ماهية الزمان بين فلسفة أرسطو وفيزياء نيوتن

أ. آية الدسوقي عباس حلمي الدسوقي

باحثة ماجستير في الفلسفة اليونانية
كلية الآداب – جامعة الإسكندرية

تمهيد:

"عندما لا تسألني عن مفهوم الزمان، أعرفه، ولكن ما إن تسألنى عنه لا أعرفه".. مقولة لفيلسوف عظيم، تنطبق بشكل واضح على الزمان الذي يعد لغزًا محيرًا. إن الزمان أحد المقولات الفلسفية التي استثارت العقول على مر تاريخ الفكر البشري، فما بين المقرين بوجوده، والمنكرين لهذا الوجود، تظهر ماهية الزمان أمامنا كتساؤل أثار من الدهشة ما لم تثره أية مقولة فلسفية أخرى. فالزمان يستغرق وقته منطلقًا نحو نهايته، أي أنه لا يعنى الأبدية؛ لأن الأبدية انعدام للزمان، ولا نستطيع أن نعرف عنها شيئًا؛ لانتمائنا لهذا الزمان الذي لا نعرف أيضًا عنه شيئًا!!

والإنسان أدرك الزمان، حينمااستطاع من خلاله أن يقيس ما أحرزه من تقدم علمي، لكنه لا يستطيع أن يقرر ما إذا كان الزمان بداخلنا، أم نحن بداخله. وقد توغل الزمان في مستويات فلسفية وعلمية جعلت منه محورًا أساسيًا من محاور فلسفة أرسطو وفيزياء نيوتن. وأضحى الزمان إشكالية حاول الفلاسفة والعلماءأن يطرحوامن خلاله رؤاهم الجديدة محاولين البحث عن ماهيته وجوهره، لتصبح الفلسفة برهانًا عقليًا في مقابل البرهان العلمي الفيزيائي في محاولتها لمعالجة إشكالية الزمان.

وقد نظر الفلاسفة والعلماء لإشكالية الزمان من زوايا متعددة، تعددت على أثرها وجهات نظرهم، فنجد في الفلسفة الكلاسيكية نظرية أرسطو التي مَثَّلت التصور الطبيعي أو الفيزيقي للزمان، الذي لا يُدرك إلا من خلال حركة الأشياء، أي أن ماهية الزمان الحركة. بينما نجد في الفيزياء الكلاسيكية نظرية نيوتن ذات التصور المطلق للزمان الذي لا وجود له إلا في ذهن نيوتن؛ لكننا لا ننكر كونها محاولة لبناء نسق علمي يفسر ما يحدث في الطبيعةوالكون. وتأتي الفيزياء الحديثة لتعلن الولاء لفلسفة العلم في القرن العشرين، عندما كشفت لنا عن "النظرية النسبية" لآينشتاين ذات التصور النسبي للزمان، حيث مَثَّلت ذروة ما توصلت إليه العبقرية البشرية في محاولتها لتفسيرماهية الزمان، وهو الهدف من تلك الدراسة.

وعلى ذلك، فإن الأسئلة المحورية في هذا البحث يمكن إجمالها فيما يلي:

١. هل يوجد شيء حقيقي له وجود اسمه "زمان"؟ أم أنه مجرد إطار تصوري ابتدعه عقل الإنسان كي ينظم إدراكه للأحداث في الكون؟
٢. هل للزمان بداية ونهاية؟ وما طبيعة جوهره؟
٣. أين يكمن الاتفاق والاختلاف بين التصور الفلسفي والعلمي لماهية الزمان لدى أرسطو ونيوتن؟

٤. هل الزمان مطلق كما تصوره نيوتن أم نسبي كما تصوره آينشتاين في النظرية النسبية الخاصة؟

هذه الأسئلة المحورية سنحاول الإجابة عنها في هذا البحث.

ينقسم هذا البحث إلى ثلاثة مباحث رئيسة:

المبحث الأول: التصورات المختلفة لماهية الزمان.

المبحث الثاني: ماهية الزمان في الفكر الفلسفي عند أرسطو.

المبحث الثالث: ماهية الزمان في الفكر العلمي عند نيوتن.

أما عن المناهج المستخدمة في هذا البحث:

المنهج التحليلي: الذي نهدف من ورائه إلى تحليل وتفسير وجهة نظر كلٍ من أرسطو ونيوتن في معالجتهما لإشكالية الزمان، وفهمهما لطبيعة وجوده.

المنهج المقارن:الذي نهدف من خلاله لتقييم موقفهما اتفاقًا أو اختلافًا، إيجابًا أو سلبًا في ضوء ماهية الزمان بوصفها الموضوع الرئيس للبحث.

فهل سيُمكننا هذا البحث من محاولة فهم ماهية الزمان من قِبْل الفلاسفة والعلماء، أم أنه سيظل مطروحًا أمام الفكر الإنساني الكائن في الزمان؟!

المبحث الأول: التصورات المختلفة لماهية الزمان

تتحدد معاني الزمان حسب حاجات الإنسان، فغالبية المجتمعات لم تكن لديها أي فكرة ولو غامضة عن ماهية الزمان، بل ولم يكن لديها أي فكرة لاستخدام نوع الزمان المقسم إلى ساعات بالصورة المطلقة الموحدة، فلم تكن المجتمعات مبالية بالحصر الدقيق والمضبوط للزمان. وكذلك كانت المجتمعات التقليدية تؤرخ أحداثها المهمة في أغلب الأحيان بوضعها بطريقة عشوائية تقريبية من الزمان في الماضي؛ لأن الدلالة الإنسانية للزمان تعنى شيئًا أكثر من مجرد الأرقام. ولم يقسم الناس سنوات حياتهم حسب سنوات العمر التي عاشوها، بل حسب المراحل البيولوچية لحياتهم ومكانتهم الاجتماعية، كأن يقال وقتما كنت طفلًا أو شابًا، أو وقتما كنت في سن الزواج. وربما نظر إلى طول يوم من أيام العمل، لا على أنه عدد محدد من الساعات، بل على أنه المدة التي يشعر المرء بعدها بالتعب. مثل هذه الأساليب في تقسيم الوقت هي أساليب شخصية تخص الفرد، غير أنها محكومة حكمًا قويًا من الناحية الاجتماعية؛ لأن الزمان يحمل دلالات اجتماعية[١].

وهنا يكتشف الإنسان أنه الكائن الوحيد الذي يعى الزمان في ديمومته وسريانه، لأنه يشعر بالفقدان أثناء سريان الزمان، والزمان نفسه لا يفقد شيئًا من محتوياته ولا تجرى عليه صفة التغير والتحول على الرغم من أنه يعبر عن الحركة الدائمة ويرفض السكون، إذ إن التغير هو من طبيعة الموجودات الزمنية والإنسان من بين هذه الموجودات. ولذلك كانت تجربة المرء بالزمان تجربة أليمة، لأنها دائمًا تشعره بتناهيه وانقضائه، وهذا الأمر جعل الشعور بالزمان عند مفكري اليونان شعورًا تراجيديًا وجدوه متمثلًا في القوى التي تسيطر على مصير الإنسان والكون وجميع الكائنات؛ ومن هنا لاقت مشكلة الزمان اهتمامًا كبيرًا لا لأهمية المشكلة فحسب، وإنما لأن الزمان قريبًا إلى النفس الإنسانية في أعماقها[٢]. وتظهر أهمية مشكلة الزمان حينما نعقد مقارنة بين زماننا النفسي الشعوري وزمان الموجودات الخارجية، وحينما نقابل بين الزمان المنقضي والزمان الأبدي المطلق، وأيضًا حينما تطلعنا الذاكرة على تدفق الزمان وتراجعه إلى الماضي[٣].

---

(١) ر. س. بورتر وآخرون: "فكرة الزمان عبر التاريخ"، مستشار التحرير: كولن ولسون، المشرف على التحرير: جون جرانت، ترجمة: فؤاد كامل، مراجعة: شوقي جلال، العدد: ١٥٩، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت،١٩٩٢، ص٩-١٠

(٢) محمد توفيق الضوي: "دراسات في الميتافيزيقا"، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية، ١٩٩٩، ص٨٩

(٣) محمد على أبو ريان: "تاريخ الفكر الفلسفي: أرسطو والمدارس المتأخرة"، ج٢، ط٣، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٧٢، ص١٠٢

من الغريب السؤال عن طبيعة الزمان، مع أن جوهرية الزمان بالنسبة لخبرتنا أمر مسلم به. وبمجرد التفكير في المفهوم العادى للزمان، يبدو دون معنى! لأننا ندرك الزمان عادةً باعتباره شيئًا يتحرك. "الزمن يتدفق مثل نهر"، "الزمن يسير"، "وبمرور الزمن"، "الماضي رحل"، "الزمن لا ينتظر أحدًا"، "الزمن لا يتحرك". هذه الأفكار المبتذلة تستحوذ على كيفية تفكيرنا في الزمان. ومشكلة هذه الطريقة في التفكير هي أن الزمان هو المعيار الذي يتم تعريف الحركة بناءً عليه، كيف يمكن للزمان حينئذٍ أن يتحرك هو نفسه؟ تلك ميتافيزيقا في أحسن أحوالها(١).

يمكن لنا وصف الزمان بأنه تيار متدفق يحتوى أحداثًا بجانبيها النفسي والفيزيقي، يقول ج. س. سمارت:"**نحن نشبه الزمن بأنه نهر متدفق السريان لا يتوقف مطلقًا ولا يمكن عكس اتجاهه، ولذلك لابد لنا أن نفكر في الأحداث التي تجعل الزمن يتدفق في هذا الاتجاه المحدد.**" والإنسان هو الكائن الوحيد الذى يعرف تعاقب الأحداث وانتظامها في سلسلة متسقة، ونحن عندما نقوم بذلك لا نفكر في زمن، إذ إن فكرة الزمان نفسها تعبر عن الإطلاق، وإنما نفكر في وقائع زمنية Temporal Facts تأتي في هيئة ثلاثية هي: القبل Before، والبعد After، والتزامنSimultaneity، فنقول هنالك أحداث تأتي قبل أحداث معينة، أو بعد أحداث محددة، أو متزامنة مع أحداث مميزة، كذلك نقول إن الأحداث تقع للأشياء، لكن الأشياء نفسها لا تحدث وإنما تتغير. من أجل هذا كان وعى الإنسان بالزمان متمثلًا في فهمه لأنحاء الزمان (الماضي، الحاضر، المستقبل)، الماضي والمستقبل لا يوجدان الآن، وإن وُجدا فلن تكون لديهما خاصية الوجود الفعلي، وإنما يكون وجودهما تصورًا قائمًا في عملية استرجاع، أو توقع للمستقبل، والفارق بينهما يتحدد في كون المستقبل إمكانية مفتوحة قابلة للتحقيق في الحاضر المباشر، بينما الماضي وقائع أو أحداث تتصف بالضرورة لأنها تحققت بالفعل(٢).

وأبعاد الزمان ثلاثة: الحاضر والمستقبل والماضي. أما الحاضر فيقول عنه هيجل ما قاله عنه من قبل ليبنتز من أنه يحمل في طياته المستقبل؛ كما ينعته أيضًا بأنه نتيجة الماضي، وصادر عنه، كما سيصدر عنه المستقبل أو الحاضر التالى. ولهذا يعد الحاضر أهم لحظات الزمان فيقول:"في وسع المرء أن يقول عن الزمان بالمعنى الإيجابي: إن الحاضر هو وحده الموجود، أما قبل وبعد فغير موجودين؛ ولكن الحاضر العيني هو نتيجة

---

(١) تيودور سايدر: "الخيال العلمى والفلسفة: من السفر عبر الزمن إلى الذكاء الفائق"، تحرير: سوزان شنايدر، ترجمة: عزت عامر، العدد: ١٨٥٩، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١١، ص٤٦٥

(٢) محمد توفيق الضوي: "دراسات في الميتافيزيقا"، ص٩٠

الماضي وحامل للمستقبل. والحاضر الحقيقي إذن هو، بهذا، الأبدية."[١]

هكذا ننتهى إلي أن الزمان هو الكائن الصائر السيال المنقضي دائمًا: ماضٍ لم يَعُد، ومستقبل لم يأتِ، وحاضر لا يكون أبدًا. ومجرد الإمساك باللحظة الراهنة يعنى انفلاتها وإتيان اللحظة التالية لتنفلت هي كذلك في توالٍ لا يتوقف أبدًا، أو لم نبدأ من اللحظة، واللحظة آن، و"الزمان مكون من آنات يرفع كل منها الآخر، فهو تغاير مستمر، موجود بوصفه غير موجود، وغير موجود بوصفه موجودًا." هذه الطبيعة المتحركة للزمان هي التي جعلته يتحدد بالوجود ثم العدم، بالحضور ثم الفناء. والزمان هو الذي ينبئ الإنسان بموته وزواله وعبثية كل جهوده، وهو الذي يحمل أمل الإنسان ويأسه، مجده وتفاهة شأنه، إنه الكيان الموجد الفاني[٢].

ثمة لفظان للزمان عند اليونان: كرونوس Chronos، كيروس Kairos. الكرونوس هو الزمان الكمى، أى الزمان الذى تدلنا عليه الساعة، أما الكيروس فهو الزمان الكيفى، أى الزمان الذى يشير إلى حدوث حادث من شأنه أن يجعل فعلًا ما ممكنًا أو محالًا[٣]. لذلك لو رجعنا إلي المصطلح اليوناني لكلمة الزمان، فسوف نجد أن كلمة كرونوس Chronos تشير إلي الزمان منذ عصر هوميروس، وكرونوس إله يخشى علي ملكه من أبنائه، فيلتهمهم الواحد بعد الآخر، وكذلك الزمان هو الذي ينجب الكائنات، ثم هو الذي يقضي عليهم. لذلك يفر الإنسان دائمًا من كرونوس إلي أيون Aion. وأيون كلمة يونانية تشير إلي الزمان بمعنى الأبدية، التي احتلت موقعًا جوهريًا في بنية العقل طوال تاريخه. فلكي يواجه الإنسان (الماضي، الحاضر، المستقبل) وضع (الأزلية، السرمدية، الأبدية)[*] في محاولة منه للتغلب على شر الزمان[٤].

فمقولة الزمان استحالت إلى إشكالية من أمهات المسائل الفلسفية التي أرقت العقول وتضاربت بشأنها الرؤى. فإذا اعتبرنا الحضارة الفرعونية هي الفجر الناصع لحضارة الإنسان، لاحظنا كيف انصبت جهودها على تأكيد عقيدة الخلود في الحياة الأخرى، تحديًا للزمان، وتقف الأهرامات مصداقًا شامخًا على هذا. إن الشعور بالتناهي والزوال الذي يجعله الزمان مسيطرًا على الإنسان هو الذي دفع الفلاسفة اليونان الأولين لأن يقولوا: كل شيء

(١) عبد الرحمن بدوي: "الزمان الوجودي"،ط٣، دار الثقافة، بيروت، ١٩٧٣، ص٢٠
(٢) يمنى طريف الخولي: "الزمان في الفلسفة والعلم"، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، القاهرة، ٢٠١٤، ص٢١
(٣) مراد وهبه: "المعجم الفلسفي"، مادة: زمان، دار قباء الحديثة، القاهرة، ٢٠٠٧، ص٣٣٩
(*) الأزلية: اللانهائية من جهة الماضي، أما السرمدية: اللانهائية من جهتي الماضي والمستقبل، بينما الأبدية: اللانهائية من جهة المستقبل.
(٤) يمنى طريف الخولي: مرجع سابق، ص٢٢

عائد إلى أصله، ولابد أن يعاني العقاب وذلك تبعًا لقانون الزمان (دورته الأبدية). والواقع أن الأبدية محض هروب من الزمان الغادر الفاني، الذي هو قدر الإنسان، فإلي أين؟ إلي زمان آخر فحسب نرجوه لا يغدر ولا يفنى[١].

واجهت الفلسفة الكلاسيكية بقلق عميق مسألة مرور الوقت والأحداث يوميًا. ولهذا اعتقد هزيود Hesiod أن الإنسان عاش في عصر ذهبي، عندما كانت الأرض سخية في عطائها، والحياة أيسر، والناس أنقياء، وليسوا في حاجة إلى الكدح. وإن مفكرين مثل: هيرقليطس Heraclitus لم يروا في عالم زمان اللحظة، هنا والآن، غير عماء فارغ من المعنى.الزمان يقتضي التغير، والتغير يعنى الفساد والانحلال. واهتدت الفلسفة الكلاسيكية إلى علاجين للتغير والانحلال: أحدهما هو تصور الزمان دورة لا نهاية لها، لأن الدائرة تتصف بالكمال. والدائرة تعود إلى نقطة بدايتها. وهي بهذا تلغي مشكلات البداية والنهاية للأشياء جميعًا بأن تسلم بالديمومة اللانهائية للكون. والعلاج الآخر هو افتراض مستوى من الواقع يتمتع بمناعة ضد التغير،هو عالم الأبدية. هذا هو مستوى التعالي الذي لا تمسه مادة العالم، عالم المثل. وفي رؤية الفيثاغوريين وأفلاطون أن الواقع الأسمى يتألف من صور مثالية (لا زمانية، وإن يكن من الممكن تصورها مكانيًا)، مثل، مثال الخير. إن عالم الزمان هو على أفضل الحالات محاكاة هزيلة، أو بديل عن هذه الأبدية المثالية أو علي حد تعبير أفلاطون الموحي، ليس أكثر من "الصورة المتحركة للأبدية"، وهو يعنى بكلمة "متحركة" أنها "ناقصة"[٢].

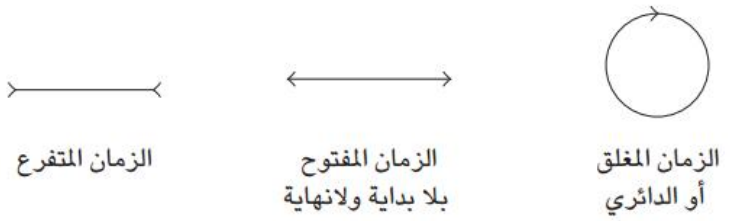
فقد حاول كثير من الفلاسفة تقديم تفسيرات عقلانية للخبرة العادية بالزمان. وعلى حد تعبير أرسطو "**الزمان نفسه نفكر فيه على أنه دائرة**". وشاعت مثل هذه الفكرة بين الرومان أيضًا، شيوعها بين الإغريق. وهكذا يرى سنيكا Senec "أن الأشياء جميعًا تترابط في نوع من الدائرة. الليل يأتي في أعقاب النهار، والنهار في أعقاب الليل؛ والصيف ينتهى ليحل الخريف، ويأتي الشتاء متعجلًا عبر الخريف، ويرق الشتاء ليغدو الربيع، وعلي هذا النحو تمضى الطبيعة كلها، لتعود من جديد."[٣]

طوبولوچية الزمان:

---

(١) المرجع نفسه، ص٢٢-٢٣
(٢) ر. س. بورتر وآخرون: "فكرة الزمان عبر التاريخ"، ص١٤-١٥
(٣) المرجع نفسه، ص١٤

وقد أثيرت مشكلة الملامح العامة للزمان، وشكل بنيته، أو ما يُسمَّى بطوبولوچية الزمان، فإذا كان الزمان نسخًا أو نظامًا من مفردات وقتية، عن طريقها نفهم بعض الأشياء؛ مثل: اللحظة، والوهلة، والآن، والديمومة ... إلخ. فما الشكل العام لهذه المفردات؟ وضعت ثلاث نظريات في طوبولوچية الزمان، توجزها الأشكال الثلاثة الآتية[١]:



ويمكن أن نضيف إلي هذه الأشكال النقطة. وتصور الزمان نقطة مفردة مستقلة ومطلقة في حد ذاتها له دوره في التصوف، في حين أن الزمان المفتوح بلا بداية وبلا نهاية هو الزمان العلمي، أو الزمان الفيزيائي.

والزمان المتفرع له دوره في علم التاريخ وفي أنساق فلسفية محددة، أما الزمان الدائري فقد ساد الفلسفة القديمة؛ إذ "كانت الروح اليونانية تنظر إلى الأشياء على أنها لابد أن تكون متناهية؛ أي تامة في ذاتها ومقفلة على نفسها. ففي هذا يتحقق الكمال، وتبعًا لهذا أتت بنظرتها للكون؛ فهي تريد أن تتصوره مقفلًا على نفسه." ومن ثم كان الزمان لديهم، دائرة مغلقة على نفسها، خصوصًا أنهم أدركوه من حركة الكواكب التى بدت دائرية، وفي النهاية تمسك اليونان "بفكرة الزمان الدائري الذي تتكرر فيه الأحداث، وتتم بشكل دورات متعاقبة، وكان من أثر ذلك قول الإغريق بفكرة العود الأبدي التي وُجِدَتْ لدى البابليين، وهيرقليطس، وأنبادوقليس، والرواقيين الذين قالوا بالسنة الكبرى أو الاحتراق الكلي(*).[٢]".

أحرز الزمان العلمي تقدمًا يؤكد انسحاق الزمان الدائري، ويلغي تمامًا العَوْد التكراري الدائري، الذي هو في الواقع فكرة متناقضة في حد ذاتها، "فتصور الزمان على أنه يدور

---

(١) يمنى طريف الخولي: "الزمان في الفلسفة والعلم"، ص٣٠

(*) العالم عند الرواقيين ليس أبديًا كما ذهب إلى ذلك أرسطو، فكما أن للعالم بداية فسيكون له نهاية، لكن العالم لا يكاد ينتهى حتى يعود مرة أخرى إلى النار الأولية في الاحتراق الكلي أو العام، وهذا الاحتراق يحدث في هوادة من غير عنف، ولكن زيوس Zeusيعود فيخلق العالم من جديد، وهكذا تتوالى الدورات في عود أبدي تتكرر فيه السنة الكبرى التي تتكرر فيها الأحداث نفسها. انظر: حربي عباس عطيتو: "اتجاهات التفكير الفلسفي عند اليونان (العصر الهللينستي)"، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠١٧، ص١٧٥-١٧٦

(٢) يمنى طريف الخولي: "الزمان في الفلسفة والعلم"، ص٣١

ثانية وثالثة، يعني القول بأن الزمان نفسه يحدث في أزمنة مختلفة. وهذا تناقض ذاتي؛ فكل زمان يحدث مرة واحدة فقط في أوانه، وأي أوان آخر يعني زمانًا آخر." ويسهم الفكر الديني في إلغاء دائرية الزمان، حين يجعله خطًا مستقيمًا يبدأ بخروج آدم من الجنة وينتهي بقيام الساعة، ويزيده بنقاط ذهبية غير قابلة للتكرار؛ كلحظة الخلق، أو ظهور الرسالة، أو الهجرة النبوية ... إلخ. وقد شغلت مشكلة "هل للزمان بداية؟" كثير من الفلاسفة ومنهم هيرقليطس، الذي أنكر أن يكون للوجود بداية، فهو نار أزلية أبدية خالدة، إلى أن ظهرت الأديان السماوية التي تقول إن الله خلق العالم من العدم. فهذا يعني أنه في لحظة ما من لحظات الزمان قد جلبه الله إلى الوجود؛ ليظل العالم في كل آنٍ من آنات الزمان معتمدًا على الله[١].

التغير الحقيقي والتغير الزمني:

الزمان هو المكون الأساسي للكون. إنه البُعد الخاص بالتغير. ومع ذلك فالتغير له معنيان. هناك تغير حقيقي بمعنى أن حالة العالم تختلف تاريخيًا، وأيضًا من حيث البنية والوظيفة؛ وهناك تغير زمني بمعنى أن الحالة التي كانت في المستقبل أصبحت حاضرة ثم ماضية. لا تعترف الفيزياء سوى بالتغير الحقيقي فقط. وفقًا لذلك، فإن الزمان في الفيزياء يقتصر على كونه البُعد الخاص بالتغير الحقيقي[٢].

من حيث الخبرة، التغير الحقيقي والتغير الزمني موحدان. لا يمكننا المساعدة في افتراض منظور الحاضر عند اكتساب الخبرة. وهذا يعني أننا نشهد تغيرًا حقيقيًا من خلال تقديم حالة من العالم تلو الأخرى. لم يتم التمييز بين التغير الحقيقي والتغير الزمني بشكل واضح حتى ظهور النظرية النسبية[*]. تنكر النظرية النسبية إمكانية التزامن الكلي

---

(١) يمنى طريف الخولي: "الزمان في الفلسفة والعلم"، ص٣٢-٣٣

(2) Franck, G.: *How Time Passes?,* In: *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*, edited by: Rosolino Buccheri, Metod Saniga and William Mark Stuckey, IOS press and Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 2003, p.91

(*) نشر آينشتاين النظرية النسبية في جزأين منفصلين. الجزء الأول والمعروف بنظرية النسبية الخاصة، ونشر في عام ١٩٠٥. وهذه النظرية هي التي تفسر تباطؤ الزمن الذي جعل عمرك أصغر من أولئك الذين ظلوا بمكانهم على الأرض أثناء رحلتك إلى الثقب الأسود. وهي أيضًا النظرية التي تخبرنا بأنه لا يوجد شيء يمكنه أن يسافر بسرعة أكبر من سرعة الضوء، ومنها اكتشف آينشتاين معادلته الشهيرة: الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء ($E = mc^2$). والسبب الحقيقي في وضع كلمة خاصة هو تمييز هذه النظرية عن نظرية أخرى نشرها آينشتاين بعد عقد من الزمان، والتي نسميها النظرية النسبية العامة. والنظرية النسبية الخاصة هي أساسًا مجموعة جزئية من النظرية العامة. وعلى وجه الخصوص، تنطبق النظرية النسبية الخاصة على حالة خاصة فقط، يتم فيها تجاهل أية تأثيرات للجاذبية، بينما تتضمن النظرية العامة موضوع الجاذبية. وبالتالي فإن النظرية العامة هي التي تفسر ملاحظاتك الخاصة عن الجاذبية القوية للثقب الأسود، وهي أيضًا النظرية التي نستطيع من خلالها فهم بنية الكون ككل، بما في ذلك التمدد الملحوظ له. انظر: جيفري بينيت، "ما النسبية؟: مقدمة

universal simultaneity، وبالتالي إمكانية وجود الحاضر الكلي(*). بدون "الآن"، لا يوجد حد يفصل بين الماضي والمستقبل. تعتبر إزالة هذا الحد الفاصل بمثابة بناء كون ثابت، كون نعيش فيه الحالات التي تمر بنا بالتتابع وكأنها كتلة واحدة(١).

من المتفق عليه أن الأحداث لها موقع في الزمان والمكان، لكن الزمان ليس مكانًا. يختلف الزمان الذي نعايشه من حيث النوع اختلافًا كبيرًاعن المكان المادي التي نعيش فيه. على سبيل المثال، يمكننا التحرك ذهابًا وإيابًا في المكان، ولكن ليس في الزمان. وكانت إحدى المفارقات العظيمة في فيزياء القرن العشرين هي أن النظرية النسبية، سواء النسبية الخاصة (SR) أو النسبية العامة (GR)، قد نجحت للغاية على وجه التحديد لأنها تجاهلت هذا الاختلاف وغيره من الاختلافات الأساسية. علاوة على ذلك، فقد أحرزت تقدمًا في الفيزياء من خلال المضي قدمًا، وتحويل الزمان إلى نسق مكاني متخيل بشكل كامل(٢).

المبحث الثاني: ماهية الزمان في الفكر الفلسفي عند أرسطو

العلاقة الأرسطية بين الزمان والحركة ونفس الإنسان

"ما الزمان؟" أي، "ما طبيعته أو جوهره؟" "هل هو شيء حقيقي أم لا؟". أرسطو يثير هذه الأسئلة الأنطولوچية في الفيزياء، وهو يسعى إلى تقديم إجابات يقصد بها فهم هذا الكيان المُلغِز كرونوس chronos (الزمان)، بشكل حاسم قدر الإمكان، والذي يشكل إحدى فئاته العشر، أو النمط العام للوجود، بمعنى الـ"متى" (pote)، أو "في أي زمان" وقع الحدث. إنه يؤكد أن الكائنات الطبيعية تتميز عن الأشياء المصنوعة، أو التي أوجدها الإنسان بأنها تمتلك "القدرة الذاتية على الحركة" والتغير بطرق مختلفة، والتي تحددها الفئات المعنية: على سبيل المثال الجوهر في حالة النشأة والفناء، والكمية في حالة الزيادة والنقصان، والطبيعة في حالة التغير، والمكان في حالة الحركة. الزمان، مثل الحركة، يرتبط بها وجوديًا ونفسيًا، كما سنرى، هو "كم مستمر" (syneches poson) أو "مقدار" (megethos). هذا يعنى أنه، كما هو الحال مع كل الأشياء المستمرة، يتميز الزمان بأنه منقسم إلى ما لا نهاية (ad

---

بديهية لأفكار آينشتاين وسبب أهميتها"، ترجمة: محمد فتحي، العدد: ٢٩٥٣، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١٧، ص٤٧-٤٨

(*) أعتقد المقصود هنا استحالة وجود "حاضر" واحد في كل مكان، فدومًا الحاضر الذي نعيشه- مثلًا- في مصر، سيمثل الماضي الخاص باليابان، والمستقبل الخاص بأمريكا بسبب حركة كوكب الأرض، يمكن ملاحظة ذلك من مواقيت الصلاة نفسها التي تتغير من بلد لبلد.

(1) Franck, G.: *How Time Passes?*, p.91

(2) Jaroszkiewicz, G.:*Analysis of the Relationship Between Real and Imaginary Time in Physics,* In: *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*, p.153

infinitum)، وبالتالي، يعني حقيقة أنه لا يوجد حد أدنى من الزمان، ومع ذلك فالزمان له حد، "الآن" (nun) التي تشبه النقطة، والتي تفصل الماضي عن المستقبل[١].

رأى الفلاسفة الطبيعيون السابقون على سقراط وكذلك أفلاطون أن ماهية الزمان تقوم في الحركة. ولهذا ربط أرسطو تعريفه للزمان بالحركة بأنه: "**مقدار (عدد) الحركة بحسب المتقدم والمتأخر**"، أي أنه ربط بين الزمان والحركة دون أن يجعلهما شيئًا واحدًا، وقرر أن الزمان عدد أو مقياس للحركة من حيث في الحركة تقدم وتأخر، أي توالٍ[٢]."**فبعض الزمان قد مضى ولم يعد موجودًا، والباقي منه مستقبل لم يوجد بعد، والزمان سواء أخذ منه في معناه غير المتناهي، أو أخذ منه مقدار متناه محدود فهو مركب مما مضى ومما سيكون، فكيف يمكن أن نتصور ما كان مركبًا مما ليس بموجود مشاركًا بماهية موجودة؟**."[٣]

ستركز هذه الدراسة على جانبين من تحليل أرسطو للزمان. أولًا، سوف تبحث اتصال الزمان بالحركة، كما هو موضح في تعريفه التقني للزمان، والذي يحدده على أنه "رقم" (arithmos) و"قياس" (metron) الحركة. ثانيًا، ستنظر في علاقة الزمان بالنفس (soul) على المستوى الإنساني، والتي يبدو أنها مسؤولة عن "قياس" و"عد" الحركات المنتظمة المحددة. وكنتيجة لذلك نشأ الزمان على مستوى الإدراك البشري، وبشكل إشكالي كظاهرة نفسية ذات ذرائع وجوديّة. سيظهر ضمنيًا أن الزمان، بسبب صلته الضرورية بالحركة الطبيعية المنتظمة والوعي الإنساني، لا يمكن أن يُطبَّق أو يؤثر بأي شكل من الأشكال في ousiai (الجواهر) الأرسطية الخاصة[٤].

في ضوء ذلك، يجب اعتبار الأبدية (aion) "آنًا" (nun) نيَّرة وثابتة لعقل إلهي نشط دائمًا وجذاب، في مقابل الزمان الذي نعرفه على المستوى الإنساني، والذي يُصوَّر على أنه "حركة معدودة". ينشأ الزمان الذي نعرفه experienced time من خلال "الآن" الديناميكية والمتغيرة دائمًا كما يتضح في المقام الأول من خلال الحركات المنتظمة للأجرام السماوية، والتي نستوعبها من خلال إدراك وظيفة النفس البشرية. بهذا المعنى، يختلف تصور أرسطو للزمان عن مفهوم آينشتاين. على الرغم من انتقاد أرسطو لأفلاطون، فقد بقى في هذا

---

(1) Evangeliou, C. C.: *The Aristotelian Relation of Time to Motion and to the Human Soul,* In: *TheNature of Time: Geometry, Physics and Perception*, p.367

(٢) عبد الرحمن بدوي: "مدخل جديد إلي الفلسفة"، وكالة المطبوعات، الكويت، ١٩٧٥، ص٢٠٠-٢٠١

(٣) أرسطو: "الفيزياء: السماع الطبيعي"، ترجمة: عبد القادر قينيني، أفريقيا الشرق، المغرب، ١٩٩٨، المقالة الثالثة، الفصل العاشر، الفقرة (٢١٨أ)، ص١٣٢

(4)Evangeliou, C. C.: *The Aristotelian Relation of Time to Motion and to the Human Soul*,p.368

الموضوع تلميذًا له، حيث ربط أفلاطون بحصافة بين كرونوس(الزمان) وروح العالم World Soul (psyche)، وتصورها على أنها "صورة متحركة للأبدية". بعبارة أخرى، إنها انعكاس لحياة الإله العقلية، أو أساس العالم العلوي homo-ousian Kosmos Noetos الثابت إلى الأبد، هنا على الأرض[١].

رؤية أرسطو للحركة والزمان:

بيّن أرسطو أن الزمان ليس الحركة، ولا يوجد الزمان من غير حركة، لأننا لا ندرك الزمان ولا نقيسه إلا بمساعدة الحركة. وإنه يجب تحديد الزمان بصفته عدد الحركة بالنسبة لما سبق وما يتقدم. فالزمان ليس الحركة، بيد أنه يقاس بالحركة، كما أن الحركة تقاس بالزمان، لأن كلاً منهما يتحد بالآخر. ويجمل أرسطو دراسته لمسألة الوقت فيقول: "**وبما أن الزمن هو مقياس الحركة، فإنه هو نفسه مقياس السكون، لأن كل سكون موجود في الزمن.**"[٢] فالزمان عدد معدود كالأشياء المعدودة، فهو مؤلف من مراحل متمايزة يتلو بعضها، بعضًا وبالتالي يمكن عدها، والذي يعد هذه المراحل هو النفس، فإذا لم توجد نفس تشعر بالزمان وبعده، فلن يوجد زمان ما، بل توجد الحركة وحدها في المكان، ولا يوجد ما يعدها أي النفس. والنفس هي التي تقيس الزمان وتعتبره كلًا واحدًا يتألف من ماض، وحاضر، ومستقبل[٣].

لذلك يشير أرسطو إلى أنه لا يمكن التوحيد بين الزمان والحركة أو التغير، لأن الحركات كثيرة بينما الزمان واحد، وبما أن الزمان مرتبط بشكل واضح بالحركة أو التغير، فإذا لم نكن على وعى بالتغير، فلن نكون على وعى بالزمان. فالأشياء التي تكون في حالة حركة، أو في حالة سكون بحيث تكون قادرة على الحركة، هي وحدها التي تكون في الزمان، أما ما هو أزلي وثابت لا يتحرك فهو لا يوجد في الزمان. (الحركة أزلية إلا أن من الواضح أنها ليست ثابتة: ولذلك فهي موجودة في الزمان. وينتج عن ذلك أن الزمان هو الآخر أزلي؛ بمعنى أنه لم تكن له بداية قط، ولن تكون له نهاية أيضًا). أما بالنسبة لتأكيد أرسطو أن الزمان الموجود في الحركة هو الذي يمكن قياسه، فإنه لا يقصد بذلك أن نفهمه كما لو كان في استطاعتنا حساب الآنات (Nows) التي ينطوي عليها التغير، بل يقصد أنه

---

(1) Ibid., pp.368-369

(٢) س. بريوشينكين: "أسرار الفيزياء الفلكية والميثولوچيا القديمة"، ترجمة: حسّان ميخائيل إسحق، دار علاء الدين، دمشق، ٢٠٠٦، ص٢٣٩

(٣) محمد على أبو ريان: "تاريخ الفكر الفلسفي: أرسطو والمدارس المتأخرة"، ص١٠٤

عندما يكون المرء على وعى بالزمان، فإنه يكون مدركًا للكثرة أي كثرة الأطوار. فالزمان هو ذلك الوجه من عنصر التغير أو الحركة الذي يمكن الذهن من التعرف على كثرة الأطوار[١].

اعترض أرسطو على أنه لا يمكن تحديد الزمان بحركات سماوية: بما أن الحركة تقاس بالزمان، فلا يمكن قياس الزمان بالحركة. يمكن أن تكون الحركة سريعة أو بطيئة وأن التغير، المصاحب للحركة، له موقع في المكان، بينما لا يمكن إدراك الزمان على هذا النحو، على الرغم من أننا ندرك مرور الزمان عندما نكتشف التغير والحركة. يُقر أرسطو أن الزمان يعتمد على التغير أو الحركة، وأن الوعي بالزمان يعتمد على الوعي بـ "قبل" و "بعد" في التغير. العلاقة بين الزمان والتغير متبادلة: فمن دون تغير، لا يمكن أن يكون هناك إدراك للزمان؛ ومن دون زمان لا يمكن أن يكون هناك قياس للتغير. "الزمان يميز الحركة، لأنه عددها، والحركة هي الزمان". لكن أرسطو لم يقدم نظرية للزمان؛ بل رسم نظرية لقياس الزمان. من وجهة نظر أرسطو، يصبح الزمان تغيرًا كميًا من "قبل" إلى "بعد" في سياق الأحداث.وبالتالي فأرسطو يربط الحركة المنتظمة بالقياس والمقدار. وقال إن التغير المنتظم هو شرط ضروري لقياس الزمان. في حين أن هناك العديد من الحركات الخاصة، والتي قد تتغير وتتوقف، هناك نوع واحد من الحركة المنتظمة–الحركة الدائرية الأبدية للأجرام السماوية– التي توفر مقياسًا مثاليًا للزمان. لقد اعتبر الزمان عملية عد، مرتبطة بتصورنا لعلاقة "قبل– بعد" فيما بين الأحداث داخل الحركة. تقتصر الحركة على النوع (التغير) والكم (التغير في الحجم)، والحركة المكانية (التغير في المكان). الزمان هو التغيير الكمي من "قبل" إلى "بعد"، وبالتالي يعني قياسًا ومقدارًا. يقدم أرسطو تعريفًا للمدة القابلة للقياس بالأحداث، وليس نظرية للزمان؛ لأن أرسطو لا يزال صامتًا بشأن مسألة طبيعة الزمان[٢].

لكن هل أرسطو محق في رأيه أن الزمان لا يمكن أن يكون مطابقًا للحركة لأن الحركة يمكن أن تكون بطيئة أو سريعة، ويتم قياسها في الزمان، بينما العكس ليس صحيحًا؟ صحيح أن العديد من الحركات لن تكون مناسبة لتحديد الزمان الفيزيائي: كحركة الجزيئات في سائل، وحركة جزيئات الغاز في حاوٍ، وحركة المارة في المدينة، وحركة السيارات على الطريق السريع؛ كلها غير منتظمة بشكل يمنعها من أن تكون صالحة لهذا الغرض. ولكن إذا كنا حذرين فيما يخص التمييز بين الزمان الفيزيائي والزمان البشري، فسنحتاج لبعض

---

(١) فريدريك كوبلستون: "تاريخ الفلسفة: اليونان وروما"، ترجمة: إمام عبد الفتاح إمام، مج١، العدد:٤٣٦، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، ٢٠٠٢، ص٤٣٢

(2) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, Springer, New York, 2013, pp.9-10

الأحداث الفيزيائية المنتظمة لتحديد الزمان الفيزيائي. تخبرنا التجربة أنه يمكننا قياس حركة أقل انتظامًا بحركة أكثر انتظامًا. يمكن استخدام نبضات قلب الشخص لقياس حركة المارة في الشارع: كم يستغرقون من الزمن لعبوره، وكم يستغرقون من الزمن للانتقال من طرفه الشمالي إلى طرفه الجنوبي. لكن يوجد عيب واضح في هذه الطريقة، هو أن نبضات القلب غير منتظمة، بحيث تكون مثل هذه القياسات غير دقيقة. ولكن يمكن استبدال نبضات القلب بساعة أكثر انتظامًا، ساعة مائية(*) مثلًا. وبالتدريج –من خلال عملية التثليث triangulation– ستتحسن دقة الساعات، إلى أن تتوفر ساعات موثوق فيها إلى حد كبير. كانت أفضل الساعات متاحة تحت تصرف معاصري أرسطو هي الساعات الشمسية والساعات المائية، والتي كانت معروفة بالفعل في مصر في عام ١٦٠٠ قبل الميلاد. ومع ذلك، رأى الإغريق أن قياس الزمان يجب أن يعتمد على الحركة السماوية، لأنها منتظمة ودورية؛ إنها تشكل الزمان الفيزيائي. ومع ذلك فرأي أرسطو فيه وجاهة عندما رفض تحديد الحركة السماوية الدائرية للزمان. فهناك عدة مفاهيم للزمان: الزمان الفيزيائي، والزمان البشري، والزمان الاجتماعي، والزمان النفسي، ولا يمكن التعرف عليها جميعًا بالحركة السماوية. وقد استبدلت القرون اللاحقة مدارات الكواكب، وأحلت محلها عمليات أكثر دقة لربطها بالزمان الفيزيائي. يعد الزمان البشري مجرد استخلاص مأخوذ من مراقبة العمليات الفيزيائية المتنوعة، والتي تؤدي إلى تقسيم العام واليوم، وفقًا للتقويمات المألوفة لدينا(١).

من أجل فهم الفرق بين الزمان الفيزيائي والبشري، من المهم التمييز بين الوحدات الزمنية الطبيعية والتقليدية. تعتمد الوحدات الزمنية الطبيعية على عمليات دورية في الطبيعة، والتي تتكرر بعد فاصل زمني معين. قد تكون غير دقيقة تمامًا، مثل الفيضان الدوري لنهر النيل، الذي اعتمد عليه المصريون القدماء في السنة التقويمية؛ أو أكثر انتظامًا، مثل الظواهر السماوية. تستند بعض الوحدات الأساسية للزمان، مثل اليوم والسنة، إلى وحدات زمنية طبيعية. على سبيل المثال، تبلغ فترة دوران الأرض حول محورها ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤.١ ثانية؛ بينما هي نفسها عند كوكب أورانوس ١٧ ساعة. يبلغ طول السنة المدارية–الزمان الذي تحتاجه الأرض لدورة واحدة حول الشمس– ٣٦٥.٢٤٢.١٩٩ يومًا، أو

(*) Clepsydra or Water Clock كانت مستخدمة في مصر قبل عام ١٤٠٠ ق.م. وهي تتألف من وعاء من المعدن أو الفخار به ثقب صغير قي القاع يتسرب منه الماء بمعدل سبق تحديده. ومستوي الماء المتبقي يشير إلى الوقت الذي يمكن قراءته على مدرج منقوش على جانب الوعاء. انظر: ر. س. بورتر وآخرون: مرجع سابق، ص٩٧

(1) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.10

٣٦٥ يومًا و٥ ساعات و٤٨ دقيقة و٤٦ ثانية. لكن السنة التقويمية لها ٣٦٥ يومًا، و٣٦٦ السنة الكبيسة، مما يمنح السنة التقويمية متوسط طول يبلغ ٣٦٥.٢٤٢٥ يومًا. نظرًا لأن السنوات التقويمية لا يمكن أن يكون لها أطوال كسرية، فسيكون هناك دائمًا تباين بين السنة المدارية والسنة التقويمية. أدى هذا الاختلاف إلى استبدال التقويم الميلادي بالتقويم اليولياني (١٥٨٢). سيبقى التقويم الميلادي دقيقًا خلال يوم شمسي واحد لنحو ٢٤١٧ عامًا. تتمثل إحدى الصعوبات التي تواجه اليوم والسنة، كما تم تعريفها للتو، في أن هذه الوحدات الزمنية ليست ثابتة، نظرًا لوجود مخالفات بسيطة في حركة الأرض. تاريخيًا، أدى هذا التناقض إلى إصلاحات التقويم، وإعادة تعريف "الثانية" من كونها جزءًا صغيرًا من فترة دوران الأرض حول الشمس إلى ذبذبات ذرية[١].

في حين يعتمد الزمان الفعلي على هذه الوحدات الطبيعية، فإن الزمان البشري يعتمد على الوحدات الزمنية التقليدية[*]. الأسبوع ٧ أيام، الذي صنعه الرومان، وتقسيم اليوم إلى ٢٤ ساعة، والساعة إلى ٦٠ دقيقة، والدقيقة إلى ٦٠ ثانية، وتقسيم السنة إلى ١٢ شهرًا، وأطوال الأشهر ٣٠ أو ٣١ يومًا (باستثناء فبراير)، صنعها الرومان أيضًا، كلها وحدات زمنية تقليدية. فهي تقليدية لأنها تستجيب للاحتياجات الاجتماعية البشرية الخاصة بتقدير الزمان الذي تتوافق معه، على الرغم من عدم وجود عمليات فيزيائية. لإعطاء مثال على ذلك، بداية السنة (١ يناير) تقليدية بحتة، لأنه لا يوجد حدث طبيعي من شأنه أن يميز هذا التاريخ المحدد. وبالمثل فإن بداية اليوم عند منتصف الليل هو أمر تقليدي. ومع ذلك لاحظ أن جميع هذه التقاليد ليست اعتباطية. حيث تتوافق الاعتدالات والانقلابات الصيفية والشتوية، مع مواضع معينة للأرض فيما يتعلق بالشمس. قام بالفعل البابليون بعمل الأسبوع ٧ أيام، وسمُّوا أيام الأسبوع، مثل المصريين، وفقًا للشمس والكواكب المعروفة: القمر، والمريخ، وعطارد، والمشتري، والزهرة، وزحل. وقد جاء تقسيم السنة إلى ١٢ شهرًا (٤٠٠٠ قبل الميلاد) من الاثني عشر مدارًا للقمر حول الأرض في السنة المدارية الواحدة. لكن هذا يخلق مشكلة في حساب الزمان؛ لأن الزمان بين الطور القمري هو ٢٩.٥ يومًا فقط من أيام الأرض، لكن السنة الشمسية تحتوي ١٢.٣٦٨ شهرًا قمريًا. ونتيجة لذلك، أصبح طول الشهر تقليديًا تمامًا ولم يعد مرتبطًا بالشهر القمري. يُفسَّر تقسيم اليوم إلى ٢×١٢ ساعة بالاعتبارات الهندسية. فخلال فصل الصيف، يمكن رؤية ١٢ كوكبًا فقط في سماء الليل،

---

(1) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.11

(*) المقصود بالتقليدية هنا ما تعارف عليه الناس، واتفقوا عليه، وأصبح متوارثًا بينهم، وبات تقليدًا.

مما أدى إلى تقسيم ١٢ ساعة ليلًا ونهارًا. وفقًا لنظام العد الستيني sexagesimal system، هناك ١٠ ساعات بين شروق الشمس وغروبها، كما يظهر في المزولة(*)، حيث تتم إضافة ساعتين إلى الشفق والغسق صباحًا ومساءً. عندما يتم ضبط بداية ونهاية السنة واليوم، يُعتمد في ذلك أيضًا على التقليد والاحتياجات الاجتماعية. في مصر القديمة على سبيل المثال، بدأ العام في ١٩ يوليو (وفقًا للتقويم الميلادي)، حيث يمثل هذا التاريخ بداية فيضان النيل. في أواخر العصور الوسطى، كانت هناك مجموعة واسعة من أيام السنة الجديدة: في وسط أوروبا (٢٥ ديسمبر)؛ وفي فرنسا (٢١ مارس، تم تغييرها إلى الأول من يناير عام ١٥٦٧)؛ وفي الجزر البريطانية، وأجزاء معينة من ألمانيا وفرنسا (٢٥ مارس)(١).

على الرغم من هذه الجوانب التقليدية، يجب التأكيد على أن الوحدات الزمنية التقليدية لابد أن تتبع وحدات الزمن الطبيعية. لأنه بخلاف ذلك لن تتناسب الوحدات الزمنية التقليدية مع تواتر الوحدات الطبيعية. يرتبط قياس الزمان ارتباطًا لا ينفصم باختيار بعض الإطارات المرجعية الخاصة بالقصور الذاتي، مثل النجوم "الثابتة"، والنظام الشمسي، وتوسع المجرات أو الاهتزازات الذرية. لقد كانت إحدى أعظم اكتشافات الفلسفة اليونانية أنها أدركت أن هناك صلة بين الزمان وعلم الكونيات cosmology. إذن يفترض وجود وحدات زمنية تقليدية وجود وحدات زمنية طبيعية. ويمكن تبرير وجود الزمان الفيزيائي من خلال دراسة تداعيات المفاهيم المثالية والتجريبية للزمان(٢).

تبدو طبيعة الزمان إشكالية بالنسبة لنا، لأن واقع الزمان مشكوك فيه. وفقًا لكلام لأرسطو، يستند هذا الشك المعقول إلى حقيقةأن الزمان يبدو أنه يتكون من الأجزاء الزمنية "غير الموجودة" للماضي وللمستقبل، أي "الذي لم يعد موجوداً" و"الذي لم يوجد بعد". وهو يسأل، "كيف يمكننا أن نتصور ما يتكون من اشتراك "غير الموجود" في وجوده بأي شكل من الأشكال؟" لجعل الأمور أكثر صعوبة بالنسبة لنا يعتبر الماضي غير الموجود والمستقبل

(*) المزاول الشمسية أو ساعات الظل صالحة للاستعمال أثناء ساعات النهار في الأجواء المشمسة (كان أكثر استعمالها في بلدان البحر الأبيض المتوسط)، ولا يمكن استخدامها وقت الليل والأيام الملبدة بالسحب، لهذا وجدت نظم بديلة لتسجيل الوقت لم تكن تعول على الشمس.والعرب هم الذين أدخلوا مزيدًا من التطوير على المزاول الشمسية، ويرجع الفضل إلى الحسن بن الهيثم (صاحب كتاب المناظر) إلى تعريف الغرب بالساعات المتساوية، وإن كان ذلك لأغراض فلكية. وعندما شاع استخدام الساعات الآلية الأولى في أواخر القرن الرابع عشر، كان من المتوقع اختفاء المزاول الشمسية، غير أن ذلك لم يحدث؛ إذ كانت الساعات مرتفعة الثمن، ضخمة الحجم، ولم تبلغ درجة عالية من الدقة إلا في القرن السابع عشر. انظر: ر. س. بورتر وآخرون:"فكرة الزمان عبر التاريخ"، ص٩٦-٩٧

(1) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, pp.11-12

(2) Ibid., p.12

غير الموجود، كأجزاء من الزمن المستمر، مفصولة بشكل حاسم عن طريق الحاضر، "nun الأرسطية"(الآن) ، والتي ليست جزءًا من الزمان بالمعنى الدقيق للكلمة. فعلى عكس الأجزاء التي تمثل مقياسًا للكل، والتي تنتمي إليه بشكل سليم، فإن "الآن" لا تمثل مقياسًا للزمان عند أرسطو، تمامًا كما لا تعد النقطة مقياسًا لطول الخط. إضافة إلى ذلك، فإن طبيعة "الآن" غير واضحة في حد ذاتها، لأنه ليس من السهل رؤيتها، أو على حد تعبيره: "هل "الآن"، التي تبدو أنها تقسم الماضي والمستقبل (أ) هي دائمًا نفسها أم (ب) تتغير باستمرار؟"[١]

"يبدو الآن أن الشيء الأشد وضوحًا في الزمان هو أنه يظهر لنا للوهلة الأولى كنوع من "المرور" [الحركة] والتغيير؛ ولكن إذا اتبعنا هذه الفكرة، نجد أنه عندما يتغير أو يتحرك أي شيء معين، تكون الحركة أو التغيير في الشيء المتحرك أو المتغير نفسه، أو أنها تحدث حيث يكون فقط؛ في حين أن "مرور الزمان" حاضر في كل مكان على حد سواء ويتعلق بكل شيء. وعلاوة على ذلك، قد تكون جميع التغيرات أسرع أو أبطأ، ولكن ليس هذا هو الحال بالنسبة للزمان؛ فنحن نُعرِّف السريع والبطيء بالزمان، حيث يكون التغير أكثر في زمان أقل في حالة "أسرع"، ويكون عكس ذلك في حالة "أبطأ". ولكن لا يمكن للزمان قياس نفسه على هذا النحو، كأن هناك مسافة (مثل المسافة التي تمر في الحركة) أو تعديل نوعي، كما في أنواع التغيير الأخرى.من الواضح إذن أنَّ الزمان ليس مطابقًا للحركة؛ ولا نحتاج، في هذا الصدد، إلى التمييز بين الحركة وأنواع التغير الأخرى. من ناحية أخرى، لا يمكن فصل الزمان عن التغير؛ لأنه عندما لا يحدث–أو يحدث– أي تغير في الوعي دون أن ندركه، فسيبدو لنا أن الزمان لم يمر، كما حدث في القصة الخرافية مع الرجال الذين "ناموا مع الأبطال" في سردينيا عندما استيقظوا،وهكذا، بالضبط لن يكون هناك زمان إذا لم يكن هناك تمييز بين هذه "الآن" وتلك "الآن"، لكنه إذا كانت هي "الآن" نفسها دائمًا، بالطريقة نفسها، فسيبدو أنه لا يوجد زمان بين "آن"، و"آن" لأننا نفشل في التمييز بينهما. إذن، بما أننا لا ندرك الزمان الذي لا نميز فيه أي تغير (سيبدو العقل وكأنه ملازمًا لحالة واحدة غير قابلة للتجزئة أو الاختلاف)، في حين أننا إذا لاحظنا التغير وميزناه، فإننا نقول إن الزمان قد انقضى، فمن الواضح أنه لا يمكن فصل الزمان عن الحركة والتغير. بوضوح، إذن، الزمان ليس متطابقًا مع الحركة، ولا يمكنه الانفصال عنها."[٢]

(1) Evangeliou, C. C.: *The Aristotelian Relation of Time to Motion and to the Human Soul*,pp.369-370

(2) Evangeliou, C. C.: *The Aristotelian Relation of Time to Motion and to the Human Soul,* p.371

هذا مقطع مهم ليس فقط لأنه يشير بوضوح إلى أي مدى حرص أرسطو جاهدًا على ربط الزمان بالحركة دون تحديد أي منهما، ولكن أيضًا بسبب معارضته لآينشتاين والرأي الحديث القائل باستمرارية الزمكان(*).[1].

إن طبيعة "الآن" أكثر تعقيدًا من ذلك بالنسبة لأرسطو، لكن نظرًا لتصوره الديناميكي للطبيعة، فإن التحول أعلاه "للواقع المادي" لن يظهر له باعتباره "أكثر طبيعية"، بل بالأحرى سيظهر غير طبيعي وأكثر أفلاطونية. بالنسبة له، لا توجد "مساحة فارغة" أو أي زمان لا وجود فيه لأجسام طبيعية تعيش، وتتحرك، وتتصرف، وتعد وتقيس الأجسام الأخرى، وحركاتها في المكان وفي الزمان. تقترب نظرية آينشتاين العامة للنسبية من موقف أرسطو في هذه المرحلة، لكنها لا تزال تحتفظ بابتعادها عن الشعور الإنساني بالزمان[2]:

"وفقًا للميكانيكا الكلاسيكية، ووفقًا للنظرية النسبية الخاصة، للمكان space (الزمكان space-time) وجود مستقل عن المادة أو المجال. فمن أجل أن تكون قادرًا على وصف كل ما يملأ المكان، ويعتمد على الإحداثيات، يجب التفكير في الزمان والمكان، أو النظر إلى نظام القصور الذاتي بخصائصه المترية في الحال على أنه موجود، وإلا سيكون قولنا "الذي يملأ المكان" بلا معنى. من ناحية أخرى وفقًا للنظرية النسبية العامة، فإن المكان space بوصفه عكس "ما يملأ المكان"، والذي يعتمد على الإحداثيات، ليس له وجود منفصل... فلا وجود للمكان الفارغ، أي مكان بدون مجال field. إن الزمكان لا يدعي وجوده من تلقاء نفسه، ولكن فقط كصفة بنائية للمجال."[3]

الملامح العامة للزمان عند أرسطو:

(*)Spacetimeوفقًا للرياضي الروسي الألماني هيرمان منكوفسكي Hermann Minkowski (١٨٦٤-١٩٠٩)، هو متصل رباعي الأبعاد Four-dimensional continuum، ذو ثلاثة أبعاد مكانية وبعد واحد زماني، وهو يفوق في أساسيته المكان أو الزمان. إن المكان في حد ذاته–فيما ذهب منكوفسكي– يتبددان إلى ظلال، والواقع الوحيد هو وحدتهما: الزمكان. وقد قدَّم منكوفسكي نظرية آينشتاين في النسبية الخاصة في إطار هذه البنية المترية رباعية الأبعاد، ولم يلبث آينشتاين أن قبل وطوَّر هذا المفهوم. من جهة أخرى، كانت ثمة رؤيتان واسعتان لطبيعة الزمكان؛ فإما أن يكون الزمكان جوهرًا من نوع ما، وإما أن يكون مجموعة من العلاقات المكانية – الزمانية بين الموضوعات المادية. انظر: ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلى الياء"،مادة: زمكان، ترجمة: صلاح عثمان، مراجعة: محمد السيد، العدد:٢٥٣٩، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١٨، ص٣٣٧

(1)Ibid., p.371

(2) Evangeliou, C. C.: *The Aristotelian Relation of Time to Motion and to the Human Soul,* p.372

(3) Ibid., pp.372-373

ينظر أرسطو أولًا إلى الحجج القائلة بعدم وجود الزمان. أو إن لم يكن عدم وجود الزمان، فيكون الغموض النسبي لماهية الزمان أيًا كانت. وهو يعني أن الزمان يتكون من أجزاء، وعندما يطرح "الأجزاء" المعروفة من الزمان: الماضي والمستقبل. يجد الماضي غير موجود لأنه "كان ولم يعد الآن كذلك"، والجزء الآخر أي المستقبل فإنه "سيكون ولم يكن بعد". ولكن، من الغريب أن أرسطو يتراجع ليقول إن أي زمان "يتكون من هذين". يستمر أرسطو في المجادلة بأنه نظرًا لوجود شيء قابل للقسمة، فمن الضروري وجود جميع أجزائه أو بعضها، ولكن يبدو أنه يُخرج الزمان من هذا القول الشرطي فيقول: "**ولكن بعض أجزاء الزمن من الماضي، في حين أن البعض الآخر من المستقبل، ولا يوجد جزء منه موجود الآن، رغم أنه قابل للقسمة**".بالنسبة لأفلاطون، في محاورة طيماوس، تعد الأيام والليالي والشهور والسنوات جزءًا من الزمان؛ الماضي (ما "كان") والمستقبل (ما "سيكون") ليست أجزاءً، ولكن أشكال من الزمان. وبالتالي، فمن غير الواضح، إذا كان أرسطو يستعين بالآراء endoxa هنا، مصدر فكرة أن "الماضي" و"المستقبل" هما جزءان من الزمان. وإذا لم يكن أرسطو يستعين بالآراء endoxa، ستكون حُجته دائرية. هذا يعني أنه إذا كان أرسطو يطرح أجزاءً غير موجودة من الزمان كسبب منطقي لاستنتاج أن الزمان غير موجود، فقد افترض ضمنيًا بالفعل أن الزمان كامل، وبالتالي يتكون من أجزاء. إن فكرة أن الزمان ككل تصبح مشكلة عندما نُقر الحجج التي قدمها أرسطو للتو فيما يتعلق بنوع الوجود الذي ينسبه إلى المالانهاية، وإلى المكان، وإلى الفراغ. هذه هي مصطلحات الحركة kinêsis وليست موجودات حقيقية قائمة بذاتها. فلماذا إذن يبدأ أرسطو أطروحته عن الزمان بافتراض أن الزمان كُل مكون من أجزاء؟[١]

يوضح أرسطو أن هناك طريقتين للتفكير في الزمان: (١) زمان غير محدود، و(٢) الزمان المستغرق. الآن، أظهر أرسطو بالفعل أن اللانهائي موجود فقط إلى الحد الذي توجد فيه إمكانية حدوثه، على سبيل المثال، في إمكانية القسمة اللانهائية infinite divisibility. ما الذي يجب أن نفعله إذن بفكرة "الزمان اللانهائي" المذكورة هنا دون تفسير أو تعريف؟يمكن أن تعني إشارة أرسطو إلى الزمان اللانهائي أمرين: (١) إشارة إلى "الزمان" لدى سابقيه، أي، إلى الزمان الأفلاطوني[*]، الذي قد يكون سبب تركيزه على

(1)Harry, Chelsea C.: *Chronos in Aristotle's Physics On the Nature of Time*, Springer, New York, 2015,p.35

(*) أكد أفلاطون على أن للزمان بداية، فالزمان لم يكن له وجود حتى صنع الصانع هذا العالم – بالتعبير الأفلاطوني– ليصبح الزمان تبعًا لنظرية المُثل ممثلًا لعالم المحسوسات المتغير، فالزمان – على حد تعبير أفلاطون – الصورة المتحركة، وبالتالي تكون الأبدية إذن في صورة حاضر مستمر، فلا ينطبق عليها الماضي

الأعداد هو فيثاغورث، أو(٢) إشارة إلى فكرة، سواء من أفلاطون أم من أي مكان آخر، مفترضة مسبقًا حول إمكانية وجود زمان لا نهاية له (aion)، باعتبار أن بعض الحركات السماوية تبدو وكأنها مستمرة بلا توقف، وأن احتمالاً قائمًا (على الأقل في القدرة الفكرية للروح) بوجود حركة مستمرة إلى الأبد[١].

إذا كان الزمان غير المحدود يشير إلى ذلك الذي لا يتغير ولا يتحرك، فهذا ليس نوع الزمان الذي نتوقع أن يناقشه أرسطو في الفيزياء. لقد رأينا تركيزه على الصيرورة becoming من بداية كتابه. يناقض ذلك حقيقة أنه لم يكن هناك أي ذكر على الإطلاق لحركة السماء غير المتغيرة. في الواقع، سيكون ذلك متجاوزًا للدخول المسموح به للعالم الطبيعي. هذا الزمان المستمر بشكل دائم ليس هو الزمان الذي يمثل مصطلح الحركة kinêsisمن حيث إشارته إلى طبيعة الكائنات الطبيعية. قد يكون بدلًا من ذلك موضوعًا لمفكر أكثر تأملًا، أو ربما عالم فلك. إذن في كلتا الحالتين، فكرة الزمان اللانهائي هي خارج نطاق آراء أرسطو هنا في الفيزياء. لذلك سوف يركز أرسطو على الزمان الذي يصبح مشكلة بالنسبة لنا، لأنه مصطلح للحركة kinêsis– إن زمنًا من هذا النوع يمثل فاصلًا زمنيًا– إنه الزمان المستغرق[٢].

يسهل أرسطو تحليله بتحديد الزمان أولًا، كأن يكون لانهائيًا مثلًا، ويحدد المكان، والفراغ، لتكون سمات للحركة. إنه يبدأ بالرأي الخاص بالتعايش بين الزمان والحركة. ويخلص إلى أن الزمان غير موجود من دون الحركة kinêsis، لأنه لا يبدو لنا أن الزمان قد انقضى عندما لا نلاحظ حدوث حركة. وهو يقدم مثالاً بمن ناموا في الأسطورة بين أبطال سردينيا وعندما استيقظوا لم يشعروا بمرور الزمان. إنهم يخلطون بين "الآن" التي يعيشونها عندما يستيقظون، و"الآن" التي عاشوها قبل النوم. ونظرًا لأنهم لا يدركون التغيير الذي حدث بالفعل، فهم لا يلاحظون الفاصل الزمني. يستطرد أرسطو في تشبيهه قائلًا– تمامًا كما لو كان "الآن" واحدًا ويمثل الشيء نفسه، فلن يكون هناك زمان، عندما لا يُنظر إلى الآنيات المختلفة على هذا النحو، لا يبدو أن الفاصل بينها موجود في الزمان. أرسطو إذن

والحاضر والمستقبل. بينماأنكر أرسطو أن يكون للزمان بداية، وما لا بداية له لا نهاية له، أي لامتناهٍ، ويرجع ذلك لرفضه لفكرة العالم المخلوق، وقوله بأن العالم قديم غير حادث، وبالتالي فالزمان قديم غير حادث أيضًا، وعلى أساس أبدية الزمان والحركة يثبت أرسطو وجود المحرك الأول الذي لا يتحرك.

(1) Ibid., p.36

(2) Harry, Chelsea C.: *Chronos in Aristotle's Physics On the Nature of Time*, P.37

يعتقد أن الزمان ليس مستقلاً عن الحركة، إذا كان صحيحًا أنه لا يمكن إدراك وجود الزمان عندما لا يكون هناك إدراك للحركة kinêsis.[١]

هذا ادعاء غريب لأنه، من ناحية، يبدو أن أرسطو يقول إن الزمان غير موجود بشكل مستقل عن الإدراك. فعندما لا يتم إدراك الفرق بين الآنيات، لا يتم إدراك الزمان، لكن أرسطو يبدو واضحًا هنا في أن عدم إدراك الزمان لا يعني أنه غير موجود. ومع ذلك، فهو يؤيد استنتاجه بأن الزمان لا وجود له بشكل مستقل عن الحركة بدعوى أن الزمان لا يتم إدراكه دون إدراك الحركة. بعبارة أخرى، إدراك الزمان يستلزم إدراك الحركة. لذلك، من ناحية، يشرح الزمان كشيء موجود بشكل مستقل عن الإدراك؛ ومن ناحية أخرى، يبرر ذلك على أساس ما تم إدراكه، أي بعدم انفصال إدراك الزمان عن إدراك الحركة. هذه الحجج الأولى في تحليل أرسطو تمثل التوطئة لبقية تحليله، وتشير إلى نظريته للزمان كفاصل زمني– نتيجة للتفاعل بين الشعور بالحركة و"الشعور"، أو إدراك زمان الحركة. وبملاحظة اللغة التي تستخدمها حُجة أرسطو هنا. نجد أنه يتكلم عن الشعور بالزمان كعملية ملاحظة noticing، كإدراك perceiving:ولم يستخدم لغة القياس والأرقام، وإنما يستخدم المصطلحين ὁρίσωμεν و αἰσθώμεθα ، أي "نلاحظ" و "ندرك"، على التوالي[٢].

يستمر أرسطو، مستخلصًا مرة أخرى استنتاجات حول ماهية الزمان استنادًا إلى الطريقة التي يتم إدراكه بها. فهو لا يعتقد أن الزمان قد انقضى، عندما لا يُنظر إلى كلمة "الآن" على أنها أكثر من واحدة. ولكن، بينما في الحجة السابقة، يترك أرسطو الباب مفتوحًا لإمكانية وجود الزمان بغض النظر عن الإدراك، وأنه فقط بسبب الإدراك–أو عدم وجود الإدراك– نسيء استيعاب الزمان، هنا يزيد أرسطو من قوة ادعائه بأن الإدراك الفعلي والفهم اللاحق لمعنى "قبل" و"بعد" يسهم بالضرورة في وجود الزمان. فهو يقول: "عندما ندرك "قبل" و"بعد" حينئذ نقول إن هناك زمناً، لأن الزمان هو هذا فقط–أي عدد الحركات المرتبطة بـ "قبل" و"بعد"،لا نقول فقط أن "هناك زمانًا"، عندما ندرك التغير من "قبل" إلى "بعد"، ولكننا نقولها عندما نعي أنه عندما نتحدث عن كل هذا الزمان، فهو في الواقع الزمان المستغرق. قبل تعريفه الشهير للزمان يخلص أرسطو إلى أنَّ: "الزمان هو هذا". إن لغزه الأصلي لفهم وجود الزمان قد كشف النقاب عن الآراء السالفة endoxa بشكل صحيح، وفي أعقابه ترك طريقة جديدة تمامًا للتفكير في الزمان. لا يختلف الأمر في طريقة تناوله للمكان، واللانهاية، والفراغ،

(1) Ibid., pp.40-41
(2) Harry, Chelsea C.: *Chronos in Aristotle's Physics On the Nature of Time*, p.41

حيث نرى نيته الواضحة هنا لربط الزمان بالحركة، وبشكل أساسي أكثر، بالموجودات التي تخضع للحركة، لجعل الزمان اشتقاقًا محتملاً من الحركة في ظل شروط معينة[١].

إذن كما هو متوقع، يخلص أرسطو مرة أخرى إلى أن "الزمان ليس حركةkinêsis"، وهنا يضيف التوضيح التالي بأنه "حركة فقط بقدرما يعترف بالعد enumeration". عند هذه النقطة إذن انتقل أرسطو من خلال تبريره للنتيجة التي مفادها أن الزمان موجود على الرغم من أنه يبدو مستحيلًا وجوده. إنه موجود لأن أرسطو أعاد تعريفه. الآن يجب فهم الزمان كرقم وليس كوعاء متخيل يحتوي على أجزاء غير موجودة. يجب أن يتم فهمه كرقم،يحدد كل فاصل زمني لحركة الموجودات الطبيعية عندما يتم إدراك تلك الحركة. إذن فإن القول بأن الزمان موجود هو تحديد بشكل كبير لما تعنيه كلمة "موجود". هذا هو المكان الذي يجب أن نعتمد فيه مرة أخرى على التصنيف الشكلي للكائنات الموجودة فقط بالقوة in potentiality، التي وضعها أرسطو في المقالة الثالثة من كتاب الطبيعة[٢].

تكشف الحركة kinêsis تعقيدات الكائنات الطبيعية، بما في ذلك البشر؛ حيث لا يوجد كائن طبيعي، بطبيعته، ثابت[*]. إننا نواصل التحرك من الحركات التي ندركها، لنكتشف أن شروط الحركة كلها–على الأقل تبدأ– موجودة بالقوة potentialities وليست بالفعل actualities. على سبيل المثال، بعكس ما يرى زينون Zeno، اللانهاية موجودة فقط عن طريق القسمة المحتملة. إن الحركة نفسها ليست هي موضوع البحث، بل "هذا"، أي الموجودات الجوهرية. إن "الآن" التي نلاحظها باعتبارها "قبل" بهذه الطريقة و"بعد" بهذه الطريقة، هي بالضبط موضوع أرسطو في الفيزياء. هذا النوع من الوجود، الذي يبقى على حاله، ولكنه يتغير باستمرار، غريب على الوجود الطبيعي. هذا يعني أن "الآن" هو الاسم الشائع للوجود الطبيعي، وبالتالي فهو مرجع لمراحله المختلفة من الوجود بالقوة والوجود بالفعل[٣].

الطابع الزمني لـ "الآن" عند أرسطو:

عمل أرسطو على استخراج الطابع الزمني لـ "الآن" من المصطلح. إن إدراك التغير من "آن" إلى "آن" لا يعني أي تغيير "في الزمان." وإنما بالأحرى يعني ببساطة الفرق الفعلي على مسار (باستخدام مصطلح هوسي) الحركة من "قبل" (جاكسون غير مُدرَّب) إلى "بعد" (جاكسون مُدرَّب). إن التشبيه المتعلق بالجسم المتحرك الذي استخدمه أرسطو هنا يعتبر

(1) Ibid., pp.44-45

(2) Harry, Chelsea C.: *Chronos in Aristotle's Physics On the Nature of Time*, p.45

(*) أي خالٍ من الحركة.

(3) Ibid., p.47

مثاليًا، حيث كان الجسم "هنا" والآن هو "هناك". ويأتي المكون الزمني لهذا النوع من الحركات كعملية اشتقاق للحركة عندما نفهم التغيير. إن هذا الفهم والإدراك والتحديد هو ما يخلق الزمان عن طريق نقله من حالة الوجود بالقوة (كشيء يمكن اشتقاقه من التغيير الذي يحدث بشكل طبيعي في هذا العالم) إلى حالة الوجود بالفعل (كشيء مشتق بالفعل من التغيير الذي يحدث بشكل طبيعي في العالم بواسطة جزء آخر من الطبيعة)[١].

بعد هذا القول، نحن في وضع يسمح لنا بشرح ادعاء أرسطو التالي بشكل صحيح: "إذا لم يكن هناك زمان، فلن يكون هناك "الآن"، والعكس صحيح". سيكون من السهل للغاية بعد قراءة هذا المقطع إن نقول أن أرسطو يناقض نفسه الآن، ففهمه هنا يبدو كعودة إلى الفهم التقليدي للزمان ككل الذي يتكون من ثلاثة أجزاء: الماضي، والحاضر، والمستقبل. ويبدو أن هذا منطقي. إذ كيف يمكن أن يكون لدينا زمان دون وجود "الآن"؟ ولكن،يبدو أن ما يقصده أرسطو هنا هو أن الحديث عن "الآن" كاسم شائع لوجود طبيعي قائم بذاته في حركة هو متضمن بالفعل في تصور الوجود. وتمامًا مثل الرقم الذي يدعي أرسطو أنه الزمان، يشير "الآن" إلى الوجود الطبيعي أو يُسمِّيه بشكل مستقل عن كل إدراك وتصور. "الآن" لا وجود له من دون الزمان والعكس صحيح؛ لأن كل من "الآن" والزمان يتطلبان شخصًا ما يلاحظ ويُسمي، أي يفهم الحركة في الأشياء الطبيعية. بعبارة أخرى، تشير "الآن" إلى وجود علاقة بين إدراك المرء للحركة والحركة نفسها؛ إنها إشارة إلى التغيير الملحوظ من "قبل" إلى "بعد". عند الاستعانة بتشبيه الجسم، يخلص أرسطو إلى أن "عدد الحركات هو الزمان"، في حين أن "الآن" يمكن مقارنتها بجسم متحرك، وتشبه وحدة رقمية. إن الرقم هو اسم التغيير، والآن هو اسم "هذا"–الوجود الطبيعي القائم بذاته– المُلاحَظ. إن معنى أن كلاً من الشيء المتغير والتغيير نفسه تم تسميتهما أن شخصًا أو شيئًا ما قام بالتسمية[٢].

"الآن" والزمان بينهما علاقة معقدة؛ لأنه يبدو أن الزمان قد أصبح مستمرًا حتى الآن، أي أن الفواصل الزمنية ستستمر طالما أن الجسم الطبيعي يتحرك، ولكن الزمان محدد أيضًا بـ"الآن"، أي عندما يقع التغيير يقوم الفاصل الزمني بترقيم التغييرات وكأنها نهايات. إن قولنا هنا إن "الآن" هي التي تجعل الزمان متواصلًا، وكذلك هي التي تحدد حدود الزمان هو في الحقيقة يبدو تضاربًا في المصطلح. أو بعبارة أخرى يبدو أن أرسطو يخلط بين معنيي "الآن" اللذين تم ذكرهما للتو– (١) إنها أساس للشيء الطبيعي و(٢) وإنها الشيء "قبل" ثم "بعد"

(1) Ibid., p.47
(2) Harry, Chelsea C.: *Chronos in Aristotle's Physics On the Nature of Time*, pp.47-48

الحركة. فبالمعنى الأول معنى "الآن" جُعل الزمان متواصلًا، لأن الجسم الطبيعي يستمر في التحرك مع فترات توقف طالما كان موجودًا. بينما بالمعنى الثاني الزمان يبدو محدودًا[١].

يعود أرسطو إلى المقارنة السابقة لـ"الآن" بالنقطة، ويرفضها رسمياً هنا. فبينما يمكن أن تكون النقطة نهاية شيء ما وبداية شيء آخر، مما يجعلها أساسًا واحدًا لشيئين، طالما أن هناك وقفة، فإن "الآن" المأخوذة بالمعنى الأول أعلاه هي النظير، أو اسم الجسم المتحرك باستمرار. إنه يخضع بشكل مستمر للعديد من حالات الحركة الفردية. وبالتالي، بهذا المعنى هي دائمًا مختلفة. إنها دائمًا في حالة حركة مثلما أن الجسم دائمًا في حالة انتقال[٢].

دحض جاليليو(*) لرؤية أرسطو للحركة

لكن **لماذا كانت رؤية أرسطو للحركة هي السبب الرئيس لهيمنة النظام الكوني لمركزية الأرض؟** نظرًا لأنها أظهرت اتفاقًا تامًا مع وجهة النظر المبنية على خبرة الحياة البشرية. فقد عكست وجهة نظر أرسطو خبرة البشر اليومية، وتم تلخيصها في أول جملة في الكتاب السابع من "الطبيعة": "**كل متحرك لابد له من مُحَرْك.**"فقد اعتقد أرسطو في وجود نوعين من الحركة: حركة طبيعية للجسم الذي يميل للوصول إلى مكانه الطبيعي (مركز الأرض)، وحركة قسرية وهي التي تحتاج إلى محرك يحركها. وقد أدرك أرسطو أن نظرته أدت إلى مشكلة، لأنها لم تستطع أن تصف حركة المقذوفات[٣].

إذا كان أي شيء متحركًا، بخلاف الأشياء التي تحرك نفسها، قد حُرك بواسطة شيء آخر، فكيف أن بعض الأشياء، كالأشياء المقذوفة مثلًا، تستمر في الحركة بعد أن يصبح مُحرْكها غير ملامس لها؟ هذه بالفعل حجة واضحة ضد طريقة أرسطو التي شرح بها الحركة: إذا قمنا برمي حجر، فينبغي أن يتوقف عند اللحظة التي يترك فيها أيدينا، ولكن

---

(1) Ibid., p.48

(2) Ibid.

(*)جاليليو جاليلي Galileo Galilei (١٥٦٤-١٦٤٢): عالم وفيلسوف طبيعة إيطالي، وأحد مؤسسي العلم الحديث. وهو مؤلف كتاب "حوار بشأن النظامين الرئيسين في العالم" Dialogue Concerning the Two Chief Systems of the World(١٦٣٢)، الذي دافع فيه عن نظام مركزية الشمس الكوبرنيقي في مواجهة الكوزمولوچياالأرسطية. وكتاب "حوار بشأن علمين جديدين" Discourse Concerning Two New Sciences(١٦٣٨)، الذي وضع فيه أسس علم الميكانيكا الجديد. عُرف جاليليو بعبارته المشهورة: "إن كتاب الطبيعة مكتوب بلغة الرياضيات". ومع أنه أكد على دور التجربة في العلم، فإنه وضع أيضًا تمييزًا بين الظواهر Appearances والحقائق Reality، وهو التمييز الذي مهد السبيل لظهور النظريات التفسيرية للظواهر التي تفترض كيانات غير قابلة للملاحظة Unobservable entities. انظر: ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلي الياء"، مادة: جاليليو جاليلي، ص١٤٩

(٣) فيسيلين بتكوف: "النسبية وطبيعة الزمكان"، ترجمة: محمد أحمد فؤاد باشا، العدد:٢٤٥٠، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١٨، ص٤٤-٤٥

ليس هذا ما يحدث، حيث إن الحجر يستمر في حركته من تلقاء نفسه حتى يرتطم بالأرض. فقد اعتقد أرسطو أن حركة المقذوفات المستمرة يمكن تفسيرها عن طريق افتراض أن الوسط الذي تنتقل فيه المقذوفات هو ما يحركها. ففي حالة الحجر فإن أيدينا، أثناء قذف الحجر، هي التي تحرك الوسط (الهواء) الذي يعمل علي تحريك الحجر[١].

أدرك جاليليو أن الحجج المعارضة لحركة الأرض، ولنظام مركزية الشمس، قد استندت إلى مذهب أرسطو للحركة. وقام بذلك بطريقتين منفصلتين؛ حيث أوضح أولًا، أن تفسير أرسطو لحركة المقذوفات كان خاطئًا، ففي الواقع، أن المقذوفات تتحرك في الهواء من تلقاء نفسها بمجرد رميها، وليس بواسطة الوسط الذي تنتقل فيه. ثانيًا، قدم تحليلات لتجارب مختلفة توصلت إلى استنتاج أنه لكي تحافظ الأجسام على حركتها المنتظمة، فإنها لا تحتاج إلي محرك دائم. وعلى أساس هذه الرؤية الجديدة في الحركة، أثبت جاليليو أن الحجج المعارضة لحركة الأرض لم تعد صالحة، ومهد الطريق لقبول فكرة مركزية الشمس[٢]. فقد أكرهت محكمة التفتيش جاليليو على التبرؤ من نظام كوبرنيكوس. لكن الرجل المسن خائر القوى يضرب الأرض غاضبًا ويدمدم قائلاً: "ومع ذلك فإنها تدور!". وقد أعاده كلود أليجر Claude Allegre إلى منزلته الصحيحة، حيث قال إن: "أرشميدس- جاليليو- نيوتن- آينشتاين: النسل الذهبي للفيزياء". فلم يكن جاليليو عالمًا فيزيائيًا ضمن أخرين، لكنه أول عالم فيزياء معاصر[٣].

الزمان والتغير: هل هو قانون الطبيعة(*)؟

الزمان والتغير دليلان لا يمكن إنكارهما في الواقع المُلاحظ. كما في التحليل الأرسطي حيث يرتبط الزمان بالحركة والتغير والنفس، فالزمان ليس "شيئًا"، بل طريقة لوصف التغير وتمثيله في وعينا، نموذج تمثيلي modality of representation.فيما يتعلق بالزمان

---

(١) المرجع نفسه، ص٤٥

(٢) فيسيلين بتكوف: "النسبية وطبيعة الزمكان"، ص٤٩-٥٠

(٣) فرانسوا دو كلوسيه: "آينشتاين ضد الصدفة"، ترجمة وتقديم: عزت عامر، العدد: ١٣٨٨، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠٠٩، ص١٥٧

(*) قوانين الطبيعة Laws of nature: المبادئ التي تحكم عمل الطبيعة. والحق إن فهم ماهية قوانين الطبيعة قد أصبح مشكلة مركزية في فلسفة العلم، ذلك أن القوانين محتواه ضمنًا في عمليتي السببية والتفسير. وقد كان تقليدًا مهمًا في فلسفة العلم ذلك القائل بأن التفسير السببي يجرى من خلال تضمين الحوادث في إطار القوانين العامة حتى تكون هذه الحوادث مُفسرة؛ فقد اعتُبرت السببية متداخلة مع وجود القوانين، واعتُبر التفسير مشتملًا على إيضاح للمُفسَّر Explanandum يستند إلى القوانين. ولكن على الرغم من تأييد العديد من فلاسفة العلم لمركزية القوانين في التسبيب والتفسير، كان ثمة خلاف جدير بالاعتبار فيما يتعلق بماهية قوانين الطبيعة. انظر: ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلى الياء"، مادة: قوانين الطبيعة، ص١٩٨

المدرك (الشخصي)، نحن نعرف أنه معقد ومتغير للغاية، مع فروق فردية تصل إلى تحديد الحالات limiting cases كما هو الحال في حالات الوعي المتغيرة. ومع ذلك، في الغالبية العظمى من الحالات، يكون للزمان المدرك مسار سهم يتحرك من الماضي إلى المستقبل، مما يؤدي إلى عدم القدرة على التنبؤ بهذا الأخير من قبل الكائنات الحية، وبالتالي استيعاب الشعور بالإرادة الحرة. من ناحية أخرى، الزمان في الفيزياء (الزمان الموضوعي)، ليس سوى عامل متغير غير هيكلي ويمكن عكسه، ولا يُظهر خصائص القانون الأساسي، بل خصائص الحاوي container، إلى جانب مكان، جميع الظواهر الملاحظة في الفيزياء الكلاسيكية، أو تلك الخاصة بالواصف descriptor في النظرية النسبية، حيث يتم إثبات الجانب المتعلق بالعلاقة الهامة بين الزمكان والمادة[١].

وفقًا لآينشتاين، فإن الزمان هو وهم ناجم عن قيود حواسنا، مما يعني أن إرادتنا الحرة هي الأخرى وهمية. هذا الاعتقاد، المدعوم بحقيقة أن معادلات الحركة يمكن عكسها على الزمان، قوَّى الإيمان بمدى وضوح الطبيعة نتيجة الحتمية التي تم التعبير عنها بجلاء، قبل فترة طويلة، بواسطة شيطان لابلاس[*]. تجدر الإشارة إلى تحذير "هوكينج" الذي كتب أنه إذا كنا نبحث لاكتشاف نظرية موحدة كاملة (واضحة ومفهومة للفلاسفة والعلماء وجميع الناس الأخرين)، فإننا سنعلن رسميًا الانتصار النهائي للعقل الإنساني؛ لأنناأصبحنا نعرف ما يدور في العقل الإلهي[٢].

ومن هنا يتبين لنا أن دراسة الفلسفة للزمان تختلف عن دراسة الفيزياء له. عندما يتم تجاهل هذا الاختلاف، يصبح هناك خطر أن نستخدم المصطلح نفسه لوصف ظواهر مدركة بشكل مختلف، ومن ثم استخلاص استنتاجات خاطئة. بشكل عام، تعمل الفيزياء مع مفاهيم الزمان الحقيقي، بينما تعتبر الفلسفة عمومًا الزمان كشكل محتمل للوجود. وإن كان يمكن التوفيق بين الاثنين، إلا أننا يجب أن تلتزم بالحدود التي توضح إلى أي مدى يمكننا استخدام هذا المفهوم للزمان أو ذاك في المجال الآخر[٣].

هل يؤدي الزمان دورًا محوريًا بالمقارنة مع المكان؟

---

(1)Buccheri, R.: *The Intelligibility of Nature, the Endophysical Paradigm and the Relation Between Physical and Psychological Time,* In: *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*, p.417

(*) نسبة إلى بيير سيمون لابلاس (١٧٤٩-١٨٢٧)، رياضي وفلكي فرنسي. وشيطان لابلاس Laplace daemon هي فرضية من ابتكاره معروفة في الفيزياء.

(2) Ibid., p.409

(3) Darvas, G.: *Potential and Actual Time Concepts,*In:*The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*, p.417

بالتأكيد نعم. لقد قام بمثل هذا الدور في الأساطير اليونانية القديمة، التي كرست إلهًا منفصلًا للزمان، أي كرونوس Chronos، على عكس المكان، الذي لم يكن له إله منفرد. هناك العديد من الاختلافات بين خصائص المكان والزمان. على سبيل المثال، يمكن أن نتحدث عن توحد الخواص isotropy (أو تباين الخواص anisotropy) في المكان، على الرغم من أنها لا معنى لها في حالة الزمان، حيث يوجد اتجاهان فقط (للأمام وللخلف)، وأحدهما، على الأقل من الناحية العلمية، مميز. من باب المقارنة دعونا نلقي نظرة على المكان أولًا. متى ما تعلق الأمر بالمكان، فمن المحتمل أن يكون موحد الخواص، ولكن في الواقع هو متباين الخواص مكانيًا. ما معنى هذا؟ يشير توحد الخواص المحتملة إلى أنه في أي جهة نتحرك فيها في المكان، فإننا سنجد الحالات نفسها التي تحدث فيها الأحداث، إذا وفرنا بيئة تجريبية مماثلة. سيحدد التوزيع المكاني الفعلي للمادة دائمًا الخواص المكانية للمكان، وهذا يدمر معادلة الاتجاهات الحيزية spatial directions من الناحية المكانية[١].

على سبيل المثال، يمكن أن نتحدث عن معادلة الاتجاهات الحيزية البعيدة عن الأرض، ولكن بالقرب من الأرض يتم تمييز الاتجاه الذي يظهر ناحية مركز كتلتها. لذلك في الواقع، أي من الناحية المكانية، المكان متباين الخواص. (من ناحية أخرى، من المحتمل أن يكون موحد الخواص، لأنه في أي مكان نضع فيه كتلة، مثل الأرض، سنجد ظروفًا مماثلة) هذا النهج الفلسفي للمكان (وكذلك للزمان) لا يتحد مع الاختلافات بين الخصائص المكانية وغير المكانية، والتي تم استكشافها بواسطة فيزياء[*] القرن العشرين. ومع ذلك، فإن التشابه واضح. نحن قادرون على البقاء في الموضع نفسه في المكان، لكن لا يمكننا فعل الشيء نفسه في الزمان. لدينا تجربة يومية حول الفرق بين ما تعنيه العودة (أي التحرك إلى الأمام والخلف) في المكان أو العودة في الزمان، حيث يمكننا التحرك في اتجاهين متعاكسين في المكان، وهو ما لا يمكننا القيام به في الزمان[٢].

المبحث الثالث: ماهية الزمان في الفكر العلمي عند نيوتن

قدمت الفيزياء الكلاسيكية العديد من المساهمات المهمة في نظرية الزمان، وكان لكل منها تأثير فلسفي كبير. لقد عمل جاليليو على مفهوم الزمان الفيزيائي، والذي كان يقصد به زمان الساعة، كما هو مستخدم في تجاربه الميكانيكية. قدم نيوتن مفهوم الزمان الرياضي،

---

(1) Ibid., p.418

(*) يُقسم علم الفيزياء إلى: فيزياء كلاسيكية، وفيزياء حديثة؛ حيث جاءت الفيزياء الحديثة لتفسر الظواهر التى عجزت عن تفسيرها الفيزياء الكلاسيكية.

(2) Ibid., pp.418-419

والذي استخدمه لتعريف قوانين الحركة. ووصل بولتسمان(*) إلى مفهوم سهم الزمن time of arrow. إن فكرة الزمان في الفيزياء الكلاسيكية والحديثة هي دائمًا فكرة الزمان القابل للقياس(١).

زمان جاليليو الفيزيائي

درس جاليليو الرياضيات في جامعة بيزا في عام ١٥٩٢، وكانت السنوات الثمانية عشر التي قضاها في الكلية هي أخصب حقبة في حياته، فقد تابع فيها عددًا من التجارب التي برهنت علي عيوب فيزياء أرسطو، مثل الاعتقاد بأن حركة الجسم لا يمكن أن تستمر إلا إذا ظل على تماس مع القوة المسيّرة له، بل يتباطأ بمعدل يتوقف على مقدار الاحتكاك الذي يلاقيه، وهذه النتيجة هي التي أوصلته إلى مفهوم العطالة. وقد حاول أرسطو تطوير نظرية عن الحركة هدفها تفسير السلوك الحركي لجميع الأشياء المشاهدة ابتداءً من النجوم وانتهاءً بالأجسام الأرضية، ولكنه ضل في تحليل حركات الأجسام لاعتقاده بأن الجسم لا يمكن أن يظل محافظًا على حركته إلا إذا بقي على تماس مباشر مع "محركٍ فاعلٍ باستمرار"، أما إذا لم يحافظ المحرك على تماسه مع الجسم، فإن هذا الجسم يتوقف فورًا عن الحركة. فأرسطو لم يكن لديه أي فكرة عن مفهوم العطالة، وهكذا أخفق في اكتشاف قوانين الحركة(٢).

وكان رجال الكنيسة مطلعين على آراء جاليليو، فلم تغب عن بالهم شكوكه فيما يتصل بفلسفة أرسطو، إذ كانت هذه الشكوك تمثل تحديًا لوحدة الكنيسة الفكرية، ولم تكن الكنيسة تميل إلى أن تتساهل مع وجهات النظر المعارضة، وكانت الكنيسة تواجه آنذاك تحدي حركة الإصلاح البروتستانتي، لذلك لم تقدم الكنيسة على التسامح مع أي تحد إضافي لمعتقداتها،

(*) لودفيج بولتسمان Boltzmann, L. (١٨٤٤-١٩٠٦): فيزيائي نمساوي، مؤسس الميكانيكا الإحصائية Statistical mechanics، تلك التي أدت إلى ولوج الثرموديناميكا (الديناميكا الحرارية) Thermodynamics في حظيرة الميكانيكا الكلاسيكية. في عام ١٩٠٣، عُين خلفًا لـ ماخ Mach باعتباره أستاذًا لفلسفة العلم الاستقرائي بجامعة فيينا. كان مدافعًا عن النظرية الذرية في المادة (حيث قدَّم فيها إسهامات جوهرية) في مقابل نظرية علم الطاقة Energetics، وهي النظرية المنافسة التي رمت إلي استبعاد الذرات والكيانات غير الملاحظة Unobservable entities بصفة عامة. من أكثر دعاواه أهمية قوله بأن القانون الثاني للثرموديناميكا (قانون زيادة الإنتروبيا Entropy) هو قانون إحصائي أكثر منه قانونًا حتميًا. طوَّر وجهة نظر مؤداها أن النظريات هي صور ذهنية تماثل الواقع جزئيًا. انظر: ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلي الياء"، مادة: لودفيج بولتزمان، ص٤٩

(1) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.46

(٢) لويد مُنْز وجيفرسون هين ويڤر: "قصة الفيزياء"،سلسلة الثقافة المميزة (٦)، ترجمه عن الإنجليزية: طاهر تربدار ووائل الأتاسي، ط٢، دار طلاس، دمشق، ١٩٩٩، ص٢٣، ٤٩-٥٠

وكان جاليليو على علم بهذا الموقف، ولم يخفف من حماسه لنظام كوبرنيكوس سوى اعتقاده بأن دفاعه عن مركزية الشمس سيعرضه للعقاب من قبل المؤسسة الدينية[١].

في تجارب جاليليو الشهيرة مع الأسطح المائلة، ظهرت فكرة جديدة عن الزمان في الفيزياء. إنها فكرة الزمان الفيزيائي، التي تفترض مسبقًا أن الزمان قابل للقياس. على الرغم من أن جاليليو كان مؤيدًا لنموذج كوبرنيكوس القائل بأن الشمس هي مركز الكون، إلا أن فكرته عن الزمان الفيزيائي ليست مستمدة من الاعتبارات الكونية. احتاج جاليليو إلى قياس ملموس للزمان في تجاربه حول السقوط. فكرة جاليليو عن الزمان الفيزيائي هي نسخة مبكرة من زمان الساعة. يشير زمان الساعة إلى مقياس للوحدات المستمرة والمتتابعة والقابلة للقياس والمجردة، والتي يمكن من خلالها قياس مدة الأحداث الفيزيائية. وكما توضح تجارب جاليليو، لا يعني زمان الساعة بالضرورة توفر الساعات الميكانيكية. جاليليو في الواقع يستخدم الساعات المائية. وآينشتاين يستخدم في زمن لاحق الساعات الضوئية[*]. أوضح آينشتاين أن الفرضية الكلاسيكية القائلة بأن الساعات تتصرف دائمًا في جميع الأطر المرجعية وفق القصور الذاتي كانت خاطئة. لم يهتم جاليليو بالسؤال الأرسطي عن "لماذا" تحركت الأجسام بالطريقة التي تحركت بها على سطح الأرض. كان هدفه هو وصف كيفية تحرك الأجسام، وكيف يمكن وصف هذه الحركة رياضيًا. على الرغم من أن الساعة الميكانيكية قد تم اختراعها في نهاية القرن الثالث عشر، إلا أن جاليليو لم يستطع استخدام الساعات الميكانيكية لقياس حركة الأجسام الساقطة، لأن القطع الزمنية في بداية القرن السابع عشر لم تكن دقيقة بما يكفي لقياس الفترات القصيرة للأجسام الساقطة[٢].

عصر نيوتن:

ربما كان الإنجاز الأكبر لكتاب إسحاق نيوتن Isaac Newton (١٦٤٢–١٧٢٧) Naturalis Principia Mathematica Philosophiae (المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية،١٦٨٧) هو أنه من خلال تلخيص الكون المرئي إلى قانون الجاذبية وثلاثة قوانين للحركة، أصبح من الممكن التنبؤ من واقع البيانات الحالية. فمن خلال مجموعة أولية من

---

(١) المرجع نفسه، ص٥١

(*) تتميز الساعات الضوئية بدقتها، لكنها تواجه مشكلة التعقيد التقني الذي تتسم به، وقد حال هذا الأمر دون اعتماد الساعات الضوئية كمرجع أساسي لقياس الوقت وضبط معيار جديد لتعريف الثانية. وستُختبر هذه الساعات بمعادلات الفيزياء التي وضعها ألبرت آينشتاين في "نظرية النسبية". فقد توقع آينشتاين بأن قوة الجاذبية سيمكنها الإبطاء من سرعة مرور الزمان. فالزمان يمر أسرع قليلًا كلما كنت في مكان أعلى. وبالتالي فدقة الساعة الضوئية محسوسة، حتى عبر أي ارتفاعات طفيفة.

(2) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.46

الملاحظات للظواهر السماوية والأرضية في لحظة معينة، يمكن التنبؤ بالأوضاع في المستقبل. إن العلم النيوتوني، بشكله العام، في كتاب "المبادئ الرياضية"، يتعامل مع معنى ما كان يسمى Natura naturata– الطبيعة المخلوقية – بطرق تعزز القدرة على التنبؤ، وترفض الفوضى[١].

في مصادفة عجيبة وُلد إسحاق نيوتن في يوم عيد الميلاد، عام ١٦٤٢، وهو العام نفسه الذي اندلعت فيه الحرب الأهلية الإنجليزية وتوفي جاليليو. كانت الأوقات مضطربة سياسيًا وصعبة بالنسبة للتفكير. في العام السابق، نشر ديكارت تأملاته حول الفلسفة الأولى مقدمًا حجته ليس فقط بخصوص "أنا أفكر إذن أنا موجود" (cogito ergo sum)، ولكن بخصوص أنَّ الله، كفكرة واضحة ومميزة، لابد أن يكون موجودًا. في العام التالي، اعتلى لويس الرابع عشر، ملك الشمس، عرش فرنسا وهو في سن الخامسة من عمره، تخلى الفيزيائي الإيطالي إيفانجيلستا تورشيللي Evangelista Torricelli(١٦٠٨–١٦٤٧) عن بارومتر الماء الخاص به (الذي يتكون من أنبوب طوله ٣٥ قدمًا يمتد نزولًا من سطح منزله) وأحل محله آخر ذا أنبوب بطول واحد متر مملوء بالزئبق. وسواء كانت المساحة الموجودة في الجزء العلوي من البارومتر فارغة أو ممتلئة، فقد كان يتضمن كمًا هائلاً من الأسئلة الخاصة بالفراغ، والمذهب الذري[٢].

من المثير للسخرية أنها كانت فترة من الفوضى في لندن، نشأت بسبب ظهور الطاعون الأسود عام ١٦٦٥ وحريق لندن الكبير في عام ١٦٦٦، إن عام نيوتن العجيب في الفترة ما بين ١٦٦٥–١٦٦٦، هو الذي أدى إلى ظهور كتاب مبادئ الرياضيات Principia Mathematica عام ١٦٨٧. بعد حصوله على شهادته من كلية ترينيتي، بجامعة كامبريدج، في أغسطس ١٦٦٥، ومع إغلاق الجامعة، عاد نيوتن إلى منزله في "وولثورب" خارج لندن. هناك وضع الأسس لنظرياته في حساب التفاضل والتكامل، والبصريات، وقانون الجاذبية، وعاد إلى كامبريدج في عام ١٦٦٧ كعضو هيئة تدريس في كلية ترينيتي. في عام ١٦٦٩ تم تعيينه أستاذاً لوكاسيًّا[*] بجامعة كامبريدج، ولكن لم يتم نشر عمله الرئيس لقوانين الحركة والجاذبية حتى عام ١٦٨٧ باسم Principia

(1) Merchant, Carolyn: *Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution*, Routledge, New York and London, 2016, p.132

(2) Merchant, Carolyn: *Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution*, p.132

(*) Lucasian professorكرسي أستاذية خاصة بمجال الرياضيات بجامعة كامبريدج.

Mathematica (مبادئ الرياضيات)، وهو العمل الذي زاد من إمكانية التنبؤ بالطبيعة والسيطرة عليها[١].

الملامح العامة للزمان عند نيوتن:

قسم نيوتن الزمان إلى زمانين: مطلق، ونسبي. أما الزمان المطلق فيعرفه نيوتن في كتابه "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" أنه: الزمان الحقيقي الرياضي،الذي يتدفق من تلقاء نفسه وبشكل موحد، تدفقًا متساويًا دون الاستناد إلى أي شيء خارجي،وهو قائم بذاته مستقل بطبيعته، ويسمى باسم آخر هو "المُدة" duration أو الديمومة[٢]. فقد اعتبره نيوتن مطلقًا: ليس فقط بمعنى أن الحوادث تقع بشكل متزامن مهما اختلفت مواضع حدوثها، ولكن أيضًا باعتبار الزمان بنية تحتية (أو قالبًا) تكمن وتحدث فيه كل الحوادث الفيزيائية[٣]. فالزمان المطلق عند نيوتن يرتبط ارتباطًا وثيقًا بفكرة التزامن. وهذا الزمان يعطى معنى لقولك إن الحادثين متزامنان (أي يحدثان في زمان واحد، وفي لحظة واحدة) حتى لو وقعا في نقطتين منفصلتين من الفضاء. فعلى هذا الأساس، إذا كانت الساعة السابعة في لندن فإنها السابعة أيضًا في كل أنحاء العالم الكوني (رغم أن سكان نيويورك يسمونها الساعة الثالثة، لكن هذا محض اصطلاح، وهما وقت واحد في نظرية نيوتن)[٤].

أما الزمان النسبي والظاهر والدارج، فهو أي مقياس خارجي معقول للمُدة (دقيق أو غير دقيق) من خلال الحركة؛ مثل هذا المقياس–على سبيل المثال، ساعة، أو يوم، أو شهر، أو سنة– يُستخدم بشكل شائع في الحياة العادية بدلًا من الزمان الحقيقي[٥]، ويستخدم في الفلك لقياس حركة الأجرام السماوية؛ لأن زمان الفلكيين مرتبط بالحركة. بينما الزمان المطلق لا يرتبط بأية حركة، وهذا الزمان توجد فيه معية مطلقة، بمعنى أنه من الممكن أن يقع حادثان معًا وفي الوقت نفسه بالنسبة إلى الزمان المطلق ولو كان أحدهما مرتبطًا بالشمس مثلًا، والآخر بعطارد، دون أن يوضح هل هذه المعية المطلقة بالنسبة إلى نظامين

---

(1) Ibid., p.132

(2) Newton, Isaac: *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, The Authoritative Translation by: I. Bernard Cohen and Anne Whitman, Assisted by: Julia Budenz, University of California, California, 1999, p.54

(٣) ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلى الياء"، مادة: زمان، ص٣٥٣-٣٥٤

(٤) ب. ك. و. ديفيس: "المكان والزمان في العالم الكوني الحديث"، ترجمة: أدهم السمان، مؤسسة الرسالة، بيروت، ١٩٨٨، ص٢٥

(5) Newton, Isaac: op.cit., p.54

فى سكون نسبي فيما بينهما، أو متحركين الواحد قبيل الآخر؟ وهي المشكلة التي أثارتها مشكلة النسبية[١].

يقول نيوتن إذن بزمان مطلق قائم بذاته يشبه الزمان الذي قالت به الأفلاطونية المحدثة، وبزمان نسبي يقرب من الزمان الطبيعي الأرسطي. ثم ينظر إلى كليهما على أنه موجود في الخارج، وليس شيئًا من وضع النفس، وكأنه يعود إلى النظرة اليونانية. والقول الأول معناه أن الزمان موجود مطلق، أي أنه يوجد مستقلًا عن الحركات التي تجرى به؛ والثاني معناه أن الزمان موضوعى وليس ذاتيًا[٢].

يدمج نيوتن فكرة الزمان المطلق في نظرية الحركة بطريقة منهجية. تأخذ فكرة الزمان في نظرية نيوتن أهمية فلسفية. يُعرِّف نيوتن مفهومه للزمان، ليستخدمه في نظريته عن الحركة، قبل أن يطور معادلاته للحركة. بالنسبة للزمان الرياضي عند نيوتن، فقد شمل جانبين: (أ) في البداية، رأى نيوتن، مثل القدماء، أن هذا الزمان يشير إلى أحداث فيزيائية يمكن ملاحظتها، مثل مدار الأقمار حول كوكب المشتري. على الرغم من أنه قد نشأ في عصر كوبرنيكوس، إلا أنه لا يعتقد أن الكواكب تدور حول الشمس بانتظام. في الواقع، ذهب نيوتن إلى أبعد من ذلك وخمَّن، بشكل صحيح، أنه على الرغم من أن حركة هذه الأجسام حول مراكزها توافق متطلبات الدوران المنتظم، إلا أن هذا الدوران قد عانى من الكثير من المخالفات لصياغةخاصة بقوانين الحركة. على سبيل المثال، تختلف سرعة دوران الأرض بسبب احتكاكات المد والجزر tidal frictions، وبسبب التغيرات الموسمية، وبسبب اختلاف بسيط بين المحور الهندسي والمحور الفيزيائي (الدوراني) للأرض؛ (ب) لذلك يفترض نيوتن وجود مكان مطلق وزمان مطلق، واللذان لا يشيران نظريًا إلى الأحداث الفيزيائية في الكون. يُعرّف نيوتن المكان "غير المتحرك" بأنه مساحة لا علاقة لها بأي أحداث أو أشياء أو عمليات خارجية؛ مثل الزمان. تتعارض هذه التعريفات بشكل صارخ مع آراء القديس أوغسطين .St[*] Augustine، والتي تجعل الزمان يعتمد على الأحداث الفيزيائية[١].

---

(١) عبد الرحمن بدوي: "الزمان الوجودي"، ص١٠٠

(٢) المرجع نفسه، ص١٠٠-١٠١

(*) في كتابه "الاعترافات" أطلق القديس أوغسطين عبارته المشهورة: "إنني أعرف ما هو الزمان ما دام لم يطلب مني أحد تفسيره." ويرى القديس أوغسطين في شرحه لمفهوم الزمان أن الماضي والمستقبل هما غير موجودين وجودًا حقيقيًا، وأن الموجود فقط هو الحاضر وحده، وهذا الحاضر ما هو إلا مجرد لحظة وتنتهى وتصبح عند نهايتها أيضًا ماضٍ، ولذلك يستحيل برأيه قياس الزمان وهو في طريقه للزوال، أي كيف نستطيع قياس الزمان وهو ينتهى لحظة بلحظة، وبالتالى يرى أن الماضي والمستقبل لا يوجدان إلا في العقل أو الفكر وعلى شكل حاضر، بمعنى أن الماضي موجود في اللحظة الراهنة في ذهنك عن طريق أنك تتذكره، فهو في الحاضر موجود بطريقة التذكر، والمستقبل أيضًا موجود في هذه اللحظة الراهنة في العقل أو الذهن عن طريق التوقع.

يقول نيوتن: "**من الممكن أن تتسارع الحركات جميعًا أو تؤخر، غير أن انسياب الزمان المطلق ليس قابلًا للتغير. ومدة وجود الأشياء أو ديمومتها تبقي كما هي، سواء كانت الحركات سريعة أم بطيئة، أم لم تكن على الإطلاق**". وبعبارة أخرى، حالة الحركة لجسم ما لا تؤثر في السرعة التي يمضى بها الزمان، أو على طول الوقت الذي يمكن أن يكون لبقاء هذا الجسم. فالزمان المطلق يتدفق بسرعة متساوقة خلال الكون، وكل الراصدين، أينما كانوا وأيًا كانت حركتهم، يتفقون على الأوقات التي تقع فيها الحوادث، وعلى السرعة التي يتدفق بها الزمان، وهذا يتمشى مع نظرتنا اليومية للعالم. فالساعة هي ساعة في أي نقطة على سطح الأرض، أو على سطح القمر، أو كنا مسترخين على مقعد، أو سائقين لسيارة سريعة. وهذه الأفكار لا تصدق على الكون بأسره، ولكنها تتلاءم مع ما نسميه "الحس المشترك Commonsense"[٢].

في علم الفلك، يتم التمييز بين الزمان المطلق والزمان النسبي بمعادلة التعاقب الزمني equation of common time. في الأيام الطبيعية، التي تعتبر عادة متساوية لغرض قياس الزمان، وتكون في الواقع غير متساوية. يقوم علماء الفلك بتصحيح عدم المساواة هذا بهدف قياس الحركات السماوية على أساس زمني أكثر صحة. من الممكن ألا يكون هناك أي حركة موحدة uniform يمكن أن يكون عندها قياس الزمان دقيقًا. فيمكن تسريع جميع الحركات أو إبطائها، لكن لا يمكن تغيير تدفق الزمان المطلق. فمدة أو ثبات وجود الأشياء هو نفسه، سواء كانت حركاتها سريعة أو بطيئة أو غير موجودة؛ وفقًا لذلك، يتم تمييز المدة الحقة عن قياساتها المحسوسة، ويتم جمعها من تلك القياسات بواسطة معادلة فلكية. علاوة

فالذاكرة والتوقع حقيقتان – بحسب أوغسطين – موجودتان في الحاضر. وبناءً عليه يقسم أوغسطين الزمان إلى ثلاثة أقسام: (١) حاضر لأشياء ماضية عبر الذاكرة. (٢) حاضر لأشياء حاضرة وهي تتم عبر الرؤية العينية المباشرة. (٣) حاضر لأشياء مستقبلية، وهي تتم عبر التوقع. حيث يتحول الزمان إلى شكل حركة دائمة يتقدم جزء منها ليلحق به بعد ذلك جزء آخر دون أن يتمكن هذان الجزءان من التواجد معًا. ويرى أوغسطين أن القول بوجود ماضٍ وحاضر ومستقبل ما هو إلا مجرد كلام غير دقيق. فالزمان إذن هو مفهوم ذاتي إنساني، أي أنه ينبع من داخل الإنسان، فهو موجود فقط في عقل الإنسان وذهنه الذى يتذكرويتوقع، وبالتالى من المستحيل أن يكون هناك زمان دون إنسان مخلوق ليقوم بهذه العمليات الذهنية مثل: التذكر والتوقع، أي أنه من دون وجود هذا الإنسان المخلوق ليفكر في الزمان فإن هذا الزمان لا وجود له، وأيضًا لا معنى للسؤال: لماذا لم يخلق قبلًا أو في لحظة سابقة؟ لأن الله خارج الزمان، والزمان مفهوم ذاتي إنساني في العقل والفكر، ومن ثم فلا معنى للسؤال عن زمان خلق العالم. فالزمان إذن مخلوق، والحركة – حسب أوغسطين – ليست معيارًا للزمان، لأنه لو توقفت الحركة تمامًا، فإن الزمان لن يتوقف، ويمضى في تقدمه.

(1) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.48

(٢) ر. س. بورتر وآخرون: "فكرة الزمان عبر التاريخ"، ص١٥٨-١٥٩

على ذلك، أثبتت الحاجة إلى استخدام هذه المعادلة في تحديد زمن حدوث الظواهر من خلال تجربة ساعة البندول، وأيضًا كسوف أقمار كوكب المشتري[١].

كما أن ترتيب الأجزاء الزمنية غير قابل للتغيير، كذلك ترتيب أجزاء المساحة أو الفضاء[*]. دع أجزاء الفضاء تنتقل من أماكنها، وسوف تتحرك (إذا جاز التعبير) من نفسها. لأن الأزمنة والمساحات، كما كانت، أماكن لنفسها ولجميع الأشياء. حيث يتم وضع جميع الأشياء في الزمان وفقًا للتتابع الزمني، وفي المساحة وفقًا للتتابع الموضعي. ولكن بما أن هذه الأجزاء من الفضاء لا يمكن رؤيتها، ولا يمكن تمييزها عن بعضها البعض بحواسنا، فإننا نستخدم بدلًا منها القياسات الحسية. لأننا نحدد جميع الأماكن على أساس مواضع الأشياء والمسافات بينها وبين جسم ما نعتبره ثابتًا، ثم نُقدِّر جميع الحركات بالنسبة لهذه الأماكن، بقدر ما نتصور أن الأجسام تغير مواضعها بالنسبة إليها. وبالتالي، بدلًا من الأماكن والحركات المطلقة، نستخدم الأماكن والحركات النسبية، وهو أمر يناسب الشؤون الإنسانية العادية، إلا أن التجرد من حكم الحواس في الفلسفة يعد أمرًا مطلوبًا. لأنه من المحتمل ألا يطمئن أحد حقًا تجاه أي الأماكن والحركات التي نقصدها[٢].

قوانين الحركة عند نيوتن[٣]:

القانون الأول: يبقى الجسم على حالته من السكون أو الحركة بشكل مستقيم للأمام، ما لم تؤثر فيه قوى تغير من حالته.

تبقى المقذوفات في حركة، إلا بقدر ما تُبطئها مقاومة الهواء، ويتم دفعها إلى أسفل بقوة الجاذبية. إن الحلقة الدوارة spinning hoop المشتملة على أجزاء متماسكة تسحب بعضها بعضًا باستمرار من حركات مستقيمة، لا تتوقف عن الدوران، إلا بقدر ما يعيقها الهواء. تحافظ الأجسام الأكبر–الكواكب والمذنبات– لفترة أطول على حركاتها التقدمية والدائرية، والتي تحدث في الفضاء الذي يحوي قدرًا أقل من المقاومة.

القانون الثاني: يتناسب التغير في الحركة مع القوة المحركة، ويحدث في خط مستقيم بامتداد تلك القوة المحركة.

---

(1) Newton, Isaac:*The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, p.56
(*) كلمة space يمكن ترجمتها بالمساحة أو الفضاء، وكلتاهما بالمعنى نفسه الذي يشير إلى الحيز المكاني.
(2) Newton, Isaac:*The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, pp.56-57
(3) Ibid., pp.62-63

إذا ولدت قوة ما أي حركة، فستولد ضعف القوة ضعف هذه الحركة، وثلاثة أمثال القوة ستولد ثلاثة أمثال الحركة، سواءً أكان تأثير القوة دفعة واحدة أو بالتدريج. وإذا كان الجسم يتحرك من قبل، فإن الحركة الجديدة (بما أن الحركة تكون دائمًا في اتجاه القوة المولدة نفسها) تضاف إلى الحركة الأصلية إذا كانت تلك الحركة في الاتجاه نفسه، أو يتم طرحها من الحركة الأصلية إذا كانت تلك الحركة في الاتجاه المعاكس،أو إذا كانت في اتجاه مائل عنها، يتم دمجها بها بشكل غير مستقيم، فتزيد عليها بحسب اتجاه كلتا الحركتين.

القانون الثالث: لكل فعل دائمًا رد فعل معاكس له في الاتجاه ومساوٍ له في المقدار؛ وبعبارة أخرى، فإن أفعال جسدين تجاه بعضهما البعض تكون دائمًا متساوية في المقدار ومتقابلة في الاتجاه.

عن طريق الأفعال، تحدث تغيرات متساوية في الحركات، وليس في السرعات– وهذا بالطبع، إذا لم يتم إعاقة الأجسام بواسطة أي شيء آخر. بالنسبة للتغيرات في السرعات التي تحدث بالمثل في اتجاهين متعاكسين تتناسب عكسيًا مع الأجسام، لأن الحركات تتغير بالتساوي. يسري هذا القانون أيضًا على حالات الجذب attractions.

تعتبر القوانين التي حددها نيوتن مقبولة من قبل علماء الرياضيات، ومؤكدة من خلال أنواع كثيرة من التجارب. عن طريق القانونين الأولين والنتيجتين الأولتين، وجد جاليليو أن سقوط الأجسام الثقيلة يكون في النسبة التربيعيةsquared ratio من الزمان، وأن حركة المقذوفات تحدث في القطع المكافئ parabola، كما تؤكد التجربة، إلا بقدر ما يتم إبطاء هذه الحركات بفعل مقاومة الهواء. عندما يسقط جسم ما، فإن الجاذبية الموحدة، التي تتصرف بشكل متساوٍ في أجزاء فردية متساوية من الزمان، تثير قوى متساوية على ذلك الجسم، وتولد سرعات متساوية؛ وفي الزمان الإجمالي، فإنها تثير قوة إجمالية، وتولد سرعة إجمالية بما يتناسب مع الزمان. والمساحات الموصوفة في الأزمنة المتناسبة تساوي السرعات والأزمنة المشتركة، أي في النسبة التربيعية للأزمنة[1].

لا نعرف بشكل قاطع إلى أي مدى كان جاليليو (أو لم يكن) على دراية بالقوة التي تؤدي إلى قانون الحركة الثاني. يبدو أن نيوتن نفسه،يشير إلى أن هذا القانون كان معروفًا لدى جاليليو. حيث اكتشف جاليليو كلًا من قانون الأجسام الساقطة، ومسار القطع المكافئ

(1) Newton, Isaac:*The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, p.70

للقذيفة، بانيًا استنتاجه لها على مبدأ القصور الذاتي، وطريقة زيادة الحركات بصورة تطابق تلك الموجودة في النتيجة الأولى لقوانين نيوتن للحركة[١].

مبدأ النسبية النيوتونية:

بموجب قانون الحركة الأول، فإن المسار المستقيم الذي قد يتبعه "جسم"، سيبقى على حاله بحكم القوة الملازمة له (أو القصور الذاتي)، غير متأثر بشيء ما لم تكن هناك "تدخلات خارجية أو عوائق". وبالتالي تتضح الحركة المستقيمة الموحدة في الديناميكيات النيوتونية. ولكن عند الحد الذي يكون فيه اتجاه وحجم الحركة المستقيمة غير محدد، عند هذا الحد يمكننا أن نشير إلى الحركة بالمساواة مع جملة إحداثيات مرجعية frame of referenceأخرى تم الحصول عليها بواسطة التحول transformation[٢]:

(٧)

$$\vec{r}' = \vec{R}.\vec{r} + \vec{v}t + \vec{d} \qquad \text{and} \qquad t' = t + \tau,$$

حيثv وd و τ ثوابت و R هي أي مصفوفة matrix متعامدة ذات معاملات ثابتة. إذا كان O و Ó يشيران إلى أنظمة الإحداثيات غير المهيأة unprimed والمهيأة primed، فبالنسبة للمراقب الثابت في Ó، سيظهر نظام الإحداثيات O كدوران بواسطة R، ويتحرك بسرعة موحدة v تُزاح عندt = 0 بواسطةd؛ وعلاوة على ذلك، بالنسبة للمراقب في Ó، فإن الساعة في O سوف تعمل متأخرة عن ساعته بمقدار زمني τ. يمكن للمرء، وفق هذا الحساب، أن يقول إن "إطارات إحداثيات القصور الذاتي لا تتمايز عن بعضها البعض: أي إطار منها يمكن أن يحل محل أي إطار آخر". هذا هو مبدأ النسبية لدى جاليليو ونيوتن كما يطلق عليه في بعض الأحيان. في ضوء تعليقات هريفل المقتبسة في الفقرة ٩، فإن اقتران اسم جاليليو مع نيوتن لا يبدو ذا أساس تاريخي.

ماهية الزمان لدى العلماء قبل وبعد نيوتن:

(1) Chandrasekhar, S.: *Newton's Principia for the Common Reader*, Oxford university press Inc., New York, 1995, pp.31-32
(2) Chandrasekhar, S.: *Newton's Principia for the Common Reader*, p.41

اعتقد العلماء قبل نيوتن أن الأجسام والأفلاك تتحرك بذاتها، وأن كل التأثيرات الناتجة عن القوى الخارجية، إنما تعبر عن سرعات واتجاهات هذه الأجسام والأفلاك. وبظهور نظريات نيوتن في الحركة، والجاذبية، والمكان، والزمان نظرت الفيزياء إلي المكان والزمان على أنهما مطلقان يشكلان خلفية كونية شاسعة يتحرك فيها كل شيء. فالمكان يوجد في ثبات وانتظام لانهائي دون أن يعتمد على شيء خارج عليه. أما الزمان فإنه يوجد أيضًا دون أن يستند إلى شيء خارجي، ويمكننا أن نطلق عليه ديمومة تسير متدفقة من الأزل إلى الأبد، فجميع الأجسام والأفلاك تتحرك داخل هذا النوع من المكان والزمان.وبذلك نجد أن صفة الإطلاق لدى نيوتن لها دلالة دينية، فالله عنده أبدي لانهائي مستمر من الأزل إلى الأبد، فالمكان المطلق هو المجال الذي يبدو فيه الله موجودًا في كل مكان، والزمان المطلق هو الأبدية التي يوجد فيها الله، أما الأشياء فتوجد في حضور مباشر أبدي مستمر في الله بوصفه خالقها(١).

جاء العلماء بعد نيوتن متأثرين بفكرة المكان والزمان المطلقين، فافترضوا وجود مادة ثابتة تملأ الكون يُستند إليها في تعيين حركة الأشياء، وهذه المادة هي الأثير(*). كما أكد علماء آخرون أن هذه المادة ذات طبيعة موجية على أساس أن الضوء يسير في أمواج لا أجسام ولابد له من وسط مادي ينتشر فيه، وهذا الوسط هو الأثير. ولكن جاء آينشتاين ورفض وجود الأثير، واعتبره خرافة لا أساس لها، فلا يوجد وسط ثابت ولا مرجع ساكن تستند إليه الأشياء في العالم، فما يوجد في العالم ليس إلا حركة مستمرة تدوم فيها الأجسام في علاقات نسبية بحتة(٢).

رفض آينشتاين أيضًا فكرة المكان والزمان المطلقين، ورأى أن التصور الحقيقي للمكان هو تصوره كمقدار متغير نسبي، والتقدير الصحيح لوضع الأجسام في المكان هو تقدير نسبي. كذلك لم يعد هناك زمان كلي مطلق، وإنما توجد أزمنة خاصة مختلفة لأجسام متباينة في الكون، حيث تكون الأجسام مستقلة في حركتها في الكون، ولكل منها سرعة خاصة تختلف عن السرعات الأخرى للأجسام الأخرى، وبذلك لا يوجد شيء ثابت في الكون. فكل شيء متحرك له حركة نسبية، ولقد توصل آينشتاين في نسبيته الخاصة إلى نوع من الحركة

---

(١) محمد توفيق الضوي: "دراسات في الميتافيزيقا"، ص١٠٢

(*) كان الاعتقاد قديمًا بأن الضوء يحتاج وسط للانتقال، مثل الصوت. ولتفسير كيف ينتقل الضوء في الفضاء افترض العلماء وجود شيء يسمى الأثير، وهو وسط ينتقل به الضوء. وقام العالمان الأمريكيان "ألبرت مايكلسون وإدوارد مورلي" بإجراء تجربة لقياس سرعة الكرة الأرضية بالنسبة للأثير، وكانت النتائج تفيد بأنه لا وجود للأثير! وجاء آينشتاين، وتم استبدال مهفوم الزمكان **Spacetime** بمفهوم الأثير

(٢) المرجع نفسه، ص١٠٢-١٠٣

هي الحركة المنتظمة، واعتبرها أنشط أنواع الحركة. واعتقد آينشتاين أيضًا أن العالم ليس مكونًا من أشياء، وإنما من أحداث توجد في اللحظة الحاضرة، وهذه الأحداث لا توجد في زمان أحادي ولا مكان فردي، وإنما توجد في متصل واحد هو الزمكان، فلا نقول إن الحادثة توجد في مكان فقط دون أن نسند إليها الحركة والتغير اللتين يحتويهما الزمان[١].

قياس الزمان في النظرية النسبية الخاصة:

تهتم الكثير من أجزاء الفيزياء الكلاسيكية بالإطارات المرجعية المطلقة، والتي تكون مشتملة على قوانين الحركة. يمكن وصف الأطر المرجعيةReference frames بأنها أنظمة إحداثيات، والتي هي وفق القصور الذاتي حركة–غير متسارعة– بالنسبة لبعضها البعض. توفر محاور الإحداثيات وحدات الطول المكاني والزماني. قبل آينشتاين، افترض العديد من المفكرين، من أرسطو إلى نيوتن، وجود أطر مرجعية مطلقة، في مقابلها تكون جميع الأطر الأخرى مجرد حركات نسبية يمكن قياسها[٢].

على الرغم من أنه بحلول زمن الثورة العلمية تقريبًا، تم التخلي عن نظرية الحركة الأرسطية، لكن نيوتن ما زال يصوغ كل من المكان والزمان كإطارين مرجعيين مطلقين، تبدو مقابلهما كل الأطر الأخرى مجرد حركات نسبية يمكن قياسها. وتسمى هذه الأنظمة "مطلقة"، لأنها تقدم أفضل المعايير التي لا تتغير، والتي يمكن على أساسها قياس جميع الحركات الأخرى. أعود هنا للجزيئين "الذكيين" وهمايطفوان عشوائيًا في عالم حاوٍ. عندما يجتمعان، فإن السؤال "أين أنت؟" يصبح بلا معنى له طالما أنهما لا يملكان إلا حركاتهما ومواضعهما النسبيين لتوجيه أنفسهما. الإجابة عن السؤال بمثل "على مرأى منك" أو "على بُعد ذراع" لن تكون مفيدة للغاية. ولكن إذا كان هناك محوران على أجناب الحيز الحاوي: محور عمودي "Y" على طول الجانب، ومحور أفقي "X" على الأرض، فسيكون من السهل على الجزيئين الذكيين تحديد موضعهما داخل الحيز الحاوي. وسيكون النظام "X–Y" في داخل الحيز الحاوي بمثابة إطار مرجعي مطلق، مقارنةً بحركاتهما النسبية (الشكل ٢.١١)[٣].

---

(١) المرجع نفسه، ص١٠٣-١٠٤

(2) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.62

(3) Ibid., p.63

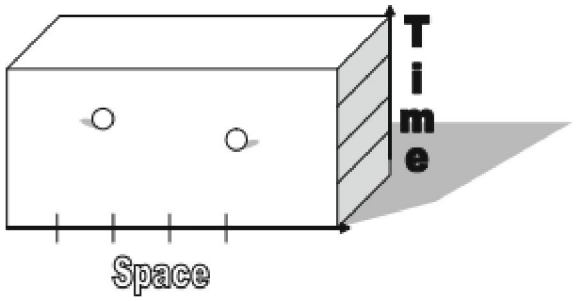


Fig. 2.11 Newton's absolute space and time

غالبًا ما تم اعتبار هذه الأطر المرجعية "المطلقة" ثابتة–مثل الأرض الثابتة في علم الكونيات اليوناني– وغير فيزيائية، مثل فكرة نيوتن الفلسفية عن مساحة الحيز الحاوي المطلقة، ونهر الزمان المجازي. لقد كانت غير ديناميكية، لأنها كانت بمثابة لوحة يتطور في المقابل لها العالم المادي. وعلى الرغم من أن ليبنتز لم يوافق نيوتن على أن هذه الأطر المرجعية المطلقة لامادية، فقد اعتبرها،وفقًا لذلك العلم الكلاسيكي، عالمية universal، بمعنى أن جميع المراقبين في الكون سيتفقون على هذه المعايير[1].

لا تنطبق النظرية النسبية الخاصة على علم الكونيات، ولكنها وضعت الأساس للنظرية النسبية العامة، والتي تنطبق على البُنى الفلكية واسعة النطاق. في كلتا النظريتين، يكون الزمان المستخدم هو زمان الساعة، حيث يتم أخذ تأثير الحركة في أنواع مختلفة من الساعات في الاعتبار. النظرية النسبية الخاصة ليست، بالمعنى الدقيق للكلمة، نظرية ثورية.من الأفضل اعتبارها امتدادًا للميكانيكا الكلاسيكية[*]. لكنها كانت ذات تأثير ثوري في المفهوم الكلاسيكي للزمان بالطريقة نفسها التي أثرت بها النظرية العامة في مفهوم المكان. تعمل كلتا النظريتين مع مفهوم الزمان والمكان. كان للنسبية الخاصة تأثير فوري في قياس الزمان. استخدم آينشتاين الساعات الضوئية لأن نظريته النسبية تُظهر أن الساعات الميكانيكية لم تعد دليلًا يمكن الثقة فيه فيما يخص الزمان العالمي. لقد كان التأثير مضاعفًا ثلاث مرات– فهو يتعلق بـ (أ)تزامن الأحداث؛ (ب)تزامن الساعات (ج)عالمية الزمان.وقد

(1) Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, p.63

(*) كان التفسير الميكانيكي بمثابة وسيلة لكشف الميكانيزم (الآلية) الذى يُنتج أثرًا معينًا. وبعد نيوتن، ظهرت مقولة جديدة، هي القوة Force، إلى جانب المقولتين التقليديتين: المادة والحركة matter and motion، واعتُبر التفسير الميكانيكي مرهونًا باندراج الظاهرة في إطار قوانين نيوتن. انظر: ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلى الياء"، مادة: ميكانيزم (آلية)، ص٢١٧

أوضحت فكرة آينشتاين الخاصة بالقطار ما يسمى "بنسبية التزامن"، والتي هي نتيجة للنظرية النسبية الخاصة[1].

(1) Ibid., pp.63-64

خاتمة:

في ضوء التناول الفلسفي والعلمي لآراء أرسطو ونيوتن حول ماهية الزمان، نحاول في هذه الخاتمة تقييم وجهة نظرهما إزاء إشكالية الزمان، كما يلي:

إن ماهية الزمان بالنسبة لخبرتنا أمر مسلم به. وبمجرد التفكير في ماهيته، يبدو دون معنى! لأننا ندرك الزمان عادةً باعتباره شيئًا يتحرك، لأنه المعيار الذي يتم تعريف الحركة بناءً عليه. وقد كان تصور الفلسفة الكلاسيكية للزمان على أنه دورة لا نهاية لها، لأن الدائرة تتصف بالكمال. والدائرة تعود إلى نقطة بدايتها. وبذلك تلغي مشكلات البداية والنهاية للأشياء جميعًا بأن تسلم بالديمومة اللانهائية للكون، إلى أن ظهرت الأديان السماوية التي تقول إن الله خلق العالم من العدم. فهذا يعني أنه في لحظة ما من لحظات الزمان قد جلبه الله إلى الوجود.

لاقت إشكالية الزمان اهتمامًا كبيرًا لدى مفكري اليونان، فقد رأى الفلاسفة الطبيعيون السابقون على سقراط وأفلاطون أن ماهية الزمان تقوم في الحركة. لهذا ربط أرسطو تعريفه للزمان بالحركة دون أن يجعلهما شيئًا واحدًا، وبشكل أساسي أكثر بالموجودات التي تخضع للحركة، وقرر أن الزمان عدد أو مقياس للحركة، حيث إنه في الحركة تقدمًا وتأخرًا، ولا يمكن إدراك وجود الزمان عندما لا يكون هناك إدراك للحركة. وربط أيضًا بين الزمان والنفس البشرية، فالنفس هي التي تقيس الزمان، وتعتبره كلًا واحدًا يتألف من ماض، وحاضر، ومستقبل.

لكن أرسطو لم يقدم نظرية للزمان؛ بل رسم نظرية لقياس الزمان. فنجد أن فكرة الزمان في الفيزياء الكلاسيكية والحديثة هي دائمًا فكرة الزمان القابل للقياس، حيث قدم نيوتن مفهوم الزمان الرياضي الذي استخدمه لتعريف قوانين الحركة. وبذلك يتفق أرسطو مع نيوتن في القول بالزمان القابل للقياس، حيث اعتبره أرسطو عددًا ومقياسًا للحركة، ونظر إليه نيوتن نظرةً رياضية علمية.

لكن وجه الاختلاف بينهما في أن الزمان الطبيعي عند أرسطو يرتبط بالحركة، على حين أن الزمان المطلق عند نيوتن لا يرتبط بأية حركة،أي أنه يوجد مستقلًا عن الحركات التي تجرى به، وينظر إليه على أنه موجود في الخارج، وليس شيئًا من وضع النفس. فالزمان المطلق عند نيوتن يرتبط ارتباطًا وثيقًا بفكرة التزامن. كما قال نيوتن بزمان نسبي أيضًا يقرب من الزمان الطبيعي الأرسطي، وهذا يعنى أن الزمان موضوعي وليس ذاتيًا.

نجد أيضًا أن أرسطو أنكر أن يكون للزمان بداية، وما لا بداية له لا نهاية له، أي لامتناهٍ، ويرجع ذلك لرفضه لفكرة العالم المخلوق، وقوله بأن العالم قديم غير حادث، وبالتالي فالزمان قديم غير حادث أيضًا، وعلى أساس أبدية الزمان والحركة يثبت أرسطو وجود المحرك الأول الذي لا يتحرك. بينما نجد أن صفة الإطلاق لدى نيوتن لها دلالة دينية، فالله عنده أبدي لانهائي مستمر من الأزل إلى الأبد، فالزمان المطلق هو الأبدية التي يوجد فيها الله.

وقد حاول أرسطو تطوير نظرية عن الحركة هدفها تفسير السلوك الحركي لجميع الأشياء المشاهدة ابتداءً من النجوم، وانتهاءً بالأجسام الأرضية، ولكنه ضل في تحليل حركات الأجسام، فلم يكن لديه أي فكرة عن مفهوم العطالة، وهكذا أخفق في اكتشاف قوانين الحركة. وقد أدمج نيوتن فكرة الزمان المطلق في نظرية الحركة بطريقة منهجية لتأخذ فكرة الزمان في نظرية نيوتن أهمية فلسفية، حيث يُعرِّف نيوتن مفهومه للزمان، ليستخدمه في نظريته عن الحركة. وعلى الرغم من أنه بحلول زمن الثورة العلمية تقريبًا، تم التخلي عن نظرية الحركة الأرسطية،لكن نيوتن كان لا يزال يصوغ الزمان كإطارمرجعي مطلق، يمكن على أساسه قياس جميع الحركات الأخرى.

وقد ظلت الفيزياء الكلاسيكية Classical Physics قائمة لمدة مائتي عام على أيدي علماء كبار من أمثال: جاليليو ونيوتن، لكنها فشلت في تفسير ظواهر كثيرة تحدث في الكون، إلى أن مهد آينشتاين لبناء صرح كبير أسماه الفيزياء الحديثة Modern Physics، ووضع الأساس لهذه الفيزياء بوضع النظرية النسبية الخاصة عام ١٩٠٥، والنظرية النسبية هي نظرية فيزيائية تبحث في الموضوعات نفسها التي تبحث فيها الفيزياء الكلاسيكية كالزمان، والمكان، والسرعة، والكتلة، والجاذبية، ولكن تفسرها من خلال وجهة نظر مختلفة.

اكتشف آينشتاين أن الزمان يتقدم بسرعات مختلفة، وهذا تبعًا لسرعة الجسم المتحرك وشدة الجاذبية التي يتحرك فيها، وكما يبدو من طرحه الغريب فهذا يعنى أن الزمان بالنسبة لي قد لا يكون مماثلًا لما هو عندك. وإن صدقت قوانين الفيزياء، فالمستقبل والماضي موجودان كوجود اللحظة الحالية، أي أن الماضي لم يتلاشى، والمستقبل موجود حاليًا، فالماضي والمستقبل والحاضر متواجدون بالطريقة نفسها، وبذلك حطم آينشتاين أحد مبادئنا التي كنا نفهم بها الزمان. فالتفريق بين الماضي والحاضر والمستقبل كما قال "مجرد وهم" – رغم ظننا ببديهيته– لكنه وهم مستمر.

وكان الاعتقاد السائد قديمًا أن المكان مطلق، والزمان أيضًا مطلق. فإذا افترضنا مثلًا وجود ساعتين إحداهما على الأرض، والأخرى في مجرة أخرى، فسيمر الوقت بالطريقة

نفسها في الساعتين عينهما، ولكن هذه ليست الحقيقة، فقد أثبت آينشتاين العكس تمامًا؛ لأنه لا يوجد شيء اسمه زمان منفرد، ولا يوجد شيء اسمه مكان منفرد، بل يوجد الزمكان أو ما يعرف بالـ Spacetime.وبذلك يكون ما ذكره نيوتن بأن الزمان شيء مطلق، ويسير بالتساوي خلال الكون غير صحيح.

لذلك تصور آينشتاين أن الكون مكون من أربعة أبعاد متداخلة مع بعضها البعض، ولا يمكن التفرقة بينهم، وهم: الطول، والعرض، والارتفاع، والزمان.أي أن الزمان يمثل بعدًا رابعًا في نظرية آينشتاين النسبية، فإذا تم إثبات أن الأبعاد الثلاثة المكانية نسبية، فلماذا لا يكون البعد الرابع (أي الزمان) نسبيًا أيضًا؟ لكن تصور الزمان كبعد رابع شيء غريب، وغير مألوف بالنسبة لنا، لأن المألوف أن نرى الأبعاد أمامنا، ونقوم برسمهم على الورق، فكيف لنا أن نتصور الزمان بعدًا رابعًا مثل الأبعاد المكانية؟! هنا تكمن غرابة النظرية النسبية!

فالزمان إذن هو البعد الرابع كما تصوره آينشتاين، أي لابد أن نتعامل معه مثلما نتعامل مع الطول مثلًا، وكما أن لكلٍ منا طولاً، وعرضًا، وارتفاعًا، فإن له زمانًا أيضًا، وكما أن الطول مختلف بين البشر، فالزمان مختلف أيضًا بين البشر.

ربط آينشتاين بين الحركة والزمان، فكلما زادت الحركة، يحدث تباطؤ أو تمدد للزمان، والإنسان لا يشعر بذلك؛ لأن إيقاع القلب، وجميع العمليات الحيوية ستبطئ بحكم الحركة. فأشهر وأغرب قانون في النظرية النسبية الخاصة هو القول بـ "تمدد الزمان" Time Dilation، وهذا المصطلح من الصعب فهمه، لأنه يبدو متعارضًا مع ما نختبره على المستوى العملي، الذي يبين أن الوقت شيء ثابت بالنسبة للجميع.فزمان الجسم المتحرك عندما يقترب من سرعة الضوء، فإن الزمان يتباطأ، وإذا تحرك فعلًا بسرعة الضوء – وهذا مستحيل طبقًا للنظرية النسبية– فإن الزمان سيتوقف تمامًا، وعلى فرض أن جسمًا وصل لسرعة الضوء، فسينتقل من الزمان إلى الأبدية لتوقف الزمان، وهذا يفسر لنا إذا كنا مثلًا في الجنة، ولنا سرعة مثل سرعة الضوء، فالزمان بالنسبة لنا يتلاشى ويتوقف، ونصبح أبديين؛ لكن بالنسبة للأجسام الدنيوية لا وجود لجسم يستطيع الوصول لسرعة الضوء.

بدلت هذه النظرية من مفاهيم الفيزياء في العالم، والتي أكدت أن السرعة المطلقة في الكون هي سرعة الضوء، وعند الاقتراب من سرعة الضوء، فإن كتل الأجسام تزداد عوضًا عن سرعتها، وقد يتطلب الجسم كمية لانهائية من الطاقة ليحقق سرعة الضوء. ولكي تكون سرعة الضوء ثابتة بالنسبة لك، فلابد أن يحدث انكماش في المسافة، وتمدد في الزمان،

فكلما تحركت بشكل أسرع، سيمر الوقت أبطأ، وينكمش المكان. ولم يتخيل أحد مطلقًا قبل آينشتاين بأن شيئًا من هذا القبيل قد يحدث، وقد تم إثبات ذلك تجريبيًا.

لكننا لا نشعر بذلك مطلقًا في حياتنا اليومية، لأننا نتحرك بسرعات بطيئة على الأرض، وبالتالي فإن أثر هذه الحركة في الزمان ضئيل جدًا فلا نشعر به. فالأرض، والشمس، والمجرات في حركة مستمرة؛ لذلك لا يوجد أي شيء في حالة توقف مطلق أو حركة مطلقة، فالأشياء تتحرك بالتناسب بالنسبة لبعضها البعض.

رفض آينشتاين فكرة الزمان المطلق التي قال بها نيوتن، فلم يعد هناك زمان كلي مطلق، وإنما توجد أزمنة خاصة مختلفة لأجسام متباينة في الكون، حيث تكون الأجسام مستقلة في حركتها في الكون، ولكل منها سرعة خاصة تختلف عن السرعات الأخرى للأجسام الأخرى، وبذلك لا يوجد شيء ثابت في الكون، فكل شيء متحرك له حركة نسبية.

كما اعتقد أيضًا أن العالم ليس مكونًا من أشياء، وإنما من أحداث توجد في اللحظة الحاضرة، وهذه الأحداث لا توجد في زمان أحادي ولا مكان فردي، وإنما توجد في متصل واحد هو الزمكان، فلا نقول إن الحادثة توجد في مكان فقط دون أن نسند إليها الحركة والتغير اللتين يحتويهما الزمان.

يتبين لنا أن دراسة الفلسفة للزمان تختلف عن دراسة الفيزياء له. فالفيزياء تعمل مع مفاهيم الزمان الحقيقي، بينما تعتبر الفلسفة عمومًا الزمان شكلاً محتملاً للوجود. وإن كان يمكن التوفيق بين الاثنين، إلا أننا يجب أن نحترم الحدود التي توضح إلى أي مدى يمكننا استخدام هذا المفهوم للزمان أو ذاك في المجال الآخر.

قائمة المصادر والمراجع:

أولًا: المصادر المترجمة إلى العربية:

١. أرسطو: "الفيزياء: السماع الطبيعي"، ترجمة: عبد القادر قينيني، أفريقيا الشرق، المغرب، ١٩٩٨.

ثانيًا: المراجع العربية:

١. حربي عباس عطيتو: "اتجاهات التفكير الفلسفي عند اليونان (العصر الهللينستي)"، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠١٧.

٢. عبد الرحمن بدوي: "الزمان الوجودي"، ط٣، دار الثقافة، بيروت، ١٩٧٣.

٣. ـــــــــــــــ: "مدخل جديد إلي الفلسفة"، وكالة المطبوعات، الكويت، ١٩٧٥.

٤. محمد توفيق الضوي: "دراسات في الميتافيزيقا"، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية، ١٩٩٩.

٥. محمد على أبو ريان: "تاريخ الفكر الفلسفي: أرسطو والمدارس المتأخرة"، ج٢، ط٣، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٧٢.

٦. يمنى طريف الخولي: "الزمان في الفلسفة والعلم"، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، القاهرة، ٢٠١٤.

ثالثًا: المراجع المترجمة إلى العربية:

١. ب. ك. و. ديفيس: "المكان والزمان في العالم الكوني الحديث"، ترجمة: أدهم السمان، مؤسسة الرسالة، بيروت، ١٩٨٨.

٢. تيودور سايدر: "الخيال العلمى والفلسفة: من السفر عبر الزمن إلى الذكاء الفائق"، تحرير: سوزان شنايدر، ترجمة: عزت عامر، العدد: ١٨٥٩، المركز القومي للترجمة، القاهرة،٢٠١١.

٣. جيفري بينيت، "ما النسبية؟: مقدمة بديهية لأفكار آينشتاين وسبب أهميتها"، ترجمة: محمد فتحي، العدد: ٢٩٥٣، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١٧.

٤. س. بريوشينكين: "أسرار الفيزياء الفلكية والميثولوچيا القديمة"، ترجمة: حسّان ميخائيل إسحق، دار علاء الدين، دمشق، ٢٠٠٦.

٥. فرانسوا دو كلوسيه: "آينشتاين ضد الصدفة"، ترجمة وتقديم: عزت عامر، العدد: ١٣٨٨، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠٠٩.

٦. فريدريك كوبلستون: "تاريخ الفلسفة: اليونان وروما"، ترجمة: إمام عبد الفتاح إمام، ج١، العدد:٤٣٦، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، ٢٠٠٢.

٧. فيسيلين بتكوف: "النسبية وطبيعة الزمكان"، ترجمة: محمد أحمد فؤاد باشا، العدد:٢٤٥٠، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١٨.

٨. لويد مُتْز وجيفرسون هين ويفر: "قصة الفيزياء"،سلسلة الثقافة المميزة (٦)، ترجمه عن الإنجليزية: طاهر تربدار ووائل الأتاسي، ط٢، دار طلاس، دمشق،١٩٩٩.

٩. يمنى طريف الخولي: "الزمان في الفلسفة والعلم"، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، القاهرة، ٢٠١٤.

رابعًا: المصادر الأجنبية:

1. Newton, Isaac: *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, The Authoritative Translation by: I. Bernard Cohen and Anne Whitman, Assisted by: Julia Budenz, University of California, California, 1999.

خامسًا: المراجع الأجنبية:

1. Buccheri, Rosolino, Saniga, Metod and Stuckey, William Mark (Editors):*The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*, IOS press & Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 2003.
2. Chandrasekhar, S.: *Newton's Principia for the Common Reader*, Oxford university press Inc., New York, 1995.
3. Harry, Chelsea C.: *Chronos in Aristotle's Physics On the Nature of Time*, Springer, New York, 2015.
4. Merchant, Carolyn:*Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution*, Routledge, New York & London, 2016.
5. Weinert, Friedel: *The March of Time: Evolving Conceptions of Time in The Light of Scientific Discoveries*, Springer, New York, 2013.

سادسًا: المعاجم ودوائر المعارف:

١. ستاتس بسيلوس: "فلسفة العلم من الألف إلى الياء"، ترجمة: صلاح عثمان، مراجعة: محمد السيد، العدد:٢٥٣٩، المركز القومي للترجمة، القاهرة، ٢٠١٨.
٢. مراد وهبه: "المعجم الفلسفي"، دار قباء الحديثة، القاهرة، ٢٠٠٧.

سابعًا: الدوريات العربية:

١. ر. س. بورتر وآخرون: "فكرة الزمان عبر التاريخ"، مستشار التحرير: كولن ولسون، المشرف على التحرير: جون جرانت، ترجمة: فؤاد كامل، مراجعة: شوقي جلال، العدد: ١٥٩، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت،١٩٩٢.