دراسة العلاقة الطيفية بين قيم التصحيح البولومتري والمعاملات اللونية لبعض النجوم في مجال الاشعة المرئية وفوق البنفسجية

عبد العزيز عبيد موسى
كلية العلوم – جامعة بابل

الخلاصة

يهدف موضوع البحث الى دراسة العلاقة الطيفية بين قيم التصحيح البولومتري والمعاملات اللونية لبعض النجوم التي يوجد لها ارصاد طيفي في مجال الاشعة المرئية وفوق البنفسجية بالاعتماد على الارصادات المتوافرة ومن ثم ايجاد علاقات بيانية بين القيم المذكورة آنفاً وحساب Log T_{eff} وكذلك قيم B.C وكانت النتائج تشير الى دقة عالية في القيم المحسوبة بهذه الطريقة قياساً بالقيم القياسية المنظورة. وقد تم معالجة الارصاد الرقمي الموجود ورسم انماط طيفية مقربة، زيادة على مناقشة النتائج ومقدار الخطأ في الكميات المقيسة قياساً بالقيم القياسية وذكر الاستنتاجات.

المقدمة

تعد الدراسات الفلكية الطيفية من الوسائل الفعالة لتوافر المعلومات الاساس عن توزيع الطاقة في الطيف الكهرومغناطيسي لتعيين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل التركيب الكيميائي والسرعة المدارية والدورانية ودرجة حرارة الاجواء للاجرام السماوية والفضاء الذي بينها. وتهتم هذه الدراسات من الناحية الرصدية بتسجيل مديات الطيف الكهرومغناطيسي لمختلف الاجرام والمناطق السماوية ضمن حدود وامكانيات الاجهزة والتقنيات الرصدية المتوافرة، ان اقدار النجوم تعتمد كلياً على الوانها وعلى النظام المستعمل بالنسبة للاطوال لموجية، ففي الدراسات الفوتومترية يقيس المرء عادة اللمعان النسبي للنجوم بالنسبة الى بعض النجوم القياسية التي لها لمعان ظاهري معروف، وهذا يعطي اللمعان الظاهري للنجوم عن طريق مقياس عام للاقدار. وتستعمل عادة المرشحات وبعض اجهزة التضخيم لغرض الحصول على قياسات في مناطق معينة من الاطوال الموجية. فمن هذه الانظمة مثلاً نظام (UBV) الذي يعطي اقداراً في المنطقة فوق البنفسجية U ومنطقة اللون الازرق B والمنطقة المرئية او الصفراء V من الاطوال الموجية، ويرمز للاقدار المطلقة في هذه الحالة M_U ، M_B، M_V على التوالي. ويمكن استعمال الفرق في هذه الاقدار لدراسة توزيع الاطوال الموجية للضوء القادم من النجوم لان الفرق بين قدرين يشكل مقياساً للون النجم، يدعى معامل اللون Colour index وقيمته تساوي M_B-M_V بالنسبة للطول الموجي الازرق Blue والمرئي او الاصفر visible. او M_U-M_B بالنسبة للطول الموجي فوق البنفسجي Ultraviolet والطول الموجي الازرق.

فمثلاً النجم الازرق يبدو اكثر لمعاناً من خلال المرشحات الزرقاء مما هو عليه خلال المرشحات الصفراء فلهذا تكون قيمة معامل اللون M_B-M_V لهذا النجم سالبه اما اذا كان النجم احمراً فأن القيمة الجبرية لمعامل اللون تكون موجبة. لذلك فأن معامل اللون هو مقياس او دليل للون النجم، ومن ثم يمكن معرفة درجة الحرارة السطحية للنجم بعد معرفة اللون. وقد تم الاتفاق على وضع الاقدار M_U, M_B ، M_V متساوية فيما

بينها في درجة الحرارة التي تبلغ 10000 درجة كلفنية فلهذا يكون معامل اللون في هذه الحالة صفراً أي ($M_U-M_B=M_B-M_V=0$) ، وعليه تتراوح القيمة الجبرية لمعامل اللون من (0.4-) للنجوم الزرقاء الى اكثر من (2+) للنجوم الحمراء.

ويتم تسجيل الاشعاع المستلم عن النجم بعد تجميعه باستعمال المرقاب الفلكي ومن خلال منظومات المرشحات الضوئية او اجهزة ذات تقنية مختلفة للمديات الاخرى، ومن ضمن منظومات المرشحات المعتمدة منظومة (UBV) ومنظومة (H_β) ولهذه المنظومات مواصفات تخص تركيب المرشحات وانماط تمريرها، وبسبب المدى الواسع لمرشحات (UBV) يمكن ان تستعملها للنجوم الباهتة Faint Stars بسبب تمريرها العالي[1].

ان تقدم تقنيات الارصاد من خلال الاجهزة المحمولة عبر المناطيد والصواريخ والاقمار الاصطناعية وفر الكثير من المعلومات عن مناطق الطيف الكهرومغناطيسي غير المرئي ولاسيما في مديات الاشعة فوق البنفسجية[2] مما ولد قفزة نوعية في الدراسات الطيفية المتعلقة بالتوزيع الحراري والنشاط في اجواء النجوم[3].

الجزء النظري

ادى توالي الدراسات الى استنباط طرائق عديدة لحساب درجة الحرارة المؤثرة ومنها طريقة التصحيح المضرمية (البولومترية) حيث ان الاقدار الظاهرية او المطلقة تمثل اقدار النجوم في اطوال موجية معينة، أي لا تشمل كل الطاقات الكهرومغناطيسية المنبعثة من النجوم، لهذا فمن الضروري استعمال اقدار تشمل الطاقة الاشعاعية الحرارية الكلية المنبعثة من النجوم، وهذه الاقدار تدعى بالاقدار المضرمية او البولومترية (M_{BOL}) التي تمثل الاقدار المطلقة المقيسة بوساطة اجهزة حساسة لجميع الاطوال الموجية تدعى بالمضارم، او البولومترات.

ففي عام 1959 وضع العالم Popper[4] اسس وقواعد جديدة للتعامل مع العلاقة بين قيم التصحيح البولومتري ودرجة الحرارة المؤثرة رابطاً تلك العلاقات بالمعاملات اللونية للنجوم في مجال الاشعة المرئية وفوق البنفسجية. استطاع في عام 1967 Morton [5] وجماعته ايجاد علاقة رياضية وبيانية مهمة تربط بين لوغاريتم درجات الحرارة المؤثرة ولوغاريتم قيم التصحيح البولومتري لنجوم المراتب الطيفية المبكرة Early type stars اعتماداً على الاقدار الظاهرية او المطلقة. وقد تم تأكيد العلاقات المذكورة آنفاً من قبل Schild[6] وجماعته معتمداً تطابق الارصاد للتدفق المطلق مع النموذج النظري المتضمن معامل عتومة الطرف في الحسابات لنجوم لامعة وحارة من المراتب الطيفية (B) و(A). اما Lan[7] وجماعته فقد بنى في عام 1973 نموذجه النظري على اسس الاجواء التوصيلية بدرجات حرارة مؤثرة بين (4500-6000 K°) حيث ان اعتماد الاجواء التوصيلية يؤثر على العتومة التي تتغير بدورها- من المعاملات اللونية التي تتأثر بوجود العناصر المعدنية بوفرة اكثر من الشمس، ويظهر ان هذه الانماط تمثل الطبقات العليا من الغلاف الجوي للنجوم اشباه الاقزام Sub-dwarfs stars في مخطط هرتزسبرانك – رسل (H-R) الذي يوضح علاقة مهمة جداً في علم الفلك تخص دراسة خواص النجوم، ويمكن الحصول على هذا المخطط بأخذ اشكاله من رسم الاقدار المطلقة (او النورانية) على

المحور الصادي، والمراتب الطيفية لهذه النجوم او (درجات حرارتها السطحية او معامل اللون) على المحور السيني[8].

ومما يشعر بالفخر ان باحثين عراقيين قد اسهموا في تطوير ودراسة هذه النظريات وتطبيقها عبر سلسلة من البحوث منها[9],[10],[11]التي من خلالها تعيين درجة الحرارة للنجوم وتطوير برامجيات تحليل المنحنيات الضوئية.

يعبر عن القدر الضوئي البولومتري المطلق ($M_{bol.}$) بدلالة العلاقة (Allen, 1976)[12]:

$$M_{bol.} = 42.36 - 10Log\ T_{eff} - 5\log(R/R\Theta) \quad .....(1)$$

حيث تمثل T_{eff} درجة الحرارة المؤثرة للجرم السماوي $R/R\Theta$ نصف قطر الجرم السماوي نسبة الى نصف قطر الشمس.

ويلاحظ ان القياس المباشر للقدر الضوئي البولومتري محدود، لذلك يفاد من القدر الضوئي المرئي الظاهري (m_v) الذي توفره الارصادات الفوتومترية لحساب القدر الضوئي المطلق (M_v) من العلاقة (Allen, 1976):

$$M_v = m_v + 5 - 5\log d - A \quad .....(2)$$

حيث تمثل d: بعد الجرم بوحدات الفرسخ الفلكي (pc) وتساوي (1/II) حيث (II) تمثل اختلاف المنظر بالزوايا نصف القطرية.

A معامل الامتصاص الفضائي بوحدات القدر الضوئي المرئي لكل فرسخ فلكي.

من العلاقتين (1) و(2) نحصل على علاقة مباشرة بين التصحيح البولومتري (B.C) ودرجة الحرارة المؤثرة (T_{eff}) حيث:

$$B.C = M_{bol.} - M_v$$

$$B.C = -42.54 + 10\log T_{eff.} + (29000K^{\circ}/T_{eff}) \quad .....(3)$$

وعلى اساس ذلك وضعت جداول للتعبير عن قيم درجة الحرارة المؤثرة بدلالة قيم التصحيح البولومتري لمراتب طيفية اصناف نورانية مختلفة[12],[13].

معالجة الارصاد:

ان صنف النورانية يمكن تعريفه من خلال العلاقة بين معامل اللون وقيم التصحيح البولومتري كذلك من خلال العلاقة بين معامل اللون ودرجة الحرارة المؤثرة، على ان تعتمد هذه العلاقات على المرتبة الطيفية والشكل المرسوم في (4) يوضح ذلك بدقة، والجدول رقم (1) الذي يبين – زيادة على ذلك– بعض المعلومات عن احداثيات واسماء النجوم المختارة[4].

لقد تم الحصول على النتائج النظرية لقيم التصحيح البولومتري B.C. للنجوم التي تضمنها البحث بتطبيق المعادلة رقم (3) لانماط الخطوط الطيفية المقيسة والمحسوبة من البيانات الرصدية لطيف تلك النجوم، وقد تم ايضاً دراسة تغير قيم التصحيح البولومتري مع المعاملات اللونية U-B, B-V كما مبين في الشكل رقم (3).

المناقشة والاستنتاجات

من خلال اعتماد ارصاد النجوم القياسية الموجودة ضمن النجوم المدروسة تم حساب قيم التصحيح البولومتري من العلاقة رقم (3) لكل من الخطوط الطيفية وبحسب توافرها للمرتبة الطيفية وصنف النورانية باعتماد درجة الحرارة المؤثرة T_{eff} المناظرة بعد حساب لوغاريتم هذه الدرجات الحرارية، ادرجت نواتج البيانات كما هي موضحة في الجدول رقم (7). نلاحظ من المخططات البيانية المبينة في الشكل رقم (3) ان انماط الخطوط الطيفية شديدة في نجوم المراتب الطيفية المبكرة مثل نجوم المرتبة (A) ولاصناف النورانية كافة.

يتبين مما تقدم ان الاقدار الظاهرية لا تعطي نتيجة صحيحة عن اللمعان الحقيقي للنجوم، وذلك لان بعد النجوم عن الارض يكون عاملاً رئيسياً الى جانب عوامل اخرى ولمعرفة اللمعان الحقيقي للنجم، أي مقدار الطاقة المنبعثة من النجم خلال وحدة الزمن، لا بد لنا من التخلص من عامل المسافة، فلهذا اتفق العلماء على اعتبار النجوم تقع على بعد واحد من الارض نظرياً في حالة حساب هذه الطاقة على ان تكون هذه المسافة (15) فرسخاً فلكياً. ففي الارصاد الفلكية الدقيقة للنجوم ولاسيما الخافتة منها، يؤخذ بنظر الاعتبار عادة تأثير عملية الامتصاص الحاصل من قبل السحب والعوالق الترابية في فضاء ما بين النجوم، زيادة على الامتصاص الحاصل بوساطة الغلاف الجوي الارضي.

من خلال النتائج التي تم التوصل اليها وما هو موجود بين أيدينا من الدراسات السابقة نتدارق الى نقاط المناقشة الاتية:-

اولاً: يتضح من المخططات البيانية (1) و(2) المرسومة بين القدر الضوئي الظاهري والمعاملات اللونية لانماط الخطوط الطيفية المختلفة لنجوم التتابع الرئيس، ان تصرف نمط الخطوط للنجوم المختارة من مرتبتها الطيفية المستنبطة من درجات الحرارة المؤثرة يتوافق مع الدراسات السابقة وفق المصدرين (14).

ثانياً: يلاحظ ان قيم التصحيح البولومتري المستنبطة والمبينة في الجدول رقم (7) قياساً بالقيم القياسية الموجودة لعدد منها، تصاحبها نسبة خطأ تقدر بـ(±0.05) لنجوم التتابع الرئيس والعمالقة ويمكن اعتمادها لنجوم اشباه الاقزام ايضاً وهذا يشير الى ان عملية الحساب وفق المعادلة (3) تشتمل على دقة عالية نسبياً وهذا يؤكد دقة القياس في هذا البحث.

ثالثاً: نتيجة لاعتماد الاجواء التوصيلية الذي يؤثر على العتومة التي تغير – بدورها- من المعاملات اللونية لذلك فأن مقياس درجة الحرارة المؤثرة للنجوم ذات المراتب الطيفية (G) و(K) يشير الى انها تمتلك بقيم تقدر بعدة مئات من الدرجات وان الزيادة تتعزز بالنظرة الحديثة حول نورانية هذه النجوم الموجودة اسفل موقع نجوم التتابع الرئيس في مخطط (H-R).

الجدول رقم (1) يمثل معلومات احداثيات واسماء النجوم المختارة[4]

Star	Spectral Type	V(mag.)	B-V	Star	Spectral Type	V(mag.)	B-V
γ Cyg	F8 I_b	2. 23	0. 66	53 Eri AB	g k 1	3. 86	1. 08
ϵ Leo	G0 II	2. 98	0. 81	ϵ Gem	G8 I_b	2, 99	1. 41
40EriA	K0 V	4.42	0. 81	α Hya	K3 III	1. 97	1. 44
ϵ Eri	K2 V	3. 72	0. 88	β U Mi	K4 III	2. 08	1. 46
ϵ Vir	G9 III	2. 82	0. 92	ι Aur	K3 II	2. 7	1. 52
δ Eri	K0 IV	3. 52	0. 92	ε Cep	K1 I_b	3.36	1. 58
β Her	G8 III	2. 78	0. 93	π Leo	M2 III	4. 74	1. 6
ι Gem	G9 III	3. 78	1. 02	α Cet	M2 III	2. 52	1. 64
β Cet	K0 III	1. 98	1. 04	M Gem	M3 III	2.91	1.64

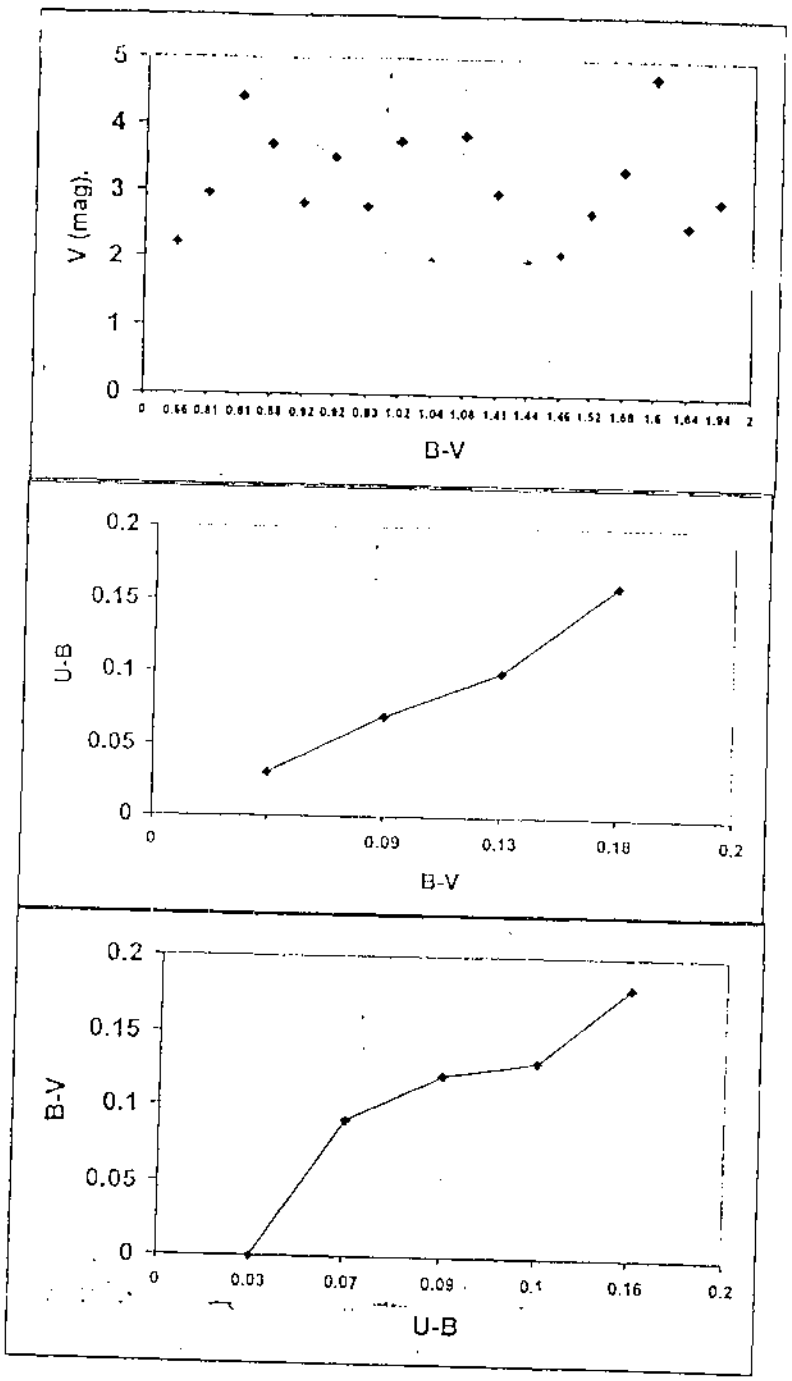
الجدول رقم (2) يمثل معلومات احداثيات واسماء النجوم المختارة [6]

Star	H D	Spectral Type	U - B	B- V	T_{eff} ($^{\circ}$K)	Log T_{eff}	B.C.
γ Gem	47105	A0 IV	0. 03	0	9500	3. 977	0. 29
β Leo	102647	A3 V	0.07	0. 09	8900	3. 949	0. 212
β Ari	11636	A5 V	0.1	0. 13	8600	3. 934	0. 177
θ^2 Tau	28319	A7 III	0. 16	0. 18	8150	3. 911	0. 13

الجدول رقم (3) يمثل معلومات احداثيات واسماء النجوم المختارة [6]

Star	H D	Spectral Type	U - B	B- V	T_{eff} ($^{\circ}$K)	Log T_{eff}	B.C.
γ Gem	47105	A0 IV	0. 03	0	9500	3. 977	0. 29
β Leo	102647	A3 V	0.07	0. 09	8900	3. 949	0. 212
β Eei	33111	A3 III	0.09	0. 12	8750	3. 942	0.195
β Ari	11636	A5 V	0. 1	0. 13	8600	3. 934	0. 177
θ^2 Tau	28319	A7 III	0. 16	0. 18	8150	3. 911	0. 13

والشكل رقم (١) يبين العلاقات البيانية بين القدر الضوئي والمعامل اللوني B - V فضلاً عن دراسة تغاير المعاملات اللونية U – B ، B - V للنجوم المختارة من المصدرين [4] ، [6].



الشكل رقم (١) المخططات البيانية تبين العلاقة بين القدر الضوئي والمعامل اللوني وتبيـــن تغير المعاملات اللونية للنجوم المختارة

الجدول رقم (4) يمثل معلومات احداثيات النجوم المختارة [14]

H D	Spectral Type	V (mag)	B - V
157201	A4 V	8. 22	0. 12
157170	A0 IV	7. 97	0. 14
157860	A0 V	10. 27	0. 21

الجدول رقم (5) يمثل معلومات احداثيات النجوم المختارة [14]

H D	Spectral Type	V (mag)	U - B
156974	A0 V	9. 40	0. 05
157170	A0 IV	7. 97	0. 07
157184	A1 V	9. 44	0. 12
157897	B9. 5 V	9. 84	0. 19

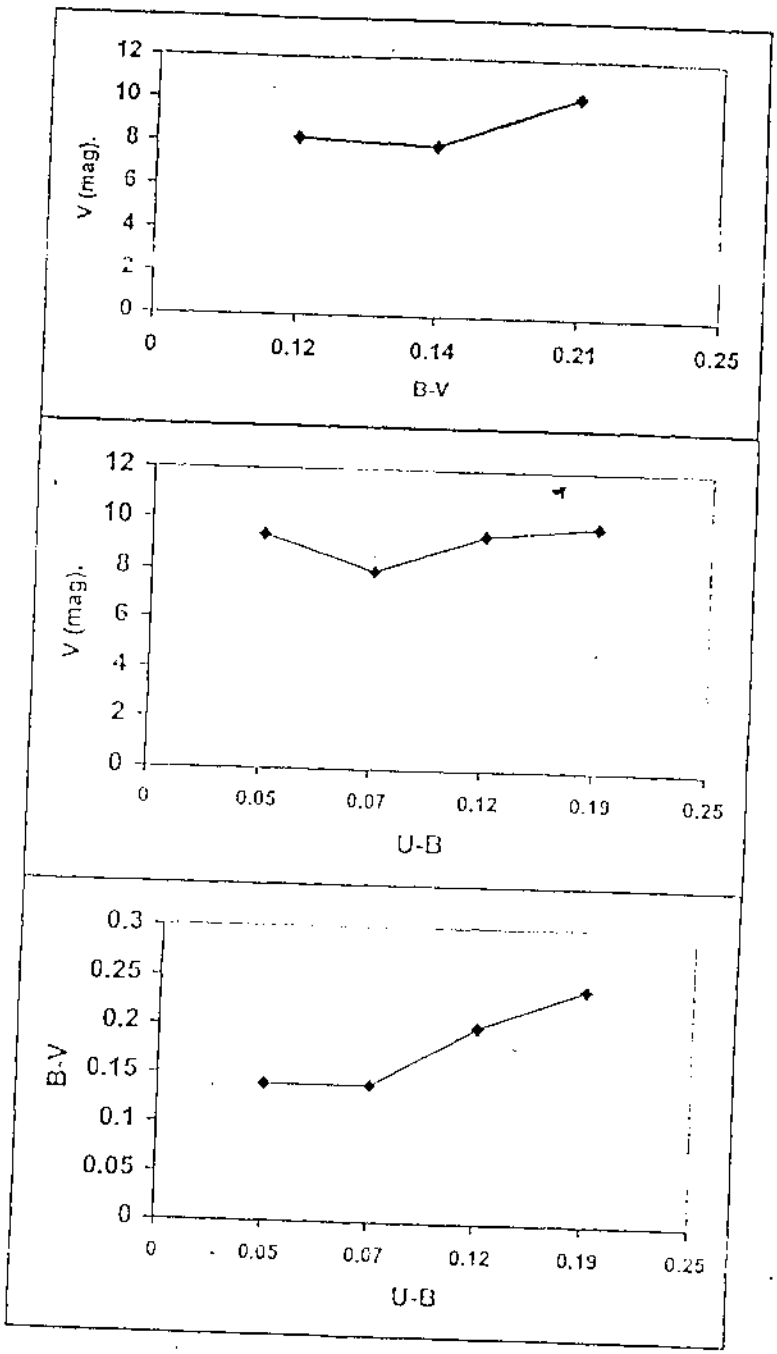
الجدول رقم (6) يمثل معلومات احداثيات النجوم المختارة[14]

H D	Spectral Type	V (mag)	B - V	U - B
156974	A0 V	9. 40	0. 14	0. 05
157170	A0 IV	7. 97	0. 14	0. 07
157184	A1 V	9. 44	0. 2	0. 12
157897	B9. 5 V	9. 84	0. 24	0. 19

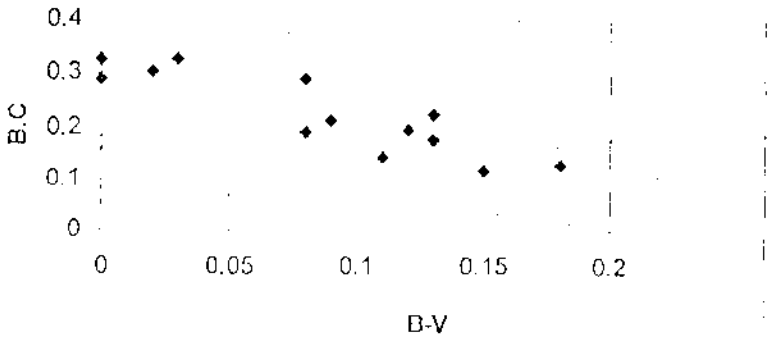
والشكل رقم(2) يبين العلاقات البيانية بين القدر الضوئي والمعاملات اللونية فضلاً عن دراسة تغير المعاملات اللونية مع بعضها للنجوم المختارة من المصدر[14]

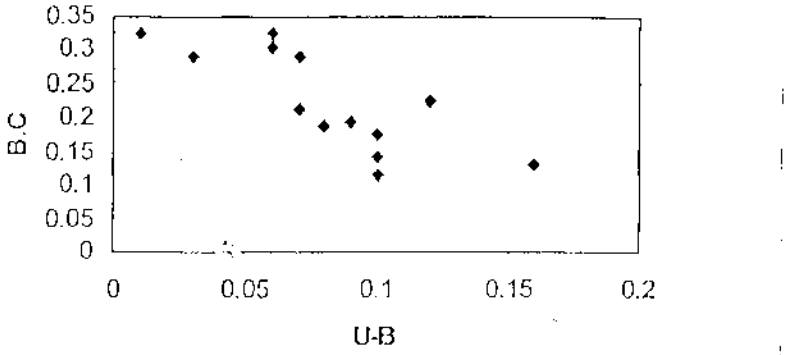
الجدول رقم (7) يمثل معلومات احداثيات واسماء النجوم المختارة [6]

Star	H D	Spectral Type	U - B	B- V	T_{ef} (K)	Log T_{ef}	B.C
δ Cas	8538	A5 V	0. 12	0. 13	9000	3. 954	0. 225
β Ari	11636	A5 V	0. 1	0. 13	8600	3. 934	0. 177
θ^2 Tau	28319	A7 III	0. 16	0. 18	8150	0. 911	0. 13
β Eri	33111	A3 III	0. 09	0. 12	8750	3.942	0. 195
γ Gem	47105	A0 IV	0. 03	0	9500	3. 977	0. 29
λ UMa	89021	A2 IV	0. 06	0. 03	9750	3. 989	0. 325
δ Leo	97603	A4 V	0.1	0. 11	8300	3. 919	0. 144
β Leo	102647	A3 V	0. 07	0. 09	8900	3. 949	0. 212
γ UMa	103287	A0 V	0.01	0	9750	3. 989	0. 325
δ UMa	106591	A3 V	0. 07	0. 08	9500	3. 977	0. 29
δ Her	156164	A3 IV	0. 08	0. 08	8700	3. 939	0. 189
α Oph	159561	A5 III	0. 1	0. 15	8000	3. 903	0. 116
ϵ Aqr	198001	A1 V	0. 06	0. 02	9600	3. 982	0. 303



الشكل رقم (٢) وفيه المخططات البيانية التي تبين العلاقة بين القدر الضوئي والمعاملات اللونية والعلاقة بين المعاملات اللونية للنجوم المختارة





الشكل رقم(٣)وفيه المخططات البيانية التي تبين العلاقة بين قيم التصحيح البولومتري والمعاملات اللونية للنجوم المختارة

References

1- AL-Naimy, I-I.M.K., and AL- Najim, F.A. ; (1981).Space physics, Vol. .2, Ministry of higher education and scientific research, Baghdad, (In Arabic).

2- Boggess, A., Carr F.A., Evans D.C., Fischel D., Freeman H.R., Fueshsel C.F., Klinglesip D.A., Krueger V.L., Longanecker G.W., Moore J.V., Pyle E.J., Rebar F., Sizemore K.O., Sparks W., Underhill A.B., Vitagliano H.D. and west D.K.; 1978). The TUE speceecraft and Instrumentation ,Nature . Vol. 275, P372.

3- Gray , D.F.; (1976). The observation and Analysis of Stellar photospheres, John wily and Sons , P.158.

4- Daniel M. popper; (1959). Ap. J., 129, 659.

5- Donald C. Morton and Thomas F. Adams; (1968). Ap.J., 151,2,1.

6- Schild, R., Peterson , D.M., and Oke , J.B.; (1971). Ap.J., 166, 95.

7- Larry. D., Travis, and Matsushima, S. ;(1973). Api., 182, 189.

8- Greenstein , J.L., and Jesse, L.; (1968) . Stellar Atmospheres , University Chicago press, P.68 .

9- AL-Aboudi , B.K.; (1994). Unpublished M.Sc. Thesis, University of Baghdad.

10- Kadouri, T.H., and Musa , A.A.O.; (1999). Determined of effective temperatures of stars , Iraqi Journal of science , The university of Baghdad , 67

11- Musa, A.A.O., and Kareem, M.A.; (2001) Study of spectral relationship between the Apparent magnitude and the Equivalent width for some stars in field of visible and ultraviolet rays . Journal of Babylon University ,6 , 3.

12- Allen, C.W.; (1976). Astrophysical Quantities , university of London Athione press 3 rd. Edition P.99, 197, 203, 206.

13- Harris D.L.; (1963). Basic Astronomical, P63

14- Allan Sandage and George Wallerstein; (1960). Ap. J., 131, 3.

Abstract

The paper aims at studying the spectral relationship between the Bolometric ..rection values and the colour indices for some Stars in the field of visible and ...violet rays. These stars have been selected according to spectrophotometeric ..rvations: the milimeteric relationship between the above values has been found .. the calculastions of Log $T_{eff.}$ and B.C. examined the results are found to be in .. agreement with the standard values. The theoretical treatment has been ..ented in paper in addition to drawing close-up profiles, as well as has been ..ted to the discussions and conclusions.