

# دراسة التغير الضوئي للنظام الكسوفي (W-Serpentis)

طالب هادي قدوري

ليث طالب هادي قدوري

جامعة بابل – كلية العلوم – قسم الفيزياء

حلة – جمهورية العراق

## 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 ( $\infty$ ). 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).

## **Light Variation Study of the Eclipsing System (W - Serpentis)**

**Laith T. H. Kadouri**

**Talib H. Kadouri**

**University of Babylon – College of Science – Department of Physics  
Hilla – Republic of Iraq**

### **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 ( $\infty$ ). 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 تباين بين (8<sup>m</sup>.5) و (10<sup>m</sup>.0) وصنف ضمن نجوم طائفة الغول (Algol) وأنه ذو دورة مدارية تقدر بـ (14<sup>d</sup>.15).

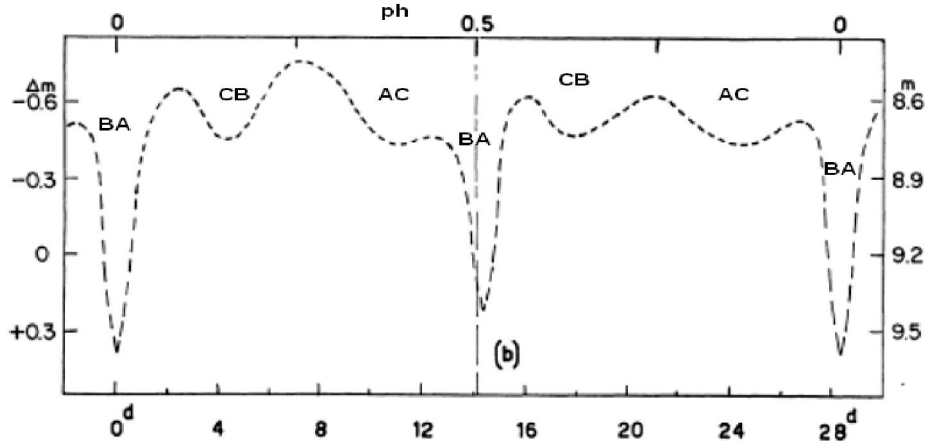
توالى البحوث لدراسة النظام وكان معظمها طيفياً منها دراسة كل من (Zinner, 1912; Joy, 1927; Zessewitsch, 1928; McLaughlin, 1929) وقد بينت أن النظام من صنف وسط بين الغول وبيتا-القيثارة وأن دورته المدارية (28<sup>d</sup>.307).

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.

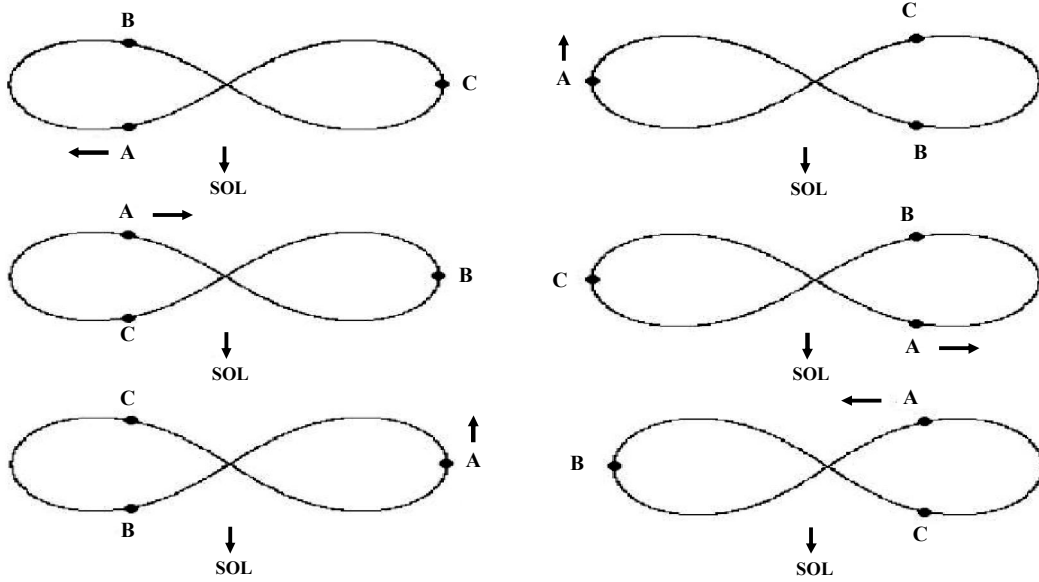
ومن أهم الدراسات الفوتومترية للنظام دراسة (Lynds, 1957) الذي اعتمد فيها الدورة المدارية (14<sup>d</sup>.15) وشملت (28) يوماً رصدياً وتبين أن المنحني الضوئي للنظام يتمتع بتصرف غريب في منطقة خارج الكسوف الابتدائي. وقد قام (Fresa, 1957) في العام نفسه برصد النظام لمدة (130) يوماً معتمداً العناصر الضوئية لـ (Struve, 1953) بدورة مدارية مقدارها (28<sup>d</sup>.31452)، وتم الأرصاد من خلال المدى المرئي (V) ونتج عن هذه الدراسة منحني ضوئي متكامل كما مبين في الشكل (1)، الذي بدت فيه التقعرات 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 ( $\infty$ ) يتضمن ثلاثة نجوم (C, B, A) ذات أبعاد هندسية وكتل متساوية تقريباً مسببة عملية كسوفات ثنائية متتابعة لمركبات النظام مما يولد ست تقعرات 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<sup>d</sup>.31452) كما مبين في الشكل (2).

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



الشكل (1) المنحني الضوئي للنظام (W-Serp.) (Fresa, 1957).



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

### معالجة وتحليل البيانات الرصدية والنتائج

1. بهدف التحقق من شكل المدار الثماني 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 الثماني 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 ( $\theta_1$ ) لكل كسوف بطريقة التسقيط.

الجدول (1) بيانات تقعر الكسوفات الثلاثة.

(1b) . (CB) ، إذ زاوية التماس الأولى ( $\theta_1 = 25 \text{ deg}$ )		(1a) . (BA) ، إذ زاوية التماس الأولى ( $\theta_1 = 31 \text{ deg}$ )	
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 الأولى ( $\theta_1 = 18 \text{ deg}$ )		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 ( $r_C, r_B, r_A$ ) انصاف الأقطار النسبية و( $l_C, l_B, l_A$ ) النورانية النسبية للنجوم (C,B,A) على التوالي و(i) زاوية الميل لكل حالة.

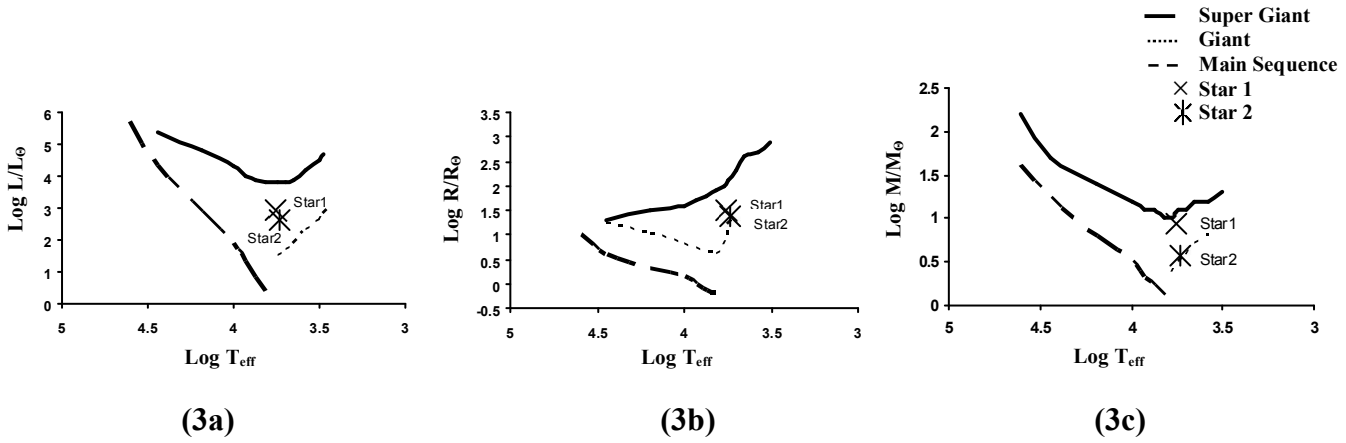
3. بهدف تعيين العوامل الفيزيائية والهندسية للنظام على أنه ثنائي كسوفي فقد تم استعمال بيانات التقعر الابتدائي والثانوي المستحصلة من الشكل (1) على اعتبار أن الدورة المدارية ( $28^d.31452$ ). وجرى تحليل البيانات باستخدام طريقة (Kopal,1982a) لحساب العناصر الفيزيائية والهندسية للنظام وحساب القيم المطلقة لمركبتي 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
$\rho_1$	$3.0 \times 10^{-4} \rho_{\odot}$	Present Work
$\rho_2$	$2.9 \times 10^{-4} \rho_{\odot}$	Present Work
$T_{eff1}$	5700 K	Adopted From (Allen , 1976)
$T_{eff2}$	5380 K	Present Work
$\tau_1$	0.25	Present Work
$\tau_2$	0.25	Present Work
$E_1$	0.198	Present Work
$E_2$	0.315	Present Work

إذ ( $M_{\odot}$  و  $\rho_{\odot}$  و  $R_{\odot}$  و  $L_{\odot}$ ) النورانية المطلقة ونصف القطر المطلق والكثافة والكتلة للشمس على التوالي، ( $R$ ) نصف القطر المطلق، ( $\rho$ ) الكثافة، ( $L$ ) النورانية المطلقة، ( $T_{\text{eff}}$ ) درجة الحرارة المؤثرة، ( $M$ ) الكتلة، ( $M_{\text{bol}}$ ) القدر البولومتري، ( $\tau$ ) معامل العتمة التفاضلية، ( $E$ ) معامل الانعكاسية، حيث الرقمان (1 و 2) يشيران إلى المركبة الأول 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 العملاقة (III).



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

### 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 ( $28^{\text{d}}$ .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.