

تحديد العوامل المؤثرة في العدسات الجذبية ودراسة التأثير المتبادل بينها

مؤيد عزيز العبيدي
سولاف عجيل السبعوي
جامعة الموصل - كلية العلوم

الخلاصة: تضمن البحث في مقدمته عرضاً لأهمية العدسات الجذبية في الدراسات الكونية والفلكية مع موجز تاريخي لتطور نظرية العدسة الجذبية ومفاهيمها. وتم تحديد العوامل الفاعلة باستخدام النموذج الهندسي للعدسة الجذبية النقطية. كما تمت دراسة شدة تأثير الأبعاد الهندسية التي هي -بعد المصدر عن الراصد وبعد العدسة عن الراصد وبعد المصدر عن العدسة وعرض الحزمة - في بعد الصورة عن المصدر بأخذ تغاير بعد الصورة نسبة إلى كل بعد منها. وتوصلنا إلى أن شدة هذه التأثيرات تقترب من الصفر عند الأبعاد الكبيرة جداً، باستثناء شدة تأثير البعد بين العدسة والمصدر الذي يكون ثابتاً. وقد تم تفسير هذا السلوك.

كلمات مفتاحية: عوامل مؤثرة ، العدسات الجذبية ، التأثير المتبادل .

المقدمة

تعتبر العدسات الجذبية تطبيقاً طبيعياً لمبدأ انحناء الضوء بتأثير المجال الجذبي. لذا امتلكت أهمية خاصة في الدراسات المعنية بالنظرية النسبية العامة وعلم الكون . وكان حلها للعديد من المشاكل في الفيزياء الفلكية قد جعلها أداة فعالة في العديد من فروع علم الفلك⁽¹⁾ . وهي مهمة في الدراسات الكونية المعاصرة باعتبارها مختبراً كونياً لدراسة التشوهات الجذبية في الفضاء المسطح. هذا فضلاً عن أن عدسات العناقيد المجرية تتصرف كنسكوب طبيعي يمكننا من مشاهدة الأجسام البعيدة جداً⁽²⁾ ، كما أن الصور المفردة تستخدم كاختبار للثابت الكوني⁽³⁾ ، في حين يستفاد من مشاهدات الانحناء الجذبي (gravitational lensing) القوي لإيجاد ثابت هبل^(4,5,6) والكشف عن المادة السوداء⁽⁷⁾ .

وتستخدم دراسة الانحناء الجذبي في دراسة توزيع الكتلة في الكون⁽⁸⁾ لأن انحناء الضوء يعتمد على الكتلة المولدة للمجال وانتشارها . ولقد استعملت العدسات وبنجاح في رسم خرائط التوزيعات الكتلية المتوقعة في العناقيد المجرية التي تتصرف كعدسات جذبية^(9,10,11) . فضلاً عن أن الانحناء الجذبي يساعد في دراسة المصادر والعدسات و الفضاء بينهما. إذ أن دراسة خطوط امتصاص الضوء - من قبل الغازات الموجودة في داخل المجرة - تعطي معلومات عن هندسة السحابات الداخلية للمجرة. ومن الممكن للصور المتعددة أن تعطي معلومات عن حجم الكون من خلال قياس زمن التأخير بين صور العدسة⁽⁴⁾

تعد نظرية انحناء الضوء⁽¹²⁾ [Einstein,1916] الأساس النظري الذي تقوم عليه تفسيرات العدسات الجذبية. فقد اقترح⁽¹³⁾ بأنه ربما يكون وجود الصور المتعددة نتيجة لوجود الانحناء. وانه يمكن للمراقب ان يكتشف صورة ابتدائية للنجم الأكثر بعداً بالإضافة إلى صورة خيالية على الجانب الآخر للنجم الأقرب . ولكن أول من استعمل كلمة عدسة كان⁽¹⁴⁾ في سياق الكلام عن انحناء الضوء حول الأجسام الهائلة . وكان بحث⁽¹⁵⁾ أول بحث منشور عما عرف لاحقاً بحلقة آينشتاين، حيث اعتبر ان وجود نجمين مصطفين بالضبط في مواجهة المراقب و تفصلهما مسافة كبيرة سيؤدي إلى تشكيل نجمة مزدوجة خيالية . وتوقع انه إذا كان هناك نجوم متعددة فستظهر الصور الثانوية لهذه النجوم معكوسة كما في المرآة . وإذا كان المراقب والنجم الذي بالمقدمة والنجم الخلفي واقعون على خط واحد فسوف لا تكون هناك صورة ثانوية بل حلقة مضيئة من النجم الخلفي تتمركز حول النجم الذي بالمقدمة . ونشر⁽¹⁶⁾ اختباراً آخر للنسبية العامة وانحناء الضوء القادم من نجم خلفي بعيد من قبل نجم بالمقدمة وتوقع فيه ظهور الحلقة .

واستنتج⁽¹⁷⁾ صيغ الانحناء في النسبية والحالات النيوتنية . وبحث⁽¹⁸⁾ احتمالية حدوث الانحناء الجذبي نتيجة للوجود المجرات أو سدم خارج المجموعة الشمسية. واستنتج بان السدم خارج المجموعة الشمسية هي المرشح الأكثر احتمالاً لملاحظة أحداث الانحناء

الجذبي . كما ان ملاحظة احداث الانحاء الجذبي ليست مجرد اختبار لصلاحية النسبية العامة ولكن تأثير العدسة يعمل كتلسكوب طبيعي يمد بصرنا الى ابعد مما هو ممكن الان ، كما تزودنا بطريقة مباشرة لحساب كتل المجرات (السديمية). ثم بحث (19) في 1937، احتمالية اكتشاف المجرات التي تعمل كعدسات جذبية.

. وكان اول من ربط الكوازرات بالعدسات الجذبية(20) حيث اقترح ان الكوازرات هي نوى لمجرات سيفرت Seyfert وتبقى من خلال مجرات تقع في المقدمة تعمل كعدسات جذبية. وبحسب(21) فان Yu G. Klimov بحث مفهوم انحاء المجرات بواسطة المجرات واستنتج ان متى ما كانت المجرات واقعة على خط واحد فان الحلقة الناتجة ستكون مرئية . اما(22) فقد ركز وبشكل خاص على العناقيد النجمية الكروية و انحاء النجوم ضمن درب التبانة ، وانحاء النجوم نجوم . وابتكر محاكاة لتأثيرات الانحاء المايكروي . حيث كان قادرا على حساب شكل وتصميم العدسة الفيزيائية الفعلية التي تكرر تأثير العدسات الجذبية في الفضاء . Refsdal [1964] درس(23) احتمالية استعمال الانحاء الجذبي لايجاد ثابت هبل وتوزيع الكتلة وطبق تأثير الانحاء الجذبي على سوبر نوبا تقع بعيدا وراء مجرة بعيدة و بين انه قريبا من خط الرؤية للمجرة يمكن للضوء القادم من السوبر نوبا ان يسلك طريقين مختلفين الى المراقب ويمكن قياس الفرق في زمن الوصول Δt . واستعمل لحساب ثابت هبل

$$t = 1/H_0 \dots\dots\dots (1)$$

وعاد(24) ليفترض انحاء نجم -نجم ولكنه وجه انتباهه باتجاه زمن التأخير للصور الناتج عن عدم ترتيب النجوم . و أكد بانه يمكن استعمال البصريات الهندسية في افتراضات تأثير الانحاء الجذبي .

بعد هذا التاريخ توقف البحث في العدسات الجذبية حتى عام 1979 حيث تم اكتشاف الكوازار المضاعف(25) 0957-561 الذي كان في الحقيقة كوازارا واحدا عانى من الانحاء . وتوصلوا لذلك لانه كان للصورتين اطيفاا متماثلة ونفس النسبة للفيض البصري على الفيض الراديوي والصورتان مفصولتان بزواوية (6)ثانية قوسية ونفس الزحزحة الحمراء $z=1.4$ واكتشفت مجرة وسط عنقود مجري عند $z \sim 0.39$.

ذكر(26) ان كوازارا انقسم الى اربع صور (PG115+080) . وكان قد تم اكتشاف حلقة اينشتاين في 1986 وفي نفس السنة تم اكتشاف اول مثال على مجرات عانت من الانحاء بواسطة العناقيد المجرية اكتشفت في Abell 370.

الوصف الهندسي للانحاء ومعادلة العدسات

لنأخذ الشكل (1) الذي يتبين منه انه بالامكان تقسيم نظام العدسة الى ثلاث مستويات - كما هو الحال في البصريات-، هي، مستوي المصدر، ومستوي العدسة ،ومستوي الراصد. ويوضح الشكل ان شعاع الضوء القادم من مصدر البعيد (S) سيعاني من انحاء في مساره بزواوية $\hat{\alpha}(b)$ عند العدسة (L) ومن ثم يصل الى المشاهد(O) . وبافتراض ان الخط الواصل بين المشاهد والعدسة يمثل المحور البصري ستكون الزاوية التي تقع بين المحور البصري الافتراضي والموقع الحقيقي للمصدر (S) هي β التي تمثل الموقع الزاوي للمصدر . والزاوية التي تقع بين المحور البصري الافتراضي والصورة (P) هي θ التي تمثل الموقع الزاوي للصورة . ومسافة القطر الزاوي التي تبعد بها العدسة عن المشاهد (D_L) ومسافة القطر الزاوي التي تبعد بها المصدر عن المشاهد (D_S) ومسافة القطر الزاوي بين العدسة والمصدر (D_{LS}). والمسافة الخطية بين المصدر (S) والموقع البصري الافتراضي هي (q) في مستوي المصدر، وهي (b) الذي هو عرض الحزمة (impact parameter) وفي مستوي العدسة . ويرتبط المتجهان (q,b) بالعلاقة(27)

$$q = \frac{D_s}{D_L} b - D_{LS} \hat{a}(b) \dots\dots\dots (2)$$

$$\hat{a}(q) = \frac{D_{LS}}{D_s} \hat{a}(b) \quad (4)$$

في المعادلة (2) سنحصل على معادلة العدسات

$$\beta = \theta - \alpha(\theta) \dots\dots\dots (5)$$

التي تربط بين الزاوية المنخفضة و مواقع الصور والمصدر .

المعادلة (5) ليست خطية بسبب تحذب الفضاء. اذا ان $(DLS \neq DS - DL)$ في الفضاء المحدب

وتبقى هذه المعادلة صحيحة- في كون فردمان (Friedmann)، ليمتير (Lemaitre) روبرتسون (Robertson)، والكر (Walker)، (FLRW) - اذا ما تم استبدال المسافات الخطية الفاصلة بمسافات القطر الزاوي وفق العلاقة (المسافة الفاصلة = الزاوية \times نصف القطر) لنحصل على

$$\beta = q/D_s \quad (3 a)$$

$$\theta = b/D_L \quad (3 b)$$

اذا استخدمنا الان (3 a) و (3 b) و العلاقة بين زاوية الانحاء المنخفضة $\alpha(\theta)$ وزاوية الانحاء $\hat{\alpha}(b)$

يتضح من هذه المعادلة ان اتجاه التغيرات معاكس لما يولده ، وان شدة تأثير بعد المصدر تتضاءل بقوة تريبعية عكسية . وهو ما يعني ان بعد المصدر يفقد تأثيره في بعد الصورة عندما يقترب من اللانهاية وهذا ما يوضحه الرسم البياني للمعادلة (10) - الشكل (2) - .

الحالة الثانية: بما ان مسار الضوء من المصدر الى الراصد يكون ضمن فضاء مسطح - باستثناء مساره قرب العدسة الذي يكون محدبا ولكنه قصير جدا مقارنة بالمسار الكلي - فانه بإمكاننا استعمال (DLS = DS - DL) لنحصل من المعادلة (9) على

$$a^p(q) = \frac{4GM}{c^2 b} \left(1 - \frac{D_L}{D_S} \right) \dots\dots\dots(11)$$

والتي يتضح منها انه عندما تكون (DS » DL) يثبت بعد الصورة ونحصل على حلقة تحيط بالعدسة هي حلقة اينشتاين. و تمكنا من دراسة شدة تأثير بعد المصدر (DS) على بعد الصورة (a(q)) بثبوت بعد العدسة (DL) . فباخذ تغير بعد الصورة (a(q)) بالنسبة الى بعد المصدر (DS) نحصل على

$$\frac{\partial a^p(q)}{\partial D_S} = \frac{4GM}{c^2 b} \frac{D_L}{D_S^2} \dots\dots\dots(12)$$

واضح من المعادلة (12) ان شكل تغير شدة تأثير بعد المصدر بثبوت بعد العدسة يماثل ذلك الذي يظهر عند ثبوت البعد بين العدسة والمصدر ولايختلف عنه الا في المقدار واتجاه التغيرات الذي جعله اشبه بالتماثل الانعكاسي له . كما يتضح من الرسم البياني للمعادلة - الشكل (3) - .

تأثير بعد الفاصلة بين العدسة والمصدر (DLS) في بعد الصورة

لمعرفة تأثير بعد العدسة عن المصدر (DLS) في بعد الصورة (a(q)) نأخذ تغير بعد الصورة (a(q)) الى بعد العدسة عن المصدر (DLS) في المعادلة (9)

$$\frac{\partial a^p(q)}{\partial D_{LS}} = \frac{4GM}{c^2 b} \frac{1}{D_S} \dots\dots\dots(13)$$

، تشير المعادلة (13) إلى تغيران تغير موقع الصورة نسبة الى البعد بين العدسة والمصدر يكون تغيرا خطيا. وان شدة تأثير (DLS) في تغير (θ) ونعني ابتعاد او اقتراب الصورة من المصدر يعتمد على DS اعتمادا عكسيا فتكون شدته كبيرة عندما يكون المصدر قريبا والعكس بالعكس.

تأثير عرض الحزمة (b) في بعد الصورة (a(q))

و لان العلاقة بين مواقع المصدر والصور علاقة غير خطية فانه من الممكن الحصول على صور متعددة للمصدر الواحد. يتضح مما بيناه اعلاه ان الذي يتحكم بعدد الصور هو بعد المصدر عن المحور البصري الافتراضي وشكل وكتلة العدسة .

وكما هو معروف فانه في حالة العدسة النقطية المتناظرة كرويا يعبر عن زاوية الانحناء بالعلاقة

$$\alpha(b) = \frac{4GM(b)/c^2}{b} \dots\dots\dots(6)$$

بالتعويض عن (b) من المعادلة (3) في معادلة (6) نحصل على

$$\alpha(b) = \frac{4GM(b)/c^2 \theta}{DL} \dots\dots\dots(7)$$

وستكون زاوية الانحناء المنخفضة- المعادلة (4) -

$$a^p(q) = \frac{4GM D_{LS}}{c^2 q D_L D_S} \dots\dots\dots(8)$$

التي يمكن ان تكتب بالصيغة

$$a^p(q) = \frac{4GM D_{LS}}{c^2 b D_S} \dots\dots\dots(9)$$

المعادلتان (8) و (9) توضحان تأثير الابعاد الهندسية للعدسة - بعد المصدر وبعد العدسة والبعد بين العدسة والمصدر وعرض الحزمة - في المسافة الفاصلة بين الصورة والمصدر. اذ يتضح منهما ان الصورة تقترب من المصدر كلما ازداد بعد المصدر عن الراصد او ازداد بعد العدسة عن الراصد وكلما كان عرض الحزمة كبيرا. في حين تبتعد الصورة عن المصدر بزيادة البعد بين المصدر والعدسة . ولكن السؤال الان هو هل ان شدة تأثير كل بعد من الابعاد الهندسية في موقع الصورة ثابتة؟ .

للجابة عن السؤال اعلاه، ودراسة شدة تأثير كل من هذه العوامل في المسافة الفاصلة بين الصورة والمصدر، سنأخذ تغير بعد الصورة بالنسبة لكل عامل بافتراض ثبات العوامل الاخرى.

تأثير بعد المصدر (DS) في موقع الصورة

سندرس في هذه الفقرة شدة تأثير بعد المصدر في حالتين . الاولى عندما يكون البعد بين المصدر والعدسة (DLS) ثابتا. والثانية عندما يكون بعد العدسة عن الراصد (DL) ثابتا . طبعا عرض الحزمة (b) ثابت في الحالتين.

الحالة الاولى: باخذ تغير (9) بالنسبة لبعد المصدر نحصل على

$$\frac{\partial a^p(q)}{\partial D_S} = -\frac{4GM}{c^2 b} \frac{D_{LS}}{D_S^2} \dots\dots\dots(10)$$

على زاوية الانحناء . و باستثناء تأثير D_{LS} الذي يكون خطيا بحسب المعادلة (13) فان المتغيرات الاخرى تؤثر في بعد الصورة تأثيرات متماثلة من حيث الشكل او النوع ولا تختلف الا في شدة التغيرات كما توضح المعادلات (10,12,14) والاشكال (2,3,4) الخاصة بها

المصادر

1. Wambsganss, J., (2001), "Gravitational Lensing in Astronomy", Max-Planck-Gesellschaft, ISSN, Germany, 1433-8351
2. Narayanan, R., Bartelmann, M. (1997), "Lectures on Gravitational Lensing", in: Formation of Structure in the Universe; edited by A. Dekel and J.P. Ostriker; Cambridge University Press. Also, arXiv.org/ps/astro-ph/9606001v2
3. Futamase, T., Hattori, M., and Hamana, T., (1998), "Gravitationally Lensed Yet Morphologically Regular Images In Clusters of Galaxies as astronomical Tools", APJ, 508, L47-L49.
4. Courbin, F., (2003), "Qasar Lensing: the Observer's Point of View", Gravitational Lensing: a unique tool for cosmology, ASP Conference Series, Vol. xxx,)
5. Williams, L.L.R., Schechter, P.L., (1997), "The quest for the golden lens: Measurement of the Hubble Constant Via Gravitational Lensing— A Review of the Jodrell Bank "Golden Lenses" Workshop", astro-ph/9709059v1
6. Kundic, T., Cohen, J.G., Blandford, R.D. and Lubin, L.M., (1997), "Keck Spectroscopy of the Gravitational Lens System PG 1115+080: Redshifts of Lensing Galaxies", AJ, 114:2.507510,
7. Surdej, J., and Claeskens, J. f., (2001), "the century of Space Science", Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
8. Schneider, P., (2003), "gravitational Lensing as a Probe of structure", arXiv: astro-ph/0306465v1.
9. Trott, C. and Webster R., (2003), "Determining the properties of

لدراسة تأثير عرض الحزمة (b) على بعد الصورة ($a(q)$) نأخذ تغير بعد الصورة ($a(q)$) بالنسبة اليه لنحصل على

$$\frac{\partial a(q)}{\partial b} = - \frac{4GM}{c^2 b^2} \frac{D_{LS}}{D_s} \dots\dots\dots(14)$$

والتي يتضح منها ان شدة تأثير عرض الحزمة مماثل تماما لتأثير بعد المصدر وكما يوضح الرسم البياني - الشكل (4) مع عدم اغفال انه لا يمكن لعرض الحزمة ان ياخذ مقادير كبيرة مماثلة لتلك التي ياخذها بعد المصدر.

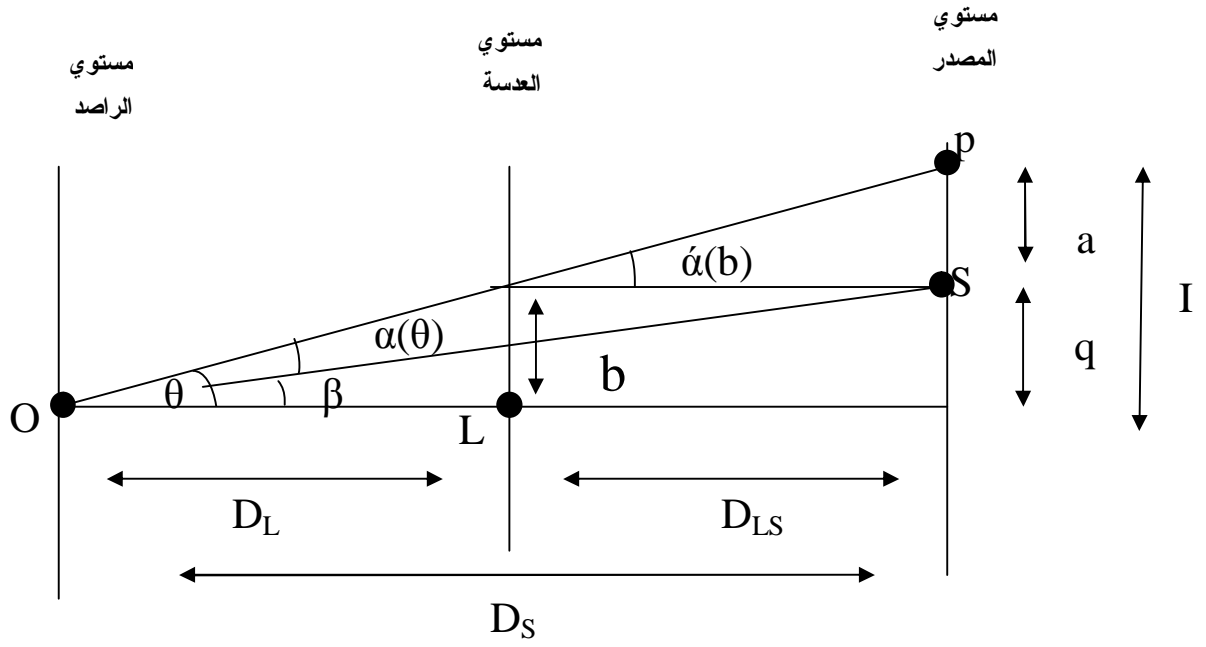
ملاحظة : اعتمدنا في الرسوم البيانية على الابعاد والكتلة التي استخدمها (28) والتي هي: كتلة العدسة ($10^{14} M_{\odot}$) ، نصف قطر العدسة او عرض الحزمة ($10^5 pc$) و بعد العدسة عن المراقب ($10^9 pc$) ، بعد المصدر فهو ضعف بعد العدسة .

المناقشة والاستنتاجات

تشير المعادلة (10) الى ان تغير بعد الصورة عن موقع المصدر يكون تغيرا لا خطيا عندما يتغير بعد المصدر عن الراصد. وتشير الإشارة السالبة الى ان التغيرات يعاكس في الاتجاه ما يولده وهذا ما يجعله مختلفا من حيث الشكل عن التغيرات الموجب الذي يكون موازيا لما يولده. وهذا ما يفسر تباين الشكلين (3,2). على الرغم من اعطائهما نفس المعنى - الذي هو اقتراب التغيرات من الصفر عند تنائي المسافة الى اللانهاية - ومن ثم اذا رسمنا القيم المطلقة سنحصل على اشكال متشابهة . وان تأثير بعد المصدر يتضاءل تربيعيا عندما يبتعد المصدر كثيرا عن الراصد. - كما هو واضح في الشكل (2) -. ويمكن تفسير هذا السلوك على انه ناتج عن تصاعر قيمة (β) الامر الذي يجعلنا اقرب الى حالة نصف قطر اينشتاين $a(q) = q$ الذي تكون فيه الصورة على شكل حلقة مركزها العدسة وهو ما يتطابق مع (16,15). كما يمكن تفسيره على انه حين تقترب (β) من الصفر فان تباعد المصدر سيؤدي الى تغيرات طفيفة جدا في (θ) الامر الذي يؤدي الى تغيرات طفيفة جدا في $\alpha(\theta)$ بتأثير بعد المصدر.

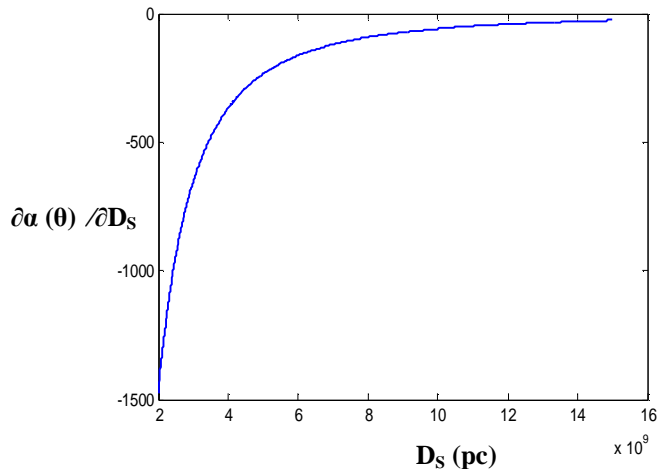
نلاحظ من الشكلين (3) و(4) ان اعتمادية قرب المصدر من العدسة نقل عندما يكون بعد المصدر كبيرا، وهذا يدل على تأثير زاوية اقتراب الاشعة من العدسة على زاوية الانحناء الذي يقل كلما ابتعد المصدر عن العدسة. ولهذا كان افتراض المصدر البعيد جدا ضروري في دراسة العدسات الجذبية واشتقاق معادلاتها وذلك لتجنب تأثير زاوية السقوط

- Gravitational Lenses", Physical Review, 51,8, 679-679.
19. Zwicky , (1937), "Nebulae as Gravitational Lenses" ,Physical Review, 51,4, 290-290.
 20. Barnothy, J. , (1965), "Quasars and the Gravitational Image Intensifier", Astronomical Journal ,70, 666.
 21. McClelland T.,(2008)," A REVIEW OF THE HISTORY, THEORY AND OBSERVATIONS OF GRAVITATIONAL MICROLENSING UPUNTIL THE PRESENT DAY", Thesis for the Degree of Master, University of Canterbury
 22. Liebes ,(1969), "Gravitational Lens Simulator", American Journal of Physics, 37,1,103.
 23. Refsdal, S., (1964), "On the Possibility of determining Hubble's parameter and the masses of galaxies from the gravitational lens effect.", MNRAS.128,307
 24. Refsdal , S.,(1966),"On the Possibility of Testing Cosmological Theories From The Gravitational Lens Effect",MNRAS,132,101-111.
 25. Wlash, D., Carswell, R., and Weymann, R., (1979), "0957 + 561 A, B - Twin quasistellar objects or gravitational lens", Nature, 279, 81-384 .
 26. Weymann, R. J., Latham, D., Roger, J., et al. 1980, Nature, 285, 641 .
 27. Schneider, P. ,(1995)," Cosmological Applications of Gravitational Lensing",Astrophysics 1995. Astron. Astrophys. 302:639-48. Also (astro-ph), astro-ph/9512047.
 28. Refsdal , S. and Surdej , J.,(1994),"Gravtaional Lenses",Rep.Prog.Pys.,56,117-185.
 - galaxy 2237+0305 using Gravitational Lensing" International Astronomical Union Symposium no. 220, held 21 - 25 July, 2003 in Sydney, Australia. Eds: S. D. Ryder, D. J. Pisano, M. A. Walker, and K. C. Freeman. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific., p.109.Also arXiv:astro-ph/0310530v1
 10. Bartelmann, M., and Schneider, P.,(2000)," Weak Gravitational Lensing", Physics Reports, Volume 340, Issue 4-5, p. 291-472.
 11. aerbeke. L.V.,and Mellirr , Y., (1996),"Weak Lensing as aProbe of Dark Matter ",arXiv:astro-ph/9606100v1. Proceedings of the XXXIst RENCONTRES DE MORIOND Series : Moriond Workshops Les Arcs, Savoie, France January 27-2 ,1996 Dark matter in cosmology quantum measurment, Experimental gravitation.
 12. Einstein A.,(1916). "The Foundation of the General Theory of Relativity". Annalen der Physik,49,160-164
 13. Eddington, A. , (1920), "Space, Time and Gravitation", Book.Cited by[McClelland,2008]
 14. Lodge, O. ,(1919),"Gravitation and Light", Nature. 104, 354.
 15. Chwolson, O. , (1924), "Uber eine mogliche form fiktiver Doppelsterne", APJ ,57, 238. Cited by[McClelland,2008]
 16. Einstein, A., (1936) ," Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field", Science, 84, 2188, 506-507.
 17. Tikhov , (1938), "Sur la déviation des rayons lumineux dans le champ de gravitation des étoiles" , Izvestiia Glavnoi astronomicheskoi observatorii v Pulkove. Cited by[McClelland,2008]
 18. 18.Zwicky , (1937) , "On the Probability of Detecting Nebulae Which Act as

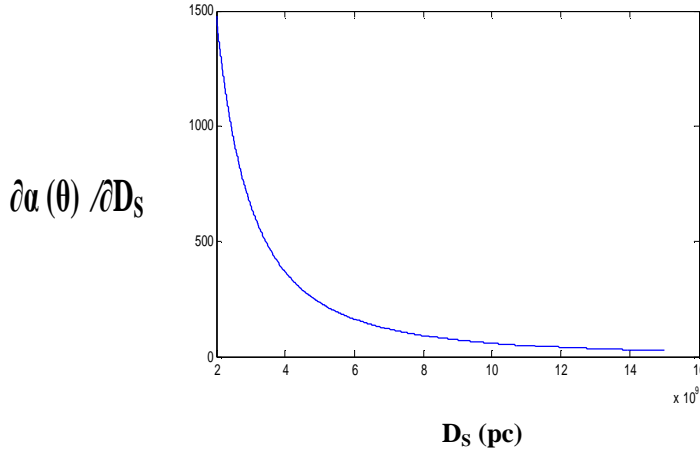


الشكل (1) الشكل النموذجي للعدسة الجاذبية

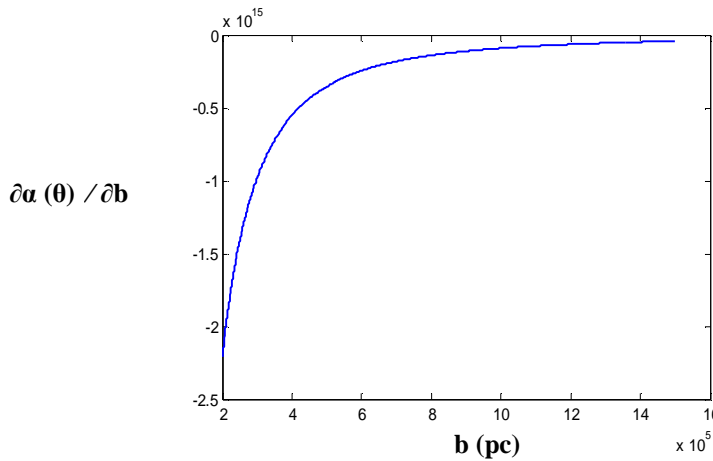
حيث S المصدر المضيء (Source)؛ L العدسة (Lens)؛ O الراصد (Observer)؛ P الصورة (Image). I بعد الصورة عن المحور البصري؛ q بعد المصدر عن المحور البصري؛ a بعد الصورة عن المصدر. β الموقع الزاوي للمصدر؛ θ الموقع الزاوي للصورة؛ $\alpha(b)$ زاوية الانحناء (deflection angle)؛ $\alpha(\theta)$ زاوية الانحناء المنخفضة (reduced deflection angle)؛ D_L مسافة القطر الزاوي (angular diameter distance) بين المشاهد والعدسة



الشكل (2) تأثير بعد المصدر على تغير زاوية الانحناء المنخفضة بالنسبة اليه بثبوت D_{LS}



الشكل (3) تأثير بعد المصدر على تغير زاوية الانحناء المنخفضة بالنسبة اليه بثبوت D_L



الشكل (4) تأثير نصف قطر العدسة على تغير زاوية الانحناء المنخفضة بالنسبة اليه بثبوت D_S و D_{LS} و D_S ، (M3)

DETERMINE THE EFFECTIVE PARAMETERS IN GRAVITATIONAL LENSES AND STUDY THE ALTERNATIVE EFFECTS BETWEEN THEM

M.A. AL-OBAYDE

S.A. AL-SABAWE

E.mail: scianb@yahoo.com

ABSTRACT:The importance of the gravitational lens in cosmology and astronomy, and a brief historical review for the evolution of the gravitational lenses have been introduced. The effective parameters are determined by using the geometrical model of the Point mass gravitational lens. A study of the effective strength of the geometrical distances, the source and the lens distances, the distance between the lens and the source, and the impact parameter in the distance from the source to the image. By using the variation of the image distance with respect to the geometrical distance. We concluded that the strengths effect of these parameters approaching zero at very large distances, except that of the distance between the lens and the source which seems to be constant. This kind of behavior has been explained.