عجائب الحل الطيفي

السكترسكوب في معرفة بناء النجوم

وحركة الاجرام السموية

كان الفيلسوف الفرنسي اوغست كونت من اعلم اهل زمانهِ ، ولكنهُ مع ذلك قال ان العقل البشري لا بدَّ ان يبقى جاهلاً بعض الاشياءِ . وضرب على ذلك مثلاً ببناءِ الاجرام السموية من الناحية الكيائية . فهذه المسألة كانت في نظر كونت وغيرهِ من علماءِ ذلك العصر، من وراءِ مقدرة العقل البشري، لانهم كانوا يجهلون حينئذٍ الوسيلة التي تفتح أمامهم ابواب هذا السرّ المغلق

ونحن اليوم ندرس بناء النجوم ، كما ندرس بناءَ الاجسام المادية في المعمل الكيائي . والمفتاح الذي فتح امامنا الابواب، هو علم الحلّ الطيفي وآلتهُ ، مبيّنة الطيوف (السكترسكوب)

فما كاد العلماء يكتشفون السكترسكوب ، حتى اصبح بناءُ الاجرام السموية امامهم كالكتاب المفتوح فيهِ عرفوا العناصر التي تدخل في بنائها ، وقد كشفوا حتى العهد الأخير ، نحو ستين عنصراً من العناصر الارضية في كتل النجوم ، ثم انهم اثبتوا بالحلّ الطيفي ان جوّ المريخ يحتوي على الاكسجين وان لا اثر لهُ في جوّ الزهرة . وبيّنوا بواسطة الخطوط المختلفة التي تظهر في طيوف النجوم والسدم ، ان الذرّات التي على الارض ، كائنة كذلك في بعد السدم وفي اذناب المذنبات وعلى سطوح النجوم البيض التي بلغت حماوتها درجة البياض وبذلك منحنا السكترسكوب اقوى الادلة على وحدة الطبيعة

من نحو مائة سنة أمرَّ العلاّمة اسحق نيوتن شعاعةً من الضوءِ في موشور من الزجاج في غرفة مظلمة ، فرأى على الجدار المقابل الوان قوس قزح . فأفضى بهِ ذلك الى الاعتقاد بأن نور الشمس مركّب من أشعة مختلفة ، ولكن نيوتن ادخل شعاعة النور الى الغرفة المظلمة من ثقبٍ مستدير ، فكان شبح الشعاعة بعد اختراقها الموشور ونفوذها منهُ رقعة مستديرة من الضوءِ . ولو اتفق لهُ ان يدخل شعاعة النور من شقٍّ مستطيل ، لكان اكتشف علمَ الحل الطيفي حينئذٍ . وهذا ما فعلهُ كرشوف وبنصن الالمانيان في النصف الثاني من القرن التاسع عشر

الى جوزف فرانهوفر يعود الفضل في اكتشاف اهم حقيقة علمية تتعلّق بحل الطيف بعد اكتشاف نيوتن وهو ان نور الشمس مركّب من طوائف من الاشعة لكلٍّ لونها الخاص . ذلك ان فرانهوفر اكتشف ما يعرف بظاهرة «الخطوط السود او القاتمة» في الطيف . ومع انهُ توفي سنة ١٨٢٦ وهو في التاسعة والثلاثين من عمرهِ ترك في هذا الاكتشاف اثراً في علمي الطبيعة والفلك لا يزول . كان ابن

خزّاف باڤاريّ ، فتلقى عنهِ اصول الخزافة ثم تعلّم فن صقل الزجاج فأتقنهُ واشتهر فيهِ فاختير لمنصب في معهد بصري optical بمدينة مونيخ ، حيث انتخب عضواً في اكادمية العلوم وعيّن امياً لمكتبتها في العلوم الطبيعية . هناك استنبط اساليب جديدة لصقل العدسات وقياسها ، وصنع زجاجاً خاصًّا يصلح للعدسات ، وتعلّم كيف يحسب اشكال العدسات المختلفة حساباً رياضيًّا دقيقاً

ولكن همهُ الاعظم كان متجهاً الى صنع عدسات (اكروماتيكية) اي لا يظهر في الاشعة التي تخترقها بقع ملوّنة ، وهذه البقع تنشأ اذا كان سطح العدسة غير محدّب تحديباً تامًّا فتتكسر الامواج وتتفرّق فتنشأ ظاهرة البقع الملوّنة . ولكي يتمكن من تحقيق غرضهِ هذا ، درس طيوف انوار مختلفة . وكان ذات يوم يدرس طيف نور صادر من مصباح ، فاكتشف في الجزء الاصفر من الطيف خطًّا مزدوجاً . هذا الخط يعرف الآن بخط الصوديوم . وهو من اشهر خطوط الطيف لان رؤيتهُ سهلة . ولعلك ايها القارىء اذا زرت معملاً علميًّا في مدرسة وطلبت ان ترى سبكترسكوباً ، كان خط الصوديوم هذا اول ما ترى من خطوط الطيف . وامتدّ بهِ البحث : فاكتشف هذا الخط في طيوف انوار اخرى ، ولكن الخط كان دائماً في محل واحد من منطقة اللون الاصفر . ثم حلّ نور الشمس ، فرأى مكان الخطين الاسودين في طيوف انوار المصابيح طائفة من الخطوط المتلازة وبعضها اكثر قتاماً من البعض الآخر ، بل ان بعضها اسود . ثم فحص فرانهوفر نور النجوم فرأى في طيفهِ خطوطاً تشبه الخطوط التي رآها في طيف الشمس

فدعيت هذه الخطوط خطوط فرانهوفر . ولكن فرنهوفر مات قبل ان يدرك تعليلها ، وما لها من الشأن في ريادة السماء ومعرفة بناء النجوم والسدم وحركات الاجرام السموية

وتلا فرنهوفر في هذا الميدان عالمان المانيان هما روبرت وليم بنسن الكيماوي وغوستاف كرشوف الطبيعي . كانا حينئذٍ استاذين في جامعة هيدلبرج . وكان بنسن قد استنبط المصباح المعروف باسمهِ وكان هذان العالمان يبخران في لهيب هذا المصباح بعض العناصر الكيمائية ثم ينظران الى الوانها بالسبكترسكوب . وكانت هذه الآلة مركبة حينئذٍ من ثلاثة اجهزة اولها طريقة لجمع اشعة الضوء على موشور زجاجي ، ثم الموشور نفسهُ الذي يفرق النور الى الالوان المؤلف منها ثم تلسكوب صغير يجسّم الطيف حتى تستطاع رؤيته . وما لبثا حتى وفّقا الى اكتشاف اساسيّ في هذا الميدان ، وهو ان لكل عنصر خطوطاً لامعة في الطيف خاصة به

وفي يوم من ايام سنة ١٨٥٩ ، اكتشفا سرّ الفرق بين خطوط فرنهوفر — وهي خطوط قاتمة في الطيف — والخطوط التي كشفاها وهي خطوط لامعة . ذلك ان اشعلا مصباح بنسن ، وبخّرا في لهيبهِ عنصراً من العناصر ، وراقبا الطيف فوجدا الخطوط اللامعة الخاصة بهذا العنصر . ثم جاءا بنور قوي من مصدر آخر وامرّاه في لهيب المصباح الذي بُخّر فيهِ ذلك العنصر ، قبل جمعه وتوجيهه الى الموشور . فلما راقبا الطيف وجدا ان الخطوط فيه قد اصبحت قاتمة . فأدركا

كرشوف في الحال تعليل ذلك وكان تعليله صحيحاً ايدته المباحث التالية : قال : — اللون الخاص الذي يولده العنصر في لهيب المصباح يعدّل في النور الوارد من مصدر آخر ، الامواج التي من طوله تماماً ، وكذلك ينفي الواحد الآخر ، فيزول اللون الذي كان يولّده في الطيف خطوطاً لامعة ، وكذلك تشهد خطوطاً قاتمة وقد حلّت محلّها

هذا الاكتشاف مهّد السبيل لتعليل خطوط فرنهوفر . كان العلماء قد عينوا مواقع مئات من الخطوط القاتمة — خطوط فرنهوفر — في طيف الشمس . ولكنهم لم يدركوا معنى هذه الخطوط الاّ بعد اكتشاف بنسن وكرشوف الاخير ، وتعليل كرشوف له التعليل الصحيح . ذلك ان طبقة الشمس الخارجية Photosphere تطلق امواجاً مختلفة تقابل امواج الطيف المرئيّ ، ولكن هذه الامواج قبل ان تصل الى تلسكوباتنا وسبكتروسكوباتنا يجب ان تمرّ في جوّ الشمس حيث توجد معظم العناصر في حالة غازية متألقة . وكما عدّل النور الصادر من جسم آخر لون اللهيب الخاص بعنصر معيّن في مصباح بنسن ، كذلك تفعل هذه العناصر المتألقة في جوّ الشمس ، بالامواج الصادرة من سطحها . فلذلك ترى خطوط سوداً او قاتمة في طيف الشمس . فاذا اتفق موضع خط من هذه الخطوط او موقع طائفة منها ، مع موقع خطّ (او طائفة) خاص بعنصر من العناصر عرفنا ان هذا العنصر موجود في جوّ الشمس . وكذلك نستطيع ان نعرف تركيب الشمس الكيماوي وهي على ٩٣ مليون ميل منا

***

وما كاد كرشوف وبنسن يكتشفان هذه الحقيقة حتى استعملت اداتهما في الكشف عن عنصري الكيزيوم والروبيديوم في المياه المعدنية التي تنبع في دوركيم . وتروى في هذا العدد قصة كان كرشوف يحبّ ان يرويها قال : كانت المسألة المطروحة على بساط البحث ، هل تكشف خطوط فرنهوفر عن وجود الذهب في الشمس ؟ وكان صرّاف كرشوف يقول له وماذا يهمني ان كان الذهب موجوداً في الشمس ما دام لا استطيع ان آتي به الى هنا . وبعيد ذلك نال كرشوف من احدى الجمعيات العلمية في انكلترا مدالية ذهبية ومبلغاً من المال . فذهب بها كرشوف الى صرّافه وقال له لقد افلحت في ان آتي لك بالذهب من الشمس

وتلا ذلك استنباط وسيلة ادق من الموشور للحلّ الطيفي . فكان استنباطها من نصيب رولند العالم الاميركي والاستاذ في جامعة جُنز هبكنز في العقد الاخير من القرن التاسع عشر . ذلك انهُ صنع آلة لتخطيط قطعة من الزجاج خطوطاً عديدة متلازّة ويقال ان البوصة المربعة في النادر منها قد تحتوي على ٣٠ الفاً من هذه الخطوط (الانسكلوبيديا البريطانية) . ومن يملك قطعة منها يحسب انهُ يملك كنزاً علميًّا لانها افضل ما عرف من وسائل العلم لحلّ نور الشمس الى الالوان التي يتركب منها . ثم قضى رولند بعد ذلك سنين عديدة في درس طيف الشمس ، فقال انهُ وجد في مناطق الالوان المختلفة نحو عشرين الف خط ، وان كل خطّ او كل طائفة منها تشير الى مادة معينة في كتلة

الشمس . فلما تمّ رولند مباحثهُ ، كان قد كشف في الشمس عن ٣٦ عنصراً من العناصر الكيميائية المعروفة على الارض . وقد كشفت بعد وفاته عناصر اخرى ، لان العلماء صنعوا الواحاً فتوغرافية شديدة الاحساس ، تتأثر بالنور الذي تحت الاحمر ، وكذلك كشف العلماء عن نحو ستين عنصراً من العناصر الكيميائية في مادة الشمس

أما في النجوم فانا لا نستطيع ان نشهد في طيف نورها التفصيلات التي نشهدها في طيف الشمس . ولكن السبكترسكوبات الكبيرة التي بنيت في العهد الاخير وألحقت بالمراصد الكبيرة كمرصد جبل ولسن ، قد كشفت عن عشرات من العناصر الكيميائية في مواد النجوم

ثم ان الخطوط التي تبدو في الطيف لا تكون مستقرة في مكانها ، اذا كان مصدر النور متحركاً بل هي تحيد الى الاحمر اذا كان الجسم مبتعداً عن المراقب ، او تحيد نحو البنفسجي اذا كان الجسم مقترباً منهُ . وعلى هذا الاساس استطاع الباحثون ان يكشفوا عن دور الشمس على محورها وسرعة هذا الدوران وكذلك دوران السيارات وسرعتهُ . وعرفوا ايضاً ان حلقات زحل ليست مادة جامدة بل مؤلفة من كريات صغيرة كل منها بمثابة سيّار صغير . وعليهِ بنيت ادق الحسابات لبعد الشمس عن الارض . ولما طبّق هذا المبدأ على النجوم ، عرفت حركة الشمس بالقياس اليها ، وقيست ابعاد مئات منها ، وكشف عن مئات من النجوم المزدوجة ، وعرفت كتل واقطار بعضها . ثم درست نتائج هذا الحيود ، فيما يرتبط بنور السدم التي خارج المجرّة ، فتبين ان معظمها يبتعد عنا بسرعة عظيمة — قدّرت سرعة ابتعاد احد هذه السدم بـ ١٥ الف ميل في الثانية — وعلى هذا بنيت نظرية الكون الآخذ في التمدُّد او الاتساع Expanding universe ثم ان المباحث السبكترسكوبية بينت ان السدم نوعان او طائفتان . فطائفة مكوّنة من كتل من الغاز المضيء او المتألق واما الطائفة الثانية فتطلق نوراً كنور النجوم فيرجح انها مجموعات من النجوم بعيدة عنا بعداً لا يمكننا من رؤية بعض نجومها الفردة

***

واذا كان هذا شأن السبكترسكوب في علم الفلك الحديث . فما هو اثره في ميادين العلم الاخرى ؟ الكيماوي مدين للسبكترسكوب بالكشف عن عشرة من العناصر ، ولعلّ اشهرها عنصر الهليوم الذي كشفه لكير في جوّ الشمس قبلما كشفه رمزي على الارض بنحو عشرين سنة . وانت تعلم مقام الهليوم في المباحث العلمية النظرية ، كتركيب الذرّة وتحويل العناصر ، كما تدرك مقامهُ في الشؤون العلمية ، فهو الغاز الذي لا يصلح غاز مثله ، لملء اكياس البالونات ، لانهُ خفيف وغير قابل للالتهاب . ثم ان للسبكترسكوب شأناً اي شأن في علم الطبيعة النظري الذي يتناول الذرّة وبناءها وتحويلها وكشف العناصر التي توجد منها مقادير ضئيلة في ركازاتها

ولا زال السبكترسكوب في علمي الطبيعة والكيمياء حديث طويل نرجئه الى فرصة اخرى