

دراسة التغير الضوئي للنظام الكسوفي (W-Serpentis)

ليث طالب هادي قدوري طالب هادي قدوري

كلية العلوم - جامعة بابل

الخلاصة

تم تحليل المنحني الضوئي المتوافر من أرصاد فوتومتري سابق للنظام (W-Serp.) على أساس أنه ثلاثي التركيب وأن مركباته تتحرك على شكل مدار ثنائي مفتوح (∞). تدل نتائج هذا البحث على عدم توفر ما يؤيد ذلك، كما جرى تحليل نفس الأرصاد على ضوء أن النظام ثنائي كسوفي وتم تعيين العوامل الفيزيائية والهندسية للنظام فوتومترياً لأول مرة وتحديد الهوية الطيفية للنجم الثانوي وموقع نجومه على مخطط (H-R).

Abstract

Light curve has been analyzed for the previously available photometric observations of (W-Serp.) system on the base that the system is a triple eclipsing variable and its components are moving to form an open eight figure orbit (∞). The results of this research demonstrate that there is no evidence supports this idea. The light curve is also analyzed on the base that the system is an eclipsing binary. Photometric physical and geometrical parameters, as well as, the spectral identity of the secondary star and the position of its components on (H-R) diagram are obtained for the first time.

المقدمة

بعد اكتشاف النظام الكسوفي (W-Serp.) من قبل (Cannon, 1907)، تم إدراج النظام في سجل جامعة هارفرد تحت رقم (2909) وقدر له قدرًا ضوئياً تتباين بين (8^m.5) و (10^m.0) وصنف ضمن نجوم طائفة الغول (Algol) وإنه ذو دورة مدارية تقدر بـ (14^d.15).

توالت البحوث لدراسة النظام وكان معظمها طيفياً منها دراسة كل من (Zinner, 1912; Joy, 1927; Zessewitsch, 1928; McLaughlin, 1929)، وقد بينت أن النظام من صنف وسط بين الغول وبيتا-القيثارة وأن دورته المدارية (28^d.307).

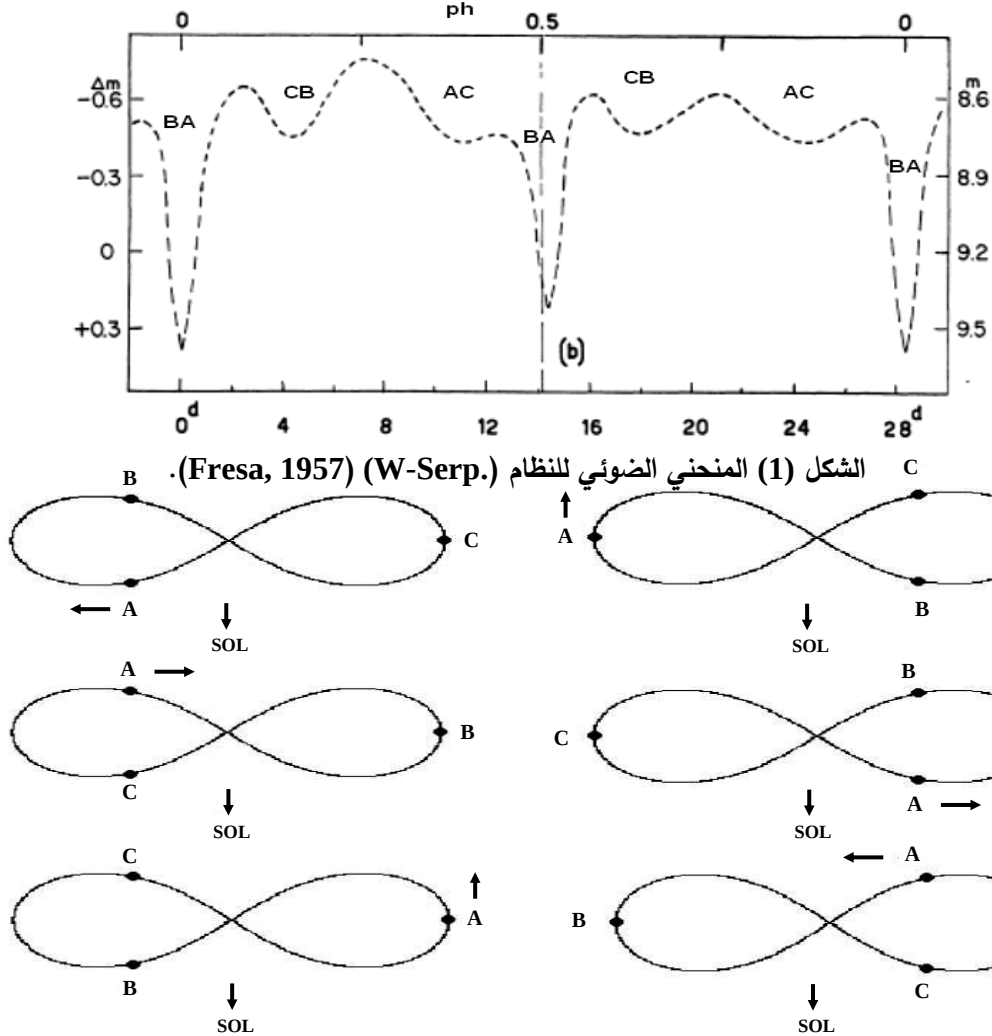
وفي دراسة طيفية أخرى (Plavec and Koch, 1978) تبين أن المظهر العام للنظام هو عبارة عن طيف قشرة (Shell) وهي غلاف يحيط بمركبتي النظام. وفي دراسة فوتومترية حديثة (Piirola et al., 2005) تبين أن النظام يمتلك قشرة أو قرصاً يحيط بالمركبة الثانية ولكن التغير الحاصل في المنحني الضوئي لمنطقة خارج الكسوف ناتج عن وجود بقع شمسية أو نافورات قاذفة للفيض.

ومن أهم الدراسات الفوتومترية للنظام دراسة (Lynds, 1957) الذي اعتمد فيها الدورة المدارية (14^d.15) وشملت (28) يوماً رصدياً وتبين أن المنحني الضوئي للنظام يتمتع بتصرف غريب في منطقة خارج الكسوف الابتدائي. وقد قام (Fresa, 1957) في العام نفسه برصد النظام لمدة (130) يوماً معتمداً العناصر الضوئية لـ (Struve, 1953) بدورة مدارية مقدارها (28^d.31452)، وتم الأرصاد من خلال المدى المرئي (V) ونتج عن هذه الدراسة منحني ضوئي متكامل كما مبين في الشكل (1)، الذي بدت فيه التغيرات في منطقة خارج الكسوفين.

قدم (Edgeworth, 2001)، في محاولة له لتفسير التغير الضوئي المبين في الشكل (1)، معالجة رياضية لمدار ذي شكل غريب يشبه الشكل الثماني المفتوح (∞) يتضمن ثلاثة نجوم (C, B, A) ذات أبعاد هندسية وكتل متساوية تقريباً مسببة عملية كسوفات ثنائية متتابعة لمركبات النظام مما يولد ست تغيرات دورية ضمن الدورة المدارية الواحدة، يتكرر الكسوف الرابع بين (BA) والخامس بين (CB) والسادس بين (AC)

لمركبات النظام التي شكلت الكسوفات الثلاث الأولى وبالترتيب نفسه ويتكرر ذلك ضمن دورة مدارية مقدارها $(28^d.31452)$ كما مبين في الشكل (2).

في هذا البحث تم تحليل الرصد الفوتومتري المتوفر على أساس أن النظام ثلاثي التركيب بمدار ثنائي مفتوح للتحقق من صحة مثل هذا المدار. كما تم تحليل الرصد نفسه على أساس أن النظام ثنائي كسوفي يكتنفه نشاط غير اعتيادي خارج الكسوفين وذلك بهدف تعيين العناصر الفيزيائية والهندسية للنظام ولأول مرة.



الشكل (2) مخطط دوران المركبات الثلاث (A, B, C) بالتتابع في المدار (∞)، (Edgeworth, 2001).

معالجة وتحليل البيانات الرصدية والنتائج

1. بهدف التحقق من شكل المدار الثنائي المفتوح تم استعمال بيانات المنحني الضوئي المرصود من قبل (Fresa, 1957)، إذ تم عزل بيانات كل تقعر على حدة وعدت نقطة الحضيض لكل تقعر بطور (صفر)، وعدلت أطوار النقاط الأخرى لكل تقعر نسبة لذلك للحصول على بيانات تقعر منفرد لكل حالة لتمثل كسوفاً بين مركبتين من مركبات النظام الثلاثي ذي المدار الثنائي المفتوح. وتم إدراج البيانات المستحصلة في الجدول (1a, 1b, 1c) للكسوف الأول بين (BA) والكسوف الثاني بين (CB) والكسوف الثالث بين (AC) على التوالي، كما تم حساب زاوية التماس الأولى (θ_1) لكل كسوف بطريقة التسقيط.

الجدول (1) بيانات تقعر الكسوفات الثلاثة.

(1b) . (CB) ، إذ زاوية التماس الأولي ($\theta_1 = 25 \text{ deg}$)		(1a) . (BA) ، إذ زاوية التماس الأولي ($\theta_1 = 31 \text{ deg}$)	
Phase(rad.)	Relative Luminosity	Phase(rad.)	Relative Luminosity
0.0282	0.788	0.0025	0.366
0.0911	0.808	0.0314	0.373
0.1539	0.855	0.0691	0.387
0.2167	0.904	0.0929	0.402
0.2733	0.933	0.1105	0.420
0.3361	0.969	0.1244	0.442
0.3989	0.987	0.1376	0.472
0.4618	1	0.1413	0.502
(1c) . (AC) ، إذ زاوية التماس الأولي ($\theta_1 = 18 \text{ deg}$)		0.1445	0.545
		0.1558	0.659
Phase(rad.)	Relative Luminosity	0.1696	0.735
0.0062	0.900	0.2324	0.859
0.0816	0.920	0.2890	0.910
0.1256	0.945	0.3518	0.945
0.1884	0.966	0.4021	0.970
0.2513	0.986	0.4775	0.990
0.3141	1	0.5340	1

2. بسبب عدم توفر معاملات هندسية وفيزيائية سابقة للنظام فقد استعملت طريقة (Kopal, 1975a) لحساب أنصاف الأقطار النسبية والنورانية النسبية وزاوية الميل (i) لكل من المركبات المشتركة في الكسوفات الثلاث وتم إدراج النتائج في الجدول (2)، للتفاصيل ولاستعمال العلاقات النظرية والبرامجيات لهذا الغرض راجع (Hadi, 2007).

الجدول (2) قيم العناصر الفيزيائية والهندسية لنجوم النظام (W-Serp.) حسب نموذج (∞) .

العناصر	الكسوف الأول (BA)	الكسوف الثاني (CB)	الكسوف الثالث (AC)
r_A	0.219		0.206
r_B	0.243	0.170	
r_C		0.264	0.118
i	82.7 deg	82.6 deg	83.0 deg
ℓ_A	0.654		0.90
ℓ_B	0.346	0.215	
ℓ_C		0.785	0.1

إذ r_A, r_B, r_C أنصاف الأقطار النسبية و (ℓ_C, ℓ_B, ℓ_A) النورانية النسبية للنجوم (C,B,A) على التوالي و (i) زاوية الميل لكل حالة.

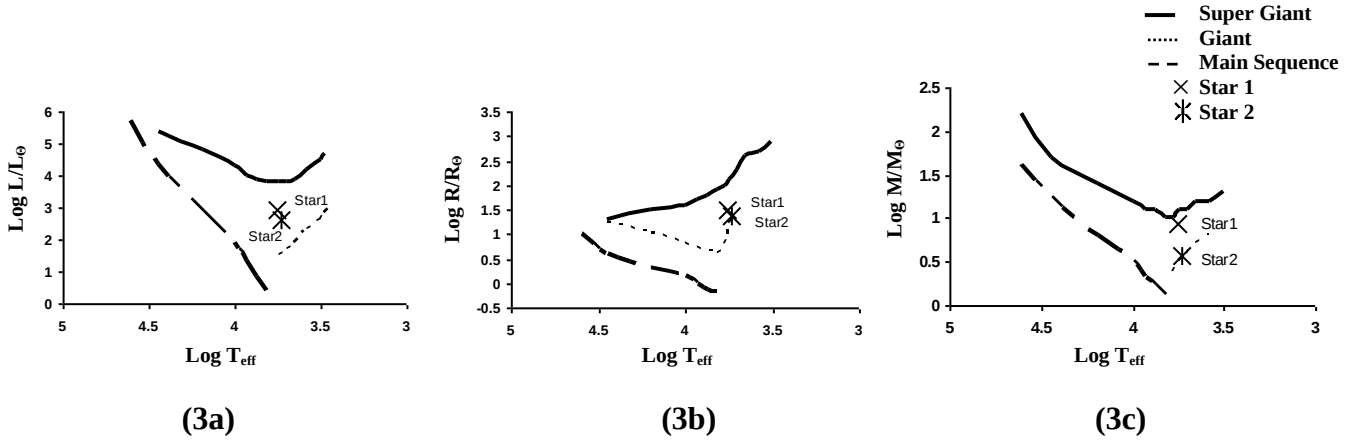
3. بهدف تعيين العوامل الفيزيائية والهندسية للنظام على أنه ثنائي كسوفي فقد تم استعمال بيانات التقعر الابتدائي والثانوي المستحصلة من الشكل (1) على اعتبار أن الدورة المدارية ($28^{\text{d}}.31452$). وجرى تحليل البيانات باستخدام طريقة (Kopal, 1982a) لحساب العناصر الفيزيائية والهندسية للنظام وحساب القيم المطلقة لمركبتي النظام باستعمال العلاقات الرياضية المذكورة في (Kadouri, 1982) وأدرجت النتائج في الجدول (3).

الجدول (3) القيم المطلقة للنظام الكسوفي (W-Serp.)

Elements	Values	Remarks
L_1	$903 L_{\odot}$	Present Work
L_2	$405 L_{\odot}$	Present Work
A	$90 R_{\odot}$	Present Work
i	87.0 deg	Present Work
R_1	$30.8 R_{\odot}$	Present Work
R_2	$23.1 R_{\odot}$	Present Work
$f(m)$	$0.32 \odot$	Adopted From (Lynds , 1957)
M_1	$8.7 M_{\odot}$	Adopted From (Allen , 1976)
M_2	$3.6 M_{\odot}$	Present Work
M_{bol1}	-2.6 mag.	Present Work
M_{bol2}	-1.7 mag.	Present Work
ρ_1	$3.0 \times 10^{-4} \rho_{\odot}$	Present Work
ρ_2	$2.9 \times 10^{-4} \rho_{\odot}$	Present Work
T_{eff1}	5700 K	Adopted From (Allen , 1976)
T_{eff2}	5380 K	Present Work
τ_1	0.25	Present Work
τ_2	0.25	Present Work
E_1	0.198	Present Work
E_2	0.315	Present Work

إذ ($L_{\odot}$ و $R_{\odot}$ و $\rho_{\odot}$ و $M_{\odot}$) النورانية المطلقة ونصف القطر المطلق والكثافة والكتلة للشمس على التوالي، (R) نصف القطر المطلق، (ρ) الكثافة، (L) النورانية المطلقة، (T_{eff}) درجة الحرارة المؤثرة، (M) الكتلة، (M_{bol}) القدر البولومتري، (τ) معامل العتمة التفاضلية، (E) معامل الانعكاسية، حيث الرقمان (1 و 2) يشيران إلى المركبة الأولى والثانية على التوالي، و (A) المسافة الفاصلة بين مركزي المركبتين، (i) زاوية الميل للنظام و (f(m)) دالة الكتلة.

4. تم تحديد موقع مركبتي النظام على مخطط (H-R) بدلالة درجة الحرارة والنورانية المطلقة وكذلك درجة الحرارة ونصف القطر المطلق ودرجة الحرارة والكتلة وكما هو مبين في الشكل (3a, 3b, 3c). وتبين أن موقع النجم الابتدائي كان متفقاً مع الهوية الطيفية التي حددتها الدراسات السابقة ($G_0 - I_a$) ومن خلال قيم معاملات النجم الثانوي ودرجة حرارته جاء موقعه في مخططات (H-R) متناظراً ومشيراً إلا أنه من المرتبة الطيفية (G_2) ونوع العمالة (III).



شكل (3) مخطط H-R وموقع نجمي النظام حسب
(3a) النورانية المطلقة، (3b) نصف القطر المطلق، (3c) الكتلة.

الاستنتاجات

- على ضوء النتائج المستحصلة من هذا البحث تبين الآتي:
1. إن أنصاف الأقطار النسبية للمركبات الثلاثة في الجدول (2) جاءت مختلفة، وهذا يخالف ما يفرضه النموذج النظري ذو الشكل الثماني المفتوح من أن مركبات النظام ذات أقطار متساوية.
 2. زاوية الميل (i) جاءت متساوية تقريباً في الكسوفات الثلاثة وهذا لا يتفق مع شكل المدار الثماني المفتوح لأنه في مثل هذا المدار يجب أن تكون زاوية الميل (i) للكسوفات مختلفة لاختلاف الموقع الهندسي للمركبات قيد الكسوف في المدار.
 3. اختلاف قيم النورانية النسبية للمركبات الثلاثة يشير إلى اختلاف كبير في نورانية المركبة نفسها في الكسوفات المختلفة التي تشارك فيها في حين تقتضي صحة النموذج أن تكون نورانية كل مركبة ذات قيمة متساوية في أي كسوف تشترك به.
 4. إزاحة الطور للكسوف الثانوي بدت قليلة لا تؤيد وجود مركبة ثالثة في النظام كما أن الدراسات الطيفية لم تظهر طيفاً يتعدى الطيف الأحادي.
- يتبين مما جاء أعلاه أنه لا توجد دلائل تؤيد صحة فرضية المدار الثماني المفتوح وأن النظام ثلاثي التركيب. كما أن عمق الكسوف الثانوي والابتدائي يشير إلى أن النظام ثنائي ذو دورة مدارية ($28^d.31452$) وأنه أقرب إلى نوع الدب الكبير (W-Uma) منه إلى نوع بيتا-القيثارة مع وجود نشاط كبير في أجواء نجميه أو حزام مشترك حول مركبتي النظام.

المصادر

- Allen, C.W., 1976, "Astrophysical Quantities", University of London, The Athlone Press.
- Cannon, A.J., 1907, Harvard Circ., Vol. 129, P. 1.
- Edgeworth, S., 2001, WWW. Theoretical Detection of Triple Star Systems With Figure Eight Orbit.
- Fresa, A., 1957, Astron. J., Vol. 62, P.362.
- Hadi, L.T., 2007, "Light Variation Study of the Eclipsing System (W-Serpentis)", M.Sc. Thesis, University of Babylon.

- Joy, A.H. , 1927, Pub. Astron. Soc. Pac., Vol. 39, P.234.
- Kadouri, T.H. , 1982, “Active Short Period Binary Systems”, Ph.D. Thesis, The Victoria University of Manchester.
- Kopal, Z. , 1975a, Astrophys. Space Sci., Vol. 35, P. 159.
- Kopal, Z. , 1982a, Astrophys. Space Sci., Vol. 81, P. 123.
- Lynds, C.R. , 1957, Astrophys. J., Vol. 126, P.81.
- McLaughlin, D.B. , 1929, Astron. J., Vol. 39, P.85.
- Pirola, V., Berdyugin, A., Mikkolas, S. and Coyne, G.V. , 2005, Astrophys. J., Vol. 126, P.81.
- Plavec, M.J. and Koch, R.H. , 1978, Inf. Bull. Var. Stars., No. 1482.
- Struve, O., 1953, Pub. Astron. Soc. Pac., Vol.65, P.362.
- Zessewitsch, W. , 1928, Roczn. Astr. Obs. Krakowskiego Suppl Internat, Vol. 6, P.69.
- Zinner, E. , 1912, Astero. Nach., Vol. 190, P.377.