ألوان النجوم وحرارتها

اذا راقبنا السماء في ليلة لبلاء صافية الاديم لا سحاب فيها ولا ضباب ظهرت نجومها متألقة كالمصابيح الكهربائية ونورا كثرها ابيض ناصع البياض كالشعرى او ابيض ضارب الى الزرقة كالنسر الواقع او ضارب الى الصفرة كالعيوق او أصفر فاقع كالسماك الرامح او احمر كمنكب الجوزاء وقلب العقرب . والظاهر ان لون بعض النجوم غير ثابت فقد قال بطليموس وغيره من الاقدمين ان لون الشعرى احمر ولكن الصوفي لم يذكرها بين النجوم الحمر كأن حمرتها قد زالت في عهده . ولونها الآن ابيض ناصع او هو مائل الى الزرقة قليلا

واشد النجوم حمرة قلب العقرب واسمهُ باللاتينية Antares ويقال انهُ سمي كذلك تشبيهاً لهُ بالمريخ او ظنًّا انهُ هو نفس المريخ لان اسمهُ مركب من كلمتين Anti ومعناها بدل و Ares ومعناها المريخ . واكثر النجوم الحمر أصغر من ان يرى بالعين لبعده الشاسع . وبعضها من النجوم المتغيرة فاذا زاد اشراقهُ ظهر بقدرٍ قليلٍ . وبعض النجوم الحمر لا تتضح حمرتهُ الاَّ اذا قوبل بغيره من النجوم البيض . اما النجوم الخضر والزرق فقليلة العدد وهي غالباً من النجوم المزدوجة

نظر الانسان من اقدم الازمان الى النجوم فاسترعى نظرهُ هذا الاختلاف في ألوانها . ولكن العلم لم يعالج تعليل هذا الاختلاف الاَّ في بداءة هذا القرن ، فظنَّ اولاً ان النجوم البيض هي اشدُّ حرارة من النجوم الحمر على مثال ما نراهُ في الحديد فالحديد الحامي ، فان الحديد الحامي الى درجة البياض اشدُّ حرارة من الحديد الحامي الى درجة الحمرة . وقبل اقامة هذا الظن مقام الحقيقة العلمية المؤيدة بالدليل ، وجب على العلماء تحقيق امرين

اما الامر الاول فاستنباط وسيلةٍ لقياس ألوان النجوم قياساً دقيقاً للتفرقة بين ظلال الالوان . واما الامر الثاني فوضع نظرية يربط فيها بين لون جسم متوهج وحرارة سطحهِ . وقد عالج العلامة الالماني مكس بلانك هذا الموضوع ، فخرج من بحثهِ بنظرية الكم Quantum المنجبة في الطبيعة الحديثة ، وبقاعدة علمية تمكن الباحث من معرفة الضوء الصادر من جسم مشعٍّ ولون الضوء اذا عرف حجم الجسم وحرارتهُ . فاذا عكس العمل امكن معرفة حرارة الجسم المشعّ من معرفة لونهِ ، اذا توافرت لدى الباحث الحقائق اللازمة . واستعين على تحقيق الامر الاول باستعمال اللوح الفتوغرافي مدداً للعين المجردة في تبيّن ظلال الالوان . وقد رتبت النجوم التي درست من هذه الناحية في جدول ورتبت في أبواب ، مُيِّز كل بابٍ منها

بحروف اصطلحوا عليه والحروف هي O, B, A, F, G, K, M وكل منها يشير الى لون معيّن فالحرف O يدلُّ على اللون الازرق والحرف M يدلُّ على اللون الاحمر والحروف التي بينهما تدلُّ على ظلال الالوان التي بين الازرق والاحمر . فاذا كان نجمٌ ازرق مائلاً الى الخضرة وضع الى جانب الحرف O (وهو الحرف الذي يدل على الازرق) رقم صغير يدلُّ على مقدار الميل الى الاخضر . فاذا قيل ان لون النجم كذا من باب O ٢ عرفنا ان ميله الى الاخضر قليل واذا قيل انهُ من باب O٧ عرفنا انهُ اقرب الى الاخضر منهُ الى الازرق . والظاهر ان النجوم الزرق (باب O) قليلة لا تزيد على عشرين نجماً من كل النجوم التي فوق القدر السادس

اذا قلنا ان الحديد بلغ درجة الحمرة او درجة البياض ، عنينا انهُ بلغ درجة من الحرارة يشعُّ عندها ضوءًا احمر او ضوءًا أبيض . فاذا شعَّ الكربون ضوءًا احمر متى بلغت حرارتهُ ثلاثة آلاف درجة مئوية ، شعَّ التنغستن كذلك هذا الضوء متى بلغت حرارتهُ هذه الدرجة. فلكل لون من الالوان — ولكل طول من اطوال الموجات — درجة معيَّنة من الحرارة متصلة به . فاذا حللت الضوء الصادر من الكربون او التنغستن عند احمائهما الى ٣٠٠٠ درجة مئوية كانت الامواج الغالبة في الطيف امواج اللون الاحمر . فقبيل بلوغ حرارة الجسم الدرجة المعيَّنة من الحرارة تبدأ الامواج الخاصة بتلك الدرجة تكثر في الطيف

اذن فلكل لونٍ من الوان الضوء — او لكل ضرب من ضروب الاشعاع من حيث طول الامواج — درجة معينة من الحرارة متصلة به ، فكثر ذلك اللون في الاشعاع الصادر منهُ اذا بلغ الجسم تلك الدرجة من الحرارة ، فالجسم الذي احمي الى درجة الحمرة تتفوق امواج اللون الاحمر في اشعاعه على امواج الالوان الاخرى فيبدو احمر اللون للعين

فاذا بدا نجم من النجوم احمر اللون للعين ، صحَّ ان نقول ان حرارة سطحه تبلغ درجة الحمرة . فاذا كان لون نجم آخر لون الضوء الكهربائي المنبعث من قوس كربوني صحَّ ان نقول ان حرارة سطحه من رتبة حرارة الضوء القوسي . كذلك يقدّر العلماء درجة الحرارة على سطوح النجوم . ولكن الواقع ان بحث الفلكي اشدُّ دقةً من المثل الذي ضربناهُ . فهو لا يعتمد فقط على العين المجرّدة في تقدير درجة الحمرة او درجة الصفرة او درجة البياض . وانما يأخذ الضوء الواصل الينا من نجم ما ، ويحلّلهُ بالسبكترسكوب (آلة الحلّ الطيفي) فيعرف نسبة الالوان المختلفة في طيفه ، وأيها المتفوق ، ثم يبني تقديرهُ لحرارة سطحه على معرفته لنسبة الالوان التي في الضوء المحلول

اشرنا قبلاً الى قاعدة بلانك التي تمكنك من معرفة حرارة الجسم اذ عرفت لونهُ . ذلك ان بلانك اخذ الاشعاع الصادر من جسم على درجات مختلفة من الحرارة هي ٣٠٠٠ و ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ و ٦٠٠٠ درجة مئوية ووضع رسمًا بيانيًا بنسبة الالوان المختلفة في الاشعاعات الاربعة.

واللون في الطبيعة هو طول الموجة . فالاشعاع الصادر من جسم حرارتهُ ٦٠٠٠ درجة مئوية تكثر فيهِ الامواج التي طولها ٤٨٠٠ أنغستروم Angstrom (الانغستروم هو جزء من ١٠٠٠٠٠٠٠٠ جزء من السنتمتر) . فاذا حللنا الضوء الصادر من جسم مضيء ووجدنا كثرة أمواجهِ طولها ٤٨٠٠ انغستروم حكمنا ان حرارتهُ من رتبة ٦٠٠٠ درجة مئوية. ويؤخذ من درس اشعاع الشمس ان حرارة سطحها من هذه الرتبة

وثمة طريقة اخرى لمعرفة درجة الحرارة في سطح نجم من النجوم . ذلك ان بعض الخطوط التي تظهر في طيف الضوء الصادر من سطح النجم ، سببها ذرات جرّدت من الكترون او اكثر ، من الكترونها ، بفعل الحرارة في الجوّ الذي يحيط بالنجم . ولما كان العلماء يعرفون درجة الحرارة التي عندها ينفصل الكترون عن ذرتهِ ، فحرارة سطح النجم يمكن ان تستنبط حينئذٍ

ويتّصل بهذا الموضوع البحث في مقدار الاشعاع الصادر من النجوم ، من كل سنتمتر مربّع من سطحها . وهو متصل في المقام الاول بدرجة الحرارة . فارتفاع درجة الحرارة يقتضي ازدياد مقدار الاشعاع فاذا ضوعفت الحرارة على سطح نجم زاد ما يشعّهُ ١٦ ضعفاً لاضعفين . فالاشعاع من كل سنتمتر مربع يختلف كمربع الحرارة . فنجمٌ حرارة سطحهِ ٣٠٠٠ درجة مئوية — اي نصف حرارة سطح الشمس — لا يشعُّ السنتمتر المربع من سطحهِ الاّ $\frac{1}{16}$ مما يشعهُ السنتمتر المربع على سطح الشمس . على انّ اشعاع كل نجم خليط من الحرارة والضوء والاشعة التي وراء البنفسجي ونسبة هذه العناصر بعضها الى بعض تختلف باختلاف حرارة النجوم . فاذا كانت حرارة النجم واطئة كان معظم اشعاعهِ من الاشعة التي تحت الاحمر وهي اشعة حرارة . لذلك نرى ان نجماً حرارة سطحهِ ٣٠٠٠ درجة مئوية ، لا يشعُّ $\frac{1}{32}$ من جزء من ضوء الشمس — لان حرارة الشمس ضعف حرارتهِ — بل يشعُّ اشعة حرارة اكثر منها . وهذا يدلُّ على ان تقدير كل ما يشعُّ من احد النجوم لايمكن ان يقاس بمعناهُ الظاهر . فالنجم الذي حرارتهُ ٦٠٠٠ يشعُّ اشعاعاً معظم امواجهِ من امواج الضوء الذي يرى . اما النجم الذي حرارتهُ ٣٠٠٠ درجة فيشعُّ اشعاعاً معظم امواجهِ من امواج الحرارة التي لا ترى. ولو ان اعيننا تحوّلت بمعجزة الهية حتى تصبح قادرة ان ترى كلّ ضروب الاشعاع التي تخفى عليها الآن — الاشعة التي تحت الاحمر او وراء البنفسجي — لتغيّر منظر القبة الزرقاء في نظرنا كلّ التغيُّر ذلك ان منكب الجوزاء وقلب العقرب وهما نجمان في المرتبة الثانية عشر والمرتبة السادسة عشرة من اللمعان ، يصبحان اشدّ النجوم لمعاناً في الفضاء حتى ليفوقان الشعرى . وفي سورة هرقل نجم صغير يفوقهُ في لمعانهِ ٢٥٠ نجماً فيصبح السادس بين النجوم لمعاناً . ذلك ان هذه النجوم الثلاثة تصدر اشعاعاً من الضرب الذي لا يرى بالعين المجرّدة الآن . فاذا اتيح لنا رؤية كل انواع الاشعة تبينت عظمة الاشعاع الصادر من هذه النجوم