تصميم منظومات تركيز ليزر الطاقة العالية

علي هادي عبد المنعم الحمداني

الجامعة التكنلوجية – قسم هندسة الليزر والالكترونية البصرية

اديب منصور قاسم كلية السلام الجامعة – قسم علوم الحاسبات

حسين علي الحمداني كلية الهندسة – جامعة كربلاء

الملخص:

تم تصميم منظومة بصرية تقوم بتركيز اشعة ليزر Nd-Yag ذو الطول الموجي ١,٠٦ مايكرومتر والطاقة العالية بحدود (1KJ) وقطر حزمة الليزر (٥٠) ملم في بؤرة قطرها بحدود (٦) مايكرومتر. وقد تم مراعاة قلة عدد العدسات المستخدمة وخفتها لتقليل الخسارة في طاقة الليزر المار خلال المنظومة البصرية. استخدمت دالة انتشار النقطة PSF ودالة انتشار الخط LSF وكمية الطاقة المتجمعة في البؤرة وحجم نقطة البؤرة (التركيز) SPOT SIZE وكمية الزيوغ كمعلمات لتقييم المنظومة المصممة. اوضحت النتائج جودة التصميم كما اوضحت النتائج ان لتركيز حزمة ليزر قطرها اكبر من ٥٥ ملم فأن ذلك يتطلب استخدام العدسات الغير كروية بدلا من العدسات الكروية.

المقدمة:

ان الاهتمام المتزايد بمركزات الليزر ذي الطاقة العالية قد جاء نتيجة للتطبيقات الكثيرة التي استخدم فيها الليزر مثل القطع واللحام والاتصالات وغيرها وانصب الاهتمام الاكبر بمركزات الليزر (Nd-Yag) ذو الطول الموجي ١,٠٦ مايكرومتر وذلك لكفاءته العالية وسعة استعمالاته [1,2,3] كما ان هناك اهتمام متزايد في منظومات ليزر ثاني اوكسيد الكاربون [4,5].

يواجه المصمم عند تصميمه منظومة بصرية مركزة لأشعة الليزر بعض القيود والشروط التي يجب مواجهتها منها استخدامه اقل عدد من المركبات البصرية واخفها وذلك لتقليل الخسارة في طاقة الليزر المار خلال هذه المركبات كما يشترط علـــــــى

المصمم عدم استخدامه للطلاء غير العاكس وذلك لاحتمال تلفه عند تعرضه للحرارة المتولدة من مرور الليزر من خلال العدسات [6,7,8]، هناك عدة برمجيات عالمية تستخدم للتصميم البصري يختلف بعضها عن البعض من ناحية البساطة والتعقيد او من ناحية الدقة والمساحة المطلوبة في الحاسوب لغرض تشغيله .

استخدم في هذا البحث برنامج Genii [9] عام ١٩٨٥ ويعد هذا النظام البرمجي من الجيل الثاني من اجيال انظمة تصاميم البصرية ويمتلك هذا النظام امكانيات واسعة ومتعددة .

يتألف النظام Genii من الملف الادخال الذي يحتوي على المعلومات الاساسية للتصميم مثل نصف قطر تكور سطوح العدسات والمسافات الفاصلة بينها اضاف الى معامل انكسار السطوح من الجسم الى الصورة على التتالي كما يحتوي النظام على ملف اوامر يحدد سير البرنامج وملف اخراج يحتوي على مخرجات النظام التي تم تحديدها في ملف الاوامر .

يختلف تصميم منظومات الليزر باختلاف نوع الليزر وطاقته واستخداماته فمثلا تستخدم المرشحات الكاوسية في تصميم ليزر الطاقة الواطئة وذلك لتحسين عمل مركزات الليزر حيث لاتسمح المرشحات الكاوسية بمرور القمم الثانويه في حزمة الليزر اما في المنظومات المركزة للطاقة العالية فلا يمكن استخدام هذه المرشحات بل يعتمد المصمم على خبرته وكفائته للحصول على اقل قطر لبؤرة التركيز .

التصميم :

تم تصميم منظومة تقوم بتركيز ليزر ذي الطول الموجي ١,٠٦ مايكرومتر وقطر الحزمة ٥٥ مليمتر وانفراجيتها ١٠٠ مايكروراد استخدمت هذه المعلومات مع معلومات ملف الادخال الموضحة في الجدول (١) حيث يشير العمود الاول الى رقم السطح ويشير العمود الثاني الى نصف قطر تكور سطوح العدسات المحدبة (RD) اما السطوح المستوية فقد تم تعريفها باستخدام (C_v) مساوية للصفر(حيث $C_v=1/RD$) والثالث يشير الى المسافة الفاصلة بين السطوح بالمليمتر والرابع يشير الى معامل انكسار الزجاج والهواء بينما يشير العمود الاخير الى قطر فتحة دخول الاشعة لكل سطح.

جدول (١) يوضح معلومات التصميم علما ان كافة الابعاد بالمليمتر

Surf. No.	Radius of Curvature	Thickness mm	Glass	Semi-diameter Mm
Object	0	∞	AIR	
SURFACE 1	0	0	AIR	25
SURFACE 2	287	11	BK7	25
SURFACE 3	0	5.34	AIR	24.6
SURFACE 4	287	9	AIR	24.4
SURFACE 5	0	267.6	AIR	23.9
IMAGE PLANE	0	0	AIR	

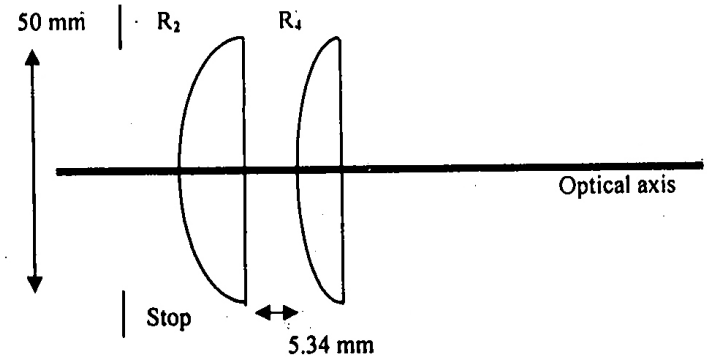
لقد روعي في كلا التصميمين ما يلي :

١-تقليل عدد العدسات المستخدمة لغرض تقليل الخسارة في الطاقة نتيجة الامتصاص على السطوح .

٢-محاولة استخدام اقل سمك للعدسات تجنباً للمشاكل التي تحدث فيها نتيجة تصرف المواد غير الخطي مع درجة الحرارة والناتج من مرور حزمة ليزر الطاقة العالية في العدسات .

٣-محاولة استخدام مواد زجاج ذات معامل انكسار تغير قليل مع درجة الحرارة هذه المواد الزجاجية متوفرة كخامات في شركات تصنيع العدسات المحلية .

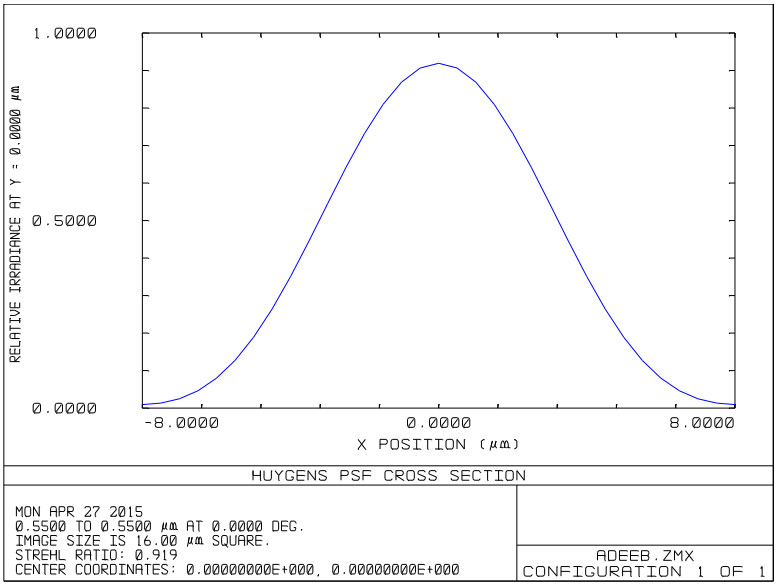
يوضح الشكل (١) التصميم المشار له في الجدول اعلاه والمتألف من عدستين ذات عدد بؤري ٢,٥ علما ان كافة القياسات هي بالمليمتر .



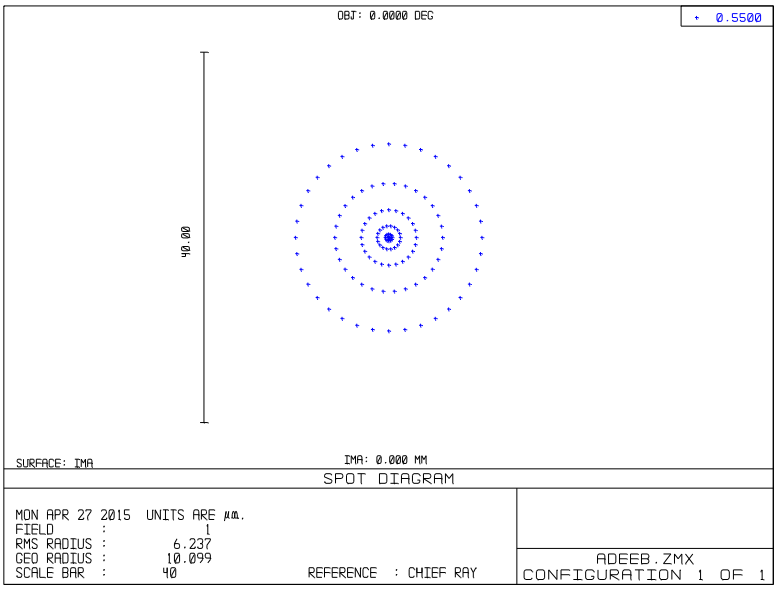
شكل رقم (١) يوضح منظومة تركيز الليزر وابعادها بالمليمتر

النتائج والاستنتاجات :

اوضحت النتائج المبينة في الشكل (٣و٢) والخاصة بدالة توزيع النقطة و توزيـــع اشعة الليزر في بؤرة تجميع التي يبلغ قطرها (٦) مايكرومتر.

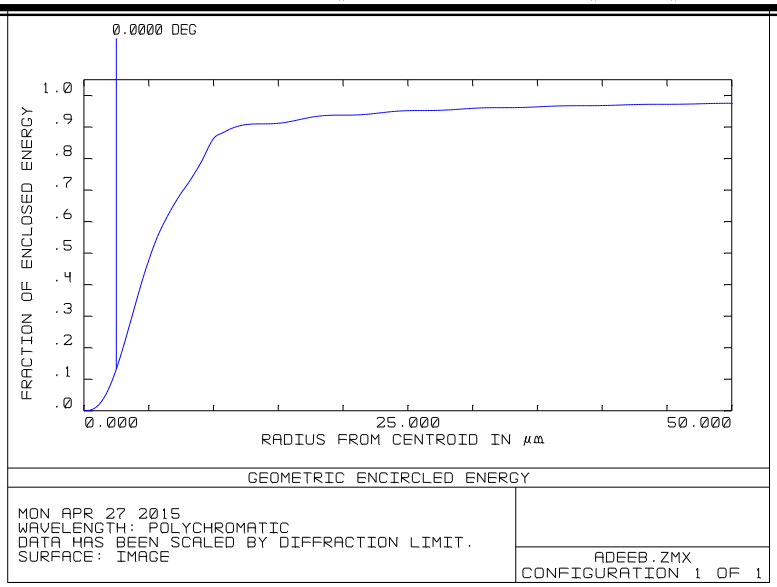


شكل (٢) توزيع دالة انتشار النقطهPSF



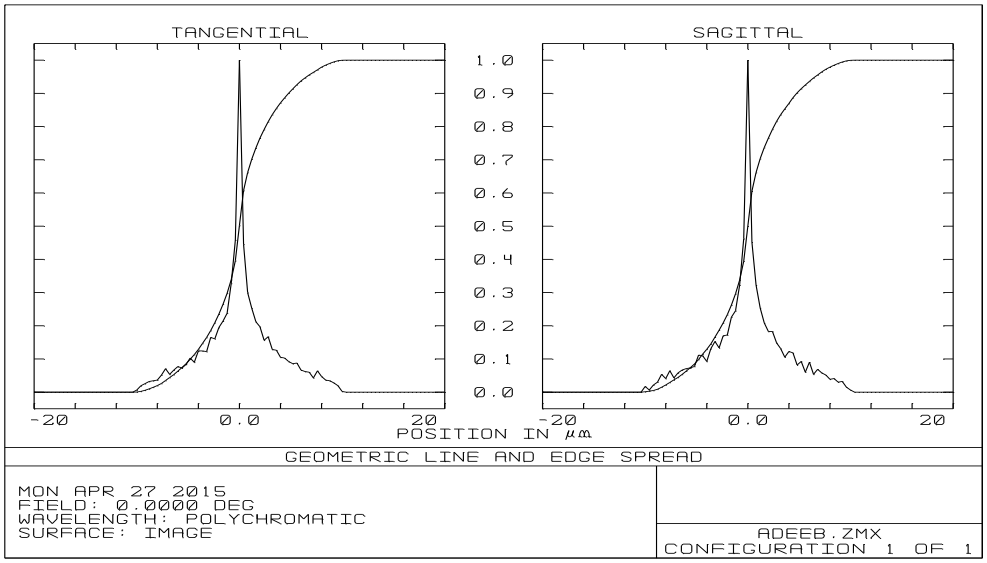
شكل (٣)حجم البؤرة Spot size

كما يوضح الشكل(٤) كمية الطاقة المتجمعة في هذه البؤرة ومنه يتضح الكمية العالية للطاقة التي تركزت في هذه البؤرة.

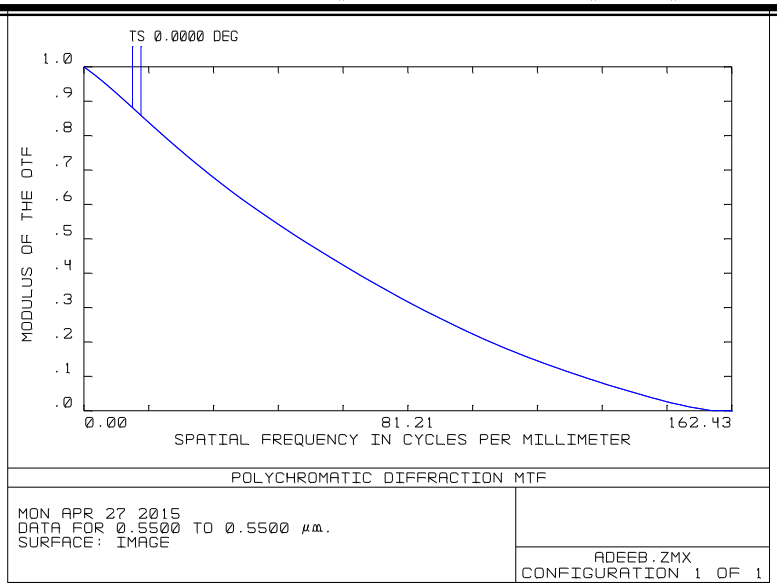


شكل (٤) كمية الطاقة المتجمعة في البؤرة accumulated energy

كما يشير الشكل (٥) دالة انتشار الخط ودالة انتشار الحافة التي يدل صغر عرض النص لها الى كفائة التصميم موضوع البحث. وتتضح دالة التضمين للتصميم بالشكل(٦).



شكل (٥) دالة انتشار الخط LSF و دالة انتشار الحافة ESF



شكل (٦) دالة التضمين MTF

اما الجدول (٢) فيوضح قيم الزيغ الكروي والهالي والاستكماتزم وقيمة البعد البؤري الخلفي

جدول (٢) معلومات ملف الاخراج للتصميم (الزيوغ وحجم البؤرة ....)

الزيغ الكروي الابتدائي S.A	0.000900 ملم
الزيغ الهالي COMA	0.0
الاستكماتزم .AST	0.0
التشوه DISTORTION	0.0
حجم البؤرة SPOT SIZE	6.2 مايكرومتر
البعد البؤري الخلفي BFL	267.6 ملم

ومن هذا الجدول يتضح ان التصميم يحتوي على اقل كمية من الزيوغ مما يدل على جودة هذا التصميم الذي استخدمت فيه اقل عدد من العدسات (عدستين) وابسط انواع العدسات (مستوية محدبة) واخفها (اقل من سمك ٩ – ١١ ملم) كما استخدمة الزجاج المتوفر (BK7) فقط . اما الزيغ اللوني فيمكن تقليله باستخدام العدسات الغير كروية [10] .

المصادر

1- Ali H. Alhamdani , Assel Abdalameer ," Design and evaluation of Nd-YAG laser focusing system"Engineering & Technology J.vol 26 ,no3, (2008)21.
2- - Ali H. Alhamdani, R.S. abdul-hussin, A.R. Aljumaily ,W.M. Awad (2008)" Desig and evaluation for CO2 laser focus system for use in treading skin diseases" IBN AL_HAITHAM, J. for pure and applied science,vol21 (3)81-94.
3- Ali H. Al-hamdani, Rafaa al-gaafari, Tasneem Al-Azawi," Thermal analysis for Nd-YAG laser receiver", Journal of the college of education,Vol.1,no.3 (2009)103.
4- .A.J. Haider "design and fabrication of a laser rangefinder at 10.6 m, J.of Eng. And Tech., Vol.24, No.7, (2005).
5- Alwan M. ALwan, DESIGN AND ANALYSIS OF SOME PARAMETERS FOR CO_2 LASER BEAMEXPANDER, Journal of Al-Nahrain University Vol.11(1), April, 2008, pp.68 -73
6- KL. Reddy, Indian journal of pure & applied physics , "2-line resolutionstudies of apodized optical – system in coherent illumination", 33, 7; (1995), 380.
7- VL. RAO. ., Indian journal .of pure &, applied physics , "Effect of apodization ori the peak intensity ratio in the image of 2-points objects" , 33 , 2 , (1995)97.
8- RAO BRM. ., Defense science Journal , "Modulation

of rectangular and triangular bar targets by optical system using hamming filters" , 47 ' 2 ' (1997) ' 217. '

9- Genii – PC , Genessee computer center, inc , 20 university Avenue ,
Rochester , NY 14605 , (1985) , R ference manual.

10- NIVHOLAS D.J.I. , Optica acta, "The use of perturbed aspherics in multi-wave. length focusing optics"; 31 , 9, 1069-1078, (1984).