الدوامة الكونية

الدليل على ان المجرّة تدور كعجلة كبيرة

لعلّ اثبات دوران المجرّة اقوم دليل على وحدة الكون النجمي . وفكرة دوران المجرة ليست بالفكرة الجديدة . فقد سلّم بناة العوالم في الانظمة الكونية التي ابتدعوها بان الدوران يشمل المجرّات كما يشمل الذرّات . ولكن هذا الرأي النظري ، من حيث تطبيقه على المجرّة لم يفرغ في قالب علمي الاّ سنة ١٩٢٦ ولم يقم الدليل التام على صحته الاّ سنة ١٩٣٣

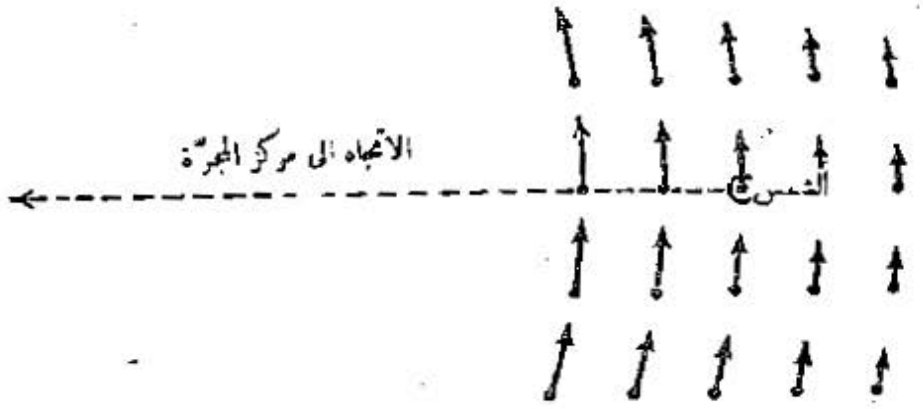
ففي سنة ١٩٢٦ قدم الفلكي السويدي لندبلاد Lindblad رسالة الى اكاديمية العلوم السويدية ، بسط فيها نظرية حاول ان يعلّل فيها بعض اوصاف الحركة النجمية ، بفرضه انها نتائج لدوران المجرّة . وبعد بضعة اشهر ، وصف اورت Oort — وهو فلكي في مرصد ليدن لا يتجاوز السابعة والعشرين من العمر — وسائل الرصد التي يمكن الاعتماد عليها لامتحان نظرية لندبلاد وشرع في تطبيقها . وفي سنة ١٩٢٧ شرع الفلكي بلاسكت Plaskett — وهو احد علماء مرصد فكتوريا بولاية كولومبيا البريطانية بكندا — يطبق وسائل اورت على النجوم السحيقة التي سبق لهُ رصدها في مرصد فكتوريا ثم توسع سنة ١٩٣٣ في تطبيقها على مئات من النجوم الاخرى

فأحدث صورة رسمها العلم لدوران المجرّة ، قائمة على المباحث التي اتمّها هؤلاء العلماء الثلاثة ، اي لندبلاد السويدي واورت الهولندي وبلاسكت الكندي !

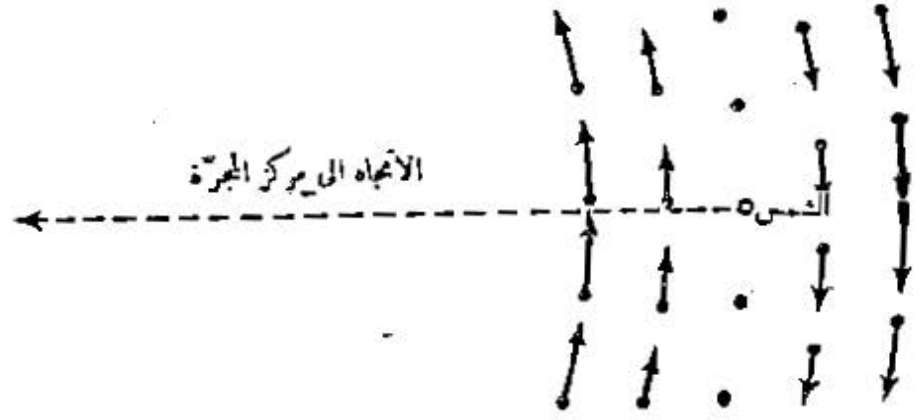
ولكن . . . ولكن اذا صحّ القول بان المجرّة قاطبة تدور كعجلة ، فكيف يمكن ان يكون فيها تياران من النجوم يسيران في اتجاهين متقابلين ، وهما التياران اللذان اكتشفهما العلاّمة كابتين Kapteyn سنة ١٩٠٤ ؟ ثم ان سترومبرج Stromberg اكتشف سنة ١٩٢٤ ان النجوم السريعة — اي النجوم التي تزيد سرعتها على ٥٠ ميلاً في الثانية — متجهة جميعاً الى نصف واحد من القبة الفلكية دون الآخر وان حركتها عامودية تقريباً على مركز المجرّة في كوكبة الرامي فكيف يتفق كلّ هذا ودوران المجرّة ؟ وكيف يمكن تفسيره ؟

ooo

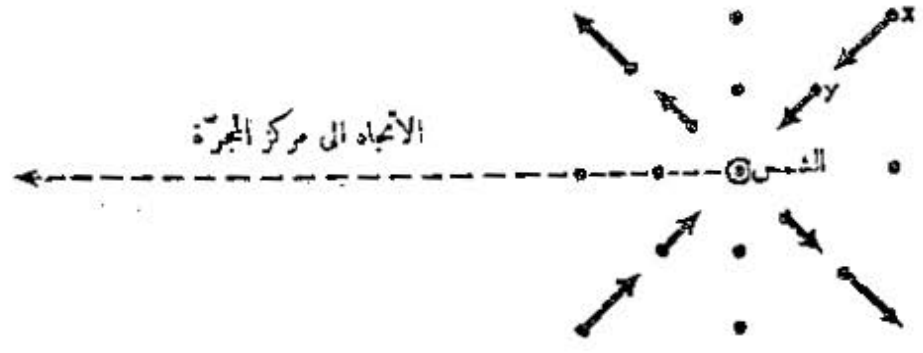
لنفرض ان دوران المجرّة حقيقةٌ واقعة . فكيف يكون دوران النجوم في هذه الحالة ؟ كل ذلك يتوقف على توزيعها في الفضاء . فاذا كانت موزعة في المجرّة توزيعاً متساوياً اي اذا كانت ابعاد بعضها عن بعض متساوية ، فتأثير الجذب الى المركز ، يختلف بالنسبة الى بعدها عن المركز . وفي



الرسم الأول



الرسم الثاني



الرسم الثالث

هذه الحالة تدور المجرّة كأنها عجلة ، متماسكة الاجزاء اي انها تدور كأنها قطعة واحدة

ولكن النجوم غير موزّعة توزيعاً متساوياً في قبة الفلك ، بل هي اكثف تجمهراً قرب المركز منها عند الاطراف ، فقوة الجذب لا يمكن ان تعتمد على ابعاد النجوم فقط بل على مربّع الابعاد وفي هذه الحالة تكون النجوم القريبة من المركز اسرع دوراناً من البعيدة عنهُ . فأقربها اليهِ أسرعها. وأبعدها عنهُ أبطؤها . ولنا على ذلك مثال في النظام الشمسي . فعطارد وهو اقرب السيارات الى الشمس سرعتهُ ٢٩ ميلاً في الثانية . وتليه الزهرة وسرعتها ٢١ ميلاً في الثانية . فالارض وسرعتها ١٨ ميلاً في الثانية وهكذا الى بلوطون وسرعتهُ ميلان في الثانية . وهناك مثال آخر في النظام الشمسي نفسهِ وهو حلقات زحل فالدقائق المنتظمة في هذه الحلقات اسرع دوراناً في الحلقة الداخلية منها في الحلقة الخارجية

والمجرّة مؤلفة من ملايين النجوم ، بل ان عددها اكبر من عدد الدقائق التي تتألف منها حلقات زحل . ففي هذه الحالة ، ألا يكون من المعقول ان يفرض ان النجوم المتجمعة حول المركز ، تدور حولهُ بسرعات مختلفة ، في اتجاهها الى كوكبة الرامي؟ وقد يمكن تبيّن ذلك في الرسم الاول ، مع ان النسبة في الابعاد والسرعة غير محفوظة لتعذر ذلك على صفحات مجلة عند التمثيل الكوني

فقد يرى القارىء أن السهام في الخط المتوسط تمثل سرعة الشمس . وهي سرعة متوسطة . فالنجوم التي اقرب من الشمس الى مركز المجرّة اسرع منها ولذلك يرى السهام التي تمثل السرعة اطول من السهام التي تمثل سرعة الشمس . اما النجوم التي تفوق الشمس في بعدها عن مركز المجرّة فاصغر من سهام الشمس للدلالة على ان سرعتها اقل

هذه هي حركة النجوم كما تبدو لمراقب ينظر الى المجرة من نقطة في الكون خارجها . ولكننا نحن على سيار يدور حول شمس ، هي نفسها احدى شموس المجرة . فلا نستطيع ان نرى هذه الحركة البسيطة . وهذا يعني ان جميع النجوم التي اقرب منا الى مركز المجرة اسرع منا دوراناً حوله ، وهي لذلك تفوتنا في مسارها الكوني ، واما النجوم التي ابعد منا عنهُ فأبطأ منا حركة ، ولذلك تتأخر عنا في مسارها الكوني ، فتبدو كأنها تتحرك في اتجاه مناقض لاتجاه حركتها الحقيقية

ويمكن التمثيل على ذلك بالرسم الثاني

فهذا رهم بصري ، من قبيل الوهم البصري الذي يصيب رجلاً يطل من قطار سريع على قطار آخر بطيء السير ولكنه ماضٍ في اتجاه القطار الاول . فان المطل من نافذة القطار الاول يتوهم ان القطار الثاني يرجع الى الوراء

والواقع ان حركة اي نجم من النجوم هي خليط حركتين — عبور السماء وهي الحركة الحقيقية. وحركة التقدم او التباعد بالقياس الى المراقب على سطح الارض وتعرف بالحركة الشعاعية Radial Velocity ولما كانت النجوم اجساماً بعيدة عنا بعداً عظيماً فحركتها الحقيقية لا يمكن تبينها خلال عشرات

السنين التي رصدت فيها رصداً دقيقاً. واذاً فنحن نعلق املنا على معرفة حركتها التي تبدو فيها احياناً مقتربة منا او مبتعدة عنا

ومما يبحث على الاغتباط ان هذه حركة يمكن قياسها بصرف النظر عن بعد النجم عن الارض. وانما يشترط امكان الحصول على طيف واضح لضوء النجم الذي يراد قياس حركته. فاذا كان النجم مقترباً منا تجه الخيوط في خطوط الطيف الى اللون البنفسجي. واذا كان مبتعداً عنا كان الاتجاه الى اللون الاحمر. وبقياس مقدار الخيوط، تعرف سرعة حركة النجم. وعلى ذلك يبدو لمراقب على الارض ان النجوم طائفتان او تياران: تيار يتجه الى الارض وتيار يبتعد عنها. ولكن هناك طائفة ثالثة من النجوم يبدو انها واقفة في مكانها لا حراك فيها. وهذا يفسَّر بأنها اما ان تكون نجومها واقعة على الخط الذي يصل بين الشمس وقلب المجرة واما ان تكون نجوماً موقعها عمودي على هذا الخط حيث تقطعه الشمس. والرسم الثالث يوضح هذه الاقوال

***

فبعدما اتمَّ لندبلاد وضع نظريته وضع اورت لها القواعد والعلاقات الرياضية، وعمد الى امتحان النظرية بالرصد. فالنظرية مثلاً تقتضي ان يكون بعد النجم عنا ٢٠٠ سنة ضوئية، حتى يحدث دورانه تغيراً في حركته الشعاعية مقداره كيلو متر في الثانية. ولكن ادوات الرصد لا تستطيع ان تتبين تغيراً يسيراً كهذا. فقرَّر اورت ان يحصر بحثه في النجوم التي بعدها الف سنة ضوئية على الاقل، حتى يكون مقدار التغير في حركتها نحو خمسة كيلو مترات في الثانية. فوجد نحو ٣٠٠ نجم يسهل رصدها من هذا القبيل فرصدها، فأسفر الرصد عن النتائج التي تقتضيها النظرية، اي وجد دورانها يتفق ومقتضيات نظرية لندبلاد

هذا اتفاق يستوقف النظر بين الحقيقة المشاهدة والنظرية العلمية. ولكن الحذر العلمي يقتضي دراسة عدد اكبر من النجوم قبل البت في صحة النظرية. ومن حسن الحظ ان العالم الكندي بلاسكت كان قد عني قبل بضع سنوات برصد طائفة من هذه النجوم لاغراض اخرى. ودوَّن في خلال رصدها سرعة حركتها الشعاعية. وكان عدد هذه النجوم ٥٥٣ نجماً وقد زادها بلاسكت ومعاونه بيرس Pearce الى ٨٤٩ نجماً سنة ١٩٣٣

فعندما نُظر في حركة هذه النجوم من ناحية نظرية لندبلاد ومعادلات اورت، اتضح ان كلَّ ما تتطلبه النظرية محقَّق في ما دوَّن عنها. فجاءت دليلاً قاطعاً على دوران المجرَّة بحسب نظرية لندبلاد. ودوران المجرَّة الآن من اكثر الحقائق الفلكية ثبوتاً