* الاضافات الحديثة الى العلوم الطبيعية

وأثرها في تطور التفكير العلمي

للدكتور مشرفه وكيل كلية العلوم واستاذ الرياضة التطبيقية فيها

تعلمون اننا اذا تتبعنا حياة فرد منا فاننا نجد ان عقله العقلي يتطور في ادوار حياته المختلفة بحيث تتغير وجهة نظره الى الامور والمعايير التي يقيس بها الاشياء . فهو في سن الصبا مثلاً لا ينظر الى الامور نظرته اليها وهو في سن الرجولة كما انه في سن الشيخوخة لا يزن الحوادث بالميزان الذي وزنها به وهو في مقتبل عمره . هذا التطور في تفكير الفرد وان كان مرتبطاً ارتباطاً متيناً بطبيعة تركيبه وبالعوامل البيولوجية والفسيولوجية التي تعمل على نشوئه في ادوار الحياة المختلفة من ضعف الى قوة الى ضعف ، الا انه راجع ايضاً الى ما يكتسبه الفرد في حياته من الخبرة وما يستخلصه من المعرفة. فالرجل في سن الخمسين اوسع خبرة منه في سن العشرين وهذه الزيادة من الخبرة تؤثر في الحمل العقلي وفي وجهة النظر الى الامور

واذا كان هذا صحيحاً اذا قلناه عن تفكير الفرد فانه ايضاً صحيح اذا قلناه عن تفكير المجتمع وعلى وجه الخصوص هو صحيح اذا طبق على التفكير العلمي الذي ان هو الا خلاصة تفكير المجتمع البشري تتمثل فيه خبرة بني الانسان . فالتفكير العلمي اذن حي متطور تؤثر في تطوره الخبرة العلمية او بعبارة أخرى الاضافات التي يضيفها العلماء الى المعرفة البشرية. ونحن اليوم ايها السادة نعيش في عصر يشهد تطوراً عنيفاً في التفكير العلمي بل انقلاباً بليغ الاثر في تعقلنا العقلي. فوجهة نظر العلم اليوم نحو ما يحيط بنا من الكائنات تختلف اختلافاً بيناً عنها في اواخر القرن الماضي بل تكاد تناقضها مناقضة صريحة . هذا التطور الانقلابي نشأ عن اضافات هامة الى العلوم الطبيعية في نحو ثلث قرن سأحاول وصفها لكم لكي تقفوا على مبلغ اثرها في التفكير العلمي . ولكي يسهل علينا تتبع هذه التطورات الحديثة يحسن بنا ان نلقي نظرة على موقف العلوم الطبيعية وحالة التفكير العلمي في اواخر القرن الماضي

الكوارد آلاف ....

ماذا كان موقف العلوم الطبيعية اذن في اواخر القرن الماضي ؟ تصوروا رجلاً ناجحاً

في عمله شقَّ لنفسه طريقاً في الحياة وكوَّن له فلسفة مقنعة طبَّقها في عمله فجاءت بنتائج باهرة عززت من مركزه وجعلته فخوراً بعمله راضياً عن فلسفته مؤمناً بنفسه وبقدرته. انكم اذا تصورتم موقف هذا الرجل فانكم تتصورون موقف العلوم الطبيعية في اواخر القرن الماضي. فلسفة العلوم الطبيعية في اواخر القرن الماضي كانت ولا شك فلسفة مقنعة ناجحة تكاد تجمع صفات الكمال. فالكون مؤلف من المادة المحسوسة التي نراها ونلمسها وهذه المادة موزعة في الفضاء الذي يحيط بنا ونحكم بوجوده بالبداهة. ثم ان الاجسام المادية تتحرك في هذا الفضاء بناء على قوانين ثابتة كشف عنها نيوتن وطبقها الرياضيون وعلماء الفلك فحصلوا على نتائج ضُرب بها المثل في الدقة والضبط فأصبح من الميسور معرفة حركات الكواكب في المجموعة الشمسية والتنبؤ بمواعيد الحوادث الفلكية تنبؤاً لايختلف ثانيةً واحدة عما هو مشاهد

حقيقة كانت هناك بضع حالات تحتاج الى شيء من زيادة البحث كحركة عطارد. الاَّ ان كل شيء كان يبعث على الامل في تفسيرها تفسيراً معقولاً منطبقاً على قوانين نيوتن. ثم ان المادة لها خواص كالمرونة والقابلية لتوصيل الحرارة والكهربائية وهذه الخواص بحثها العلماء وعرفوا لها قوانين تنظمها كقانون هوك لمرونة الجوامد وقانون بويل لمرونة الغازات وقانون أوهم لتوصيل الكهرباء. كما ان المادة تقوم بها حالات كحالة الحرارة وحالة الاضاءة وحالة المغنطيسية وقد تبسط هذه الحالات تبعاً لشدتها وخفتها ووجد لها نظم وقوانين اخرى تُرتِّب من امرها كما بُحث في الارتباط بين الحالات المختلفة فوجد ان المغنطيسية والكهربائية مثلاً بينهما صلة وثيقة وهذه الصلة لها قوانينها ايضاً. وقد ترتب على اكتشاف هذه الصلة ومعرفة قوانينها نتائج هامة عملية غيرت من معالم معيشة البشر فاستخدمت المصابيح الكهربائية والتلغرافات وعربات الترام في منفعة الانسان والزيادة من رفاهيته. وقد ادى البحث في العلاقات بين الحالات المختلفة التي تقوم بالمادة الى الكشف عن ارتباط بينها جميعاً كان له اثر بين في تطور التفكير العلمي

فاذا نحن امررنا تياراً كهربائياً في سلك رفيع كما يحدث في مصباح كهربائي فان السلك تزداد حرارته. فالتيار الكهربائي يُستهلك في رفع درجة حرارة السلك فكأنما تتحول الحالة الكهربائية الى حالة الحرارة. ويحدث هذا التحول بطريقة كمية مضبوطة بحيث تتعين كمية الحرارة المتولدة اذا عرفنا الحالة الكهربائية التي تنشأ عنها. كذلك تتحول الحرارة الميكانيكية الى حرارة كما يحدث في قدح الزناد او الى حالة كهربائية كما يحدث في الدينامو الذي منه نولد تياراتنا الكهربائية. وفي جميع هذه التحولات توجد مقابلة مضبوطة

بين الكيانات المتناظرة. لذلك قال علماء القرن التاسع عشر بأن الكهربائية والحرارة والحركة ان هي الا مظاهر مختلفة لشيء واحد ألا وهو الطاقة. والطاقة الحرارية تتحول الى طاقة ميكانيكية او كهربائية وهكذا . والطاقة كالمادة في نظرهم شيء لا يقبل الخلق ولا الفناء وانما يقبل التحول . وعلى هذا الاساس تحاسبنا شركة الكهرباء فالعداد الذي يضعونهُ في بيوتنا يحصي عدد وحدات الطاقة التي نستخدمها سواء استخدمناها في الانارة ام في التدفئة ام في الطهي فان ما ندفعهُ للشركة هو ثمن وحدات الطاقة في كل حالة

فالكون اذن في نظر علماء القرن التاسع عشر هو آلة هائلة تشتغل طبقاً لقوانين ثابتة. هذه الآلة مصنوعة من المادة التي لا تقبل الخلق ولا الفناء وتقوم بالمادة او ترتبط بها حالات كالحرارة وما اشبهُ هي مظاهر لشيء واحد وهو الطاقة . والطاقة كالمادة لا تقبل الخلق ولا الفناء . ومهمة العلم هي معرفة القوانين التي تنظم سير الآلة والتي تربط الطاقة بالمادة. والعلماء جادون في هذا السبيل يضيقون القانون تِلوَ القانون والاعمال والحمد لله منتظمة على خير ما يرام فاذا استمرت الحال على هذا المنوال فلا شك في ان الانسان سيصل الى معرفة اسرار الكون فيهيمن عليهِ ويتسيطر على اجزائهِ

صراطي الضعف ... الضوء ؟

قلت ان هذه فلسفة مقنعة ناجحة تكاد تجمع صفات الكمال . وأقول « تكاد » لان علماء القرن التاسع عشر كانوا يرون فيها بعض نقط الضعف كالثوب الجميل المتين فيهِ عيب صغير في بعض اكمامه — عيب ثانوي طبعاً ولكنهُ مع ذلك عيب . ما مكان الضوء في هذه الفلسفة ؟ اننا نعلم ان الاضاءة والاستضاءة حالتان تقومان بالمادة واذن فالضوء من نوع الحرارة والكهربائية . ومن المعلوم ان الحرارة قد تتحول الى ضوء كما يحدث في المصابيح الكهربائية واذن فالضوء هو مظهر من مظاهر الطاقة شأنهُ كشأن سائر المظاهر الاخرى . الا ان هناك امراً محيّراً وهو ان الضوء ينتقل في الفضاء الساري عن المادة . فالضوء اذن قائم بذاتهِ مستقل عن المادة ولا يمكن ان يوصف بأنهُ حالة من حالات المادة كالحركة مثلاً

وشأن الاشعة الضوئية في ذلك شأن الاشعة الحرارية ورهط عظيم من الاشعة الاخرى كلها تنتقل في الفضاء الساري عن المادة فلها استقلال ذاتي لا يتوقف على وجود المادة . هذا الاستقلال الذي اتصفت بهِ الاشعة حيّر ألباب العلماء في اواخر القرن الماضي اذ هو مناقضة صريحة لفلسفتهم . ولذلك التجأوا الى فرض وجود نوع مستحدث من المادة سموه

الاثير لكي تقوم به هذه الاشعة. هذا الاثير ليس بالمادة التي نعرفها طبعاً وانما له خاصية اساسية من خواص المادة ألا وهي خاصية التكيف بحيث يصح ان تقوم به حالة كحالة الضوء او حالة الحرارة

فالموقف اذن في اواخر القرن الماضي يتلخص فيما يأتي :

هناك المادة وهي ذلك الجوهر الخالد الذي لا يقبل الخلق ولا الفناء. وهناك الطاقة التي هي عرض يقوم بالمادة ولكن له صفة الخلود ايضاً. وهناك الاثير الذي اضطررنا الى ادخاله في الصورة لكي نستطيع تفسير وجود الطاقة وحدها عارية عن المادة. وطبعاً هناك الزمان وهناك المكان ولكن الزمان والمكان شيئان بديهيان دائماً نفترض وجودهما. فالمكان عبارة عن مسكن او وعاء فيه المادة والزمان هو . . . والزمان . . . هو الزمان طبعاً. ثم ان هناك فوق هذا كله القوانين الطبيعية وهي التي تنظم حركة المادة وما ينشأ عليها من التغيرات كما انها ترتب امور الطاقة ايضاً وما يحدث للضوء وللكهرباء وللحرارة في ظروفها المختلفة. واهم القوانين الطبيعية واعمها قانون بقاء المادة او عدم فنائها. فالمادة هي ذلك الطوب الازلي الذي يبنى منه العالم. ويلي هذا القانون في خطورة الشأن قانون بقاء الطاقة ثم قوانين نيوتن في الجاذبية العامة الخ

وهنا اصارحكم القول بأن وجهة نظر العلم اليوم الى هذه الفلسفة تشبه وجهة نظر الرجل الى فلسفة الطفل في حياته. فلسفة الطفل في حياته اذا وصفناها كانت على النحو الآتي. هناك اللعب التي العب بها وهي اهم شيء في الوجود طبعاً ثم هناك المنزل والخادمة والطاهي والاطفال الذين يلعبون معي وهناك قواعد اللعب التي يجب اتباعها ثم ان هناك ابي وامي طبعاً. فما هي الخبرة التي اكتسبناها والتي حولت اتجاه نظرنا الى الامور عما كان عليه في اوائل القرن ؟

الحقائق الجديدة المقلقة

اولاً — زاد علمنا بتركيب المادة فقد وجدنا ان الجسيمات الصغيرة التي تتألف منها جميع المواد والتي تسمى بالالكترونات والبروتونات إن هي الا كهرباء خالصة بل إن خاصية القصور الذاتي التي هي من اهم خواص المادة امكن تفسيرها كنتيجة للكهربائية ناشئة عنها. وبذلك انقلب الموقف واصبحت المادة حالة تقوم بالكهرباء بدلاً من ان تكون الكهرباء حالة تقوم بالمادة. والادهى من ذلك أن هذه الالكترونات والبروتونات قد وجد انها تتشتت إذا مرت في ثقوب ضيقة كما يتشتت الضوء بما يتفق مع انها ذات خاصية موجية كما

لو كانت مؤلفة من امواج كامواج الضوء . ولم تكن تعرف هذه الظاهرة حتى سنة ١٩٢٦ حين تنبأ بها دي برولى العالم الفرنسي وحقق وجودها عمليًّا تومسون وجرمر وغيرهما [وهنا شرح المحاضر ظاهرة تدخل الامواج المادية ومشابهتها لتدخل الامواج الضوئية[1]]

فالمادة إذن قد فقدت جوهريتها وصارت في نظرنا كالضوء عَرَضاً يقوم بغيره لا جوهراً مستقلاً بذاته

(ثانياً) — زال اعتقادنا ببقاء المادة. فنانون ببقاء المادة كما تعلمون معناهُ ان الكتلة او كمية المادة لا تخلق ولا تفنى فاذا احترقت شمعة مثلاً كان مجموع كتل نواتج الاحتراق مساوياً تماماً لوزن ما احترق مضافاً اليهِ وزن الاوكسجين الذي اتحد به . وكل جسم في الكون لهُ كتلة ثابتة لا تتغير الا اذا اضفنا الى مادته او انقصنا منها

ولكن Kaufmann كاوفمان عام ١٩٠١ وبوشيرر Bucherer عام ١٩٠٩ وجدا أن الجسيمات الصغيرة المنبثة عن الراديوم والتي هي الالكترونات تتغير كتلتها بحيث تزداد كلما ازدادت سرعتها . وشأنها في ذلك شأن البروتونات. ولما كانت الاجسام مؤلفة من الكترونات وبروتونات فجميع الاجسام إذن تتغير كتلتها بتغير سرعتها. فلنفرض إذن جماعة من الناس يسكنون كوكباً آخر وان هذا الكوكب يتحرك بالنسبة الينا بسرعة تعادل نحو $\frac{1}{2}$ سرعة الضوء فاذا كان لدينا آلات لمشاهدة هؤلاء القوم وتقدير كتلهم فاننا قد نجد ان متوسط كتلة الرجل منهم تعادل نحو ١٥٠ كيلو جراماً او نحو ضعف متوسط كتلة الرجل منا فنحكم بانهم قوم « اثاقل » فاذا نحن استطعنا التخاطب معهم (باللاسلكي مثلاً) واخبرناهم بان حضراتهم اثاقل فاننا ندهش عندما يجيبوننا بان متوسط كتلة الرجل منهم هو ٧٥ كيلو جراماً فقط وليس ١٥٠ كيلو جراماً كما ظننا . وليس في ذلك كذب او رغبة في الدفاع عن النفس فان آلاتهم وموازينهم كلها مجمعة على ذلك. ثم تصوروا دهشتنا عندما يقدرون هم كتلة الرجل منا ثم يخبروننا بان هذا المتوسط هو ١٥٠ كيلو جراماً ! اننا سنحكم ولاشك بانهم مخطئون . فالموقف كما يأتي : نحن نكبر من كتلهم وهم يكبرون من كتلنا فأينا الحق ؟ لنفرض اننا وجدنا الحل الآتي : كل قوم محقون بما يختص بكتلهم هم وواهمون في تقديرهم لكتل غيرهم . حسن اذن نحن واهمون في تقديرنا لكتلهم وفي الواقع ونفس الامر تبلغ كتلة الرجل منهم ٧٥ كيلو جراماً . هنا معناهُ ان الكتلة شيء لا يمكن تقديره على حقه إلاّ اذا كان الجسم ساكناً . إذا كان الامر كذلك فما معنى كتلة هذه المائدة . انها مؤلفة من ملايين الملايين من الجزيئات التي هي في حركة مستمرة وسريعة فكيف استطيع ان أقدر كتلة كل

(١) راجع مختلف ماير ١٩٣٠ صفحة ٥٠٦ — ٥١٧

منها ؟ انهُ من المستحيل عليَّ ان اتصوَّر شيئاً متحركاً مع كل جزيء حركتهُ الخاصة ولا بدَّ من ان اتخذ موقفاً محايداً . ولكن تقديري للكتلة في هذه الحالة وبالاسف يجب ان يكون خاطئاً . الا ترون حضراتكم أن مبدأً متابعاً هو افتراضنا ان الكتلة شيء مطلق الوجود لا يتوقف على الظروف المحيطة به ؟ هذا ما نعبر عنهُ بقولنا ان الكتلة هي شيء نسبيٌّ اي هي شيء منسوب الى ظروف خاصة اهمها في هذه الحالة حركة الجسم بالنسبة الى من يقدر كتلته . واذا كانت الكتلة شيئاً نسبيًّا فما معنى قانون بقاء الكتلة ؟ ان قانون بقاء الكتلة لا يمكن ان يكون قانوناً صحيحاً لانهُ لا معنى لهُ وما لا معنى لهُ لا يبحث في صحته . وما قيل عن قانون بقاء الكتلة يقال من بقاء الطاقة فالطاقة ايضاً كمية نسبية تتوقف على الظروف التي تقاس فيها

ولم يقف الحد عند الكتلة والطاقة بل تعداها إلى أشياء كنا نعتبرها اكثر اساسية واقرب الى بداهتنا . فالزمان والمكان قد اصبحا في نظر علماء الطبيعة اليوم ظلين زائلين لا اطلاق لحقيقة وجودهما . انا اعلم أن هذه العبارة تظهر لاول وهلة كما لو كانت بعيدة عن كل معقول . فسأبادر بان اسلمكم بأن اقول لكم ان الزمان الذي يشعر كل منكم بمروره والمكان الذي يحلُّ هو فيهِ هذان لم يمسسهما أحدٌ بسوء انما اعتراضنا على ما كان يقوله العلماء من افتراض امتداد زماني الذي يشعر بهِ بحيث يشمل العالم بأسره وكذلك من افتراض ان المكان من خواصهِ وكنههِ مهما بعدنا مشابهتهُ للمكان الذي نحل فيهِ ونحيط باجسامنا. على هذا لشأ الاعتراض ولا اظنكم تختلفون معي في انهُ يحق للمرء ان يعترض على مثل هذا التعميم الذي لا مسوِّغ له . فبأي حق نفترض أنك اذا وضعت ساعة في اية ناحية من نواحي الفضاء مهما بعدت عنك فانها ستكون مضبوطة كما لو كانت في جيبك وبأي حق نظن ان الخواص الهندسية للعالم الذي يمتد الى شاسع الابعاد تشبه الخواص الهندسية للجزء من الفضاء الذي نحل انت فيهِ ؟

وتصوروا معي رجلاً عاش في بقعة صغيرة من الارض فان هذا الرجل سيتكلم عن فوق وتحت وشرق وغرب وشمال وجنوب وسيقرن دائماً بين الاتجاه الرأسي والاتجاهين الآخرين فالاتجاه الرأسي اتجاه تسقط فيهِ الاشياء وله صفات تميزه عن الاتجاهات الافقية. هذا الرجل اذا قيل له ان في بقعة اخرى من بقاع الارض ما يسميه هو فوق هو نفس ما يسمونهُ هم شمال فان عقلهُ ولا شك سيقصر عن تصديق ذلك الاَّ اذا فهم معنى تكوّر الارض بأن شبهت لهُ بكرة من الكرات التي نصنعها او انتقل فعلاً على سطحها من مكان الى مكان ووضعت تاج التكوّر تحت خبرته

كذلك نحن نرى ان ما نسميه الزمان يتميز تماماً عن كل ما نسميه المكان وقد طلب منا اينشتين ان اسلم بان هذا التميز وان كان قائماً وصحيحاً في كل بقعة من بقاع العالم على حدة الا اننا اذا انتقلنا من بقعة الى اخرى فلا بد من ان يتحول اتجاه الزمان قليلاً بحيث يصبح مغايراً لما كان عليه في البقعة الاخرى . ولسوء الحظ ان خبرتنا العقلية في الحركة والانتقال لا تزال محدودة فان اعظم سرعة تحرك بها احد ابناء البشر لم تزد عن ٤٠٠ ميل في الساعة في حين ان اقل سرعة تحدث تأثيراً محسوساً في اختلاط الزمان بالمكان لا تقل عن ٢٠٠٠٠ ميل في الثانية الواحدة

الحائز الثاني ...

والآن وقد اختلط الزمان بالمكان وزالت معالم المادة واختلطت هي بالنور ماذا تظنونه حادث للقوانين الطبيعية ! إن الزمان والمكان لا يسمحان لي بشرح هذه النقطة الشرح الذي تستحقه ولكني سأذكر لكم وجهة النظر الحالية . إننا نقسم القوانين الطبيعية الى قسمين : قسم نسميه القوانين الاحصائية وهذه لا تعبر الا عن قوانين الصدفة والاحتمال امثال ذلك قانون بويل للغازات . فما هو الا نتيجة وجود عدد كبير من جزيئات الغاز في اضطراب مستمر بحيث لا نظام الا نظام الصدفة والاحتمال . (القسم الثاني) نسميه القوانين التطابقية ومثال هذه القانون الذي اكتشفه جحا في الحكاية المشهورة . فان جحا كان يسوق عشرة حمير فوجد انه اذا ركب واحداً منها وساق الباقي ثم عدّ حميره فان عددها يكون ٩ . اما اذا نزل ومشى ثم عدّها فان عددها يكون ١٠ وهكذا اكتشف جحا قانوناً من القوانين الطبيعية لا يختلف في كنهه عن كثير من قوانين الطبيعة

وربما كانت خير وسيلة لختام محاضرتي ان اقرأ على حضراتكم ترجمة العبارة التي ختم بها السر جيمس جينز كتابه The Mysterious Universe قال ما تعريبه : « لقد حاولنا ان نبحث فيما اذا كانت العلوم الحديثة عندها ما تقوله عن مسائل صعبة معينة وربما كانت الى الابد بعيدة عن منال العقل البشري . ولا نستطيع ان ندعي اننا لمحنا اكثر من بصيص ضعيف من النور . وربما كنا واهمين تماماً في لمح هذا البصيص فاننا ولاشك قد اضطررنا الى ان نجهد اعيننا اجهاداً عظيماً قبل ان نظفر برؤية شيء ما . ولذا فليس منزى كلامنا ان العلم عنده قول فصل يلقيه بل بالعكس ربما كان خير ما نستطيع إن نقوله إن العلم قد عدل عن القاء الاقوال فان نهر المعرفة قد تعرّج في اتجاه سيره مراراً وتكراراً بما لا يسمح لنا بان نحكم بالناحية التي فيها مصبّه »