المقتطف

مجلة علمية صناعية زراعية

الجزء الثاني من المجلد الحادي والثمانين

١ يوليو سنة ١٩٣٢ — ٢٧ صفر سنة ١٣٥١

الفضاء بين النجوم

هل هو فراغٌ تامٌّ او فيه بقايا سديم كوني

تقدّم علماء الفلك في العصر الحديث تقدماً عظيماً في قياس ابعاد النجوم ، ولكنهم لم يحصروا عنايتهم في قياسها بطريقة « زاوية الاختلاف » بل اعتمدوا على وسائل حديثة سپكترسكوبية واحصائية ، ثبتت صحة نتائجها باتفاقها والآراء الفلكية المسلَّم بها . فأسفر هذا البحث الشاق عن صورة جديدة للكون النجمي فاذا هو مجموعة من الوف ملايين النجوم منثورة في فضاء رحب شدَّ ما يسترعي انتباهنا فيه فراغهُ العظيم . فانك اذا فرضت وجود اربعة من صغار الاسماك في المحيط الاتلنتي رسمت لنفسك صورة تبين رحابة الفضاء الكائن بين النجوم

ولقد كان من الراسخ في روع الباحثين ، من عهد غير قريب ، ان الفضاء الكائن بين النجوم ليس فراغاً تامًّا . فقد شاهد الراصدون ، ان اشعة الضوء الذي تمرُّ في رحاب الفضاء تتشتت ، وهذا التشتت لا يمكن ان يتمّ اذا كان الفضاء مفرغاً فراغاً تامًّا من المادة ، ولا بدَّ ان يحتوي هنا وهناك على ذرة تائهة او الكترون شارد . والواقع ان الصور الفوتوغرافية التي صوِّرت لمناطق مختلفة من الفضاء ، وخصوصاً مناطق المجرّة ، تثبت وجود نواح تملأها مادة غازية كثيفة تحجب ضوء النجوم التي وراءها فتمنع وصولهُ الينا بامتصاصهِ . وبعض هذه القطع الغازية ذو معالم وحدود واضحة ، وبعضها لا حدود لهُ ولكن كثافتهُ تقلُّ رويداً رويداً الى ان يندمج في ما نحسبهُ عادة الجلد الصافي الاديم

هذه المشاهدات تشير بشارة لا لبس فيها ولا ابهام الى احتمال وجود مادة منتشرة انتشاراً دقيقاً في رحاب الفضاء الذي بين النجوم

بسط ادنجتن Eddington اولاً هذا الرأي في خطبته الباكرية (Bakerian) من نحو خمس سنوات واثبت بالادلة الراجحة ان الفضاء بين النجوم ليس مفرغاً بل هو «ممتلىء» مادة . وليس المراد بلفظة «ممتلىء» هنا احتشاد المادة فيه حتى لا يسع شيئاً علاوة على ما فيه ، وانما يقصد معناها النسبي اي اننا لا نجد ناحية معينة في رحاب الفضاء مفرغة فراغاً تاماً من المادة ولو في ألطف حالاتها . بل ان في الفضاء من الذرات المنتشرة فيه ما يكفي لوجود ذرة واحدة في كل سنتمتر مكعب منهُ

هذا كان رأي ادنجتن وادلتهُ النظرية . وقد انقضت الآن خمس سنوات اثبت الراصدون في اثنائها ، بالمشاهدة صحة هذا الرأي ، بل ان حديث التقدم في هذه الناحية من الطبيعيات الفلكية من اوفق الاحاديث العلمية لنا . والغريب ان هذا الاكتشاف نشأ — كطائفة كبيرة من المكتشفات — من مشاهدة شذوذ أو انحراف عن القاعدة العامة في اثناء بحث مسألة علمية أخرى

* * *

في علم الطبيعة مبدأ يعرف بمبدإ دپر (Doppler) مؤداهُ ان اقترابَ جسم يحدث صوتاً اليك في اثناء احداثهِ للصوت ، من شأنهِ ان يقصّر امواج الصوت ، وان ابتعاده من شأنهِ ان يطيلها . وعليه فاذا كنت واقفاً وكان قطار صافر متجهاً اليك قصرت امواج التصفير وارتفع صوتها . واذا كان مبتعداً عنك طالت امواج التصفير وخفت صوتها . وكان السر وليم هجنز (Huggins) الفلكي البريطاني ، يبحث في هذا الموضوع من نحو خمسين سنة ، فخطر لهُ ان يطبق هذا المبدإ على امواج الضوء ويستعملهُ في قياس سرعة النجوم . فاذا كان نجم من النجوم مقترباً منا كان طول كل موجة من امواج الضوء الذي يشعهُ اقصر من طول امواج الضوء المماثل لهُ على الارض . فاذا حللنا ضوء النجم المقترب بالسكترسكوب حادتْ الخطوط المظلمة الخاصة بالنجم الى جهة اللون البنفسجي . واما اذا كان النجم مبتعداً عنا فان الخيوط يكون الى جهة اللون الاحمر . فمن معرفة جهة الخيوط تعرف جهة سير النجم اقترباً منا أو ابتعاداً عنا . ومن معرفة مقدار الخيوط تعرف سرعتهُ . وقد طبقت هذه الطريقة في طائفة كبيرة من اشهر المراصد فقيست بها سرعة الوف من النجوم . واستعملت اخيراً في قياس سرعة السدم اللولبية التي خارج المجرّة فثبت ان بعضها يبتعد عنا بسرعة نحو ١٥ الف ميل في الثانية . وهذا مما حدا بالعلماء الى القول بان الكون آخذ في الاتساع كأنه فقاعة صابون ينفخ فيها

ولا بد هنا من كلمة عن الحل الطيفي قبل ان نبين كيف استعملت هذه الطريقة لاثبات رأي ادنجتن السابق الذكر

وضع كرشوف من نحو سبعين سنة اصول الحل الطيفي — السبكترسكوبي — وقد كان للآلة المعروفة بالسبكترسكوب اكبر أثر في توسيع معارفنا الفلكية في نصف القرن الأخير. وهذا لا ينفي وجوب استعمالها دائماً مع التلسكوب الذي يجمع الأشعة التي تحلل بها. والمبدأ الذي تقوم عليه هذه الآلة هو ان النور اذا مرّ في موشور انكسر انكساراً يختلف باختلاف طول موجته. اي ان امواج اللون الأحمر اقلّ انكساراً من امواج اللون الاصفر وامواج اللون الأصفر اقلّ انكساراً من امواج اللون البنفسجي. وهكذا نستطيع ان نحلل نور الشمس الابيض الى الالوان التي يتألف منها بامراره في موشور مثلث او قطعة زجاج مخططة طولاً وعرضاً خطوطاً تربية جداً بعضها الى بعض (grating)

وقد اثبت كرشوف ان للاجسام المنيرة طيوفاً مختلفة يستطاع تبويبها ثلاثاً: (الأول) يعرف بالطيف المستمر: وهو الحاصل من حلّ نور منبعث من اجسام صلدة متوهجة او سوائل او غازات مضغوطة ضغطاً عظيماً: (الثاني) يعرف بطيف الخطوط اللامعة او طيف الغازات وهو طيف النور المنبعث من غازات او ابخرة متوهجة مضغوطة ضغطاً متوسطاً او واطئاً: (الثالث) يعرف بطيف الخطوط المظلمة وهو طيف نور منبعث من مادة تستطيع ان تمتص جانباً من النور المنبعث منها. والثالث من هذه الطيوف فسّر كرشوف خطوط فرونهوفر في طيف نور الشمس التي كانت لا تزال سراً مغلقاً (١). وباستعمال السبكترسكوب تمكن العلماء من معرفة حالة النجوم والسدم الطبيعية. فعرفوا مثلاً ان السديم الكبير الذي يظهر في الفضاء قرب كوكبة الجبّار غازيّ وان السديم قرب المرأة المسلسلة غير غازي

ولما كان معروفاً لدى العلماء ان كل عنصر من العناصر الكيماوية التي تتركب منها قشرة الأرض اذا توهج وحلّل نوره ظهر في الطيف خط واحد — او اكثر — يتميز به عن غيره، استعملوا هذه الطريقة للكشف عن العناصر في الكواكب والسدم. وبتطبيقها على الشمس ثبت ان فيها تسعاً واربعين عنصراً من عناصر الارض الاثنين والتسعين. والواقع ان عنصر

(١) خطوط فرنهوفر. اذا حللنا نور الشمس بسبكترسكوب الى الوانه السبعة المرئية وجدنا في مناطق الالوان المختلفة خطوطاً سوداء دقيقة. هذه الخطوط رآنها اولا ولستن الانجليزي سنة ١٨٠٢ ثم عني بها فرونهوفر الالماني سنة ١٨١٤ واحصى نحو ٧٠ خط منها فنسبت اليه. وتعليلها ان كل غاز او بخار يمتص الامواج التي يطلقها اذا توهج. فاذا حللنا طيف النور المنطلق من قطعة صوديوم محترقة وجدنا مثلا خطاً اسود في مكان معين في منطقة اللون الاصفر. هذا الخط يشير به عنصر الصوديوم فاذا وجدنا في طيف الشمس خطاً في منطقة اللون الاصفر يتفق من كل الوجوه مع خط الصوديوم حكمنا انه في جو الشمس صوديوم هكذا

الهليوم كشف عنهُ في الشمس قبل الكشف عنهُ بين عناصر الارض . فقد كشف عنهُ سنة ١٨٦٨ في لهب اخضر اللون من لهب الالسنة المندلعة من الشمس في اثناء الكسوف . ودعي «هليوم» نسبة الى اسم الشمس اليوناني «هليوس» وظل مجهولاً بين العناصر الارضية الى ان كشف عنهُ السر وليم رمزي سنة ١٨٩٥ وما يستخرج منهُ الآن يستعمل في الغالب لملء البلونات المسيَّرة لانهُ لا يلتهب كالايدروجين

وقد استعملت خطوط فرهوفر حديثاً لمعرفة نسبة العناصر التي في الشمس بعضها الى بعض . وذلك بدرس عرض الخطوط التي تظهر في الطيف ونسبة عرض الواحد منها الى الآخر . ثم استعملت هذه الخطوط ايضاً لمعرفة شيء عن حركة الاجرام السموية فقد ثبت انهُ اذا كان الجرم السموي متجهاً نحونا فان حركة الخطوط في طيفهِ تتجهُ من الأحمر الى البنفسجي . واذا كان مبتعداً عنا فان حركة هذه الخطوط في طيفهِ تتجهُ من البنفسجي الى الاحمر . لأن عدد الأمواج التي تصلنا منهُ في الحالة الأولى آخذة في التزايد والقصر وفي الحالة الثانية آخذة في التناقص والطول . فاتجاه حركة هذه الخطوط وسرعتها تمكن العلماء من معرفة اتجاه الاجرام السماوية بالنسبة الى الارض وسرعتها . وبالجري على المبدإ ذاتهِ يستطاع الكشف عن النجوم المزدوجة واثبات دوران الارض حول محورها .

* * *

ومن اول الذين وجّهوا عنايتهم الى هذا الموضوع الدكتور هارتمان احد علماء مرصد پوتسدام الالماني فلم يلبث ان صرّح انهُ في اثناء درسهِ لخطي الكلسيوم في طيوف بعض النجوم وجد ظاهرة غريبة لا تتفق ومقتضيات مبدأ ذيلر المذكور ذلك انهُ لاحظ ان خطي الكلسيوم لا يحيدان الى جهة اللون البنفسجي ولا الى جهة اللون الاحمر كما تحيد بقية خطوط الطيف ، وهذا من المفارقات ! فاذا كان نجم من النجوم يسير سيراً سريعاً نحونا فلا بدَّ من ان تحيد الخطوط في طيفهِ نحو اللون البنفسجي . واذا كان مبتعداً عنا فلا بدَّ من ان تحيد الى جهة اللون الاحمر . ومن الغريب ان هارتمان وجد ان كل خطوط الطيف تحيد الى احدى الجهتين الا خطّا الكلسيوم واحياناً خط الصوديوم

وما صرّح هارتمان تصريحه المتقدم حتى عني الراصدون بتحقيق مشاهدتهِ فأيّدوها بمشاهداتهم . ومن ثم اخذوا يقترحون النظريات لتعليلها

ولا يخفى ان الارض في اثناء سيرها في الفضاء تنقل معها غلافها الغازي المكون من غازات باردة وكذلك النجم ينقل معهُ في اثناء سيرهِ غلافاً من الغازات التي تحيط بكتلتهِ الغازية الشديدة الحرّ . فاذا انبثقت من داخل النجم اشعة ومرّت في جوهِ الغازي الخارجي — البارد اذا قيست حرارتهُ بحرارة قلب النجم — واذا كان في هذا الجوّ الخارجي ذرات عنصر الكلسيوم

الموجبة الكهربائية ، ظهر خط الكلسيوم في طيف ضوء النجم مع خطوط العناصر الاخرى، وهو خط مظلم من خطوط فرونهوفر لانهُ حدث بالامتصاص . ولكنَّ الغريب ان خطوط الطيف الاخرى تحيد الى جهة الاحمر او جهة البنفسجي بحسب ابتعاد النجم او اقترابهُ ، واما خطّ الكلسيوم لايحيد ان ولذلك عُرفا هما وما ماثلهما بالخطوط المستقرة « Stationary

ألا يجوز ان تكون ذرات الكلسيوم منتشرة في الفضاء بين النجوم وبهذا يعلّل استقرار خطي الكلسيوم في طيوف النجوم ؟

وما منشأ هذا الكلسيوم الذي في الفضاء النجمي ؟

هل هو مادة منبثة من النجوم الجبارة في اثناء سيرها في الفضاء ؟

او هو بقايا سديم كوني نشأت منهُ النجوم بالتجمع الجاذبيّ ؟

* * *

ولما تناول الدكتور ستروف Strave احد علماء مرصد يركيز Yerkes الاميركي هذا البحث اثبت انهُ كلما زاد بعد النجم عن النظام الشمسي زاد ظهور الخطوط « المستقرة » في طيفه . وهذا يعلّل بان الضوء مرّ في مسافات شاسعة من السحاب الكوني المالئ للفضاء بين النجوم فزاد امتصاص هذا السحاب لضوء الكلسيوم فزاد ظهور خطيه في الطيف

ولم يلبث العلماء ان وجدوا انَّ هذه الخطوط تحيد الى احد طرفي الطيف ولكنَّ حيودها ضئيل جدًّا اذا قيس بحيود الخيوط الاخرى . لذلك عدلوا عن تسميتها بالخطوط المستقرّة وقالوا انها خطوط ما بين النجوم interstellar

وجاء الاكتشاف المترجّح لهذه المباحث لما ثبت ان هذا الحيود الضئيل في خطي الكلسيوم وما ماثلهما يمكن تعليله تعليلاً دقيقاً بافتراض ان المجرة تدور حول مركزها وهو ما اثبتهُ المباحث الفلكية الاخرى (راجع مقالة « ما وراء المجرّة » في مقتطف يناير ١٩٣٢)

ويرى الاستاذ ادنجتن ان « بقايا السديم الكوني » المالئة لرحاب الفضاء النجمي ليست كلسيوماً فقط او كلسيوماً وصوديوماً . ولكن احوال الرصد مكنتنا من مشاهدة خطوط هذين العنصرين قبل غيرهما . بل هو يذهب الى ان هذا السديم الكوني يحتوي على كل العناصر التي على الارض

اما كثافة بقايا « السديم الكوني » فواطئة جدًّا لا تزيد عن كثافة نفخة مدخّن وقد تمددت حتى ملأت فضاء سعتهُ الف ميل مكعب ! على ان رحاب الفضاء تفوق التصور في سعتها. وعليه فهذا الغاز المتناهي في اللطافة الذي يملأها تبلغ كتلتهُ نصف كتلة النجوم . فاذا سلمنا بهذا الرأي الجديد قلنا ان المادة الاصلية التي تكونت منها النجوم ، تحوّل ثلثاها نجوماً وبقي الثلث الآخر مادة لطيفة منتشرة في رحاب الفضاء