

العلاقة بين الميل واللمعان للمجرات الاهليجية

محسن حسن علي الخفاجي

وحدة بحوث الاستشعار عن بعد/ كلية العلوم - جامعة تكريت

تاريخ الاستلام: ٢٩/٣/٢٠٠٩، تاريخ القبول: ٤/١٠/٢٠٠٩

الخلاصة

تم في هذه الدراسة اعتماد عينة من المجرات، تتألف من 112 مجرة اهليجية، ٥٦ مجرة اهليجية قزمية تعود الى عنقود العذراء، ٣٧ مجرة اعتيادية، ١٩ مجرة ساطعة، تم مطابقة منحنيات السطوع السطحي لهذه المجرات مع نموذج Sersic (نموذج $r^{1/n}$). كما تم حساب الميل للعلاقة الخطية بين السطوع السطحي عند نصف القطر القطبي المؤثر μ_e و لوغارتم نصف القطر القطبي المؤثر $\log r_e(kpc)$ ، حيث وجد ان الميل للمجرات الاهليجية القزمية هو 1.89 و 2.8 للمجرات الاعتيادية و 3.4 للمجرات الساطعة، كذلك ايجاد العلاقة الخطية بين الميل لهذه الانواع من المجرات مع معدل الاقذار المطلقة لها ووجد ان $-M_B = 5.3 \pm 0.2 \times \mu_e + 4.8 \pm 0.6$ ، وان الجذر التربيعي لمعدل الانحرافات لهذه العلاقة هو 0.2 mag.

المقدمة

تقسم المجرات الاهليجية وفقا إلى لمعانها إلى ثلاث أقسام: أولا المجرات الساطعة. وهي المجرات التي يكون لها القدر الضوئي المطلق $M_B < -20$ ، ثانيا المجرات الاعتيادية. وهي المجرات التي يكون لها القدر الضوئي المطلق $-18 < M_B < -20$ ، ثالثا المجرات القزمية. وهي المجرات التي يكون لها القدر الضوئي المطلق $M_B < -18$. يعد Kormendy (1976) اول من أشار الى العلاقة الموجود بين r_e نصف القطر القطبي المؤثر و μ_e السطوع السطحي عند r_e . ومن خلال دراسته لعينة تتألف من 29 مجرة اهليجية وجد ان العلاقة بين هذين المعلمين تتمثل بالمعادلة التالية

$$\mu_e(B) = 3.28 \log r_e(kpc) + 19.48 \quad \dots (1)$$

وان التشتت لها يساوي $\Delta\mu_e = 0.3mag$ ، حيث ان المعلمات المؤثر (r_e, μ_e) تم اشتقاقها باستخدام نموذج $r^{1/4}$ (de Vacouleurs, 1948) للمنطقة الوسطية لمنحنيات النورانية، حيث ان $r_e = \sqrt{a_e b_e}$ ، a_e و b_e هما نصف المحور الرئيسي ونصف المحور الثانوي على

التوالي، ان المعلم المتغير وفقا للعلاقة الخطية المتمثلة بالمعادلة (1) هو القدر الضوئي المطلق، أي ان المجرات اللامعة (الكبيرة) تكون لها قيمة r_e كبيرة والسطوع السطحي μ_e اخفت. علاقة مثل المعادلة (1) اكتشفت في دراسات جيدة للمجرات الاهليجية الاعتيادية ولمجرات العنقود الساطعة BCG_s (Brightest Cluster Galaxies) من قبل عدة باحثين، نتائج هذه الدراسات قدمت بعض الاختلافات بالنسبة الى العلاقة الاصلية المقدمة من قبل Kormendy (1976)، على سبيل المثال (Schombert,1986) بين ان مجرات العنقود الساطعة لها علاقة اعلى من العلاقة للمجرات الاهليجية الاعتيادية، هذا يعني ان مجرات العنقود الساطعة اكثر انتشاراً، وايضا لها r_e اكبر مما للمجرات الاعتيادية عند نفس μ_e .

Hamabe و Kormendy (1987) حصلوا على علاقة جيدة بين r_e ، μ_e وان الميل لهذه الهلاقة هو 2.94، كذلك بينوا ان الاخطأ المصاحبة تكون قليلة ولا يكون لها تأثير على الترابط الناتج للمجرات الاهليجية. Hoessel و Schneider (1987) اول من اكد ان العلاقة بين r_e ، μ_e هي مختلفة تماماً في حالة مجرات العنقود الساطعة او فقط مجرات العنقود غير الساطعة، حيث ان الميل للاولى هو 3.14 و للاخيرة هو 4.56، هذا يعني ان الميل $\frac{d\mu_e}{d \log r_e}$ هو دالة لاجزاء مجرات العنقود الساطعة في العينة.

عينة المجرات

في هذه الدراسة تم اعتماد أرساد عينة تتألف من 112 مجرة من المجرات الاهليجية، 56 مجرة اهليجية قزمية اختيرت من بين 69 مجرة نشرت أرسادها من قبل Wakamatsu, Ichikawa و Okamura (1986) وهذه المجرات القزمية تعود إلى عنقود العذراء. تم مطابقة منحنيات السطوع السطحي لعينة المجرات الاهليجية القزمية مع نموذج - $r^{1/n}$ (Sersic law) (Graham,1997) ، وحساب أفضل قيم لمعلمات هذا النموذج المطابق لبيانات عينة المجرات المتمثلة بمعلم الشكل n لنموذج - $r^{1/n}$ ، r_e و μ_e . الموضحة في الجدول (1)، للمجرات التي تم اختيارها. 56 مجرة عنقودية ساطعة، اختيرت من بين 112 مجرة، اذ نشرت نتائج هذه الدراسة من قبل Graham (1997) 37 مجرة من بين هذه المجرات هي مجرات اعتيادية، اما الأخرى هي مجرات ساطعة، الجدول (2) يوضح معلمات النورانية للمجرات الاعتيادية، بينما معلمات النورانية للمجرات الساطعة موضحة في الجدول (3)، بين AL-Khafajy (2006) ان المجرات الخافتة ($-M_B < 18$) قيم معلم الشكل لها $n < 4$ ، بينما المجرات متوسطة اللمعان لها ($-21 \leq M_B \leq -18$) يتراوح مدى n من 2 إلى 9، أما المجرات اللامعة ($-M_B > 21$) تأخذ دائماً قيم $n > 9$.

جدول (1) : يبين قيم معاملات النورانية n ، $\log r_e(\text{kpc})$ ، μ_e السطوع السطحي عند r_e

Name of Galaxy	n	μ_e mag/□"	$\log r_e$ (kpc)
#1	1.51	24.544	0.040926
#2	1.26	25.601	0.29293
#3	1.30	23.458	-0.23308
#5	0.88	25.826	0.09555
#8	1.26	25.321	0.10887
#9	1.46	24.855	0.031411
#10	1.44	24.612	0.16078
#11	1.10	25.044	-0.10667
#13	1.48	24.949	0.1468
#14	1.29	24.996	-0.12263
#15	1.09	24.802	0.22893
#16	1.34	25.475	-0.07962
#17	0.86	25.332	-0.057206
#18	1.37	22.87	-0.1778
#19	1.79	23.002	-0.28374
#20	1.06	23.137	-0.49469
#21	1.27	23.963	-0.071869
#22	1.39	24.243	0.25568
#23	0.88	24.816	-0.35475
#24	1.80	24.623	0.10767
#25	1.58	24.526	0.20188
#26	1.20	25.811	-0.029287
#27	1.58	26.126	0.29604
#28	0.93	25.674	-0.0132
#32	1.39	24.343	-0.051132
#34	1.17	26.426	-0.024803
#35	1.24	24.858	0.18068
#36	1.37	23.96	0.089359
#37	1.71	23.638	0.091225
#38	2.15	26.423	0.32958
#39	1.23	25.086	-0.088451
#40	1.01	26.138	0.13462
#41	1.13	25.309	-0.029696
#43	1.26	24.281	0.018392
#45	2.55	25.992	0.55543
#46	2.12	26.298	0.19558
#47	2.54	26.2	0.36767
#48	1.75	26.005	0.046811
#50	1.98	26.274	0.33652
#52	1.22	24.234	-0.36617
#53	2.00	25.838	-0.001898
#54	2.20	23.752	-0.060716
#55	1.65	24.288	-0.055027
#56	1.33	25.363	0.10347
#57	1.80	25.413	0.13434
#59	1.64	24.886	0.40101
#60	2.28	25.206	0.25801
#61	1.15	24.512	0.31814
#62	1.28	24.904	0.045433
#63	1.95	23.999	0.14406
#64	0.97	25.851	0.11889
#65	1.25	25.459	0.10286
#66	1.73	24.841	0.081494
#67	1.12	25.067	0.32107
#68	1.14	25.15	0.66903
#69	1.85	24.162	0.1576

جدول (2) : يبين قيم معاملات النورانية n ، $\log r_e(\text{kpc})$ ، السطوع السطحي عند r_e

Name of* Galaxy	n*	μ_e^* mag/□''	$\log r_e^*$ (kpc)
١٤٧	٦,٨	٢١,٩٩	٠,٩٩
١٨٩	٣	٢١,١٥	٠,٧٨
٥٣٣	٤,٦	٢٢,٤٣	١,١٢
٥٦٩	٥,٨	٢٢,٥٣	١,١٣
٥٧٦	٦,٦	٢٠,٠٣	٠,٤٧
٦٣٤	٣,١	٢١,٦٩	٠,٩٣
١١٨٥	١,٣	٢١,٢٤	٠,٩٥
١٢١٣	٣,٤	٢١,٦٣	١,٠١
١٣٦٧	٤,٥	٢٢,٥٧	١,٢
١٦٤٤	٣,١	٢٣,٩	١,٨١
١٩٨٣	٥,٣	٢١,٢٦	٠,٨٢
٢٠٥٢	٣,٣	٢٣,٩٢	١,٧٣
٢١٠٧	٤,٦	٢٣,٨٣	١,٦٦
٢١٥٢	٤,٢	٢٠,٩٤	٠,٧١
٢٢٤٧	٢	٢١,٠١	٠,٨
٢٥٩٣	٢,٤	٢٢,٦٨	١,٣٤
٢٦٥٧	١,٨	٢٠,٨٨	٠,٦٨
٢٧٣١	٦,٦	٢٢,٨١	١,٢٨
٢٨٧٠	٤,٩	٢٣,٠٥	١,٣٥
٣١٩٣	٥	٢٢,٤٩	١,١٢
٣٣٦٧	٢,٥	٢١,٦٨	٠,٩
٣٣٧٤	١	٢٠,٦٧	٠,٧٦
٣٣٨٩	٢,٢	٢١,٢٩	٠,٩٨
٣٥٢٦	٣,٥	٢٢,٦٩	١,٤٣
٣٥٣٧	٧,١	٢٢,٧٨	١,٢٧
٣٥٥٣	٢,٦	٢١,٩٥	٠,٨٧
٣٥٥٦	٥,٣	٢٢,٩٤	١,٤٢
٣٥٦٠	٣,٣	٢٠,٦٥	٠,٦٥
٣٥٦٤	٤,١	٢٢,٠١	٠,٩٨
٣٥٧٠	٣,٨	٢٠,٢١	٠,٥٦
٣٥٧١	٢,٥	٢٣,٣	١,٨١
٣٥٧٢	٥	٢٠,٥٧	٠,٦٦
٣٥٧٥	٣,٢	٢٠,٩٦	٠,٥٣
٣٦٧٦	١,٦	٢٠,٨٨	٠,٨٦
٣٦٧٧	٧,٣	٢٢,٩٥	١,١١
٣٧٤٧	٥,٤	٢٢,٨٨	١,٢٦
٣٨٦٩	٦,٢	٢٢,٠٤	٠,٩٨

جدول (3) : يبين قيم معاملات النورانية n ، $\log r_e(\text{kpc})$ ، μ_e السطوع السطحي عند r_e

Name of Galaxy*	n*	μ_e^* mag/□	$\log r_e^*$ (kpc)
١٦٨	١٢,٦	٢٦,٦٩	٢,١
٩٥٧	١٤,٥	٣٠,٧٨	٣,٣١
١٠٦٠	٩,٢	٢٨,٣٢	٢,٦٦
١٢٦٧	١٠,٢	٢٣,٤٢	١,٢٣
١٧٣٦	١١,٧	٢٦,٢٨	٢,٢٦
٢١٥١	١١,٦	٢٨,٦٥	٢,٦٧
٢١٩٧	١٠,٣	٢٥,١٣	١,٩٤
٢٦٦٦	٩,٣	٢٤,٣٤	١,٦٥
٢٨٠٦	٩,١	٢٢,٧٥	١,١٤
٣٣٨١	١٤,٤	٢٧,٦٦	٢,١٧
٣٥٣٠	١١,٥	٣١,٤٧	٣,٧٨
٣٥٤٢	١٠,٩	٢١,٣٨	٠,٧٢
٣٥٦٥	١١,٨	٢٥,٩	١,٩٩
٣٥٧٤ *(Graham,1997)	٩,٣	٢٨,١٣	٢,٧٥
٣٦٩٨	١١,٢	٢٣,٤٧	١,٢٩
٣٧١٦	١٠,١	٢٨,٥١	٢,٧٣
٣٧٤٢	١٢,٢	٢٢,٧٤	١,٠٥
٣٧٤٤	١٢,٨	٢٣,٨٢	١,٣٨
٤٠٣٨	١٠,٩	٢٥,٥	١,٧٩

والنتائج

نموذج Sersic (نموذج علاقة لا خطية بين

الحسابات

تم استخدام $r^{1/n}$ وهي

السطوع السطحي $\mu(r)$ و المسافة القطبية r ، المتمثلة بالعلاقة التالية

$$I(r) = I_e \exp \left\{ -b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{1/n} - 1 \right] \right\} \quad \dots(2)$$

حيث ان:

r_e تمثل نصف القطر القطبي المؤثر الذي يحتوي على نصف الضوء الكلي للمجرة ، I_e السطوع السطحي عند r_e ، و b_n دالة معلم الشكل n لنموذج $r^{1/n}$ (Graham,1997). لحساب المعلمات لهذا النموذج تم كتابة برنامج باستخدام برامج الـ MATLAB يستخدم طريقة مطابقة التربيعات الصغرى (Least- Square Fitting) لحساب أفضل قيم لمعاملات هذا النموذج المطابق لبيانات عينة المجرات والموضحة في الجدول (١)، لايجاد الميل للعلاقة الخطية بين

السطوع السطحي عند نصف القطر القطبي المؤثر ونصف القطر القطبي المؤثر ، تم رسم العلاقة بين $\log r_e$ (kpc) و μ_e ، للمجرات الاهليجية القزمية والمجرات الاعتيادية والمجرات الساطعة، على التوالي والموضحة بالشكل (1)، حيث وجد ان

$$\mu_e = 1.89 \pm 0.9 \times \log[r_e (kpc)] + 24.8 \pm 0.2 \quad \dots (3)$$

بالنسبة للمجرات الاهليجية القزمية، وان الجذر التربيعي لمعدل الانحرافات لهذه العلاقة هو (قدر ضوئي لكل ثانية قوسية مربعة) $0.7 \text{ mag}/\square$. بينما للمجرات الاعتيادية، وجد ان

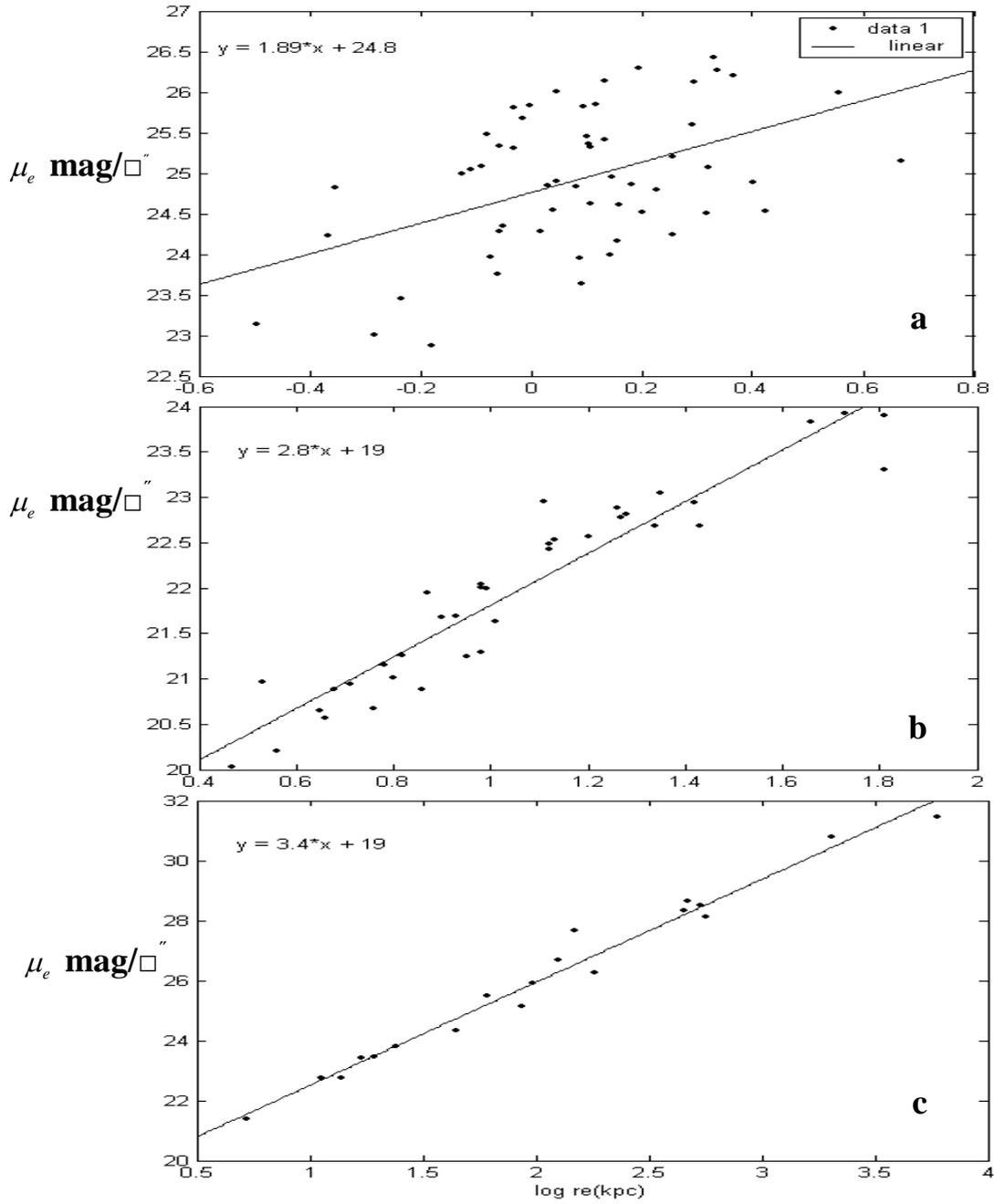
$$\mu_e = 2.8 \pm 0.3 \times \log[r_e (kpc)] + 19 \pm 0.36 \quad \dots (4)$$

وان الجذر التربيعي لمعدل الانحرافات لهذه العلاقة هو $0.3 \text{ mag}/\square$.

اما للمجرات الساطعة، وجد ان

$$\mu_e = 3.4 \pm 0.25 \times \log[r_e (kpc)] + 19 \pm 0.58 \quad \dots (5)$$

وان الجذر التربيعي لمعدل الانحرافات لهذه العلاقة هو $0.4 \text{ mag}/\square$.



شكل (1) : يبين العلاقة بين السطوع السطحي عند نصف القطر القطبي المؤثر μ_e ولو غارتم نصف القطر القطبي المؤثر $\log r_e(\text{kpc})$ حيث ان النقاط تمثل الحسابات والخط المستقيم يمثل أفضل انطباق لهذه الحسابات

a المجرات الاهليجية القزمية، _b_ المجرات الاهليجية الاعتيادية، _c_ المجرات الاهليجية الساطعة.

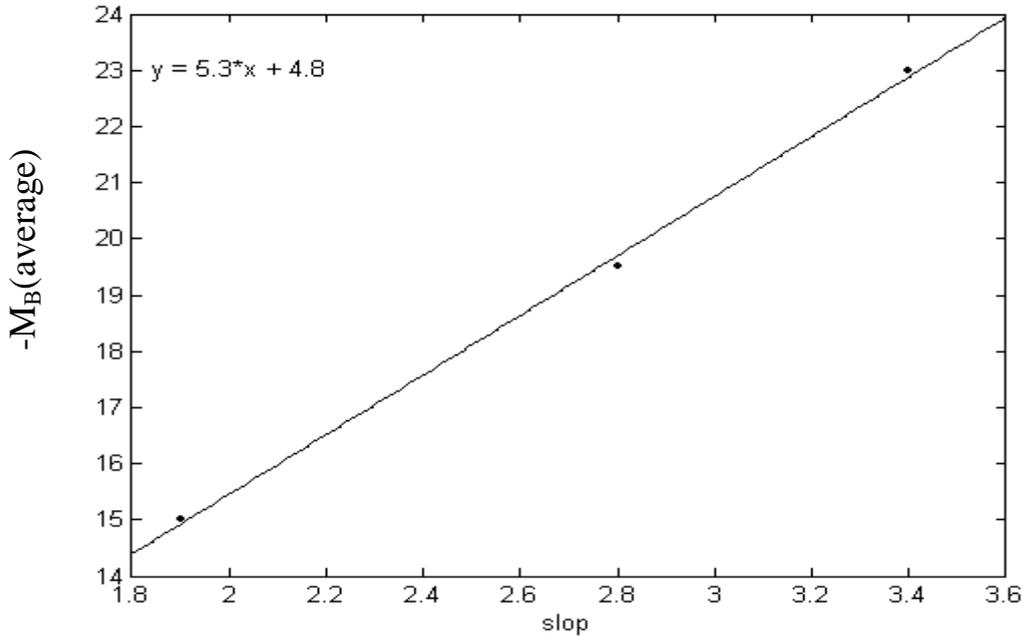
للتعرف على مدى العلاقة بين الميل لهذه الانواع من المجرات ولمعانها تم رسم الميل المحسوب مع معدل الاقدار المطلقة لها، والموضحة بالشكل (٢)، ومن خلال الشكل يتبين ان العلاقة هي علاقة خطية والتي يمكن تمثيلها بمعادلة الخط المستقيم، حيث ان

$$-M_B = 5.3 \pm 0.2 \times slope + 4.8 \pm 0.6 \quad \dots(6)$$

ووجد ان الجذر التربيعي لمعدل الانحرافات لهذه العلاقة هو 0.2 mag، الجدول (٤) يوضح الميل المحسوب ومعدل الاقدار المطلقة.

جدول (٤) : يبين الميل المحسوب ومعدل الاقدار المطلقة لانواع المجرات الاهليجية.

Type of galaxies	slope	-M _B (average)
Dwarf galaxies	1.89	15
Normal galaxies	2.8	19.5
Bright galaxies	3.4	23



شكل (2) : يبين العلاقة بين الميل مع معدل الاقدار المطلقة لانواع المجرات

النتائج والمناقشة

في هذه الدراسة وجد ان العلاقة التي تربط بين μ_e السطوح السطحي عند نصف القطر القطبي المؤثر ولو غارت نصف القطر القطبي المؤثر $\log r_e(\text{kpc})$ ، تتمثل بالمعادلات (٣)، (4)، (٥)، ان قيمة الميل التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة للعلاقة بين r_e و μ_e ،

تختلف عن الدراسات السابقة لان المعلمات المؤثرة لهذه العلاقة اشتقت باستخدام نموذج $r^{1/4}$ ، على سبيل المثال (Kormendy, 1976)، بينما في هذه الدراسة تم استخدام نموذج $r^{1/n}$ لحساب هذه المعلمات، لعل من اسباب التشتت الكبير للمجرات الاهليجية القزمية هو تأثيرات الرؤية (seeing effect) على القيم المحسوبة لنصف القطر القطبي المؤثر، ان الترابط بين r_e و μ_e ، للمجرات الاهليجية هو قانون قياس اساسي تفسره النظريات الخاصة بنشوء المجرات، ان استخدام هذه العلاقة لقياس نشوء وتطور اللعان للمحتوى النجمي في المجرات يعد بالكثير من الاكتشافات المستقبلية، يلاحظ ان العلاقة للمجرات الاهليجية القزمية تختلف تماما عن تلك التي تخص المجرات الاعتيادية وكذلك بالنسبة للمجرات الساطعة، وعليه فان العلاقة بين الميل والقدر المطلق والتي تتحدد من خلال مجموعة من المجرات هي دالة للمجرات الاهليجية في العينة، يبدو واضحا لغرض دراسة نشوء السطوع السطحي كدالة لتعقب زمن نشوء وتطور المجرات، يجب ان لا يحتسب المخطط للعلاقة بين r_e و μ_e على عينة مختلفة من المجرات الاهليجية.

References

- AL-Khafajy, M.H.A., (2006): The Structural Photometric Parameters for Early-Type Galaxies, M.Sc. thesis, Department of Physics, College of education, University of Mosul, Iraq, unpublished, 66p.
- De Vaucouleurs, G., (1948): Recherches Sur Les Nebuleuses Extragalactiques. Ann. Astrophys., 247p.
- Graham, A.W., (1997): Elliptical Galaxies: Structure, Dynamics and Applications. Ph.D thesis to the Australia National University.
- Hamabe, M. & Kormendy, J., (1987): Structure and Dynamics of Elliptical Galaxies, IAU.symp., pp.379-380, ed.Zeeuw, T., Reidel, Dordrecht.
- Hoessel, J.G., Schneider, D.P., (1987): Astronomical. Journal, pp.1648-1664.
- Ichikawa, S-I., Wakamatsu, K-I., Okamura, S., (1986): Surface Photometry of Dwarf Elliptical Galaxies in the Virgo Cluster. Astrophysical. J., pp.475-50.
- Kormendy, J., (1976): Brightness Distribution in Compact and Normal Galaxies, Ph.D thesis to California inst. of Tech, Pasadena.
- Schombert, J.M., (1986): The Structure of Brightest Cluster Members. I. Surface Photometry. Astronomical. Journal. Supplement series, pp.603-693.

The Relationship between Slope and Luminosity for Elliptical Galaxies

Mohsen H. Ali AL-Khafajy

Remote Sensing unit/College of Science - University of Tikrit

Received: 29/3/2009, Accepted: 4/10/2009

Abstract

In this study, a sample of galaxies has been adopted. It consists of 112 elliptical galaxies, among them were 56 dwarf elliptical galaxies, which belong to virgo cluster, 37 normal galaxies and 19 bright galaxies. Also, surface brightness profiles fitted for these galaxies with sersic model ($r^{1/n}$ -model). The linear relation between effective surface brightness μ_e and logarithm effective radius $\log r_e(\text{kpc})$ have been calculated, and found, the slope for dwarf elliptical galaxies is 1.89, 2.8 for normal elliptical galaxies and 2.8 for bright galaxies. Also, The linear relation between slope for these type from galaxies and average absolute magntude have been calculated, and found $-M_B = 5.3 \pm 0.2 \times slope + 4.8 \pm 0.6$. It is found that rms scatter of this relation is 0.2 mag.