مفهوم الزَّمان

بين الفلسفة والعلم الحديث

شوقي الدلال
أستاذ فخري في الجامعة الأهلية، البحرين

ملخص

كان الزَّمن دائمًا متجذرًا بعمق في الوعي الإنساني وعنصرًا حيويًا يؤثِّر في وجوده. نتناول في هذا المقالة مفهوم الزَّمن كما يراه الفلاسفة عبر التاريخ ومدى توافق هذا المفهوم مع النظريات العلمية الحديثة. نستعرض في الجزء الأوَّل من هذه المقالة بعض الأسئلة الأساسية حول طبيعة الزَّمن كما تناولها الدَّارسون والمفكِّرون والفلاسفة والعلماء. ومن هذه القضايا؛ ما هو الزَّمن في الواقع، وكيف يرتبط بالعقل، ولماذا يوجد سهم للزَّمن، وما هو نوع الاختلافات الوجودية بين الحاضر والمستقبل؟ وهل الزَّمن موضوعي أم ذاتي؟ وما إذا كانت هناك طبقة أساسية منظمة ينبثق منها الزَّمن.

نتناول في الجزء الثاني من هذه المقالة دراسة مفهوم الزَّمن في النظريات العلمية الحديثة، ثمَّ نستعرض المبادِئ الأساسية لهذه النظريات وبنيتها المنسوجة فيما يتعلق بطبيعة الزَّمن. وفي الجزء الثالث من هذا العمل سيتم تسليط الضَّوء على المفاهيم المؤثرة على طبيعة وتدفق الزَّمن ومدى توافقها مع معرفتنا العلميَّة الحاليَّة حول طبيعته.

المقدمة

تعدُّ طبيعة الزَّمن من أكثر المشكلات المحيِّرة التي واجهت الفلاسفة والمفكرين والعلماء في تاريخ البشرية. وعلى الرَّغم من قرون من الأبحاث، فإنَّ مفهوم الزَّمن لا يزال غامضًا ويتطوَّر ببطء ليصبح موضوعًا جذابًا يشمل الوعي والعقل البشري والنَّظريات العلمية والوجود ككل. شهدت بداية القرن العشرين ميلاد نظريتين ثوريتين أثَّرتا بعمق في فهمنا لطبيعة الزَّمن. الأولى هي النَّظريَّة النِّسبيَّة. في هذه النَّظريَّة، الزَّمن نسبي ويعمل بشكل مختلف بالنِّسبة للمراقبين في أطر مرجعية مختلفة. فكرة أخرى تنبثق من هذه النَّظريَّة هي مفهوم الزَّمكان، وهو نموذج رياضي قوي يجمع بين المكان والزَّمان في سلسلة متَّصلة واحدة متشابكة. النَّظريَّة الثَّانية المهمَّة هي نظريَّة ميكانيكا الكم. تقدِّم هذه النَّظريَّة العديد من المفاهيم الجديدة حول الزَّمن وقياسه. أدَّت التَّحقيقات المبكِّرة لفهم سلوك الجسيمات المتشابكة إلى مفهوم جديد تمامًا للزَّمان والمكان. فقد كشفت التَّجارب التي أجريت على الجسيمات المتشابكة عن فكرة جديدة عميقة الجذور تؤثِّر على إدراكنا للكون. فهي تقدِّم مفهوم اللامحليَّة الكميَّة (quantum non-locality)، وهي خاصيَّة للكون مستقلَّة عن وصفنا للطَّبيعة.

بعد عقود من الأبحاث، نجح العلماء في صياغة نظريَّة المجال الموحد من خلال الجمع بين النِّسبيَّة العامَّة وميكانيكا الكم. وقد قدَّمت النَّظريَّة الجديدة، التي يطلق عليها أيضًا اسم "نظريَّة الأوتار الفائقة"، مجالًا فكريًّا جديدًا حول طبيعة الكون الذي نعيش فيه. تقدم هذه النَّظريَّة فكرة الأبعاد الأعلى كبنية تقع في صميم نسيج الكون، وهي تفترض أنَّ هذا النَّسيج يتكوَّن من أحد عشر بعدًا، عشرة للمكان وواحد للزَّمن. ومع ذلك، لا يستطيع الإنسان أن يدرك سوى ثلاثة أبعاد مكانيَّة في حين أنَّ الأبعاد السَّبعة الإضافيَّة مخفيَّة عن حواسنا. كيف يعمل الزَّمن في هذه الأبعاد الإضافية؟ هذه واحدة من أكثر الأفكار الغامضة التي يرنو العلماء لتوضيحها.

1. الزَّمن كمدرسة للفكر

أحد الأسئلة الأكثر إثارة للاهتمام هو: ما هو الزَّمن؟ الإجابة البسيطة على هذا السُّؤال هي أنَّ الزَّمن هو ما تقيسه السَّاعة أو ما يظهر في التَّقويم. لكن السُّؤال التَّالي هو ما الذي نقيسه؟

© الجمعية العربية للفيزياء

هل نقيس شيئًا اخترعته حضارتنا أم شيئًا اكتشفناه. انبرى العديد من الفلاسفة للإجابة على هذا السُّؤال. فقد ارتأى بعض الفلاسفة مثل أفلاطون (Plato)، وزينو (Zeno)، وسبينوزا (Spinoza)، وهيغل (Hegel)، وماك تاغارت (McTaggart) أنَّ مفهوم الزَّمن ينطوي على تناقضات، وتوصلوا إلى استنتاج مفاده أنَّ الزَّمن غير موجود. وقد شاركهم في هذه الفكرة أيضًا الفيلسوف المثالي في القرن العشرين فرانسيس هربرت برادلي (F. H. Bradley) الذي رأى أنَّ "الزَّمان، مثل المكان، فمن الواضح أنَّه ليس حقيقيًا، ولكن له مظهر متناقض.... مشكلة التغيير تتحدَّى الحل". ومع ذلك، يتَّفق معظم الفلاسفة على أنَّ الزَّمن موجود. يرى أرسطو (Aristotle) أنَّ "الزَّمن هو مقياس التَّغيير"، وأنَّه ليس منفصلاً بل مستمرًا. جادل رينيه ديكارت (René Decartes) بأنَّ "فكرة الزَّمن تنطوي على الاستمرار أو إعادة الخلق". في القرن السَّابع عشر، ارتأى الفيزيائي إسحاق بارو (Isaac Barrow) أنَّ الزَّمن شيء موجود بشكل مستقل عن الحركة أو التَّغيير. من جهة أخرى ارتأى نيوتن أنَّ الزَّمان والمكان عبارة عن حاوية كبيرة بلا حدود تضمُّ جميع الأحداث، والحاوية موجودة مع الأحداث أو بدونها. من ناحية أخرى، يرى جوتفريد لايبنتز (Gottfried Leibniz) أنَّ الزَّمن ليس كيانًا موجودًا بشكل مستقل عن الأحداث الفعلية. وفي القرن الثامن عشر، ارتأى إيمانويل كانت (Immanuel Kant) أنَّ الزَّمان والمكان هما أشكال يُسقطها العقل على الأشياء الخارجيَّة في حد ذاتها.

2. الزَّمن والعقل

يناقش الفلاسفة ما إذا كانوا سيتبنون نظريَّة واقعيَّة أو مناهضة للواقعيَّة حول الزَّمن، وكيف يرتبط الزَّمن بالعقل. ولتحقيق هذه الغاية، ينقسم الزَّمن إلى ثلاث فئات. الزَّمن المادِّي، وهو الذي صممت السَّاعات لقياسه. وعلى النَّقيض من ذلك، يتمُّ تحديد الزَّمن الحيوي (biological time) من خلال إيقاع السَّاعة الحيويَّة للكائن الحي، والذي يتزامن عادةً مع نمط ضوء الشَّمس والظَّلام. من جهة أخرى، يمكن فهم الزَّمن النَّفسي (psychological time) على أنَّه الوعي بالزَّمن المادِّي. ويزعم بعض الفلاسفة أنَّ الزَّمن النَّفسي يتمُّ تجاوزه تمامًا في الحالة العقليَّة التي تُسمَّى النِّيرفانا (nirvana) حيث يتباطأ الزَّمن حتى يتوقف تمامًا.

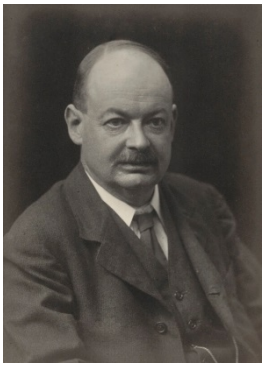
إحدى المشاكل الرَّئيسة التي تواجه الفلاسفة هي شرح طبيعة تجربتنا الزَّمنيَّة وأصلها. يواصل الفلاسفة مناقشة كيفية ارتباط أذهاننا بوعينا بالظَّواهر الزَّمنيَّة. نستخدم بصيرتنا لتخيُّل الزَّمن، ويحدث ذلك عندما نختبر اختلافًا بين إدراكنا الحالي وبين ذكرياتنا الحاليَّة كما نستذكرها من الماضي. عادةً ما تفسر أذهاننا الفرق بين الاثنين كدليل على أنَّ العالم الذي نختبره يتغيَّر عبر الزَّمن، حيث ترى بصيرتنا سلسلة متتالية من الأحداث. يتعامل العلم المعرفي مع منشأ الآلية العصبيَّة المسؤولة عن وعينا بالزَّمن، وعن وعينا بالتَّغيير، وعن تدفق الزَّمن بالتَّرتيب الصَّحيح للتعاقب الزَّمني.

من المسائل المهمَّة هي ما إذا كان الزَّمن ظاهرة ذاتيَّة أو موضوعيَّة. يرى أطباء الأعصاب وعلماء النَّفس أنَّ إحساس أي كائن حي بالزَّمن هو أمرٌ شخصي. ومع ذلك، هل يعني هذا أنَّ الزَّمن المحسوس هو أيضًا ذاتي، وأنَّه ظاهرة تعتمد على العقل؟ لا يوجد إجماع بين الفلاسفة في الإجابة على هذا السُّؤال. بدون العقل في العالم، لن يكون هناك شيء مفاجئ أو جذاب أو مثير. يعتقد معظم الفلاسفة أنَّ مفهوم الزَّمن الذي يسمح لنا بفهم التَّغيير والاستمراريَّة وتعاقب الأحداث هو مؤشِّر على أنَّ الزَّمن حقيقي من النَّاحية الموضوعيَّة. نحن نميل إلى فكرة أنَّ الزَّمن موضوعي لأنَّ كوننا لديه العديد من العمليات الدَّورية التي تحمل علاقات زمنية متَّسقة.

 © الجمعية العربية للفيزياء

3. ماك تاغارت وانتفاء الزَّمن

كان الزَّمن دائمًا موضـــع جدل بين الفلاســـفة. في عام 1908، جادل ماك تاغارت بأنَّ الزَّمن غير واقعي لأنَّ اللغة التي~~ت~~ستخدمها لوصفه تكون إمَّا متناقضة، أو دائريَّة، أو غير كافية. يحدِّد ماك تاغارت نمطين مختلفين من الزَّمن يسمِّيهما السِّلسلة A والسِّلسلة B. تحدِّد السِّلسلة A الموقع في الأزمنة مثل الماضي والحاضر والمستقبل، ويجادل بأنَّ هذا التَّسلسل متناقض، حيث إنَّ كلًّا من هذه الخصـــائص تســتبعد الخاصـــيتين الأخريين، فتحديد زمن وقوع الحدث على أنَّه حصل في الماضي، أو الحاضر أو المســتقبل، هو أمرٌ دائري. علاوة على ذلك، فهو يرى أنَّ السِّلسلة A غير متماسكة لأنَّ كل حدث يقع سيكون في زمن ما هو المستقبل، وفي وقت آخر سيكون الحاضر، وفي وقت ثالث ســيكون الماضـــي. وبما أنَّ هذه الخصـــائص الزَّمنية متنافية، فإنَّ مفهوم الزَّمن يولد اللاعقلانية والتَّناقض. تصف السِّلسلة B تسلسل المواقع التي تمتدُّ من الزَّمن السَّابق إلى ما بعده. هذه سلسلة زمنية لأنَّها تجسِّد اتجاه التَّغيير. يرى ماك تاغارت أنَّ السَّلسلة B وحدها غير كافية لوجود الزَّمن لأنَّ العلاقات السَّابقة واللاحقة لا تتغيَّر أبدًا (على سبيل المثال، عام 2005 يكون دائمًا سابقًا للعام 2015). على الرَّغم من الحجج التي قدمها ماك تاغارت، فإنَّ العديد من الفلاســـفة مقتنع بضرورة وجود الزَّمن. ومع ذلك، لا يوجد اتفاق بشأن ما هو الزَّمن فعلًا.


ماك تاغارت

4. الاختزاليَّة والأفلاطونيَّة

إنَّ مسألة ما إذا كان يمكن أن يكون هناك زمن دون وجود سلسلة من الأحداث تؤدِّي عادةً إلى فكرة ما إذا كان الزَّمن موجودًا بشكل مستقل عن الأحداث التي تحدث خلاله. أي أنَّه إذا تصوَّر المرء فترة من الزَّمن دون تغيير (لا شيء يحدث)، فيترتَّب على هذه الفكرة وجود مطلق للزَّمن دون أي حدث يملؤه. ومن ناحية أخرى، إذا تصوَّرنا فترة زمنية دون تتابع للأحداث خلالها، ففي هذه الحالة يوجد الزَّمن فقط إذا كانت هناك أحداث لملء هذه الفترة. وقد جادل أرسطو (Aristotle) ولايبنيز (Leibniz) وآخرون بأنَّ الزَّمن موجود فقط إذا وقعت الأحداث بشكلٍ متتالٍ. يُشار إلى هذه المدرسة الفكريَّة عادةً باسم "الاختزاليَّة فيما يتعلَّق بالزَّمن" أو "العقلانيَّة فيما يتعلَّق بالزَّمن". ووفقا لهذه المدرسة، يمكن بطريقة أو بأخرى اختزال جميع التَّعبيرات المتعلِّقة بالزَّمن إلى تعبيرات تتعلَّق بالعلاقات الزَّمنية بين الأشياء والأحداث. وبحسب الاختزالية، فإنَّ فكرة الزَّمن دون تغيير تبقى غير متماسكة، ولا يمكننا تصوُّر فترة من الزَّمن الفارغ من الأحداث، وحتى لو كانت موجودة فلا توجد طريقة لمعرفة وجودها.

من ناحية أخرى، قدَّم أفلاطون ونيوتن وآخرون وجهة نظر معارضة يشار إليها عادة باسم "الأفلاطونيَّة فيما يتعلَّق بالزَّمن" أو باسم "الجوهريَّه فيما يتعلَّق بالزَّمن". ومن وجهة النَّظر هذه، فإنَّ الزَّمن يشبه الحاوية التي يمكن وضع الأشياء والأحداث فيها؛ ومع ذلك، فإنَّ الحاوية موجودة بشكل مستقل عمَّا يتمُّ وضعه فيها. وفي القرن السَّابع عشر، أيَّد الفيزيائي الإنجليزي إسحاق بارو (Isaac Barrow) وجهة النَّظر الأفلاطونيَّة حول الزَّمن، واعتبره شيئًا موجودًا بشكل مستقل عن الحركة أو التَّغيير. من ناحية أخرى، جادل جوتفريد لايبنتز (Gottfried Leibniz) بأنَّ الزَّمن ليس كيانًا موجودًا بشكل مستقل عن تدفُّق الأحداث الفعليَّة. وفي القرن الثامن عشر، اعتبر إيمانويل كانت المكان والزَّمان كأشكال يُسقطها العقل على الأشياء الخارجيَّة نفسها، وأنَّ عقلنا يبني إدراكنا بحيث يكون للفضاء دائمًا هندسة إقليديَّة.

© الجمعية العربية للفيزياء

انزعج الفلاسفة عبر التَّاريخ من التَّناقض النَّاشئ عن مفهوم الزَّمن. فقد قدم سبينوزا وزينو وهيغل وأفلاطون وماك تاغارت إجابة جذرية للسؤال: ما هو الزَّمن، من خلال الادِّعاء بأنَّ الزَّمن غير موجود. تمَّ التَّعبير عن هذه الفكرة من قبل فيلسوف القرن العشرين فرانسيس هربرت برادلي: " الزَّمن شأنه شأن المكان، فهو ليس حقيقيًّا، بل له مظهر متناقض، ومشكلة التَّغيير تستعصي على الحل". شاركه جودل (Gödel) في هذه الفكرة حيث بيَّن أنَّ معادلات آينشتاين في النِّسبيَّة العامَّة تسمح بعوالم ممكنة فيزيائيًا تُنتهك فيها السَّببيَّة وتسمح بالسَّفر عبر الزَّمن.

5. العلم والزَّمن

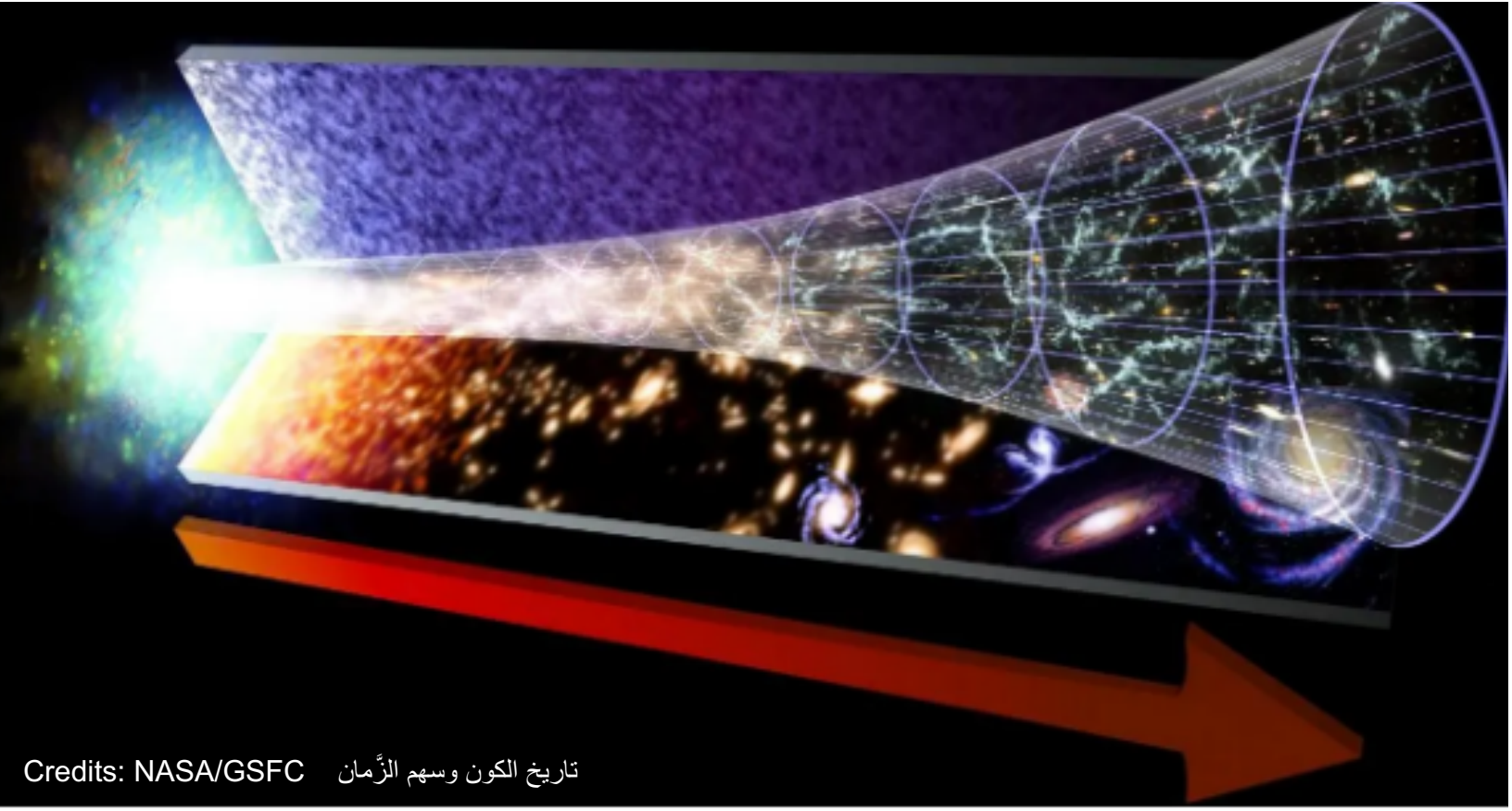
تستحضر العديد من النَّظريات العلمية الزَّمن دون أن يكون عنصرًا أساسًا مؤثرًا في بنيتها. تقع نظريَّة الانفجار الأعظم والكون التَّضخُّمي في قلب فهمنا للظَّواهر الكونيَّة. ووفقًا لهذه النَّظريَّة، بدأ الكون من مفرديَّة صغيرة للغاية. يؤدِّي التَّمدُّد إلى التَّبريد، وبالتَّالي السَّماح لجزيئات المواد بالتكثُّف لتكوِّن النُّجوم والمجرَّات. تحدَّى نيوتن- سميث (Newton-Smith) الحجَّة القائلة بأنَّ الزَّمن له ماضٍ محدود، وبنوا حجَّتهم على افتراض أنَّ الأحداث العيانيَّة لها أصول سببيَّة. ومن أجل دحض حجَّتهم، يشير الفلاسفة إلى أنَّ الانفجار الأعظم هو حدث مجهري، وأهميَّة ذلك أنَّه إذا كانت النَّظريَّة الكونيَّة المعتمدة تشير إلى وجود حدث أوَّل، فإنَّ هذا الحدث يعدُّ استثناءً لأي مبدأ تحكمه قوانين وهميَّة ويفترض أنَّ لكل حدث سببًا سابق.

سؤال مهم آخر هو ما إذا كان الزَّمن سمة أساسيَّة للطَّبيعة، أم أنَّه ينبثق من سمات أساسيَّة خالدة. قدم مينكوفسكي (Minkowski) في عام 1908 فكرة أنَّ الزَّمكان أكثر أساسيَّة من الزَّمن، وهذه الحجَّة مقبولة بشكل عام من قبل المجتمع العلمي. ومع ذلك، هل الزَّمكان نفسه أساسي؟ تزعم بعض النَّظريات الحديثة أنَّ الزَّمكان مكوَّنٌ من بعض الرَّكائز الدَّقيقة الأساسيَّة على مستوى طول بلانك (Planck length)، وذلك على الرَّغم من عدم وجود مفهوم مُتَّفق عليه حول ماهية الرَّكيزة. روَّج بعض الفيزيائيين فكرة تذهب إلى أنَّ تدفُّق المعلومات في نظريَّة ميكانيكا الكم هي المرشح الرَّئيس. في عام 1905، طرح الفيزيائي الفرنسي هنري بوانكاريه (Henri Poincaré) فكرة تقليديَّة مفادها أنَّ الزَّمن ليس سمة من سمات الواقع، بل هو عنصر اخترعناه ليناسب راحتنا. صوَّر فلاسفة العلم الآخرون الزَّمن بشكل موضوعي، معترضين بذلك على الصُّورة التَّقليديَّة للزَّمن.

5.1. زمن بلانك والكرونون

افترض ماكس بلانك وحدة زمنية تعرف باسم زمن بلانك، وهو يساوي 5.39×10^{-45} ثانية. الزَّمن في ميكانيكا الكم والنِّسبيَّة العامَّة هو كميَّة مستمرَّة. ومع ذلك، فقد اقترح العديد من علماء الفيزياء أنَّ النَّموذج المنفصل أو المتقطِّع للزَّمن (discrete time) قد ينجح عند الجمع بين النِّسبيَّة العامَّة وميكانيكا الكم لصياغة نظريَّة الجاذبيَّة الكميَّة. تمَّ اقتراح الطَّيف المنفصل أو المتقطِّع للزَّمن لأوَّل مرَّة بواسطة تشين نينغ يانغ (Chen Ning Yang) في عام 1947. في هذا النَّموذج، أظهر يانغ أنَّ هذا المفهوم يتوافق مع النِّسبيَّة الخاصَّة. في عام 1950، اقترح مارجينو (H. Margenau) وحدة زمنية تسمَّى كرونون ويتمُّ تعريفها على أنَّها الزَّمن الذي ينتقل فيه الضَّوء عبر نصف قطر الإلكترون. يتمُّ تحديد قيمة الكرونون بشكل خاص من خلال الشُّروط الحديَّة للمنظومة، وهو يعتمد على كتلة الجسيم وشحنته. وقد زُعم أنَّ الكرونون له تبعات مهمَّة على ميكانيكا الكم، مثل ما إذا كانت الجسيمات المتساقطة الحرَّة تصدر إشعاعًا أم لا. وبالتَّالي، فإنَّ للجسيمات المختلفة زمنٌ محدَّد مختلف. هذه الفكرة مصطنعة تمامًا، وبالتَّالي لن تؤثر على طبيعة الزَّمن

© الجمعية العربية للفيزياء



تاريخ الكون وسهم الزَّمان Credits: NASA/GSFC

نفسه. والخلاصة هي أنَّ فكرة الوحدة المنفصلة من الزَّمن تظلُّ خارج حدود النَّظريات العلميَّة الرَّاسخة.

5.2. سهم الزَّمن

يظلُّ تدفُّق الزَّمن من الماضي نحو المستقبل أحد أكثر المشكلات غموضًا في النَّظريات العلميَّة الحاليَّة. على المستوى دون الذَّري، لا تفرق ميكانيكا الكم والميكانيكا التقليديَّة بين الماضي والمستقبل، وعندما تتفاعل الجسيمات وتنتج جسيمات أخرى، عندها يمكن أن يحدث هذا التَّفاعل أيضًا بترتيب عكسي. لذلك، على هذا المستوى لا توجد طريقة للتَّمييز بين الماضي والمستقبل من خلال النَّظر فقط إلى الجسيمات المتفاعلة أو النَّاتجة عن التَّفاعل. ومع ذلك، في العالم الكبير الذي ندركه بحواسنا، فإنَّ الفرق بين الماضي والمستقبل موجود دائمًا في أذهاننا، وفي هذا العالم يمكن اختبار قانون السَّببيَّة في جميع الأحداث التي يمكن إدراكها في حياتنا اليوميَّة. وهذه الحقيقة تعني أنَّ هناك سهمًا للزَّمن يمتدُّ من الماضي نحو المستقبل. يعتقد بعض العلماء والفلاسفة أنَّ إدراكنا لمرور الزَّمن هو مجرَّد وهم، وأنَّ الماضي والمستقبل موجودان دائمًا ككيانين منفصلين.

ومع ذلك، فإنَّ إحدى الأفكار الأساس التي تشكل فهمنا للكون الذي ندركه هي القانون الثاني للحراكيَّات الحراريَّة (thermodynamics)، المعروف أيضًا أيضًا باسم قانون زيادة القصور الحراري (entropy). ينصُّ هذا القانون على أنَّه في المنظومة المغلقة، يوجد دائمًا انتقال من حالة يسودها النِّظام إلى حالة أقل نظامًا ممَّا يؤدِّي إلى زيادة الاضطراب، أو ما يسمَّى بزيادة القصور الحراري للمنظومة مع مرور الزَّمن. من وجهة نظر أخرى، فإنَّ التَّمييز بين الماضي والمستقبل في ميكانيكا الكم ليس واضحًا. على سبيل المثال، تسمح مخططات فاينمان بالتفاعلات في كلا الاتجاهين. بالإضافة إلى ذلك، يبدو الزَّمن متماثلًا تمامًا في كل من معادلات ماكسويل التي تصف خصائص الموجات الكهرومغناطيسية وكذلك في معادلة شرودنجر التي تصف الحالة الكميَّة للمنظومة. فلا فرق إذن بين الموجات التي تتحرَّك من الماضي نحو المستقبل أو العكس.

5.3 الزَّمن والزَّمكان في النِّسبيَّة الخاصَّة

في عام 1905، قدَّم آينشتاين في نظريته النِّسبيَّة الخاصَّة فكرة ثوريَّة جديدة عن الزَّمن. في هذه النَّظريَّة، يمرُّ الزَّمن

بشكل مختلف في الأطر المرجعية التي تتحرَّك بالنِّسبة لبعضها البعض. يعتمد الفارق الزَّمني كما يسجِّله المراقبون المرتبطون بهذه الأطر بشكل أساس على سرعاتهم النِّسبيَّة. وقد أدَّى هذا تتضمَّن المفارقة سفر الاكتشاف إلى الفكرة المتميِّزة المعروفة باسم "مفارقة التَّوأم". تتضمَّن المفارقة سفر أحد التَّوأمين من الأرض بسرعات مماثلة لسرعة الضَّوء. وعند عودته إلى الأرض، يكتشف أنَّ توأمه قد شهد عملية شيخوخة حقيقيَّة، في حين أنَّه هو نفسه لا يزال صغيرًا نسبيًّا. وقد أثارت هذه الفكرة جدلاً حادًا بين العلماء، وتمَّ اختبارها تجريبيًّا من خلال ابتكار تجربة ينبعث فيها ميزون π ويتم تسجيل الزِّيادة في عمره بعد انحرافه بواسطة مغناطيس ممَّا يجبره على العودة إلى موقعه الأوَّل. وقد وجد أنَّ الزِّيادة في العمر المسجلة تتوافق بدقَّة مع تنبؤات معادلات النِّسبيَّة الخاصَّة. تظل نسبية الزَّمن إحدى الرَّكائز الأساس في النَّظريات العلميَّة الحديثة.

ارتبط الزَّمن تاريخيًّا ارتباطًا وثيقًا بالمكان، حيث اندمج الاثنان معًا في الزَّمكان في النِّسبيَّة الخاصَّة والنِّسبيَّة العامَّة لآينشتاين. وبحسب هذه النَّظريات، يعتمد مفهوم الزَّمن على الإطار المرجعي المكاني للرَّاصد، كما أنَّ الإدراك البشري، وكذلك القياس بواسطة أدوات مثل السَّاعات، يختلف بالنِّسبة للرَّاصدين في الحركة النِّسبيَّة. فعلى سبيل المثال، إذا كانت سفينة فضاء تحمل ساعة وتنطلق عبر الفضاء بسرعة (قريبة جدًا) من سرعة الضَّوء، فإنَّ طاقمها لا يلاحظ تغيُّرًا في سرعة الزَّمن على متن سفينتهم لأنَّ كل شيء يتحرَّك بالسُّرعة نفسها. ومع ذلك، بالنِّسبة لمراقب ثابت يراقب سفينة الفضاء وهي تحلق بالقرب منها، تبدو سفينة الفضاء مسطَّحة في الاتجاه الذي تسير فيه، وتبدو السَّاعة الموجودة على متن سفينة الفضاء وكأنَّها تتحرَّك ببطء شديد.

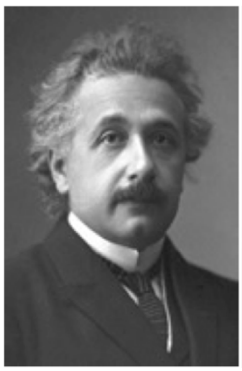
5.4. الزَّمن والتشابك الكمي

في عام 1935، وصف ألبرت آينشتاين (Albert **E**instein)، وبوريس بودولسكي (Boris **P**odolsky)، وناثان روزن (Nathan **R**osen) ما أصبح يعرف باسم مفارقة EPR، وهي ظاهرة فيزيائية تنطوي على تفاعل أزواج تفاعل أزواج أو مجموعة من الجسيمات ممَّا يؤدِّي إلى خلق حالة كميَّة لكل جسيم لا يمكن وصفها بشكل مستقل، بل قد تشمل النِّظام الكمي ككل. وُجد أنَّ القياسات الفيزيائيَّة لخصائص الجسيمات المتشابكة مثل الدَّومة (spin) والزَّخم (momentum) والاستقطاب (polarization) والموقع (position) مرتبطة بشكل دقيق. فعلى سبيل المثال، عندما يتمُّ تخليق زوج مكوَّنٍ من جسيمين (فوتونين على سبيل المثال) مع دومة إجمالية قدرها صفر، ووُجد أنَّ أحد الجسيمين من الزَّوج له دومة "للأعلى"، فيكون للجسيم الآخر من الزَّوج دومة "للأسفل"، بحيث تظلُّ القيمة الإجماليَّة للدَّومة مساوية صفرًا.

توضِّح هذه التَّجربة أنَّ أحد الجسيمات المتشابكة يعرف نتيجة القياس الذي تمَّ إجراؤه على الجسيم الآخر الذي يشكل الزَّوج. والمثير للدهشة أنَّ هذا يحدث على الرَّغم من عدم وجود وسيلة تقليديَّة لتوصيل المعلومات بين الجسيمين. علاوة على ذلك، في وقت إجراء القياس، قد يكون الجسيمان مفصولين بمسافات كبيرة بشكل كبير، وقد يحدث الاتصال على الفور تقريبًا بسرعة تتجاوز إلى حد كبير سرعة الضَّوء.

ناثان روزن

بوريس بودولسكي


ألبرت آينشتاين

© الجمعية العربية للفيزياء

اعتبر آينشتاين وزملاؤه أنَّ مثل هذه النَّتيجة مستحيلة، وأشار إليها آينشتاين بـ:"الحدث الشَّبحي عن بعد" (spooky action at a distance). أصبح التَّشابك الكمِّي اليوم مجالًا جذابًا للبحث، وتمَّ اختباره تجريبيًّا باستخدام الفوتونات، والإلكترونات، والجزيئات الكبيرة، وحتى قطع صغيرة من الماس. أثار هذا النَّقل الفوري للمعلومات بين أزواج من الجسيمات المتشابكة تدفقًا من الأفكار العلميَّة والفلسفيَّة فيما يتعلَّق بمفهوم الزَّمن. تمَّ استحضار فكرة اللامحليَّة (non-locality) بشكل مكثف لشرح سلوك الجسيمات المتشابكة. ومع ذلك، فإنَّ مفهوم اللامحليَّة لا يزال غامضًا ويتطلَّب تحقيقًا شاملًا لتوضيح طبيعته.

5.5 النَّقل الآني (Teleportation)

لقد أظهرت التَّجارب التي أجريت في العقدين الأخيرين شكلاً من أشكال الاتصال غير المحلي المعروف باسم النَّقل الآني. ولم تنشأ هذه الظَّاهرة بين الجسيمات الفردية فحسب، بل بين الذَّرات بأكملها أيضًا. يعدُّ تحقيق النَّقل الآني على الكائنات الكبيرة أو البشر أبعد بكثير من نطاق الاحتمالات الحالي. إلا أنَّ العملية نفسها تعترف بها النَّظريات العلميَّة وتتطلَّب طفرة تقنيَّة لنقلها إلى عالم الواقع. من المؤكد أن تجارب النَّقل الآني ستفتح آفاقًا جديدة تؤثِّر على البشرية في مسيرتها نحو المستقبل.

الخلاصة

يبقى مفهوم الزَّمن إحدى القضايا المحيِّرة التي حاول الدَّارسون والعلماء والفلاسفة إيجاد حل لها. فمن من المسائل العلميَّة والفلسفيَّة المتشابكة ارتباط مفهوم الزَّمن بالعقل، ولماذا يوجد سهم للزَّمن، وما هو نوع الاختلافات الوجوديَّة بين الماضي والحاضر والمستقبل، وهل الزَّمن موضوعي أو ذاتي. هذه مجموعة من الأسئلة التي حاولنا الإجابة عليها من وجهة نظر العلم الحديث ومن وجهة نظر الفلاسفة والمفكرين عبر التاريخ.

المراجع

1. Mates, Benson (1989). *The Philosophy of Leibniz: Metaphysics and Language*. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-505946-5.
2. Shawqi Al Dallal, *The Nature of Time in Modern Scientific Theories, An Islamic Perspective*, Proceeding of the International conference on time in Islamic civilization, Turkey,10 October 2015.
3. Michael Dummett, *A Defense of McTaggart's Proof of the Unreality of Time*, The Philosophical Review, Vol. 69, No. 4. (Oct., 1960), pp. 497-504.
4. Gödel, Kurt (July 1, 1949). *"An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation"*. Rev. Mod. Phys. **21** (447): 447–450.
5. W. H. Newton-Smith, *The Structure of Time*, Routledge (2020), ISBN 9781138394063.
6. C. N. Yang. *On Quantized Space-Time*. Phys. Rev. 72, 874 (1947).
7. Margenau, Henry (1950). *The Nature of Physical Reality*. McGraw-Hill.

أنشتاين والذكاء الاصطناعي

قام الباحثون فى مركز أبحاث جوليتش بألمانيا بتطوير ذكاء اصطناعي قادر على صياغة نظريات فيزيائية جديدة من خلال تحديد الأنماط والعيّنات المُميِّزة في مجموعات البيانات والمعطيات المعقدة، ومن ثمّ صياغتُها ضمن نظريّات فيزيائيّة تحقّق بعض الشروط والقيود، على غرار إنجازات شخصيات تاريخية مثل إسحاق نيوتن وألبرت أينشتاين. يقوم الذكاء الاصطناعي هنا، والمنبثق عن مبادرة "فيزياء الذكاء الاصطناعي "Physics and AI" ، باستخدام شبكة عصبونيّة تتعلّم صياغةَ دالّةٍ تربط السلوكَ المعقَّد المرصودَ بمنظومة أبسط، أي تهدف إلى تبسيط التفاعلات والتآثرات المُعقّدة التي نلاحظها قائمةً بين مختلف مكوِّنات المنظومة، ثم باستخدام المنظومة الأبسط تقوم بصياغة دالّة عكسيّة للعودة منها إلى المُعقَّد عبر بناء التآثرات قطعةً فقطعة انطلاقًا من بارامترات الشبكة، ويتمّ أثناء ذلك صياغة نظريات قابلة للفهم تتوافق مع أسس العلوم الفيزيائية، ممّا يمثل خروجًا عن الأساليب التقليدية. مرجع

© الجمعية العربية للفيزياء