الميكانيكا

الكلاسيكية

للدكتور اسماعيل احمد أدهم

١ — تمهيد

ان تدقيق العلم يوصلنا الى أن صفة التحليل النهائي لظاهرات الكون كانت ميكانيكية منذ نشأة العلم الى اواخر القرن التاسع عشر ، يزيدنا يقيناً في هذا ، أننا لو أخذنا على عاتقنا أن ندرس كل ما أخرجته المعرفة البشرية — في هذه الفترة — من نظريات وفرضيات مصبوبة في قالب العلم — لألفيناها في جوهرها القصي ذات صبغة ميكانيكية دفعت لتصور حادثات الكون في عالمي الزمان والمكان ذات نهج آلي خاضعة لنواميس وسنن مادية. ونحن لو أردنا أن نلمس بدء هذه النظرة في التاريخ، فسنضطر الى الرجوع بالزمان الى الوراء أربعة قرون فنلفي أنفسنا في أواسط القرن السادس عشر حين تمخض العقل الانساني عن أعظم انقلاب شهده في أساليب التفكير

لقد كان الانسان منذ عهد سقراط الحكيم (٤٦٩ — ٣٩٩ ق م) يرى غاية التفكير في ادراك الماهية ، وذلك بمعنى تكوين معانٍ تامة الحد . وكان معين التفكير طوال هذه العهود منحصراً في الاستقراء حيث يتدرج العقل من الجزئيات الى الماهية المشتركة بينها ، رائداً كل جدل إلى الحدّ والماهية . وهذا المتجه في التفكير دفع الانسان من مقولة الكم حيث وقف بالفكر الانساني عندها بالفيثاغوريين الى مقولة الكيف وكان نتيجة هذا المتجه في التفكير أن ظهرت فلسفة المثاني التي ابتدعها أفلاطون الالهي (٤٢٧ — ٣٤٧ ق م) وأرسطوطاليس المعلم الاول (٣٨٤ — ٣٢٢ ق م) والتي ملكت ناصية العقل البشري طوال القرون الوسطى وكانت سبباً لانصرافه الى الغيبيات . وفي أوائل القرن السادس عشر أخذت جماعات قليلة من المفكرين الغربيين تشك في قدرة الأسلوب التجريدي وإمكان الوصول به الى نتائج تطبيقية وأخذوا يعملون على ادماج النتائج التي تسفر عنها التجارب والمشاهدات في نظام مادي تربطه مبادىء وقوانين عامة ، ذلك بعد أن شعروا بمقدار ما في أساليب القدماء من البعد عن الواقع المحسوس وكان مبعث تفكيرهم الايمان بتجانس عالم الطبيعة ووحدته

وقد ساق هذا الاعتقاد هؤلاء المفكرين الى تعميم النتيجة المستخلصة من ظاهرة معينة بما شابهها

من ظاهرات وهذا الأسلوب تمخض عن اكتشاف قوانين عامة للطبيعة . ولقد نجحت هذه النظرة يوم أخرج جوهان كپلر (١٥٧١ — ١٦٣٠ م) للناس حركة السيارات ، ويوم كشف السر اسحق نيوتن (١٦٤٢ — ١٧٢٧م) قانون الجاذبية العامة . ولقد بلغ هذا النجاح غايته على يد پيير سيمون مركيز دي لا پلاس (١٧٤٩—١٨٢٧م) عندما أخرج للناس كتابه « نظام العالم » وفيه أقام بناء الكون على أساس مادي . ولقد قومت اكتشاف غاليليو غاليليه (١٥٦٤ — ١٦٤٢م) لسنة التقصور الذاتي واكتشاف السر اسحاق نيوتن لقوانين الميكانيكا الثلاثة التي بنى كتابه الخالد « المبادىء » هذه النظرة الميكانيكية للكون . وكان ذلك كله مقدمات لعمل فاصل بين دورتين في تاريخ الفكر الانساني ، وأصبح العالم كله لا يخرج في كنهه عن كونه مجرد حادثات تنظم من حدوثها تفاعلات المادة والقوة

ولما كانت فكرة القوانين الطبيعية لم تخرج في أبسط صورها عن انها تعميم للقيمة التقديرية الرياضية المستخلصة من ظاهرة من الظاهرات على غيرها ، ولما كانت ابسط اختباراتنا التي نرجع اليها الموجودات ترجع لحادثات ، كانت القيمة التقديرية الرياضية للقانون الطبيعي للحادثة عبارة عن تعيين سلوك الحادثة ونهج تصرفها ، وهذا يتطلب تعيين مكانها وزمانها ازاء المقادير الاخرى . ومن جانب آخر نحن نعرف ان النظر الكلاسيكي للزمان والمكان يقرر مطلقية كل منهما لكونهما واجبين لموضوع الحادثة بدون ان تصل حساباً لعلاقة الحادثة بالمشاهد من حيث تراءى له ولآلاته ومقاييسه الذي يعين بها زمان الحادثة ومكانها ، فكل تبدل يطرأ على الراصد او المشاهد ولآلاته ومقاييسه الذي يعين بها زمان الحادثة ومكانها لا تغير من نتيجة الرصد لانها راجعة لحادثة لا علاقة لها بالمشاهد ولا آلاته ومقاييسه من حيث يرتبط به موضوع الحادثة

هذه هي قرارة النظر الكلاسيكي للحادثات فهي تلقي دائماً في روعنا ان عالم الطبيعة الزاخر بالحادثات والذي ينظم من حدوثها تواصل الزمان والمكان ، اشياء ثابتة لا تتغير ولا تتحول ، فلو شبهنا ساحل نهر بالمكان وجريانه بالزمان والزورق الحامل للركاب والذي يدفعه تيار النهر بالحادثات ، لكان في وسعنا القول بأن الزمان اشبه بانسياب الدافق الذي يدفع الحادثات والمكان كالساحل ازاءه . ومن البدهي انه اذا لم يكن الزورق فالنهر جار ، كذلك اذا لم تكن الحادثات فان الزمان في حركة دائبة ، والاجسام الباقية هي الشاطىء ساكنة في أماكنها . ومعرفة حركة الزورق في النهر يستلزم مبدئياً تحديد بعدها عن الساحل مع تحديد قوة جريان النهر وهذا معناه أنه لتعيين حادثة في الكون لا بد لذلك من معرفة فاصلتها المكانية وكذا الزمانية . هذه الصورة تجبر في عقل السر اسحاق نيوتن وجميع علماء الميزيقا النظرية حتى اواخر القرن التاسع عشر ، وهذه الفكرة تجري سيالة مطلقية الزمان والمكان ، وتجعل انتشار الحوادث في العالم مطلقاً

وانتشار حادثتين مطلقتين في الكون يذهب بنا عن طريق مفهوم الاقتران الى التطابق في الزمان

أعني التوافق. فلو فرضنا ان حادثة ما طابقت في زمان حدوثها ، زمان حدوث حادثة أخرى فذلك يحدث مطلقاً في العالم ومدى المدة والمسافة الفاصلة بين حادثتين مطلق لا مرجع لموضوع الحادثتين

وتقوم فكرة مطلقية الحوادث في عالمي الزمان والمكان بمفهوم التشتر الاجسام الصلبة في رحاب الخلاء ، فالاشكال والخطوط الهندسية ليست الا وحدات ثابتة . وشكل جسم ما هو مجموعة الاوضاع الفراغية التي تستقر فيها النقط التي تشكل ذلك الجسم ، وعليه يمكننا ان نقول ان أساس العلم الكلاسيكي قائم على الرجوع مباشرة للحادثات بدون النظر لحركة الاكوان التي تشملها ، وبذا تكون الهندسة الكلاسيكية مستمدة مفهوماتها الاولية من تساوي انفراصل الميكانية

وعلى هذا الاساس يبدو لنا ان أشكال الهندسة مطلقة ، وان هذا الاطلاق يكون معنا موضوع الهندسة الكلاسيكية القائمة على مبدأ مطلقية المكان ، وبذا تتحقق النظرة الاقليدية التي تولد معنا قوانين العلاقات بين مبدإ السببية ومبدإ الزمان المطلق

٢ — المبادئ الكلاسيكية في علمي الميكانيكا والسيناماتيكا

لا يخرج مفهوم الزمان الكلاسيكي عن كونه مجرد ملاحظة فلسفية . وهو لا يعدو اعتبار الزمان حالة شعورية مطلقة مبهمة غامضة ، فلكي يتخلص مفهوم الزمان من ابهامها وغموضها يجب ان يأخذ صورة رياضية تقديرية ، ولما كان العلم الكلاسيكي يضاف تحت حقائق التجربة الى تصور زمانين : موضوعي وذاتي ، الاول في عالم الحادثات وهو نسبي ، والثاني في عالم النفس وهو مطلق ، وهذا الانشطار الحادث في مفهوم الزمان كان احدى نقط الضعف في النظرة الكلاسيكية ، غير انه كان يتغلب على ذلك بواسطة علم الحركيات — السيناماتيكا — القائم على مفهوم الزمان الموضوعي الذي هو صورة تقديرية للزمان الذاتي . ويقوم هذا العلم على أساس يستمده من ادماج مبدإ الزمان في الهندسة الكلاسيكية المستندة الى مفهوم انتشار الاجسام الصلبة ، اذ هو يدقق النظر في الاجسام بالنسبة للزمان والمكان . فهو في الواقع حلقة الوصل بين الهندسة والفيزيقا ، فالنقطة المادية المتحركة وصل النقطة الهندسية بالفيزيقا

ولما كان مفهوم كل من الزمان والمكان مستقلا ومطلقاً في نظر علم الحركات وغير تغير الاجسام لمواضعها في المكان يستفاد منه بتقدير الزمان . غير ان هذا لا يدل على ان الزمان يتبع المكان في اي حالة من الحالات ، لانه ان كانت قيمة الزمان النقاضية تتبع تغير الاجسام لمواضعها خلال المكان ، فمفهوم الزمان مستقل لانه مطلق لا يتبع حركة الفراغ ، مثال ذلك حركة الرقاص فاننا نتخذها أساساً لقياس الزمان الا ان حركة الرقاص غير الزمان ، وهي ان كانت توحي بفكرة الزمن التقديرية الا انها تعجز عن مدنا بمفهوم الزمن المطلق وانه يمكننا

أن نقول ان فكرة الزمن التقديرية لا المطلقة هي موضوع علم الحركات ، الذي يستوجب قبل كل شيء تعيين حركة النقطة المادية ، وهذا يستلزم معرفة نسبة النقطة المادية أولاً في النظام الذي يحتويها وهذه الحالة شبيهة بحالة تعيين محاور الفصل والوصل أعني الكميات التي تحدد من وضع نقطة ما coördinates في الهندسة التحليلية ، والنتائج التي أسفر عنها التجارب في تعاقب حركات النقطة تكوّن معنا معادلات الحركة

تتقوّم حركة الاجسام ومعادلات الحركة بقوانين الميكانيكا الكلاسيكية التي نشأت بجهود غاليليو ونيوتن وانصبت في مبدأ عام هو مبدأ النسبية الكلاسيكية ، وهذه القوانين تردّ الى أخمسة مبادىء :

الأول : مبدأ غاليليو أو قانون القصور الذاتي (الاستمرار) وهو يقرر ان في الاجسام استعداداً للمحافظة على حالتها الطبيعية ، فاذا كانت ساكنة فانها تظل ساكنة ما لم يؤثر فيها مؤثر يخرجها للحركة . وان كانت متحركة فانها تظل متحركة حركة منتظمة مستقيمة ما لم يطرأ عليها طارىء يغير من انتظام حركتها او اتجاهها . فاذا أثرت قوة في جسم اكتسب ذلك الجسم عجلة ، وقانون التعجيل يعرف بالمبدأ الثاني من مبادىء الميكانيكا

الثاني : مبدأ نيوتن الأول او قانون التعجيل : وهو يقرر ان مقدار التعجيل الذي يكتسبه الجسم تحت تأثير قوة تجوز نفس الاستقامة مع محصلة القوى المؤثرة في ذلك الجسم ، وهي تساوي نتيجة خارج قسمة المحصلة على كتلة الجسم ، فكأن العجلة التي يكتسبها الجسم تحت تأثير القوة تولد الكتلة . وكتلة جزيء من المادة تحسب بمقدار خطوط القوة التي فيها . وهذا المقدار ثابت لا يتغير . والقوة ليست الا النسبة بين الكتلة وبين مقدار عجلتها أعني الشعاع المساوي للكتلة ومساداتها : القوة تساوي الكتلة في العجلة . وهي تربط جميع النسب والعلاقات الممكنة بين الكتلة والعجلة والقوة في شكلها الشعاعي المستقل عن نسبتها المحاور الوضعية . ولما كانت القوى التي تؤثر في نقطة مادية نتيجة لتأثير نقط مادية أخرى ، فهذا التأثير يتبع من جهة الوضع النسبي لهذه النقط . ومن جهة أخرى السرعة النسبية لهاتيه النقط المادية . ومن هنا لنا أن نخلص بقانون الحركة النسبية الذي يقرر ان النظم المادية سيان كانت ثابتة بالنسبة لمحاورها الوضعية أم كانت متحركة حركة منتظمة مستقيمة ، فان القوانين التي تتبعها واحدة . ذلك لان مقدار تعجيل هذه النظم يتبع النسبة المطلقة لحركة هذه النظم ومعنى هذا في لغة رياضية ان النسبة التفاضلية بين هذه السرع تتبع القيم التفاضلية بين المحاور الوضعية . ومعنى هذا أن هذا المبدأ يشمل ساحة مقدار التعجيل النسبي أو بتعبير أصح ساحة القيم التفاضلية بين مقادير التعجيل فانهُ من الممكن اشتمالهُ على ساحة مبدأ ردّ الفعل

الثالث : مبدأ نيوتن الثاني أو قانون مساواة ردّ الفعل للفعل وبيانه أننا لو أتينا بجسم

ووضعناه على حامل فهذا الوضع لا يمنع تأثير المؤثرات فيه ومنها الجاذبية ، إذ تجذبهُ الارض بقوة تساوي زنته على الحامل ، فاذا لم يكن الحامل متيناً تكسر بتأثير قوة الجذب . والجسم المحمول على الحامل يتولد فيه قوة من فرق ما تحت تساوي زنته وهذه القوة التي تتولد هي الفعل لقوة الجذب . فلو كان الجسم على يد انسان فلكي يمنعهُ من السقوط يجب أن يدفعهُ من تحت الى فوق ليتغلب على قوة جذب الارض له وأعني القوة الدافعة من فوق الى تحت ، وللتغلب على هذه القوة يجب أن يدفعهُ على الاقل بقوة موازية لقوة الجذب . وهذا الدفع يتولد دائماً متى وضع الجسم على أي حامل فلو فرض انهُ علق بخيط مشدود لحامل ، فالخيط يتوتر ويكون شدة توتره مساوياً لزنته ، وفي هذه الحالة ينتج أن يدفع الخيط الجسم بقوة تساوي توتره أعني وزن الجسم . وهكذا يكون ردّ الفعل مساوياً لوزن الجسم أعني الفعل . هذه القاعدة عامة ففي حالة اذا لم تحدث القوى المؤثرة حركة في جسم تولد عن ذلك قوة مساوية له وتكون هذه القوة في اتجاه مضاد وهذا ما يعرف بردّ الفعل

واشتمال مبدأ الحركة النسبية على مساحة ردّ الفعل تعود لصحة شموله لمساحة القيم التفاضلية بين مقادير التعجيل . ولما كانت مقادير التعجيل تتبع مقدار القوى المؤثرة فان هذا يسوقنا الى مبدأ الجاذبية العامة وفرضية القوى المركزية معاً وهي التي تقرر ان قوة الجاذبية بين جسمين تتناسب مع كتلتيهما حيث ان الاجسام تتجذب بعضها لبعض بقوة تساوي حاصل ضرب كتلتيهما مقسوماً على مربع المسافة بينهما ، وهو الشيء الذي يعرف بقانون الجاذبية أو مبدأ نيوتن الثالث

ومن المهم ان نلاحظ ان المقدار الذي يحسب مساواة في قانون الجاذبية ليس تناسبهُ مع الكتلة التي هي النسبة بين القوة ومقدار التعجيل انما مع الكتلة الجاذبة وبتعبير أدق ليس مع مقدار تصور ذاتية الجسم انما مع مقدار قابلية الجذب لانهُ يصح ان تكون الجاذبية متناسبة مع عكس مربع المسافة ولا تكون متناسبة مع بسط حاصل ضرب الكتلة . وهذه النظرة تسوقنا الى فرضية القوى المركزية التي تعتبر قوى الدفع والجذب بين الجزيئات المادية راجعة لاعتبار القوى توجه مع استقامة الخط المستقيم الواصل بين الجزيئات المادية وتتحول منحصرة في المسافة التي بينها . وهذه الفرضية ان لم يكن قانونها عين قانون الجاذبية النيوتونية فهي على كل حال مشابهة لها

وتركب السرع في هذه المساحة الخاضعة لقانون عام فرضية القوى المركزية تعود لمبدأ تركيب السرع الذي يرى من وجهة نظره ان محصلة السرع المركبة ترجع لطريقة التحصيل من قاعدة متوازي أضلاع القوى التي تجعل المحصلة مساوية لمجموع المركبتين لها اذا كانت الحركتين على استقامة واتجاه واحد ، فاذا اختلف الاتجاه دون الاستقامة كانت المحصلة مساوية الفرق بين المركبتين . وهذا المبدأ يعتبر المبدأ الخامس من قوانين الميكانيكا الكلاسيكية

وهذه القوانين الخمسة تنصب في مبدأ عام هو : مبدأ النسبية الكلاسيكية [لها تتمة]