ما وراء المجرة

عوالم لا تحصى خارج المجموعة النجمية المعروفة بالمجرة

ملخص خطبة للسر جيمز جينز

الارض احد سيارات تسعة وملايين من الاجسام الصغيرة — كالنجيمات والمذنبات والرجُم — تدور حول الشمس. والشمس احدى النجوم في مجموعة من الوف الوف النجوم يدور بعضها حول البعض الآخر. وهذه المجموعة النجمية هي احدى ملايين المجموعات النجمية المنثورة في فضاء الكون. هنا تنقطع السلسلة، على ما نعلم. وكلٌّ من هذه المجموعات النجمية اكبر الاجسام التي توصّل العلم الى معرفتها لا يفوقها في حجمها واتساعها الاّ الكون نفسهُ. ومن هنا نشأ مقامها في نظر العالم والفيلسوف الطبيعي

النظام المجرّي

اما المجموعة النجمية الخاصة بنا — اي المجموعة التي منها نظامنا الشمسي — فتعرَف بالنظام المجرّي لان المجرّة تحدُّه. وهي تشبهُ عادة بقرص او قطعة نقد او عجلة عربة. ولعلّ التشبيه الاخير افضلها جميعاً، لانهُ ثبت حديثاً ان المجموعة كلّها تدور. وكان الباحثون الاوّل، والسر وليم هرشل بوجهٍ خاص، يعتقدون لاسباب غير وافية، ان مركز العجلة المجرّية قريب من شمسنا. ولكننا نعلم الآن انهُ بعيد عنها بعداً شاسعاً، حتى لا نستطيع ان نتبيّن بالعيون المجردة ألمع النجوم في ذلك المركز. فالعيون المجردة لا تستطيع ان تتبين نجوماً يزيد بعدها على ٣٠٠٠ سنة ضوئية، ولكن مركز النظام المجري يبعد عنا نحو ٤٠٠٠٠ سنة ضوئية. وحتى الآن لا نعلم حجم العجلة — اي النظام المجري — معرفة دقيقة او قريبة من الدقة، ولكن المرجح ان قطرها من رتبة ٢٠٠٠٠٠ سنة ضوئية

والقوة التي تحفظ هذه العجلة من الانتشار في اثناء دورانها هي قوة التجاذب بين النجوم التي تتألف منها. وعليه نرى ان النجوم التي على اطراف بطيئة الحركة، في حين ان النجوم قرب مركزه سريعتها. وهذا يشابه ما نجده في النظام الشمسي ذاته. فأبعد السيارات عن الشمس ابطؤها واما اقرب السيارات الى الشمس فاسرعها في السير حولها. والمرجح ان الشمس نفسها تتحرك حول مركز العجلة بسرعة مائتي ميل في الثانية ويستغرق اتمامها لدورة كاملة حوله مائتي مليون سنة

ونستطيع ان نقدر كتلة « العجلة » بقياس قوة جذبها للشمس لمنعها من الانتشار في الفضاء. والمؤكد ان قوة الجذب هذه تفوق قوة جذب ١٠٠٫٠٠٠ مليون شمس، وقد تكون ضعف

ذلك او ضعفيه . والمرجّح ان معظم المادة التي تجاذب هذا الجذب نجوم وقليل منها مادة غازية لطيفة منتشرة في الفضاء . ولما كانت كتلة النجم المتوسط أقل من كتلة الشمس . فالمرجح ان عدد النجوم في النظام المجري — بناء على تقدير كتلة المادة التي فيه — يبلغ مائة الف مليون (١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠) نجم . واحصاء النجوم المباشر يؤيد هذا

نظام المجرّات الخارجية

كان يُظنُّ اولاً ان «النظام المجري» هو المجموعة النجمية الفردة في الكون . ثم ذهب كانط وهرشل — تخيلاً — الى انها احدى مجموعات كثيرة . والبحث الحديث قد ايّد تخيلهما كل التأييد . فانك اذا نظرت الى شمال النجم بيتا في كوكبة المرأة المسلسلة رأيت اذا كنت حاد البصر ، لطخة سحابية ضئيلة — هي السديم الكبير في المرأة المسلسلة . فانك اذا راقبتها حسبتها لأول وهلة ضوءاً منتشراً . وقد وصفها الفلكيُّ ماريوس بقوله «كأنك تنظر الى نور شمعة من خلال بوق» ولكن اذا صوّبت الى هذه اللطخة تلسكوباً قويّاً رأيت فيها تفصيلات لا تتبينها بالعين المجردة . أما اذا شئت ان تدرسها درساً علميًّا دقيقاً فيجب تصويرها بتعريضها عدة ساعات للوح فوتغرافي . وحينئذ تتبين انها اكبر جدًّا مما بدت للعين المجردة او لعين التلسكوب . فانها تحجب من وجه السماء رقعة مساحتها عشرين ضعفاً مساحة وجه القمر . وما نراه منها بالعين المجردة انما هو جانب من منطقتها المركزية — وهي كتلة اكثر لمعاناً من سائر السديم . وحول هذه الكتلة جانب دقيق البناء يظل محتجباً عنا حتى تتبينهُ عين الآلة الفوتغرافية

وكما تبدّت المجرة لتلسكوب غليليو الصغير سنة ١٦٠٩ نجوماً بعد ما كانت تبدو لطخة سحابية منتشرة ، هكذا تمكنت التلسكوبات القوية الحديثة والآلات الفوتغرافية من ان تتبيّن في المناطق الخارجية في سديم المرأة المسلسلة نقطاً من النور تستطيع ان تثبت انها نجوم ، وقد قدّر الدكتور هبل (Hubble) انها تبعد عنا نحو ٨٠٠ الف سنة ضوئية

هذا السديم شبيه بمجرتنا كما وصفناها . فهو مثلُهُ «بعجلة» مثلها ، وفي وسط العجلة المركز الهبائي اللامع . والبحث السبكترسكوبي يدلُّ على ان العجلة — اي السديم — تدور مثل دوران المجرّة . ولكن سرعة دورانها اعظم . فمجرتنا تستغرق ٢٠٠ مليون سنة لتتمّ دورة كاملة ، وأما سديم المرأة المسلسلة فيتمها في ١٧ مليون سنة . وسبب سرعته في الغالب ناشيء من صغر حجمه — فقطرهُ هو ربع قطر مجرتنا — اي ٥٠ الف سنة ضوئية بدلاً من ٢٠٠ الف سنة ضوئية . ويمكنك ان تتبين وزنه بتقدير القوة الجاذبة التي تسلّطها كتلتهُ على اجزائه الخارجية لمنعها من الانطلاق في الفضاء في خطٍّ مماس للمحيط . وبذلك

نجد ان وزنه صغير اذا قيس بوزن مجرتنا — نهو نحو ٥٠٠٠ مليون شمس بينما وزن مجرتنا وهو نحو ٢٠٠٠٠٠ مليون شمس

وهذان السديمان : او هاتان المجرتان ليستا الوحيدتين من نوعهما في الفضاء. فقد تمكن الباحثون من مراقبة مليوني سديم وينتظر ان يمتد بصرهم الى نحو ١٦ مليوناً متى تم بناء التلسكوب الضخم في اميركا ، الذي قطر مرآته ٢٠٠ بوصة

واذا اخذنا مجموعة من هذه السدم الخارجية (نسبة الى خارج المجرة التي نحن منها) وجدنا فيها وجوهاً عديدة من الاختلاف من حيث الجسم والشكل واللمعان والبناء. ولكن البحث العلمي لا يلبث ان ينظمها في نظام معقول. فاذا صرفنا النظر عن السدم التي ترى من الجانب ، وجدنا اننا نستطيع ان نرتب الباقي في سلسلة محكمة الحلقات تبدأ في السدم الكروية وتنتهي في السدم المسطحة كالاقراص . ولما كانت سرعة دوران جسمه تزداد بازدياد تقلصه ، فيصح ان نفهم ان الاشكال المختلفة بين الشكل الكروي والشكل المسطح هي درجات تطور السدم . فاذا صح هذا الرأي ، قلنا ان السدم تبدأ حياتها كروية بطيئة الدوران ثم تأخذ في التقلص فتزداد سرعة دورانها وتأخذ في التسطح شيئاً فشيئاً

والطريقة التي نستطيع ان نمتحن بها هذا الرأي هي البحث في تغيرات الشكل التي تطرأ على كتلة غازية دائرة اذا بردت وتقلصت . ومع ان التحليل الرياضي لعملية كهذه ، ليس بسيطاً ولا يمكن ان يكون على جانب عظيم من الدقة ، الا انه وافٍ للحكم . وهذا البحث يثبت لنا ان كتلة من الغاز الدائر الآخذ في البرودة والتقلص يمر في الاشكال التي تبدو فيها السدم بين الشكلين الكروي والمسطح

كيف تكونت هذه السدم اولاً ؟ الرأي الذي يخطر للعقل هو انها تكونت من مادة الكون الغازية اللطيفة المنتشرة في الفضاء كما تكونت النجوم بتقلص الغاز اللطيف المنتشر عند اطراف السدم الخارجية . ولا مندوحة عن ان يبقى هذا الرأي فرضاً ، ولكن ثمة ادلة قوية تؤيده

صفات السدم الخارجية

اما الفروق في الحجم واللمعان بين السدم من شكل واحد ، فيغلب ان يكون منشؤها الاختلاف في بعد السدم عنا . وهذا يمكننا من تقدير اعمار السدم كلها ، حتى اضألها نوراً بدقة لا بأس بها . فأضأل السدم التي تمكن مشاهدتها بتلسكوب جبل ولسن الذي قطر مرآته مائة بوصة تبعد عنا ١٤٠ مليون سنة ضوئية . ويرى الدكتور هبل ان نحو مليوني سديم موزعة داخل هذه المسافة في كل الاتجاه على نحو ١٨٠٠٠٠٠ سنة ضوئية بين السديم والآخر. ويمكننا ان نمثل على توزيع السدم في الفضاء بأخذ كرة مفرغة قطرها ميل ونوزع فيها ٣٠٠

طن من التفاح جاعلين المسافة بين التفاحة والاخرى عشرة ردات . فالكرة للفرغة تمثل الكرة من الفضاء التي نستطيع رؤيتها بتلسكوب مرصد ولسن. وكل تفاحة تمثل سديماً يحتوي على مادة كافية لخلق بضعة آلاف مليون شمس كشمسنا . واذا كبرنا كل تفاحة حتى تصبح سديماً ، اصبحت كل ذرة فيها من حجم منكب الجوزاء (وهو اكبر النجوم التي قيست اقطارها ، اذا وضع مركزه فوق مركز الشمس امتدت اطرافه الى فلك المريخ)

فتوزع السدم توزعاً منتظماً في الكون يؤيد الفرض بانها نشأت من الغاز البدائي المنتشر في الفضاء . ثم اننا نستطيع ان نثبت ان غازاً كهذا لا يمكن ان يستقر على حاله طويلاً بل يتفكك بالتقلص الى اجزاء حجم كل جزء من رتبة حجم السدم التي رصدت حتى الآن

وعملية التفكك التي يبدأ بها تكوين السدم، عامة في الكون . إنما يبدو لاول وهلة ان فعل التجاذب بين دقائق الكون يجذب جميع الاجزاء المفككة ، ولكن الواقع هو على الضد من ذلك . وليس الكون آخذاً في التفكك فقط بل ان الاجزاء الناشئة عن هذا التفكك آخذة في التشتت كذلك . فكل شعاعة من اشعة الضوء التي تدخل عيوننا تحمل معها شيئاً من الكتلة . وهذه الكتلة كانت قبل ثماني دقائق — أي قبل ان تنطلق الشعاعة من الشمس — جزءاً من كتلة الشمس . وعليه فالشمس تفقد من كتلتها كل ثانية اربعة ملايين طن ، ضوءاً وحرارة . فينشأ عن هذه الخسارة ان سيطرتها الجاذبية على اعضاء اسرتها تضعف رويداً رويداً ، وبضعفها تبعد عنها السيارات رويداً رويداً . ففلك الارض حول الشمس ليس دائرة أو اهليلجاً مقفلاً بل هو اشبه شيء بزنبلك ساعة لولبي الشكل متجه الى اعماق الكون المظلمة الباردة. وهذا الاتجاه بادٍ في اعضاء النظام المجري فكأن الاجزاء الصغيرة التي تتعل من الكتل الكبيرة — سواء كانت اقماراً أو سيارات أو نجوماً — آخذة في التفرق ، مضادة في ذلك نواميس التجاذب في الظاهر على الاقل

التشتت والاتساع

ومن ابحث المكتشفات الحديثة على الدهشة ان السدم الخارجية تصبها آخذة في التفرق على ما يظهر . فكأنها تفرُّ منا ، ويفرُّ احدها من الآخر . فقد كنا نظنُّ ، الى عهد قريب، ان السدم القريبة من مجرتنا ، آخذة في الاقتراب منها ، وان السدم البعيدة عنها ، آخذة في الابتعاد عنها. ولكننا نعلم الآن ان السدم القريبة التي بدت لنا مقتربة منا ، انما بدت كذلك لأنها واقعة في خط دوران النظام الشمسي حول مركز المجرة. فاذا عملنا حساباً لسرعة سير الشمس حول مركز المجرة ، في تقدير اقتراب السدم وبعادها وجدنا انها كلها تبتعد عنها على ما يظهر . فالسدم القريبة سرعتها قليلة ، والبعيدة سرعتها عظيمة جداً. فالسرعة تماشي البعد بوجه عام .

وهذا الناموس ينطبق على ابعد السدم . وقد وجد هبل انهُ كلما بعد سديم عنا سبعون سنة ضوئية زادت سرعتهُ البادية ١٠٥ اميال في الثانية . وآخر سديم قيست سرعتهُ في مرصد جبل ولسن ، وجد انهُ يبعد عنا ١٠٥ ملايين سنة ضوئية وان سرعتهُ ٣٣٠٠ ميل في الثانية

فيبدو لنا كأن الكون باسره آخذ في الاتساع ، ومحتوياته في التشتت ، ككأنهُ فقاعة من الصابون كلما مضيت في نفخها مضت في الانتفاخ حتى تنفجر — وسرعة هذا الانتفاخ تجعل الكون يضاعف قطره مرة كل ١٤٠٠ مليون سنة

وثمة ادلة نظرية تؤيد القول بان سرعة ابتعاد السدم عنا هي سرعة واقعية . فالكون في نظر اينشتين اولاً كان حافلاً بالمادة ولكنهُ كان في حالة استقرار . ثم اثبت الاب لميتر من علماء لوفان ان كوناً من هذا القبيل لا يمكن ان يكون مستقرًّا . فان تقلص الغاز الاصلي الى سدم وحصر جانب كبير من طاقة الكون في هذه السدم يدفعها الى الاتساع حتى تنتهي الكون الى حالة توصف بالعبارة التالية « مادة لهانهاية منتشرة في كون لانهاية لهُ » . والنظرية — نظرية لميتر — تقتضي ابتعاد السدم وتعين سرعة ابتعادها . وهذا يتفق مع ما هو مشاهد . وقد سلَّم اينشتين بذلك

ولكن ثمة ايضاً ما يحملنا على الحذر . فعظم هذه السرعة يلقي ظلاً من الريب على صحتها . فانها اذا صحت تجعل تاريخ الكون لمحة عين ، ازاء العصر المتطاولة التي يقتضيها نشوءه وتطوره . فقد قدر ادنفتون المادة التي في الكون وقال ان الكون بدأ في الاتساع لما كان قطره ١٢٠٠ مليون سنة ضوئية ويؤخذ من المباحث الحديثة ان قطره الآن ١٣٢٠٠ مليون سنة ضوئية اي احد عشر ضعف قطره الاصلي . فاذا كانت سرع السدم صحيحة فالكون يضاعف قطره مرة كل ١٤٠٠ مليون سنة واذاً فتضاعفهُ ١١ مرة يستغرق نحو ١٠ آلاف مليون سنة

على ان هذه المدة قصيرة جدًّا لا تكفي للنشوء الكوني . فمجرد عملية تقلص سديم قد يستغرق مئات الالوف من ملايين السنين . ولكننا نستطيع التغلب على هذا الاعتراض بقولنا ان هذه المدة انقضت قبلما بدأ الكون يضاعف قطره . ولكن الصعوبة الكبيرة هي اننا نجد في النجوم ادلة تثبت ان عمرها اطول من المدة المقترحة . ثم ان المباحث في النجوم المزدوجة تؤيد ذلك . فدرس هذه النجوم يدلُّ على ان النجم المزدوج كان اصلاً نجماً فرداً كبيراً انشطر بازدياد سرعة دورانهِ الى نجمين . وتقدير كتلة النجمين يدل انها اقل كثيراً من كتلة النجم الاصلي الذي انشطرا منهُ . فكأن القرق ضاع اشعاعاً في الكون . وهذا يقتضي وقتاً طويلاً جدًّا .

هذه الاعتبارات تحملنا على الاعتقاد بان الكون ليس شيئاً سريع الزوال كما تدلُّ عليهِ سرعة ابتعاد السدم الطويلة عنا