اسحق نيوتن والقوة الخامسة

منذ ما يزيد على ثلاثمائة عام، وفى أحد أيام الصيف كان "اسحق نيوتن" جالسا فى حديقة فى مدينة كمبردج الإنجليزية عندما رأى تفاحة تسقط من إحدى أشجار التفاح متجهة نحو الأرض.

جلس "نيوتن" يفكر، ثم أخذ السؤال التالى يلح عليه: لماذا تسقط التفاحة إلى الأرض؟ وعندما توصل إلى إجابة عن هذا السؤال وغيره من الأسئلة، كتب كتابه الشهير "برنكيبا" فى جزءين، الأول بعنوان "حركة الأجسام" والثانى بعنوان "نظام العالم". وكتبهما باللغة اللاتينية التى كانت لغة العلم فى ذلك الوقت. وقد ترجم هذا الكتاب بعد ذلك إلى الإنجليزية.

ولعل أهم ما يحتويه هذا الكتاب هو قانون الجذب العام، وهو القانون الذى فسر سقوط التفاحة، كما فسر عددا من الظواهر الطبيعية التى لم يكن لها تفسير فى ذلك الوقت مثل حركة الكواكب. فعلى الرغم من قيام العالم "كبلر" بصياغة قوانينه الوضعية لحركة الكواكب قبل "نيوتن" بمائة عام، والتى بناها على مشاهداته ورصده لحركة عدد من الكواكب، فإن "نيوتن" بوضعه قانون الجذب العام قد وضع الأسس الرياضية لقوانين "كبلر".

وقد أدى عمق فكر "نيوتن" فى هذا القانون وفى غيره إلى اعتباره ثانى أعظم الرجال فى التاريخ سابقا جميع العلماء فى مختلف العصور.

وينص قانون الجذب العام على أنّ كل جسم فى هذا الكون يجذب أى جسم آخر بقوة تتناسب طرديا مع الكتلتين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما.

obeikandl.com

فإذا وضعنا كتلتين كل منهما كيلو جرام واحد على بعد متر واحد بينهما، فإنّ قوة الجذب بينهما تقل عن قوة جذب الأرض لأى منهما (وهى وزن الكيلو جرام) بحوالى مئة ألف مليون مرة.

من هذا يتضح لنا أنّ تأثير قوة الجذب لا يظهر فى حركة الأجسام ذات الكتل المحدودة، وإنما يظهر فى حركة الأجسام ذات الكتل الهائلة مثل الكواكب.

لكن هل بدأ "نيوتن" من فراغ؟

أم أنه بنى جهدّه على جهودِ علماءَ سبقوه؟

سوف نلقى الضوء على بعض هذه الجهود:

١) كان فلاسفة الإغريق قبل أكثر من ألفين من السنين على اعتقاد راسخ بأن الجسم الأثقل وزنا يسقط أسرع من الجسم الأخف وزناً. وهذه المقولة تم دحضها على يد العالم "جاليليو" الذى توفى فى نفس عام ميلاد "نيوتن".

٢) كما كان للعلماء العرب دور كبير فى هذا المضمار، فمنذ ما يقرب من ألف عام قام الفلكى المصرى "ابن يونس" بقياس الزمن باستخدام بندول، وذلك قبل سبعة قرون من ظهور قانون نيوتن للجذب العام. وقد قام "نيوتن" بإعادة تجارب "ابن يونس". ومن جهة أخرى فقد استخدمت قياسات "ابن يونس" الفلكية للدلالة على التغير الحادث فى الاختلاف المركزى لمدار الأرض.

٣) ومعنى ذلك أن "ابن يونس" قد سبق كلا من "نيوتن" و"كبلر" فيما وصلا إليه. ويقول المؤرخ "ديفيد سميث" فى كتابه (تاريخ الرياضيات) أن "ابن يونس" و"البتانى" هما أكثر الفلكيين العرب شهرة. كما يقول إن الفاطميين حاولوا إنشاء مدرسة علمية فى القاهرة تضارع مدرسة الإسكندرية القديمة، وقد كان "ابن يونس" أحد أعمدة مدرسة القاهرة الفاطمية العلمية والتى انتهت على يد صلاح الدين عام ١١٧١م.

٤) وقبل "نيوتن" قام "جاليليو جاليليه" بإجراء واحدة من أشهر التجارب الفيزيائية فى تاريخ العلم. فقد قام بإسقاط مجموعة من الأجسام المصنوعة

obeikandl.com

من مواد مختلفة كالخشب والرصاص من أعلى برج بيزا الشهير، وذلك بهدف حساب معدل السقوط، وانتهى "جاليليو" إلى أن جميع الأجسام تسقط بنفس العجلة.

وفى منتصف القرن التاسع عشر اهتم العلماء الإنجليز بموضوع عجلة الجاذبية فقاموا بإجراء تجارب لاختبار ثبوتها فى مناطق مختلفة من جبال هيمالايا بالهند أثناء فترة الاحتلال، وقام بالمحاولة الأولى "جون هنرى برات" عام ١٨٥٤، وقام بالثانية "ر. أ. جيمس" عام ١٨٥٦.

ولعل أشهر هذه الاختبارات ما قام به العالم المجرى "ايتفوس" فى نهاية القرن التاسع عشر. فقد استخدم "ايتفوس" جهاز "كافندش" الذى يحتوى على أجسام من مواد مختلفة، وقام بتسجيل بيانات عديدة لعجلة الجاذبية وعلاقتها بنوع المادة المصنوع منها الجسم المعلق فى الجهاز. وانتهى إلى تأييد نتائج "جاليليو".

ظل العلماء يجرون التجارب المختلفة سواء داخل المختبرات أو خارجها بهدف تحديد قيمة ثابت التناسب فى قانون الجذب العام، وكذلك لتحديد قيمة عجلة الجاذبية الأرضية حتى توصلوا إلى القيمتين.

اقتنع العلماء بأن قانون الجذب العام لنيوتن قد أصبح قانونا ثابتا واقلعوا عن التفكير فى بديل له، إلى أن جاء العالم "أينشتين" ووضع نظريته النسبية الخاصة عام ١٩٠٥ ثم النسبية العامة عام ١٩١٥. وقد أدت النظرية النسبية إلى إعادة النظر فى نظرية الجذب العام لنيوتن.

يقول الفيلسوف البريطانى "برتراند راسل" فى كتابه "الف باء النسبية" ما يلي:

عندما تكلم نيوتن عن المسافة بين كتلتين كان يقصد المسافة فى زمن محدد. وظن أن ذلك لن يؤدى إلى لبس حول زمن قياس المسافة. ولكن يبدو لنا الآن أن هذا كان خطأ لأن ما يظنه أحد المشاهدين نفس اللحظة على الشمس والأرض سوف يراه مشاهد آخر لحظتين مختلفتين. لذلك فمن الأصوب أن تكون جملة نيوتن فى قانونه المشهور هى "المسافة بين كتلتين عند لحظة معينة". وإذا انتقلنا إلى مفهوم المسافة ذاتها، فإنّ هذه المسافة بين الكتلتين قد

تختلف باختلاف المشاهد. وعلى ذلك فإننا لانستطيع أن نقـــول أنّ صياغـــة نيوتن لقانون الجذب العام صحيحة، إذ أنها تؤدى إلى نتائج مختلفة تبعاً لتحديد المشاهد وطريقة قياس الزمن.

وظل الحال على ما هو عليه حتى فوجئ علماء الفيزياء فى عام ١٩٧١ ببحث منشور فى مجلة Nature البريطانية لعالم فيزيائى يابانى اســـمه "ياســـونورى فوجاى" يقترح فيه نموذجا جديداً لقانون الجذب العام. والقانون المقترح يسمح بوجود قوة تنافر بين الأجسام بالإضافة إلى قوة الجذب المعروفة. وأن هـــذه القوة الجديدة تتواجد إذا تراوحت المسافة بين الجسمين بيـــن عشـــرة أمتـــار وكيلومتر. وقد بنى اقتراحه هذا على وجود جسيم يسمى "ديلاتـــون" يمكـــن ربطه بجسيم "الجرافيتون" المسبب لقوة الجذب. واقترح "فوجاى" تعديلا لقانون نيوتن يسمح بإضافة قوة التنافر هذه.

وعلى غير ما توقع علماء الفيزياء ظل هذا الاقتراح مجمدا ولم يلق الاهتمـــام من علماء الغرب حتى عام ١٩٨٥ حيـــن قـــامت مجموعـــة مـــن العلمـــاء الأمريكيين بقيادة "افرايم فيشباخ" بدراسة هذا الموضوع متجاهلين دور العـــالم اليابانى، وأعطوا لبحثهم عنوان "إعادة تحليل تجربة ايتفوس"، وانتهوا إلـــى أن نتائج تجربة ايتفوس تؤيد وجود قوة التنافر الجديدة فى المدى المتوسط (الـــذى أشار إليه فوجاى). ثم اقترحت هذه المجموعة أنه فى هذه الحال تصبح القوى الموجودة فى الكون خمس قوى بدلا من أربع.

ومن هذا التاريخ أطلق "فيشباخ" اصطلاح "القوة الخامسة" آملا فى حصولـــه على جائزة نوبل فى حالة تحقيقه.

ومن المعلوم أن القوى فى الكون أربع، وهى القوى النووية وهى المســـئولة عن ترابط الأنوية وهى قوى جاذبة وهى أقـــوى أنـــواع القـــوى. والقـــوى الكهرومغناطيسية وهى قوى جذب أو تنافر تنشأ بين الشـــحنات الكهربائيـــة. والقوى النووية الضعيفة وهى المســـئولة عـــن انحـــلال الأنويـــة وانطـــلاق الجسيمات الخفيفة مثل الإلكترونات أو البوزيترونات. وقوى التثاقل وهى قوى قانون الجذب العام بين الأجسام المادية. وفى سبعينيات القرن العشـــرين تـــم توحيد القوى الكهرومغناطيسية والقوى النووية الضعيفة تحت اســـم "القـــوى

الكهروضعيفة" على يد العالم الباكستانى "عبد السلام" وحصل على جائزة نوبل.

وبعد عام ١٩٨٥ بدأت موجة عارمة من الأبحاث للتوصل إلى تأييد أو رفض فكرة القوة الخامسة، وكانت غالبيتها أبحاث تجريبية.

فقامت مجموعة من جامعة كوينز لاند بأستراليا فى عام ١٩٨٦ بقياس عجلة الجاذبية وثابت الجذب العام داخل المناجم العميقة بهدف التحقق من قانون الجذب الجديد لفوجاى وتوصلت إلى قرائن إيجابية تؤدى إلى تحديد قيم هذه القوة الجديدة والمدى الذى تؤثر فيه.

وقامت مجموعة أخرى من جامعة واشنطن سياتل عام ١٩٨٧ باستخدام بندول اللى الذى يحتوى على كتلتين متساويتين إحداهما مصنوعة من النحاس والأخرى من البيريليوم، وقد وضع البندول داخل جهاز واق من المجالات الكهرومغناطيسية ومفرغ من الهواء بالقرب من جبل. وبالقياس الدقيق لزوايا الانحراف أمكن تحديد ثوابت المجال الجديد.

وقامت مجموعة ثالثة من جامعة كولورادو عام ١٩٨٧ بإعادة تجربة جاليليو على جسمين مصنوعين من النحاس واليورانيوم ولم يتوصلوا إلى ما يؤيد وجود القوة الخامسة.

وقامت مجموعة رابعة تابعة لسلاح الجو الأمريكى عام ١٩٨٨ بإجراء تجربة لقياس عجلة الجاذبية أعلى برج، وقارنت النتائج بمثيلتها على سطح الأرض وتوصلت منها إلى اتفاق مع اقتراح فوجاى.

وفى عام ١٩٨٨ عقد مؤتمر فى المختبر القومى فى لوس ألاموس فى نيو مكسيكو بأمريكا لدراسة نتائج البحوث الغزيرة التى تمت على مدار عامين فى هذا الموضوع، وكانت أهمها التجربة التى تمت تحت سطح جليد جرينلاند بميل واحد حيث أنزل جهاز شديد الحساسية لقياس الجاذبية من خلال ثقب مع ملاحظة التغير الحادث فى شدة الجاذبية مع البعد عن سطح الأرض. إذ أن قانون نيوتن يقول إن الجاذبية تقل مع نزول الجهاز لنقص كمية المادة الجاذبة، إلا أن التجربة أظهرت أن شدة الجاذبية تقل بسرعة أكثر من المتوقع

مما يؤيد وجود مجال آخر غير مجال الجاذبية المعروف. وخلص المؤتمر إلى الميل بتأييد وجود القوة الخامسة أو على الأقل الإقرار بتعديل قانون نيوتن ليسمح بوجود قوة التنافر.

وفى يناير ١٩٨٩ عقد المؤتمر السنوى للجمعية الفيزيائية الأمريكية وكان من بين البحوث المنشورة بمجلة المؤتمر ملخصا لإقتراح لى باستخدام الهرم الأكبر لحسم هذه المشكلة، حيث أن الهرم الاكبر يتميز بأنه أضخم بناء هندسى محدد الهيكل ويختلف عن الجبال التى استخدمت سابقا بأنه محدد الكتلة أيضا.

فقد تحددت كثافة أحجار الهرم من خلال مشروع استخدام الأجهزة الفيزيائية الحديثة فى الآثار المصرية، وهو أحد ثلاثة مشروعات قام بها قسم الفيزياء بكلية العلوم جامعة عين شمس فى الفترة من ١٩٦٦ حتى ١٩٧٧. وأحد نتائج المشروع الثالث (الذى تشرفت بأن أكون باحثه الرئيسى) هو تحديد كثافة أحجار الهرم من خلال حركة الموجات الصوتية خلاله.

وتضمن اقتراحى المنشور فى مجلة الجمعية الفيزيائية الأمريكية عام ١٩٨٩ قياس الجاذبية الأرضية بجوار الهرم على ارتفاعات مختلفة، وكذلك إنحراف الخط العمودى وتجربة بندول اللى. وهذه التجارب فى حالة إجرائها بدقة عالية تكون كفيلة بتحديد كنه المجال الموجود، وهل هو يتبع قانون نيوتن أو يحيد عنه؟

وفى عام ١٩٩٢ نشر فيشباخ مقالا بعنوان "ست سنوات للقوة الخامسة" حصر فيها كل البحوث وتوصل إلى أن السؤال مازال قائما وهو هل توجد قوة خامسة؟

وجدير بالذكر أنه على الرغم من أن العالم اليابانى "فوجاى" هو صاحب اقتراح تعديل قانون نيوتن إلا أن جميع الأبحاث التى ظهرت منذ عام ١٩٨٥ كانت تشير إلى فيشباخ على أنه صاحب اقتراح القوة الخامسة (فيما عدا البحث الذى نشرته فى مجلة المؤتمر السنوى للجمعية الفيزيائية الأمريكية).

openkanal.com