

From Metaphysics to Mechanics: A Comparative Study on the Concept of Time in Western Philosophy, Islamic Thought, and Newtonian Physics

Faeze Eskandari*

Razieh Borjian**

Abstract

Throughout intellectual history, the concept of "time" has always been regarded as one of the most fundamental ontological notions, inviting philosophical, religious, and scientific inquiry. Each intellectual tradition offers a unique narrative of time. If time is studied as a multidimensional phenomenon (not as an abstract concept), its traces become evident in Western philosophical thought, Islamic philosophical texts, and the laws of classical physics. This article employs a descriptive-analytical method to study—for the first time—the characteristics of time on Western philosophers (Plato, Aristotle), Islamic philosophers (Ibn Bājjā, Ibn Rushd), and Newtonian physics to elucidate their similarities and distinctions. A comparative analysis about concept of time in these three frameworks—Western philosophy, Islamic wisdom, and Newtonian physics—reveals shared and divergent dimensions that yield a deeper understanding of time's complex nature. Thus, this paper seeks to address the following question: How have philosophical definitions of time and the derived concepts pave the way for Newton describe time on the bases of mathematical choices? The findings of this research leads to a comparative framework that juxtaposes the aforementioned philosophers' views with Newton's and demonstrates their direct and indirect influences on Newtonian physics.

Keywords: Time, Physics, Greek Philosophy, Islamic Philosophy, Newton.

* Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author), F.eskandary@modares.ac.ir

** M.Sc. in Physics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, rborjian@gmail.com

Date received: 10/04/2024, Date of acceptance: 08/07/2024





پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

از متافیزیک تا مکانیک: خوانش تطبیقی مفهوم زمان در دیدگاه فلسفی غربی، اسلامی و فیزیک نیوتنی

فائزه اسکندری*

رضیه برجیان**

چکیده

مفهوم «زمان» همواره به عنوان یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم هستی‌شناختی، در گذر تاریخ اندیشه، مورد تامل فلسفی، دینی و علمی قرار گرفته است. «زمان» در هر سنت فکری روایتی منحصر به فرد دارد؛ اما اگر «زمان» نه به عنوان یک مفهوم انتزاعی، بلکه به عنوان پدیده‌ای چند بُعدی مورد بررسی قرار بگیرد، ردپای آن هم در اندیشه‌های فلسفی غرب، هم در متون حکمت اسلامی و هم در قوانین فیزیک کلاسیک قابل مشاهده است. در این مقاله تلاش شده تا با تکیه بر روش توصیفی – تحلیلی مفهوم و ویژگی‌های زمان از منظر فلاسفه غربی (افلاطون، ارسطو)، دیدگاه فلاسفه اسلامی (ابن‌باجه، ابن‌رشد) و در نهایت فیزیک نیوتنی برای اولین بار مورد بررسی قرار بگیرد تا وجوه تشابه و تمایز آنها را واکاوی نماید. بررسی تطبیقی «زمان» در سه منظومه فکری فلسفه غربی، حکمت اسلامی و فیزیک نیوتنی، وجوه اشتراک و افتراقی را آشکار می‌سازد که درک عمیق‌تری از ماهیت پیچیده‌ی زمان را ارائه می‌دهد. از این رو، مقاله‌ی حاضر به دنبال یافتن پاسخی بر این سوال است که «چگونه آنچه در فلسفه در تعریف زمان و مشتق از آن مطرح می‌شده، در اندیشه‌ی نیوتنی، مقدمات انتخاب‌های ریاضی برای توصیف زمان را فراهم آورده است؟». یافته‌های به دست آمده در این پژوهش منجر به یک خوانش

* استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران،
(نویسنده مسئول)، f.eskandary@modares.ac.ir

** کارشناس ارشد فیزیک، دانشگاه آزاد تهران مرکزی، ایران، rborjian@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸



تطبیقی برای مقایسه‌ی آرای فیلسوفان نامبرده و نیوتن و تاثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم اندیشه‌های ایشان بر فیزیک نیوتنی شده است.

کلیدواژه‌ها: زمان، فیزیک، فلسفه یونان، فلسفه اسلامی، نیوتن.

۱. مقدمه و بیان مسئله

تحت تأثیر تحولات درونی فیزیک در نیمه اول قرن بیستم و نیز با آشکارشدن ناکارآمدی مکاتب تجربه‌گرا به ویژه ضعف‌های دیدگاه‌های پوزیتیویستی، از دهه ۱۹۶۰ میلادی به بعد، بار دیگر روشن شده است که پیش‌فرض‌های متافیزیکی در نظریه‌پردازی‌ها، روش‌ها و مسائل فیزیکی دخالت دارند؛ همچنین مشخص شده است که این علوم، مبتنی بر بعضی پیش‌فرض‌ها هستند که خود نمی‌توانند آن‌ها را اثبات یا رد کنند؛ اما باید آن‌ها را بپذیرند تا فعالیت علمی معنادار باشد. (گلشنی، ۱۳۷۹، ص ۳۸-۳۹) یکی از این موضوعات، «مفهوم و ویژگی‌های زمان» است.

فضا و زمان مفاهیم بنیادی در فهم جهان اطراف ما هستند. این مفاهیم و تعاریف آن‌ها در فلسفه بحث می‌شوند و به عنوان پیش‌فرض در فیزیک استفاده می‌شوند. (combi, 2021) انقلاب بزرگ علمی که در فیزیک در قرن بیستم رخ داد، شامل دو نظریه مکانیک کوانتومی و نسبیت بود. دو نظریه که در مبانی‌شان با یکدیگر ناسازگارند؛ یکی از این مبانی تعریف این دو نظریه از زمان بود. در حالی که مکانیک کوانتومی از همان مفاهیم قدیمی فضا و زمان استفاده می‌کند، «نسبیت» مفهوم و نگاه جدیدی را درباره فضا و زمان مطرح می‌کند. (روولی، ۱۳۹۹، ص ۱۳-۱۴)

همچنین بحث متقارن بودن یا نبودن زمان که از آن با عنوان پیکان زمان یاد می‌شود یکی دیگر از این چالش‌های بنیادی است که امروز فیزیک با آن مواجه شده است. (Barbour, 2022) با توجه بدان که تعریف زمان در فیزیک صورت نمی‌گیرد؛ بلکه به عنوان اصل موضوع در نظر گرفته می‌شود و در آن تنها نتیجه این پیش‌فرض‌ها در پدیده‌های قابل مشاهده بررسی می‌گردد، بحث‌های فلسفه فیزیکی برای مفاهیم بنیادی استفاده شده در نظریات فیزیکی اهمیت روزافزون می‌یابند. (Petrov & Brian Pitts, 2019) از این رو باید دیدگاه فلسفه در مورد زمان به دقت بیان شود، سپس بررسی شود که تا چه حد مفهومی که نیوتن برای زمان استفاده می‌کند و پس از آن تا مدت‌ها نقشی بی‌بدیل در فیزیک به عهده می‌گیرد، متأثر از کدامیک از مکاتب فلسفی هستند.

از دیرباز، یکی از مهمترین مسائل فلسفی نزد فلاسفه‌ی یونانی مسئله‌ی «تغییر و کثرت» در برابر «وحدت و ثبات» بوده است. پیش از بحث در مورد افکار و آرای فلاسفه‌ی یونان باستان، این نکته حائز اهمیت است که «مفهوم زمان همواره در پیوند عمیق با دو مفهوم ثابت و متغیر قرار داشته» و این امر همان بُعدی از مسئله‌ی زمان است که کاملاً در ارتباط با مفهوم مکان قرار دارد. امر مهمی که همواره مورد اشاره، نقد و نظر این فیلسوفان قرار داشته، توجه به اثبات «تغییر یا ثبات» در عالم هستی بوده که هر یک از آنها دیدگاه خاص خود را در این خصوص عرضه داشته است. یکی از مسائلی که در ارتباط با بحث «تغییر و ثبات» مورد توجه قرار گرفته، مسئله‌ی «جسم و جوهر جسمانی» است. این امر بدان دلیل حائز اهمیت است که وقتی اثبات می‌شد که تغییری وجود دارد و عالم ثابت و بدون تغییر نیست، پس باید موضوعی برای این تغییر نیز وجود داشته باشد. این موضوع از نظر فلاسفه در بحث «جسم و جوهر جسمانی» که حاوی ماده و صورت بود، تبلور می‌یافت. در واقع به نظر می‌رسد هم فلاسفه‌ی پیش از ارسطو و هم خود ارسطو به جوهر جسمانی توجه می‌کردند تا راهی برای توجیه و اثبات وجود تغییر و حرکت در عالم هستی بیابند. تحول و حرکت در عالم هستی تنها زمانی به اثبات می‌رسد که یک فیلسوف معتقد به وجود تغییر در مقابل ثبات باشد. پس بحث از جوهر جسمانی و به دنبال آن ماده، صورت و تغییرات رخ داده در عالم به منظور توجیه و تحلیل پدیده‌ی تحول و حرکت رخ داده است. این امر زمانی قابلیت بحث و بررسی پیدا خواهد کرد که به مسائلی همچون «مکان» و «زمان» پرداخته شود. زیرا این دو مفهوم از جمله متعلقات و اجزای جدایی‌ناپذیر حرکت محسوب می‌شوند. چون مفهوم «زمان» در ارتباط ناگسستنی با مفاهیم متغیر و ثابت قرار دارد، لاجرم با مفهوم مکان نیز مرتبط خواهد شد. از آنجا که بررسی مفهوم «مکان»، به جهت محدودیت‌های مرتبط با حجم مقاله، مقدور نبود و واکاوی این مفهوم در پژوهشی دیگر (اسکندری، ۱۴۰۳) نیز صورت گرفته است، مقاله‌ی حاضر تنها بر مفهوم «زمان» متمرکز خواهد بود.

ارسطو بحث از زمان را در کتاب طبیعیات (سماع طبیعی) و در نسبت با حرکت طبیعی مطرح کرده است. ابن‌باجه نیز بحث از این مفهوم را به تبعیت از ارسطو در نسبت با مسئله‌ی حرکت و با تمرکز بیشتر در کتاب شرح سماع طبیعی پیش برده است. حرکت امری نامتناهی و تقسیم‌پذیر است که تا بی‌نهایت قابلیت تقسیم دارد. این مسئله در مورد دو مفهوم مکان و زمان نیز صادق بوده و آن دو نیز تا بی‌نهایت تقسیم‌پذیرند. چپستی ماهیت زمان و اهمیت آن در شناخت عالم هستی، سبب ورود به این بحث به عنوان یکی از مسائل مهم طبیعیاتی می‌شود. در

بحث از ماهیت زمان نیز مسائلی از قبیل وابستگی مفهوم زمان به حرکت، ابدی و ازلی بودن زمان، پیوستگی و تقسیم‌پذیری آن قابل بحث است.

در این مقاله سعی شده تا برخی ویژگی‌های زمان اعم از پیوستگی یا اتصال، تقسیم‌پذیری، عدم تشکیل این مفاهیم از اجزاء تقسیم‌ناپذیر، و نامتناهی بودن زمان از نگاه افلاطون و ارسطو به عنوان فلاسفه‌ی متقدم غربی و ابن‌باجه و ابن‌رشد به عنوان فلاسفه‌ی مسلمان در غرب تمدن اسلامی بحث شود و تا جای ممکن استدلال‌هایی در جهت اثبات آنها ارائه شود. لازم بذکر است که تاکنون پژوهشی که به صورت مستقل به این موضوع بپردازد، صورت نگرفته است اما در آثار و منابع علمی به صورت پراکنده و محدود مفهوم زمان از نگاه فلاسفه‌ای همچون افلاطون (pleshkov, 2020) (pleshkov, 2019)، ارسطو (coope, 2006) (seissl, 2024)، و نیوتن (Gorham, 2011) (Fanchi, 2023)، به عنوان یک فیزیک‌دان، مورد بررسی قرار گرفته است. اما در بررسی انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر همچون Scopus مشخص شد که تاکنون هیچ یک از مقالات علمی به صورت مستقیم به فلاسفه‌ی غرب تمدن اسلامی همچون ابن‌باجه، ابن‌رشد و دیدگاه آنها در خصوص ویژگی‌های زمان نپرداخته‌اند. در حقیقت، طیف وسیعی از مباحث درباره مفهوم زمان از دیدگاه‌های مختلف فلسفی، دینی و علمی پوشش داده شده اما هیچ یک به طور خاص به ابن‌باجه، ابن‌رشد و دستاوردهای آنها در درک زمان اشاره نکرده‌اند.

بر همین اساس، بحثی مقدماتی پیرامون دیدگاه افلاطون و ارسطو نسبت به «زمان» ارائه خواهد شد. این امر بدان دلیل است که ابن‌باجه در آراء و عقاید طبیعیاتی خود پیرامون «مبادی حرکت و پیش‌شرط‌های حرکت» علاوه بر ارسطو، تحت تاثیر افلاطون نیز قرار دارد. حال آن که ابن‌رشد به عنوان فیلسوفی آندلسی در اندیشه و دیدگاه‌های فلسفه‌ی فیزیکی خود، مگر در موارد معدودی مثل زمان ذهنی و زمان حقیقی، تحت تاثیر ارسطوست و سعی دارد در این مسیر وفادار به آرا و نظریه‌های وی باقی بماند. اما به جهت تبعیت ابن‌باجه از ارسطو در بحث زمان و نگاه مقولاتی هر دو فیلسوف به این مفهوم، که در مقابل دیدگاه افلاطون قرار دارد، لازم است ابتدا به صورت مختصر دیدگاه افلاطون در خصوص تعاریف وی از مفهوم زمان بررسی و در ادامه دیدگاه ارسطو پیرامون این مفهوم، هر چند به صورت مختصر، مورد اشاره قرار بگیرد. همچنین در ادامه تلاش خواهد شد تا ضمن تبیین دیدگاه فیزیک نیوتنی نسبت به زمان و ویژگی‌های آن به تطبیق این سه رویکرد فلسفی غربی، اسلامی، و نیوتنی پرداخته شود. لازم بذکر است که نیوتن در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی (۱۳۹۸) صرفاً به آن دسته از نظرات فلسفی بها می‌دهد که در محاسبات فیزیکی بدانها نیازمند است؛ بنابراین وی در صدد تبیین

چیستی زمان بر نمی آید. همان طور که در صدد اثبات و نفی نظرات فلسفی و اقامه برهان نیز بر نمی آید. در عین حال در بخشی از مقدمه‌ی کتابش اشاره می‌کند که «در این کتاب من کوشش کرده‌ام تا ریاضیات را تا جایی که به تحقیقات فلسفی مربوط می‌شود، توسعه دهم.» (۱۳۹۸، ص ۱۷) نیوتن همچنین تاکید دارد که «وظیفه‌ی اصلی فلسفه این است که نیروهای طبیعی موجد حرکات در پدیده‌ها را بیابد و آنگاه از نیروهای به دست آمده پدیده‌های دیگر را تبیین کند.» (۱۳۹۸، ص ۱۸) نکته‌ی قابل توجه این است که به نظر می‌رسد نیوتن مبانی اولیه کتابش را از فیلسوفان مختلف قرض می‌گیرد. او با انتخاب میان تعاریف و ویژگی‌های متعددی که برای اجسام، نیروها، فضا و زمان توسط فیلسوفان ارائه شده است، سعی دارد که ریاضیات را متناظر با آن توسعه دهد. بنابراین این مقاله با رویکردی تطبیقی به بررسی پیشینه‌ی متافیزیکی مفهوم «زمان» در فیزیک نیوتنی می‌پردازد. برای به دست آوردن تصویری دقیق‌تر از اندیشه‌های فلسفی که زیربنای مکانیک کلاسیک را شکل داده‌اند، لازم است اندیشه‌هایی که نیوتن در ابتدای کتاب خود ذکر کرده مورد بررسی و پژوهش عمیق‌تری قرار بگیرد تا بر همین اساس، مشخص شود که این اندیشه‌ها چه نسبتی با آرای فلسفی مطرح در زمان وی داشته است. بر همین اساس، پرسش محوری این است که «کدام مبانی فلسفی شکل گرفته در سنت غربی و اسلامی، به صورت صریح یا ضمنی، در تعریف نیوتن از زمان بازتاب یافته‌اند؟» برای پاسخ به این پرسش، آراء منتخب افلاطون، ارسطو، ابن‌باجه و ابن‌رشد تحلیل می‌شوند تا در نهایت پاسخگوی این پرسش حیاتی باشند که «چگونه آنچه در فلسفه در تعریف زمان و مشتق از آن مطرح می‌شده، در اندیشه‌ی نیوتنی، مقدمات انتخاب‌های ریاضی برای توصیف زمان را فراهم آورده است؟». معیار گزینش این اندیشمندان، تاثیر مستقیم یا مشابهت ساختاری آراء آنها با مفاهیم بنیادین نیوتن است. اگرچه دامنه‌ی تاریخی این پژوهش گسترده به نظر می‌رسد، اما تحلیل‌ها محدود به آن دسته از مفاهیمی هستند که مستندات دال بر انتقال آنها به نیوتن (از طریق متون لاتین، مکتب مدرسی، یا حلقه‌های علمی قرن ۱۷) وجود دارد. همچنین از ذکر آراء فرعی این فلاسفه که ارتباطی با فیزیک نیوتنی ندارند، اجتناب شده است. شواهدی دال بر تاثیر سنت غربی و اسلامی بر فیزیک نیوتنی وجود دارد که در مقاله به تفصیل مورد بحث واقع خواهد شد. به نظر می‌رسد نیوتن در تعریف زمان مطلق خود، از یک سو وامدار تمایز افلاطونی - ابن‌رشدی بین زمان حقیقی و ذهنی است و از سوی دیگر، با الهام از تحلیل‌های کمی ارسطو و ابن‌باجه، آن را به پارامتری ریاضی تبدیل می‌کند. در حقیقت این مقاله درصدد است با انتخاب چهار فیلسوف برجسته، افلاطون، ارسطو، ابن‌باجه و ابن‌رشد، گزاره‌های فلسفی

که نیوتن در شکل‌دهی به فیزیک جدید از آنها بهره برده است را تا حدی روشن نماید. به نظر می‌رسد نیوتن در بحث از «استقلال زمان از ماده» افلاطون^۱، «کمی‌پذیری زمان بر اساس حرکت» ارسطو و ابن‌باجه، و «پیوند ریاضی مکان_زمان» ابن‌رشد، تحت تاثیر این گزاره‌های فلسفی قرار گرفته است. برخلاف تصور رایج، به نظر می‌رسد نیوتن نه تنها فیزیکدان، بلکه وارث سنتی فلسفی بود که مفاهیم کلیدی او را را پیش ساخته بودند.

بدین منظور در این مقاله، پس از بررسی سیر تحول مفهوم و ویژگی‌های زمان از منظر افلاطون، ارسطو، ابن‌باجه و ابن‌رشد، نشان داده خواهد شد که چگونه نیوتن با تلفیق دوگانگی زمان حقیقی/ذهنی و تحلیل ریاضی حرکت چهارچوب فیزیک جدید را بنیان نهاد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه بنا بر پژوهش‌های انجام شده (اسکندری، ۱۳۹۸) آرای ابن‌باجه و ابن‌رشد در مباحث مرتبط با حرکت نسبتاً مشابه هستند در این مقاله آرای ابن‌باجه، به عنوان فیلسوف مهجوری که تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته، مفصل‌تر بحث شده و آرای ابن‌رشد مختصرتر مورد اشاره قرار گرفته است. در نهایت ویژگی‌های زمان از منظر نیوتن بررسی و تحلیل خواهد شد و نتایج تطبیقی مورد نظر ارائه خواهد شد.

۲. «زمان» در اندیشه افلاطون

در میان فلاسفه یونانی شاید بتوان گفت ارسطو به عنوان اولین فیلسوفی است که به صورت مبسوط به تبیین زمان و بررسی ماهیت آن پرداخته است. در مورد این مفهوم، افلاطون نیز دیدگاه خاصی دارد که متفاوت از آرای ارسطوست. در واقع ارسطو در مورد زمان و تحلیل خاص خود نسبت به این مسئله، نظر استادش افلاطون را نپذیرفته و دیدگاه خاص خود را ارائه کرده است. هر چند ارسطو در کتاب طبیعیات به ارائه نظریات گذشتگان پیرامون زمان پرداخته و تنها با اشاره‌ای کوتاه از این نظریات عبور کرده ولی در مورد آراء افلاطون به مخالفت پرداخته و تحلیلی خاص ارائه داده است. در ادامه، ویژگی‌های زمان از منظر افلاطون مرور خواهد شد:

۱.۲ زمان مستقل از جهان معنا ندارد.

از نظر افلاطون زمان و جهان با هم پدید آمده‌اند تا اگر روزی قرار شود که از میان بروند، هر دو با هم نابود گردند. (افلاطون، ۱۳۸۰، تیمائوس، ب ۴۸، ص ۱۷۳۳) از آرا و عقاید وی می‌توان

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۱۵

چنین استنباط کرد که «زمان» در اندیشه‌ی افلاطون متعلق به عالم محسوس است و در صورت وجود این عالم است که زمان نیز وجود خواهد داشت.

۲.۲ جریان داشتن تغییر در عالم مادی به موازات زمان

اصطلاحات «هست»، «بود»، و «خواهد بود» را فقط در مورد شدن و تحولی که به موازات زمان در جریان است حق داریم بکار ببریم. زیرا این اصطلاحات مبین حرکتند، در حالی که آنچه عاری از حرکت است و همیشه به یک حال می‌ماند، در خور آن نیست که در طول زمان، چه در گذشته و چه در زمان حال، جوان‌تر یا کهن‌تر شده باشد یا بشود و خلاصه هیچ یک از خصوصیتی که به سبب «شدن» با چیزهای متحرک دنیای محسوسات همراهند در خور آنچه ثابت و بی‌حرکت است نخواهد بود. بلکه برعکس، آن خصوصیات حادث در زمان قرار دارند که تقلید و تصویری از ابدیت است. (افلاطون، ۱۳۸۰، تیمائوس، ب ۳۷-۳۸، ص ۳۳-۱۷۳۲) افلاطون زمان را تصویر ابدی از زندگی ابدی می‌داند که گذشته، حال و آینده، روزها، ماهها و سالها اجزاء آن هستند.^۲

بنابراین زمان در نگاه افلاطون چونان ظرفی پدیدار می‌شود که تغییرات در آن قرار دارند. با توجه به اینکه افلاطون ما به ازایی غیرمادی برای عالم محسوس در نظر می‌گیرد؛ طبیعی است زمان نیز یک تصویر ابدی و یک تعریف مادی داشته باشد.

۲.۲ اندازه‌گیری زمان

مفهوم زمان از نظر افلاطون در گفتگوهای تیمائوس به حد کافی واقعی و عینی است. افلاطون وقتی به زمان فکر می‌کند آن را از جنس حرکت سیاره‌های آسمانی یا ویژگی عمده‌ی آن می‌داند، زیرا همین حرکات آسمانی بنیادی می‌شوند برای تمام جنبش‌های زمینی. حرکت یکنواخت ستاره‌ها و خورشید باعث به وجود آمدن روز، شب، ماهها و سالها می‌شوند. (اریکسن، ۱۳۸۵، ص ۵۳-۵۴)

با این اوصاف زمان اگر بالذات عبارت از توالی روزها و شبها و به طور کلی توالی ادوار باشد، مرتبط با حرکات منظم آسمان است و چنانکه افلاطون می‌گفت با آسمان زاده می‌شود. (ارسطو، ۲۰۰۷، الطبیعه، کتاب چهارم) بنابراین اندازه‌گیری زمان در اندیشه‌ی افلاطون باید مبتنی بر رصد حرکات اجرام سماوی باشد.

۴.۲ عدم تقدم زمان بر خلقت عالم ماده

با چنین قولی هم تصور صریحی از زمان حاصل می‌آید و هم تصور مبهمی از زمان، که قدما جزء مجموعه‌ی عقاید خود درباره تکوین عالم داشتند و آن را شیء اولی و مقدم بر عالم می‌پنداشتند، از میان می‌رود. (بریه، ۱۳۷۴، ج ۱: ص ۲۷۴)

۳. «زمان» در اندیشه ارسطو

تحلیلی که افلاطون از زمان ارائه می‌دهد در تضاد با دیدگاه ارسطو هست. تصویری که او از این مفهوم ارائه می‌دهد، قابلیت ظاهر شدن در عالم محسوسات را ندارد زیرا از نظر افلاطون زمان ظهور ابدیت در عالم مادیات است. اما چنین دیدگاهی نسبت به زمان سبب شده که این مفهوم تنها تصویری از واقعیت محسوب شوند که از اصالت برخوردار نیستند. از نظر ارسطو چنین تحلیلی درست نبوده و او به این مفهوم اصالت می‌دهد. در ادامه، ویژگی‌های زمان از منظر ارسطو مرور خواهد شد:

۱.۳ زمان مفهومی انتزاع شده از حرکت

در واقع از نظر ارسطو، عالم اجسام، اجزاء و اوصاف آن اعتبار خاصی دارند. ارسطو در هنگام تحلیل زمان تلاش می‌کند تا با تکیه بر ذات جسم و نحوه وجود آن، این مفهوم را تفسیر نماید و وی آن را «مقدار حرکت» معرفی می‌کند.

۲.۳ زمان عرض جسم است

در چارچوب دیدگاه مذکور، زمان و مکان اوصاف واقعی اجسام هستند نه تصویری غیرواقعی از آنها. لازم بذکر است که وقتی زمان از جمله توصیفات واقعی جسم محسوب شوند، لازمی این مفهوم، نوعی تحلیل انتزاعی و عقلانی از عالم اجسام است. چنانچه در مقاله چهارم از شرح سماع طبیعی ابن باجه نیز دقیقاً چنین نگاهی بر تفسیر دو مفهوم انتزاعی از مکان و زمان دیده می‌شود.

ارسطو برخلاف افلاطون^۳ عمل کرده و زمان را یک امر عرضی به حساب آورده و در تحلیل خود نسبت به ساختار جسم تلاش می‌کند تا زمان را «مقدار حرکت» معرفی نماید. انفعالاتی که در محیط رخ داده و سبب ایجاد حرکت می‌شود، بر ما چنین می‌نماید که زمان

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۱۷

گذشته است. وقتی بر گذشت زمان واقف شویم به موازات این وقوف، احساس وقوع حرکت نیز در ما پیدا می‌شود. این امر نشان‌دهنده‌ی ارتباط تنگاتنگ زمان با حرکت است. «بنابراین، زمان یا حرکت است یا چیزی متعلق به حرکت. از آنجا که زمان ممکن نیست حرکت باشد پس حتما شق دوم یعنی «تعلق زمان به حرکت» صادق خواهد بود.» (ارسطو، ۲۰۰۷، الطبیعه، ۲۱۹) بنابراین روشن می‌شود که زمان نه عین حرکت است و نه مستقل از حرکت.

۳.۳ پیوسته بودن زمان

در فلسفه ارسطو، مفهوم «مجاورت» (συνέχεια / continuity) و «پیوستگی و اتصال» (ἐχόμενον / contiguity) از مباحث پایه‌ای در تحلیل کمیات هستند. ارسطو در سماع طبیعی (کتاب چهارم، ۱۰a۲۲۷) و مقولات (۱383,۲۶a۶) تمایز این دو را بیان می‌کند. پیوستگی و اتصال به چیزی اشاره دارد که اجزای آن «حد مشترک» دارند و به طور یکپارچه به هم متصل‌اند، مانند خط یا زمان. ارسطو تاکید می‌کند که در موجودات پیوسته، تقسیم به اجزای نامتناهی ممکن است، اما همواره حدی مشترک بین بخش‌ها وجود دارد. (سماع طبیعی، کتاب چهارم، ۱۰a۲۲۷) اما مجاورت زمانی است که دو چیز در تماس هستند ولی حد واحدی را اشتراک ندارند، مانند دو سنگ مجاور. (سماع طبیعی، کتاب چهارم، ۲۱a۲۳۱) این تمایز در تحلیل حرکت، زمان و مکان در فلسفه‌ی ارسطو نقش محوری دارد. (Irwin, 2009, p.48) همچنین ارسطو تصریح می‌کند که «زمان، متصل است چون صفت شیء متصل است.» (ارسطو، سماع طبیعی، ۱۰b۲۲۰)

۴.۳ ازلی و ابدی بودن زمان

فقط چیزهایی که در حرکت یا در سکون هستند بدین معنی که قابل حرکتند، در زمان هستند. آنچه ازلی، ابدی و نامتحرک است، در زمان نیست. حرکت ازلی و ابدی است؛ اما بدیهی است که نامتحرک نیست. بنابراین حرکت در زمان است و بر همین اساس نتیجه می‌شود که زمان نیز ازلی و ابدی است. بدین معنا که هرگز آغاز نشده و هرگز پایان نخواهد یافت. (کاپلستون، ۱۳۸۸، ص ۳۶۸) بر اساس توضیحاتی که ذکر شد می‌توان از نگاه ارسطو زمان را چنین تعریف کرد که

وقتی یک پیش و یک پس را درمی‌یابیم، می‌گوییم زمان وجود دارد زیرا زمان همین است، یعنی عدد حرکت از حیث پیش و پس. بنابراین زمان، خودِ حرکت نیست بلکه عبارت است از حرکت از آن جهت که قابل شمارش است. (ارسطو، ۲۰۰۷، الطبیعه، ۲۱۹ب)

بر اساس همین تعریف است که گفته می‌شود، زمان مقدار حرکت از لحاظ تقدم و تاخر است.^۴

۵.۳ اندازه‌گیری زمان

«زمان به وسیله‌ی حرکات دَوْرانی آسمان سنجیده می‌شود.» (بریه، ۱۳۷۴، ج ۱، ص ۵-۲۷۴) این مسئله درست همانند زمانی است که طول یک شیء به وسیله‌ی ذرع اندازه‌گرفته می‌شود، بدون اینکه طول را متعلق به خود آن شیء بدانیم. از نظر وی، حرکت مستدیر مناسبترین مقیاس برای اندازه‌گیری زمان محسوب می‌شود؛ بنابراین گردش افلاک آسمانی که نمونه‌ی کاملی از حرکت مستدیر است، ملاک و مقیاس مناسبی برای اندازه‌گیری زمان است. چرا که «حرکت مکانی» نوع مقدم حرکت است و «حرکت مستدیر» نوع مقدم حرکت مکانی است. همچنین چون هر شیء‌ای با شیء واحد که همجنس آن است سنجیده می‌شود نیز برای اندازه‌گیری زمان قابل توجه است. لازم بذکر است، از آنجا که اولین شیء در هر جنس مقیاس همه‌ی اشیاء در آن جنس است، حرکت منظم مستدیر برای مقیاس بودن مناسب‌تر است و آن حرکت کیهان است. (ارسطو، سماع طبیعی، ۱۳b۲۲۳) نکته‌ی قابل توجه این است که خود زمان نیز به صورت دایره‌ای در نظر گرفته می‌شود. ارسطو، سماع طبیعی، ۲۹ b۲۲۳

۶.۳ چرا زمان «اضافه» نیست؟

از نظر ارسطو، ده مقوله وجود دارد که نه تای آن عرض است. یکی از این مقولات «کم» و دیگری «اضافه» است. کمیت‌ها خود بر دو قسمند:

- کمیت متصل (مثل خط یا زمان) اجزایی دارد که حد واحدی را مشترک هستند.

- کمیت منفصل (مثل اعداد) فاقد چنین ارتباطی است. (Irwin, 2009, p.45)

انواع کمیات متصل :

- قار (مانند خط، حجم و سطح) که تمام اجزای آنها باهم موجودند.

- غیرقار (مانند زمان) که تا بخشی از آن نگذرد، بخش بعدی موجود نمی‌گردد. (علامه

طباطبایی، ۱۳۸۳، ج ۲)

«اتصال» زمانی معنا می‌یابد که دو چیز بدون اشتراک حد، در تماس باشند. (ارسطو، سماع

طبیعی، ۲۱a۲۳۱) این تمایزات پایه‌ای برای تحلیل پدیده‌هایی مانند حرکت و زمان است. از

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۱۹

آنجا که حرکت قابل شمارش است و کم و بیش را به وسیله‌ی عدد تشخیص می‌دهیم؛ پس در حرکت، کمتر و بیشتر به وسیله‌ی زمان تعیین می‌شود. حرکت، مقدار متصل است. چون حرکت متصل است، پس زمان نیز متصل خواهد بود.^۵ (ارسطو، ۲۰۰۷، الطبیعه، ۲۱۹) بنابراین از آنجایی که ثابت شد از نظر ارسطو، زمان ذیل مقوله‌ی کم هست، در شمار مقوله‌ی اضافه قرار نمی‌گیرد. همچنین ارسطو در «متافیزیک» (Δ15, 1021a 26-29) تاکید می‌کند که اضافه نیازمند وجود هم‌زمان دو طرف است؛ در حالی که زمان حتی در غیاب یک طرف (مثل حرکت فردی) باقی ماند. پس زمان بر خلاف اضافات که وجودشان وابسته به دو طرف رابطه است، جهانی و مستقل از اشیاء خاص است.

۷.۳ یکنواخت بودن زمان

ارسطو عنوان می‌کند برخلاف حرکت‌ها که می‌توانند تندتر و کندتر باشند، جریان زمان همیشه یکنواخت است. و تندتر یا کندتر گذشتن زمان معنایی ندارد. سریع چیزی است که در زمانی کوتاه حرکت بسیار می‌کند و کند چیزی است که در زمان طولانی حرکتی اندک انجام می‌دهد. (ارسطو، سماع طبیعی، ۱۴b۲۱۸)

۴. «زمان» در اندیشه ابن‌باجه

در این بخش از مقاله‌ی حاضر، ویژگی‌های زمان از منظر ابن‌باجه بحث و بررسی خواهد شد. با توجه به اینکه آرای ابن‌باجه در بحث مکان ترکیبی از آرای ارسطو و افلاطون بود (اسکندری، ۱۴۰۳) انتظار می‌رود که در بحث زمان نیز آرای وی چنین باشد.

۱.۴ متی و زمان دو مفهوم نزدیک به هم

ابن‌باجه در این‌باره مطرح می‌کند که «و نسبة الحركة الیه هی المتی، و لذلك انما یکون الزمان محصلاً بمتی محصل» (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبیعی، مقاله‌ی رابعه، ۱۴، ص ۴۵) نسبت حرکت جسم به زمان مانند نسبت متی است به زمان.

متی را نسبت شیء با زمان خودش می‌گویند. در واقع ابن‌باجه از دو مفهوم در این مورد استفاده کرده است. یکی از این مفاهیم، «متی» است و دیگری «زمان». در واقع وقتی یک شیء را بررسی می‌کنیم، زمان به عنوان یک خط ممتدی است که طول زمانی محسوب می‌شود، پس

در این خط پیوسته ممتد، یعنی زمان، اگر در یک لحظه نسبت شیء را با زمانش در نظر بگیریم آنگاه به این نسبت متی گفته می‌شود. در اینجا گویا منظور این باشد که مانند نسبتی که جسم به واسطه‌ی حرکتش با زمان دارد، متی را حاصل کرده و متی زمانی حاصل می‌شود که حرکت حاصل شود و متی چیزی جز نسبت شیء با زمان نیست.

در مورد اینکه «چرا ابن‌باجه معتقد است، متی نسبت شیء با زمان است؟» باید گفت که چون از نظر وی «زمان عاِدُ حرکت است.» در واقع اگر قرار به اندازه‌گیری زمان باشد، حرکت یک جسم را ملاک زمان قرار می‌دهیم. به همین دلیل است که در مورد متی گفته می‌شود که «نسبت جسم با زمان است.» پس به تعبیر فلسفی، جایگاه زمانی جسم را متی می‌نامند؛ یعنی نسبت جسم با زمان را متی می‌گویند.

از آنجا که ابن‌باجه ذکر می‌کند که قوام مکان به حرکت است و نسبت حرکت به مکان، نسبت متی است به زمان؛ به همین دلیل است که زمان بواسطه متی محصل^۷، تحصیل پیدا می‌کند. «محصل شدن متی نیز تنها بواسطه حرکت محصله است و نه بواسطه "آن"» (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبعی، مقاله‌ی الرابعه، ۱۱۴، آ، ص ۴۵) منظور از «آن» در این عبارت «آن فلسفی» یعنی طرف زمان است. به طور کلی وجود برای متی محصل می‌گردد ولی نه از آن جهت که «آن»^۸ موجود است، بلکه از جهت آنچه که مساوق^۹ حرکت بوده یا حرکت در آن نابود می‌گردد. بدین معنی که وقتی حرکت نباشد، متی هم نخواهد بود.

۲.۴ اضافه نبودن زمان

پس قوام زمان محصل، همواره به متی است. همچنین «متی» تحت «مقوله اضافه» قرار نمی‌گیرد؛ زیرا متی دو طرف ندارد که هر دو محصل باشند به خلاف اضافه که دارای دو طرف است. پس به درستی که متی قوام‌بخش زمان است، و زمان جز به متی موجود نمی‌گردد. همچنین برای زمان هیچ وجودی نیست جز بواسطه متی، و آنچه که برای آن وجودی نیست پس اصلاً تحت مقوله ای قرار نمی‌گیرد. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبعی، مقاله‌ی الرابعه، ۱۱۴، آ، ص ۴۵) (ابن‌باجه در بخش دیگری از مقاله‌ی چهارم ادامه می‌دهد که از آنچه در باب زمان گفتیم روشن می‌شود که از مقوله مضاف نیست. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبعی، مقاله‌ی الرابعه، ۱۱۴، آ، ص ۴۵))

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۲۱

در پاسخ به این سوال که «چرا «زمان» اضافه نیست؟» ابن‌باجه چنین توضیح می‌دهد: «اضافه» به چیزی گفته میشود که به ذات خود، منقسم می‌باشد؛ نه آن که توسط شیء دیگری تقسیم شود. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۲۶، ص ۸۱)

۳.۴ زمان انتزاع از حرکت

آنچه از دیدگاه ابن‌باجه پیرامون «چیستی زمان» به دست آمده بر این مسئله تاکید دارد که «زمان انتزاع از حرکت است.» وی معتقد است:

«زمان چیزی نیست که به خودی خود وجود داشته باشد، بلکه وجود آن به سبب حرکت و تقدیر حرکت شیء و سنجش حالت‌های مختلف شیء متحرک است.» (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح سماع طبیعی، مقاله الرابعة، ۱۸۸، ص ۴۷)

وی حتی مبدا زمان را نیز تابع حرکت جسم می‌داند و می‌گوید: وقتی که جسم الف از مکان a تا مکان b حرکت می‌کند، سپس می‌ایستد و پس از مدتی از b تا c حرکت می‌کند، «در این صورت مبدا کجاست؟» پاسخ به این اشکال بر اساس نظریات ابن‌باجه چنین است که «مبدا مکان و زمان» تابع «مبدا حرکت» است و به صورت مستقل تعریف نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت که به ازای هر حرکتی در جهان ما یک زمان مختص بدان حرکت خواهیم داشت.

۴.۴ اندازه‌گیری زمان

ابن‌باجه تعریف خود از زمان را با اشاره به نقلی از اسکندر افروдіسی^{۱۰} آغاز می‌کند:

بر همین اساس است آنچه که اسکندر در باب زمان یافته، به دلیل آن که زمان امری است که ذهن آن را درک می‌کند، چیزی نیست جز اندازه‌گیری حرکت به واسطه‌ی متقدم و متاخر آن، هر چند که مقدار، مکان و متحرک وجود دارند. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح سماع طبیعی، مقاله الرابعة، ۱۸۹، ص ۴۸)

این عبارت بدان معنی است که زمان به وسیله‌ی ذهن درک می‌شود اما آن سه، یعنی «مقدار، مکان و متحرک»، دیگر نیازی به ذهن انسان برای به وجود آمدن ندارند برخلاف زمان.

آنچه که ابن‌باجه به قول اسکندر افروдіسی نقل کرده است اشاره به اندازه‌گیری حرکت دارد. به همین جهت لازم بذکر است که فلاسفه در تعریف زمان از دو قسم زمان استفاده می‌کنند: یکی «زمان خاص» برای هر حرکت، و دیگری «زمان عام» که برای اندازه‌گیری حرکت

خواهد بود. حال اگر بخواهید تنها یک زمان عام فرض کنید تا در بحث اندازه‌گیری زمان، مرجع اندازه‌گیری قرار بگیرد باید «حرکت سرمدی افلاک» را در نظر گرفت و زمان را از آن انتزاع نمود و سایر حرکات را نسبت به آن (حرکت سرمدی) سنجید. به همین منظور است که ابن‌باجه در ادامه‌ی نقل خود از اسکندر افرویدی به حرکت سرمدی و در ادامه حرکت در افلاک توجه دارد.

وی اشاره می‌کند که مقصود از حرکت اندازه‌گیری شده در اینجا «حرکت سرمدی»^{۱۱} است. اگر هم حرکتی غیر از حرکت سرمدی مبنای اندازه‌گیری قرار بگیرد، به دلیل مناسبتی است که آن حرکت با حرکت سرمدی دارد و به طور کلی آن حرکت دیگر بالعرض و نه بالذات مبنای اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. و اگر چنین نمی‌بود و «زمان» اندازه‌ی حرکتی غیر از حرکت سرمدی می‌بود، می‌بایست که زمان با نابودی آن حرکت از بین برود، در حالی که چنین فرضی محال است. افلاک چون مجردند، تغییرناپذیرند و زمان را با حرکت خویش ایجاد می‌کنند اما خودشان در زمان واقع نمی‌شوند. یعنی به بیانی دیگر، «افلاک مولد زمان هستند اما زمان‌مند نیستند».

- نسبت حرکت با ماهیت و اندازه‌گیری زمان

زمان را جز با حرکت نمی‌توان تصور نمود. با کمی تأمل روشن می‌گردد که «حرکت جزئی از ماهیت زمان است؛ زیرا اگر ما حرکت را تصور نماییم، زمان را نمی‌یابیم. ولی زمان در ماهیت حرکت داخل نیست، زیرا گاهی ما حرکت را بدون زمان مورد ملاحظه قرار می‌دهیم»^{۱۲}. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح سماع طبیعی، المقالة الرابعة، ۱۸۹، ص ۴۹) بنابراین زمان از آن جهت که حرکت با اجزایش اندازه‌گیری شده که از جمله‌ی آن اجزاء، متقدم، مساوق و حاضر است، به وجود می‌آید. پس هنگامی که چنین است، «زمان از جمله چیزهایی است که وجودش به واسطه‌ی انسان است.» (شرح سماع طبیعی، ۱۸۹، ص ۴۹) چون اگر انسان نبود کسی به اندازه‌گیری حرکت نمی‌پرداخت تا از مفهوم زمان که عاد حرکت^{۱۳} است، استفاده نماید.

۵.۴ عرض بودن زمان و رابطه آن با اندازه‌گیری

از جمله مسائلی که حقیقت اخیر برای ما روشن می‌سازد، وابستگی زمان به حرکت در امور قابل اندازه‌گیری است که به انسان اختصاص دارد. به عبارتی دیگر، ابن‌باجه بر این نکته تأکید می‌کند که «در وجود برای زمان نمی‌توانیم، غنا و بی‌نیازی بیابیم، پس هیچ حرکتی برای زمان در چیزی وجود ندارد، جز در چیزهای قابل اندازه‌گیری که مختص انسان است.» (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۲۳

سماع طبیعی، مقاله‌ی رابعه، ۱۸۹، ص ۴۹) در حالی که اگر زمان بواسطه نفس خویش موجود بود، هر آئینه برای او بی‌نیازی بود؛ بر همین اساس است که ابن‌باجه در ادامه به این نکته تأکید می‌کند که «در طبیعت چیزی باطل و عبث نیست.» ابن‌باجه در مقاله‌ی اول از شرح سماع طبیعی نیز هنگام بحث از محرک و متحرک که به یکدیگر نیاز دارند به این مسئله که طبیعت چیزی را عبث و بیهوده خلق نمی‌کند، اشاره دارد. در اینجا نیز بر اساس اینکه زمان از نظر وجودی وابسته به امور قابل اندازه‌گیری انسانی است و اگر قرار بود که بذاته مستقل وجود داشته باشد، با این اصل طبیعت، که نباید چیزی عبث و بیهوده آفریده شود، در تناقض می‌افتاد (مقدم حیدری و اسکندری، ۱۳۹۸). لذا در مقاله چهارم از شرح سماع طبیعی نیز بر این امر مهم در طبیعت اشاره دارد.

۶.۴ جریان یافتن زمان با حرکت

«زمان و حرکت» هر دو امری متصل هستند که از اجزای تقسیم‌ناپذیر تشکیل نشده‌اند. یعنی اجزاء آنها تقسیم‌پذیر بوده و از ترکیب آنها با یکدیگر امری متصل حاصل شده است. اما نکته مهمی که با وجود موارد فوق‌الذکر قابل اشاره است، این که «زمان و حرکت با یکدیگر همزمان و مصادف (coincide) هستند.» یا به بیان دیگر، اجزای زمان موازی با اجزای حرکت هستند. نیمی از یک حرکت که مستلزم یک زمان معین می‌باشد، نصفِ زمانِ کل حرکت را نیاز دارد.

۷.۴ متصل و پیوسته بودن زمان

«مکان، زمان و حرکت» متصل هستند. در خصوص تقسیم‌ناپذیری یک پیوستار نیز مشخص است که یک پیوستار از اجزای تقسیم‌ناپذیر تشکیل نشده است. به عبارتی دیگر، این امر که یک پیوستار باید از اجزای تقسیم‌ناپذیر ساخته شده باشد، غیرممکن است. این امر بدان دلیل است که تقسیم‌ناپذیر از «اجزاء» یا «مبدا و مقصدی مشخص»^{۱۴} تشکیل نشده که بتواند از طریق آن اجزاء یا حدود با تقسیم‌ناپذیر دیگری پیوند بخورد و یک پیوستار تشکیل شود. در تفسیر این امر شایان ذکر است که امر متصل از اتصال اجزاء تقسیم‌ناپذیر با یکدیگر شکل نگرفته لذا یک پیوستار خود نیز تقسیم‌ناپذیر نخواهد بود و این امر غیرممکن است. پس در یک جمله به صورت کلی می‌توان چنین ادعا کرد که «یک پیوستار، کلیت و مجموعه‌ای از تقسیم‌ناپذیرها نیست.»

اما این جمله تنها در حد یک ادعا باقی نمانده و ابن‌باجه در مقاله ششم از شرح سماع طبیعی سعی کرده با استفاده از استدلال‌های طولانی ثابت کند که یک پیوستار از اجزای تقسیم‌ناپذیر تشکیل نشده است. ابن‌باجه اثبات می‌کند که «خط» به عنوان یک پیوستار است که از مجموع نقاط ساخته نشده است یا در مورد زمان نیز معتقد است که زمان به عنوان یک پیوستار از مجموع لحظات یا آنات تشکیل نشده است. «پس روشن شد که در زمان، چیزی وجود دارد که در اصل غیرمنقسم است و همان آن یا لحظه می‌باشد.» پس می‌گوییم:

«آن» جزئی از زمان نبوده و زمان از «آن» تشکیل نشده است زیرا زمان «متصل» است و متصل چیزی است که نهایت آن متفاوت باشند و پیش از این روشن شد که متصل اصلاً از اجزای غیرقابل تقسیم تشکیل نمی‌شود.^{۱۵} (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۲۳، ص ۷۶)

۱.۷.۴ تعریف «لحظه» یا «آن»

در ادامه لازم است، تعریفی از «آن» یا لحظه از نگاه ابن‌باجه بیان شود و یکی از استدلال‌های وی در خصوص اثبات تقسیم‌ناپذیر بودن «آن» که در پی آن اثبات می‌شود «زمان از مجموع آنات تشکیل نشده» نیز مطرح گردد. ابن‌باجه می‌گوید: «آن» که نهایت حرکت است. همچنین وی در خصوص نسبت آن با حرکت نیز معتقد است که «آن» نهایت سکون و مبدا حرکت است، یا نهایت حرکت و مبدا سکون است. (ابن‌باجه، ۱۹۶۰، کتاب النفس، ص ۱۰۶، پانویس)

ابن‌باجه در رابطه با نسبت زمان با ابتدا و انتها داشتن چنین می‌گوید: «لَمَّا تَبَيَّنَ أَنَّ كُلَّ زَمَانٍ فَهُوَ مَنْقَسِمٌ إِلَى مَا يَنْقَسِمُ دَائِماً، لَمْ يَكُنْ لِلزَّمَانِ لَأَوَّلٌ وَلَا آخِرٌ، وَهُوَ جُزْءٌ مِنْهُ.» (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۲۳، ص ۷۵-۷۶) در این عبارت روشن است که هر زمانی به صورت دائم قابل تقسیم است، پس زمان، ابتدا و انتهایی که آن ابتدا و انتها جزئی از زمان نباشد، ندارد. پس نهایت زمان، یک زمان نیست بلکه همان چیزی است که آن را «لحظه» یا «آن» می‌نامیم. در اینجا ابن‌باجه تأکید دارد که چون زمان نامتناهی است^{۱۶} نمی‌توان برای آن نهایی تعیین کرد پس هر آنچه از آن به نهایت زمان تعبیر می‌شود، لحظه یا آن نامیده می‌شود. «فَنَهَايَةُ الزَّمَانِ لَيْسَتْ بِزَمَانٍ، وَهِيَ الَّتِي نَسْمِيهَا الْآنَ.» (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۲۳، ص ۷۶)

ابن‌باجه در ادامه‌ی استدلال خود تصریح می‌کند زمان از مجموع آنات ایجاد نشده است. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، آ، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۲۳، ص ۷۵)

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۲۵

از آنجا که حرکت و سکون نیازمند زمان است، و از سوی دیگر «لحظه» زمان محسوب نمی‌شود پس چنین تحلیل می‌شود که «هیچ حرکت و سکونی در لحظه وجود ندارد.» (۲۳، ص ۷۵) لحظه جزئی از زمان نیست بلکه حد یا نهایی از زمان است که یک مقطع از زمان را با مقطع دیگری از زمان به یکدیگر متصل میکند بدون اینکه جزئی از هر یک از آنها به حساب آید.

۸.۴ سرمدی بودن زمان

بر اساس آنچه که ذکر شد، روشن گردید که علاوه بر اینکه خط از مجموع نقاط، و زمان از مجموع آنات تشکیل نشده، بلکه مشابه با این دو، «حرکت» نیز که همانند خط و زمان یک پیوستار می‌باشد، از تقسیم‌ناپذیرها تشکیل نشده است؛ بلکه حرکت تا بی‌نهایت تقسیم‌پذیر است. (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۱۲۴، ص ۷۷) پس به زعم ابن‌باجه هر زمانی قابل اندازه‌گیری است و نهایت‌های آن دو لحظه می‌باشند. و هر حرکت، کائن فاسدی است پس دو نهایت آن، دو حالت از احوال متحرک می‌باشند.

در اینجا باید اضافه کرد که برای «زمان، مکان و حرکت» نمی‌توان قائل به آغاز یا پایان شد. دلیل این امر آن است که چون نهایت زمان یعنی لحظه، و نهایت خط یعنی نقطه، و همچنین نهایت حرکت، تقسیم‌پذیر نبوده و غیرقابل تقسیم هستند، پس به دست آوردن هر آغاز یا پایانی برای زمان، مکان و حرکت غیرممکن خواهد بود (ابن‌باجه، ۱۹۹۱، شرح سماع طبیعی، مقاله السادسة، ۱۲۷، ص ۸۲-۸۳). برای این مسئله ادله‌ای وجود دارد: همانطور که ذکر شد دلیل اول مبنی بر این مسئله است که نهایت زمان، مکان و حرکت، «زمان، مکان یا حرکت» نیستند. بر مبنای دلیل دوم نیز چون نهایت زمان، مکان و حرکت دائماً دو بخش از موضوعات‌شان (دلالت بر زمان، مکان و حرکت دارد) را از هم جدا کرده یا بین دو بخش از موضوعات‌شان اتصال برقرار می‌کنند، پس نمی‌توانند آغاز یا پایان موضوع مربوطه‌شان یعنی زمان، مکان و حرکت قرار بگیرند. پس حد و نهایت این سه چیز، آغاز یا پایانی برای آنها نخواهند بود لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که «زمان، مکان و حرکت» سرمدی (eternity)^{۱۷} هستند.

۵. «زمان» در اندیشه ابن‌رشد

ابن‌رشد در تفسیر خود بر «فیزیک» ارسطو در کتاب تفسیر مابعدالطبیعه و تهافت التهافت زمان را به عنوان امری بدیهی (بدیهیات اولیه) معرفی می‌کند که نیاز به اثبات خارجی ندارد، بلکه

شناخت آن از طریق تجربه‌ی حسی و عقل تحلیلی مستقیم حاصل می‌شود. ابن‌رشد تأکید می‌کند که ادراک زمان مانند ادراک مکان از طریق حواس ممکن است و در تفسیر مابعدالطبیعه (ج ۲، ص ۱۴۳) اشاره می‌کند «زمان همان‌گونه که حرکت به حس شناخته می‌شود، به حس شناخته می‌شود».^{۱۸} ابن‌رشد ویژگی‌هایی برای آن بر می‌شمارد که در ادامه بدان اشاره خواهد شد. وی گرچه پیرو ارسطو و استادش ابن‌باجه است اما در برخی از وجوه نگاهی متفاوت، و نه مغایر، با ابن‌باجه دارد.

۱.۵ پیوسته بودن زمان

وجود زمان آشکار است و این که محمولات ذاتی‌ای دارد که ملحق به وجود آن است مانند اینکه زمان آینده و گذشته دارد و حال حد مشترک میان گذشته و آینده است. زمان حاضر بالوضع است نه بالطبع^{۱۹} چرا که ممکن نیست جزئی از زمان به صورت بالفعل موجود شود. زمان متصل است و زمان با دو «آن» محدود می‌شود. لازم بذکر است که هیچ جزئی از زمان بالفعل موجود نمی‌شود. چون اگر بالفعل شود، دیگر اتصال ندارد و منقطع خواهد شد. پس در طبع زمان نیست که به گذشته، حال یا آینده تقسیم شود، چون چیز بالفعلی وجود ندارد که قسمت شود. این نوع تقسیمات زمان به گذشته، حال و آینده به خاطر محمول زمان است؛ پس زمان حال «قراردادی» است.

۲.۵ انتزاع از حرکت انتقالی

ابن‌رشد برخلاف استادش ابن‌باجه، زمان را انتزاع از همه تغییرات در عالم نمی‌گیرد و آن را صرفاً انتزاع از حرکت انتقالی می‌داند. وی در این ارتباط معتقد است: تنها حرکت مانند «آن» است و از میان حرکات، تنها حرکت انتقالی چنین است؛ چرا که بعضی از اجزای آن فاسد می‌شود و بعضی‌ها کائن می‌شود. (ابن‌رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعه، ص ۶۹)

۳.۵ زمان عارض حرکت است

بر اساس آنچه که پیرامون ویژگی و طبیعت زمان گفته شده و اینکه هیچ حرکتی را بدون زمان نمی‌توان تصور کرد، می‌توان از عقاید ابن‌رشد در این موضوع چنین نتیجه گرفت که «زمان عارض حرکت است و حرکت در تعریف آن اخذ شده است» (ابن‌رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۲۷

الطبیعی، مقاله الرابعة، ص ۶۹) بنابراین بدون آن نمی‌توانیم زمان را تصور کنیم. زمان همان‌گونه که گفتیم تابع حرکت انتقالی مکانی است.

۴.۵ نهایت حرکت متقدم، مبدأ حرکت متأخر است

هرگاه حرکت را به عنوان یک کل متصل به صورت یک واحد بالفعل لحاظ کنیم در این صورت در آن «متأخر و متقدم» نمی‌بینیم و هرگاه در آن نهایی که متقدم و متأخر را از هم جدا می‌کند در نظر بگیریم، زمان را در نظر آورده‌ایم؛ چرا که متقدم و متأخر چیزی جز گذشته و آینده نیست.

بنابراین «زمان چیزی جز تقسیم حرکت به وسیله‌ی آنات به متقدم و متأخر نیست» (ابن‌رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعة، ص ۷۱) و چون تقسیم حرکت به این شکل معادل است با اینکه حرکت معدود باشد؛ بنابراین «زمان نیز معدود است» و معدود جنس آن است و متقدم و متأخر موجود در حرکت، فصل زمان است.

ارسطو هنگامی که بیان کرده که زمان عدد حرکت است بالتقدم و التأخر در این صورت اراده کرده که آن معدود باشد و متقدم و متأخر موجود در حرکت، نه جنس آن که عدد است؛ چرا که عدد جماعتی از آحاد است و زمان جماعت آحاد نیست بلکه جماعتی از متقدم و متأخرهاست و متأخر و متقدم نیز معدود است نه عدد. اما این معدود از آن جهت که اندازه و مقدار حرکت را مشخص می‌کند و همچنین عدد چیزی است که مقدار اشیاء را معین می‌کند، پس زمان شبیه عدد است و می‌توان از این جهت گفت: «زمان مقدار حرکت است.»^{۲۰} (ابن‌رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعة، ص ۷۱) در خصوص اینکه زمان عدد یا مقدار حرکت است در ادامه‌ی بخش حاضر بحث و بررسی صورت خواهد گرفت.

۵.۵ زمان ذهنی و حقیقی

ابن‌رشد قائل به دو زمان است: زمان ذهنی که آن را فعل نفس انسانی می‌داند و زمان حقیقی خارجی. از نظر ابن‌رشد، یکی از این زمان‌ها ناظر به حرکت قطعی و دیگری ناظر به حرکت توسطیه است.

ابن‌رشد در مقاله چهارم از رساله سماع طبعی بیان می‌کند که (ابن‌رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعة، ص ۷۲) از تعریف زمان مشخص می‌شود که زمان از جهتی فعل نفس است و همانطور که ارسطو می‌گوید از جهتی نیز در خارج از نفس موجود است. چرا که

حرکت برای اجتماع اجزایش در وجود و الحاق آن اجزاء به فعل نفس نیاز دارد به این دلیل که آنچه در بیرون است متحرک است و حرکت حال در متحرک است. اما هرگاه که حرکت را در ذهن می‌آوریم، ناچار ذاتی است که اجزاء متقدم و متأخر دارد و از این جهت برای آن زمان تصور می‌شود.

بنا بر تفسیری که ارسطو و فلاسفه بعد از او برای بیان ماهیت حرکت قطعی^{۲۱} ذکر کرده‌اند، نمی‌توان در خارج از ذهن برای آن وجودی تصور نمود. عقیده‌ی اکثر حکما درباره‌ی وجود حرکت قطعی همان وجود در ذهن است؛ زیرا متحرک مادامی که به مقصد نرسد، حرکت به معنای امر پیوسته و ممتد از آغاز تا انجام تحقق نخواهد یافت و همین که به مقصد رسید حرکت پایان می‌یابد و دیگر در خارج حرکتی نیست تا بتوان وجود آن را در اعیان دانست. (ملکشاهی، ۱۳۶۳، ص ۱۸۵)

ابن‌رشد در رساله سماع طبیعی برای هر یک از زمان و حرکت به دو وجود که یکی وجود خارجی و دیگری وجود ذهنی است، قائل شده است. او می‌گوید:

و كذلك ايضا يظهر من حده انه من جهة فعل النفس كما يقول ارسطو و من جهة موجود خارج النفس و ذلك ان الحركة تحتاج في وجودها و جمع اجزاها بعضها الى بعض الى الفعل لان الموجود منها خارج النفس انما هو المتحرك و هو حال المتحرك (۱۹۹۴، ص ۵۰-۵۱)

۶.۵ زمان مقدار حرکت است

از آنجا که زمان عدد حرکت است، ضرورتاً بدان ملحق می‌شود که حرکت به وسیله‌ی آن تقدیر و اندازه‌گیری شود و آن به وسیله‌ی حرکت اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری زمان حرکت، ذاتی آن است؛ از آن جهت که زمان عدد است و اندازه‌گیری حرکت زمان را بالعرض است، یعنی از جهتی که عارض می‌شود برای معدود که به وسیله‌ی آن عدد را بشمارد.

۷.۵ عدم تكثر زمان متناظر با تكثر حرکات

ابن‌رشد مطرح می‌کند «اگر در هر حرکتی، عددی باشد» در این صورت لازم است که زمان با تعدد حرکات متعدد شود و آنات را نیز برای هر حرکتی بتوان در نظر گرفت و در هر حرکتی زمان یک واحد متصل باشد. اگر بپذیریم تنها یک حرکت عینی داریم در این صورت کسی که این حرکت را درک نکند، زمان را درک نکرده است؛ پس واجب است که زمان را نیز متکثر به

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۲۹

تکثر حرکات قرار دهیم. مانند مفهوم عدد که با قطعه قطعه شدن موضوعاتش تکه تکه نمی شود و با تکثر موضوعاتش نیز متکثر نمی شود. مانند عدد ۱۰ که هرگاه بگوییم ۱۰ اسب یا ۱۰ نفر، عدد ده در نفس خودش واحد است و به منزله ای اعراض نیست که با تقسیم موضوعاتشان مانند سفید و سیاه تقسیم می شوند. و این امر در آن واجب است از قبیل اینکه زمان عدد حرکات است و عدد با تکثر موضوعاتش متکثر نمی شود. (ابن رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعه، ص ۷۳-۷۴)

۸.۵ ملاک اندازه گیری زمان، حرکت افلاک است

ابن رشد درباره ی ملاک اندازه گیری زمان معتقد است که «عدد حرکت یک کلی است که عقل آن را درک می کند و می فهمد که تمام موجودات متغیر در آن هستند. آن محیط به تمام متغیرهاست»^{۲۲} و برای تصور زمان نیازی به تصور یک حرکت بخصوص نیست. (ابن رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعه، ص ۷۴) واضح ترین حرکات، حرکت انتقالی است و حرکت اجرام سماوی مقدم ترین و مشهورترین بین حرکتهای انتقالی است.^{۲۳} و زمان حرکت آسمان مقدم تر است بر زمان حرکتهای دیگر؛ چرا که از نظر وجودی مقدم است و هم چنین وجود آن بالذات است. بنابراین به واسطه ی حرکت آسمان است که مقدار زمان معین می شود. بدین ترتیب، معلوم شد که چگونه زمان اندازه ی بقیه ی حرکات است و همین طور اندازه سکون اشیاء دیگر است. اندازه ی سکون همان اندازه ی حرکت مساوق با آن است. زمان را تنها به موجودات متحرک نسبت می دهیم بنابراین امور ازلی در زمان واقع نمی شوند و زمان بر وجود آنها منطبق نمی شود. (ابن رشد، ۱۹۹۴، رساله السماع الطبیعی، مقاله الرابعه، ص ۷۵-۷۶)

۶. «زمان» در اندیشه نیوتن

در فلسفه هرگاه از حرکت بحث می شود، مراد تغییراتی است که در اثر گذر زمان در اشیاء پدید می آید؛ از جمله تغییر در کیفیاتی چون رنگ یا اعراضی چون وضع یا مکان شیء. بنابراین بررسی «حرکت» مستقل از «زمان» معنایی ندارد. اما دکارت تمام تغییرات و حرکاتی را که فیلسوفان قبل از او چون ارسطو مطرح می کردند، به حرکت مکانی ذرات ماده تقلیل می دهد. (حاج ابراهیم، صادقی رشتی و برجیان، ۱۳۹۸) نیوتن نیز این اندیشه ی دکارت را پذیرفته و در کتاب «اصول ریاضی فلسفه ی طبیعی» به تغییرات مکان اشیاء در گذر زمان و نیروهایی که علت این تغییر هستند، اشاره کرده است.

نیوتن با پذیرش ادعای دکارت مبنی بر اینکه «همه تنوعات ماده و همه اشکال آن وابسته به حرکت هستند»، سعی در تبیین عالم برحسب حرکت ذرات نمود. این گونه بود که مکانیک کلاسیک بر پیش فرض های فلسفی پنهانی چون «می توان عالم را تبیین مکانیکی کرد» و «همه ی پدیده ها ناشی از حرکت ذرات است و می توان آنها را به حرکت اتم ها فروکاهید» استوار شد. (برجیان و حاجی ابراهیم، ۱۴۰۲) بنابراین ۴ واژه کلیدی نیوتن برای توصیف حرکت اجسام عبارتند از: زمان، مکان، جرم و نیرو. بر همین اساس، «زمان» به یکی از کمیات اصلی در فیزیک مبدل گشت.

از آنجا که زمان یکی از کمیات اصلی در فیزیک است؛ توصیف کمی هر حرکتی در فیزیک وابسته به اندازه گیری آن است. از آنجا که زمان و اندازه گیری آن یکی از مسائل اولیه در فیزیک است، نیوتن در ابتدای کتابش، اصول ریاضی فلسفه ی طبیعی، به معرفی زمان، انواع زمان و روش اندازه گیری آن پرداخته است.

باید توجه داشت که توصیف فضا منحصر به هندسه تعلق ندارد، بلکه در ابتدا و حتی در درجه اول موضوعی فلسفی است. (Pannenberg, 2005) در ادامه ویژگی های زمان از منظر نیوتن مرور خواهد شد:

۱.۶ اندازه گیری و نسبیت آن

بحث اندازه گیری بحثی مهم و زیربنایی در فیزیک است؛ آنقدر که آموزش فیزیک را در دانشگاه های دنیا از بحث اندازه گیری کمیات اصلی و فرعی شروع کنند. نیوتن نیز در کتاب خود، اصول ریاضی فلسفه طبیعی، در این باره سخن می گوید: «[من] فقط باید به این نکته اشاره کنم که عامه مردم مقادیر را نه از مفاهیم دیگر بلکه از نسبتی که با اشیا محسوس دارد باز می شناسند.» (نیوتن، ۱۳۹۸، ص ۳۱) زمان نیز یکی از این مقادیر است که فهم آن منوط بین قیاس میان دو جسم متحرک است.

به چند صورت درباره مفاهیم فضا و زمان می توان اندیشید یکی ماهیت آنها، یکی آن که با کدام مفهوم و معنا در فیزیک کاربردی ترند و دیگر آنکه ما چگونه نسبت به این مفاهیم شناخت پیدا می کنیم. (کلارک، ۱۳۸۱، ص ۴۹) البته دغدغه فیزیک طبیعتا نگرش سوم و اول نیست؛ گرچه گاه به این موضوعات به اقتضای نیازش ورود می کند؛ در نتیجه مفهوم ناظری که تغییرات مکانی یا زمانی جسم را اندازه می گیرد مهم می شود.

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۳۱

چون توصیف حرکت ناچار باید به تحلیل و برقرارکردن نسبتی بین یک متغیر و یک ثابت بیانجامد نیوتن مفاهیم زمان و مکان را مستقل از جسم و ناظر و حرکت آن دو در نظر می‌گیرد.

۲.۶ عدم نیاز به تعریف

وقتی فیزیک سعی می‌کند خودش را فارغ از بحث‌های فلسفی بی‌پایان در قرون وسطی قرار دهد؛ بحث از ماهیت اشیا و سپس حتی تعریف آنها رنگ می‌بازد تا جایی که نیوتن نیز در کتابش تصریح می‌کند که «من زمان، فضا، مکان و حرکت را تعریف نمی‌کنم چون همه آنها را به خوبی می‌شناسند.» البته او به دلیل تکرر معانی که از واژه‌های زمان برداشت می‌شود، اقدام به دسته‌بندی تبیین این معانی می‌کند.

۳.۶ پذیرش چند مفهوم برای زمان

نیوتن در کتاب خود، اصول ریاضی فلسفه طبیعی، زمان، مکان و حرکت را به مطلق و نسبی، حقیقی و ظاهری، ریاضی و عرفی تقسیم می‌کند. زمان مطلق، حقیقی و ریاضی بدون ارتباط با هیچ چیز خارجی به خودی خود و به مقتضای طبع به طور یکنواخت جریان می‌یابد و «مدت» نیز نامیده می‌شود. زمان نسبی و ظاهری و متعارف مانند یک ساعت اندازه‌گیری محسوس و خارجی مدتی است که به وسیله حرکت محقق می‌شود و معمولاً به جای زمان حقیقی به کار می‌رود. (نیوتن، ۱۳۹۸، ص ۳۱-۳۲) زمان نیوتنی در واقع ظرفی است که اجسام در آن حرکت می‌کنند.

نیوتن درباره نحوه به دست آوردن مقدار زمان حقیقی معتقد است: در علم نجوم با تعدیل یا تصحیح زمانی ظاهری زمان مطلق را از زمان نسبی تمیز می‌دهند؛ زیرا اگرچه روزهای طبیعی را عموماً مساوی می‌پندارند و برای اندازه‌گیری زمان به کار می‌برند ولی در حقیقت نامساوی هستند؛ اخترشناسان برای محاسبه دقیق حرکات اجرام سماوی این اختلاف را تصحیح می‌کنند. ممکن است چیزی به عنوان حرکت یکنواخت وجود نداشته باشد که به وسیله آن بتوان زمان را دقیقاً اندازه‌گیری کرد و همچنین ممکن است تمام حرکات تند و کند شوند؛ ولی با این حال جریان زمان مطلق هیچ تغییری نمی‌کند. چه حرکات تند و کند شوند و چه نشوند مدت عمر اشیاء ثابت است و در نتیجه مدت این عمر را بایستی از اندازه متمایز نمود. عمر واقعی را به وسیله تسویه نجومی از اندازه‌گیری‌های حسی به دست می‌آوریم. در تجربه مربوط به

ساعت‌های آونگی و نیز خسوف‌های اقمار مشتری ضرورت چنین تصفیه‌ای برای محاسبه مدت یک پدیده آشکار می‌شود. (نیوتن، ۱۳۹۸، ص ۳۲)

۴.۶ ترتیب ذاتی داشتن اجزای زمان

نیوتن ترتیب ذاتی داشتن اجزاء را نه تنها درباره زمان که درباره فضا نیز صادق می‌داند و می‌نویسد:

همچون ترتیب اجزای زمان، ترتیب اجزای فضا نیز ثابت است. اگر فرض کنیم این اجزاء از جای خودشان بیرون رفته باشند در این صورت آنها از خودشان بیرون رفته‌اند. اگر چنین تعبیری مجاز باشد؛ چرا که زمان‌ها و فضاها همانطور که جای اشیاء دیگر هستند، جای خودشان هم هستند. (نیوتن، ۱۳۹۸)

از دیدگاه وی ترتیب اجزای زمان ضروری و لایتغیر است و "همه اشیاء به ترتیب توالی در زمان و به ترتیب وضع در مکان جای می‌گیرند" (نیوتن، ۱۳۹۸)

۵.۶ زمان ظرف قرارگیری اشیاء

نیوتن زمان را ظرف تحقق اشیاء می‌داند؛ ظرفی ازلی و ابدی که اشیاء درون آن حرکت می‌کنند. وی معتقد است: «طبیعت و ذات زمان و فضا اقتضاء می‌کند که محل قرارگیری اشیاء باشند.» البته او یادآور می‌شود که چون مشاهده مستقیم اجزای فضا و زمان غیر ممکن است ما با سنجش نسبی اندازه‌های محسوس و قابل مشاهده آنها را اندازه‌گیری می‌کنیم.

گرچه وی اذعان دارد که این روش هرچند در زندگی روزمره کاربردی است؛ اما در پژوهش‌های فلسفی و دقیق چنین نیست. وی در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی خود اشاره می‌کند:

اما در پژوهش‌های فلسفی باید اشیاء را از روی حواس خودمان تجرید نماییم و آنها را فی نفسه و جدا از مقادیر مخصوص‌شان در نظر بگیریم؛ چرا که شاید جسم واقعاً ساکنی وجود نداشته باشد تا مرجع مکان‌ها و حرکات اجسام دیگر شود. با این حال می‌توانیم سکون و حرکت مطلق و نسبی را به کمک خواص علل و آثارشان از یکدیگر باز شناسیم. (نیوتن، ۱۳۹۸)

۶.۶ مرجع بودن ستارگان دور دست برای اندازه‌گیری زمان حقیقی و ریاضی

در فلسفه فلک الافلاک حرکتی یکنواخت داشت (خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۴۲۵ق، ج ۱: ۲۴۶) و منجمان و دریانوردان ستاره قطبی را ثابت در نظر می‌گرفتند. (Boyd, 2022) (Jatong, 2014, p. 17). (O'Neil, 2000, p. 88, 94.) نیوتن در هر دوی این گزاره‌ها تردید می‌کند و می‌نویسد: «ممکن است در نواحی دوردست ستارگان ثابت یا اجسام مطلقاً ساکن وجود داشته باشند.» (نیوتن، ۱۳۹۸)

همانطور که پیش از این امکان حرکت یکنواخت کلی را با بیان عبارت «شاید چیزی به عنوان حرکت یکنواخت وجود نداشته باشد که به وسیله آن بتوان زمان را دقیقاً اندازه‌گیری کرد؛ شاید تمام حرکات تند و کند شوند» (نیوتن، ۱۳۹۸)، زیر سوال برده بود. نیوتن با وجود این تردیدها در عمل هم، زمانی یکنواخت که در فلسفه از حرکت فلک الافلاک انتزاع می‌شد را در محاسبات نگه می‌دارد و هم از فرض ساکن بودن ستارگان دور دست بهره می‌جوید.

۷.۶ ازلی و ابدی بودن زمان

از نظر نیوتن زمان، نامتناهی و پیوسته فرض می‌شود. البته او این امکان را که زمان را بتوان به صورت ذهنی به اجزایی پی در پی تقسیم کرد، تأیید می‌کند. وی، فضا و زمان نامتناهی را فضای حضور همه جانبه‌ی خداوند می‌دانست، اثری از بی‌نهایت بودن خداوند در رابطه‌ی او با جهان مخلوقاتش. (Pannenberg, 2005)

در واقع، سه نوع تفسیر متمایز در توضیح رابطه‌ی زمان با خداوند از منظر نیوتن مطرح شده است: (۱) استقلال: فضا و زمان اساساً به خداوند مربوط نیستند؛ (۲) علیت: مکان و زمان ناشی از خداوند است؛ (۳) همانندسازی: مکان و زمان از صفات خداوند است. (Gorham, 2011)

بنابراین از نظر نیوتن سرمدی بودن زمان در ارتباط با سرمدی بودن خداوند است که معنا می‌شود؛ نه حرکت همیشگی افلاک. در چنین رویکردی است که نیوتن می‌تواند در یکنواخت بودن حرکت افلاک تردید کند و مدعی شود حتی اگر حرکت ستارگان دور دست نیز یکنواخت نبود ریاضی‌دانان با استفاده از محاسبات رصدی می‌توانند زمان حقیقی را محاسبه کنند.

۸.۶ پیوسته بودن زمان

نیوتن زمان را یک پیوستار متصل و یکنواخت در نظر می‌گیرد. (Pannenberg, 2005) از دیدگاه وی حرکت اشیاء در یک پیوستار زمانی مستقل و نظم زمانی منحصر به فرد و جهانی روی می‌دهد. (Ashtekar, 2005) پیوستگی و متصل بودن زمان همراه با یکنواختی آن پیش‌فرض مورد نیاز برای استفاده از حساب دیفرانسیل در محاسبات فیزیکی است. (Pannenberg, 2005)

۷. نتیجه‌گیری

در ارتباط با زمان اقوال گوناگونی وجود دارد ولی به نظر می‌رسد در میان فلاسفه‌ی یونان، ارسطو به عنوان اولین فیلسوفی است که به صورت «مبسوط» به بحث از زمان و ماهیت آن پرداخته است. دیدگاه ارسطو بیشترین تاثیر را بر متفکران مسلمان گذاشته و بزرگانی همچون فارابی، ابن‌سینا، ابن‌باجه و ابن‌رشد از نظریات وی حمایت کرده‌اند. ابن‌باجه، فیلسوف غرب تمدن اسلامی، اگرچه در فلسفه‌ی طبیعی خود همواره تحت تاثیر نظریات افلاطون، ارسطو و فارابی قرار دارد ولی در بحث از مکان و زمان با تاسی از ارسطو نظریه‌پردازی کرده است.

افلاطون معتقد است که «زمان» با حرکت آسمان زاده شده است. تصویری که افلاطون از زمان ارائه می‌دهد سبب شده تا این مفهوم تنها تصویری از واقعیت محسوب شود که از اصالت برخوردار نیست. اما این نوع نگاه کاملاً متفاوت با دیدگاه ارسطو بوده و در واقع اوست که به مفهوم زمان اصالت داده و همین عامل سبب گرایش اکثریت حکمای اسلامی نسبت این تعریف شده است. ارسطو زمان را یک امر عرضی به حساب آورده و در تحلیل خود نسبت به ساختار جسم تلاش می‌کند تا زمان را «عاد حرکت» معرفی نماید. بنابراین، زمان خود حرکت نیست بلکه عبارت است از حرکت از آن جهت که قابل شمارش است. ارسطو و به تبع آن حکمای اسلامی از جمله ابن‌باجه در هنگام تحلیل زمان تلاش می‌کنند تا با تکیه بر ذات جسم و نحوه وجود آن، این مفهوم را تفسیر نمایند. ابن‌باجه به تبعیت از ارسطو با تکیه بر «حرکت» اجسام، «زمان» را تحلیل کرده و آن را «مقدار حرکت» معرفی نموده است.

ابن‌باجه درصدد است تا فهمی نسبت به «چیستی زمان» به دست آورد؛ به همین جهت، زمان را امری معرفی می‌کند که «اجزایش به هم متصل است، متشابه الاجزاء بوده و عاد حرکت است.» وی همچنین اعتقاد دارد «نسبت حرکت جسم به زمان نیز مانند نسبت متی است به زمان.» ابن‌باجه در مورد نسبت میان متی به زمان که در اینجا نام برده شد، از دو مفهوم استفاده

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۳۵

کرده که یکی «متی» است و دیگری «زمان». متی نسبت شی به زمان خودش هست. این بدان معناست که در هنگام بررسی یک شیء، زمان به عنوان خط پیوسته ممتدی است که اگر در یک لحظه نسبت شیء را با زمانش در نظر بگیریم، آنگاه به این نسبت متی گفته می‌شود. در نتیجه متی چیزی جز نسبت شیء با زمان نیست. از نظر ابن‌باجه متی تحت مقوله‌ی «اضافه» قرار نمی‌گیرد. از دیدگاه ابن‌باجه زمان انتزاع از حرکت هستند. «زمان» از مقوله‌ی اضافه نیست زیرا ماهیتی مستقل ندارد. نکته مهمی که ابن‌باجه بر آن اذعان دارد این است که «مبدأ زمان» تابع «مبدأ حرکت» است و به صورت مستقل تعریف نمی‌شود.

ابن‌باجه زمان را به دو نوع «زمان خاص» و «زمان عام» تقسیم می‌کند. زمان خاص مربوط به هر حرکت منفرد است و زمان عام معیاری کلی برای سنجش تمام حرکات محسوب می‌شود. از دیدگاه وی، زمان به عنوان «مقیاس حرکت» عمل می‌کند؛ غنی حرکات را می‌شمارد و وجه اشتراک میان آنهاست. به بیان دیگر، زمان «عدد» حرکت است؛ چرا که حرکت قابلیت شمارش بر اساس توالی رویدادها را دارد. ابن‌باجه برای تعیین یک «زمان عام» به عنوان مبنای اندازه‌گیری، «حرکت سرمدی افلاک» را به عنوان مرجع در نظر می‌گیرد. از این رو، زمان از این حرکت انتزاع می‌شود و سایر حرکات نسبت به آن سنجیده می‌شوند. او معتقد است که افلاک «مولد زمان» هستند اما خودشان زمان‌مند نیستند. یعنی حرکت افلاک مبدأ پیدایش زمان است، در حالی که خارج از چارچوب زمانی قرار دارد.

«زمان و حرکت» هر دو اموری متصل هستند که از اجزای تقسیم‌ناپذیر تشکیل نشده‌اند. یعنی اجزاء آنها تقسیم‌پذیر بوده و از ترکیب آنها با یکدیگر امری متصل حاصل شده است. از آنجا که زمان گذشته، گذشته است و از سوی دیگر، زمان آینده در آینده است و هنوز نیامده، پس مشخص می‌شود که «زمان متصل» در ذهن ما قرار دارد. پس زمان موجود ذهنی است و «آن» نهایت زمان ماضی و شروع زمان آینده را می‌شمارد. از آنجا که «آن» حد زمان است، پس جزیی از زمان نبوده چرا که زمان کم متصل و بی‌نهایت تقسیم‌پذیر است.

همچنین «زمان و حرکت با یکدیگر همزمان و مصادف هستند». یعنی اجزای زمان موازی با اجزای حرکت هستند. نیمی از یک حرکت که مستلزم یک زمان معین می‌باشد، نصف زمان کل حرکت را نیاز دارد. در مورد مکان نیز چنین است و فاصله یا مکان حرکت، با خود حرکت و زمانش همزمان و موازی است.

پیش از این ذکر شد که حرکت و زمان تقسیم‌پذیر هستند، پس نمی‌توانند از اجزای تقسیم‌ناپذیر تشکیل شده باشند. در نتیجه، ابن‌باجه به صورت کلی ادعا می‌کند که «یک پیوستار،

کلیت و مجموعه‌ای از تقسیم‌ناپذیرها نیست.» به عنوان مثال در «زمان» چیزی وجود دارد که در اصل غیرمنقسم است و همان «لحظه یا آن» نامیده می‌شود، اما «آن» جزیی از زمان نبوده و زمان از آن تشکیل نشده زیرا زمان متصل است و متصل چیزی است که اصلاً از اجزای غیرقابل تقسیم تشکیل نمی‌شود. این باجه برای اثبات این امر از استدلال‌های گوناگونی بهره برده تا ثابت کند که اولاً لحظه امری تقسیم‌ناپذیر است و ثانیاً جزیی از زمان محسوب نمی‌شود. «آن» به عنوان جزیی تقسیم‌ناپذیر در زمان است که این باجه در مقاله ششم از شرح سماع طبیعی با استدلال‌های مختلفی سعی در اثبات این مسئله دارد. همچنین این باجه در پاسخ به این پرسش که «لحظه» چه تعریفی خواهد داشت؟ بیان می‌کند که «لحظه» محدوده و مرزی است که گذشته و آینده را از هم جدا می‌سازد. پس «آن» در طبیعت، «واسطه و فاصله‌ی بین گذشته و آینده است.» در واقع «آن»، حد آخر نسبت به گذشته و حد اول نسبت به آینده به حساب می‌آید. حرکت در یک «آن» رخ می‌دهد و با استمرار در طول جریان حرکت، متجدد می‌شود. بنابراین هم‌زمانی گذشته، حال و آینده غیرممکن است و امری محال محسوب می‌شود؛ چون به تعبیر این باجه در این صورت اجزای زمان با هم موجود می‌باشند. بر همین اساس اثبات می‌شود که زمان از مجموع آنات تشکیل نشده است.

به عنوان مثال، مرگ فقط می‌تواند در یک لحظه باشد؛ پس این لحظه نه جزیی از گذشته است و نه بخشی از آینده خواهد بود. زیرا اگر چیزی غیر از این باشد، در این صورت شخص یا قبل از مرگ واقعی یا بعد از مرگ واقعی، فوت کرده است. پس این باجه تأکید می‌کند که اگر در «زمان» چیزی غیرقابل تقسیم قرار بگیرد، در آن حرکتی وجود ندارد و اگر در آن حرکتی قرار بگیرد، قابل تقسیم می‌شود. پس زمان نمی‌تواند از آن تشکیل شود چرا که اگر این اتفاق بیفتد، هیچ حرکت و هیچ سکونی در آن زمان امکان‌پذیر نیست.

همچنین باید اضافه کرد که در مورد «زمان، مکان و حرکت» نمی‌توان قائل به آغاز یا پایان شد. علت این امر آن است که چون نهایت زمان یعنی لحظه، و نهایت خط یعنی نقطه، و همچنین نهایت حرکت، تقسیم‌پذیر نبوده و غیرقابل تقسیم هستند، پس به دست آوردن هر آغاز یا پایانی برای زمان و حرکت امری غیرممکن خواهد بود. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که زمان و حرکت سرمدی بوده و از جاودانگی برخوردار هستند.

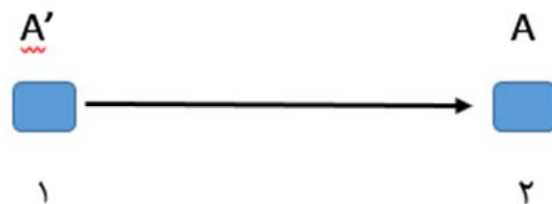
این باجه به منظور روشن شدن تمایل بین حرکت و «زمان و نامتناهی» به تفاوتی که میان حرکات وجود دارد، اشاره کرده و از این طریق سعی کرده تا این مطلب را روشن نماید. از نظر وی، حرکات به دو دسته‌ی «مستقیم» و «مستدیر» تقسیم می‌شود که هر یک دارای ویژگی‌های

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۳۷

خاصی است. حرکت مستقیم، حرکتی منتسب به موجودات کائن و فاسد است و به طور کلی شامل موجودات زنده و اسطیقات میشود. لذا این حرکت تنها در دو جهت بالا یا پایین صورت خواهد گرفت و دارای ابتدا و انتها خواهد بود. لذا این حرکت به واسطه‌ی محرکی رخ میدهد و هنگامی که تاثیر محرک از بین رفت، این حرکت تبدیل به سکون خواهد شد. این امر نشانه‌ی وجود مبدا و مقصد برای حرکت است. اما در حرکت مستدیر، با یک حرکت دائمی و مستمر روبرو هستیم که هرگز به سکون نخواهد رسید. شکل دایره‌ای این حرکت که کاملترین شکل حرکت در عالم است به جهت شکل افلاک است. زیرا این حرکت مخصوص آسمانها و افلاک بوده و هیچ آغاز و پایانی نمیتوان برای آن در نظر گرفت.

با این اوصاف زمان اگر بالذات عبارت از توالی روزها و شبها و به طول کلی توالی ادوار باشد، مرتبط با حرکات منظم آسمان است و چنانکه افلاطون میگفت با آسمان زاده می‌شود. با چنین قولی هم تصور صریحی از زمان حاصل می‌آید و هم تصور مبهمی از زمان، که قدما جزء مجموعه‌ی عقاید خود درباره تکوین عالم داشتند و آن را شیء اولی و مقدم بر عالم می‌پنداشتند، از میان می‌رود. در این مورد اخیر ارسطو بالطبع با افلاطون موافق بود. اما در مورد اول اگرچه ارتباط زمان را با حرکت تصدیق داشت یعنی زمان را متعلق به حرکت می‌شمرد و دلیل بر آن را این میدانست که در موقعی که ما تغییری را احساس نمی‌کنیم، مثلاً در حال خواب و در احوالی که نفس را دگرگونی پدید نمی‌آید، زمان ادراک نمی‌شود و لیکن این خرده را بر افلاطون می‌گرفت که او زمان را تنها ناشی از حرکت آسمان دانسته و در این قول بر خطا بوده است.

همچنین ابن‌رشد مطرح می‌کند که فاصله یا مکان حرکت، با خود حرکت و زمانش همزمان یا موازی است. نیوتن با توجه به این ادعای ابن‌رشد که فاصله یا مکان حرکت با خود حرکت و زمانش موازی است و اینکه ابن‌رشد مطرح می‌کند که نهایت حرکت متقدم، مبدا حرکت متاخر است؛ به این نتیجه می‌رسد که می‌توان حرکت یک شیء را از نقطه A به نقطه B با قرار دادن نقطه c در میان آنها توصیف و محاسبه کرد. نیوتن در محاسبات ریاضی‌اش یک حرکت را به بازه‌های بسیار کوچک تقسیم می‌کند و اینگونه به مفهوم سرعت لحظه‌ای می‌رسد. این مطلب با استفاده از یک مثال به شکل زیر قابل تفسیر است:



شکل ۱. همزمانی حرکت با زمان

(۱) کل این، یعنی از یک تا دو، یک حرکت محسوب میشود؛

(۲) این حرکت یک زمان دارد مثل Δt ؛^{۲۴}

(۳) اگر A نصف این مسیر را بپیماید یعنی نیمی از حرکت اتفاق افتاده است. بنابراین نیمی از زمان یعنی $(\frac{\Delta t}{2})$ صرف شده است.

(۴) بدین ترتیب میتوان از تفسیر بالا چنین فرمولی را ارائه داد:

$$\Delta x = v \Delta t$$

$$\frac{\Delta x}{2} = v \frac{\Delta t}{2}$$

لازم بذکر است که می‌توان این تقسیم را تا بی‌نهایت نیز ادامه داد و به مفهوم سرعت لحظه‌ای رسید.

در دیدگاه فیزیک نیوتنی، زمان و مکان ظرف حرکت محسوب می‌شود. بدین معنی که چون زمان و مکان ظرف حرکت هستند، حرکت درون این ظرف اتفاق می‌افتد. در اینجا مکان و زمان اصل هستند که حرکت درون آن اتفاق می‌افتد. اما در دیدگاه طبیعیاتی، همه‌ی حکما و فلاسفه معتقد هستند که این ذهن ما هست که زمان را انتزاع می‌کند. همین طور در مورد مکان نیز این ذهن ما هست که مکان را انتزاع می‌کند (اسکندری، ۱۴۰۳). به استثنای ابن‌رشد که دو زمان ذهنی و حقیقی در نظر می‌گیرد. یافته‌های بدست آمده از تحلیل دیدگاه ابن‌باجه در مقاله‌ی چهارم از شرح سماع طبیعی نیز نشان می‌دهد که «زمان و مکان را ذهن از حرکت انتزاع می‌کند». پس در این دیدگاه، برخلاف دیدگاه فیزیک نیوتنی، حرکت اصل است که وقتی رخ می‌دهد، مکان و زمان را ذهن انتزاع می‌کند.

برای توالی پیوسته‌ای از رویدادها که «در یک مکان» روی می‌دهند، وجود یک زمان جهانی یا مطلق که رویدادها را در مکان‌های مختلف به هم متصل می‌کند، نیاز است. همزمانی باید یک

رابطه هم ارزی باشد، به عنوان مثال، بازتابی (هر رویدادی همزمان با خودش است)، متقارن (اگر رویداد a همزمان با رویداد b باشد، پس b همزمان با a است)، و گذرا (اگر a همزمان با b و b همزمان با c باشد، a همزمان با c است). اما یک رابطه هم‌ارزی بین عناصر هر مجموعه، مجموعه را به کلاس‌های هم‌ارزی تقسیم می‌کند: هر عنصر مجموعه متعلق به یک و تنها یک کلاس است که همه اعضای آن در زیر رابطه معادل هستند. اگر زمان مطلق وجود داشته باشد، یک رابطه هم ارزی «طبیعی» بین رویدادهای دور فراهم می‌کند (دو رویداد اگر در زمان مطلق یکسان رخ دهند، از نظر زمانی معادل هستند). (Ashtekar, 2005)

در پایان، لازم بذکر است که بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش و با خوانشی تطبیقی از مفهوم زمان در دیدگاه فلسفی غربی، اسلامی و فیزیک نیوتنی می‌توان چنین استنباط کرد که «افلاطون» ویژگی‌های مستقل بودن زمان از جهان و عدم تقدم زمان بر خلقت ماده و جریان داشتن تغییرات در عالم مادی به موازات زمان را مطرح می‌کند. از نظر وی، ملاک اندازه‌گیری زمان نیز حرکت یکنواخت اجرام آسمانی است. «ارسطو» زمان را مفهومی انتزاع شده از حرکت و عرض می‌داند. از نظر وی، زمان، پیوسته، ازلی و ابدی است و ملاک اندازه‌گیری زمان نیز حرکت اجرام آسمانی و افلاک است. «ابن‌باجه» اشاره‌ای به تفاوت مفهوم متی و زمان دارد و آن را عرض می‌داند. همچنین از نظر وی، زمان به موازات حرکت جریان می‌یابد و به ازای هر تغییری در جهان یک زمان وجود دارد. از نظر وی، برای اندازه‌گیری زمان باید حرکت افلاک را ملاک قرار داد؛ چون حرکت افلاک سرمدی بوده و مانند بقیه‌ی اشیاء و حرکات آنها محدود نیست. همچنین از دیدگاه ابن‌باجه، زمان عام، پیوسته، ازلی و ابدی است. اما ویژگی‌های زمان از نظر «ابن‌رشد» عبارتند از: پیوسته بودن زمان، انتزاع از حرکت انتقالی بودن زمان، و عرض بودن. او قائل است به اینکه دو زمان حقیقی و زمان ذهنی وجود دارد. زمان حقیقی در خارج از نفس انسان جریان دارد؛ اما زمان ذهنی تصور انسان از زمان است. وی این عقیده‌ی ابن‌باجه را که به ازای هر حرکت (تغییری) در جهان، یک زمان مختص وجود دارد را رد کرده و ملاک اندازه‌گیری زمان را حرکت افلاک می‌داند.

توجه به این نکته حائز اهمیت است که برخلاف فلاسفه که اولین گام را ارائه تعریف دقیق از موضوع می‌دانسته‌اند؛ نیوتن تصریح می‌کند نیازی به تعریف زمان نمی‌بیند. بنابراین تنها به بیان اینکه واژه زمان مشترک لفظی است و تفاوت معانی متعدد در اذهان عمومی وجود دارد، می‌پردازد. این بی‌توجهی به تعریف و تبعات آن در فیزیک روز به روز در حال گسترش است. «نیوتن» ایده تقسیم زمان به زمان ذهنی و حقیقی ابن‌رشد را توسعه می‌دهد. زمان ذهنی

ابن رشد، معادل زمان عرضی و ظاهری نیوتن است و زمان حقیقی وی، معادل زمان حقیقی و ریاضی نیوتن است. نیوتن مانند فیلسوفانی که آرای آنها مورد بررسی قرار گرفت، حرکت یکنواخت اجرام آسمانی را ملاک اندازه‌گیری زمان در نظر می‌گیرد (گرچه وی در یکنواخت بودن حرکت اجرام آسمانی تردید می‌کند). نیوتن زمان را ظرف حرکت اجسام می‌داند در حالی که این امر از سوی ارسطو و به تبع آن ابن‌باجه رد می‌شود. در واقع رای نیوتن در این باره به آرای افلاطون نزدیک می‌شود که برای زمان وجودی جدای از حرکت قائل است نه اینکه آن را عرض حرکت بداند.

از نظر نیوتن «زمان» ازلی، ابدی و پیوسته است. نیوتن با توجه به این نکته که زمان و مکان پیوسته و متصل هستند و اینکه اجزای زمان به طور یکنواخت و پی در پی جریان دارند، به تدوین «حساب دیفرانسیل» روی می‌آورد. یکنواخت بودن زمان از یکنواخت بودن حرکت اجرام آسمانی و عرض حرکت بودن زمان از دیدگاه ارسطو، ابن‌باجه و ابن‌رشد قابل استخراج است. پیوستگی و یکنواخت بودن دو شرط اصلی برای به کارگیری حساب دیفرانسیل است. بر همین اساس شاید بتوان چنین برداشت کرد که مباحث فلسفی به نتایج ملموس محاسباتی و فیزیکی منجر می‌شوند.

پی‌نوشت‌ها

۱. اگرچه افلاطون مستقیماً به مکانیک نیوتنی اشاره‌ای ندارد، اما بدون مفهوم زمان مطلق در اندیشه‌ی او، تمایز نیوتنی بین زمان حقیقی و ذهنی قابل تصور نبود. این انتخاب با هدف نشان دادن سیر تطور مفهومی انجام شده است.
۲. همچنین در خصوص نظر افلاطون پیرامون چگونگی شکل‌گیری زمان در بند ۴۷، ص ۱۷۴۴ از رساله تیمائوس آمده است: ما فقط در پرتو نیروی باصره است که توانستهایم از وجود روز، شب و آمدن و رفتن ماهها و گردش سالها با خبر شویم و از این راه است که مفهوم عدد و زمان را به دست آورده و به تحقیق در باره طبیعت جهان اشتیاق پیدا کرده‌ایم.
۳. برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص وجه تشابه و تفاوت آرای ارسطو و افلاطون در خصوص زمان رجوع کنید به کتاب تاریخ فلسفه اثر امیل بریه، ج ۱: ص ۲۷۳-۲۷۴.
۴. ابن‌سینا معتقد است که مشروط بر اینکه این تقدم و تاخر را در مسافت در نظر بگیریم نه در خود زمان وگرنه تعریف مشتمل بر دور می‌شود. (فن سماع طبیعی شفا، ص ۲۵)
۵. از نظر ارسطو وجود متصل، وجودی است که دارای هیچ اجزاء بالفعلی نیست و تمام اجزاء آن بالقوه هستند (ارسطو، الطبیعه، ۲۱۹آ).

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۴۱

۶. عاد به معنای شمارنده است؛

۷. محصل به معنی اتفاق افتاده است؛

۸. منظور «آن فلسفی» هست؛

۹. نکته ای که در اینجا در مورد کلمه ی «مساوق» قابل ذکر است این است که در شیء مساوی جهت تشابه یک شیء با شیء دیگر مطرح است. مثلاً می گوئیم این شیء با فلان شیء دیگر در سه جهت با هم برابری دارند اما در دو شیء مساوق اصلاً جهت تشابه مطرح نیست بلکه این دو شیء آنچنان ارتباط وجودی و اتحاد عینی دارند که گویا دو چیز نیستند، بلکه یک حقیقت اند. (برگرفته از شرح رساله ی رابطه علم با دین ص ۵۴)

۱۰. ابن باجه در اینجا به رساله زمان اسکندر افرویدی ارجاع داده است: راجع: مقاله الاسکندر الافرویدی فی الزمان، فی شروح علی ارسطو مفقوده فی اليونانیة، حققها و قدم لها عبدالرحمن بدوی، بیروت، ۱۹۷۱، ص ۲۰ الخ؛

۱۱. حرکت سرمدی یعنی حرکت نامتناهی از دو طرف.

۱۲. در اینجا اشاره به حرکت در افلاک دارد که مولد زمان هستند اما خودشان زمانمند نیستند. در عین حال دارای حرکت هم هستند.

۱۳. عاد حرکت یعنی شمارنده حرکت؛

۱۴. در این مورد از لفظ انتها نیز می توان استفاده کرد.

۱۵. «فقد وضح ان فی الزمان شیئاً غیر منقسم اصلاً، و هو الآن. فاقول: انه لایکون جزءاً من الزمان، و لا یاتلف منه، لان الزمان متصل، و المتصل هو الذی اواخره متباینه.»

۱۶. نامتناهی بودن زمان بدین معناست که اجزایش به صورت متوالی و پشت سر هم تا بی نهایت ادامه دارد. همچنین لازم بذکر است که آنچه بر زمان منطبق میشود، بر مکان نیز منطبق خواهد شد. بدین ترتیب این امکان وجود دارد که مکان به بی نهایت تقسیم شود، اما این امر به صورت بالقوه صورت می پذیرد و نه بالفعل. بر همین اساس، حرکت تا زمانی که بالقوه باشد، صورتش متحقق نمی شود. پس حرکت بالقوه با استمرار باقی می ماند و به مجرد تحقق صورت، حرکت متفی می گردد. با این اوصاف این احتمال وجود دارد که بتوان مفهوم نامتناهی را بر اساس اینکه بالقوه است و بالقوه باقی می ماند و به فعل متهی نمی شود، فهمید و درک کرد.

۱۷. ابدیت و جاودانگی؛

۱۸. «الزمان معلوم بالحس» كما تُدرک الحركة بالحس (تفسیر مابعدالطبیعه، ج ۲، ص ۱۴۳)

۱۹. «زمان حاضر بالوضع است نه بالطبع» به این معنی است که زمان به صورت قراردادی یا اعتباری درک می شود؛ نه به عنوان یک وجود عینی و مستقل. در این نگاه، زمان صرفاً مفهومی ذهنی (قراردادی) است که انسان ها برای سنجش تغییرات و توالی رویدادها به کار می برند. اگر زمان بالطبع بود، به این معنا بود

که زمان به صورت عینی و مستقل وجود دارد؛ در حالی که چنین چیزی رد می‌شود. (جهت اطلاعات دقیق‌تر در این خصوص رجوع شود به ابن‌سینا، الهیات شفا، «بخش طبیعیات: بحث زمان» که وی در مقاله سوم به ویژه در فصل ۱۰ و فصل ۱۱ به بحث درباره‌ی زمان می‌پردازد. وی استدلال می‌کند که زمان وجودی مستقل و بالطبع ندارد، بلکه بالوضع (اعتباری) است و از شمارش حرکات و تغییرات حاصل می‌شود. «الزمان هو مقدار الحركة من حيث انها متقدمة و متاخرة» زمان ذاتی خود حرکت نیست، بلکه مقداری است که ذهن انسان برای اندازه‌گیری توالی حرکات به کار می‌برد. زمان به صورت مستقل و بالطبع وجود ندارد بلکه بالوضع و اعتباری است؛ زیرا اگر حرکتی نباشد، زمانی هم نیست).

۲۰. یعنی زمان عدد حرکت است.

۲۱. ارسطو در کتاب پنجم (فصل یک و دو) و کتاب هشتم از سماع طبیعی دو نوع حرکت را متمایز می‌کند به «حرکت توسطیه یا حرکت بالعرض» و «حرکت قطعی یا حرکت بالذات». حرکت توسطیه، حرکتی است که ذات شیء نیست و به طور اتفاقی (عرضی) به آن نسبت داده می‌شود. (224 a 21-30) اما ارسطو حرکتی که مستقیماً به ذات شیء مربوط است، نه به طور عرضی را حرکت قطعی تعریف می‌کند. (224b35-225a10)

۲۲. متحرک‌ها؛

۲۳. این مسئله‌ای است که در فیزیک هالیدی در فصل اندازه‌گیری نیز مطرح شده است. همچنین این که برای تصور زمان نیازی به تصور یک حرکت بخصوص نیست نیز در فیزیک هالیدی فصل اندازه‌گیری بیان شده است.

۲۴. بازه زمانی را با Δt نشان می‌دهند.

کتاب‌نامه

- ابن‌یاجه. (۱۹۶۰). کتاب النفس. حقه الدكتور محمد صغیر حسن المعصومی. دمشق. مطبوعات المجمع العلمی العربی؛
- ابن‌یاجه، محمد بن یحیی (۱۹۹۱). شرح سماع طبیعی لارسطوطالیس. تحقیق و مقدمه ماجد فخری. بیروت: دارالنهار للنشر؛
- ابن‌سینا. (۱۴۰۵ق) فن سماع طبیعی از طبیعیات شفا. قم: کتابخانه آیت الله مرعشی نجفی؛
- ابن‌سینا. (۱۹۷۵). الشفا (الطبیعیات). تحقیق سعید زاید، قاهره: الهيئة المصرية العامة للكتاب، ج ۱؛
- ابن‌رشد. (۱۹۹۴). رساله السماع الطبیعی. تحقیق و تصحیح: جیرار جهامی. تقدیم، ضبط و تعلیق: د. رفیق العجّام. بیروت: دارالفکر اللبنانی؛
- ارسطو. (۲۰۰۷). الطبیعه. ترجمه اسحق بن حنین مع شروح؛ ابن‌السمح... (و آخر)؛ حقه و قدم له عبدالرحمن بدوی. القاهرة. المركز القومي للترجمة؛

از متافیزیک تا مکانیک: ... (فائزه اسکندری و رضیه برجیان) ۱۴۳

ارسطو. (۱۳۸۳). ایساغوجی و مقولات. ترجمه، مقدمه و توضیحات محمد خوانساری. تهران: مرکز نشر دانشگاهی؛

افلاطون. (۱۳۸۰). دوره آثار. ترجمه محمد حسن لطفی؛ ج ۳: رساله محاوره تیمائوس؛ تهران: خوارزمی؛
اسکندری، فائزه. (۱۳۹۸). بررسی مفهوم حرکت نزد ابن‌باجه و ابن‌رشد و تاثیر آن بر فیزیک گالیله‌ای. استاد راهنما: غلامحسین مقدم حیدری. رساله دوره دکتری. پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
اسکندری، فائزه. (۱۴۰۳). تاملی بر مفهوم مکان از دیدگاه ابن‌باجه و بررسی تاثیر دیدگاه افلاطون و ارسطو بر آن. فصلنامه تاریخ علم. دوره ۲۲، شماره ۱، ص ۶۹-۸۶ (شهریور)؛
اریکسن، تروند برگ. (۱۳۸۵). تاریخ زمان. ترجمه اردشیر اسفندیاری. آبادان: پرسش؛
برجیان، رضیه و حاجی ابراهیم، رضا. (۱۴۰۲). تأثیر فلسفه ابن‌سینا بر مکانیک کلاسیک. حکمت اسلامی، ۱۰ (شماره ۲-پیاپی ۳۷-تابستان ۱۴۰۲)، ۱۹۷-۲۱۷؛

بریه، امیل. (۱۳۷۴). تاریخ فلسفه. ترجمه علی مراد داودی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی. ج ۱؛
حاج ابراهیم، رضا، صادقی رشتی، مرضیه و برجیان، رضیه. (۱۳۹۸). اجتماع دو اصل متناقض متافیزیکی دکارتی و لایب نیتسی در طبیعات ابن‌سینا. دوفصلنامه معارف حکمی جامعه، ۱(۲)، ۹۹-۱۲۴؛
خواجه نصیرالدین طوسی. (۱۴۲۵ق). شرح اشارات و تنبیهات. تحقیق: استاد حسن‌زاده عاملی. قم: موسسه بوستان کتاب. ج ۱؛

روولی، کارلو. (۱۳۹۹). زمان چیست؟ فضا چیست؟. ترجمه آوین تهمتن، سبزان، چاپ سوم؛
طباطبایی، محمدحسین. (۱۳۸۳). نه‌ایه الحکمه. ترجمه و شرح علی شیروانی. قم: بوستان کتاب، ج ۲؛
کاپلستون، فردریک چارلز. (۱۳۸۸). تاریخ فلسفه: جلد یکم یونان و روم. مترجم سید جلال‌الدین مجتبوی. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی، ج ۱؛
کلارک، ساموئل. (۱۳۸۱). مکاتبات لایب نیتس و کلارک. مقدمه ایچ جی الکساندر. علی ارشد ریاحی. قم: بوستان کتاب؛

گلشنی، مهدی. (۱۳۷۹). تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان معاصر.
مقدم حیدری، غلامحسین و اسکندری، فائزه. (۱۳۹۸). «بررسی مفهوم صورت نزد ابن‌باجه و تاثیر آن بر حرکت طبیعی اجسام». فصلنامه علمی پژوهشی فلسفه علم، سال ۹، شماره ۱ (بهار و تابستان)؛
ملکشاهی، حسن. (۱۳۶۳). حرکت و استیفای اقسام آن. تهران: انتشارات سروش؛
نیوتن، آیزاک. (۱۳۹۸). اصول ریاضی فلسفه طبیعی. مترجم بهنام شیخ باقری. تهران: نشر نی؛

Aristotle (2007). Physics. Translated by R. P. Hardie and R. K. Gaye. Available at: <http://ebooks.adelaide.edu.au/a/aristotle/physics/book4.html>;

Ashtekar, Abhay. (2005). 100 years of relativity space-time structure: Einstein and Beyond. World scientific publishing Co. Pte. Ltd. <https://doi.org/10.1142/5876>

- Barbour, Julian. (2022) Time's Arrow and Simultaneity: A Critique of Rovelli's Views. arXiv:2211.14179 [gr-qc].(or arXiv:2211.14179v1 [gr-qc] for this version) <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.14179>
- Boyd, J. P. (2022). *Polaris: The mathematics of navigation and the shape of the Earth*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.07491>
- Combi, Luciano. (2021). Spacetime is material. arXiv:2108.01712v1 [physics.hist-ph],p1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.01712>
- Coope, U. (2006). Time for Aristotle: Physics IV. 10-14. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-69949115197&origin>
- Irwin, Terence. (2009) Aristotle's First Principles. Oxford: Oxford University Press;
- Fanchi, J.R. (2023). Confronting the Enigma of Time. Confronting the Enigma of Time. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85164984505&origin=scopusAI>
- Gorham, G. (2011). Newton on God's relation to space and time: The cartesian framework Gorham, G. Archiv fur Geschichte der Philosophie, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-80052738596&origin=scopusAI>
- Jatong, A. N. (2014). STATISTICAL ANALYSIS OF DIRECTION BY HOUR ANGLE OF SUN AND POLARIS. International Journal of Innovative Environmental Studies Research, 2(3), 17-22.
- O'Neil, J. G. (2000). Fast Polar Alignment. Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, Vol. 94;
- Pannenberg, W. (2005). ETERNITY, TIME, AND SPACE. Zygon: Journal of Religion and Science 40(1), 97–106. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9744.2005.00647.x>
- Petrov, A. N , & Brian Pitts, J. (2019). The Field-Theoretic Approach in General Relativity and Other Metric Theories. A Review. Space, Time and Fundamental Interactions 2019 no. 4 pp. 66-124 arXiv:2004.10525 [gr-qc] (or arXiv:2004.10525v1 [gr-qc] for this version) <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.10525>
- Pleshkov, A.A. (2019). The other eternity: Instantaneousness of the receptacle in plato. Platonic Investigations. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85100109825&origin>
- Pleshkov, A.A. (2020). Time as a Political Resource: Early Greek thought and PLATO'S philosophy of time. In Gremium. Studies in History, Culture and Politics, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85147184635&origin>
- Seissl, T. (2024). Aristotle's "Now" and the Definition of Time: Method and Exegesis in Simplicius' Interpretation of Physics IV.10. History of Philosophy and Logical Analysis. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85186255177&origin>