

دراسة تأثير مقدار اللاتكور على التلسكوب الكاسكريني

رجاء عبدالامير مدلول ومروه جواد حزام الجبوري

قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كربلاء، العراق

تاريخ الاستلام: 2015/Aug/20

تاريخ قبول النشر: 2015/Oct/18

Abstract

In this research study the effect of (conic) on some of the parameters that control the visual quality of the image formed by Cassegrain telescope for the purpose of evaluate the performance of this telescope that study Root Mean Square (RMS).

The form of the distribution of the rays Encircled Energy (Enc) and A spherical Aberration is one of the most important factors affecting the composition of the image in the telescope and by which they can evaluate the work of the telescope. have been studying these parameters through the use of program Zemax where the results show that an decrease in conic lead to decrease A spherical Aberration in the image or visual system also leads at the same time to decrease the area of the bright spot (RMS).

The Encircled Energy decrease with conic decrease this is evidence optical design quality for the case study of this topic telescope Cassegrain.

Keywords

Cassegrain telescope, conic, A spherical Aberration, Zemax program.

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير مقدار اللاتكور (conic) على بعض المعلمات البصرية التي تتحكم بجودة الصورة المتكونة بواسطة التلسكوب الكاسكريني لغرض تقييم أداء هذا التلسكوب إن دراسة مساحة البقعة المضيئة (RMS) وشكل توزيع الأشعة فيها وكمية الطاقة المتجمعة (Encircled Energy Enc) والزيغ الكروي (A spherical Aberration) تعتبر من أهم العوامل المؤثرة على تكوين الصورة في إي تلسكوب والتي من خلالها يمكن تقييم عمل التلسكوب. لقد تم دراسة هذه المعلمات من خلال استخدام برنامج Zemax حيث أظهرت النتائج أن نقصان مقدار اللاتكور يؤدي إلى نقصان الزيغ الكروي في الصورة (أو المنظومة البصرية)، كذلك يؤدي في نفس الوقت إلى نقصان مساحة البقعة المضيئة (RMS)، كذلك الطاقة المتجمعة فإنها تقل وهذا دليل جودة التصميم البصري لهذه الحالة المدروسة للتلسكوب الكاسكريني.

الكلمات المفتاحية

التلسكوب الكاسكريني، اللاتكور، الزيغ الكروي، برنامج زيماكس

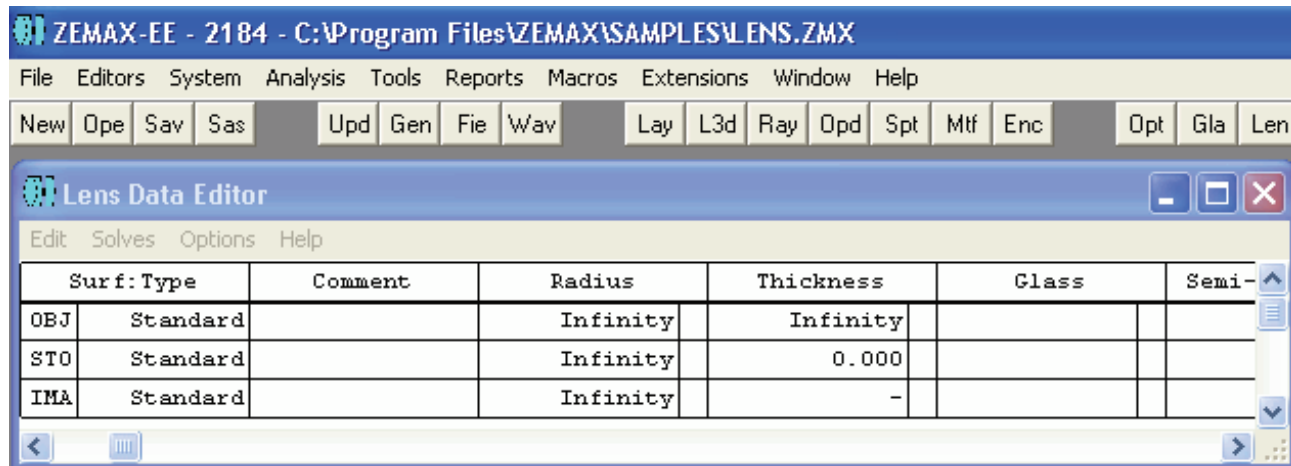
1. المقدمة

الدقيقة لبعض الأجسام البعيدة وتشكل التلسكوبات تحدياً للباحثين والمصممين من اجل الحصول على أفضل دقة للصورة الناتجة بأقل تكاليف وقل وزن وحجم للتلسكوب، لذا ظهرت عدة أنواع من التلسكوبات كل نوع له ميزة محده ويحل مشكلة ما كانت موجودة في التصميم الذي ظهر قبله. يتناول البحث موضوع تأثير المعلمات البصرية بفتحة الإدخال وتم هذا من خلال استخدام برنامج Zemax وهو برنامج قادر على تصميم الأجهزة والمنظومات البصرية، إذ يحقق Zemax جميع متطلبات التصميم، والعمليات المثالية Optimization، والساحية tolerance ويعطي Zemax لأي منظومة بصرية ميزات يمكن للمستعمل إدراكها فضلا عن ميزات أخرى كسهولة الاستعمال، وسرعة إعطاء النتائج [2].

إن معظم معالم Zemax نستدل عليها عن طريق اختبارات موجودة على هيئة صناديق تحاورية أو قوائم واختبارات مستدلة.

العين البشرية حساسة لجزء الطيف الكهرومغناطيسي وهو ضمن المدى الطيفي (0.4-0.7 μm) (الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي) ولهذا السبب لا يمكن رؤية الأجسام الباعثة لأطوال موجية أطول أو أقصر من هذا المدى. وتعد الصور المرئية للأجسام المرصودة التي تشكلها العين في إثناء النهار مثالية، ولكون العين غير حساسة لشعاع الطول الموجي الطويل فلا يمكن الرؤية ليلا. لذلك ظهرت الحاجة إلى كواشف أو مجسات خاصة لتسجيل هذه الأطوال الموجية الطويلة كذلك هناك أجسام وأجرام سماوية من البعد بحيث لا يمكن تمييزها والكشف عن لمعانها بشكل دقيق وذلك لبعدها الكبير جدا عن الراصد ولمحدودية العين البشرية في استبيان الأجسام البعيدة جدا لذا تم استخدام أدوات تساعد في الكشف وتحديد ماهية هذه الإجمام وهذه الأدوات البصرية يطلق عليها التلسكوبات [1].

ويعتبر التلسكوب أداة جيدة لتقريب وتكبير صورة الأجسام التي لا يمكن العين البشرية من توضيح التفاصيل



الشكل (1): يوضح قائمة برنامج Zemax الرئيسية

المكون من مرآة ابتدائية ذي قطع مكافئ، ومرآة ثانوية ذي قطع زائد هذا التصميم يعطي تصحيح جيد للصورة

2. الجانب النظري

التلسكوب الكاسكريني هو من التلسكوبات العاكسة

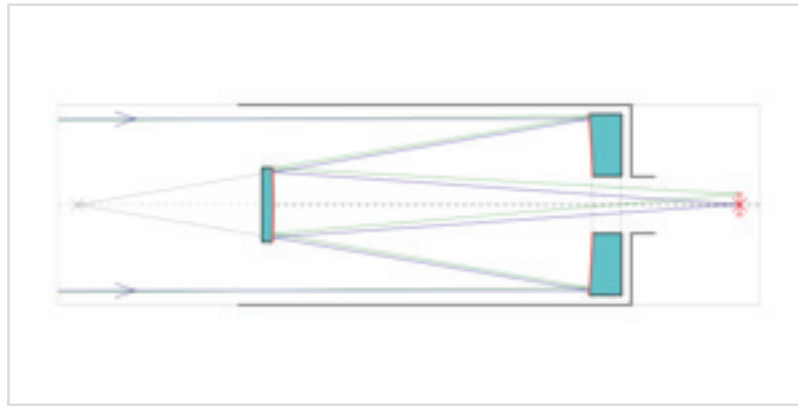
Cassegrain في الوقت الذي كان لا يمكن أن تستخدم التلسكوبات الحقيقية لأن كل من المرآة الأولية والثانوية عبارة عن مرايا غير كروية الأسطح. تم صنع عدد من التلسكوبات البصرية التي تقتصر على أسطح كروية. ففي نفس الوقت تقريبا صنع إسحاق نيوتن تلسكوب نيوتن الذي يتكون من مرآة أولية شبه كروية ومرآة ثانوية مسطحة، ووضعت الاختلافات في نظام Cassegrain لتحسين الصورة وجعل انتاج السطوح البصرية أسهل [3].

باستثناء الزيغ الهالي، وزیغ تكور المجال.

ومن مميزات هذا التصميم:

1. ينتج عنة بعد بؤري طويل مع طول الأنبوب القصير.
2. التخلص من الزيغ الكروي بسبب استخدام القطع المكافئ.
3. تقليص الزيغ الهالي إلى حد كبير.
4. عمق تبئر عالٍ.

اكتشف هذا التلسكوب عام 1672 من قبل Guillaspe



الشكل (2): التلسكوب الكاسكريني

2.1.1. الملمات البصرية

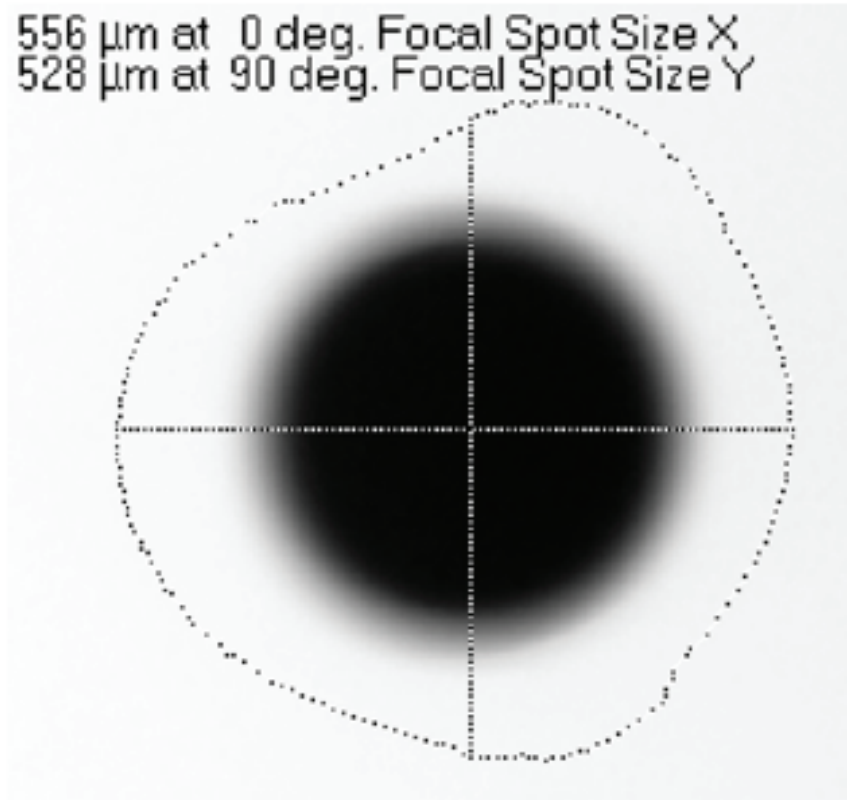
2.1.2. مساحة البقعة المضيئة (RMS) Spot Size

هي المسافة بين الأشعة ونقطة المصدر وتعطي فكرة تقريبية عن انتشار الأشعة لأنها تعتمد على شكل الشعاع. ويعتبر حساب مساحة البقعة ذات أهمية كبيرة في تصميم البرمجيات البصرية لأنها تعتبر الجذر التربيعي لتباين التوزيع وهي تمثل توزيع الطاقة بدقة وتعتمد على الفتحات المستخدمة سواء كانت دائرية أو مستطيلة [5].

أما معادلة التلسكوب الكاسكريني فهي: [4]

$$P=(F+b)/(X+1) \quad P, P'=PX, B=P'-b, C=DP / (F+Bi), i=(CF-DP)/B$$

حيث أن: P = التبئير الابتدائي لنقطة التقاطع، B = تفريق المرآة = التبئير الثانوي، c = وضوح الفتحة الثانوية F = البعد البؤري الابتدائي، i = حجم الصورة النهائي X = التكبير الثانوي، D = القطر الابتدائي، b = التبئير الخلفي. أما مقدار اللاتكور conic فهو عبارة عن قطع مكافئ أو ناقص أو اهليلجي ينشأ من قطع المخروط بمنحني.



الشكل (3): مساحة البقعة المضيئة

من الطاقة الكلية لهذه الدالة في مستوى الصورة وتعتبر من المقاييس المهمة في تحديد كفاءة النظام في تركيز ونقل الطاقة من مستوى الجسم الى مستوى الصورة على طول المحور البصري [6].

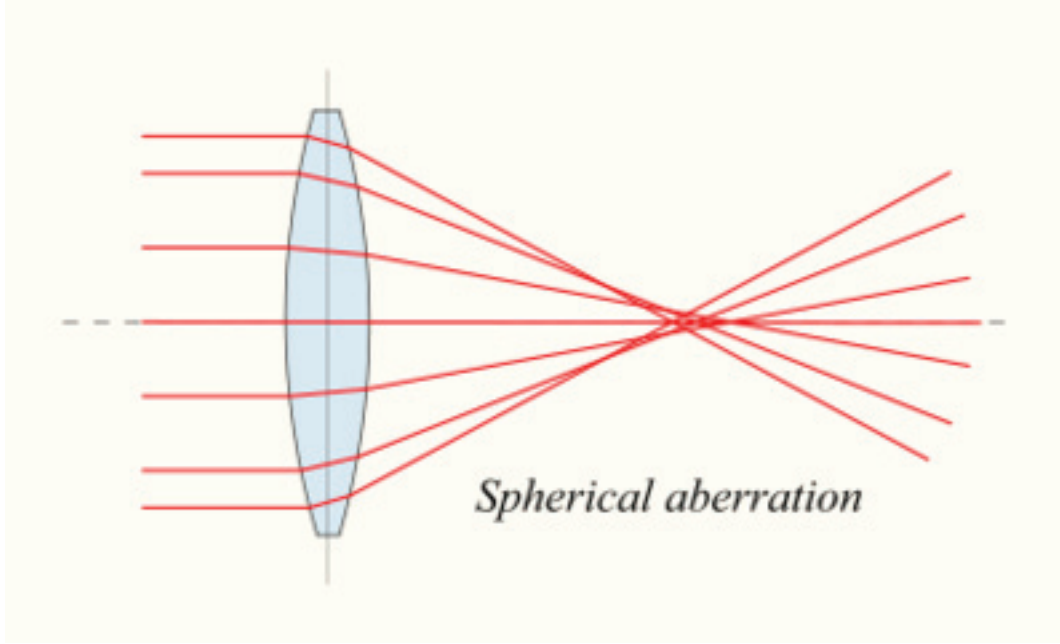
3.1.2. الطاقة المتجمعة Encircled Energy

تعتبر دالة الطاقة المتجمعة من المعايير المهمة التي يعتمد عليها تعيين كفاءة المنظومة البصرية وهي مقياس لتمرکز الطاقة في الصورة البصرية وهي نتيجة مهمة لدالة الانتشار النقطية (Point Spread function) حيث تمثل جزءاً صغيراً



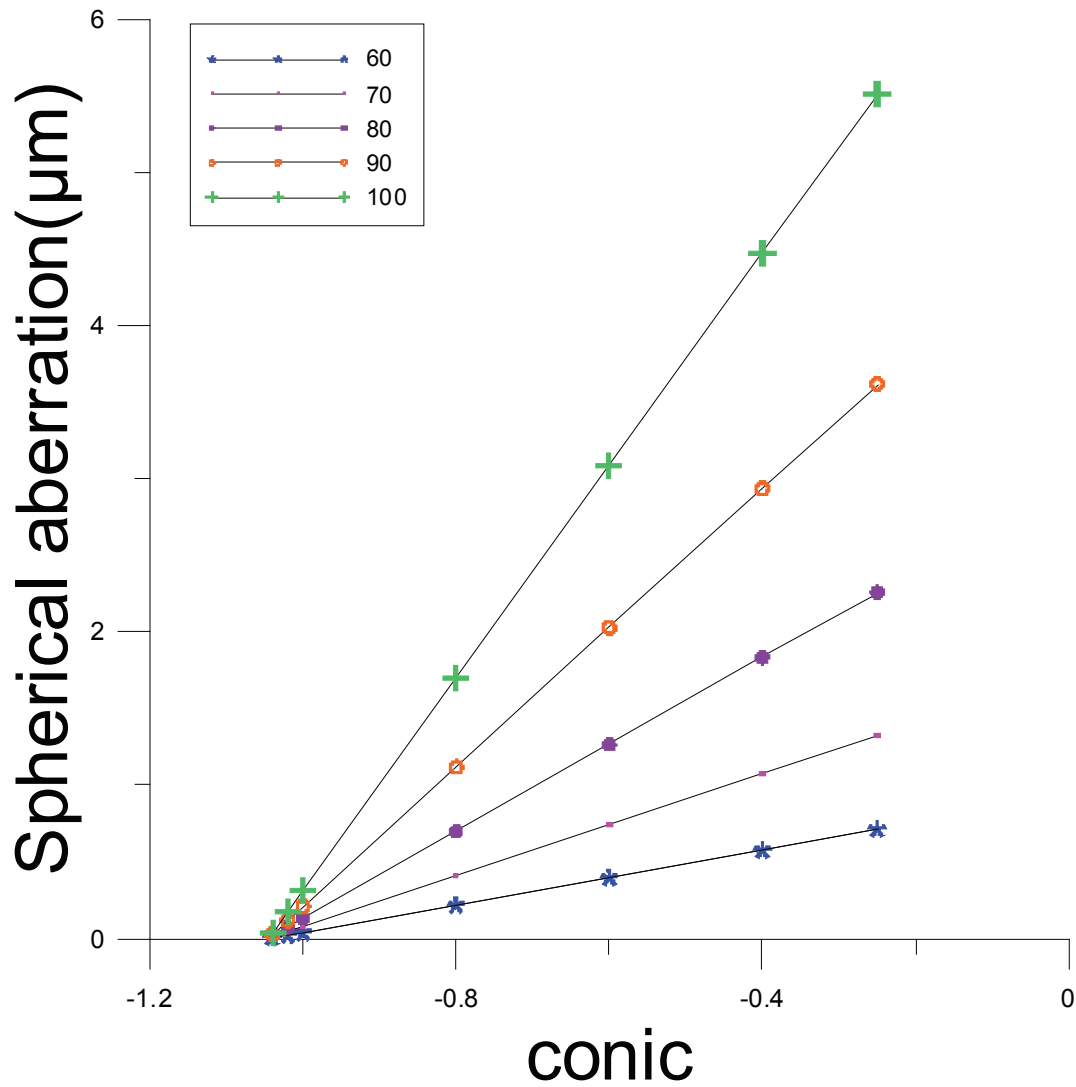
الشكل (4): الطاقة المتجمعة

4.1.2. **الزيغ الكروي Spherical aberration** هو من الزيوغ المحورية (on-Axis) يحدث عندما يكون الجسم واقعا على المحور البصري. وهو يعد من الزيوغ المتناظرة (Symmetric) حيث يكون توزيع شدة الصورة متناظرة مع المحور العمودي لمستوى الصورة وعادة ينتج عنه تغير في البعد البؤري [7].



الشكل (5): يوضح الزيغ الكروي

2.2. تأثير مقدار اللاتكور
 2.2.3. تأثير مقدار اللاتكور للسطح الأول على الزيغ الكروي
 في التصميم يؤدي إلى تقليل قيمة الزيغ الكروي (Spherical Aberration) وهذا يعني أن التصميم اللاكروي أفضل من التصميم الكروي.
 يُبين الشكل (6) والجدول (1) أن نقصان مقدار اللاتكور

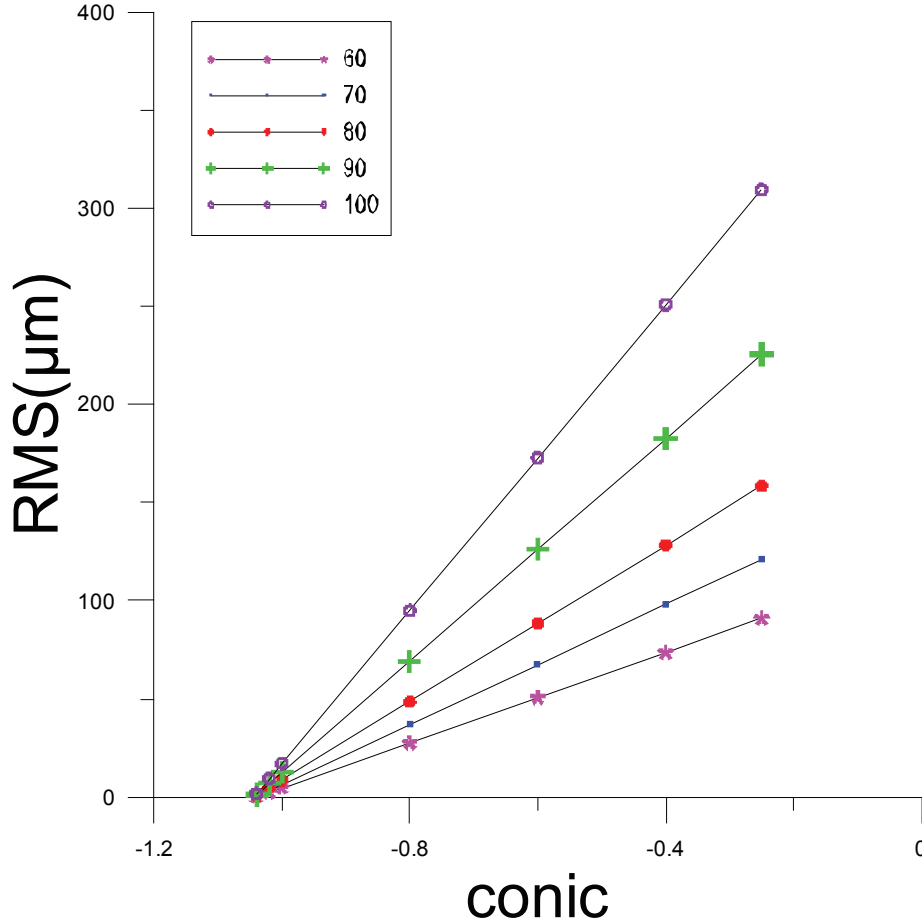


الشكل (6): تأثير مقدار اللاتكور على الزيغ الكروي.

الجدول (1): يوضح تغيير مقدار اللاتكور مع التغيير بالزيغ الكروي عند $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$ ، $F.O.V=0$.

Aperture (mm) conic	60	70	80	90	100
-0.25	0.714	1.324	2.259	3.619	5.516
-0.4	0.580	1.074	1.833	2.937	4.477
-0.6	0.400	0.742	1.266	2.028	3.091
-0.8	0.220	0.409	0.698	1.118	1.704
-1	0.0413	0.0765	0.130	0.209	0.318
-1.02	0.0233	0.0433	0.0738	0.118	0.180
-1.04	0.005	0.010	0.0171	0.0273	0.417

4.2.2. تأثير مقدار اللاتكور للسطح الأول على مساحة البقعة المضئية
تقل بنقصان مقدار اللاتكور وهذه نتيجة إدخال الشكل
اللاكروي على سطوح (2،3)، إذ إنّ المركبات اللاكروية
نلاحظ من الشكل (7) والجدول (2) أن قيم RMS تقلل من مساحة البقعة عن طريق معالجة الزيوغ.



الشكل (7): تأثير مقدار اللاتكور مع تغير مساحة البقعة المضئية.

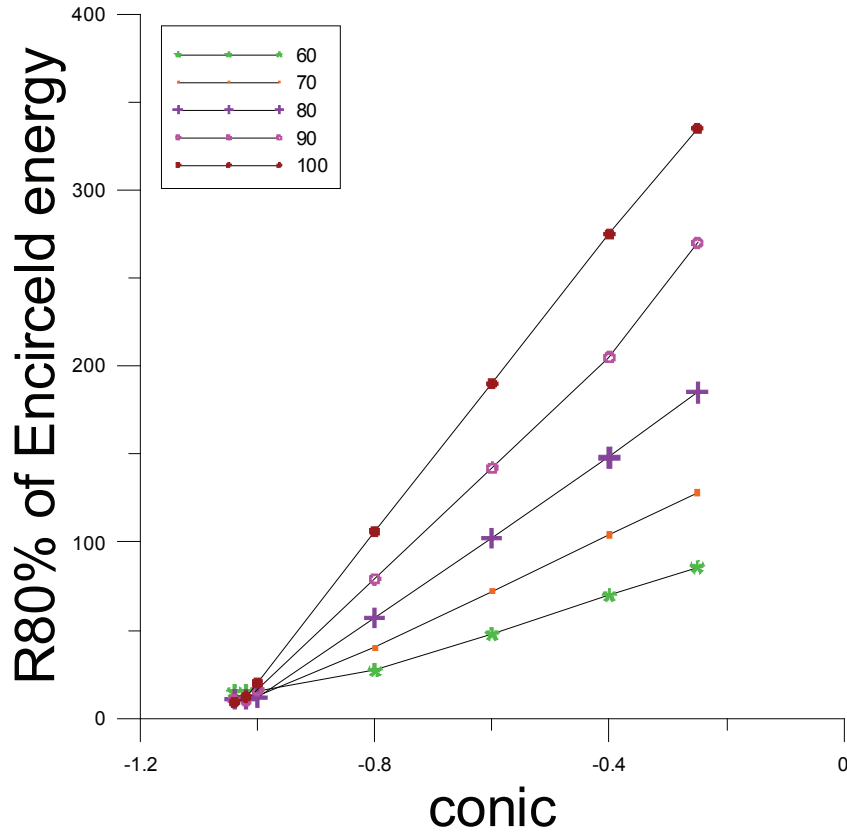
الجدول (2): يوضح تغير مقدار اللاتكور مع مساحة البقعة المضئية عند $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$ و $\text{F.O.V} = 0$.

Aperture(mm) conic	60	70	80	90	10
-0.25	91.222	121.097	158.378	225.554	309.370
-0.4	73.907	98.136	128.371	182.841	250.799
-0.6	50.830	67.537	88.389	125.941	172.790
-0.8	27.765	36.958	48.438	69.099	94.878
-1	4.712	6.398	8.521	12.315	17.064
-1.02	2.407	3.344	4.532	6.641	9.289
-1.04	0.102	0.306	0.565	0.982	1.526

5.2.2. تأثير مقدار اللاتكور للسطح الأول على الطاقة المتجمعة

ومثلما يظهر في الشكل (8) والجدول (3) نقصان الطاقة المتجمعة بنقصان مقدار اللاتكور، ويعود السبب في ذلك

نلاحظ عند دراسة تأثير مقدار اللاتكور في الطاقة المتجمعة للمنظومة المتألفة من مركبات بصرية لاقروية إلى تأثير مقدار اللاتكور، إذ يزيد تركيز الأشعة في البؤرة.

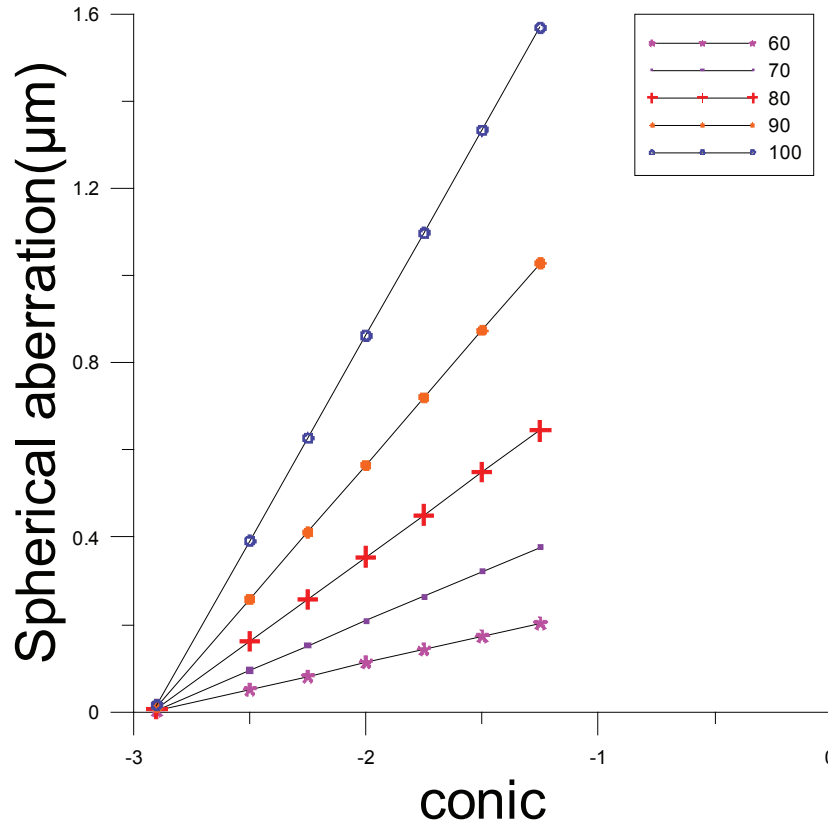


الشكل (8): تأثير مقدار اللاتكور مع الطاقة المتجمعة.

الجدول (3): يوضح تغير مقدار اللاتكور مع الطاقة المتجمعة $\lambda=0.55\mu\text{m}$, F.O.V=0

Aperture(mm) conic	60	70	80	90	100
-0.25	86	128	185	270	335
-0.4	70	104	148	205	275
-0.6	48	72	102	142	190
-0.8	27	40	57	79	106
-1	15	13	12	16	20
-1.02	15	13	11	10	12
-1.04	15	13	11	10	9

6.2.2. تأثير مقدار اللاتكور للسطح الثاني على الزيغ الكروي (Aberration) وهذا يعني أن التصميم اللاكروي أفضل من التصميم الكروي، إذ وجدنا أن نقصان مقدار اللاتكور للسطح الثاني أفضل من السطح الأول في تقليل قيمة الزيغ الكروي. يُبين الشكل (9) والجدول (4) أن نقصان مقدار اللاتكور في التصميم يؤدي إلى تقليل قيمة الزيغ الكروي (Spherical).

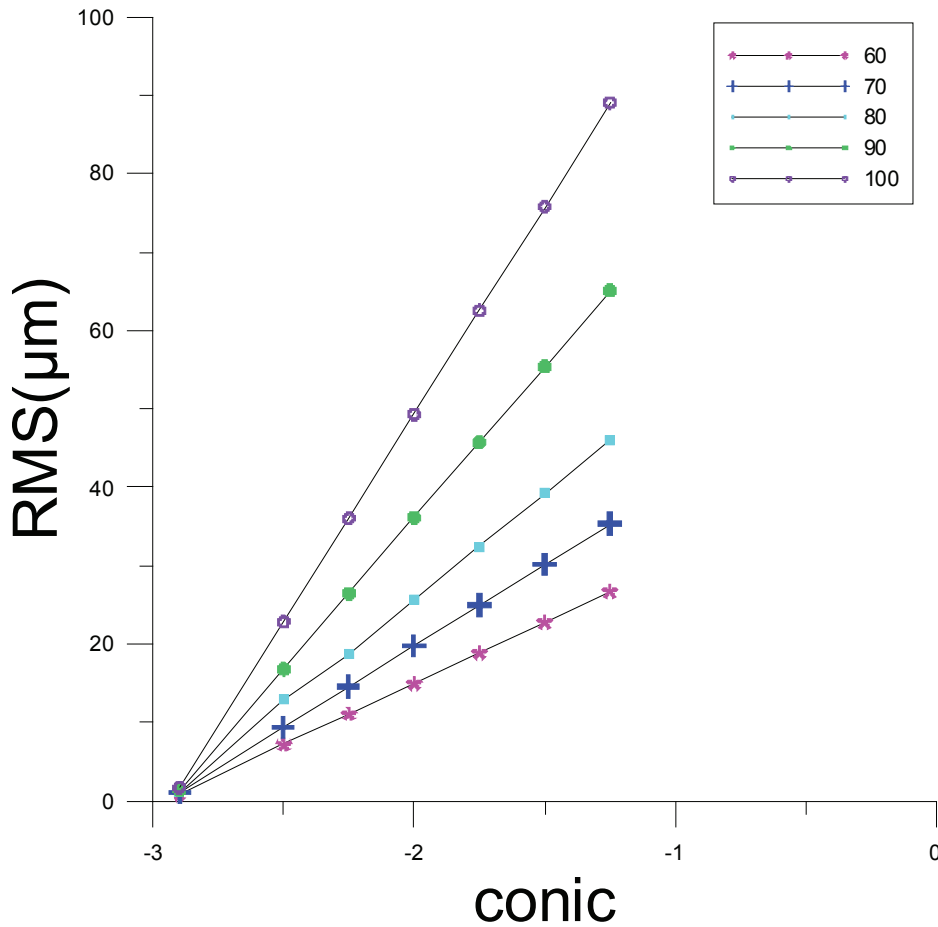


الشكل (9): تأثير مقدار اللاتكور على الزيغ الكروي.

الجدول (4): يوضح تغيير مقدار اللاتكور مع الزيغ الكروي $\lambda=0.55\mu\text{m}$, F.O.V=0

Aperture (mm) conic	60	70	80	90	100
-1.25	0.203	0.377	0.644	1.028	1.568
-1.5	0.173	0.321	0.548	0.874	1.333
-1.75	0.142	0.264	0.451	0.720	1.097
-2	0.112	0.208	0.355	0.565	0.862
-2.25	0.081	0.151	0.258	0.411	0.627
-2.5	0.051	0.095	0.160	0.257	0.391
-2.9	0.0026	0.004	0.0062	0.010	0.015

7.2.2. تأثير مقدار اللاتكور للسطح الثاني على مساحة البقعة المضئية
تقل بنقصان مقدار اللاتكور وهذه نتيجة إدخال الشكل
اللاكروي على سطوح (2 و3)، إذ إن المركبات اللاكروية
نلاحظ من الشكل (10) والجدول (5) أن قيم RMS تقلل من مساحة البقعة عن طريق معالجة الزيوغ.

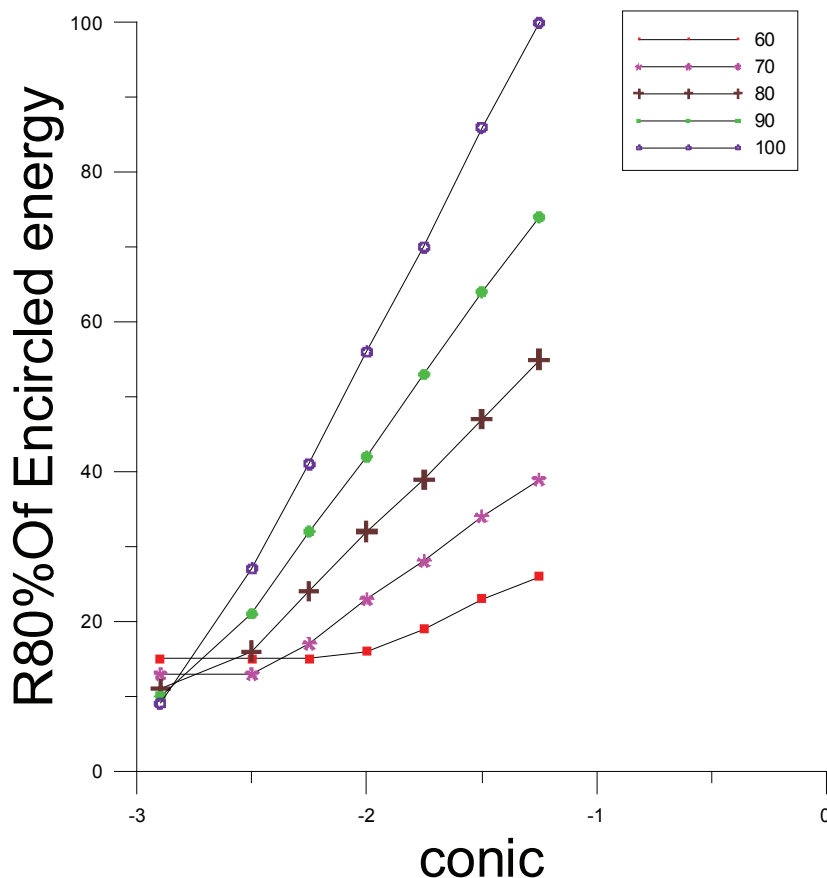


الشكل (10): تأثير مقدار اللاتكور على مساحة البقعة المضئية.

الجدول (5): يوضح تغيير مقدار اللاتكور مع مساحة البقعة المضئية عند $\lambda=0.55\mu\text{m}$, F.O.V=0

Aperture (mm) conic	60	70	80	90	100
-1.25	26.784	35.361	46.039	65.114	89.071
-1.5	22.862	30.160	39.241	55.436	75.798
-1.75	18.942	24.962	32.447	45.765	62.536
-2	15.024	19.766	25.658	36.102	49.287
-2.25	11.107	14.572	18.728	26.446	36.049
-2.5	7.191	9.381	12.947	16.797	22.824
2.9	0.929	1.084	1.116	1.385	1.701

تأثير مقدار اللاتكور للسطح الثاني مع الطاقة المتجمعة: ومثلما نجده في الشكل (11) والجدول (6) نقصان الطاقة يظهر عند دراسة تأثير الشكل اللاكروي في الطاقة المتجمعة للمنظومة المتألفة من مركبات بصرية لأكروية يزيد من تركيز الأشعة في البؤرة.



الشكل (11): تأثير مقدار اللاتكور على الطاقة المتجمعة.

الجدول (6): يوضح تغيير مقدار اللاتكور مع الطاقة المتجمعة $\lambda=0.55\mu\text{m}$, F.O.V=0

Aperture (mm) conic	60	70	80	90	100
-1.25	26	39	55	74	100
-1.5	23	34	47	64	86
-1.75	19	28	39	53	70
-2	16	23	32	42	56
-2.25	15	17	24	32	41
-2.5	15	13	16	21	27
-2.9	15	13	11	10	9

اللاتكور هذه نتيجة إدخال الشكل اللاكروي على سطوح العدسات، حيث أن المركبات اللاكروية تقلل من مساحة البقعة عن طريق معالجة الزيوغ.
3. إن الطاقة المتجمعة تقل بنقصان مقدار اللاتكور حيث أن تأثير اللاكروية يزيد من تركيز الأشعة في البؤرة .

3. الاستنتاجات

1. إن نقصان اللاكروية في التصميم تؤدي إلى تقليل قيمة الزيغ الكروي Spherical Aberration هذا يعني إن التصميم اللاكروي أفضل من التصميم الكروي.
2. أن قيم مساحة البقعة المضيئة RMS تقل بنقصان مقدار

- [5] H. F. AL.Baldwi (A Computational Investigation On The Effect Of An Infrared Optical System)• M.Sc. thesis• AL- nahrain University• Iraq (2006).
- [6] C.Vijender• A.Srisailam• M.V.Ramana Murthy (Encircled Energy Factor in the PSF of Amplitude Apodised Optical System)• vol. 3•Issue 3• (2013).
- [7] Luděk Matyska• (Simulation of optical aberrations in confocal Microscopy)• (2012).
- [8] S. alaa aldeen• (Study the image quality of the reflected telescope “cassegriain Telescope”)• M.Sc. thesis• AL- nahrain University• Iraq (2009).

المصادر References

- [1] Joseph M.Geary• (introduction to lens Design)• center for Applied Optics• (2002) .
- [2] R.S.AL-Zubaidy •(Design and Evaluation for Laser Focus System For Medical Uses)• M.Sc. University of Baghdad College of Education Ibn AL-Haitham• (2007).
- [3] Shrooq Mahdi Ali (Optical Study on Adaptive Cassegrain Telescope)• M.Sc. Thesis• University Baghdad• College of Science• Iraq (2001).
- [4] Jeffrey D. Beish• (Cassegrain Telescopes for Amaterurs)• (2013).