تفرق المجرات

مقالة الموضوع

اذا ثبت الرأي الحديث في ظاهرة تفرق المجرات كان اكتشاف هذه الظاهرة الفلكية العجيبة في الطبقة العليا بين المكتشفات العلمية الباهرة في جميع العصور . ذلك ان الصورة الكونية التي رسمت وفقاً لهذا الرأي تمثل لنا الكون وقد اخذت أجزاؤه الكبرى في الابتعاد بعضها عن بعض ، بسرعة تزيد في بعضها على سرعة دقائق « ألفا » المنطلقة من الراديوم . فكأن الكون فقاعة من الصابون ، مضت تنتفخ وتنتفخ ، حتى غدا ما على سطحها وما فيها من ذرّات وجزيئات يبتعد بعضهُ عن بعض بسرعة عظيمة . وقد طلع هذا الرأي على العلماء فجأة فأخذوا به حتى كادوا يمكون أنفاسهم ، وعجزوا عن تفسيره تفسيراً مقبولاً عند جمهرتهم ، لما فيه من الغرابة والجرأة

هذا الموضوع يعالج من ناحيتين ، إحداهما ناحية الحقائق التي اثبتها العلماء بالرصد والتصوير والثانية ناحية الآراء التي تفسرها هذه الحقائق

كان هبل Hubble [1] زعيم هذا البحث الجديد . وكان هيوماسون Humason ساعدهُ الايمن . أما كيف دخل هيوماسون ميدان البحث الفلكي وصار من أعلامه ، فقصة عجيبة . ذلك ان والد هيوماسون كان صاحب مصرف في كاليفورنيا . ولكن الولد كان راغباً عن المدرسة وعن أعمال المصارف . وكان يرى من سهول پاسادينا بكاليفورنيا قمّة جبل ولمس فاستهوتهُ فذهب الى فندق قائم على مقربة من المرصد المشهور ، وجعل يخدم فيه ، آناً يسوق سيارتهُ ومركباته لنقل ما يجب نقلهُ اليه من المدينة عند السفح . وآناً يساعد موظفيه وخدامهُ في شتى الاعمال . وعهد اليه في أحد الايام بأن يسوق مركبة تجرُّها بغال ، وكانت المركبة تقلّ أجهزة علمية ثقيلة الى المرصد . فاتصل ببعض رجاله ، فعطفوا عليه وكان يُدعى للقيام ببعض الاعمال في حجرة الساعات او في حجرة التصوير . وما لبث الفتى حتى برع في أساليب التصوير الضوئي Photography [2] ثم تزوج ابنة احد رجال المرصد ومن ثمَّ أكبَّ على دراسة

(١) راجع مقتطف ابريل ١٩٣٨ صفحة ٣٥٥ مقال « المجرات » (٢) فضلنا استعمال لفظي « التصوير الضوئي » على « التصوير الشمسي » لان التصوير قد يتم بضوء المغنيزيوم مثلاً لا بضوء الشمس

علم الفلك وغدا يستند عليه في كثير من أعمال التصوير النجمي وفي سنة ١٩٢٢ بلغ من تقدير مدير المرصد لبراعته ان عينهُ في منصب رسمي بين رجال المرصد وأتاح لهُ استعمال التراسف الكبيرة

***

بعد ان أثبت هبل — على نحو ما بيَّنا في المقال السابق — ان وراء مجرتنا عوالم لا تحصى النفت هو وهيوماسون الى موضوع فلكيّ جديد كان قد طرقهُ اولاً عالم فلكي آخر هو صلفر Slipher مدير مرصد فلاغستاف بولاية اريزونا الاميركية وهو المرصد الذي كشف فيه اولاً السيّار التاسع « بلوطو »

كان صلفر قد عني بدراسة طيوف المجرّات الحلزونية وهي المجرّات التي خارج مجرتنا لانهُ وجد ان قياس بُعدها بطريقة اختلاف الزاوية لا يجدي . فالتفت الى دراسة طيوفها لعلَّهُ يستطيع أن يتبيَّن حركتها من خطوط الطيف . وهذه الطريقة تعود الى العقد السابع من القرن الماضي وصاحبها الاول عالم انكليزي يدعى هجز Huggins وهي قائمة على مبدإ طبيعي اكتشفهُ اولاً عالم بوهيمي يدعى كرستيان دوبلر Doppler في سنة ١٨٤٢ ويعرف بمبدإ دوبلر. ولعلّ خير وصف لمبدإ دوبلر هذا ضربٌ مثلٍ عليه . ذلك ان القطار الصافر اذا كان مقترباً منا علا صفيرهُ واذا كان مبتعداً عنا انخفض صفيرهُ . فأمواج الصوت في الحالة الاولى تتلاحق في مدى يقصر باقتراب القطار فتقصر اذا قصرت ترتفع الصفير . أما اذا كان القطار مبتعداً فان أمواج صفيره تتلاحق في مدى آخذ في الاستطالة بابتعاد القطار عن السامع ، فتطول الامواج فاذا طالت انخفض الصفير . وقد كان مبدأ دوبلر مقتصراً على عالم الصوت وأمواجه . ولكن اللون في الضوء يقابل الارتفاع والانخفاض في الصوت . فالاحمر في الضوء اقل تذبذباً وأطول امواجاً من البنفسجي في الطرف الآخر من الطيف . فاذا طبقنا مبدأ دوبلر على الضوء قلنا انهُ اذا كان هناك جسم مضيء ضوءاً يقترب منا تلاحقت امواج ضوئه في مدى متقاصر فتقصر الامواج فينحرف فيه اللون من الاحمر الى جهة البنفسجي . وعلى الضد من ذلك اذا كان جسم مضيء ضوءاً بنفسجيًّا يبتعد عنا تلاحقت امواج ضوئه في مدى متطاول فتطول وينحرف فيه اللون من البنفسجي الى جهة الاحمر . ولا يخفى ان في طيوف النجوم خطوطاً مميزة لها . فاذا قلنا الآن المتقدمة وكان لدينا طيف جسم مضيء ووجدنا في هذا الطيف الخطوط الطيفية المميزة في غير مكانها المألوف وانها حادت الى جهة الاحمر، قلنا ان ذلك الجسم يبتعد عنا . واذا كان الحيود الى جهة البنفسجي قلنا ان ذلك الجسم مقترب منا . ومقدار الحيود يدلُّ على سرعة الابتعاد او الاقتراب

واذن ففي وسع الباحث الفلكي ان يتخذ من مقدار الحيود مقياساً لسرعة ابتعاد الجسم المضيء او اقترابه . وقد كان هجنز اول من اعتمد على هذا المبدإ في دراسة حركة الاجرام

السوية . فأخذ طيوف بعض الاجرام السوية وتبين فيها الخطوط المميّزة لبعض العناصر فيها. ثم قابل مواقع هذه الخطوط بمواقع الخطوط المقابلة لها في طيوف اجسام منيرة ثابتة على سطح الارض . فوجد ان الخطوط المميزة للعنصر الواحد في طائفتي الطيوف لا تتوافق . فأسند الخلاف الى حركة الاجرام السموية وثبوت الاجسام التي على الارض . فلما أعلن رأيهُ هذا في سنة ١٨٦٨ قوبل بكثير من الريب . ولم يقم لهُ الوزن الصحيح الاّ بعد ان أعيدت تجاربهُ واتقنت وسائل تصوير الطيوف ودراستها . وعلى هذه الطريقة اعتمد صليفر في دراسة احدى المجرّات الحلزونية فوجدها تدور بسرعة عظيمة . فطرف منها يقترب من الراصد الارضي بسرعة لان الخطوط في طيفهِ تحيد الى البنفسجي والطرف المقابل يبتعد عنهُ بسرعة لان الخطوط في طيفهِ تحيد الى الاحمر

واجتمع لديهِ في سنة ١٩٢٨ حقائق عن حركة ثلاثة واربعين سديماً من أقرب السدم الى الارض فظهر لهُ انها جميعاً آخذة في الابتعاد عنا . الاّ ان صليفر لم يدرك مغزى هذه الارقام فلما اتجه اليها هبل وعني بها تبين صلة غريبة وثيقة بين سرعة ابتعاد هذه السدم وابعادها . وان سرعة الابتعاد كما تقاس بالحيود الى جهة اللون الاحمر في خطوط طيوفها تزداد وفقاً لبعدها عن الارض . فالسدم البعيدة أسرع ابتعاداً من السدم القريبة . فهل هذه الصلة بين البعد وسرعة الابتعاد سرعة اساسية ؟ وهل يمكن تطبيقها على الآفاق الكونية التي وراء ما بلغناه بمراقبنا ومصوّراتنا من رحاب الفضاء ؟ وهل جميع السدم آخذة في الابتعاد عن الارض ؟

ما كادت ترتسم هذه الاسئلة في ذهن هبل حتى ثبت لهُ ان لا بدَّ من امتحان هذه الصلة ليعلم أحقيقة أساسية هي ، ام ظاهرة عارضة ؟ وان هذا الامتحان يجب ألاّ يقتصر على السدم التي في نطاق ما بلغناهُ بآلاتنا من الفضاء ، بل يجب ان يشمل كذلك أبعد ما يمكن ان نبلغهُ بها . واذن فالامر الاول الذي يتعين عليهِ هو ان يقيس ابعاد السدم بالاعتماد على الطريقة التي كشفتها المس لفيت — طريقة المتغيرات القيفاوية (مقتطف ابريل ١٩٣٨ ص ٣٥٥) — وثانياً عليهِ ان يعين مقدار الحيود الى الاحمر في طيوفها بالطريقة الطيفية التي ابتدعها هجنز وجاراهُ فيها صليفر . أما العمل الاول فأخذه على عاتقهِ . وأما العمل الثاني فعهد بهِ الى صاحبهِ هيوماسون . وأنبأ مدير المرصد بما ينوي فأتاح لهُ استعمال المرقب الكبير الذي قطر مرآته الماكة مائة بوصة

ليس من السهل أن نرسم طيوفاً للضوء القادم الينا من سدم تبعد عنا ملايين من سني الضوء بل أن سنة الضوء نفسها صورة ذهنية لا نكاد ندرك لها معنى بالقياس الى الابعاد على سطح الارض لان سرعة الضوء ١٨٦٣٠٠ ميل في الثانية الواحدة . وفي السنة ٥٣٦٠٠٠ ٣١ ثانية على اعتبار السنة ٣٦٥ يوماً . فكيف بنا اذا شئنا ان نتصور مليون سنة ضوئية او عشرة ملايين او مائة مليون ! وكذلك كان على هيوماسون ان يبقي الضوء الواصل في سديم معين ، مخترقاً هذا

الجوّ الحافل بالسدم والنجوم ، واقعاً من أنبوب المرقب على شق صيق في المطياف المتصل به . ثم انهُ كان يتعين عليه ان يرقب ذلك الضوء الليل كلهُ حتى يبقى انبوب المرقب مسايراً المصدر الضوء مع دورة الفلك ، فلا يحيد عنهُ والاَّ اختلط ضوؤه الواقع على المطياف بأضواء أخرى

نعم ان للمرقب اجهزة ميكانيكية غاية في الدقة ، يمكن ضبطها فتحفظ المرقب مسايراً للجسم المرصود ، ولكن سرعة حركة المرقب تتغير قليلاً بتغيُّر الحرارة ، فلا بدَّ من المراقبة الدقيقة للفوز بالنتائج الدقيقة . ثم يأخذ الليل في الانقضاء ، ويقرب الفجر من الانبلاج ، فيجب حينئذٍ ان تنطى لوحة التصوير الحسّاسة ، حتى الليل التالي ، وكذلك حتى الليل الذي يليه ، حتى يتمّ تصوير السديم ، وهو كثيراً ما يستغرق من سبعين الى خمس وسبعين ساعة ، اي من ثماني ليالٍ الى عشر ليالٍ من العمل المضني . وليس بالسهل ان تقضي سبع ساعات او ثماني ساعة كل ليلة مدى ثماني ليالٍ او عشر ، وانت ترقب نقطة من الضوء الخفي ، ولكن هيوماسون نهض بهذا العمل الاخّاذ ، ولم يقتصر على سديم واحد بل صوَّر عشرات ومئات

بعد ذلك يؤخذ الفلم المصوَّر ، ويحمض ويثبت في حجرة خاصة بالمرصد ، ثم تؤخذ صورة الطيف ويبدأ البحث فيها عن الخطوط المميزة للعناصر ، ليعلم هل هي في مكانها ، ام هي حائدة عنهُ الى جهة ما ، وما مبلغ الحيود . وهذا الضرب من العمل دقيق الدقة كلها . لان طيوف النجوم والسدم ، حافلة بالخطوط الدقيقة المتلازّة ، فكيف بها اذا كان الطيف في صورة طولها عشر بوصة . وكثيراً ما كان هيوماسون لا يتبين شيئاً واضحاً فيعيد عمل التصوير من اوله . فاذا تبين خطوطاً معينة معروف مكانها في طيف جسم مضيء ثابت ، قابل المكانين وعين مقدار الحيود وعلى اساسه تقدَّر سرعة السديم

كان تقدير سرعة السديم ، وعلاقة ذلك ببعدهِ عنا ، منوطاً بالدكتور هبل . ولم يكن هذا العمل بالعمل الهيّن . هنا رأي يقول انهُ كلما بعدت السدم زادت سرعة تباعدها . وهذا صور دقيقة فيها خطوط مبهمة تدلُّ على اطراف الخطوط الطيفية . فهل يثبت الحساب ان السدم جميعاً آخذة في الابتعاد عنا وفي الابتعاد بعضها عن بعض ، وهل يثبت الحساب كذلك ان سرعتها تزداد بالقياس الى بعدها عنا ؟ لذلك كان البحث في كل صورة من هذه الصور ، وكأنهُ استكشاف سيّار جديد . وكانت النتيجة ان جمع الصور أيَّدت الرأي السابق — اي ان السدم جميعاً آخذة في الابتعاد . وأبعدها عنا اسرعها ابتعاداً

ومضى هبل وهيوماسون في سبر اغوار الفضاء واستخراج النتائج من الصور التي تنجح عندها . ثم أخذا يرتبان تلك النتائج في جدول . هوذا السديم المرقوم N.G.C. 385 في صورة القرس الاكبر يبعدُ عنا ثلاثة وعشرين مليوناً من سني الضوء وهو آخذ في الابتعاد بسرعة ٢٤٠٠

ميل في الثانية . ثم هناك سديم أبعد من السديم السابق وأسرع . فتحة السديم المرقوم N.G.C.2562 في عنقود السرطان بعدهُ عنا تسعة وعشرون مليوناً ونصف مليون من سني الضوء وسرعة ابتعاده عنا ٣٠٠٠ في الثانية . اما السديم في فرساوس فبعده ستا وثلاثين مليوناً من سني الضوء وسرعة ابتعادهِ ٣٢٠٠ ميل في الثانية . والسديم N.G.C. 4654 الذي في شعر برنيقة بعدهُ خمسة واربعون مليوناً من سني الضوء وسرعة ابتعادهِ ٤٧٠٠ ميل في الثانية . وفي صورة الدب الاكبر عنقود اكتشفهُ واتر باد من بضع سنوات وقدر بعدهُ بخمسة وثمانين مليوناً من سني الضوء وهو بحسب هذه الصور العجيبة آخذ في الابتعاد عنا بسرعة ٩٥٠٠ ميل في الثانية . ولما كُشف عنقود الاسد في سنة ١٩٣٠ وعرف ان بعدهُ ١٠٥ ملايين من سني الضوء صوّر طيفه فاذا الصورة تقول انهُ يبتعد عنا بسرعة ١٢ الف ميل في الثانية . وفي التوأمين عنقود يبعد ١٣٥ مليون سنة ضوئية ويبتعد بسرعة ١٥ الف ميل في الثانية . وفي العوّاء عنقود فيه سديم يبعد ٢٣٠ مليون سنة ضوئية وسرعة ابتعادهِ بحسب هذه الصور ٢٤ الف ميل في الثانية

الصورة السموية	المسافة بملايين سني الضوء	سرعة الابتعاد بالاميال في الثانية	عدد السدم التي رصدت وصورت
العذراء	٦	٧٠٠	٢٣
الفرس الاكبر	٢٣٫٥	٢٤٠٠	٤
السمكتان	٢٤	٢٩٠٠	٤
السرطان	٢٩٫٥	٣٠٠٠	٣
فرساوس	٣٦	٣٢٠٠	٤
شعر برنيقة	٤٥	٤٧٠٠	٨
الدب الاكبر	٨٥	٩٥٠٠	١
الاسد	١٠٥	١٢٠٠٠	١
الاكليل الشمالي	١٢٠	١٣٥٠٠	١
التوأمين	١٣٥	١٥٠٠٠	٢
العواء	٢٣٠	٢٤٠٠٠	١

هذه هي حقائق الموضوع . اثبتها بالرصد والقياس باحثان متمكنان . فما مغزاها ؟ أتعني أن الكون آخذ في التفرق والتشتت ؟ وما صفة هذا الكون وما صورتهُ ؟ هذا موضوع المقال التالي