[٨] الدرس الثامن

الجاذبية الأرضية Gravity

[٨ ـ ١] جاليليو والجاذبية :

إذا سألنا طفلاً ، أى الكرتين تسقط أسرع من الأخرى ، الثقيلة أم الخفيفة فى الواقع سيجيب الطفل أو من ليس له دراية بمبادىء الفيزياء ، إجابة خطأ وهى أن الكرة الأثقل تسقط أسرع من الكرة الأخف .

نفس هذه الإجابة أجاب عليها أرسطو طاليس ، وفى الواقع فإن هذا الاعتقاد كان سائداً حتى حوالى عام ١٦٠٠ ميلادية ، فقد كان يُظن مثلاً أن ريش الطيور لا يسقط بنفس سرعة سقوط حجر أو جسم مثلاً .

وعندما جاء جاليلو (١٥٦٤ ـ ١٦٤٢ م) فقد فسر سقوط الحجر أسرع من الريشة نظراً للتأثير الكبير لدفع الهواء لأعلى أثناء سقوط الريشة ، فقد قام بنفسه بإسقاط بعض الأجسام المتساوية فى الحجم إلا أنها مختلفة فى الوزن من ارتفاع واحد وكانت النتيجة وكما هو معروف الآن أن كل الأجسام تسقط بنفس السرعة بغض النظر عن وزنها وذلك إذا أهملنا مقاومة واحتكاك الهواء .

[٨ ـ ٢] نيوتن والجاذبية :

يُعتبر إسحق نيوتن (١٦٤٢ ـ ١٧٢٧) وبحق واحداً من أكبر العلماء فى تاريخ البشرية ، وله اكتشافات كثيرة ، إلا أن أشهرها هو القانون العام للجاذبية والذى يحكم حركة الأجسام والكواكب بقوانين الحركة المشهورة باسمه حتى يومنا هذا .

وقد أوضح نيوتن فى نظريته أن كل الأجسام تتجاذب فيما بينها ، مهما كان حجم الجسم صغر أم كبر ، بقوة تجاذب فيما بينها ، وتُعتبر قوة الجاذبية إحدى أربع قوى رئيسية تتحكم فى المادة .

وتعتمد قوة التجاذب فيما بين أى جسمين على الآتى :

١ ـ كتلة الجسمين .
٢ ـ المسافة التى تفصل بينهما .

وتعتبر قوة الجاذبية هى المسؤلة عن حركة الكواكب فى مداراتها حول الشمس وفى مسار القمر حول الأرض ،...، إلخ .

ومما سبق يتضح مدى أهمية هذا القانون .

إلا أن ما يعنينا هنا ، هو قوى التجاذب بين الأرض وما عليها من كائنات وأدوات من صنع الإنسان والطبيعة .

ويطلق على هذه القوة ، قوة الجاذبية gravity .

وطبقاً لنظرية إسحق نيوتن ، فإنه طالما أن كل الأجسام تتجاذب مع بعضها ، فإنه يمكن القول بأن الأرض تجذب كل الأجسام التى عليها إلى أسفل والأسفل هنا بمعنى مركز كتلة الأرض أو مركز ثقل الأرض .

وبنفس الطريقة ، فإن أى جسم على الأرض يجذب الأرض تجاهه (لأعلى) .

[٨ ـ ٣] قانون الجاذبية :

علمنا مما سبق أنه تُقاس الكتلة بالكيلوجرام وتقاس القوة عادة بالنيوتن وتقاس العجلة بالمتر/ث٢ ، وعليه فإن :

قوة الجاذبية = الكتلة × الجاذبية (عجلة الجاذبية) .

ويطلق على العجلة الناشئة عند تحرك جسم تحت تأثير قوة الجاذبية ، بعجلة الجاذبية الأرضية وهى تعادل حوالى ١٠ م/ث٢ (٩,٨١ م/ث٢) .

وأى جسم يسقط من علو فإن هنالك زيادة فى سرعته بمعدل ١٠ م/ث كل ثانية (فى نهاية الثانية الأولى فإن الجسم سيكون متحركاً بسرعة مقدارها ١٠ م/ث ، فى نهاية الثانية الثانية ستكون سرعته = ٢٠ م/ث ، بعد ٣ ثوان تكون ٣٠ م/ث وهكذا) .

والآن إذا فرضنا أن جسماً كتلته ٩٠ كجم وتُرك ليسقط من علو فإن الأرض تجذب هذا الجسم بقوة مقدراها :

قوة الجاذبية = الكتلة × عجلة الجاذبية .

= ٩٠ × ١٠ (م/ث٢) = ٩٠٠ نيوتن .

ويطلق على قوة جذب الأرض لأى جسم كان بكلمة وزن الجسم Weight وتختلف هذه القوة من مكان لآخر لاختلاف عجلة الجاذبية ولكن تبقى كتلة الجسم ثابتة ويكون الجسم عديم الوزن بعيداً عن الأرض فى الفضاء الخارجى ولكن تبقى كتلته كما هى .

علمنا أن النيوتن والذى يرمز له بالرمز N هو وحدة القوة فى النظام العالمى SI"international system" ويعرف بأنه القوة المؤثرة على جسم كتلته ١ كجم . فتحركه بعجلة مقدارها ١ م/ث٢ .

ومن هذا التعريف ، يتضح بالتناسب ، أن القوة المؤثرة على جسم كتلة ١٠ كجم وتدفعه بعجلة مقدارها ٢ م/ث٢ ، مقدارها = ١٠ × ٢ = ٢٠ نيوتن .

وعلى العموم ، فإن العلاقة بين القوة (ق) والكتلة (ك) للجسم والعجلة الناشئة (جـ) :

ق = ك جـ .

حيث ق بالنيوتن ، ك بالكيلوجرام ، جـ بالمتر/ث٢ .

وعلى هذا فإذا كان لدينا قوة (١٥٠) نيوتن تؤدى إلى تحرك جسم ما بعجلة ٣ م/ث٢ فإن كتلة هذا الجسم تُعطى بالعلاقة :

ق = ك ج

∴ ١٥٠ = ك × ٣ ∴ ك = $\frac{١٥٠}{٣}$ = ٥٠ كيلوجرام

وإذا كان لدينا سيارة وزنها ٢٥٠٠ كجم يُؤثر عليها بقوة مقدارها ٥٠٠٠ نيوتن ، فإن السيارة تتحرك بعجلة يمكن حسابها من العلاقة :

ق = ك جـ .

∴ ٥٠٠٠ = ٢٥٠٠ × جـ .

ومنها جـ = ٢ م/ث٢ .

والآن ، إذا سقط جسم سقوطاً حراً من علو أو انزلق على مستوى مائل على الأفقى ، فإن هذا الجسم يكون واقعاً تحت تأثير قوة جذب الأرض .

فالكرة التى تُقذف لأعلى تعود مرة ثانية للأسفل بتأثير جذب الأرض وكل الأشياء الخفيفة منها والثقيلة تجذبها الأرض ويُطلق على قوة الجذب هذه بقوة التجاذب الأرضية .

والغلاف الهوائى المحيط بالكرة الأرضية وما يحويه من جزيئات الهواء يظل محيطاً بالكرة الأرضية ولا ينفك من أسرها بفعل قوة الجاذبية الأرضية ويرتفع الغلاف الجوى (طبقة الأتموسفير) إلى حوالى ١١ كم ارتفاعاً حول الأرض .

وكل الأجسام القريبة من سطح الأرض تسقط بحرية بعجلة ثابتة يرمز لها بالرمز [(جـ)/(g)] وحيث أن جـ = تقريباً ٩,٨ م/ث^{٢} أو ١٠ م/ث^{٢} فإنه يمكننا إيجاد وزن (قوة جذب الأرض) جسم كتله ١ كجم :

ق = ك . جـ $\qquad$ F = m. a

$\therefore$ F = m. g [a = g]

$\therefore$ ق = ١ × ١٠ = ١٠ نيوتن .

ويصبح وزن جسم كتلته ٧٠ كجم :

ق = ٧٠ × ١٠ = ٧٠٠ نيوتن .

وبذلك فإنه كلما كبرت كتلة الجسم كلما زاد وزنه .

وبذلك فإن الوزن $\propto$ (يتناسب طردياً) مع الكتلة .

وحيث أن الوزن : ق = ك . جـ $\therefore$ جـ = $\frac{ق}{ك}$

فإذا كانت الكتلة = ١ كجم فإن ق = ١٠ نيوتن .

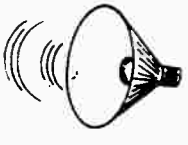
وبذلك فإنه فى مجال الجاذبية الأرضية فإن القوة لوحدة الكتلة هى :

١٠ نيوتن/كجم .

$\therefore$ جـ = ١٠ م/ث^{٢} أ، ١٠ نيوتن/كجم

وعموماً « للتذكرة » فإن : وزن جسم كتلته ١ كجم = ١٠ نيوتن .

، وزن جسم كتلته ١ جم = ٠,٠١ نيوتن .



◄ خلاصـــة :

تختلف عجلة الجاذبية الناشئة من جذب الأرض من مكان لآخر على سطح الأرض وبذلك فإن وزن الإنسان لا يكون ثابتاً ، دائماً . وكمثال ، إذا كان هنالك شخص يزن ٧٨٠ نيوتن عند خط الاستواء ، فإن وزنه يزيد بمقدار (٤) نيوتن عند القطب الشمالى ليصبح ٧٨٤ نيوتن .

وتبقى كتلة الإنسان ثابتة وفى الفضاء الخارجى ، لا يوجد تأثير لقوة جذب الأرض وبذلك يصبح الإنسان وكذلك أى جسم (عديم الوزن) ـــ مرحلة انعدام الوزن .