الجاذبية
في التراث العلمي العربي

يعتبرالفيزيائي الإنكليزي الشهير إسحاق نيوتن (١٧٢٧م) أبا الجاذبية الأرضية ، ومقنن قوانينها بالصيغة الفيزيائية المعروفة حالياً في جميع ميادين العلم ، والتي لها تطبيقات علمية واسعة .

ولا ريب في أن نيوتن لم يكتشف ويبدع هذا القانون بمحض المصادفة ، فلقد أثبتت الدراسات الموثقة في تاريخ العلوم أنه اعتمد على النظريات والأفكار العلمية للعلماء السابقين ، وادعى عدد كبير من مؤرخي العلوم أن نيوتن اعتمد على ما توصل إليه بعض العلماء في الدول الأوروبية من أمثال غاليو غاليلي (١٦٤٢م) ، ويوهان كبلر (١٦٣٠م) وغيرهما ، لكن هذه النظرة تعتبر قاصرة ومتحيزة من وجهة نظر المنهج العلمي في البحث والتمحيص والتدقيق في كل موضوع ، فلقد أثبت نَصَفة المؤرخين أن الفضل في اكتشاف الجاذبية الأرضية وطرح مفاهيمها وصياغة الأفكار والنظريات المتعلقة بها يعود إلى عدد من العلماء العرب ؛ منهم ابن سينا ، وفخر الدين الرازي (١٢٠٩م) ، وابن ملكا البغدادي (١١٥١م) ، وثابت بن قرة الحراني (٩٠١م) ، وغيرهم من العلماء الأفذاذ الذين طُمست آثارهم ونُسبت إنجازاتهم إلى غيرهم ، وسُرقت نظرياتهم العلمية من قبل أشخاص ادّعوا أنهم أصحابها .

قوانين نيوتن :

استند نيوتن في صياغته لقوانينه إلى ما توصل إليه كبلر من قوانين عن حركة كواكب المجموعة الشمسية ، وتوصل نيوتن إلى أن مضمون هذه القوانين هو دلالة على وجود قوة ما بين كوكب والشمس ، وأن هذه القوة تتناسب طردياً مع ناتج كتلتي الكوكب والشمس ، كما تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما ، وقد أطلق نيوتن على هذه القوة اسم قوة الجذب .

كما توصل نيوتن إلى أن هناك قوة جذب بين الأرض وأي جسم على سطحها أو واقع في مجال جذبها ، وقوة الجذب يمكن تعيينها من ناتج كتلة الأرض وكتلة هذا الجسم والمسافة بين هذا الجسم ومركز الأرض .

وكناتج لقوة الجذب هذه يكون لكل جسم على سطح الأرض وزناً ، كما أن أي جسم بعيد عن سطح الأرض يهوي بشكل حر اتجاهها بتسارع (عجلة) ثابت .

وإذا ما افترضنا أن الأرض كرة ساكنة تامة الكروية ، فإن القوة المؤثرة في جسم ما على مسافة ما من مركز الأرض تكون واحدة في كل مكان ، بمعنى أن قيمة تسارع الجاذبية تكون واحدة .

وصاغ نيوتن العلاقة التي تربط قوة الجذب المؤثرة بين الشمس وكواكب المجموعة الشمسية وكتلة كل منها والمسافة بينها ، وعمم هذه العلاقة لتشمل أي جسمين كتلتاهما (ك١ ، ك٢) ويفصل بينهما مسافة (ف) ، وينص قانون نيوتن العام للجاذبية على أن (القوة التي يجذب بها جسمان كتلتاهما (ك١ ، ك٢) كل منهما الآخر تتناسب طردياً مع ناتج الكتلتين ، وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما) أي : أن القوة (ق)

تمثل بالعلاقة الرياضياتية التالية :

ق = ثا (ك١ × ك٢) / ف٢ .

حيث ثا : ثابتة التناسب .

الجاذبية والتثاقلية :

تستخدم بعض المراجع العربية العلمية مصطلح (تثاقلية) بدلاً من (جاذبية) ، مقابل المصطلح الأجنبي(Gravity) ، وكذلك استخدام مصطلح (التثاقلية الأرضية) بدلاً من (الجاذبية الأرضية) مقابل (The Earth's Gravity) ، ومرجعهم في ذلك أن كلمة (Gravimetry) مشتقة من الكلمة اللاتينية (Gravis) التي تعني (Heary) أي : ثقيل ، وكلمة (Metry) وتعني (Measure) أي قياس ، أما كلمة جذب فهي (Attraction) ، وقوة الجذب (Foree of Attraction) ، وقد ورد تصريف كلمة (ثقل) في عدة مواضع في القرآن الكريم منها : ﴿ ٱثَّاقَلْتُمْ إِلَى ٱلْأَرْضِ ﴾ [التوبة : ٣٧] ، ووردت كلمة تثاقل في معاجم اللغة العربية بمعنى ثقل وتباطأ .

بين التنظير والتجريب :

كان الفيلسوف أرسطو أول من فسر سقوط الأجسام من الأعلى إلى الأسفل ، واعتبر ذلك « وحشة طبيعية » كامنة في الجسم نفسه ، ورأى أن الجسم المادي الصغير يجد مكانه الطبيعي حين يسقط في حضن أمه : كوكب الأرض ، أي : أن النظرة الأرسطية تقضي بأن الجسم الساقط يميل من تلقاء ذاته هو إلى الحركة نحو الأرض .

أما المنهج الذي اعتمده العلماء العرب في بحوثهم ودراساتهم ، فيقضي بعدم التسليم كلياً للبراهين الفلسفية التي يمكن اختبار صحتها تجريبياً .

وتنبه هؤلاء العلماء إلى أن التفسير العلمي لظواهر الطبيعة يكتسب دقته من مدى تعبيره عن الحقيقة العلمية الكامنة وراء سلوك هذه الظواهر، إما بوصفها تطابقاً للواقع الموضوعي ، وذلك بإطلاق لفظ الواقع على الأمور التي يمكن التحقق منها على نحو يقره الجميع ، أو باعتبارها تطابقاً لقضايا ذهنية ليس لها مسميات في عالم الواقع ، وبهذه الطريقة قلب العلماء العرب تصورات القدماء الفلسفية عقباً على رأس ، وقدموا ـ للمرة الأولى في تاريخ العلم ـ أساساً مقبولاً لتفسير السقوط الحر للأجسام تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، الأمر الذي يعتبر بحق ثورة علمية رائدة .

طاقة الكمون :

كان العالم الفذ الهمداني أول من ربط ظاهرة الجاذبية بالأرض التي تجذب الأجسام الصغيرة في كل جهاتها ، وهذا الجذب إنما هو قوة طبيعية مركزة في الأرض ، تظهر آثارها في مجال فعال حول الأرض ، أشبه بذلك المجال الذي يتمتع به حجر المغناطيس ، ولولا هذه الخاصية لكانت كروية الأرض ودورانها سببين أساسيين في تطاير كل من على سطحها ، يقول الهمداني في كتابه [كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضة)] : فمن كان تحتها (أي : تحت الأرض عند نصفها الأسفل) فهو في الثبات في قامته كمن فوقها ، ومسقطه وقدمه إلى سطحها الأسفل كمسقطه إلى سطحها الأعلى ، وكثبات قدمه عليه ، فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كل جانب .

بهذا المفهوم الذي اتضح أعلاه يكون الهمداني أرسى أول حقيقة جزئية في فيزياء الجاذبية ؛ وهي ما يعرف بطاقة الموضع أو طاقة الكمون (potential energy) الناتجة أصلاً عن ارتفاع الأجسام عن الأرض ، وإن لم

يقل في النص صراحة إن الأجسام تجذب بعضها بعضاً ، وهو المعنى الأساسي الذي توصل نيوتن إلى تعميمه في قانون الجاذبية العام .

قوة الجذب :

تطرقت دراسات بعض العلماء العرب إلى قوى تسبب تجاذب الأجسام بعضها لبعض ، وفي هذا يقول الرازي في كتابه « المباحث الشرقية في علم الإلـهيات والطبيعيات » : إن انجذاب الجسم إلى مجاورة الأقرب أولى من انجذابه إلى مجاورة الأبعد .

ويوضح الدكتور جلال شوقي هذه الفكرة بقول : إننا نعلم اليوم أن قوة التجاذب بين كتلتين (ك١) و(ك٢) تفصلهما مسافة معينة (س) ، تتناسب مع (ك١× ك٢/ س٢) ، ومن هذه النسبة نستنتج أن قوة التجاذب تزداد بتقارب الجسمين ، وتقل بتباعدهما ، وهذا هو المعنى الذي أصابه الرازي .

قوة التثاقل :

أدرك العلماء العرب أن لكل جسم قوة « طبيعية » فيه ، هي القوة التي نسميها اليوم « قوة التثاقل » ، وهي القوة الناشئة عن جاذبية الأرض ، وتوصلوا إلى أن الجسم إذا ما أخرج عن موضعه الطبيعي ؛ فإنه يسعى بقوته الطبيعية إلى استعادة ذلك الموضع ، وهو يسلك في ذلك أقرب الطرق وهو الخط المستقيم .

ويتبين فهمهم لقوة التثاقل من نصوص كثيرة أوردوها في كتبهم ، نقل الدكتور شوقي بعضاً منها . ومن ذلك قول إخوان الصفا في رسائلهم المشهورة :

« وكل جسم في مكانه الخاص ليس بثقيل ولا خفيف ؛ لأن الثقل والخفة يعرضان لبعض الأجسام بسبب خروجهما عن أماكنها الخاصة بها

إلى مكان غريب (. . . .) ، وما كان متوجهاً نحو مركز العالم يسمى ثقيلاً ، وما كان متوجهاً نحو المحيط يسمى خفيفاً » .

وقولهم أيضاً : « أما الثقل والخفة في بعض الأجسام فهو من أجل أن الأجسام الكليات كل واحد له موضع مخصوص ، ويكون واقفاً فيه لا يخرج إلا بقسر قاسر ، وإذا خلى رجع إلى مكانه الخاص به ، فإن منعه مانع وقع التنازع بينهما ، فإن كان النزوع نحو مركز العالم يسمى ثقيلاً ، وإن كان نحو المحيط يسمى خفيفاً » .

ويشرح ذلك بشكل مفصل الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه « النجاة » فيقول : « ليس كل شيء من الأجسام الموجودة يتحرك أو يسكن بنفسه ، أو يتشكل أو يفعل شيئاً غير ذلك ، وليس ذلك كله عن جسم آخر أو قوة فائضة عن جسم ، فليس يصدر عنه شيء إلا وفيه قوة من هذه القوى المذكورة ، عنها يصدر ذلك ، وكل ما يصدر عنه من الأفعال ، وهذه القوى التي عززت في الأجسام على أقسام ثلاثة :

فمنها قوى سارية في الأجسام تحفظ عليها كمالاتها من أشكالها ومواضعها الطبيعية وأفاعيلها ، وإذا زالت عن مواضعها الطبيعية وأشكالها وأحوالها أعادتها إليها وثبتتها عليها ، مانعة من الحالة غير الملائمة إياها بلا معرفة وروية وقصد اختياري ، بل بتسخير ، وهذه القوى تسمى طبيعية ، وهي مبدأ بالذات لحركاتها بالذات ، وسكوناتها بالذات ، ولسائر كمالاتها التي لها بذاتها ، وليس شيء من الأجسام الطبيعية بخالٍ عن هذه القوة » .

الميل الطبيعي :

عبر العلماء العرب عن القوة التي تدفع بالجسم إلى الوصول إلى مكانه الطبيعي عندما يكون خارجاً عنه بمصطلح « الميل الطبيعي » ، فالميل

الطبيعي هنا يرد بمعنى القوة التي تؤدي إلى الحركة الطبيعية للجسم حتى يستعيد موضعه الطبيعي .

ويحمل هذا التعبير في ثناياه معنى القوة الطبيعية « قوة التثاقل أو قوة الجاذبية الأرضية » التي تؤثر على الجسم لتعيده إلى موضعه الطبيعي ، فالميل الطبيعي هنا بمعنى السعي إلى الطبيعي ، ووسيلته قوة الجاذبية الأرضية .

وفي هذا الصدد يقول الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه « الإشارات والتنبيهات » : « الجسم إذا وجد على حال غير واجبة من طباعه ، فحصوله عليها من الأمور الإمكانية ، ولعلل جاعلة ، ويقبل التبديل فيها من طباعه إلا لمانع ، وإذا كانت هذه هي الحال في الموضع والوضع أمكن الانتقال عنهما بحسب اعتبار الطبع ، فكان فيه ميل . . . » .

ويشير الإمام الرازي في كتابه « المباحث المشرقية » إلى الميل المسبب للحركة الطبيعية فيقول : « إن الثقل قوة محركة إلى أسفل ، وهي إما الطبيعة وهي صورة جوهرية ، أو الميل الذي هو السبب القريب (المباشر) للحركة ، وهو من مقولة الكيف . . . » .

كما أدرك العرب أن قوة التثاقل تزداد بكبر الجسم ، فالقوة الطبيعية في الجسم الأكبر تفوق القوة الطبيعية في الجسم الأصغر ، ومن المعروف حالياً أن تسارع الجاذبية الأرضية ذو مقدار ثابت في المكان الواحد ، وبالتالي فإن قوة التثاقل تزداد بازدياد كتلة الجسم ، وهذا المعنى توصل إليه ابن سينا .

التساقط الحر للأجسام :

تعرض العلماء العرب في دراساتهم إلى الحركة الحرة للأجسام ، أو ما يسمى بالسقوط الحر للأجسام ، وبحثوا في الطريق الذي تسلكه هذه

الأجسام أثناء سقوطها ، وتوصلوا إلى فتح جديد في ذلك حين قالوا : إن سرعة السقوط ـ في وسط خال من المعوقات ـ لا تتأثر إطلاقاً بكتلته ، كما عرفوا أن الجسم إذا أخرج عن حيزه الطبيعي فمن طبعه العودة إليه إذا لم يمنعه مانع ، ويتحرك الجسم في هذه الحالة تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية سالكاً أقصر طريق يصل به إلى موضعه الطبيعي ؛ ألا وهو الطريق المستقيم .

وتوصل هبة الله بن ملكا البغدادي في كتابه « المعتبر في الحكمة » إلى أن الجسم الساقط بشكل حر تزداد سرعته مع ازدياد مسافة السقوط ، وبالتالي تزداد كمية حركته ، حيث قال : « ويستدل على ذلك بالحجر المرمي من عالٍ من غير أن يكون عائداً عن صعود بحركة قسرية ، ولا فيه ميل قسري ، فإنك ترى أن مبدأ الغاية كلما كان أبعد كان آخر حركته أسرع ، وقوة ميله أشد وبذلك يشج ويسحق ، ولا يكون ذلك له إذا ألقي عن مسافة أقصر ، بل يبين التفاوت في ذلك بقدر طول المسافة التي يسلكها » .

كما توصل العلماء العرب إلى أنه لولا مقاومة الهواء لتساقطت الأجسام المختلفة بالسرعة نفسها ، مخالفين بذلك قول من سبقهم ، ويتضح من دراسات ابن ملكا البغدادي أنه حقق سبقاً في مجال السقوط الحر للأجسام على العالم الإيطالي غاليلي الذي ينسب إليه اكتشاف قوانين سقوط الأجسام تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية ، وذلك بحوالي خمسة قرون .

* * *