

## تأثیر فلسفه ابن سینا بر مکانیک کلاسیک

رضیه برجیان<sup>۱</sup>، رضا حاجی ابراهیم<sup>۲</sup>

### چکیده

در این مقاله به مفهوم جسم و عوامل مؤثر بر حرکت آن از منظر ابن سینا پرداخته و تأثیر این مفاهیم و گزاره‌ها بر مکانیک کلاسیک را بررسی خواهیم کرد. ضمن بیان نظرات ابن سینا، سیر تحول این مباحث فلسفی در فلسفه غرب (فلسفه دکارت، فلسفه لایب نیتس و مباحث فلسفی اختیار شده توسط نیوتن) را تحلیل نموده و نهایتاً به اثبات اصل ماند و قوانین پایستگی انرژی و اندازه حرکت می‌پردازیم. همچنین مبانی فلسفی را که منجر به پذیرش قانون واحد برای توصیف حرکت‌های زمینی و آسمانی شد مطرح کرده و با روش تحلیلی نشان خواهیم داد که اندیشه‌های بوعلی سینا - که از طریق ترجمه آثار ابن رشد به اروپا راه یافت - تأثیری به سزا در تدوین مکانیک کلاسیک داشته است. همچنین به اجمال نشان خواهیم داد که بخشی از فلسفه طبیعی ابن سینا این قابلیت را دارد که هرگاه با ریاضیات مناسب ترکیب گردد، برخی از معادلات اساسی فیزیک را به طور کامل تر به دست دهد.

**واژگان کلیدی:** مکانیک کلاسیک، فلسفه سینوی، اصل ماند، مفهوم جسم، قانون پایستگی انرژی، قانون پایستگی تکانه.



## مقدمه

در یونان قدیم همه علوم زیر چتر فلسفه بود. این نگرش در دوره تمدن اسلامی و در قرون وسطای مسیحی نیز حاکم بود و در شروع علم جدید نیز رواج داشت. اما کم‌کم با رشد مکتب تجربه‌گرا این نگاه کنار گذاشته شد (گلشنی، ۱۳۹۶، ص ۷۰). تا قبل از آن، فیزیک به‌عنوان فلسفه طبیعی و به‌عبارت دقیق‌تر، بخشی از فلسفه طبیعی نام‌برده می‌شد. بعد از رنسانس بود که رشته‌های مختلف از هم تفکیک شدند (گلشنی، ۱۳۹۶، ص ۷۲).

همان‌طور که اشاره شد، مکانیک کلاسیک مستقل از فلسفه غرب شکل نگرفته است و همان‌طور که می‌دانیم در سده سیزده میلادی میکائیل اسکات شرح ابن رشد بر کتاب‌های فیزیک آسمان و عالم، حیوان و دیگر آثار طبیعی ارسطو را از عربی به لاتین برگرداند. آلفرد سارشلی و جان تسویلی نیز قسمت‌هایی از شفای ابوعلی سینا را از عربی به لاتین ترجمه کردند (فرشاد، ۱۳۶۳، ص ۳۵). بعدها به‌خاطر حذف نگاه تحلیلی و عقلی به فلسفه، تعصب نسبت به آرای گذشتگان در فلسفه مدرسی رواج یافت. این باعث سرخوردگی افرادی که توان ذهنی بیشتری داشتند از فلسفه مدرسی گشت. این‌گونه بود که اروپا به مهد مکاتب فلسفی گوناگون بدل گشت. این مکاتب از نظریات فلاسفه یونان و مباحث مطرح‌شده توسط فیلسوفان مسلمان بهره بردند (نکته اینکه گرچه فلسفه اسلامی خود نیز مستقل از فلسفه یونان نبود اما ابتکارات و تحولاتی را که فیلسوفان مسلمان بر فلسفه افزودند نمی‌توان جدی نگرفت).

بنابراین فلاسفه غرب از طریق ترجمه طبیعیات شفا و همین‌طور هم شرح شارحان مسلمانی چون ابن رشد و ابن باجه بر کتب ارسطو از فلاسفه اسلامی متأثر بوده‌اند. نمونه‌ای از این تأثیرات را در طبیعیات دکارت و لایب‌نیتس و برخی اندیشه‌های پایه نیوتن در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی‌اش می‌توان یافت. نیوتن در تألیف کتابش از گالیله بسیار تأثیر پذیرفت. البته گالیله نیز در نوع نگاهش به حرکت از ابن باجه و او نیز از ابن سینا متأثر بود (Ernest A. Moody, 1951, p188). همچنین نظریه میل ابن سینا از طریق ابن باجه و بوریدان بر فیزیک امروز تأثیر به‌سزایی نهاد. ابن

سینا در آثارش به حل مسأله میل همت گماشت. وی با نقد و بررسی دینامیک ارسطویی و راه‌حل‌های یحیی نحوی تلاش کرد تا مشکلات دینامیک ارسطویی را در این زمینه حل نماید (ر.ک به: طارمی و چاوشی، ۱۳۹۲، ص ۷۳-۸۴). این مفهوم بعدها از طریق جان بوریدان و آثارش پایه مفهوم ماند (اینرسی) را در فیزیک کلاسیک تشکیل داد (ر.ک به: طارمی، ۱۳۹۹).

ما در این مقاله در پی ارائه تعریف دقیق از فیزیک یا طبیعیات قدیم و نسبت آن دو با یکدیگر نیستیم؛ گرچه تعریف مفاهیمی چون جسم و حرکت به نحوی لازمه هر دو علم است. در واقع دکارت با ترکیب جبر و هندسه و ارائه هندسه تحلیلی و لایب نیتس با صورت‌بندی‌ای که از حساب «بینهایت کوچک‌ها» (حساب دیفرانسیل) داشت، زمینه‌های ریاضی مکانیک کلاسیک را فراهم آوردند. البته هر دوی آنها متناسب با همین ریاضیات نیز در فلسفه طبیعی خویش به تحلیلی از ماده و حرکت آن پرداختند.

دکارت قانون پایستگی اندازه حرکت و لایب نیتس قانون بقای انرژی را مطرح کردند؛ دو قانونی که نه تنها در مکانیک کلاسیک، بلکه بعدها در نظریه نسبیت و مکانیک کوانتومی نیز اهمیت خویش را از دست ندادند. در حالی که برخی دیگر از مفاهیم متحول شده یا کنار گذاشته شدند؛ گرچه با توجه به اینکه مکانیک کلاسیک از پیش فرض‌های فلسفی‌ای که در فلسفه اسلامی قابل قبول نبود نیز بهره برد و همین‌طور از ریاضیاتی متفاوت بهره گرفت در مسیری پیش رفت که هرگز نمی‌توانست فلسفه اسلامی در آن مسیر پیش رود.

مکانیک کلاسیک با این ادعا که با استفاده از آن می‌توان حرکت تمام اجسام را بررسی کرد، تدوین شد. مکانیک کلاسیک (به‌عنوان بخشی از علم فیزیک) به قوانین حاکم بر اجسام متحرک و ساکن و نحوه برهم کنش آنها با یکدیگر می‌پردازد؛ البته با این قید که اجسام را بدون لحاظ حیات (نه با لحاظ عدم حیات) در نظر بگیریم (حسنی، ۱۳۹۶، ص ۱۵).

مکانیک کلاسیک 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. این‌گونه بود که مکانیک کلاسیک بر پیش‌فرض‌های فلسفی پنهانی چون «می‌توان عالم را تبیین مکانیکی کرد» و «همه پدیده‌ها ناشی از حرکت ذرات است و می‌توان آنها را به حرکت اتم‌ها فروکاهید» (stallo, 1888, p16-20) استوار شد.

فیزیک نه تنها مفاهیم پایه، بلکه نوع نگاه ریاضی‌اش به عالم را نیز وام‌دار مکانیک کلاسیک یا به‌عبارت‌دیگر دکارت، لایب نیتس و نیوتن است. گرچه مفاهیمی مانند جرم و نیرو همگام با پیشرفت فیزیک متحول شدند، اما هیچ‌گاه کنار گذاشته نشدند. همین‌طور هم مفهوم بقای تکانه و بقای انرژی در تمام تحولات بعدی فیزیک نقش بی‌بدیل خود را حفظ کرده‌اند.

ما در این مقاله ابتدا به اصل مانند می‌پردازیم و تشابه و تفاوت آرای ابن سینا دکارت و نیوتن را در آن بررسی می‌کنیم. در ادامه به بررسی حرکت افلاک از دید این سه پرداخته و نشان می‌دهیم رویکرد آنان متأثر از تعریفی است که برای اجسام دارند و شباهت‌های آرای ایشان را در این زمینه تبیین می‌کنیم. در نهایت هم به تبیین تأثیر تعریف جسم بر تدوین قوانین بقای انرژی و تکانه پرداخته و نسبت بین اندیشه‌های لایب نیتس دکارت و ابن سینا را تبیین می‌نماییم. تا از این رهگذر معلوم گردد اندیشه‌های ابن سینا چه تأثیری بر مکانیک کلاسیک داشته است.

باید توجه داشت که تحولات فلسفی در قرن هفدهم مستقل از قرون قبل از خودش شکل نگرفته است و نظریات مطرح‌شده در آن مستقل از پژوهش‌های قدیمی‌تر درباره نظریه نیروی جنبشی نبوده است (کاپلستون، ۱۳۸۸، ج ۴، ص ۱۲) و بذره‌های علوم بعدی را می‌توان در سرزمین عقلانی اروپای قرون وسطی کشف کرد (همان، ص ۱۱۳). البته این اندیشه‌های عقلانی نیز متأثر از افرادی چون ابن باجه و ابن رشد بوده است.

بی‌شک دکارت نیز متأثر از حکمای مدرسی بوده است (همان) و لایب نیتس هم نه تنها با حکمت مدرسی آشنا بود، بلکه به نوعی در آثارش متأثر از حکمت مدرسی بوده است (همان، ص ۳۳۶).

## ۱. اصل مانند

یکی از مسائل مهم در بحث از حرکت اجسام این است که حرکت اجسام در اثر فاعل خارجی است یا منشأ درونی دارد یا ترکیبی از این دو عامل در حرکت و سکون اجسام دخیل است. ابن سینا با توجه به مبانی‌اش، برای هر جسم مکان طبیعی‌ای قائل است که مربوط به صورت معدنی آن است. او می‌نویسد: «هیچ شیئی نمی‌تواند خودبه‌خود ساکن یا متحرک شود» (ابن سینا، ۱۳۷۹، ص ۱۹۳). در واقع ابن سینا حرکت و سکون مطلق را قبول دارد و معتقد است که مکان طبیعی جسم نقطه‌ای است که جسم در آن مکان ساکن است و وقتی از آن فاصله بگیرد، میل طبیعی درونی جسم آن را به سمت مکان طبیعی‌اش سوق خواهد داد. میل طبیعی در نظر ابن سینا عرضی است که بر جسم، آن هنگام که از مکان طبیعی‌اش مفارقت کند، عارض می‌شود (ابن سینا، شفا، ص ۳). او وجود مکان طبیعی را برای اجسام ضروری می‌داند و بدون آن، حرکت را ممکن نمی‌داند و می‌نویسد: «ان کل جسم لا میل له فی طبعه فانه لا یقبل الحركه عن السبب من خارج» (ابن سینا، ۱۳۷۹، ص ۲۷۷)؛ چراکه اگر نسبت جسم به همه مکان‌ها یکسان باشد، دیگر غایتی برای حرکت نمی‌توان تصور کرد. علت غایی یکی از علل چهارگانه در نزد ابن سیناست و بدون وجود علت غایی علت خارجی (علت فاعلی) نمی‌تواند منشأ اثر باشد. علت غایی بعدها با این استدلال دکارت که

«آسان می‌توانم دریابم که خداوند بر اشیاء بی‌نهایتی قادر است که علل آنها از دسترس و شناخت من فراتر است و تنها همین دلیل کافی است تا قانع شوم که نوع علت به اصطلاح غایی در مورد اشیاء فیزیکی (یا طبیعی) هیچ کاربرد و سودمندی نخواهد داشت» (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۷۴-۷۵)، علت غایی را کنار می‌گذارد. این نگاه را نیوتن نیز تعقیب می‌کند.

ابن سینا با پذیرش تعریف «ان الحركه هي فعل و كمال اول للشي الذي بالقوه من جهة المعين الذي هو له بالقوه» (ابن سینا، ۱۳۷۹، ص ۲۰۴)، برای حرکت تأکید می‌کند که حرکت جسم از مکان طبیعی اش تنها به علت تاثیر جسم دیگری بر آن است (ابن سینا، ۱۳۷۹، ص ۱۹۳). شیء ساکن از نظر او ساکن می‌ماند؛ چراکه در مکان طبیعی اش قرار دارد تا نیرویی خارجی در آن تغییری ایجاد کند؛ حال یا صورت آن را به کل دگرگون کند و در نتیجه شیء مکان طبیعی دیگری پیدا کند، و یا آن را از مکان طبیعی اش دور کند که در این صورت با حذف عامل خارجی جسم به مکان طبیعی اش بازخواهد گشت. بنابراین در هر حال نه سکون جسم متحرک خودبه‌خودی خواهد بود (مگر اینکه نیرویی خارجی آن را از حرکت بازدارد یا به مکان طبیعی اش که غایت حرکت است برسد)، و نه به حرکت در آمدن جسم ساکن.

ابن سینا معتقد است هر حرکت طبیعی در جسم زمینی باید در مسیر مستقیم اتفاق بیفتد. او می‌نویسد:

«كل حركة بالطبيعة ... ينبغي ان تكون مستقيمة ان كانت في المكان لان هذه الحركة لميل الطبيعي و كل ميل طبيعي فعلى اقرب المسافه و كلما كان على اقرب المسافه فهو على خط مستقيم» (ابن سینا، ۱۳۷۹، ص ۲۱۳).

جسمی که نه در اثر محرک خارجی (قاسر) بلکه در اثر طبیعت خودش عمل می‌کند، چون در طلب مکان طبیعی خودش است، کوتاه‌ترین مسیر را برای رسیدن به مکان طبیعی خودش انتخاب خواهد کرد و کوتاه‌ترین مسیر نیز مسیر مستقیم است.

ابن سینا با تقسیم حرکت به دو دسته حرکت طبعی و حرکت قسری، تغییر خودبه‌خودی در مسیر حرکت جسم و همین‌طور تغییر در سرعت حرکت آن را نفی می‌کند. او بیان می‌کند که اگر محرک خارجی (قاسر) بر جسم اثر نکند، جسم تحت تاثیر طبیعت خودش اگر ساکن است (در مکان طبیعی خودش است) ساکن خواهد ماند و اگر متحرک است (به‌سوی مکان طبیعی خودش) به حرکت مستقیم‌الخط خودش در آن راستا ادامه خواهد داد.

دکارت نیز اولین قانون در حرکت اجسام را این می‌داند: «هر چیزی تا آنجاکه به حال خودش رها شده باشد، همواره همان حالت سکون یا حرکت خود را ادامه می‌دهد؛ مگر آنکه شیء دیگری به آن برخورد کند و مقداری از حرکت خود را به آن بدهد». دومین قانون آن نیز چنین است: «هر

جسم متحرکی گرایش به ادامه حرکتش در یک خط مستقیم دارد. اگر جسم یک مسیر دایره‌ای را ترسیم کند، به خاطر برخوردش با دیگر اجسام است و چنین جسمی دائماً از مرکز دایره‌ای که ترسیم می‌کند دور می‌شود؛ چراکه خداوند لایتغیر است» (کاپلستون، ۱۳۷۹، ص ۱۸۴).

دکارت چون مبتنی بر اصول خویش تحلیل جسم به هیولا و صورت را رد می‌کند، مکان طبیعی برای اجسام را در نظر نمی‌گیرد و برای همه اجسام ماهیتی یکسان قائل می‌شود. همین تفکر سبب می‌شود که گردش‌ها بخشی جدی از تحلیل او از حرکت شوند تا با آنها گردش سیارات را توضیح دهد (دی‌یر، ۱۳۸۸، ص ۱۴۷-۱۴۸).

البته می‌بینیم نیوتن نیز در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی‌اش می‌نویسد: «vis insita یا نیروی ذاتی ماده قدرت مقاومتی است که هر جسم با داشتن آن حالت فعلی خود را خواه ساکن و یا در حرکت یک‌نواخت رو به جلو بر خط راست ادامه می‌دهد». از نظر او، حرکت و سکون فقط به‌طور نسبی قابل تشخیصند و اجسامی که همواره ساکن به نظر می‌رسند، به‌راستی چنین نیستند (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۲۷).

درواقع دکارت این عدم تغییر در حرکت یا سکون را به نبود عامل خارجی (جسمی که به آن نیرو وارد کند) مربوط می‌داند، از آن جهت که قائل به بقای اندازه حرکت در عالم است. ابن سینا قائل به مکان طبیعی برای اجسام است. اما نیوتن فارغ از نگاه تحلیل‌گرایانه به جسم و حرکت، بر دو نکته تأکید می‌کند؛ یکی اینکه حرکت مستقیم‌الخط یک‌نواخت تفاوتی با سکون ندارد و دیگر آنکه ترجیح می‌دهد نیروی ذاتی به نام لختی را به میان آورد که توضیح‌دهنده این باشد که چرا یک جسم خودبه‌خود حرکت نمی‌کند یا ساکن نمی‌شود.

نیوتن با توجه به اینکه حرکت یک‌نواخت و سکون را نسبی می‌داند، در قانون دومش فاعل خارجی را علت تغییر در سرعت اجسام می‌داند. او مدعی است «نیروی وارده کنشی است که بر جسم وارد می‌شود تا حالت سکون یا حرکت یک‌نواخت آن بر خط راست را تغییر دهد. این تغییر نیرو تنها در کنش نهفته است و با پایان یافتن کنش در جسم باقی نمی‌ماند» (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۲۷). درواقع از منظر وی نیروی لختی سبب بقای هر جسم است. او نیروی گرانش را عامل خارجی‌ای می‌داند که سبب می‌شود اشیاء به سمت زمین میل پیدا کنند. نیروی گرانی نوعی نیروی ذاتی است که از ذرات اجسام سرچشمه می‌گیرد. نیروی گرانش به تمام اجسام - خواه سبک، خواه سنگین بزرگ و یا کوچک - شتاب یکسانی می‌دهد (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۲۹). درواقع دکارت گام اول را برمی‌دارد و مفهوم سبکی و سنگینی را از تحلیل حرکت حذف می‌کند و در گام بعدی، نیوتن در توضیح حرکت اجسام مفهوم نیروی گرانش را به‌عنوان تنها عامل مؤثر درونی به‌کار می‌گیرد؛ گرچه دکارت خود مفهوم گرانش را رد می‌کند و می‌نویسد: «من وجود آن را در هر جسمی تأنجاکه فی‌نفسه لحاظ شود

انکار می‌کنم؛ زیرا ثقل کیفیتی است قائم به نسبت اجسام از لحاظ موقعیت» (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۳۰۶). البته او ابهام در این مفهوم را نیز دلیل دیگری بر کنار گذاشتن آن می‌داند.

این روند در واقع نمایانگر تحول نگرشی است که اتفاق می‌افتد که سبب آن کنار گذاشتن تحلیل‌های ماهوی جسم و حرکت آن است. موفقیت این روند باعث شده نگاه ماهوی در علم به‌عنوان مسأله اصلی کنار گذاشته شود. گرچه قبل از نیوتن، این گالیله بود که گام اصلی را در این زمینه برداشت و مدعی شد علم بهتر است به چگونگی رخدادها بپردازد نه چیستی اشیاء (سجادی، ۱۳۸۷، ص ۶۵-۶۶).

نکته جالب این است که ابن سینا در تحلیل و استدلالش بر حرکت مستقیم‌الخط به این مطلب استناد می‌کند که جسم کوتاه‌ترین مسیر را برای رسیدن به مقصدش (مکان طبیعی‌اش) می‌پیماید و خط مستقیم چون صرفاً کوتاه‌ترین مسیر است انتخاب می‌گردد. این نکته یادآور اصل فرما و اصل کمترین کنش در فیزیک است که البته از آن می‌توان قوانین نیوتن را به‌لحاظ ریاضی نتیجه گرفت (فاولز، ۱۳۷۸، ص ۳۲۲-۳۲۴).

درواقع ما می‌بینیم که ابن سینا، دکارت و نیوتن هر سه بر این مطلب تأکید می‌کنند که جسم ساکن خودبه‌خود و بدون اثرپذیری از عامل (نیروی) خارجی به حرکت در نخواهد آمد و همین‌طور هم جسم متحرک اگر فاعلی از خارج حرکت آن را تغییر ندهد، در مسیر مستقیم‌الخط به حرکتش ادامه خواهد داد. البته دلایلی که برای این امر اقامه می‌کنند متفاوت است و همین‌طور نیز نوع برداشتشان از این اصل که این خود تفاوت‌های دیگری را نیز ایجاب می‌کند.

ما در ادامه به بحث حرکت افلاک می‌پردازیم، بدان جهت که گرچه در فلسفه ابن سینا و دکارت این بحث بحثی کاملاً جداگانه از اشیاء زمینی است. در منظر نیوتن، وحدت قوانین آسمان و زمین جایگاه ویژه‌ای دارد.

## ۲. حرکت افلاک

در مورد افلاک ما دو بحث داریم؛ یکی علت حرکت دوری افلاک و دوام حرکت آنها و دیگری اینکه آیا افلاک از جنس اجسام زمینی هستند یا از جنس دیگری؟ بعد از بطلمیوس نگاهی رایج شد که اجرامی ساکن نسبت به افلاکی که بر گرد زمین حرکت وضعی داشتند را مطرح می‌کرد. ابن سینا در فلسفه خویش این تصویر از افلاک را ابقا می‌کند و دکارت برای توصیف جهان از سه عنصر بهره می‌گیرد. عنصر نخستین که خورشید و ستارگان را - که نور می‌دهند - می‌سازد، ماده‌ای که میان خورشید و سیارات را پر کرده است و نور را عبور می‌دهد و عنصری که زمین و سیارات را می‌سازد و نور را منعکس می‌کند. درحالی‌که نیوتن این فرض را کنار می‌گذارد و برای توضیح حرکت دائمی



اجرام آسمانی به نیروی ذاتی ای که بین اجرام آسمانی عمل می‌کند روی می‌آورد. ما در ابتدا به بحث جنس اجرام آسمانی می‌پردازیم و سپس رابطه حرکت سیارات و ماه و خورشید را با آن شرح می‌دهیم.

## ۱-۲. جنس اجرام آسمانی

ابن سینا در تعریف فلک می‌نویسد: «فلک جسم بسیط کروی است که کون و فساد نمی‌پذیرد و بالطبع متحرک است بر گرد مرکزی که مشتمل بر آن است» (ابن سینا، ۱۹۸۹، ص ۲۵۱). حرکت اجرام آسمانی بالتبع فلکی است که در آن واقع هستند. افلاک از عنصری غیر از چهار عنصر زمینی درست شده‌اند.

از نظر دکارت، تصور امتدادی که در هر مکانی ادراک می‌شود، همان تصور جوهر جسمانی است. بنابراین ماده افلاک با ماده کره زمین باید یکسان باشد. او می‌گوید: «زمین و افلاک از یک ماده تشکیل شده‌اند» (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۲۹۰). دکارت معتقد است که تنها حرکت یک جوهر جسمانی - که صورت‌های متعددی نمی‌پذیرد و واحد است - همه اجسام را می‌سازد (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۲۹۰). همین نگاه است که در اندیشه نیوتن به آنجا منتهی می‌شود که نیروی گرانش را سبب افتادن اجسام بر زمین بداند و همین‌طور هم سبب ماندن ماه در مدارش بر گرد زمین. او می‌گوید: «ماه نیز متناسب با مقدار ماده‌اش به سمت زمین جذب می‌شود... تمام اجسام گرانش متقابل دارند» (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۲۹۳).

نیوتن در سومین قاعده‌ای که برای استدلال فلسفی در کتابش ذکر می‌کند می‌نویسد: «خواصی را که نه تشدید می‌شوند و نه کاهش می‌یابند و تا جایی که ما تجربه کرده‌ایم در تمام اجسام یافت می‌شوند را به‌عنوان خواص عمومی کلیه اجسام می‌پذیریم» (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۴۹۲). نیوتن به‌صراحت از ذرات تقسیم‌ناپذیر (اتم‌ها) سخن می‌گوید، برخلاف دکارت که معتقد است جز لایتجزا وجود ندارد؛ چراکه اجزای جسم هر چقدر هم کوچک فرض شود باز چون ممتد هستند می‌توان آنها را به دو یا چند قسمت تقسیم کرد. او تصریح می‌کند «حتی اگر فرض کنیم که خدا بخشی‌هایی از ماده را به اجزائی چنان کوچک تبدیل کرده باشد که نتواند به اجزای کوچک‌تر تقسیم شود، با تمام اینها چنین اجزایی را نمی‌توان تقسیم‌ناپذیر نامید؛ زیرا اگرچه خداوند جزء مفروض را چنان کوچک خلق کرده است که تقسیم کردن آن فوق قدرت هر مخلوقی است، با وجود این نمی‌تواند فاقد قدرت تقسیم کردن آنها باشد» (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۲۸۹). البته نیوتن اتم‌ها را به‌لحاظ ریاضی تا بی‌نهایت قابل قسمت می‌داند (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۴۹۳)؛ همان‌طور که ابن سینا تقسیم وهمی جسم را می‌پذیرد.

ابن سینا در فصل پنجم "السماء والعالم" به این مسأله می‌پردازد که اگر همه افلاک و اجرام آسمانی از یک جنس هستند و هیچ نوع ترکیبی در آنها راه ندارد، چرا ستارگان از کل افلاک متمایزند و چرا هر سیاره رنگ مخصوص به خود را دارد که آن را از سیارات دیگر جدا می‌کند؟ در واقع این دو سؤال سؤالاتی اساسی هستند که نگاه ارسطویی به آسمان را زیر سؤال می‌برند.

ابن سینا می‌نویسد: «از این بررسی معلوم می‌شود که ستارگان اجرامی هستند متفاوت با افلاکی که آنها را به حرکت درمی‌آورند. سپس درمی‌یابیم که ستارگان از جنس جوهر غیر مکون هستند (یعنی از جنس جوهر مُبدع...). پس اجرام اخیر ضرورتاً بسیطند؛ زیرا اجسام مرکب مکونند» (ابن سینا، بی تا ص ۳۷).

درواقع ابن سینا با طرح این مسأله، زمینه این اندیشه را فراهم می‌سازد که افلاک و اجرام آسمانی از یک جنس نیستند و ما یک تک‌عنصر بسیط به نام اثیر برای توضیح پدیده‌های آسمانی نداریم. دکارت برای جواب این مسأله است که به سه عنصر قائل می‌شود.

گرچه این اشکالات بعدها خود را در نظریه نیوتنی نیز به گونه‌ای دیگر ظاهر می‌سازند. اما اگر ماه و خورشید و زمین و سیارات و ستاره‌ها همه از یک جنس هستند، پس چگونه است که برخی مانند ستارگان و خورشید نور می‌دهند و برخی نه! نیوتن خود تصریح می‌کند که جوابی برای این سؤال ندارد (م.آی.تی، ۲۰۰۷).

## ۲-۲. حرکت دوری اجرام آسمانی

از منظر ابن سینا حرکت دوری و دائمی اجرام آسمانی ناشی از حرکت افلاک و نفس فلکی است. اما نیوتن که افلاک را از دستگاه فکری اش کنار گذاشته است می‌نویسد: «اگر نیروی گرانی نبود، یک پرتابه به سمت زمین منحرف نمی‌شد. بلکه در صورت عدم وجود مقاومت هوا، با حرکت یک‌نواخت زمین را ترک می‌کرد... ماه نیز در صورتی که دارای گرانش باشد با نیروی گرانی و در غیر این صورت با هر نیروی دیگری که آن را به سمت زمین سوق می‌دهد دائماً از مسیر مستقیم الخطی که به وسیله نیروی ذاتی خود دنبال می‌نماید منحرف شده و به سمت زمین کشیده می‌شود و وادار می‌گردد که در مدار فعلی اش به گردش درآید» (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۲۸).

البته پیش از او ابن سینا در شفا به این نکته اشاره کرده بود که «متحرک بالطبعی که از مرکز حرکت به سمت بالا حرکت می‌کند (متحرک سبک نامیده می‌شود) و متحرک (مرسل) که متحرکی است که هرگاه از مکان طبیعی خود جدا می‌شود و به مرکز می‌رسد اگر برای خود مانعی نبیند، دوباره بازمی‌گردد و به حرکت خود ادامه می‌دهد تا به دورترین نقطه از قلمروی اجسام طبیعی برسد و سپس در آن ناحیه به دور مرکز به چرخش ادامه خواهد داد» (ابن سینا، بی تا، ص ۸). ابن سینا در این

عبارت از امکان گردش یک جسم حول زمین در اثر خصوصیت ذاتی اش سخن می‌گوید؛ اندیشه‌ای که بعدها متن نظریه نیوتن را این بار در مورد حرکت سیارات رقم می‌زند. با این تفاوت که نیوتن به تبعیت از کپلر و گالیله، خورشید را مرکز می‌گیرد نه زمین را.

نیوتن برای تحلیل حرکت ماه به نیرویی ذاتی متوسل می‌شود؛ چون نیروی غیر ذاتی نمی‌تواند دائمی باشد و توضیح‌دهنده گردش مداوم ماه به دور زمین. این نیروی ذاتی که بین دو جسم ماه و زمین وجود دارد، توضیح‌دهنده ادعای دکارت است که برای حرکت دوری لازم است نیرویی خارجی جسم را دائماً از مسیر منحرف کند. گرچه دکارت چون خلأ را قبول نداشت، حرکت یک جسم به تنهایی در نظر او معنایی نمی‌یافت. بلکه با جابه‌جا شدن یک جسم از مکان (الف) به مکان (ب) لازم بود جسمی از مکان (ب) به مکان (ج) برود و ... همین‌طور هم لازم بود جسمی بیاید و مکان (الف) را پر کند و این‌گونه بود که گردش‌ها شکل می‌گرفتند و سبب حرکت سیارات بر گردش خورشید می‌شدند.

نیوتن در رد افلاکی که سبب گردش اجرام آسمانی هستند می‌نویسد: «اجزای مختلف آسمان و سیاراتی که به‌راستی نسبت به آنها (افلاک) ساکن هستند باز هم در حرکت واقعی خواهند بود؛ چراکه وضعیت خود را نسبت به یکدیگر تغییر می‌دهند (این موضوع در مورد اجسام حقیقتاً ساکن رخ نمی‌دهد) و چون همگی به‌همراه مکان خود یا آسمان حمل می‌شوند و در حرکت آن شریکند، به‌عنوان اجزائی از کل‌های دوار کوشش می‌کنند تا از محور حرکتشان دور شوند (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۳۷). بنابراین مقادیر نسبی با کمیتی که به آنها اشاره می‌کنند، یکسان نیستند. بلکه اندازه‌های محسوس (دقیق یا غیر دقیق) آنهایند که معمولاً به‌جای آن کمیات به‌کار می‌روند (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۳۸).

نیوتن عنوان می‌کند: «مقدار یا اندازه محرک یک نیروی جانب مرکز با حرکتی که در یک مدت معین ایجاد می‌کند، متناسب است» (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۳۰). او با طرح این موضوع به‌خوبی می‌تواند قوانین تجربی‌ای را که گالیله برای حرکت سیارات به‌دست آورده بود توجیه کند (فاولز، ۱۳۷۸، ص ۱۷۴-۱۷۵). نیوتن برای توضیح حرکت سیارات، به نکته "شتاب مطلق است" و همین‌طور هم "نیرویی که سبب آن می‌شود" متوسل می‌شود (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۳۰).

او تأکید می‌کند: «نیروی مطلق را به‌عنوان جایی که دارای بعضی از عوامل است - که بدون آنها نیروی محرک در فضای اطراف منتشر نخواهد شد - به مرکز نسبت می‌دهم؛ خواه آن عامل برخی اجسام مرکزی (مغناطیس در مرکز نیروی مغناطیسی یا زمین در مرکز نیروی گرانی) باشد یا هر چیز دیگری که هنوز بر ما معلوم نیست؛ زیرا در اینجا قصد من این است که بدون بررسی علل و جایگاه فیزیکی آن نیروها صرفاً یک مفهوم ریاضی از آنها ارائه نمایم» (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۳۰). در واقع نیوتن نه تنها نمی‌خواهد این اندیشه (نیرویی که سبب حرکت اجسام است) را به مکان ربط دارد کنار

بگذارد. بلکه با استفاده از نگرشی که گالیله طرح کرده است تأکید می‌کند که صرفاً توصیف ریاضی است که برای او اهمیت دارد.

ابن سینا برای توضیح حرکت اجرام آسمانی، به این اصل که حرکات بسیط چه مستدیر باشند و چه مستقیم ناشی از اجسام بسیط هستند متوسل می‌شود و می‌گوید: «اجسام بسیط دو گروهند؛ اجسامی که حرکت آنها بالطبع مستقیم است و اجسامی که حرکت آنها بالطبع مستدیر است (ابن سینا، بی‌تا، ص ۱۱). این اندیشه ریشه در این مبنا دارد که «الواحد لا یصدر منه الا الواحد».

پیدا کردن توضیحی برای حرکت دائمی سیارات یکی از مسائل جدی بوده است. با طرح این موضوع که سیارات از جنس اثیرند، ارسطو خواست تفاوت آنها را با اشیاء زمینی مشخص سازد تا تفاوت حرکت آنها نیز توجیه گردد. این امر به این مسأله منجر شد که اگر اثیر تغییر نمی‌کند، پس نباید سیارات حرکت مکانی نیز داشته باشند. افلاک که کراتی نامرئی بودند و حرکتی وضعی داشتند، به‌عنوان راه‌حلی مطرح می‌شوند؛ گرچه خود آنها هم ناچارند از اثیر ساخته شده باشند. اما این بار حرکت وضعی و متشابه داریم که می‌توان به‌نوعی از عدم تغییر در آن حکم کرد.

بعدها ابن سینا در شفا ضمن طرح این نظر از دادن نظر نهایی در این باره اجتناب می‌کند. اما با طرح این موضوع که سیارات از آن جهت که جسم هستند قابلیت تغییر را دارند، اولین زمینه برای تغییر نگرش در این باره فراهم می‌کند؛ زمینه‌ای که در فلسفه دکارت جدی گرفته می‌شود (دی‌یر، ۱۳۸۸، ص ۱۵۸-۱۶۰).

یکی از نتایج فلسفی که از فرض ساخته شدن اجرام آسمانی از عنصری بسیط نتیجه می‌شود، لزوم کروی بودن آنهاست؛ چیزی که گالیله سعی می‌کند با تکیه بر مشاهداتش به‌وسیله تلسکوپ آن را در مورد ماه زیر سؤال ببرد. با پذیرش اینکه سیارات کره کامل نیستند و تغییر نیز می‌کنند، دیگر ضرورتی برای فرض افلاک نامرئی نیست. در چنین فضایی است که نیوتن با طرح اینکه قوانین حرکت در زمین و آسمان یکی هستند و به‌دست آوردن مدار سیارات با استفاده از قانون گرانش عمومی‌اش، آخرین گام را در این زمینه برمی‌دارد. همان‌گونه که دیدیم، تعریف جسم و خصوصیات و ویژگی‌های اصلی آن در این مسأله نقش کلیدی را ایفا می‌کند. دکارت با حذف قسمتی از فلسفه سینیوی که به بحث صورت و ماده مرتبط است، تنها این بخش را که جسم از آن جهت که جسم است لایتغیر نیست می‌گیرد و ندیدن این تغییرات را به فاصله زیاد ما از سیارات و تغییرات آهسته و اندک آنها نسبت می‌دهد. بنابراین این اندیشه که اجسام زمینی و آسمانی باید از یک قانون پیروی کنند، وام‌دار اندیشه‌ای است که جسم را چیزی جز امتداد نمی‌داند. اندیشه‌ای که با انکار تحلیل جسم به هیولا و صورت از طرف دکارت تثبیت می‌شود.

ایراد جدی‌ای که نیوتن در ادعایش - که همه اجسام به‌سوی یکدیگر جذب می‌شوند - با آن

مواجه می‌شود این است که نیروی گرانش میان اجرام آسمانی باید باعث شود بعد از مدتی همه آنها در یک نقطه واحد به یکدیگر برسند. او در جواب به این مسأله در نامه‌اش به ریچارد بنتری (نامه اول) می‌نویسد:

اگر مواد به‌طور همگن در فضای بی‌نهایت قرار گرفته باشند، در این صورت نمی‌توانند جذب یکدیگر شده و تشکیل یک جرم بزرگ بدهند. مقداری از مواد تشکیل یک جرم و مقداری دیگر تشکیل جرم دیگری خواهند داد. بنابراین اجرامی بزرگ به تعداد بی‌نهایت ساخته می‌شود که در فاصله زیادی از هم در سراسر فضای بی‌نهایت پخش می‌شوند.

در ادامه به بررسی قوانین بقای تکانه و بقای انرژی می‌پردازیم که دو قانون مهم در فیزیک کلاسیک هستند. قانون بقای انرژی را لایب نیتس مطرح می‌کند و قانون بقای تکانه را دکارت. این دو قانون به‌نحوی بر تعریف جسم مبتنی هستند.

### ۳. قوانین پایستگی

این سینا در کتاب "الحدود" درباره جسم می‌گوید: «جسم به صورتی که بتوان در آن ابعادی را از طول و عرض و عمق تصور نمود اطلاق می‌گردد و جسم به جوهری که از هیولی و صورت تألیف شده باشد و صفت بالا را داشته باشد اطلاق می‌شود» (ابن سینا، ۱۹۸۹م، ص ۲۴۸).

درواقع ابن سینا هم مفهوم امتداد و هم تحلیل به ماده و صورت را در تعریف جسم اخذ می‌کند. اینکه امتداد یکی از عناصر اصلی در تعریف جسم باشد، ایجاب می‌کند تا او جسم را مرکب از جسم طبیعی و جسم تعلیمی در نظر بگیرد. جسم طبیعی (یا جوهر جسمانی) متضمن وحدت شیء است و وقتی تنها تغییر شکل می‌دهد و دیگر خواصش ثابت می‌ماند (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۶۶). جسم طبیعی به‌طور ذهنی قابل انقسام تا بی‌نهایت است. بنابراین حرکت جسم و زمان حرکت آن نیز تا بی‌نهایت قابل قسمت است و به همین جهت است که کمیتی قائم به جسم طبیعی ضرورت می‌یابد که این کمیت را جسم تعلیمی می‌نامند و در جسم واحد بر حسب تبدیل اشکال آن تبدیل می‌شود و همین‌طور سطحی برای جسم ضرورت می‌یابد که جسم در آن سطح تمام شود و خطوطی که حدود آن سطح باشند تا کمیت متعین (جسم تعلیمی) محقق شود. او تمام این کمیت‌های حجم (جسم تعلیمی) سطح و خط را مقدار می‌خواند و از اعراض می‌شمارد (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۶۱). از نظر او، صورت جسمیه ذاتاً متصل است و با توجه به اینکه جسم قابلیت اتصال و انفصال هر دو را دارد باید قوه‌ای که این قابلیت را دارد غیر از وجود مقبول (صورت جسمیه) بالفعل باشد و همین‌طور غیر از هیئت و صورت مقبول؛ چراکه قوه شیء به معنی امکان آن است نه وجودش، و این قوه همان هیولاست (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۶۹).

بنابراین از منظر ابوعلی سینا جسم از ماده (هیولا) و صورتی تشکیل شده است که یکی (هیولا) قابل انفصال و اتصال است و به هیچ‌یک از این دو به‌تنهایی متصف نمی‌شود و دیگری (صورت جسمیه) متضمن امتدادمندی جسم مادی و یکپارچگی آن است و این دو باهم جسم طبیعی را می‌سازند که فی‌نفسه متصل است و همین‌طور هم قابلیت انفصال و چند تکه شدن را دارد (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۷۳-۷۵).

این صورت‌ها هستند که جسم را مناسب باب کیف و این و دیگر اعراضی که از مقولات تسع بر جسم عارض می‌شود می‌گرداند (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۱۹۲). بنابراین جسم دو نوع حرکت دارد؛ حرکت طبیعی که اقتضای ماهیت آن است و حرکت قسری.

با توجه به آنکه جسم متحرک سرعت حرکتش به اندازه آن و تخلخل و تکائف آن و آنچه در آن حرکت می‌کند وابسته است. پس میل طبیعی که علت درونی حرکت جسم است، تنها عامل حرکت جسم نیست بلکه میل سبب قریب حرکت است (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۲۵۹-۲۶۳). از نظر وی، هر نوع تغییر و حرکتی در جسم باید یا در اثر جسم دیگری باشد و یا به قوه فائضه‌ای درون خود جسم برگردد (ابن سینا، ۱۳۷۹، ص ۱۹۴).

ابن سینا با تکیه بر دو عنصر امتدادمندی و تحلیل جسم به ماده و صورت در پی تحلیل حرکت اجسام برمی‌آید و بر اینکه هم علت‌های درونی و هم علل مادی بیرونی در حرکت جسم دخیل هستند تأکید می‌کند. دکارت تحلیل جسم به ماده و صورت را نمی‌پذیرد. اما با تکیه بر دیگر مفاهیم، مفهوم تکانه را مطرح می‌کند.

دکارت همین‌طور تحلیل جسم به جسم تعلیمی و جسم طبیعی را رد می‌کند. او می‌نویسد: «دو دلیل وجود دارد که ممکن است ذهن ما را در این حقیقت که طبیعت جسم چیزی جز امتداد نیست به تردید وادارد؛ اول این شایعه که بیشتر اجسام استعداد قبول انبساط و انقباض را دارند به‌طوری‌که امتداد آنها در حال انبساط بیشتر از حالت انقباض است و حتی بعضی به‌اندازه‌ای دقیق شده‌اند که می‌خواهند جوهر یک جسم را از کمیت آن و کمیت جسم را از امتداد آن تفکیک کنند. دلیل دوم این است که وقتی ما امتداد را فقط در طول و عرض و عمق در نظر می‌گیریم، مقصودمان معمولاً این نیست که جسمی وجود دارد، بلکه فقط به فضا یا فضای خالی فکر می‌کنیم» (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۲۷۹-۲۸۰). او معتقد است که کمیت و عدد تنها در ذهن است که از معدود یا جسم جداست و در عالم خارج جدا ساختن جزئی هرچند کوچک از جسم معادل است با کاهش همان مقدار از جوهر جسم است (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۲۸۱). او تحلیل به جوهر جسمانی و عرض جسم تعلیمی را به‌خاطر ابهامش کنار می‌گذارد.

دکارت برای ماده چند مشخصه در نظر می‌گیرد؛ یکی امتداد و دیگری حرکت‌پذیری و قابلیت

تغییر شکل (دکارت، ۱۳۶۱، ص ۵۵). او امتداد را مانند فلاسفه پیش از خود، از جمله ارسطو و ابن سینا مشخصه اصلی جسم می‌گیرد. حرکت‌پذیری نیز خصوصیت اصلی دیگر جسم از دیدگاه دکارت است. با توجه به آنکه دکارت تحلیل جسم به ماده و صورت را قبول ندارد (صافیان، ۱۳۹۰، ص ۸)، دیگر حرکت را به ماهیت ماده بر نمی‌گرداند. بلکه دوگانه‌انگاری مطلق و تفکیک وجود به ماده و روح باعث شد تا فرض وجود داشتن نیرو در ماده یا اعمال نیرو توسط ماده از نظر دکارت اشتباه باشد؛ چراکه نیرو در نگاه دکارت هنوز مفهومی غیرمادی بود. ماده لازم بود از هرگونه محتوای روحانی و هرگونه تمایلات خالی شود. دکارت تنها ویژگی‌های ماده را گسترش فضایی و حرکت ازلی آن می‌دانست (Jammer, 1962, 103-109). او رابطه‌ای یک‌به‌یک میان مفهوم مقدار ماده جسم (m) و امتداد برقرار ساخت (دکارت، ۱۳۹۰، ص ۲۸۱). تصریح دکارت بر اینکه گویی «جهان ماشینی است که جز شکل و حرکت اجزای خویش چیز قابل ملاحظه‌ای ندارد»، دکارتیان را واداشت تا m را به‌عنوان آنچه بیانگر کمی ماهیت حقیقی ماده است در نظر بگیرند و v را به‌عنوان کمیت حرکت.

از نظر دکارت، «مقدار حرکتی که در دنیا تحقق می‌پذیرد، دائماً شباهت با خودش را حفظ می‌کند» و در اصطلاح ریاضی جرم ضرب در سرعت مقداری ثابت است؛ چراکه اگر غیر از این بود دیگر اراده الهی «ثبات» نداشت. اما ذات خداوند و به تبع آن، اراده خداوند متغییر نیست (کاپلستون، ۱۳۷۹، ص ۱۸۴).

«خداوند است که براساس قدرت مطلقه اش ماده را همراه با حرکت و سکون اجزاء آن آفریده است و هم اکنون نیز با مدد معمولش همان حرکت و سکونی را که به هنگام آفرینش آن ایجاد کرده بود حفظ می‌نماید؛ زیرا اگرچه حرکت صرفاً حالتی در ماده است، اما خداوند مقدار مشخصی از حرکت را حفظ می‌کند» (کاپلستون، ۱۳۷۹، ص ۱۶۸). در واقع دکارت این اصل را که تأثیر و تأثر اجسام بر یکدیگر عامل مهم حرکت اجسام هستند را ملاک قرار می‌دهد تا این اصل را اثبات کند. مبنایی که به نظر وی آن قدر بدیهی است که در صدد اثبات آن بر نمی‌آید. همین‌طور هم این نکته که این تغییر تنها تغییری است که تمام تغییرات را می‌توان به آن برگرداند و ما به کمیت دیگری برای تحلیل حرکت نیاز نداریم. این‌گونه قانون پایستگی اندازه حرکت (تکانه) به یکی از قوانین اصلی برای حرکت اجسام بدل می‌شود. قانونی که گرچه بعدها نیوتن و لایب نیتس آن را کنار می‌گذارند. اما پیشرفت‌های علمی در فیزیک (خصوصاً پیشرفت‌های ریاضی) نشان می‌دهد که با قدری تغییر به‌خوبی با قوانین نیوتن و لایب نیتس به‌لحاظ ریاضی سازگار است. لایب نیتس با توجه به تعریفی که از جسم و جوهر جسمانی دارد، مفهوم بقای انرژی را مطرح می‌کند. او جسم را متشکل از جواهر مستقلی می‌داند که آنها را موند می‌نامد. او سرچشمه و دلیل حرکت را نه در بیرون جسم،

بلکه در درون آن جست‌وجو می‌کند (رابرت لئا، ۱۳۸۴، ص ۵۶). او می‌نویسد: «امتداد داخل در ماهیت یا طبیعت جسم است نه آنکه کل ماهیت را تشکیل می‌دهد. همچنان‌که مقدار داخل در ماهیت امتداد است، اما مساوی با آن نیست؛ زیرا عدد و زمان و حرکت نیز مقدار دارند، اما امتداد نیستند». او با طرح اینکه اگر نظر دکارتیان را بپذیریم نمی‌توان توضیحی برای اینکه چرا یک جسم بزرگ سخت‌تر از یک جسم کوچک به حرکت درمی‌آید داد، نظر آنها در مورد ماهیت جسم را زیر سؤال می‌برد (صانعی دره بیدی، ۱۳۸۲، ص ۲۷۷-۲۷۸). از نظر لایب نیتس انرژي نه یک روش مکانیکی برای انجام کار (نگاه مکانیکی دکارت به عالم)، بلکه یک ویژگی ذاتی ماده و نشان‌دهنده ماهیت درونی است. از نظر او، منادها از شعور و ادراک برخوردارند. ابن سینا نیز مطرح می‌کند از آنجاکه حرکت‌های طبیعی اجسام غایت دارند، می‌توان پی برد که جسم نوعی شعور و ادراک دارد (ابن سینا، ۱۳۹۴، ص ۵۵۵).

لایب نیتس اینکه حرکت صرفاً اشغال متوالی مکان‌های مختلف در فضا است - که دکارت بدان معتقد است (نیوتن، ۱۳۹۵، ص ۲۹۱-۲۹۲) - را رد می‌کند. از نظر او، حرکت تغییر حالتی است که در جسم در زمانه‌ای مختلف روی می‌دهد. او که علاقه‌ای به پذیرش نسبیت در حرکت و سکون ندارد، سعی می‌کند تا علتی برای حرکت در درون جسم جست‌وجو کند تا به کمک آن بتوان فرضیه واحدی را از میان فرضیات متعدد گزینش کند (Dutens, 1768, 129).

از نظر لایب‌نیتس امتداد استعداد صرف برای دریافت حرکت است و حرکت‌پذیری محض، حال آنکه حرکت فعلیت کامل است. از سوی دیگر همان‌طور که دیدیم، جسم نیرویی میانه این دو نیز دارد. یعنی قوه حرکت یا فعل است که همواره (وقتی گرایش مشابه آن در جسم دیگر از آن جلوگیری نکند) به سوی فعل بالفعل شدن می‌رود. بنابراین این نیرو خود را نه تنها در حرکت بالفعل صرف و حرکت بالفعل ایجابی، بلکه در ممانعت یا مقاومت نیز نشان می‌دهد.

اگر این نیرو ذاتی اجسام بود، اجسام در مقابل حرکت مقاومت نمی‌کردند و امر محال حرکت دائمی حقیقت داشت؛ چراکه اگر اجسام مادی فقط از امتداد تشکیل شده باشند و جسمی متحرک با جسمی ساکن برخورد کند، جسم متحرک باید جسم ساکن را با خود جابه‌جا کند (اما خیلی وقت‌ها مسیر حرکتش ضمن این کار عوض می‌شود)؛ زیرا بنا به فرض، چیزی جز مکان برای مقاومت در برابر ادامه حرکت جسم متحرک وجود ندارد و تنها حرکت موجود هم حرکت در مکان است. یعنی حرکتی که مکان صرف نمی‌تواند در برابرش مقاومت کند.

بنابراین علاوه بر امتداد جسم باید مقاومت (نفوذناپذیری) هم داشته باشد. این مقاومت انفعالی محض را آنتی توپیا می‌نامیم که همان نیاز جسم به مکان است. آنتی توپیا جسم عبارت است از حفظ جای خود و ماندن در جایی که هست.



«ماده به خودی خود یا ماده محض از آنتی توپیا و امتداد ترکیب شده است. مراد من از آنتی توپیا آن صفتی است که به سبب آن ماده در مکان است. امتداد، استمرار در مکان یا پخش شدگی در مکان است».

مقاومت انفعالی و نفوذناپذیری و لختی همیشه متضمن نیروی واقعی و گرایشی به انجام فعل هستند. جسم مادی ذاتاً نیرو یا انرژی است. جسم مادی نوعی فعلیت است. به علاوه این نیرو (انرژی) از آن حیث که فعلیتی بالقوه است (نیروی است که به تحقق خود گرایش دارد)، فاعل بالطبع است و درون خود مبدأ وضع حال و آینده اش را دارد. از نظر لایب نیتس، جسم همان طور که می تواند از حالت بالقوه به سمت فعلیت رود، می تواند از حالت بالفعل نیز به سمت بالقوه بودن حرکت کند. مفاهیم انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نیز از همین جا سرچشمه می گیرند.

از منظر وی، حرکت بالفعل چیزی جز رشد یا افزایش تدریجی حرکتی که از قبل در جسم موجود است نیست و چیزی به جسمی که در آغاز جرم صرف است اضافه نمی کند. حرکت بالفعل همواره بر حرکت بالقوه یا نیرویی دلالت دارد که - هر چند ممکن است مشاهده نشود - رو به سوی پدیدار شدن به صورت حرکت بالفعل دارد. بنابراین از نظر لایب نیتس، حرکت ناشی از تمایل درونی یا قوه حرکت درون خود شیء است. او این تمایل درونی را امری اصیل و واقعی می داند، نه حرکت خارجی اجسام را. او به این دلیل که طبیعت باید با امور واقعی سروکار داشته باشد نه امور ذهنی و نسبی، مدعی می شود که مقدار این تمایل درونی (انرژی) ثابت باقی می ماند نه مقدار حرکت (اندازه حرکت).

لایب نیتس تأکید می کند چون جوهر نمی تواند بدون فعلیت باشد، باید به هر جوهر جسمانی یک مقدار حرکت نسبت داد. از منظر او انرژی (البته لایب نیتس آن را نیرو می خواند که باعث حرکت جسم می شود) مقداری ثابت دارد. او انرژی را واقعیتی می داند که نه بالفعل محض است و نه بالقوه محض؛ چراکه استعداد محض برای حرکت، حرکت پذیری انفعالی صرف نیست و حرکت آشکارا بالفعل یا فعل به طور کلی هم نیست. حرکت امری است میان فعل و قوه بودن؛ گرایشی به ظهور نرسیده یا مهار شده که در شرایط مناسب فعل را پدید می آورد. از نظر او باید این انرژی (نیرو) را با کمیت اثری که ایجاد می کند اندازه گرفت (مفهوم کار در فیزیک امروز). یعنی با حرکتی که ایجاد می کند یا انرژی زنده ای که جسم به دست می آورد. فرمول این انرژی  $^2 \text{mv}$  است (Jammer, 1962, 158-169). در فلسفه لایب نیتس مفهوم قوه و فعل به بحث بقای انرژی (قانون پایستگی انرژی) منجر می شود. این مفهوم با اندکی تفاوت در اندیشه سینوی نیز حضور دارد. ابن سینا برخلاف لایب نیتس تبدیل از حالت بالفعل به حالت بالقوه قبلی را نمی پذیرد. همان طور که تأثیر پذیری اجسام از یکدیگر را می پذیرد، چیزی که دکارت آن را تنها عامل تغییر سرعت اجسام

می‌داند و از آن در کنار این فرض که تنها مفهوم جرم لختی برای توصیف کمی حرکت جسم کافی است، قانون پایستگی تکانه (اندازه حرکت) را نتیجه می‌گیرد.

#### ۴. نتیجه

همان‌گونه که گفته شد، فیزیک در غرب جدا از فلسفه نبوده است. فلسفه غرب نیز از ترجمه متون فلسفی اسلامی بسیار تأثیر پذیرفت. گرچه فیلسوفان غربی هر کدام انتخاب‌های فلسفی متفاوتی داشتند، تشابه‌های نظرات آنها را نیز نمی‌توان از نظر دور داشت. این تأثیرپذیری با واسطه مکانیک کلاسیک از فلسفه را می‌توان با کمی دقت دریافت. ابن سینا این استدلال را که "از آن نظر که اجرام آسمانی نیز مانند اجسام زمینی جسم هستند پس تغییر می‌پذیرند و از آنجاکه تغییری در آن مشاهده نمی‌کنیم بنابراین صورت پنجمی غیر از چهار صورت اجسام زمینی بدان‌ها نسبت می‌دهیم تا این عدم تغییر را توجیه کند" مطرح می‌کند. دکارت که در تعریف جسم از ابن سینا متأثر است، حتی در نوع مثالی که در تبیین ماهیت جسم به کار می‌گیرد، همین برهان را در مورد اجسام آسمانی با کمی تغییر به کار می‌گیرد. او مدعی می‌شود علت ندیدن تغییر در اجسام آسمانی دوری آنها و سرعت اندک تغییر آنهاست. او چون تحلیل جسم به ماده و صورت را قبول ندارد، تفاوت اجرام آسمانی و زمینی را ناشی از اختلاف نوع حرکت و چینش آنها می‌داند. نیوتن بعد از دکارت، گام بعدی را برمی‌دارد. او از یکسان بودن ماهیت اجسام آسمانی و زمینی بر یکسان بودن قوانین حرکت آنها استدلال می‌کند. به‌رحال این اندیشه که اجرام آسمانی از آن جهت که جسم هستند باید مانند اجسام زمینی باشند مگر آنکه... با حذف قید و شرط نهایی اش گام به گام در فلسفه غرب بسط می‌یابد تا قانون گرانش عمومی نیوتن پذیرفته شود.

طبیعتاً انتظار می‌رود ماهیت جسم در تبیین حرکت اجسام زمینی نیز تأثیرگذار باشد. ابن سینا با پذیرش سه اصل به تبیین حرکت اجسام زمینی می‌پردازد. او که هم به تأثیر و تأثر اجسام بر یکدیگر (و علل معده) قائل است و هم برای هر جسمی مکان طبیعی در عالم و هم تحلیل جسم به ماده و صورت، برای تبیین حرکت اجسام از هر سه اینها بهره می‌گیرد و حرکت را به دو دسته طبیعی و قسری تقسیم می‌کند. او مطرح می‌کند که در حرکت طبیعی - که نیروی خارجی دخیل نیست - جسم اگر ساکن است ساکن خواهد ماند و اگر متحرک است حرکت مستقیم‌الخط خود را حفظ خواهد کرد.

مطلبی که بعدها دکارت و نیوتن بدان تصریح می‌کنند، گرچه هیچ‌یک تحلیل جسم به ماده و صورت را نمی‌پذیرند، اما دکارت که سعی دارد همه فلسفه خویش را به‌نحوی بر الاهیاتش مبتنی کند، از لایتغیر بودن خداوند متعال بر لایتغیر بودن قوانین جهان دلیل می‌آورد و در پی آن، قانون بقای اندازه حرکت را مطرح می‌کند. در این میان، لایب نیتس قانون بقای انرژی اش را بر تحلیل

جسم به قوه و صورت استوار می‌سازد. البته او تأثیر و تأثر میان اجسام مادی را قبول ندارد. بنابراین قانون بقای اندازه حرکت را به‌کل کنار می‌گذارد. فیزیک کلاسیک بعدها از هر سه این قوانین در کنار هم برای تحلیل حرکت اجسام بهره می‌گیرد و بعد از آن انیشتین قانونی ترکیبی از دو قانون بقای انرژی و بقای اندازه حرکت را مطرح می‌کند؛ قانونی که بیش از فلسفه لایب نیتس و دکارت با فلسفه ابن سینا سازگار است؛ چون دکارت تحلیل به ماده و صورت و در نتیجه مفهوم انرژی را رد می‌کند و لایب نیتس تأثیر و تأثر اجسام از یکدیگر و در نتیجه قانون بقای اندازه حرکت را.

درواقع وجود هندسه تحلیلی، حساب دیفرانسیل در کنار پذیرش پیش فرض‌های فلسفی «می‌توان عالم را تبیین مکانیکی کرد» و «همه پدیده‌ها ناشی از حرکت ذرات است» در کنار سه اصل تصریح‌شده بقای انرژی، بقای تکانه و اصل ماند و قانون کار، انرژی شالوده و بنیان مکانیک کلاسیک را شکل می‌دهند. سه اصلی که به‌گونه‌ای در تحلیل حرکت در فلسفه ابن سینا حضور دارند. با این تفاوت مهم که اصل ماند در فلسفه ابن سینا با اصل کمترین کنش که بعدها در پیشرفت فیزیک به‌عنوان یک عنصر اساسی حفظ می‌شود (برخلاف اصل ماند که کنار گذاشته می‌شود) ارتباط دارد و از آن مسیر با اصل ماند.

کتابنامه

۱. ابن سینا، حسین بن عبدالله (۱۳۷۹). النجاه من الغرق فی بحر الضلالات. چاپ دوم. تهران: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات و چاپ.
۲. \_\_\_\_\_ (بی تا). الشفاء (ج ۵). تحقیق دکتر محمود قاسم. بی جا: وزارت الثقافة و الارشاد القومي، اداره العامه الثقافه.
۳. \_\_\_\_\_ (۱۹۸۹ م). الحدود. چاپ دوم. قاهره: الهیه المصریه العامه للکتاب.
۴. \_\_\_\_\_ (۱۳۹۴). شرح الاشارات و التنبیها (ج ۲). به تحقیق حسن حسن زاده آملی. چاپ چهارم. قم: بوستان کتاب.
۵. حسنی، ابوالحسن (۱۳۹۶). حکمت عقلانی و حیای طبیعیات. قم: مرکز بین المملی ترجمه و نشر المصطفی.
۶. دکارت، رنه (۱۳۶۰). اصول فلسفه. منوچر صانعی دره بیدی. تهران: آگاه.
۷. \_\_\_\_\_ (۱۳۹۰). فلسفه دکارت. منوچر صانعی دره بیدی. چاپ دوم. تهران: انتشارات بین المللی هدی.
۸. دی یر، پیتر رابرت (۱۳۸۸). تاریخ علم. عبدالحسین آدرنگ و نگار نادى. تهران: سخن.
۹. سجادی، هدایت (۱۳۸۷). "مکانیک گالیله ای و حرکت شناسی در فلسفه اسلامی". فصلنامه فلسفه و کلام اسلامی آینه معرفت. تهران: دانشگاه شهید بهشتی،
۱۰. صافیان، محمدجواد و ناصر مؤمنی. (۱۳۹۰) «بررسی تطبیقی مفهوم مکان نزد ارسطو، دکارت و هیدگر». ص ۶۵-۷۶، متافیزیک، ش ۹ و ۱۰.
۱۱. صانعی دره بیدی، منوچهر (۱۳۸۲). فلسفه لایب نیتس. تهران: ققنوس.
۱۲. طارمی، عباس (۱۳۹۹). نظریه میل ابن سینا و تاثیر آن بر نظریه بوریدان. تهران: انتشارات مولی.
۱۳. طارمی، عباس و جعفر چاوشی. (۱۳۹۲). «دینامیک پیوسته ابن سینا در مقابل دینامیک گسسته ارسطو». خردنامه صدرا، ش ۷۱، ص ۷۱-۸۴.
۱۴. فرشاد، مهدی (۱۳۶۳). طبیعیات ارسطو. تهران: امیرکبیر.
۱۵. فاووز، گ. ر (۱۳۷۸). مکانیک تحلیلی. جعفر قیصری. چاپ سوم. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
۱۶. کاپلستون، فردریک (۱۳۷۹). فرهنگ و تاریخ فلسفه غرب. علی کرباسی زاده اصفهانی. تهران: مؤسسه انتشارات مدینه.

۱۷. \_\_\_\_\_ (۱۳۸۸). تاریخ فلسفه. با ترجمه غلامرضا اعوانی. چاپ پنجم. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
۱۸. گلشنی، مهدی (۱۳۹۶). «سیر تحول از علوم رشته ای تا علوم میان رشته ای و علوم یکپارچه». فلسفه علم. پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۸ (۱)، ص ۶۹-۷۶.
۱۹. لتا، رابرت (۱۳۸۴). فلسفه لایب نیتس. ترجمه فاطمه مینایی. چاپ اول. تهران: هرمس.
۲۰. نیوتن، ایزاک (۱۳۹۵). اصول ریاضی فلسفه طبیعی. بهنام شیخ باقری. تهران: نشر نی.
21. Dutens, Louis (1768) Fontenelle, "Eloge," in G. W. Leibniz, Opera Omnia,, Geneva.
22. Jammer, max(1962), CONCEPTS OF FORCE "A STUDY IN THE FOUNDATIONS OF DYNAMICS", HARVARD UNIVERSITY PRESS, MASSACHUSETT.
23. stallo.j.b.,concepts and theories of modern physics, D. Appleton and Company, New York, 1888.
24. Ernest A. Moody (1951). Galileo and Avempace: The Dynamics of the Learning Tower Experiment (I) ; Journal of the History Ideas, (12) 2, 163-193.
25. <http://web.mit.edu/8.286/www/slides07/NewtonBentley.pdf>.