

الكتلة السالبة حقيقة ام خيال

أ. د فخري حسن

أستاذ الفيزياء بجامعة الخليل – فلسطين (fakhrih@hebron.edu)

مقدمة : نجحت النظرية النسبية العامة (اينشتين 1916) نجاحا باهرا في تفسير بعض الظواهر التي عجزت عن تفسيرها نظرية نيوتن وتنبأت بظواهر لم تكن معروفة ثبت صحتها عمليا كان آخرها اكتشاف امواج الجاذبية قبل عدة سنوات، ومع ذلك فقط فشلت النظرية في تفسير ظواهر اخرى. فشلت النظرية في تفسير تسارع توسع الكون وحركة النجوم حول مركز المجرة. اضطر العلماء لافتراض ما يعرف بالطاقة الداكنة (تشكل حوالي 69% من الكون) والكتلة الداكنة (تشكل حوالي 26% من الكون) لتفسير هذه الظواهر، ورغم الجهود الكبيرة التي بذلت لم يستطع العلماء الكشف عنهما أو حتى معرفة طبيعتهما.

أدرك العلماء بمن فيهم اينشتين نفسه منذ زمن طويل الحاجة الماسة لتطوير النظرية لتفسير هذه الظواهر. كتب اينشتين بعد نشرها بفترة بسيطة انها بحاجة للتطوير، ولا احد يعلم إذا ما فشل في تطوير النظرية أو انه لم يحاول ذلك.

قوة الجاذبية وقوة الكهرباء : تعتبر قوة الجاذبية والقوة الكهربائية اقدم القوى التي عرفها الانسان. تعتمد قوة الجاذبية على كتل الأجسام المتفاعلة بينما تعتمد قوة الكهرباء على شحنتها، وهناك تشابه واختلاف بين القوتين، تتناسب قوة الجاذبية بين جسمين تناسبا طرديا مع كتلة كل منهما وتتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة بينها، وهي قوة تجاذب أو جذب فقط حيث لا تتنافر الكتل التي نعرف. وكذلك فان قوة الكهرباء تتناسب طرديا مع شحنة كل من الجسمين وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما وهي على عكس قوة الجاذبية قد تكون قوة تجاذب (بين الشحنات المختلفة) أو قوة تنافر (بين الشحنات المتشابهة). يعتبر وجود نوعان من الشحنة الكهربائية ونوع واحد فقط من الكتل فرق كبير بين القوتين. كذلك فإن الكتلة غير ثابتة وتعتمد على سرعة الجسم حسب النظرية النسبية الخاصة (اينشتين 1905) بينما الشحنة الكهربائية ثابتة لا تتغير. والشحنة أيضا كمكامة (quantized) وتأخذ قيما محددة فقط هي مضاعفات الشحنة الأولية (شحنة الالكترتون أو شحنة البروتون) بينما الكتلة ليست كذلك كما نعلم.

النجاح والفشل : توصل العالم الفرنسي كولوم (Coulomb) الى قانون القوة الكهربائية بين شحنتين عام 1785 وما زال هذا القانون مستخدما حتى الآن دون مشاكل. ثم عمل فريق كبير من العلماء على تطوير علمي الكهرباء والمغناطيسية حيث تمكن العالم الاسكتلندي المعروف ماكسويل (Maxwell) في نهاية الأمر من اشتقاق المعادلات التي تعرف باسمه وتصف جميع الظواهر الكهرومغناطيسية بدقة كبيرة. إن معادلات ماكسويل التي اشتقها في القرن التاسع عشر ما زالت كما هي نفس المعادلات وهي مستخدمة في العلوم المختلفة بصورة واسعة دون تغيير أو تبديل.

وبالمقارنة فقد وضع نيوتن النظرية الأولى لقوة الجاذبية التي واجهتها مشاكل كثيرة وتمكن اينشتين من تطويرها فيما يعرف الآن بالنظرية النسبية العامة. والنظرية النسبية العامة في غاية التعقيد ومع ذلك فقد واجهت كثير من المشاكل وهي ما زالت بحاجة لتطوير واعترف اينشتين نفسه بذلك. اعتقد بعض العلماء ان سبب ذلك يعود لوجود نوع واحد من الكتل في النظرية (الكتلة الموجبة)، ويبدو ان قوانين الفيزياء تفضل الثنائية، حيث يوجد نوعان من الشحنة الكهربائية، كما يوجد قطب مغناطيسي شمالي وآخر جنوبي ولا يمكن ان يوجد قطب مفرد، ويوجد سبين علوي (spin up) وآخر سفلي (spin down). وظهرت إمكانية وجود كتلة سالبة في أبحاث فقاعات الهواء الموجودة في الماء وكذلك في أشباه الموصلات وغيرها. إذن، قد توجد كتلة سالبة لم تتمكن من الكشف عنها ومن الأفضل إدماجها في النظرية. وهناك سابقة مشابهة في الفيزياء إذ ان بعض قوانين التفاعلات النووية لم يحقق قانون حفظ الطاقة والكتلة وافترض احد العلماء وجود جسيم لم يتمكن العلماء من الكشف عنه ثم اكتشف الجسيم بعد سنوات.

الكتلة السالبة : كتب اينشتين ملاحظة بعد نشره للنظرية النسبية العامة بعامين وضح فيها الحاجة لتطويرها ليلعب الفراغ (empty space) دور جاذبية كتل سالبة منتشرة بين المجرات. كتب هذه الملاحظة على بحث نشره شرود نجير

(Schrodinger) صاحب نظرية الكم المشهورة ذكر فيه إمكانية وجود مادة بكتل سالبة. وقد توقع العالم المشهور ستيفن هوكينج S. Hawking (توفي في ربيع العام 2018) وجود كتلة سالبة وشاركه كثير من العلماء الرأي نفسه. لقد تمكن باحثون من جامعة روشيستر (Rochester) حديثا من إنتاج جسيمات في المختبر تسلك سلوكا مغايرا للجسيمات العادية وتوقعوا ان تكون كتلتها سالبة دوم ان يتمكنوا من إثبات ذلك. لقد فتحت هذه الأبحاث والأفكار الباب على مصراعيه للتفكير في فيزياء الكتل السالبة لمحاولة تضمينها في النظرية النسبية العامة أمليين في تفسير الظواهر السابقة..

فيزياء الكتل السالبة: إن جميع المواد التي نعرف ذات كتلة موجبة وتتجاذب مع بعضها من خلال قوة الجاذبية. تجذب الأرض جميع الأجسام الموجودة على سطحها نحو مركزها بقوة تعرف بوزن الجسم. أما إذا كان الجسم في الهواء فإنها تجذبه نحو مركزها أو سطحها ويسقط سقوطا حرا بتسارع يسمى تسارع الجاذبية الأرضية. يبدو لنا خلاف جديد بين قوة الجاذبية، حيث تتجاذب الكتل المتشابهة، وقوة الكهرباء حيث تتنافر الشحنات المتشابهة.

إذا افترضنا وجود جسم سالب الكتلة قريبا من سطح الأرض، سوف تؤثر الأرض على الجسم بقوة جاذبية تنافرية تكون معاكسة للقوة في الحالة السابقة (حالة الكتلة الموجبة)، ومع ذلك فإن الجسم سيسقط نحو الأرض مثل الحالة السابقة بسبب كتلته السالبة. وهذه حالة غريبة جدا وتمثل القول بأنك إذا دفعت جسما سالب الكتلة بقوة بعيدا عنك فإنه يتحرك متسارعا نحوك ويصدمك.

والآن ماذا يحدث عند وجود مادة ضخمة سالبة الكتلة في الفراغ بين المجرات كما افترض اينشتاين؟. إن هذه الكتلة السالبة ستؤثر على الكتل الموجبة (المجرات والنجوم) بقوة تنافر تجعل هذه الكتل الموجبة تتحرك بتسارع متباعدة عن الكتلة السالبة. أما في حالة وجود كتل سالبة فإنها سوف تتجاذب معاً، ولكنها ستتسارع مبتعدة عن بعضها البعض بسبب كون الكتل سالبة. نتج التسارع في الحالتين عن قوة تعاكس قوة الجاذبية العادية وهي القوة التي حيرت العلماء في الماضي وأدت لتسارع توسع الكون.

نظرية الجاذبية المطورة: طور أستاذ الفيزياء الفلكية جامي فارنس (J.S Farnes) حديثا نظرية الجاذبية لتحتوي كل من الكتل الموجبة والكتل السالبة (Astronomy & Astrophysics Journal , 620 , A92 , Dec. 2018).

وفارنس خريج جامعة كامبريدج ويعمل أستاذا للفيزياء الفلكية في مركز أبحاث جامعة أكسفورد ويعمل أيضا ضمن فريق تلسكوب مصفوفة الكيلومتر المربع. افترض فارنس وجود ما اسماه المانع الداكن (dark fluid) ما بين المجرات والنجوم ذا كتلة سالبة كما افترض اينشتاين. يتفاعل المانع الداكن مع كتل المجرات والنجوم الموجبة وكذلك مع الكتل السالبة لتتحرك جميعا مبتعدة عن بعضها فيما يعرف بتوسع الكون. واجهت النظرية مشكلة إذ ان توسع الكون يؤدي مع الزمن لضعف القوة المسببة للتسارع وافترض لذلك ان كتلة سالبة جديدة تخلق لتحاظ على قوة تسارع توسع الكون. ان فكرة تخليق الكتل ليست جديدة في أبحاث تطور الكون (كوزمولوجي) فقد افترض في أربعينات القرن الماضي ان كتلة موجبة تخلق ضمن نظرية حالة الاستقرار. كانت نظرية حالة الاستقرار في ذلك الوقت منافسة لنظرية الانفجار العظيم التي أيدتها كثير من القياسات التجريبية مما أدى لتوقف الأبحاث في نظرية حالة الاستقرار..

استطاعت النظرية تفسير تسارع توسع الكون من خلال التنافر بين الكتل المختلفة دون الحاجة للطاقة المظلمة. كما فسرت النظرية حركة النجوم حول مركز المجرة، ان تسارع الكتلة السالبة نحو الكتلة الموجبة (النجوم) ينتج ضغطا يعمل على تعديل حركتها وزيادة سرعتها. لقد وحدت النظرية الجديدة كل من الطاقة الداكنة والكتلة الداكنة في شي واحد يعرف الآن بالمانع الداكن (dark fluid).

تنبأت النظرية بتغير ثابت هابل مع الزمن وهناك دلالات كثيرة على صحة ذلك. يتوقع الباحث ان يتمكن من اختبار النظرية الجديدة من خلال استخدامه لتلسكوب مصفوفة الكيلومتر المربع العملاق الذي سيبدأ العمل قريبا.

لا شك بان هنالك كثير من الأمور التي هي بحاجة للتوضيح، مثل العلاقة بين الكتلة السالبة وضديد المادة (antimatter)، التي لها نفس الكتلة ولكنها مختلفة في الشحنة الكهربائية، وكذلك ماذا يحدث عند التقاء كتلة موجبة بمقدار مساو من الكتلة السالبة هل تتحول ألكتلة الى طاقة أو فوتونات كما هو الحال في ظاهرة فناء المادة عند التقاء المادة والمادة المضادة؟ حتى لو لم تكن نظرية الجاذبية العامة الجديدة صحيحة، إلا انها فتحت بابا واسعا للنقاش والأفكار العلمية لجديدة