

الفصل الخامس

المنظومات والمتغيرات النجمية

المنظومات النجمية:

تتألف كل مجرة من عدد كبير من النجوم المختلفة موزعة بصورة عشوائية إضافة إلى كمية كبيرة من الغازات والأتربة الكونية ، إن هذه النجوم قد تكون منفردة أو ثنائية او متعددة او على شكل تجمعات تسمى العناقيد النجمية وهذه النجوم قد تكون ثابتة النورانية او متغيرة .

النجوم الثنائية : (Binary Stars)

هي نجوم تكونت بسبب تفكك التجمع الغازي البدائي إلى جزئين بسبب التغيرات الفيزياوية التي تحصل عليه ويعتقد ان (60%) من نجوم المجرة هي ثنائية التكوين والنظام الثنائي هو عبارة عن نظام نجمي يتكون نجمين مرتبطين برباط الجاذبية المشترك ويدوران حول مركز ثقلهما.

قياس كتلة نجمين بدالة كتلة الشمس:

يمكن استخدام قانون كبلر الثالث لاستخراج مجموع كتلتي نجمين في منظومة ثنائية بدالة كتلة الشمس وكما يلي:

نفرض ان كتلة كل من النجمين (M_1, M_2) وان بعديهما عن مركز ثقلهما المشترك هو (r_1, r_2) والسرعة الزاوية لكل منهما (w_1, w_2) والזמן الدوراني (p) فأن:

$$r = r_1 + r_2$$

$$w_1 = w_2 = 2\pi/p = 2\pi f = v/r$$

حيث f التردد ، v سرعة خطية وبسبب وجود حالة التوازن فأن:

$$M_1 r_1 = M_2 r_2 = (M_1 M_2 / (M_1 + M_2)) r \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

واستنادا إلى قوانين نيوتن في الجاذبية فأن:

$$F = GM_1 M_2 / r^2 = M_1 v_1^2 / r_1 = M_2 v_2^2 / r_2$$

حيث ($M_1 v_1^2 / r_1 , M_2 v_2^2 / r_2$) هي القوة الطاردة المركزية للنجمين التي تعادل قوة الجذب لكل واحد منهم والتي تؤدي إلى استمرارية الحركة لذلك فأن :

$$GM_1 M_2 / r^2 = M_1 v_1^2 / r_1 = M_1 w_1^2 r_1 = 4\pi^2 M_1 r_1 / p^2$$

$$G M_1 M_2 / r^2 = 4\pi^2 M_1 r_1 / p^2$$

$$G M_2 / r^2 = 4\pi^2 r_1 / p^2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

من معادلة (1) نحصل على :

$$r_1 = (M_2 / (M_1 + M_2)) r \quad \dots \dots \dots (3)$$

وبتعويض المعادلة (3) في المعادلة (2) ينتج:

$$P^2 = 4\pi^2 r^3 / G(M_1 + M_2) \quad \dots \dots \dots (4)$$

وهذه العلاقة تمثل قانون كبلر الثالث ، وفي حالة الارض والشمس فأن ($A = r$) وزمن الدوران يساوي (P = 1yr) لذلك فأن:

$$P^2 = (4\pi^2 / G(M_\odot + M_\oplus)) A^3 \quad \dots \dots \dots (5)$$

وبما ان ($M_\odot \gg M_\oplus$) لذا يمكن اهمال (M_\oplus) ونحصل على:

$$1 = (4\pi^2 / GM_\odot) A^3$$

$$G = (4\pi^2 / M_\odot) A^3 \quad \dots \dots \dots (6)$$

بتعويض المعادلة (6) في (4) نحصل على:

$$M_1 + M_2 = (r/A)^3 M_\odot / P^2 \quad \dots \dots \dots (7)$$

ومن المثلثات الهندسية نجد ان:

$$\sin \alpha = \alpha = r/d \quad \dots \dots \dots (8)$$

وبالنسبة للراصد من الارض فأن:

$$p'' = A/d \quad \dots \dots \dots (9)$$

وبقسمة المعادلة (8) على (9) ينتج:

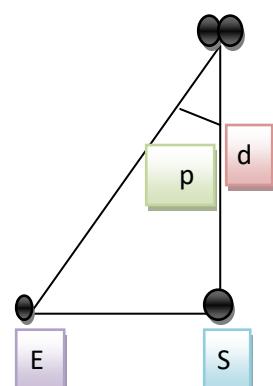
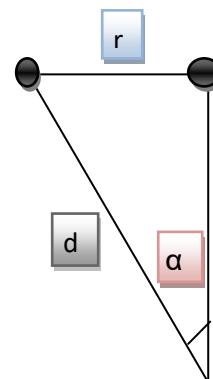
$$\alpha/p'' = r/A \quad \dots \dots \dots (10)$$

بتعويض المعادلة (10) في (7) نحصل على:

$$M_1 + M_2 = (\alpha/P'')^3 M_\odot / P^2 \quad \dots \dots \dots (11)$$

(α) البعد الزاوي ، (P'') البرلاكس ، (p) الزمن الدوراني

هذه العلاقة تمثل استخراج كتلة نجمين بدلالة كتلة الشمس.



مثال: نجم ثنائي كتلة الاول ثلاثة اضعاف كتلة الثاني فإذا كانت زاوية اختلاف المنظر ($p''=0.37''$) والبعد الزاوي للثاني ($\alpha=7.57^\circ$). أوجد كتلة كل نجم بدلالة كتلة الشمس علما ان الزمن الدوراني للنجم ($p=50 \text{ yr}$).

الحل:

$$M_1 + M_2 = (\alpha/P'')^3 M_\odot/P^2 = (7.57^\circ/0.37'')^3 * (M_\odot/50^2) = 3.4 M_\odot$$

$$M_1 = 3M_2$$

$$4M_2 = 3.4 M_\odot$$

$$M_2 = 0.85 M_\odot$$

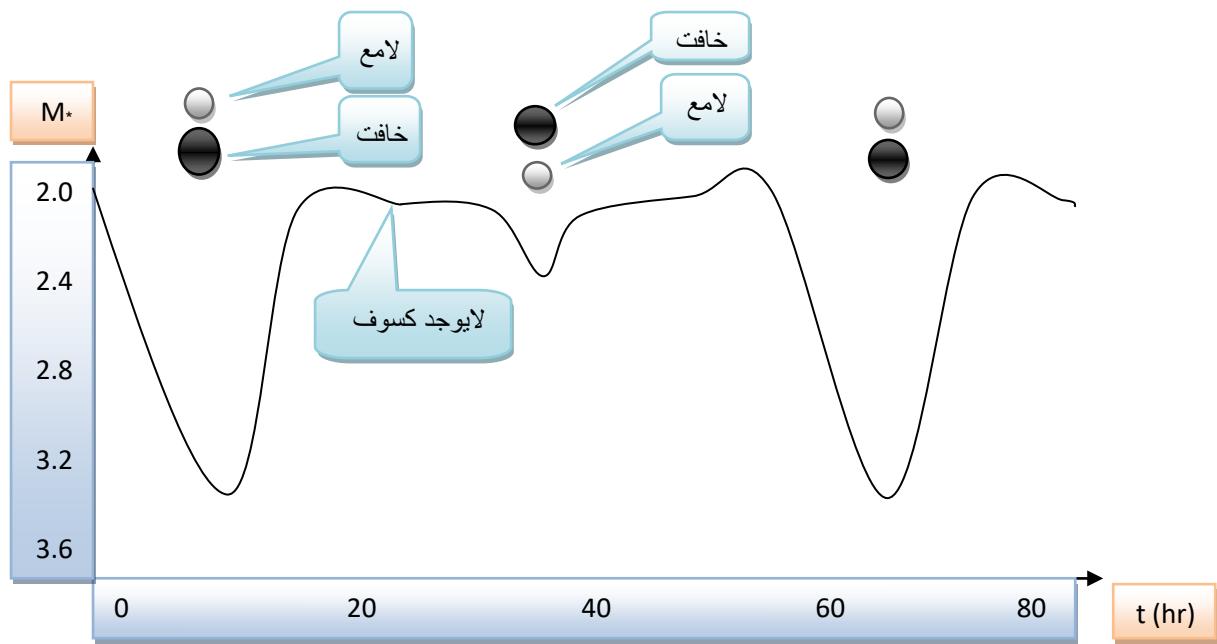
$$M_1 = 3 * 0.85 = 2.55 M_\odot$$

أنواع النجوم الثنائية:

- 1- الثنائيات الظاهرية (الوهمية)
- 2- الثنائيات البصرية
- 3- الثنائيات الطيفية
- 4- الثنائيات الفلكية
- 5- الثنائيات الكسوفية: هي نظام ثنائي يتكون من نجمين متقاربين ومرتبطين برباط الجاذبية المشتركة ويدوران حول مركز ثقلهما المشتركة وقد يمر أحد هذين النجمين أمام الآخر فيحجبه بالنسبة للراصد وتحدث عملية الكسوف وعندها تتغير نورانية الثنائي . إن دراسة هذا الكسوف مهمة لتوفير معلومات عن الخواص الفيزيائية للنجوم ويمكن وصف التغير في نورانية الثنائي بواسطة منحنى اللumen الذي يمثل تغير لمعان النجم الثنائي مع الزمن ودراسة هذا المنحنى له فوائد كثيرة منها :

- 1- حساب كتلة ونصف نورانية النجم الثنائي
- 2- حساب مقدار تغير النجم عن الشكل الكروي بفعل الجاذبية
- 3- حساب زاوية الميل
- 4- حساب عامل العتمة ومقدار الانعكاسية للنجم

وفي مثال مخطط اللumen لنجم الغول الذي يأخذ بالخفوت كل يومين ونصف تقريبا حيث يقل لمعانه من القدر (2.3) إلى (3.5) ويبقى لمدة عشرين دقيقة ثم يعود إلى لمعانه الأصلي بنفس المدة :



النجوم المتغيرة:

وهي نجوم غير مستقرة تتعارى تغيرات فيزياوية مثل اللمعان والحجم ودرجة الحرارة وهي نوعين :

1- المتغيرات النابضة:

وهي نجوم تكون تغيراتها على شكل ذبذبات منتظمة ومستمرة وتعتمد على اساس التمدد والتقلص في الحجم بسبب عدم التوازن الداخلي لها الناتج من الصراع القائم بين القوى النووية والحرارية وقوى الجاذبية داخل النجم ، ان نصف قطرها يتغير بمقدار (10%) في الحالتين وهذا التغير يولد تغيرا في النورانية والمرتبة الطيفية وتنقسم هذه النجوم الى ثلاثة انواع حسب المدة الزمنية للتغير.

2- المتغيرات البركانية:

وهي نجوم تمتاز بالزيادة المفاجئة في نورانيتها في حالة تشبّه الانفجارات البركانية ثم تعود الى حالتها الاصلية خلال عدة شهور وهي نجوم في مراحلها العمرية الاخيرة ومن امثلتها المستعرات والمستعرات العظمى والسدم الكوكبية .