علم السكون (الستاتيكا)
في التراث العلمي العربي

يعد علم السكون (الستاتيكا) أحد فروع علم الميكانيك الرئيسية ، ويقسم الباحثون علم الميكانيك إلى ثلاثة أقسام ؛ هي : علم السكون (التوازن) ، وعلم التحريك (الديناميكا) ، وعلم الحركة .

وقد تشكل علم السكون كمادة علمية مستقلة خلال العصور القديمة ، وكان هدفه الرئيسي في البدء حساب نمو القوة المبذولة بوساطة أجهزة ميكانيكية مختصة ، فالكلمة اليونانية (mechane) كان تعني في الأصل آلة أو مجموعة من الأجهزة البارعة ، ونتيجة لذلك كان المصطلح (ميكانيك) يرتبط بعلم (الآلات البسيطة) التي تسمح بتحريك أحمال ثقيلة بوساطة قوة ضعيفة .

وكان اليونانيون يضعون علم السكون على قدم المساواة مع علم الأعداد أو « علم الحساب » ، وكانوا يميزون في كل منهما قسماً نظرياً وقسماً تطبيقياً ، وقد ظهر في العصور القديمة اتجاهان في علم السكون : الأول مرتكز على الهندسة وهو ذو طبيعة نظرية ، والثاني مرتكز على علم الحركة (كينماتيكا) cinematique وهو ذو طبيعة تطبيقية ، وفي الحالة الأولى كانت تدرس قوانين التوازن على مثال رافعة في حالة توازن ثابت ، كما تم إدخال مفهوم مركز الثقل في علم السكون في إطار قسمه الهندسي الذي يتميز باستخدام مكثف للرياضيات في قوانينه .

أما في الحالة الثانية لعلم السكون فإن القاعدة هي التطبيق العملي لـ (الآلات البسيطة) المخصصة لرفع ونقل الأحمال الثقيلة ، وكانت قوانين توازن الأجسام تدرس على مثال رافعة عند اختلال توازنها ، كما كانت الاستنتاجات ـ المستوحاة من المبرهنات الرئيسية لعلم السكون ـ ترتكز على فرضيات علم الديناميكا ، وقد اعتُمد بعض هذه الفرضيات بشكل صريح ، في حين أهمل بعضها الآخر .

النصوص الأولى :

ترد أقدم النصوص عن علم السكون في كتابات أفلاطون (٤٢٧ـ٣٤٤ق .م) حيث يقول في كتابه الموسوم تيمايوس (Timaios or Timaeus) : إن « علم السكون هو علم وزن الثقيل والخفيف ، فإن الجسم يكون في حالة اتزان عندما تؤثر عليه قوتان متضادتان ، تماماً كما يحدث للميزان عندما يتساوى ثقلا كفتيه » .

ومن هنا جاءت تسميته أحياناً (بعلم الأثقال) ، وترجع فكرة مركز الثقل (وهو النقطة التي يمكن اعتبار وزن الجسم مركزاً عندها) للعالم الإغريقي أرخميدس (٢٨٧ـ٢١٢ق .م) وإليه يرجع الفضل في مبدأ العتلة أو الرافعة والثقل النوعي .

ومن المعروف تاريخياً أن العرب ورثوا عن اليونانيين مبادئ الميكانيك ، وأن كتب هيرون وفيلون وغيرهما وصفت العديد من الحيل والأواني الميكانيكية والآلات المتحركة .

وجاء المهندسون العرب فزادوا على ما ورثوه من اليونانيين ، وطوروه كثيراً ، وأدخلوا عليه تحسينات كبيرة تتناسب مع تطور علوم الرياضيات والفيزياء والكيمياء في عصرهم ، ومع تطور متطلبات العصر وحاجاته المدنية والعسكرية .

وكان من ذلك التطوير ما خلفه أولئك الأفذاذ من قوانين نظرية وتطبيقات عملية في علم السكون ، كان لها أكبر الأثر في تطور العلوم الهندسية المختلفة ، وإتاحة المجال أمام العلماء الأوروبيين لتطوير تلك الإبداعات ، وتحقيق الإنجازات العصرية التي أصبحت سمة القرن العشرين ، وأسهمت في تسخير الكون للإنسان ، وزيادة رفاهيته ، وتوفير معظم الخدمات الأساسية له .

تيارات رئيسية :

يمكن تمييز ثلاثة تيارات رئيسية في علم السكون العربي ؛ هي :

١ـ علم السكون النظري الذي يمثل تقليد أرخميدس والمسائل الميكانيكية ، ويضاف إليه المبدأ الدينامي لأرسطو وعلم الوزنة المقرون به .

٢ـ الهيدروستاتيكا وعلم الأوزان النوعية .

٣ـ علم الآليات البارعة (أي علم الحيل ، وهي الترجمة الحرفية لكلمة mechane اليونانية) الذي يتضمن أيضاً (علم رفع الماء) ، إضافة إلى علم صناعة (الآلات البسيطة) وتركيباتها المتنوعة .

ولدينا حالياً أكثر من ستين مؤلفاً في علم السكون تنسب إلى القرون الإسلامية الأولى التي ازدهر فيها البحث العلمي ، وأولاه الخلفاء عناية فائقة ، وهذه المؤلفات مكتوبة بالعربية وبعضها بالفارسية ، ومن بينها أعمال لا يرقى الشك إلى مؤلفيها ، كما توجد أخرى مغفلة من ذكر المؤلف ، ومنها ما وصل إلينا ضمن كتابات مؤلفين آخرين .

وأغلبية هذه الأعمال تدور حول (علم السكون التطبيقي) ، أي : ما كان يعرف عند المهندسين العرب بـ (علم الحيل) ، ومن أهم هذه

الكتب : (كتاب الحيل) لبني موسى الذين عاشوا في القرن التاسع الميلادي ، وكتاب (الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل) للمهندس الفذ الجزري ، وهذا الكتاب الأخير يعد أوسع كتاب ميكانيكي ظهر حتى العصور الحديثة ، وذروة الإنجاز العربي الإسلامي .

مسائل علم السكون :

ثمة مسائل رئيسية تتعلق بعلم السكون وتعد أمثلة واقعية عنه ، لكن يجب ملاحظة صعوبة الفصل بين علم السكون وعلم التحريك (الديناميكا) في التراث العلمي العربي ، وذلك لكون المهندسين العرب عمموا بعض مبادئ علم السكون وطبقوها على أجسام في حالة الحركة ، فتعليم العصور القديمة حول مسائل الحركة ـ الذي يرجع كلياً إلى التقليد الفلسفي ـ أعطي آنذاك منحى رياضياتياً ، وأعد ليوافق مضمون علم السكون الهندسي الذي يعزى إلى أرخميدس ، لذا يجب دراسة بعض مفاهيم الميكانيك ـ كالقوة والوزن ـ من جانبين مختلفين : أحدهما سكوني ، والآخر دينامي .

ومن أهم مسائل علم السكون :

١ـ الوزن ، الثقل :

يرجع تاريخ وقوف الإنسان على فكرة الوزن إلى عهد سحيق ، ربما إلى نحو (٤٥٠٠ قبل الميلاد) عندما بدأ الإنسان باستخدام ما يشبه الميزان ، ثم تطور استخدام الإنسان للأوزان عبر العصور ، وفكرة ميزان القبان تنسب إلى الرومان الذين أطلقوا عليه تسمية (القرسطون) ، وتقوم فكرته على أساس مبدأ الرافعة ؛ حيث تتكافأ قوة يسيرة مسلطة عند نهاية ذراع طويلة مع قوة كبيرة أو جسم ثقيل عند نهاية ذراع قصيرة ، وهو تطبيق مباشر لمبدأ الاتزان الساكن .

وقد طور المهندس العربي الخازني فكرة الموازين ، واخترع عدداً منها دلت على فهم عميق لهذا العلم ، وحس هندسي بارع ، واستطاع بوساطة موازينه حساب الثقل النوعي لعدد من العناصر بدقة فائقة .

وقد عالج المهندسون العرب مفهوم الوزن من ثلاث زوايا مختلفة ؛ هي :

أـ بالجمع بين مفهومي (الموضع الطبيعي) و(مركز الكون) بالمعنى الأرسطي لهذين المصطلحين .

ب ـ بوساطة المفاهيم الرئيسية لعلم السكون الهندسي بالمعنى الذي وضحه أرخميدس .

ج ـ بتطبيق نظرية أرسطو حول حركة الأجسام في وسط غير الهواء .

ويمكن هنا ذكر كتابي ثابت بن قرة (كتاب في قرسطون) ، والخازني (ميزان الحكمة) ؛ كأهم الأعمال الفذة التي تحدثت عن فكرة الوزن وتطبيقاته العملية .

ويعد الخازني أول من وضع ـ في تاريخ علم الميكانيك ـ الفرضية التي تقول : إن أثقال الأجسام تتغير تبعاً لبعدها عن مركز الأرض ، كما أن ابن قرة استخدم الطرق الرياضياتية القديمة لكي يدرس تباعاً توازن حملين على رافعة لا وزن لها ، وتوازن عدد معين من الأحمال ، وأخيراً توازن حمل دائم ، وتوصل في النهاية إلى تحديد مركز الثقل لمجموعة أوزان .

وتفنن المهندسون العرب في صناعة الموازين والمكاييل التي تستخدم لوزن الأدوية أو كيلها ، أو لوزن المعادن الثمينة والأحجار الكريمة ، فقد خصص الرازي القسم التاسع من كتابه (الحاوي) للأوزان والمكاييل الخاصة بالصيدلة ، ولثابت بن قرة كتاب في (أجناس ما توزن به الأدوية) ، واشتهرت مدينة حران كمركز لصنع الموازين الدقيقة ، بحيث كانت مضرب الأمثال في صحتها ودقتها .

٢ـ مركز الثقل :

ظهر مفهوم مركز الثقل للمرة الأولى في أعمال أرخميدس ، الذي أوضح أن مركز الثقل للجسم هو نقطة خاصة في داخله ، بحيث يبقى الجسم في حالة السكون ويحافظ على وضعه الأصلي إذا علّق في هذه النقطة ، وذلك لأن جميع المستويات التي تمر بهذه النقطة تقسم الجسم إلى أجزاء تتوازن فيما بينها .

وقد توصل أرخميدس إلى نتائج عدة طبقها المهندسون العرب ؛ ومنهم : القوهي وابن الهيثم والإسفزاري على أجسام ثلاثية الأبعاد ، وكذلك على أنظمة أجسام ثلاثية الأبعاد .

وقد صاغ القوهي وابن الهيثم عدة بديهيات ؛ منها :

أ ـ إذا ارتبط جسمان معاً بجسم ثالث مركز ثقله موجود على الخط المستقيم الذي يصل مركزي ثقلهما ، يكون مركز ثقل المجموعة المؤلفة من هذه الأجسام الثلاثة موجوداً على نفس الخط المستقيم .

ب ـ إذا كان جسمان مرتبطين معاً بحيث لا تتغير وضعية أي منهما بالنسبة إلى الآخر ، فإن الجمع الذي يؤلفان له مركز ثقل مشترك بينهما ، وهذا المركز تشكله نقطة وحيدة .

ج ـ إذا وازن جسم ثقيل جسماً ثقيلاً آخر ، فإن أي جسم آخر له الثقل نفسه للجسم الثاني يوازن الجسم الأول ، على ألا تبدل مواقع أي من مراكز ثقل الأجسام الثلاثة .

وتوصل الإسفزاري إلى نتائج متقدمة أهمها نظرية مركز الثقل لمنظومة من أجسام ثلاثية الأبعاد ، حيث تكون هذه الأجسام غير مرتبطة بصلابة فيما بينها ، ويحدد الخازني مركز الثقل لمجموعة أجسام متصلة بصلابة

فيما بينها متخذاً مثالاً لهذه المنظومة ميزاناً ذا كفتين (مؤلف من رافعة ميزان وكفتين وأوزان) .

٣ـ مبدأ الرافعة : توازن منظومة من أجسام عدة :

ارتكز علم السكون ـ بصفته علم الوزنة ـ على مبدأ الرافعة ، بدءاً من نشوئه في العصور القديمة ، واستمراراً مع الجهود التي بذلها العلماء العرب في هذا المجال ، وكان الأساس في نظرية الرافعة يختزل في هذه الحالة إلى مسألة توازن منظومة مكون من جسمين .

وقد أبدع كل من ثابت بن قرة والخازني في دراسة الروافع ووضع النماذج التطبيقية لها ، في كتابيهما المذكورين سابقاً ، ودرس الأول الروافع المزودة بأوزان متشاركة فيما بينها ، وغير متشاركة ، فيما انتقل الخازني من الأفكار النظرية إلى التطبيقات العملية ، فقد عرض الميزان كمنظومة أجسام وازنة (القضيب واللسان والكفات المحملة بأوزان) ، ثم درس شروط توازنها وثباتها ، مرتكزاً على نظرية مركز الثقل التي وضعها .

وقد أجرى الخازني دراسته على مراحل عدة ، ففي المرحلة الأولى درس قضيباً أسطوانياً وازناً معلقاً بحرية على محور ، وفي حالة توازن بشكل متوازٍ مع المحور الأفقي ، وميز الخازني ثلاثة أوضاع ممكنة للقضيب عند اختلال توازنه ، وذلك تبعاً لمرور محور الدوران فوق أو تحت أو في مركز ثقل القضيب .

وقد سمى هذه الأوضاع الثلاثة على التوالي : « محور الانقلاب » و« محور الالتزام » و« محور الاعتدال » ، وإذا استعملنا الاصطلاحات الحديثة فإن هذه الأوضاع الثلاثة تمثل على التوالي حالات : توازن قلق ، وثابت وكيفي .

لقد أبدع المهندسون العرب أيما إبداع في علم الميكانيك ، وتركوا بصمات واضحة في ميدانيه النظري والتطبيقي ، والأمل معقود بالجيل الحالي والأجيال المقبلة بأن تسير في الدرب الذي سلكه أجدادهم ، ويسايروا ركب الحضارة الحديثة ، بل يسبقوه خطوات عدة .