

حساب القدرة التحليلية للعدسات المغناطيسية الثنائية القطب المتناظرة

باستعمال دوال تحليلية محددة مسبقا

محمد جواد ياسين ، حسين صالح حسن

قسم الفيزياء ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية

فرع الفيزياء ، قسم الفسلجة ، كلية الطب ، جامعة النهرين

الخلاصة

في هذا البحث النظري وبالاستفادة من طريقة التوليف الأمثل للعدسات الالكترونية المغناطيسية، أجريت دراسة نظرية لحساب القدرة التحليلية للعدسات المغناطيسية الثنائية القطب المتناظرة، غير المشبعة مغناطيسيا، مشغلة بنمط التشغيل المربعي، عن طريق استعمال مجال مغناطيسي متناظر لبعض الدوال التحليلية المعروفة في بصريات الإلكترون، مثل: (نموذج كلزر، نموذج كرفت-لنز، نموذج مجال كاوس و نموذج مجال الظل الزائدي). إن أهمية البحث تكمن في إمكانية تعميم الدراسة الحالية لنفس الدوال التحليلية المستعملة نفسها ولكن تحت شروط التشبع المغناطيسي وعند شروط تشغيل مختلفة، وكذلك استعمال دوال تحليلية أخرى مجالها المغناطيسي متناظر وغير متناظر تحت شروط انعدام التشبع المغناطيسي وعند التشبع المغناطيسي ولشروط تشغيل مختلفة.

المقدمة

تتميز العدسات أو المجاهر الالكترونية بخاصية معينة تعرف بقدرة التحليل (Resolving Power) وتعرف على أنها قابلية العدسة أو المجهر الالكتروني في تكوين صورتين منفصلتين لنقطتين متجاورتين على الانموذج، اذ كان الاعتقاد السائد بأنه من الممكن رؤية أدق التفاصيل في البناء الداخلي للمادة باستخدام المجهر إذا ما أحسن صنع عدسات مثالية وذا تكبير عال، إلا أن العالم (Abbe) استنتج أن القدرة التحليلية تكون محددة بظاهرة الحيود. وان أي نوع من العدسات أو المجاهر لا يتمكن من تكوين صورة منفصلة لنقطتين متجاورتين على الانموذج إذا كان انفصالهم عن بعضيهما اقل من حدود التحليل (Resolving Limit) لتلك العدسة أو المجهر وتدعى هذه الحدود بالمسافة الحرجة (Critical Distance) وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$\delta = \frac{k\lambda}{n \sin \theta} \dots \dots \dots [1]$$

إذ ان: δ : حدود التحليل (المسافة الحرجة)، λ : الطول الموجي (Wave Length)، $n \sin \theta$: الفتحة العددية (Numerical Aperture)، n معامل انكسار الوسط بين الانموذج والعدسة (الشيئية) و θ زاوية نصف مخروط الحزمة الضوئية، k : ثابت تعتمد قيمته على شكل الفتحة والفتحة الدائري يساوي (0.61) (1). فإذا كان المطلوب هو الحصول على مجهر ذي قدرة تحليلية عالية، ملئت الفسحة بين الجسم والعدسة الشيئية بزيت معين. ولهذه العملية فائدتان أولاها تقليل الخسارة في الضوء نتيجة الانعكاس عن سطح العدسة واخرها زيادة قدرة المجهر التحليلية. (2).

وقد اشتقت المعادلة [1] على وفق مقياس رايلي (Rayleigh Criterion)، إذ إن نقصان الطول الموجي وزيادة الفتحة العددية يساهمان بزيادة القدرة التحليلية، ولكن هناك حدود لزيادة الفتحة العددية بسبب ظهور الزيغ الكروي (Spherical Aberration) (3) و لتقليل الطول الموجي (λ) لا يمكن تجاوزها وهي اقرب طول موجي للأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet). وهذا يعني أن الطول الموجي والفتحة العددية هما العاملان اللذان يحددان القدرة التحليلية للمجهر الإلكتروني. ونلاحظ أيضا أن أكبر قيمة للمقام هي واحد عندما تكون ($\theta = 90^\circ$)، أي أن الوسيلة الوحيدة لتقليل قيمة (δ) هي تقليل قيمة الطول الموجي (λ) (4) ، وعليه يمكن كتابة المعادلة [1] بالصيغة الآتية: (5)

$$\delta = \frac{0.61\lambda}{\theta} \dots\dots\dots [2]$$

إن قدرة التحليل في المجهر الإلكتروني عالية جدا مقارنة بالمجهر الضوئي وذلك بسبب صغر قيمة (λ)، ويمكن الحصول على قدرة تحليل أفضل عن طريق تقليل قيمة (λ) وذلك بزيادة فولتية التعجيل المصححة نسبيا، إذ يرتبط الطول الموجي مقاسا بالنانومتر (nm) بفولتية التعجيل المصححة نسبيا (V_r) مقاسة بالفولت (Volt) بالمعادلة الآتية:

$$\lambda(nm) = \sqrt{\frac{1.5}{V_r}} \dots\dots\dots [3]$$

وتحسب فولتية التعجيل المصححة نسبيا (V_r) من العلاقة الآتية:

$$V_r = V(1 + 0.978 \times 10^{-6} V) \dots\dots\dots [4]$$

اذ ان: (V) هي فولتية التعجيل مقاسة بالفولت (Volt)، فمثلا عندما تكون فولتية التعجيل المصححة نسبيا تساوي ($60kV$) فإن الطول الموجي للحزمة الإلكترونية يساوي ($\lambda = 0.005nm$)، أي اقل من معدل الطول الموجي للضوء المرئي الذي يبلغ حوالي ($\lambda = 500nm$) بمقدار (10^5) مرة (6) وهذا ما يجعله بالامكان رؤية وتفحص التراكيب في المستوى الذري عند الفولتيات العالية. وعند إدخال تأثير الزيغ الكروي على حدود التحليل (δ) فإن المعادلة [2] تكتب بالصيغة الآتية:

$$\delta = 0.7(C_s \lambda^3)^{1/4} \dots\dots\dots [5]$$

C_s : معامل الزيغ الكروي (Spherical Abbreviation Coefficient) للعدسة. وعند الأخذ بنظر الاعتبار اختلاف مسار الموجة الذي يجب أن لا يزيد عن ($\lambda/4$) فإن المعادلة [5] يمكن كتابتها بالشكل الآتي:

$$\delta = 0.61(C_s \lambda^3)^{1/4} \dots\dots\dots [6]$$

إن اختلاف مسار (λ) عمليا يمكن قياسه لذلك المعادلة [6] تكتب على النحو الآتي: (5)

$$\delta = 0.43(C_s \lambda^3)^{1/4} \dots\dots\dots [7]$$

و تعطي المعادلة [7] أفضل قدرة تحليل في العدسات أو المجهر الإلكتروني.

لقد قام الباحث (7) بتصميم منظومة بصرية مغناطيسية ثلاثية وخماسية العدسات مستخدما طريقة التوليف وحصل على قدرة تحليل متساوية للمنظومتين وتساوي ($\delta = 0.06nm$)، بينما كانت قيمة الزيغ الكروي واللوني للمنظومة الثلاثية ($(C_c)_T = 1.20mm, (C_s)_T = 0.91mm$) والمنظومة الخماسية ($(C_c)_T = 1.79mm, (C_s)_T = 1.36mm$) على التوالي، بينما حسبت قدرة التحليل للعدسات المصممة بالطرائق التحليلية (التقليدية) من مجموعة كبيرة من الباحثين، فقد قام (8) بتصميم عدسة ثنائية القطب المخروطي المقطع، وحصل على ($C_s = 1.20mm$) عند ($V_r = 2MV$) وكانت القدرة التحليلية لتلك العدسة عند قيمة الزيغ الكروي المذكور تساوي ($\delta = 0.11nm$)، يبين الجدول (١) أفضل خواص بؤرية وقدرة تحليل لعدسات مغناطيسية مشبعة لمجموعة من الباحثين (9).

الدوال التحليلية

في هذا البحث درست القدرة التحليلية لأربعة نماذج رياضية معروفة في بصريات الإلكترون توزيع مجالها المغناطيسي المحوري متناظر على امتداد المدة $Z_E \leq Z \leq Z_S$ إذ ان $Z_S \leq Z \leq Z_E$ هي إحداثيات بداية ونهاية المحور البصري على التوالي، والنماذج الرياضية هي: (10)

$$B_z = \frac{B_m}{1 + \left(\frac{2z}{W}\right)^2} \quad \text{Glaser Bell-Shape Model} \quad [8]$$

$$B_z = \frac{B_m}{\cosh\left(2.624 \left(\frac{z}{W}\right)\right)} \quad \text{Grivet-Lenz Model} \quad [9]$$

$$B_z = B_m \text{Exp} \left[-\left(\frac{2z}{W}\right)^2 \text{Ln}2 \right] \quad \text{Gaussian Field Model} \quad [10]$$

$$B_z = \frac{B_m}{\cosh^2\left(2.270 \left(\frac{z}{W}\right)\right)} \quad \text{Hyperbolic Tangent Field Model} \quad [11]$$

اذ ان (B_z) كثافة الفيض المغناطيسي المحوري ، (B_m) القيمة العظمى لكثافة الفيض المغناطيسي المحوري، (z) المسافة على المحور الأفقي (البصري) مقاسة من موقع القيمة العظمى لكثافة الفيض المغناطيسي المحوري و (W) عرض النصف للمجال المغناطيسي المحوري.

إن السبب في استعمال هذه النماذج هو الشبه الكبير بين توزيع المجال المغناطيسي المحوري للعدسات المغناطيسية الثنائية القطب المتناظرة ومنحني هذه النماذج وكذلك احتواء البنية الرياضية لهذه النماذج على متغيرات أمثلية من ضمن المعلمات الهندسية والفيزيائية الضرورية والأساسية للعدسة. في هذا البحث تم حساب قدرة التحليل عند تثبيت قيمة ($B_m=1T$)، وطول العدسة ($L=100mm$) وتغيير قيمة عرض نصف المجال المغناطيسي إلى القيم ($W=1,2,3,4,5mm$) والسبب في ذلك وكما أثبتته الدراسات السابقة انه العامل الأهم الذي يسبب تغييرا في الخواص البؤرية الشبكية عندما يتم تغييره، انظر على سبيل المثال (7),(10),(11).

النتائج والمناقشة

يوضح شكل (1) توزيعات كثافة الفيض المغناطيسي المحوري (B_z) وأشكال الأقطاب لأنموذجي كلازر وكرفت-لنز عند القيم ($W=1,2,3,4,5mm$, $L=100mm$, $B_m=1T$, $NI/V_r^{1/2}=20$)، بالنسبة الى انموذج كلازر انه عند زيادة قيمة (W) تزداد المساحة تحت المحني أي أن تهيج العدسة (NI) يزداد ونتيجة لذلك فان خطوط الفيض المغناطيسي التي تخترق الدائرة المغناطيسية والفجوة الهوائية (S) (Air Gap) لوحدة المساحة تكون متزايدة العدد (10). ويعد أنموذج كلازر من النماذج الرياضية التي يكون توزيع مجالها المغناطيسي المحوري بطيء الانحدار ويمتد إلى المالانهاية (11)، لذلك حسب توزيع كثافة الفيض المغناطيسي المحوري عند ($z=\pm 50mm$)، أما أشكال الأقطاب فتمثل ربع القطب العلوي الأيسر للعدسات الثنائية القطب المتناظرة لكل من قيم (W) المتغيرة، ويتضح من الشكل أن زيادة قيم (W) تؤدي إلى زيادة في كل من قطر فتحة القطب (D)، وعرض الفجوة الهوائية (S)، وذلك للسماح للمجال المغناطيسي بالامتداد إلى مناطق ابعده عن مركز التناظر (10). بينما يكون توزيع كثافة الفيض المغناطيسي المحوري لأنموذج كرفت-لنز شديد الانحدار إذ ان (B_z) تصل إلى الصفر عند ($z=\pm 5.8mm$) و ($W=1mm$)، ($z=\pm 11.6mm$) و ($W=2mm$)، ($z=\pm 17.3mm$) و ($W=3mm$)، ($z=\pm 33.2mm$) و ($W=4mm$) و عند ($z=\pm 29mm$) و ($W=5mm$)، أي لا توجد خسارة في الأمبير-لفة (NI). أما أشكال الأقطاب فتمثل ربع القطب العلوي الأيسر للعدسات المتناظرة لكل قيم (W) المتغيرة، إذ يلاحظ من أشكال أقطاب هذا الأنموذج أن الامتداد المحوري للقطب يزداد كلما ازداد عرض النصف (12).

يوضح الشكل (2) توزيعات كثافة الفيض المغناطيسي المحوري (B_z) وأشكال الأقطاب لأنموذجي مجال الظل الزائدي و مجال كاوس عند القيم ($W=1,2,3,4,5mm$, $L=100mm$, $B_m=1T$, $NI/V_r^{1/2}=20$). نلاحظ من الشكل أن توزيع كثافة الفيض المغناطيسي المحوري لأنموذج مجال الظل الزائدي شديد الانحدار إذ ان (B_z) تصل إلى الصفر عند ($z=\pm 3.6mm$) و ($W=1mm$)، ($z=\pm 7.1mm$) و ($W=2mm$)، ($z=\pm 10.6mm$) و ($W=3mm$)، ($z=\pm 14.1mm$) و ($W=4mm$) و عند ($z=\pm 17.6mm$) و ($W=5mm$)، أي لا توجد خسارة في الأمبير-لفة (NI). و أن هذا الأنموذج أكثر انحدارا من أنموذجي كلازر وكرفت-لنز، وأشكال الأقطاب تمثل ربع القطب العلوي الأيسر للعدسات المتناظرة لكل قيم (W) المتغيرة، إذ يلاحظ من أشكال أقطاب هذا الأنموذج أن الامتداد المحوري للقطب يزداد كلما ازداد عرض النصف (11). أما توزيع كثافة الفيض المغناطيسي المحوري لأنموذج مجال كاوس فيمثل توزيعات المجال المغناطيسي لعدسة رقيقة (11) لذلك يلاحظ

أن توزيع مجاله المغناطيسي المحوري يكون أكثر تمركزاً (أكثر شدة انحدار) من توزيعات المجال المغناطيسي المحوري للنماذج السابقة (11)، و تصل (B_z) إلى الصفر عند ($z=\pm 2.3\text{mm}$) و ($W=1\text{mm}$)، ($z=\pm 4.6\text{mm}$) و ($W=2\text{mm}$)، ($z=\pm 6.9\text{mm}$) و ($W=3\text{mm}$)، ($z=\pm 9.2\text{mm}$) و ($W=4\text{mm}$) و عند ($z=\pm 11.5\text{mm}$) و ($W=5\text{mm}$)، أي لا توجد خسارة في الأمبير-لفة (NI). وأشكال الأقطاب تمثل ربع القطب العلوي الأيسر للعدسات المتناظرة لكل قيم (W) المتغيرة، إذ يلاحظ من أشكال أقطاب هذا الأنموذج أن الامتداد المحوري للقطب يزداد كلما ازداد عرض النصف (11).

القدرة التحليلية

توضح الأشكال (٣)، (٤)، (٥)، (٦)، (٧)، (٨) قدرة التحليل (δ) المحسوبة من المعادلات [5]، [6] و [7] والطول الموجي (λ) للحزمة الالكترونية الداخلة مجال العدسات الثنائية القطب المتناظرة للنماذج الأربعة المحسوب من المعادلة [3] دالة لعرض نصف المجال المغناطيسي المحوري (W)، تهبج العدسة (NI)، فولتية التعجيل المصححة نسبياً (V_r)، البعد البؤري الشبكي (F_o)، الزيغ الكروي (C_s) و الزيغ اللوني (C_c) عند القيم ($W=1,2,3,4,5\text{mm}$, $L=100\text{mm}$, $B_m=1\text{T}$, $NI/V_r^{1/2}=20$) نلاحظ من جميع الأشكال أن الطول الموجي وقدرة تحليل العدسات الناتجة من النماذج الأربعة نقل أسياً مع زيادة قيم كل من (W)، (NI)، (V_r)، (F_o)، (C_s) و (C_c)، لان زيادة قيم (W) تؤدي إلى زيادة قيم كل من (F_o)، (C_s)، (C_c)، (NI)، (V_r) انظر الجدول (٢) وهذا يتفق مع النتيجة التي توصل إليها (13)، (14) وعلى هذا الأساس نستنتج انه بتقليل قيم (W) يمكن الحصول على عدسات مغناطيسية ذي خواص بصرية جيدة (زيوغ قليلة) وقدرة تحليل عالية.

إن قيم قدرة التحليل (δ) لأنموذج كلزر أقل (أفضل قدرة تحليلية) من بقية النماذج، بالرغم من إن قيم معامل الزيغ الكروي (C_s) لهذا الأنموذج هي الأكبر بالمقارنة مع قيم بقية النماذج وهذا يعود إلى قلة قيم الطول الموجي (λ) بسبب زيادة قيم فولتية التعجيل المصححة نسبياً (V_r) لهذا الأنموذج انظر الجدول (٢).

الاستنتاج

إن الدراسة الحالية يمكن أن تعمم لتشمل دوالاً تحليلية أخرى توزيع مجالها المغناطيسي المحوري متناظر أو غير متناظر لحساب قدرتها التحليلية عند أنماط تشغيل مختلفة و تحت شروط انعدام التشبع المغناطيسي أو تحت شروط التشبع المغناطيسي، كما أن هذه الدراسة أثبتت أن قدرة تحليل العدسة المغناطيسية الثنائية القطب المتناظرة لأنموذج كلزر أفضل من قدرة التحليل للعدسات الثنائية القطب الناتجة من النماذج الأخرى، غير أن زيوغ هذه العدسة غير جيدة بسبب زيادة عرض نصف المجال المغناطيسي المحوري الذي يؤدي إلى زيادة قطر فتحة القطب المحوري وعرض الفجوة الهوائية.

المصادر

1. Grundy, P.J. (1976), "Electron Microscopy in the Study of Materials", (Edward Arnold, London).
٢. يعقوب، يعقوب عزيز و حسون، عباس محمد، (١٩٧٩)، البصرييات، كلية العلوم /جامعة بغداد، ص ١١٧.
3. Goodhew, P. J. (1975), Electron Microcopy and Analysis, Wykeham Science Series.
٤. ياسين، محمد جواد، (١٩٩٥)، دراسة حاسوبية لعدسة الكترونية لا تقليدية ذات مجالين مغناطيسيين متعاكسين، أطروحة دكتوراه / كلية التربية/ الجامعة المستنصرية.
٥. Benjamin, M. and Siegel, (1964), Modern Developments in Electron Microscopy, (Academic Press: New York and London).
٦. Agar, A.W, Alderson, R.H and Chesco, D., (1974), Principles and Practice of Electron Microscope Operation (North Holland).
٧. الشافعي، طالب محسن عباس، (٢٠٠٧)، دراسة حاسوبية في تصميم عدسات المجهر الالكتروني النفاذ، أطروحة

،كلية التربية، الجامعة المستنصرية.

٨. Cleaver, J.R.A. (1980), Optik 57: 9 -34.

٩. الجبوري، وسن جواد كاظم، (١٩٩٥)، تصميم العدسة الشبكية الثنائية القطب اللامتناظرة المشبعة مغناطيسيا لمسار الأشعة المرقيب، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، الجامعة المستنصرية.

10. دريقان، سامي جمعان سالمين، (٢٠٠١)، توليف العدسات الالكترونية بمساعدة الحاسوب باستخدام دوال تحليلية محددة مسبقا أطروحة ماجستير، كلية التربية، الجامعة المستنصرية.

١١. البطاط، على هادي، (١٩٩٦)، التصميم العكسي للعدسات المغناطيسية باستخدام مجال مغناطيسي محدد، أطروحة ماجستير، كلية التربية، الجامعة المستنصرية.

1٢. Szilagyi, M. (1988) Electron and Ion optics, Plenum Press: New York.

1٣. Al-Obaidi, H. N., (1999), Journal of Education College, Al-Mustansiriyah University, 3: 35-46.

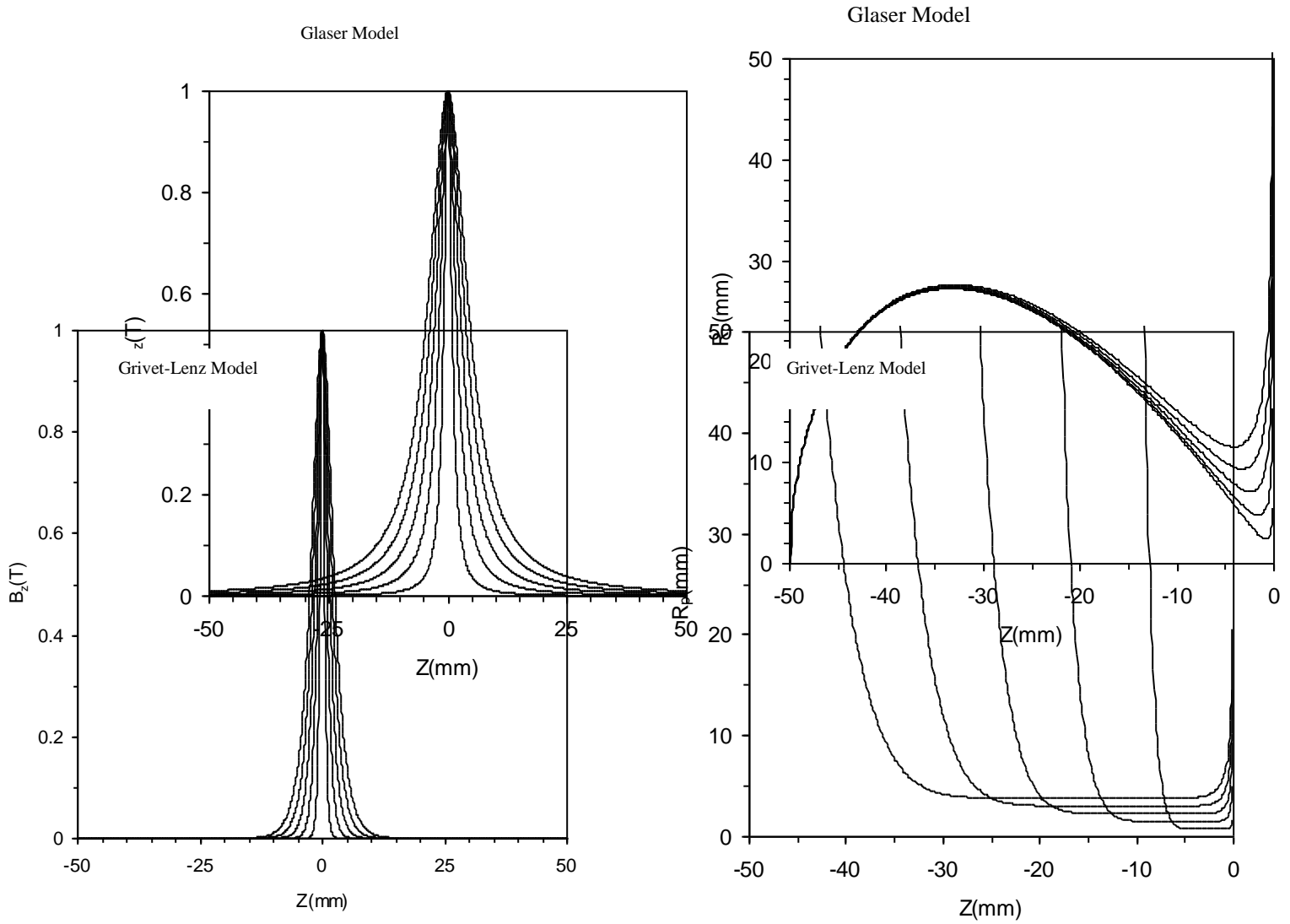
1٤. Knell, G. and Plies, E.(1999), Nucl. Instr. And Meth. A427: 99-103.

جدول (١): أفضل خواص بؤرية شبيئية وقدرة تحليل لعدسات مشبعة لمجموعة من الباحثين

نوع العدسة	δ (nm)	C_c (mm)	C_s (mm)	F_o (mm)	B_z (T)
العدسة الحلقية	0.12	1.9	1.7	2.7	١
العدسة ثنائية القطب المخروطي المقطع المتناظرة	0.13	4.4	2.4	7	5
خالية من الحديد	0.14	7.3	2.9	13	1.78
أحادية القطب المخروطي بوجه كروي	0.13	4.3	1.85	7.6	2.5
ثنائية القطب المخروطي بوجه كروي	٠,١٤	٢,٤٥	٢,٦	٤,٠٥	٣,٦
أحادية القطب الكروي ذو ملفين	٠,١٢	٣,٥	١,٦	٦	٥
ثنائية القطب الكروي اللامتناظرة	١,١٣	٣,٣	٢,٣	٤,٧	٥,٧
ثنائية القطب الكروي المتناظرة	٠,١٤	٢,٨٤	٣,١	٤,٢٨	٣,٧
ثنائية القطب الكروي اللامتناظرة	٠,١٠	٠,٩	٠,٦٥	١,١٢	٤,١٤

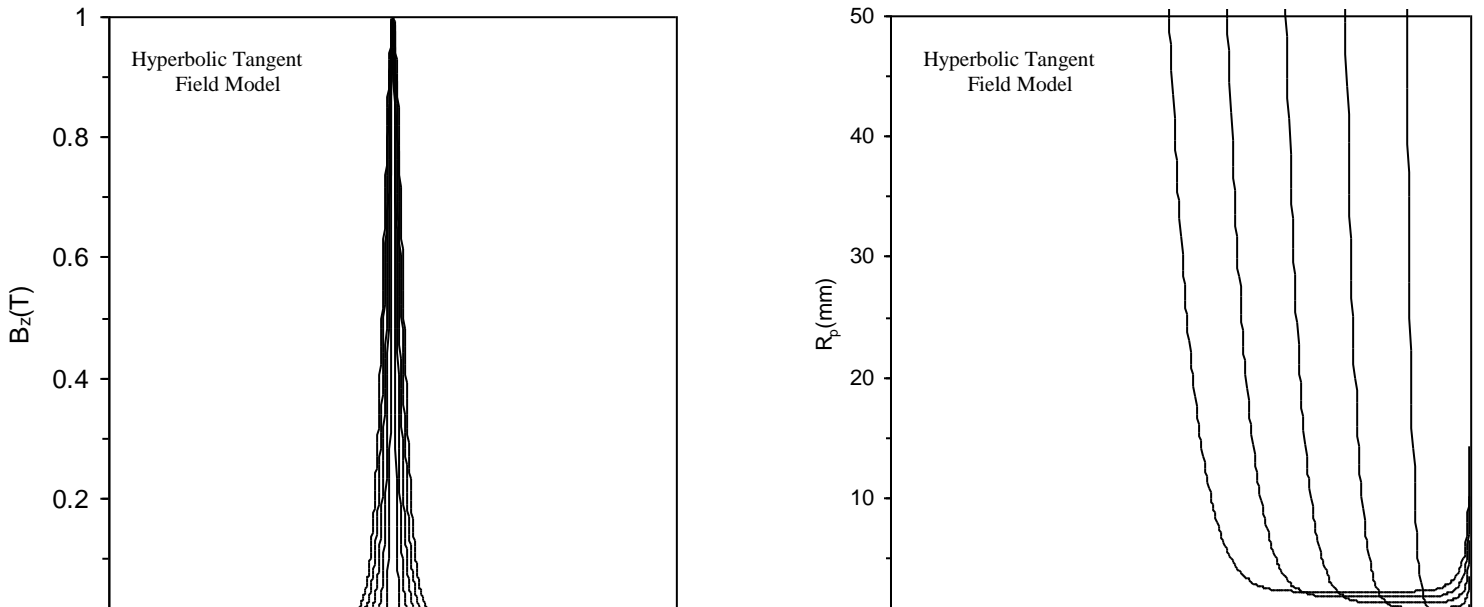
جدول (٢): الخواص البؤرية الشبئية (F_o, C_s, C_c) ، تهيح العدسة NI ، فولتية التعجيل المصححة نسبيا V_r ، الطول الموجي للحزمة الالكترونية المحسوب من المعادلة [3] وقدرة تحليل العدسات المغناطيسية الثنائية القطب المتناظرة المحسوبة من المعادلات [5], [6] و [7] للنماذج الأربعة عند القيم $(W=1,2,3,4,5mm, L=100mm, B_m=1T, NI/V_r^{1/2}=20)$.

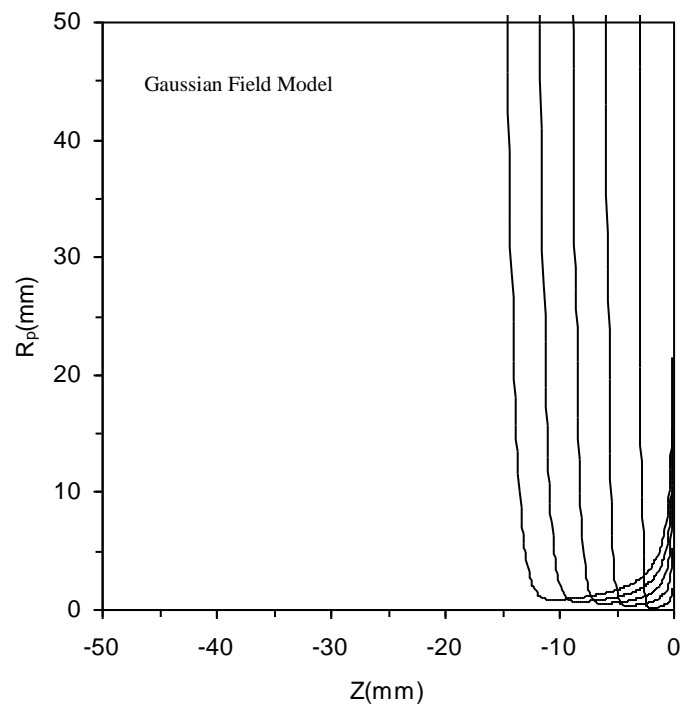
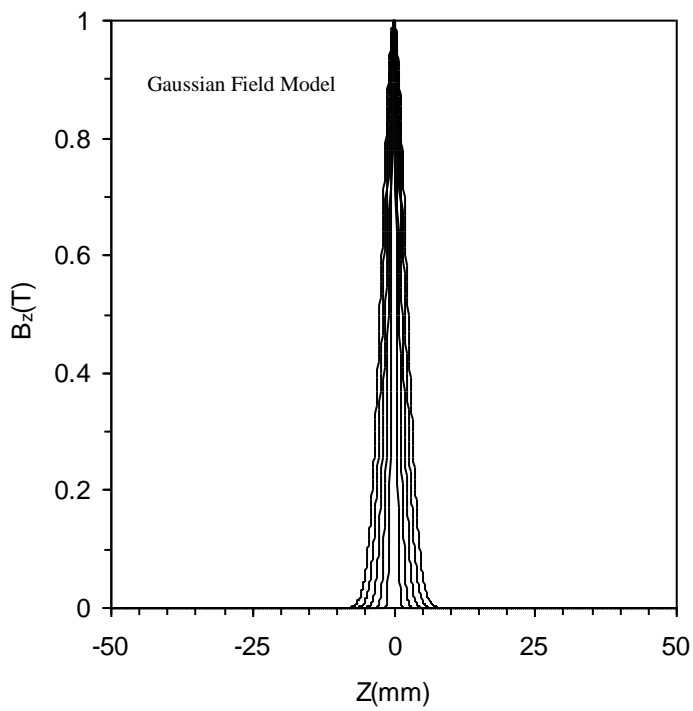
Glaser Bell-Shaped Model									
W(mm)	$V_r \times 10^5$ (Volt)	$NI \times 10^4$ (A.t)	F_o (mm)	C_s (mm)	C_c (mm)	$\lambda \times 10^{-2}$ (nm)	δ (nm)Eq.(5)	δ (nm)Eq.(6)	δ (nm)Eq.(7)
1	0.152297	0.2468175	1.11	0.49	0.73	0.9924	0.5823	0.5075	0.3577
2	0.5935907	0.4872743	2.19	0.95	1.43	0.5027	0.4126	0.3595	0.2534
3	1.3009957	0.7213863	3.26	1.39	2.13	0.3396	0.3381	0.2946	0.2077
4	2.2523499	0.9491786	4.31	1.81	2.8	0.2581	0.294	0.2562	0.1806
5	3.4262649	1.1706861	5.34	2.21	3.46	0.2092	0.264	0.2301	0.1622
Grivet-Lenz Model									
W(mm)	$V_r \times 10^5$ (Volt)	$NI \times 10^4$ (A.t)	F_o (mm)	C_s (mm)	C_c (mm)	$\lambda \times 10^{-2}$ (nm)	δ (nm)Eq.(5)	δ (nm)Eq.(6)	δ (nm)Eq.(7)
1	0.022693	0.0952744	0.43	0.22	0.31	2.571	0.9734	0.8482	0.598
2	0.0907721	0.1905488	0.84	0.39	0.58	1.2855	0.6678	0.582	0.4102
3	0.2042372	0.2858231	1.25	0.57	0.85	0.857	0.5418	0.4721	0.3328
4	0.3630883	0.3810975	1.66	0.76	1.13	0.6427	0.4692	0.4088	0.2882
5	0.5673255	0.4763719	2.07	0.95	1.42	0.5142	0.4207	0.3666	0.2585
Hyperbolic Tangent Field Model									
W(mm)	$V_r \times 10^5$ (Vol t)	$NI \times 10^4$ (A.t)	F_o (mm)	C_s (mm)	C_c (mm)	$\lambda \times 10^{-2}$ (nm)	δ (nm)Eq.(5)	δ (nm)Eq.(6)	δ (nm)Eq.(7)
1	0.0122893	0.0701123	0.31	0.16	0.22	3.4937	1.3348	1.1632	0.8199
2	0.0491574	0.1402246	0.6	0.29	0.41	1.7468	0.9361	0.8157	0.575
3	0.110604	0.2103369	0.9	0.44	0.63	1.1646	0.7643	0.6661	0.4695
4	0.1966294	0.2804492	1.19	0.58	0.83	0.8734	0.6605	0.5756	0.4058
5	0.3072334	0.3505615	1.5	0.73	1.04	0.6987	0.592	0.5159	0.3637
Gaussian Field Model									
W(mm)	$V_r \times 10^5$ (Volt)	$NI \times 10^4$ (A.t)	F_o (mm)	C_s (mm)	C_c (mm)	$\lambda \times 10^{-2}$ (nm)	δ (nm)Eq.(5)	δ (nm)Eq.(6)	δ (nm)Eq.(7)
1	0.0179384	0.0847076	0.36	0.2	0.26	2.0892	1.0381	0.9046	0.6377
2	0.0717538	0.1694152	0.72	0.39	0.51	1.4458	0.7294	0.6356	0.4481
3	0.1614459	0.2541228	1.06	0.56	0.75	0.9639	0.5891	0.5133	0.3619
4	0.287015	0.3388303	1.42	0.76	1	0.7229	0.5124	0.4465	0.3148
5	0.4484609	0.4235379	1.77	0.94	1.25	0.5783	0.4571	0.3983	0.2808



شكل (1) توزيعات كثافة الفيض المغناطيسي المحوري B_z وأشكال الأقطاب لأنموذجي كلارز وكرفت-لنز عند القيم

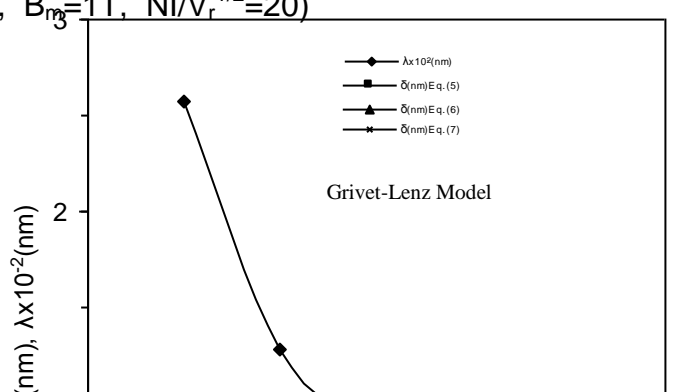
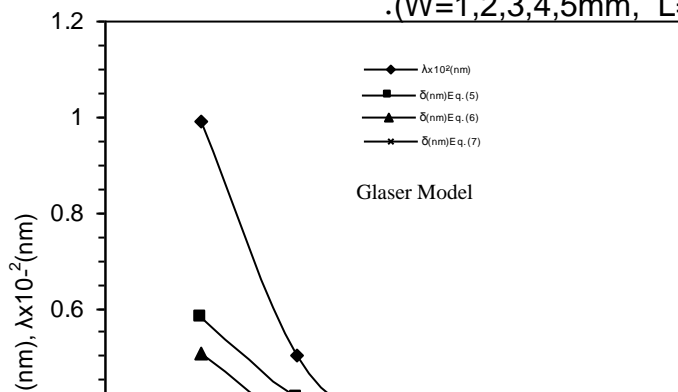
$$.(W=1,2,3,4,5\text{mm}, L=100\text{mm}, B_m=1\text{T}, NI/V_r^{1/2}=20)$$

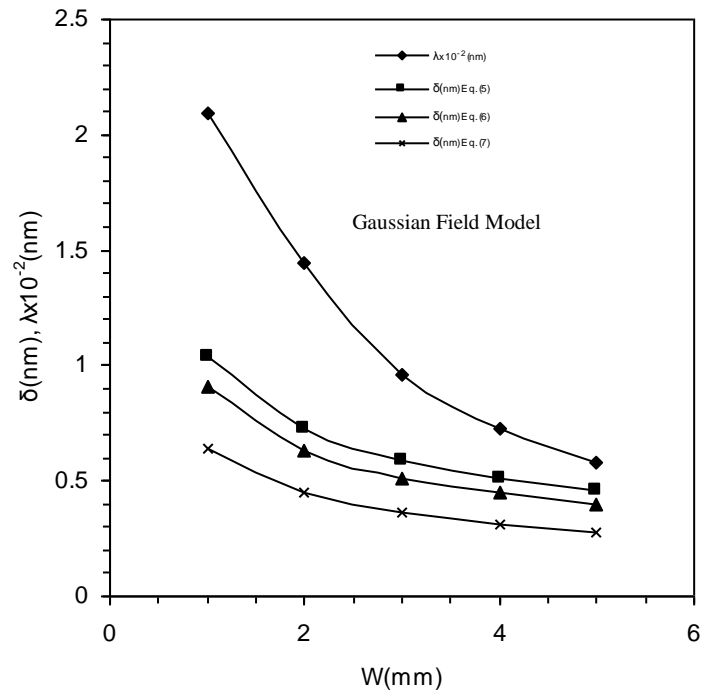
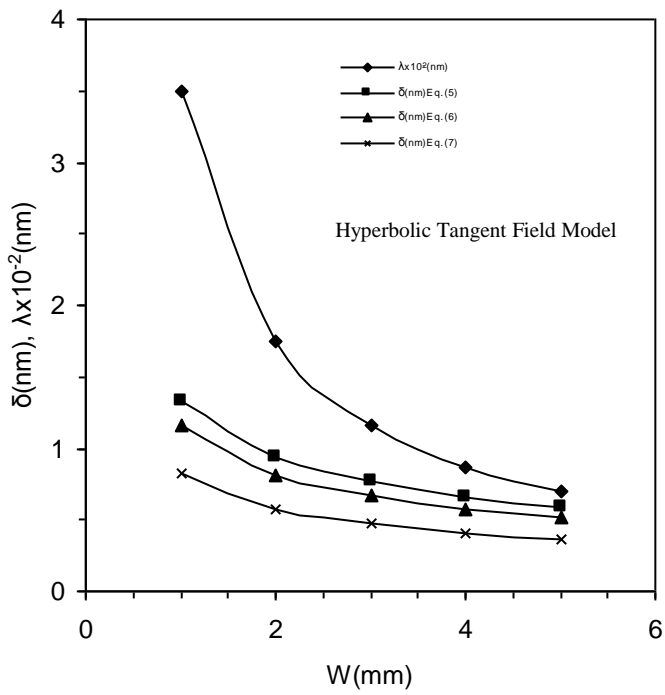




شكل (2) توزيعات كثافة الفيض المغناطيسي المحوري B_z وأشكال الأقطاب لأنموذجي الظل الزائدي وكاوس عند القيم

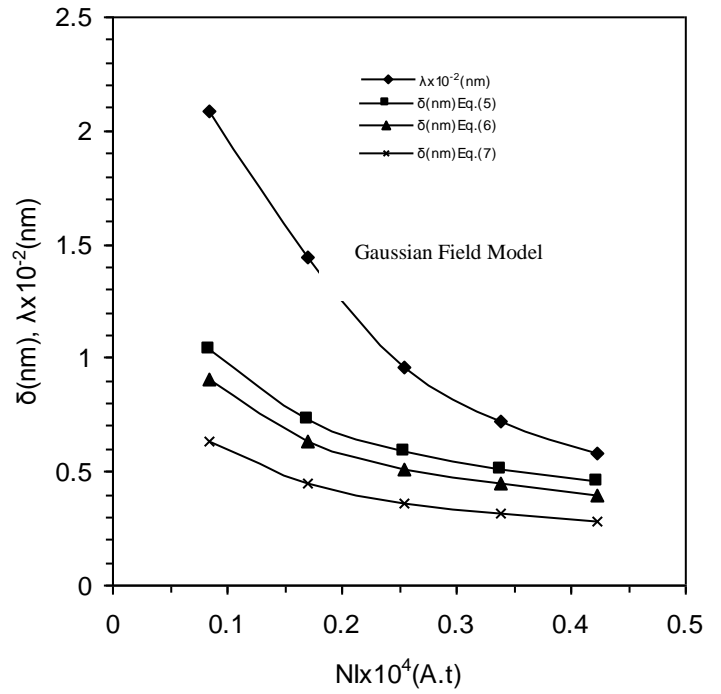
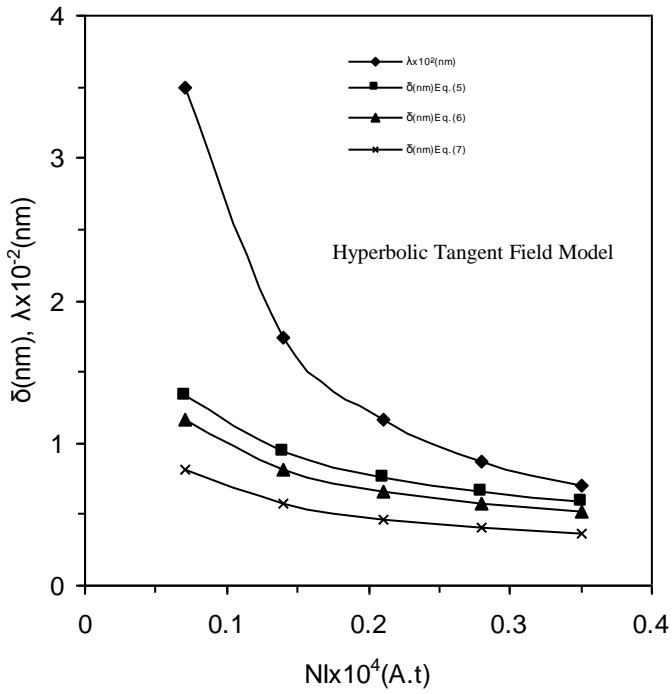
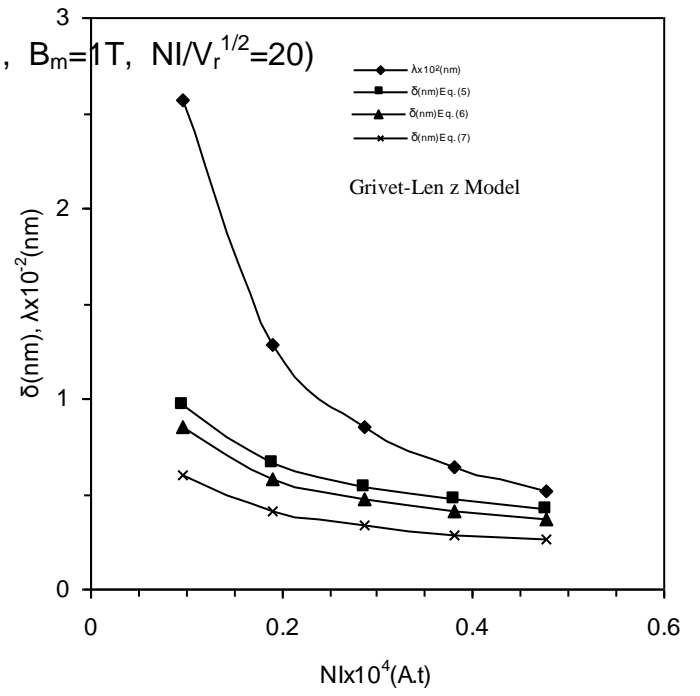
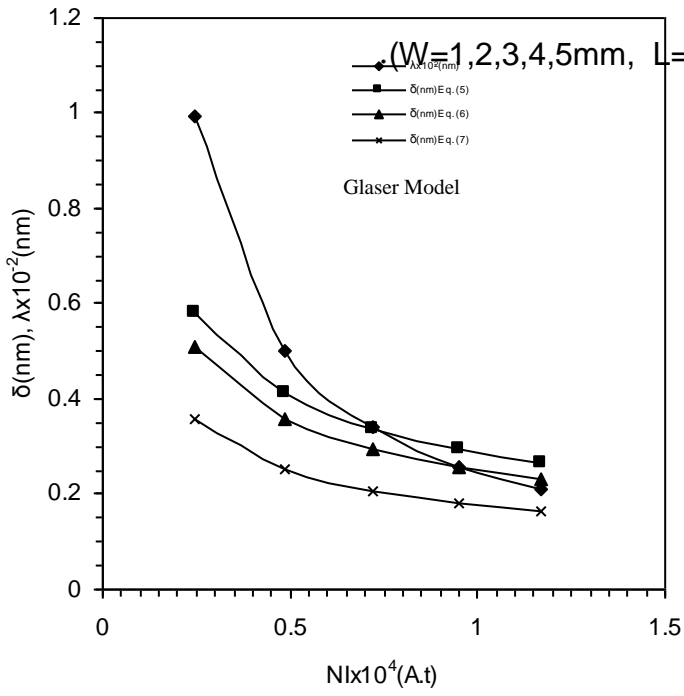
$(W=1,2,3,4,5\text{mm}, L=100\text{mm}, B_m=1\text{T}, NI/V_r^{1/2}=20)$



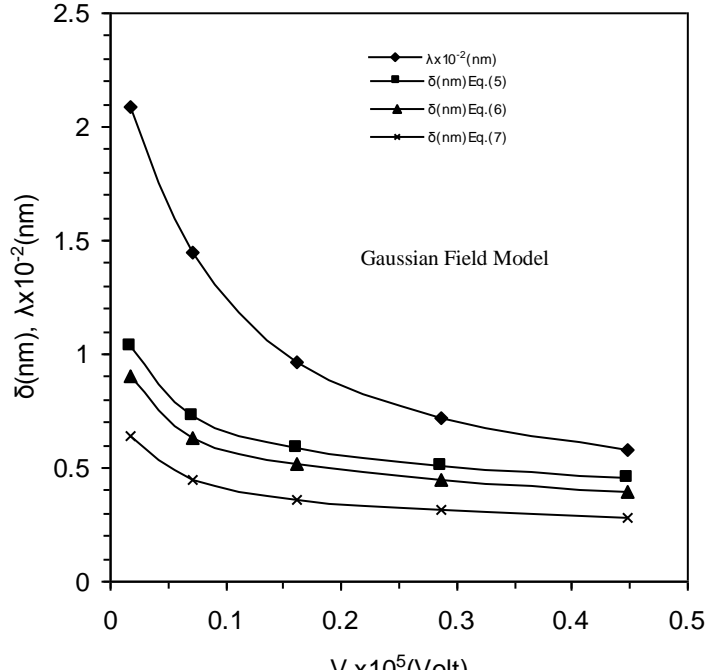
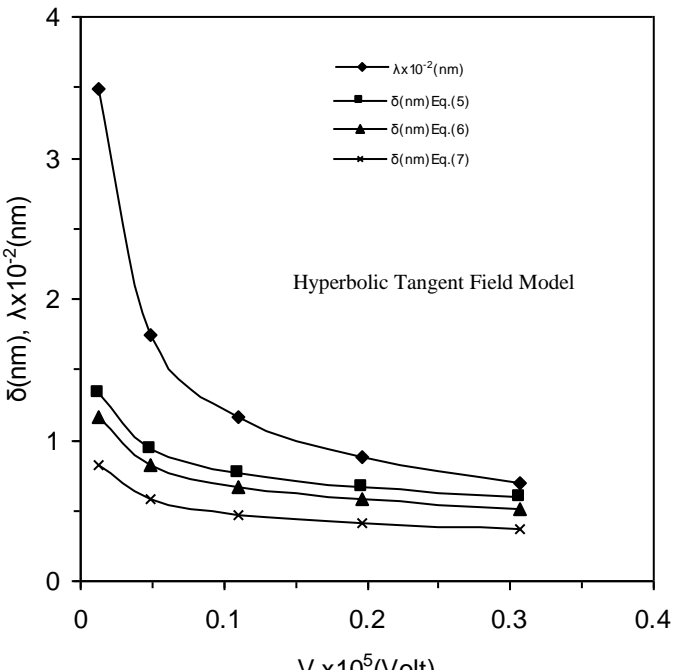
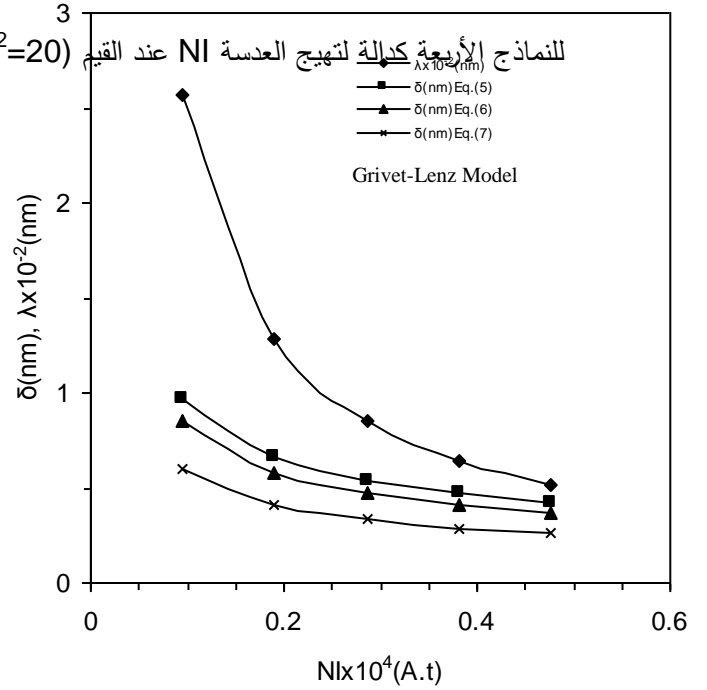
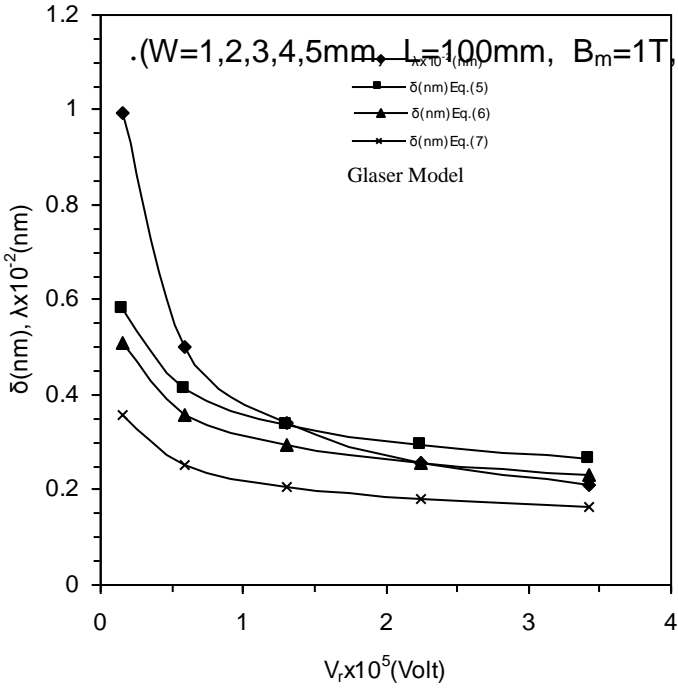


شكل (٣) قدرة التحليل المحسوبة من المعادلات [5], [6], و [7] والطول الموجي للحزمة الالكترونية

الداخلة مجال العدسات للنماذج الأربعة كدالة لعرض نصف المجال المغناطيسي المحوري W عند القيم

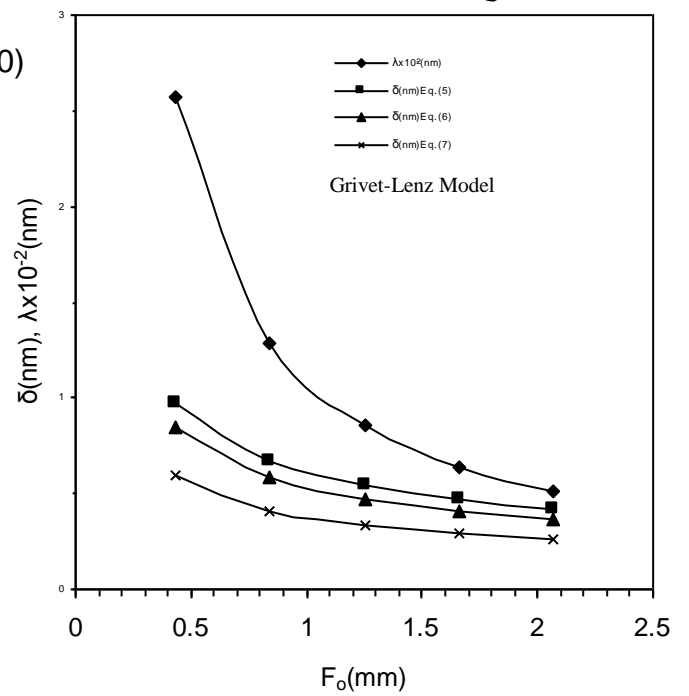
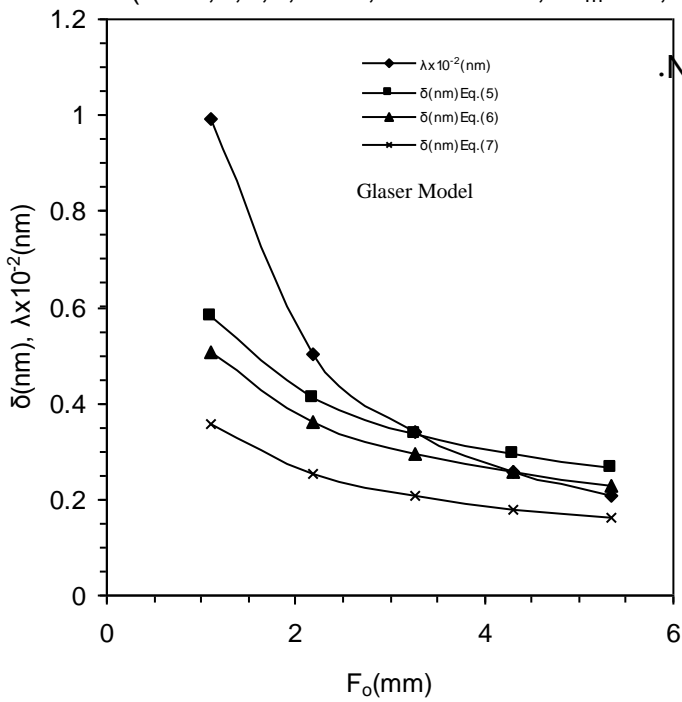


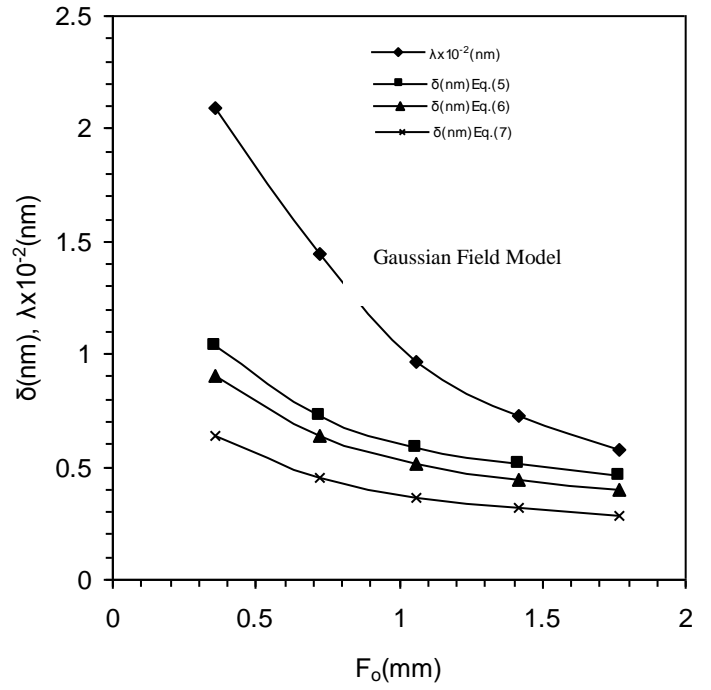
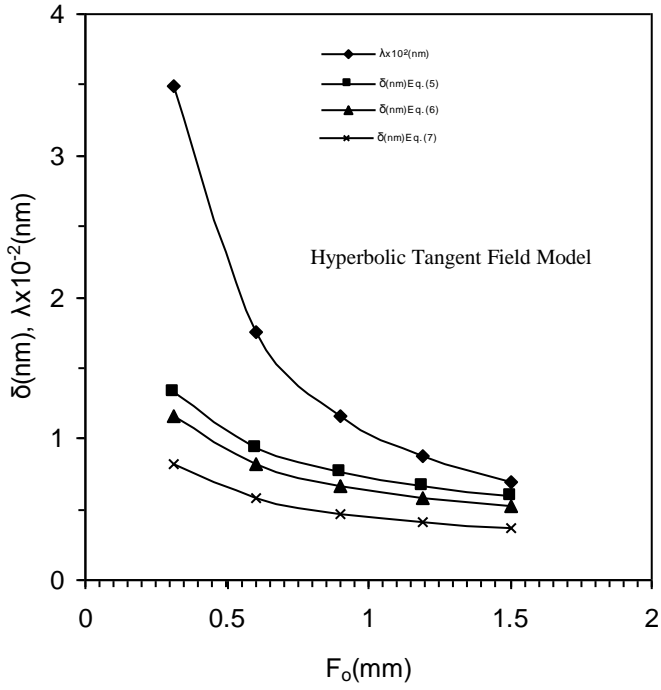
شكل (٤) قدرة التحليل المحسوبة من المعادلات [5], [6] و [7] والطول الموجي للحزمة الالكترونية الداخلة مجال العدسات



شكل (5) قدرة التحليل المحسوبة من المعادلات [5], [6], و [7] والطول الموجي للحزمة الالكترونية الداخلة مجال العدسات

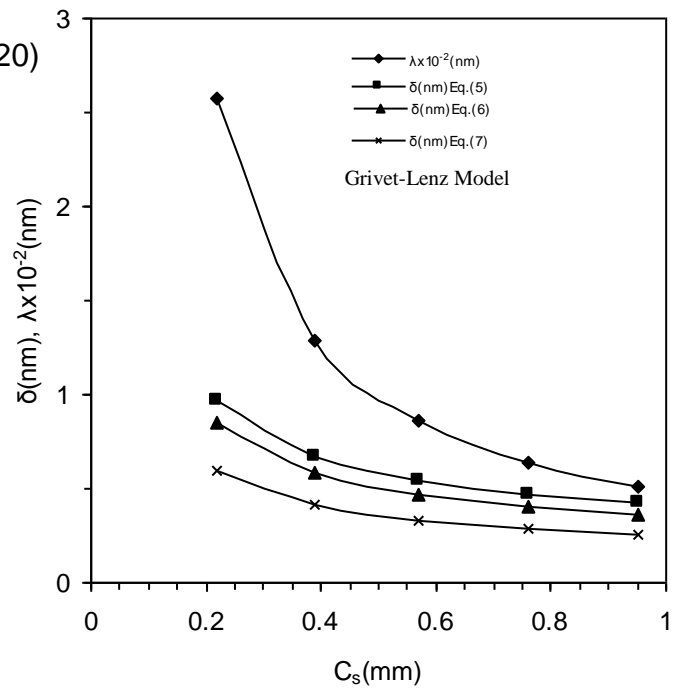
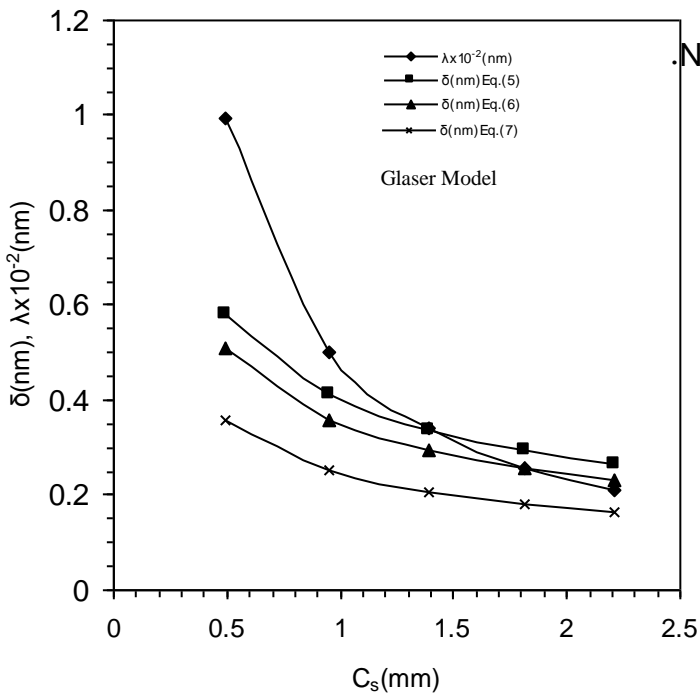
للمناذج الأربعة كدالة لفولتية التعجيل المصححة نسبيا V_r عند القيم $(W=1,2,3,4,5\text{mm}, L=100\text{mm}, B_m=1\text{T}, \cdot NI/V_r^{1/2}=20)$

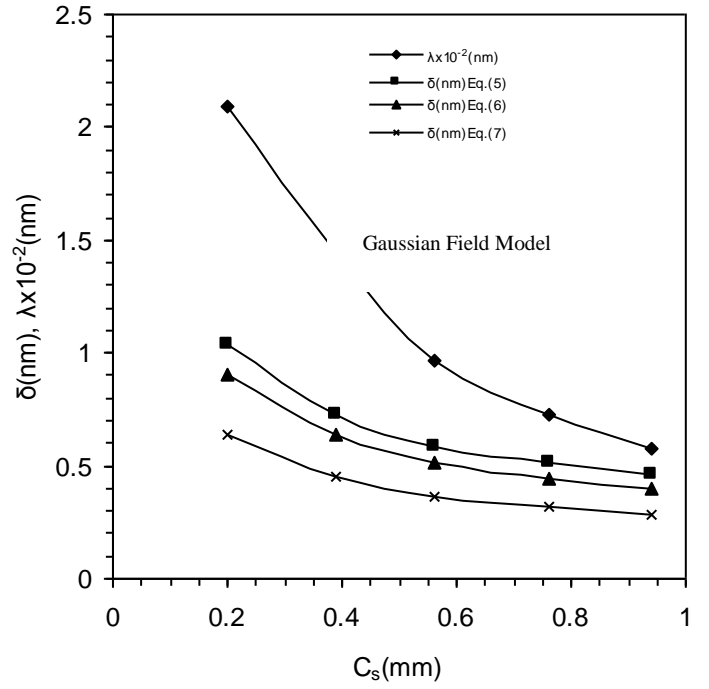
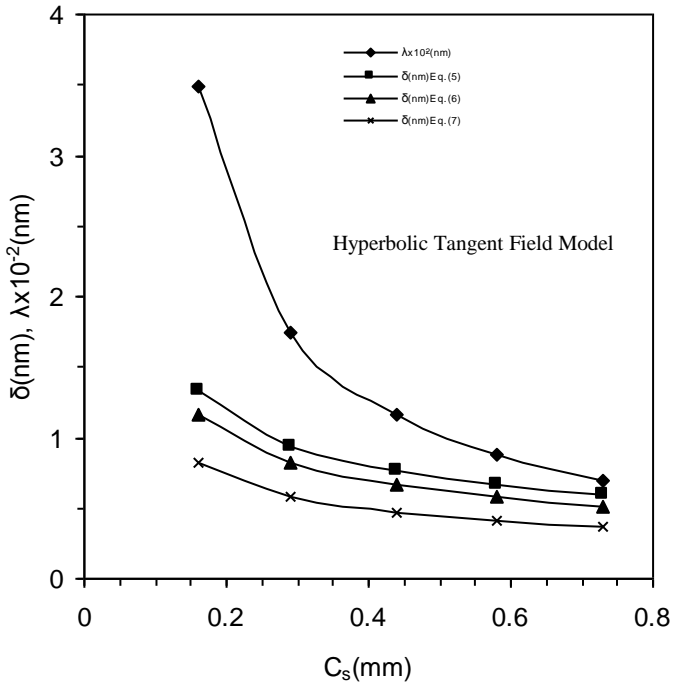




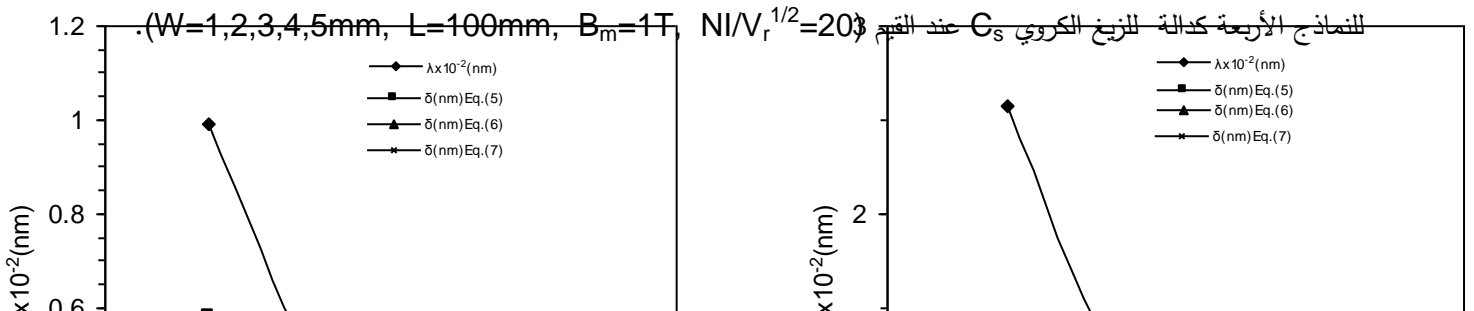
شكل (6) قدرة التحليل المحسوبة من المعادلات [5], [6] و [7] والطول الموجي للحزمة الالكترونية الداخلة مجال

العدسات للنماذج الأربعة كدالة للبعد البؤري الشبني F_0 عند القيم $(W=1,2,3,4,5\text{mm}, L=100\text{mm}, B_m=1\text{T})$

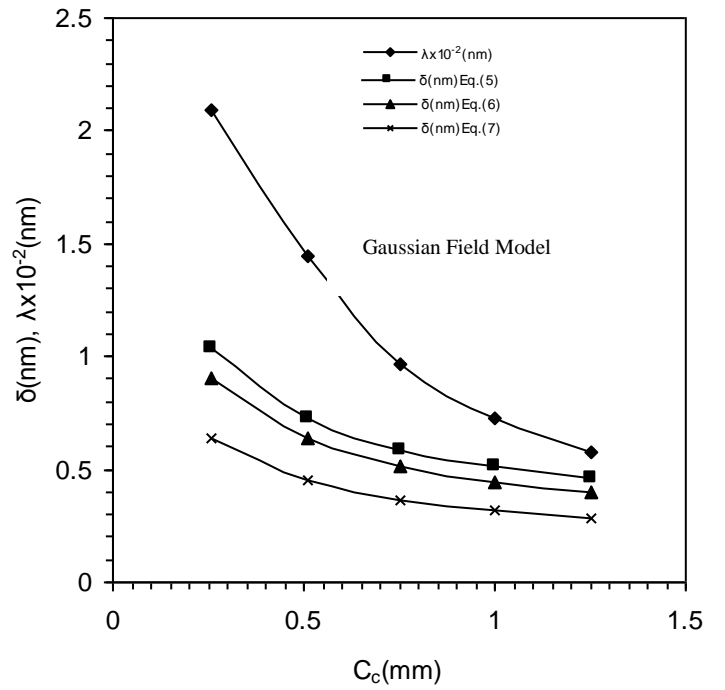
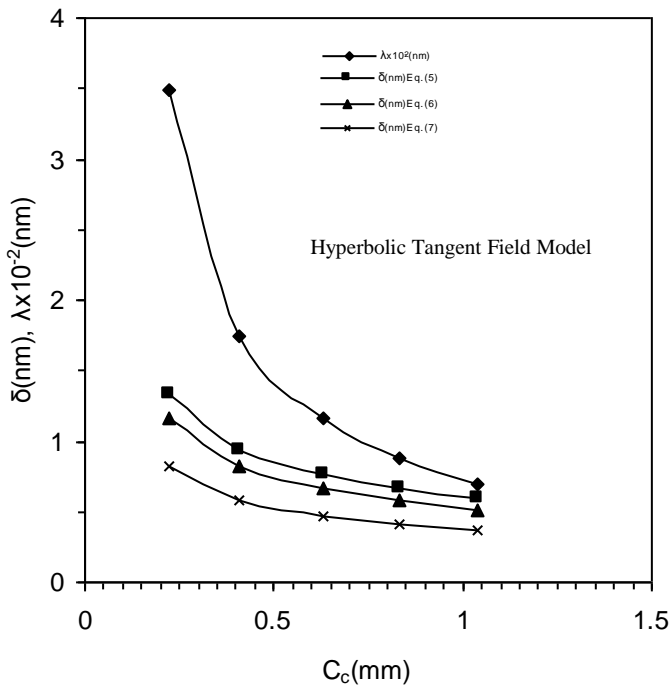




شكل (7) قدرة التحليل المحسوبة من المعادلات [5], [6], و [7] والطول الموجي للحزمة الالكترونية الداخلة مجال العدسات



شكل (8) قدرة التحليل المحسوبة من المعادلات [5], [6], و [7] والطول الموجي للحزمة الالكترونية الداخلة مجال العدسات للنماذج الأربعة كدالة للزيغ اللوني C_c عند القيم ($W=1,2,3,4,5\text{mm}$, $L=100\text{mm}$, $B_m=1\text{T}$, $NI/V_r^{1/2}=20$).



Calculating the Resolving Power For Symmetrical Double Pole Piece Magnetic Lenses By Using A Preassigned Analytical Functions

M.J.Yaseen, H.S.Hasan

Department of Physics, College of Education, University of Al-Mustansiriya

Department of Physics, College of Medicine, University of Al-Nahrain

Abstract

In this theoretical paper and depending on the optimization synthesis method for electron magnetic lenses a theoretical computational investigation was carried out to calculate the Resolving Power for the symmetrical double pole piece magnetic lenses, under the absence of magnetic saturation, operated by the mode of telescopic operation by using symmetrical magnetic field for some analytical functions well-known in electron optics such as Glaser's Bell-shaped model, Grivet-Lenz model, Gaussian field model and Hyperbolic tangent field model.

This work can be extended further by using the same or other models for asymmetrical or symmetrical axial magnetic field under magnetic saturation or absence of magnetic saturation, operated by other modes operation.