [\cos(kW(x, y) + z'x) + i \sin(kW(x, y) + z'x)] dx \right|^2 dy \dots \dots \dots (19)$$

إذا كانت المنظومة البصرية خالية من الزيغ الكروي وعند إزاحة مستوى البؤرة المحورية إلى مستوى بؤري آخر فإن معادلة الزيغ الكروي تعطى بدلالة الخطأ البؤري وبالتعويض عن قيمة العدد الموجي (k=2π/λ) والأخذ بنظر الاعتبار إن دالة الزيغ تقاس بوحدات الطول الموجي لذا فإن المعادلة (19) تصبح كالآتي:

$$L(z) = nf \int_{-\frac{1}{\sqrt{N}}}^{\frac{1}{\sqrt{N}}} \left| \int_{-\sqrt{\frac{1-y^2}{N}}}^{\sqrt{\frac{1-y^2}{N}}} [\cos(W_{20}(x^2 + y^2) + z'x) + i \sin(W_{20}(x^2 + y^2) + z'x)] dx \right|^2 dy \dots \dots \dots (20)$$

يلاحظ إن المعادلة (20) تؤول إلى المعادلة (16) عند وضع (N=1) للفتحة المفردة الدائرية وهي حالة خاصة من الفتحة المركبة .

إن المفهوم الفيزيائي للمعادلة (20) هو أن توزيع الشدة لأي تشكيل من الفتحات الدائرية المتماثلة في الشكل يساوي توزيع الشدة لدالة الفتحة المنفردة مضروباً بمحصلة مجموع الشدة لنقاط المصدر المصففة بهيئة (تشكيل) بحيث نحصل على أعظم طاقة في المركز وان قيمة أعظم شدة تحدد دائماً بواسطة المساحة المنفذة الكلية للصف من الفتحات . إن الهدف من تصميم الفتحات المركبة هو التقليل من تأثير الزيغ وتحسين دوال الانتشار وبذلك تنتج صورة أوضح وقدرة تحليل أفضل في الأنظمة البصرية التي تستخدم هذه التقنية.

النتائج والمناقشة: Results and Discussion

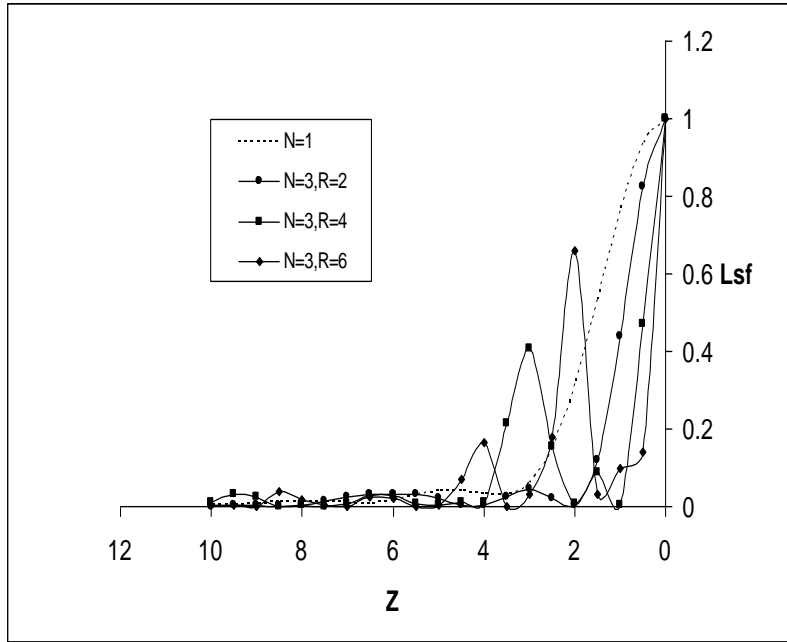
تم إيجاد دالة الانتشار للجسم الخطي تحت الدراسة بواسطة حل المعادلة (20) باستخدام برنامج (MathCAD) لنظام بصري مثالي ($W_{20}=0$) وكذلك عند وجود خطأ بؤري في النظام البصري مقداره ($W_{20}=0.25\lambda, 0.5\lambda$) , بغض النظر عن قيمة (λ) حيث اعتبرت الدالة معيرة لأي مدى لقيم (λ) حسب المنظومة البصرية المستخدمة, واخذ بالاعتبار إن الفتحة الدائرية للنظام تكون إما مفردة أو مركبة (Synthetic Aperture) تحتوي على فتحات دائرية ثانوية داخلها هذه الفتحات هي التي تدخل الأشعة إلى النظام البصري ويكون مجموع مساحتها مساوي إلى مساحة الفتحة فيما إذا كانت مفردة وفي هذا البحث اعتبرت المساحة الكلية للفتحة المنفردة تساوي (π) وينصف قطر (1) , إن موقع الفتحات الدائرية يعتمد على (R) وهو البعد بين مركز الفتحة الثانوية ومركز الدائرة الأصلية أي كلما ازدادت قيمة (R) فإن البعد بين الفتحات ومركز الفتحة الأصلية يزداد وبعدها عن بعضها البعض يزداد أيضاً .

يوضح الشكل (1) توزيع الشدة لدالة الانتشار الخطية لنظام بصري مثالي بثلاثة فتحات مركبة عندما ($R=2,4,6$) مع مقارنتها بالفتحة المفردة وتبين أن الشدة للصورة تبدأ من النقطة (1) لأفضل بؤرة عند عدم وجود الزيوغ في النظام البصري وأن دالة الانتشار الخطية تتأثر بموقع الفتحات الثانوية بالنسبة لمركز الفتحة الدائرية الأصلية فإذا كانت قيمة ($R=2$) فإن ذلك يؤثر بشكل جيد على عرض المنحني وانسيابه, أما إذا كانت ($R=4,6$) فإن ذلك يؤدي لتقليل عرض المنحني مما يعني زيادة قدرة التحليل للنظام البصري ولكن بالمقابل تظهر قمم ثانوية كبيرة نسبياً تعمل على تشويش الصورة وزيادة الضوضاء بها بشكل لا يخدم عملية تحسين الصورة.

إن زيادة عدد الفتحات يؤثر بشكل جيد على توزيع الشدة للجسم الخطي وكما مبين في الشكلين (3,2) والتي تمثل توزيع الشدة لدالة الانتشار الخطية لنظام بصري مثالي بخمسة وسبعة فتحات مركبة على التوالي عندما ($R=2,4,6$) مع مقارنتها بالفتحة المفردة , وتبين أن شكل المنحني لدالة الانتشار الخطية (LSF) يصبح اقل عرضاً عند استخدام تقنية الفتحة المركبة نسبة إلى الفتحة المفردة الموضحة في المنحني المنقط وهذا يؤدي إلى زيادة قدرة التحليل للنظام البصري , كذلك يتبين لنا أهمية موقع الفتحات المتعددة بالنسبة إلى مركز الفتحة الأصلية فكلما كانت قيمة (R) اكبر فإن قدرة التحليل للنظام البصري تكون أفضل وذلك بسبب التأثير الجيد على عرض المنحني وانسيابه وهذا يبين إن زيادة عدد الفتحات اثر ايجابيا على نقاوة الصورة حيث لم تظهر قمم ثانوية عند أي من قيم (R) مقارنةً بالنظام البصري ذي الفتحات الثلاثة المركبة.

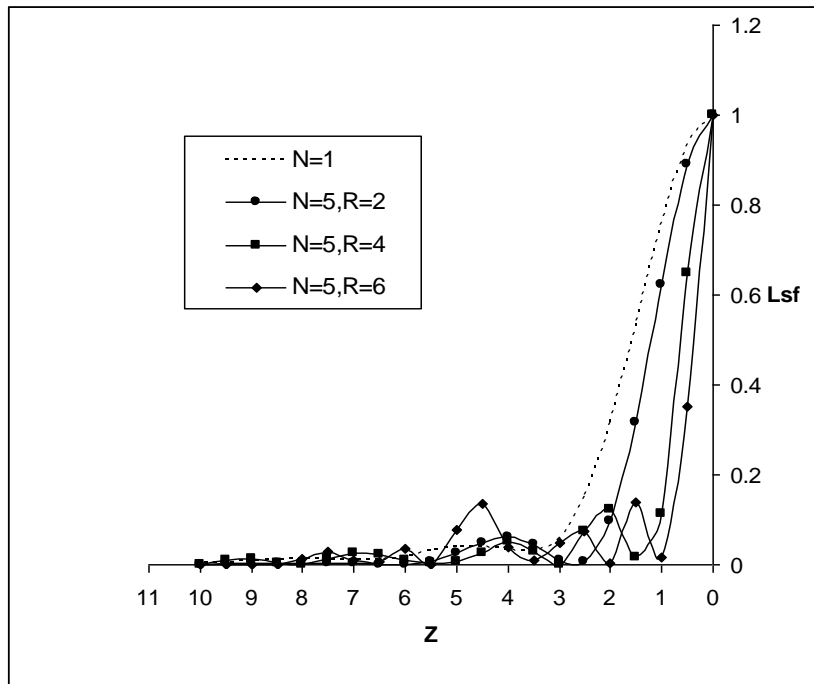
إن وجود إزاحة للبؤرة بمقدار ربع طول موجي ($w_{20}=0.25\lambda$) يؤثر على قيمة الشدة المركزية لدالة الانتشار الخطية حيث تهبط إلى (0.860557) في المنظومة البصرية ذات الفتحة المفردة , أما عند إدخال نظام الفتحات المركبة فإنها تعمل على التقليل من تأثير الزيوغ وذلك بزيادة الشدة في المنحني وهذا موضح في الشكل (4) والذي يمثل توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري ($W_{20}=0.25$) بثلاثة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R) حيث تصبح قيمة الشدة (0.98343) بالنسبة لثلاثة فتحات مركبة, أما عند زيادة عدد الفتحات إلى خمسة أو سبعة فتحات فإن الشدة للصورة تصبح أفضل من شدة الصورة في النظام البصري الذي يحتوي على ثلاثة فتحات بحيث تصل إلى (0.994002) بالنسبة لخمس فتحات و(0.996935) بالنسبة لسبعة فتحات وكما موضح في الشكلين (6,5) على التوالي.

أما النظام البصري الذي يحتوي على خطأ بؤري بمقدار ($W_{20}=0.5\lambda$) فإن الحالة لا تختلف عن سابقتها من حيث الشدة العالية والدقة في المنحني ولكن بشكل أفضل حيث تكون قيمة الشدة بالنسبة للقيمة المركزية لنظام بصري بفتحة إخراج منفردة (0.553248) أما عند وجود فتحات ثانوية فإن الشدة تصل إلى (0.935373) لثلاث فتحات و(0.976227) بالنسبة لخمس فتحات و(0.987799) لسبعة فتحات وكما هو مبين في الأشكال (7,8,9) على التوالي , ومن ملاحظة الأشكال السابقة يتبين أن تقنية الفتحات المركبة لنظام يحتوي سبعة فتحات ثانوية هو أفضل من بقية الاحتمالات المدروسة في البحث لأعداد الفتحات المختارة . أما تأثير موقع الفتحات المتعددة نسبة إلى مركز الفتحة الأصلية في نظام بصري يحتوي على خطأ بؤري فقد لوحظ إن قيم (R) تؤثر على قدرة التحليل للنظام البصري وذلك عن طريق تأثيرها على تخرص المنحني فكلما ازدادت قيمة (R) فإن المنحني يزداد تخرصاً ولا يؤثر تغير موقع الفتحة الثانوية على قيمة الشدة المركزية ومن ملاحظة الأشكال السابقة تبين أن ($R=6$) تعتبر أفضل من باقي المواقع حيث يكون المنحني أكثر تخرصاً واقل من حيث القمم الثانوية مما يؤدي إلى زيادة قدرة التحليل للمنظومة البصرية وتقليل التشويش والضوضاء في الصورة زيادة نقاوتها.



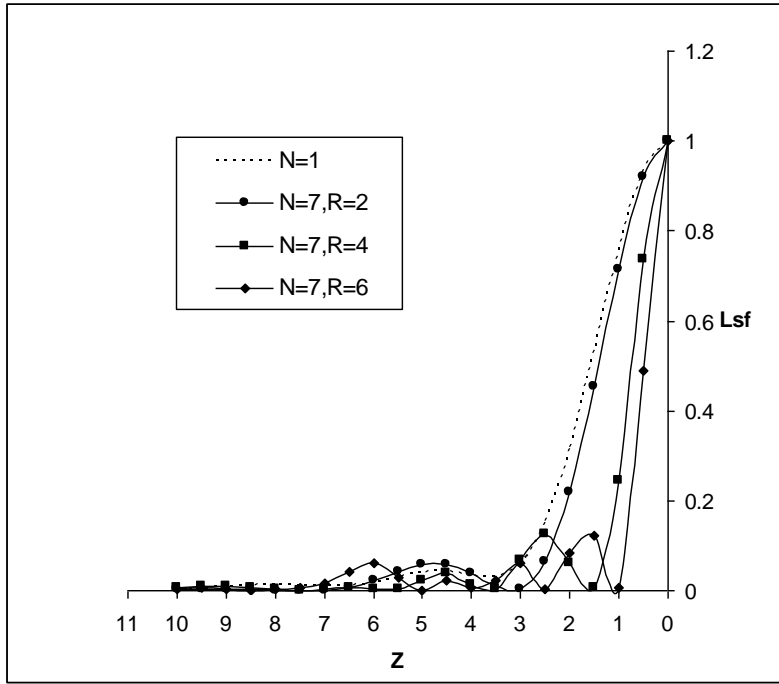
الشكل (1)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري محدد بالحيود بثلاثة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



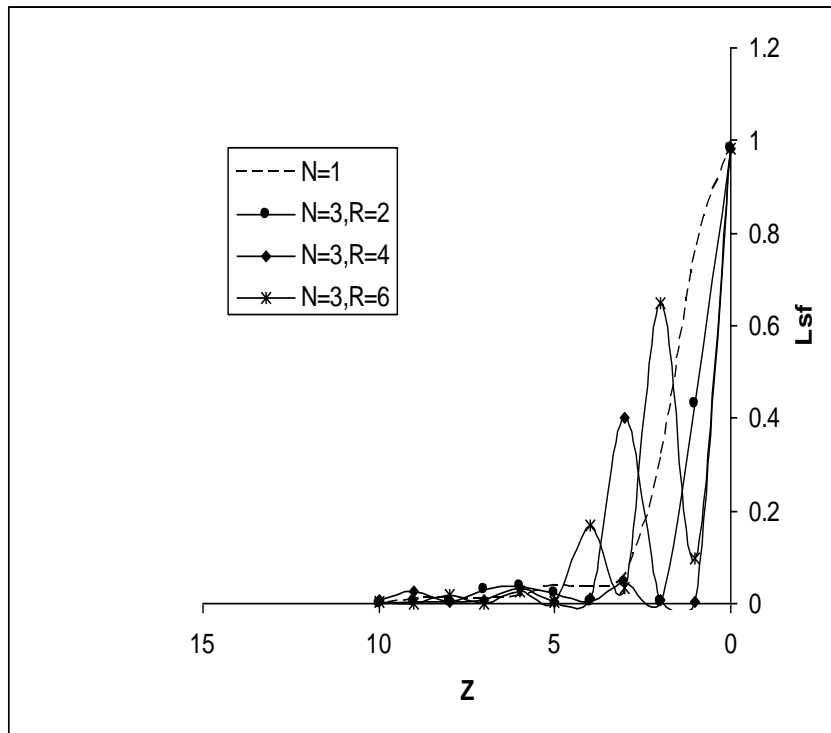
الشكل (2)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري محدد بالحيود بخمسة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



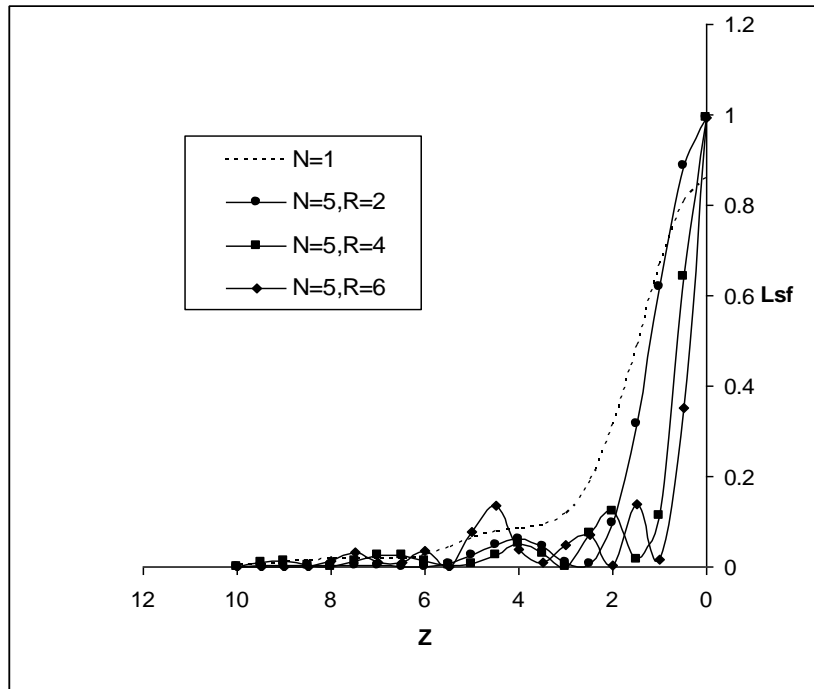
الشكل (3)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري محدد بالحيود بسبعة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



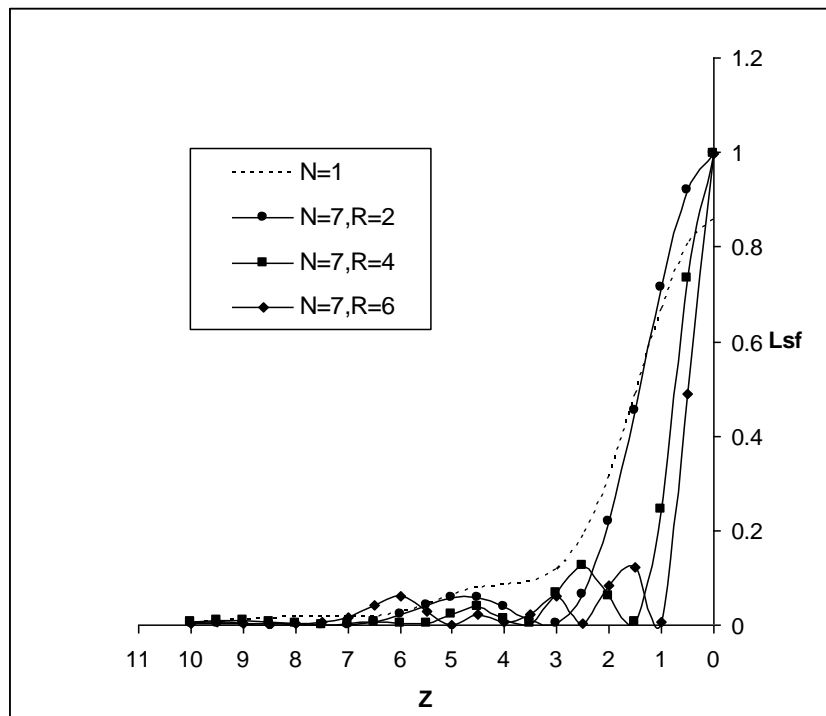
الشكل (4)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري
($W_{20} = 0.25$) بثلاثة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



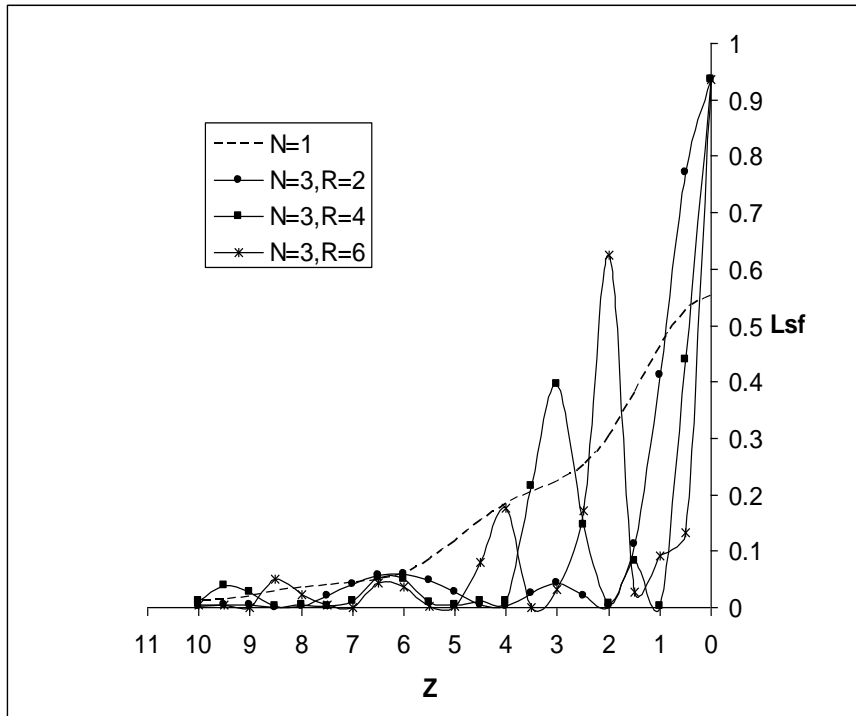
الشكل (5)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري ($W_{20}=0.25$) بخمسة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



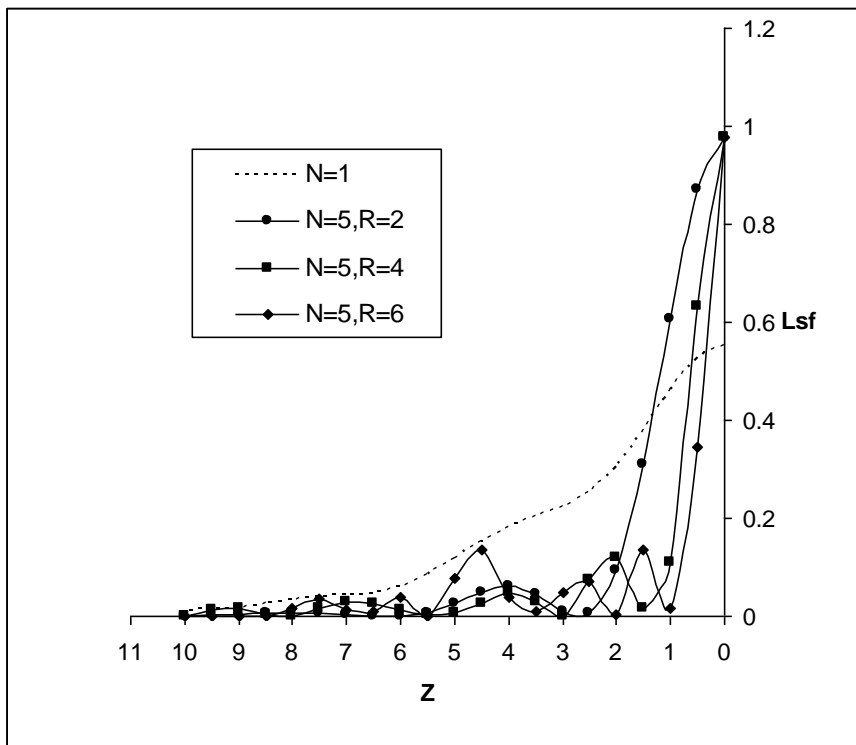
الشكل (6)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري ($W_{20}=0.25$) بسبعة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



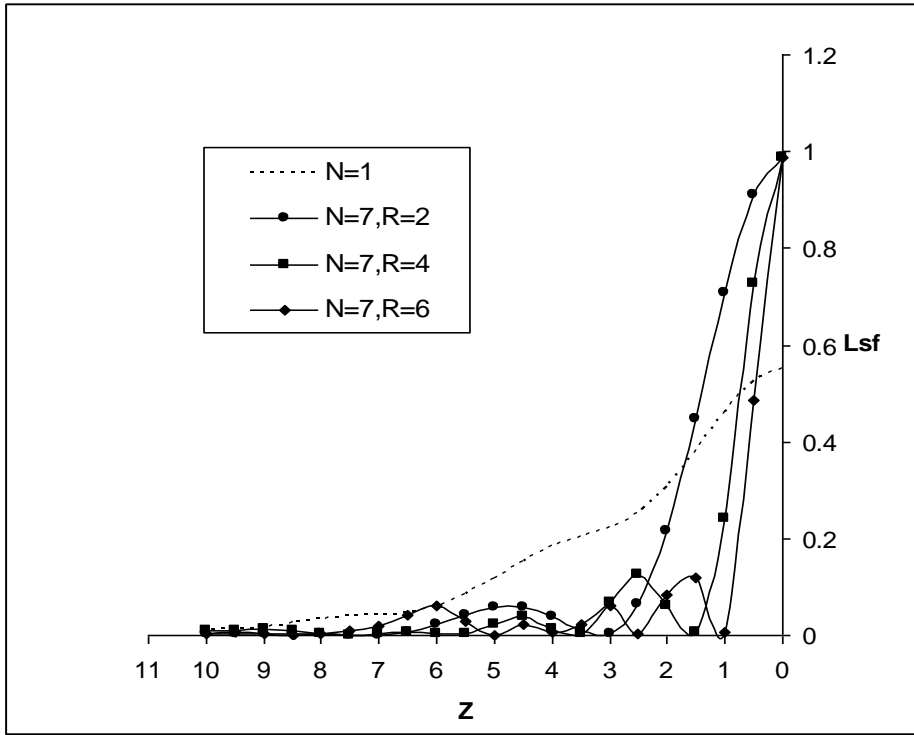
الشكل (7)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري
($W_{20}=0.5$) بثلاثة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



الشكل (8)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري
($W_{20}=0.5$) بخمسة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)



الشكل (9)

توزيع الشدة في صورة جسم خطي لنظام بصري يحتوي على خطأ بؤري ($W_{20}=0.5$) بسبعة فتحات دائرية مركبة لعدد من قيم (R)

الاستنتاجات : Conclusions

- 1- إمكانية زيادة الشدة للقمة المركزية لدالة الانتشار الخطية فضلاً عن زيادة قدرة التحليل للمنظومة البصرية باستخدام تقنية الفتحات المركبة.
- 2- تبين إن استخدام عدد قليل من الفتحات المركبة في الأنظمة البصرية المحددة بالحيود يسبب ضوضاء وتشويش في الصورة إذا كانت المسافة بين الفتحات الثانوية (R) قليلة، لأنه عندما تكون (R) قليلة فإن ذلك يسبب تداخلاً بين الفتحات الثانوية مسبباً تكوين فتحة واحدة مشوهة، بينما لوحظ انه في حالة استخدام قيم (R) كبيرة فيتم الحصول على اقل تأثير للقمة الثانوية وذلك لأنها تعمل على تركيز الشدة في مركز الدالة دون القمم الثانوية.
- 3- كلما ازداد عدد الفتحات الثانوية في الأنظمة البصرية المحددة بالحيود فإن ذلك يؤدي إلى زيادة نقاوة الصورة مهما كانت قيم (R)، أما في الأنظمة البصرية التي تحتوي على خطأ بؤري فإن زيادة عدد الفتحات الثانوية يعمل على زيادة الشدة للقمة المركزية محاولاً التقليل من تأثير الزيوغ في تلك الأنظمة، وان نظاماً بصرياً بسبعة فتحات ثانوية هو أفضل من باقي الحالات الأخرى.
- 4- إن موقع الفتحات الثانوية بالنسبة لمركز الفتحة الدائرية المنفردة لا يؤثر على الشدة في النظام البصري، ولكن كلما ازدادت قيمة (R) ازدادت تبعاً لها قدرة التحليل للمنظومة البصرية، وبذلك واعتماداً على قيم (R) المأخوذة في البحث فإن أفضل بعد بين الفتحات بالنسبة إلى مركز الفتحة الأصلية هو أكبر قيمة مأخوذة في هذا البحث وهي ($R=6$).

Reference : المصادر:

- [1] V.Gerbig , A.w.Lohman , " Is lens design legal", App. optics ,V.28 , P.5198 , (1989).
- [2] R.Kingslake . Applied optics and optical Engineering, V.III, P.183, (1965).
- [3] L.Novotng,B.Hecht., principles of Nano-optics,Cambridge,(2006). 3[
- [4] Oneill E. L. & Walther A. , " Propagation of the generalized radiance through lenses", J. Opt. Soc. Am. , 67 , 11125, (1977) .
- [5]Nicholas Ewton,Peter W.Draper and Alasdair Allan,"Techniques of aperturephotometry"(http://www.starlink.rl.ac.uk/star/docs/sun45.htx/node36.html), (2008).
- [6] Q.K.Ahmed, ph.D thesis,"Edge Spread Function" Reading University, (1977).
- [7] Alqazaz H.H.,Msc thesis ,"Evaluation of the image quality of line object by using various apertures", University of Baghdad, (1995),Iraq.
- [8]J.Ojeda-casteneda L.R.Berriervaldos, E.L.Montes," Line-spread function relatively insensitive to defocus", optics letters, 8 ,8 ,458,(1983).
- [9]Aljebory.A.F. phD. thesis," Improvement Resolving Power of Optical System Design by Using Circular Synthetic Aperture", Al-Mustansiriya University, (2004), Iraq.
- [10]Born M.,wolf E., principle of optics,6th edition, pergram press ,new york , usa,P. 416 ,(1984).
- [11] J.D.Gaskill, Linear System Fourier Transform, p. 56,(1970).