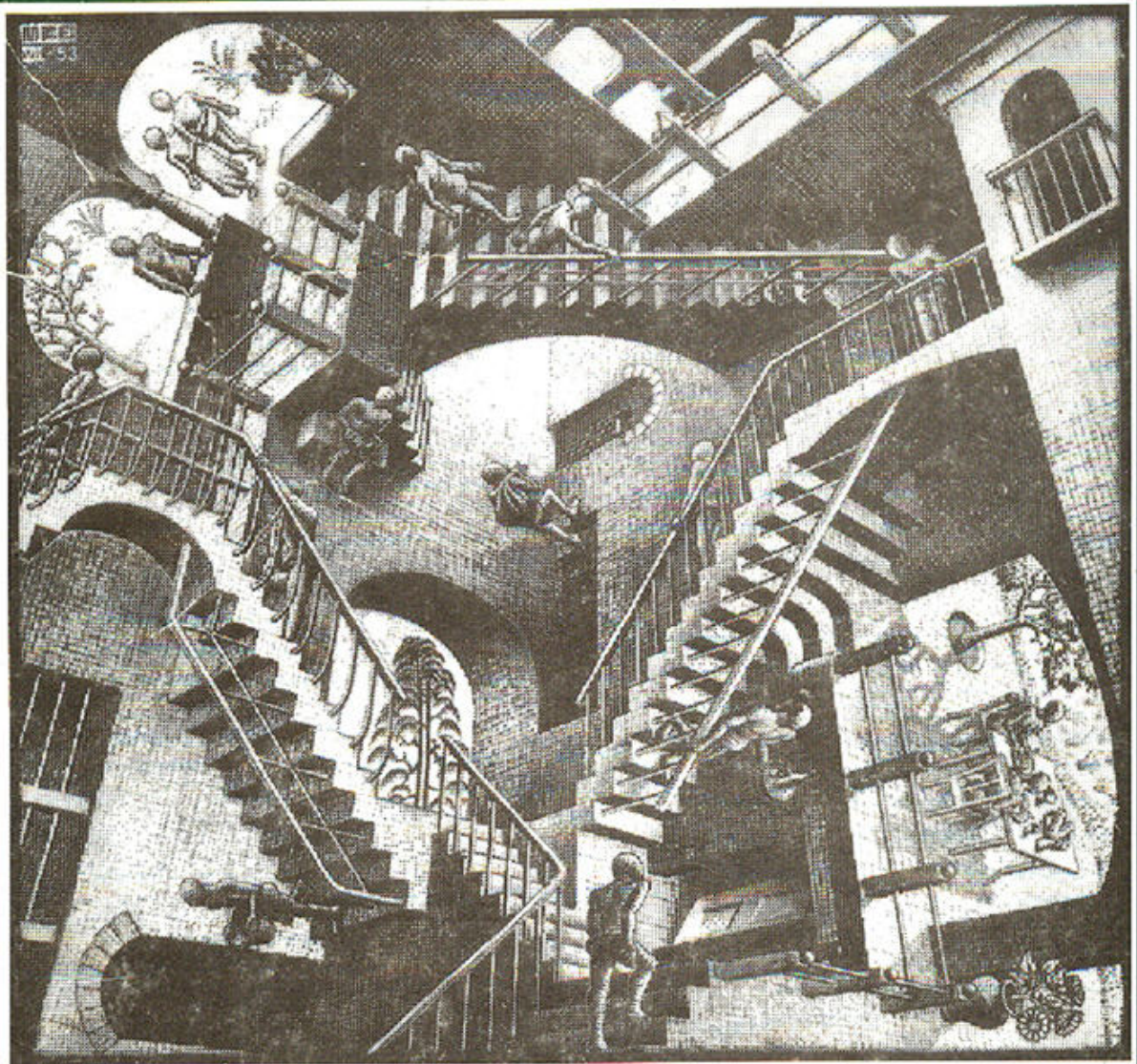


# این جهان سرشار از شگفتیها

(برخی جنبه‌های فلسفی فیزیک نوین)  
و. س. گت

ترجمه محمد باقری



# این جهان سرشار از شگفتیها

(برخی جنبه‌های فلسفی فیزیک نوین)

و. س. گت

ترجمه محمد باقری

«مباحثه بر سر مکانیک کوانتوم یکی از آخرین تحولات در  
مبارزه کهن بین ماتریالیسم و ایده آلیسم است؛ منازعه‌ای  
که مستقیماً با منافع طبقاتی ارتباط می‌یابد.»  
م. ا. املیانفسکی

تصویر روی جلد از آثار مورینس اش (۱۸۹۸-۱۹۷۱) نقاش هلندی است و  
نسبیت نام دارد. در این تصویر سه نیروی گرانش عمود بر هم، سه سطح زمین که  
با هم زاویه قائمه تشکیل می‌دهند و مردمی که در آنها زندگی می‌کنند، نشان داده  
شده‌اند. ساکنان هر یک از این سه جهان تصور جداگانه‌ای از عمودی و افقی دارند  
و نمی‌توانند مانند یکدیگر حرکت کنند....

---

این جهان سرشار از شگفتیها  
(بررسی برخی مسایل فلسفی فیزیک نوین)  
و. س. گت  
ترجمه محمد باقری  
انتشارات هدهد (۸)  
تهران صندوق پستی ۵۴۱ - ۳۴  
چاپ دوم ۱۳۶۱  
چاپ هفت جهان

## یادداشت مترجم

نام اصلی کتاب حاضر، «این جهان سرشار از شگفتیها، اما قابل شناخت» است. و. س. گت نویسنده این کتاب، استاد فلسفه و سردبیر مجله «علوم فلسفی» است. وی در حل برخی مسایل ماتریالیسم دیالکتیک و فلسفه علوم نقش چشمگیری داشته و رساله‌ها و مقالات علمی متعددی تألیف کرده است. او در این کتاب نشان می‌دهد که پیشرفت علوم سبب انعکاس هر چه ژرفتر تنوع بی‌پایان جهان مادی در قوانین و مقولات علمی می‌گردد. فصلهای این کتاب نخست به صورت مقاله‌های جداگانه در ماهنامه علمی و فرهنگی هدهد انتشار یافت و اینک که به صورت یک کتاب منتشر می‌شود، کوشش شده است اشکالات موجود در آن حتی المقدور برطرف گردد.

متن اصلی (روسی ۱۹۷۴) توسط جان بوشنل John Bushnell و کریستین بوشنل Kristine Bushnell به انگلیسی ترجمه شده است. و ترجمه حاضر از روی متن انگلیسی صورت گرفته است. در اینجا توجه خوانندگان را به چند نکته جلب می‌کنم:

۱) بخشی از فصل اول که برای خواننده ایرانی متضمن بهره چندانی نبود، حذف شده است.

۲) دو فصل «قوانین بقا در فیزیک نوین» و «اصول فیزیک و اهمیت آنها در شناخت» به علت طولانی بودن به دو بخش تقسیم شده‌اند که خواننده می‌تواند آنها را به طور پیوسته به دنبال هم بخواند.

۳) برای چند اصطلاح علمی در فصول مختلف معادلهای مختلفی به کار رفته است ولی توضیحات مندرج در پانویسهای هر فصل این اشکال را برطرف می‌کند.

امید است با دریافت نظرات و راهنماییهای خوانندگان، اشکالات موجود در چاپهای احتمالی بعدی برطرف گردد.

## فهرست

- ۱- دربارهٔ شناخت این جهان شگفت‌انگیز..... ۵
- ۲- مفاهیم، مقوله‌ها، شناخت..... ۸
- ۳- ماده و حرکت..... ۱۹
- ۴- تاریخچه‌ای از دیدگاه‌های فلسفی دربارهٔ ماده..... ۳۴
- ۵- پایان‌ناپذیری ماده در حال حرکت..... ۴۴
- ۶- قوانین بقا در فیزیک نوین (۱)..... ۵۸
- ۷- قوانین بقا در فیزیک نوین (۲)..... ۷۱
- ۸- بازتاب پیوستگی و ناپیوستگی جهان مادی در شناخت ما..... ۸۴
- ۹- اصل تقارن و نقش آن در شناخت..... ۹۵
- ۱۰- اصول فیزیک و اهمیت آنها در شناخت (۱)..... ۱۰۸
- ۱۱- اصول فیزیک و اهمیت آنها در شناخت (۲)..... ۱۲۲
- ۱۲- مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق..... ۱۳۶
- ۱۳- تأثیر متقابل فیزیک و فلسفه..... ۱۵۱

## درباره شناخت این جهان شگفت انگیز

انسان از نخستین لحظه‌ی تولد تا هنگام مرگ در پیرامون خویش با جهانی پهناور، شگفت‌انگیز و تا حدود زیادی ناشناخته روبروست. هر نسل با اتکاء بر دستاوردهای علمی و فرهنگی نسلهای پیشین به نوبه‌ی خود بر این گنجینه دانش بشری چیزی می‌افزاید.

هر چه معلومات انسان بیشتر می‌شود، به وضوح بیشتری درمی‌یابد که هنوز مجهولات دیگری وجود دارند که باید به حل و کشف آنها پردازد. مثلاً در مواردی چون هسته‌ی اتم، ساختمان ذرات بنیادی، ژرفناهای فضا، اعماق زمین، این همه برای کشف راز پیدایش حیات از ماده‌ی بی‌جان و نیز برای مقابله با مسائل حل نشده‌ی بسیار، لازم است.

وجود این مجهولات دو احساس متفاوت برمی‌انگیزد: گاه موجب یأس شده و در مواردی منجر به خوشبینی می‌گردد. از همین جاست که موضوع قابل شناخت بودن جهان بصورت سئوالی پراهمیت مطرح می‌شود. این سئوال از مرز علوم طبیعی فراتر رفته پای به قلمرو فلسفه می‌نهد.

در نیم قرن اخیر، انسان در شناخت جهان میکروسکوپی، محیط زندگی خویش و گیاهان پهناور، همچنین در بهره‌گیری از نیروهای نهفته طبیعت، پیشرفت‌های چشمگیری داشته است، اما همچنان مسایل حل نشده‌ای در پیش رو دارد. بهتر است مثالی در این مورد بیاوریم: در زندگی روزمره، یا بهتر بگوییم، در هر قدمی که برمی‌داریم بانروی جاذبه مواجه هستیم، چرا که در یک میدان جاذبه قرار گرفته‌ایم. تابحال تعدادی از قوانین مربوط به این پدیده‌ها، که از قانون نیوتون شروع شده و به نظریه عمومی نسبیت اینشتین ختم می‌شود، شناخته‌ایم. اما علم امروز در مورد ماهیت جاذبه، علت برابری جرم سکون و جرم جاذبه‌ای، ماهیت ماده و اینکه آیا امواج جاذبه واقعاً وجود دارند یا نه، هنوز جواب قانع‌کننده‌ای نیافته است.

زندگی انسان امروز بدون وجود برق به سختی قابل تصور است. ولی با آنکه بشر سالهاست از این نیرو استفاده می‌کند هنوز به ماهیت بار الکتریکی پی نبرده است. هنوز نمی‌دانیم که چرا بارهای الکتریکی باید مضرب‌هایی از بار الکترون باشند. هنوز روشن نشده است که آیا الکترون خود از اجزایی تشکیل شده یا به صورت یک نقطه است.

حاضر در این باره چنین می نویسد: «اگر الکترون تماماً از یک نوع ماده ساخته شده باشد، باید هر قسمت از آن بقیه قسمت‌ها را دفع کند. در این صورت چرا الکترون از هم نمی پاشد؟ آیا می توان برای الکترون قسمت‌های مختلف قایل شد؟ شاید بتوان گفت که الکترون فقط به صورت یک نقطه است و چون نیروهای الکتریکی بین بارهای نقطه‌ای متمایز عمل می کنند بار الکترون بر خودش اثری ندارد. شاید چنین باشد، در هر حال همین قدر می توان گفت که مسئله وجود عاملی که باعث پایدار ماندن الکترون می شود در ارائه یک نظریه کامل درباره الکترومغناطیس مشکلات زیادی ایجاد کرده است. برای این مسئله تاکنون پاسخی نیافته اند.»

مشابه این مشکلات در مورد ذراتی با بار مثبت که مضربی از بار الکترون هستند - پوزیترون - یاد مورد هسته اتم هیدروژن (پروتون) وجود دارد. پروتون که جرمش ۱۸۳۶ برابر جرم الکترون است به همراه نوترون هسته همه عناصر شیمیائی را به وجود می آورد و چون ذره پایداری است (مطالعه تجربی پایداری پروتون حداقل عمر پروتون را حدود  $10^{27}$  سال نشان می دهد) موجب پایداری مجموعه های پیچیده تر می گردد.

علم تا به حال اطلاعات بسیار جالبی در مورد پروتون به دست آورده است ، با این همه در این زمینه نیز هنوز سئوالات بسیاری بی جواب مانده است. مثلاً اینکه توزیع بار در پروتون به چه صورتی است؟ به صورت باز نقطه ای است یا به صورت بار گسترده ؟

فینمن می نویسد: «مانمی دانیم چگونه یک نظریه سازگار - که دربرگیرنده مکانیک کوانتوم باشد - ارائه دهیم که بر طبق آن انرژی درونی الکترون یا هر بار نقطه ای دیگر بی نهایت نباشد. در عین حال هیچ نظریه قابل قبولی برای تشریح بارهای غیر نقطه ای وجود ندارد و این مسئله همچنان لاینحل برجای مانده است.

همه می دانیم که زمان برگشت ناپذیر است و فقط می توان از زمان حال به سوی آینده رفت و بازگشت به گذشته به مفهوم واقعی امکان ندارد. حال آنکه معادلات بنیادی فیزیک مدرن نسبت به تغییر علامت زمان (یعنی گذاشتن  $t$  - به جای  $t +$ ) بلا تغییر می مانند. چطور می توان یک سویه بودن زمان را در جهان واقع بدون توجه به نقش این واقعیت در ابزار ریاضی دانش جدید تشریح نمود؟ تعداد سئوالاتی که هنوز علم موفق به یافتن پاسخ آنها نشده زیاد است. این واقعیت در یک نظام اجتماعی یا فضای فکری خاص می تواند موجب بی اعتمادی یا حتی بدبینی نسبت به علم بشود.

به کتاب «گفتارهای فینمن درباره فیزیک» اشاره کردم، زیرا به اعتقاد بسیاری از فیزیکدانان صاحب نظر، این کتاب یکی از بهترین مجموعه گفتارهای جدید در این زمینه است. مؤلف کتاب که موفق به دریافت جایزه نوبل گردیده است، گفتار مربوط به الکتریسیته و مغناطیس را چنین به پایان می برد: «می بینید که در قلمرو فیزیک

چه راه پرپیچ و خمی درپیش داریم. بحث با پدیده‌های مربوط به آهنربای طبیعی و کهربا شروع می‌شود و در پایان کار هنوز هیچکدامشان را بطور کامل نشناخته‌ایم. با اینهمه، از این رهگذر اطلاعات جالب و علمی فراوانی به‌چنگ آورده‌ایم.»

در سخنان فینمن در عین شناخت فواید علمی بی‌شماری که از دانش فیزیکدانان حاصل می‌شود، رگه‌هایی از بدبینی در قالب استهزا احساس می‌شود.

فرد هویل Fred Hoyle کیهان‌شناس مشهور انگلیسی و استاد نجوم دانشگاه کمبریج طی يك سلسله سخنرانی که در سال ۱۹۶۵ در دانشگاه کمبریج ایراد کرد (بعدها متن این سخنرانی‌ها به صورت کتابی به نام «انسان در جهان» منتشر شد) با تأسف از عیان کرد که فلسفه ایده‌آلیستی که او بدان وابستگی دارد نفعی برای علم نمی‌تواند داشته باشد: «مازندانی قالب فکری خود و جامعه فعلی خود هستیم و رهایی از این محدوده تنگ که ما را چنین سخت در خود گرفته کاری دشوار است.»

تعداد پدیده‌های طبیعی مهم که بتازگی کشف شده به مراتب بیش از تعداد پاسنهای قابل قبول سئوالاتی است که تاکنون مطرح گردیده. در هر حال وجود این سئوالات و پاسنهای جدید نشانه‌ای از این واقعیت است که ما در جهانی پایان‌ناپذیر اما قابل شناخت به سر می‌بریم. راهی که علم تاکنون پیموده، نشان دهنده قدرت اندیشه بشر و امکانات بی‌پایان او در قلمرو دانش است.

ذهن کنجکاو بشر برای دست یافتن به اسرار طبیعت و جامعه، برای شناخت خویشتن و برای آشنایی با ساختمان و نحوه فعالیت مغز تلاش می‌کند تا بتواند حاصل این تلاش را در راه بهبودی زندگی انسان به کار گیرد.

بازده این کار بارفع اختلاف بین کشورها تا حد زیادی افزایش می‌یابد، زیرا این امر موجب گسترش همکاری دانشمندان کشورهای مختلف برای حل مسایل بنیادی و پیچیده‌ای می‌گردد که تمامی بشریت با آن روبروست. جستجوی منابع جدید انرژی، حفاظت محیط زیست، مسئله منابع معدنی، غذا و جمعیت و همه مسایلی از این دست فقط در سایه اعتماد و همکاری روزافزون قابل حل است. پژوهشهای علمی باید دور از حسابگری‌های تنگ‌نظرانه و خودخواهانه سیاسی و نظامی باشد و یکسره در خدمت خواست‌های متعالی انسان‌ها درآید.

اساساً تأثیر علم بر جامعه بدین صورت است که با ایجاد اصول نظری مورد نیاز برای تولید اجتماعی، پیشرفت تکنولوژیکی، و خواست‌های صنعت در خدمت جامعه درمی‌آید.

علم قلمرو ویژه‌ای از فعالیت جامعه و پدیده اجتماعی خاصی است که نقش آن تعمیم فعالیت‌های عملی و یافتن قوانین طبیعت و جامعه و ارائه روش‌ها و ابزارهای استفاده از قوانین در همه زمینه‌های فعالیت بشری، بخصوص در زمینه تولید اجتماعی است.

«انقلاب در علم» همچنین «تبدیل علم به یک نیروی بلاواسطه تولیدی» پایه‌های پیشرفت تکنولوژیکی هستند، و پیشرفت تکنولوژیکی هم متقابلاً عاملی اساسی در انقلاب علمی و تکنولوژیکی است. یعنی علم و پیشرفت تکنولوژیکی در یکدیگر تأثیر متقابل دارند و پیشرفت هر یک پیشرفت دوباره دیگری را موجب می‌گردد.



## مفاهیم، مقوله‌ها، شناخت

گسترش تحقیقات نظری و عملی در زمینه‌های جدید پژوهش علمی، تفکر فراوانی را در مورد ابزارهای تحقیق علمی برانگیخته است. این ابزارها، در نهایت، علاوه بر دانش فنی و وسایل و قطعات گوناگون دستگاه‌های تحقیقی، شامل مجموعه ابزارهای اندیشه بشر نیز می‌شود که خود عبارتند از: مفهوم‌ها، مقوله‌ها، احکام، استنتاجات، قوانین، اصول و غیره.

هر کس که به تحقیق علمی یا فعالیت عملی روی آورد، این ابزارهای شناخت را بدون آنکه مستقیماً به آنها بیندیشد به کار می‌گیرد. هر چه موضوع شناخت پیچیده‌تر باشد، کارایی ابزار تفکر محقق هم باید کامل‌تر باشد، بدین معنی که باید از منطق‌صوری و ماتریالیسم دیالکتیک کمک بگیرد.

نقش روزافزون علم، در حیات جامعه، توسعه مداوم مفاهیم علمی را - که چکیده دانش بشر نسبت به جهان خارج می‌باشند - روز بروز پراهمیت‌تر می‌سازد.

بدون وجود مفاهیم و مقوله‌ها، که نتایج حاصله از شناخت را تثبیت می‌کنند و ابزار نفوذ هر چه بیشتر و عمیق‌تر به جوهر و شکل‌بندی تحولات طبیعت و جامعه هستند، وجود شناخت و تفکر انسان غیر قابل تصور است.

ساده‌ترین تعمیم‌ها، نخستین و ابتدایی‌ترین اشکال بیان نظرات (احکام، قیاس‌ها و غیره) خود نشان دهنده شناخت عمیق انسان از روابط عینی جهان است. تعمیم‌پذیری و اصلت یافتن شناخت، بدون اتکا بر مقوله‌ها و مفاهیم و بدون ساختن تصویری علمی از جهان، ناممکن است. مفهوم‌ها، نتیجه تعمیم اطلاعات تجربی و تسلط عملی بر جهان و همچنین حاصل تحول درازمدت شناخت بشری هستند.

تفکر انسان‌ها - برخی آگاهانه و برخی دیگر ناآگاهانه - به یاری مقولاتی فلسفی از قبیل ماده، شعور، حرکت، فضا، زمان، شکل و محتوی، جوهر و عرض، ضرورت و تصادف، علت و معلول، بالقوه و بالفعل، عام و خاص و غیره صورت می‌گیرد. مقوله‌های فلسفی، مفاهیمی هستند که عام‌ترین خواص و روابط پدیده‌های جهان مادی را منعکس می‌کنند. این مفاهیم اندیشه را قادر می‌سازند که به تفکیک جهان مادی و پدیده‌های موجود در آن بپردازد، پدیده‌های اساسی را از این میان جدا کند و واقعیت همه انواع روابط متقابلی را که در محیط دوروبرمان نهفته است، درک کند.

مقولات، همچون دیگر مفهوم‌ها، فاقد عینیت هستند و قالب مادی آنها توسط کلمات ارائه می‌شود.

مقوله‌های فلسفی عبارتند از تکیه‌گاه‌هایی برای شناخت و نقاط اتصالی در شبکه جهان و فعالیت‌های عملی - نقاط اتصالی که ما را به مشاهده حالات درونی حرکت و تحول

جهان قادر می‌سازند.

شناخت بشری نه تنها بر پایه ذخیره اطلاعات علمی و تجربی، بلکه همچنین بر اساس تعمیم این اطلاعات به وجود آمده است. این تعمیم نیازمند تفکر نظری است. تفکری که بر اساس مقولات و قوانین فلسفی و مفاهیم خاص و عام علمی بنا می‌شود.

هر علمی دارای مفاهیم بنیادی و اساسی خود است که می‌توانند عام یا خاص باشند. مفاهیم فیزیکی از قبیل جرم، جسم، میدان و بار الکتریکی، در جریان مطالعه موضوعات فیزیکی پدید آمدند. کلیه قوانین شناخته شده فیزیک به کمک این مفاهیم بیان شده است، لذا اینها مفاهیم خاص به شمار می‌آیند. از سوی دیگر مفاهیم کلی هم وجود دارند مثل آگوریتم\* احتمال، تغییر ناپذیری، اطلاع (انفورمسیون)، عنصر، دستگاه (سیستم) و بسیاری مفاهیم دیگر که دقیقاً در همه علوم به کار می‌روند.

مثلاً مفهوم کلیت یا مفهوم اندازه را، که هر دو مفاهیمی ریاضی هستند، در نظر بگیرید. غیر ممکن است بتوان علمی یافت که این مفاهیم در آن به کار گرفته نشود. مفاهیم ریاضی، عام هستند زیرا فرایند ریاضی شدن اصولاً همه رشته‌های مختلف علوم را دربر می‌گیرد. این بدان معنی است که مفاهیم ریاضی به صورت مفاهیم علمی عام در کلیه رشته‌های جداگانه علمی کاربرد دارند (یا اصولاً می‌توانند کاربرد داشته باشند). باید توجه داشت برخی از مفاهیمی که آنها را مفاهیم علمی عام خواندیم، ریشه در ریاضیات دارند و ماهیتاً ریاضی هستند (مثلاً الگوریتم و احتمال).

در واقع جای هیچ تعجبی نیست که مفاهیم بنیادی ریاضیات، مفاهیم عام علمی شده‌اند. اگر چنین نبود، همه رشته‌های علمی بدین نحو روزافزون، رنگ ریاضی به خود نمی‌گرفتند. در عین حال، روشن است که مقوله‌های ریاضی و فلسفی به معنای متفاوتی مفاهیم علمی عام به شمار می‌آیند. این مطلب از آنجا ناشی می‌شود که اولاً، مفاهیم فلسفی به تمام معنی کلمه عام هستند (زیرا هم در خود فلسفه علمی وهم در تک تک رشته‌های علمی به کار می‌روند حال آنکه مفاهیم ریاضی تنها در رشته‌های مختلف علمی کاربرد دارند)؛ ثانیاً، مفاهیم فلسفی دارای یک بار روش‌شناسی کلی در همه رشته‌های علوم هستند، زیرا اساسی‌ترین و درونی‌ترین روابط اشیا و تفکر را توضیح می‌دهند؛ حال آنکه مفاهیم ریاضی جنبه‌های بیرونی موضوعات مورد بررسی را دربر می‌گیرند، که غالباً عبارت است از مشخصه‌های ظاهری و کمی آنها. بنابراین، مفاهیم ریاضی، وقتی در سایر علوم به کار

\* الگوریتم مفهومی بنیادی در منطق و ریاضیات است. این کلمه از تلفظ لاتین «الخوارزمی»، نسبت محمد بن موسی، ریاضیدان گرفته شده است. الگوریتم مجموعه دستورالعمل‌هایی برای انجام دستگاهی از عملیات در یک ترتیب معین است که جواب یک سری مسایل مشابه را ارائه می‌دهد. ساده‌ترین مثال‌های الگوریتم قوانینی است که در حساب برای جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، استخراج جذر و پیدا کردن بزرگترین مقسوم علیه مشترک دو عدد طبیعی و غیره وضع شده است. الگوریتم روش حل مسایل کلی است، یعنی روشی که می‌تواند جواب یک رشته مسایل را با مفروضات مختلف به دست دهد. از آنجا که الگوریتم به منزله دستگاهی از دستورالعمل‌ها دارای مشخصه صوری است، همیشه می‌توان برنامه‌ای بر اساس آن برای حسابگرها تهیه کرد و مسایلی را به طور خودکار حل کرد. حل گروه عظیمی از مسایل توسط الگوریتم و کارکرد نظریه الگوریتم، اهمیت فراوانی در گسترش روش‌های حسابگری و سبیرتیک دارد.

برده می‌شوند، از جنبه روش‌شناسی کارایی ندارند. از اینجا می‌توان دریافت که چرا استفاده از ریاضیات مثلاً در تحقیقات جامعه‌شناسی، بدون در نظر گرفتن شرایط عینی جامعه، طبقات و روابط متقابل آنها، نمی‌تواند. به خودی خود موجب واقعی‌تر شدن این تحقیقات شود. به علاوه، این موضوع می‌تواند منجر به ایجاد اشتباه و خطا یا پیدایش سفسطه‌های غیر علمی با استفاده از مفاهیم و روش‌های مناسب ریاضی بشود. در نتیجه، ریاضیات، وقتی در علوم دیگر به کار برده می‌شود، به ندرت می‌تواند درستی امری را تضمین کند. دقت در بررسی یک موضوع، وقتی حاصل می‌شود که ابزار ریاضی بر پایه روش‌شناسی ماتریالیسم دیالکتیک و با توجه به ماهیت ویژه موضوع مورد مطالعه به کار گرفته شود. بنابراین هرچه فلسفه علمی به سایر رشته‌های علوم بیشتر رسوخ کند، همزمان با آن، این علوم بیشتر به قالب ریاضی‌درمی‌آیند و کارایی عمومی بیشتری در ایجاد دانش علمی نوین به دست می‌آورند.

اما تنها فلسفه و ریاضیات منشأ مفاهیم علمی عام نیستند. بعضی از این مفاهیم، ابتدا به وسیله یک رشته خاص علمی اعم از طبیعی، فنی یا انسانی به وجود می‌آیند، آنگاه در سایر علوم نیز همانندی برایشان یافته می‌شود و به تدریج دارای مشخصه علمی عام می‌شوند. واژه «اطلاع» در آغاز به انتقال خبری از یک شخص به شخص دیگر یا به گروهی از اشخاص، اطلاق می‌شد. این برداشت، در علوم اجتماعی و انسانی به طور عادی به کار گرفته می‌شد و معنای آن هیچ تحولی نیافت، تا آنکه در نظریه انتقال اطلاعات، که یکی از پیشرفته‌ترین حوزه‌های علم سبیرتیک است، دوباره مورد توجه قرار گرفت. در چارچوب سبیرتیک، مفهوم «کمیت اطلاع» مطرح شد و تلاش خاصی برای دقیق‌تر کردن بعضی اصلاحات وابسته به «اطلاع» مانند محتوی (معنی)، ارزش و غیره به عمل آمد. با استفاده از روش‌های «نظریه اطلاعات» مفهوم اطلاع، به قلمرو سایر علوم وارد شد و اکنون رشته‌ای از علوم را نمی‌توان یافت که این اصطلاح در آن دارای کاربرد اصولی نباشد و بر قابلیت آن رشته علمی برای اکتساب دانش جدید نیفزاید.

دستگاه مقوله‌های علمی خاص و عام و مقولات فلسفی، ساخت تفکر نظری را تشکیل می‌دهد که یکی از منابع شناخت علمی و خود حاصل تحول این شناخت است. در هر دوران، تفکر نظری، یک محصول تاریخی است که در زمان‌های مختلف اشکال کاملاً متفاوتی به خود می‌گیرد و در نتیجه دارای محتوای کاملاً متفاوتی می‌شود.

تحولات مقوله‌های فلسفی را نمی‌توان از دستاوردهای تفکر نظری مجزا کرد. اشتباه خواهد بود اگر بپذیریم که مقوله‌های فلسفی خارج از فرایند کلی شناخت علمی وجود دارند و با هر محتوی و هر گونه روابط متقابل داخلی می‌توانند اساس تفکر نظری را تشکیل دهند. برعکس، تنها از طریق تحول است که مقوله‌های فلسفی می‌توانند به صورت پایه‌های تفکر نظری درآیند. هر مقوله فلسفی، آنگاه که به دیده تحجرنگریسته شود، از حوزه تفکر نظری به دور افکنده می‌شود و نقش خود را در روند شناخت از دست می‌دهد. ظهور مفاهیم جدید در علوم بر پایه مقولات فلسفی موجود و پیوندهای میان آنها صورت می‌گیرد و گسترش این مفاهیم، نیازمند غنی‌تر شدن محتوای مقولات فلسفی

و پیوندهای میان آنها از جنبه‌های نو و پیدایش مقولات فلسفی جدید است. فلسفه ماتریالیستی همیشه در جهت درآمیختن علوم با یکدیگر یا افزایش میزان ترکیب پذیری مقولات مربوط به رشته‌های متفاوت علمی، عمل کرده و در ساختن تصویری علمی از جهان، شرکت جسته است. موضوع شناخت، در همه رشته‌های علوم جدید، از جمله در فلسفه علمی مارکسیسم لنینیسم یکسان بوده و عبارت است از: طبیعت، جامعه و تفکر. در موضوع شناخت، عام و خاص با هم پیوند می‌یابند، یعنی علومی که به مطالعه عام موضوع شناخت می‌پردازند (وحد نهایی آنها فلسفه است) باید با علومی که به مطالعه خاص آن می‌پردازند، مرتبط شوند. رابطه عینی میان این عام و خاص نیازمند برقراری چنین رابطه‌ای در دانش نیز هست، که لزوم همکاری میان فلسفه و رشته‌های علمی مختلف را پیش می‌کشد.

موضوع شناخت واحد برای همه علوم، توسط رشته‌های علمی مختلف به بخش‌ها، جنبه‌ها و رابطه‌های جداگانه تقسیم شده است. اما برای ساختن یک تصویر علمی جامع از جهان، و برای بازسازی موضوع شناخت در قلمرو دانش، باید این بخش‌های دانش که توسط علوم مختلف عرضه می‌گردد با یکدیگر مرتبط شود. ایجاد تصویری علمی و جامع از جهان که موضوع مطالعه رشته‌های علمی مختلف است از طریق تأثیر متقابل رشته‌های گوناگون علمی امکان پذیر می‌شود، اما بدون اتکا به فلسفه علمی، هیچ کوششی در این راه ثمر بخش نخواهد بود.

در علوم طبیعی قرن نوزدهم - از چند مورد استثنایی که بگذریم - هیچ‌جا روش دیالکتیکی به کار گرفته نشده است. در آثار نظریه پردازان علوم طبیعی آن زمان، ناآشنایی کامل با دیالکتیک دیده می‌شود و ریشه اصلی بن بست روش‌شناسی در فیزیک، همین نادیده گرفتن دیالکتیک بوده است.

این بن بست در صورتی بر طرف می‌شد که دانشمندان شیوه تفکر ماوراءالطبیعی را کنار بگذارند و روش دیالکتیک را بپذیرند. به هر حال، کوششی از سوی فیلسوفان حرفه‌ای لازم بود تا دیالکتیک به قلمرو اندیشه دانش پژوهان راه یابد. لنین در آغاز قرن حاضر این کار را انجام داد. هم‌اکنون گروه عظیمی از فلاسفه حرفه‌ای مارکسیست به کارگسترش اندیشه‌های لنین و جنبه‌های فلسفی فیزیک و سایر علوم طبیعی و بقیه رشته‌های خاص علمی اشتغال دارند.

مهم‌ترین دانشمندان قرن نوزدهم، نمایندگان ماتریالیسم تاریخی خود بخودی بودند. این ماتریالیسم از طریق «پذیرش غریزی، ناخواسته، شکل نیافته و بدون آگاهی فلسفی، به‌توسط اکثریت عظیمی از دانشمندان که به انعکاس واقعیت عینی جهان خارج در شعور ما توجه داشتند تجلی می‌یافت. فیزیک‌دانان تحت تأثیر اطلاعات علم خود - اطلاعاتی که قضیه اصلی ماتریالیسم را تأیید می‌کرد - ماتریالیست می‌شدند. اما ماتریالیسمی که به این ترتیب در میان فیزیک‌دانان ظهور می‌یافت، پایدار نبود، چرا که این ماتریالیسم هنوز پیوندهای محکمی با تفکر ماوراء طبیعی داشت. فیزیک‌دانانی که خود بخود به ماتریالیسم تاریخی روی می‌آوردند بدون آنکه با دیالکتیک آشنایی داشته باشند،

غالباً در دام تأثیرات ایده‌آلیستی می‌افتادند. لنین محدودیت‌های ماتریالیسم تاریخی خودبخودی را نشان داد و تأکید داشت که: «هیچ علم طبیعی و هیچ ماتریالیسمی نمی‌تواند در مقابله با هجوم سرسختانه اندیشه‌های بورژوازی و بازگشت جهان بینی بورژوازی تاب بیاورد، مگر آنکه برزمینه محکم فلسفی استوار شده باشد. برای پایداری در این نبرد و نیل به پیروزی نهایی، دانشمند علم طبیعی باید مجهز به ماتریالیسم نوین یعنی ماتریالیسم ارائه‌شده از سوی مارکس، باشد. به عبارت دیگر، او باید متعقد به ماتریالیسم دیالکتیک باشد.» این مطالب را در مورد سایر نظام‌ها نیز می‌توان به همین ترتیب بیان کرد. مثلاً در علوم انسانی که اگر در آن ماتریالیسم ابتدایی، با دیالکتیک همراه نباشد، بیشتر در معرض تأثیرات دیدگاه‌های ایده‌آلیستی خواهد بود. از همین روست که حتی برجسته‌ترین فلاسفه ماتریالیست گذشته (قبل از مارکس)، در مسایل اجتماعی نگرش ایده‌آلیستی داشتند. البته، دیالکتیک می‌تواند از طریق مطالعه مستقیم، به حوزه علوم وارد شود. انگلس بر این نکته تأکید می‌ورزید که انسان می‌تواند تحت اجبار حقایق علوم طبیعی، به درک دیالکتیکی از این علوم دست یابد، اما بدون دانستن قوانین تفکر دیالکتیکی، راه ورود اصول دیالکتیک به قلمرو علوم طولانی و دشوار خواهد بود. در چنین صورتی این راه «نه مستقیم بلکه پیچیده، نه آگاهانه بلکه غریزی، نه با درک روش مقصد نهایی بلکه با نزدیک شدن حسی بدان، ناپیوسته و حتی گاهی وارونه خواهد بود.»

شاهراه پیشرفت علوم جدید از کاربرد آگاهانه و گسترده فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک می‌گذرد.

در هیچ یک از رشته‌های علوم طبیعی، دیالکتیک به‌طور کامل ظاهر نمی‌شود، بلکه در هر رشته فقط بخش کوچکی از مقولات آن، نقشی آشکار یا پنهان - در افزایش دانش ایفا می‌کند. هیچ نظریه واحدی در علوم طبیعی، حتی اگر شامل عناصر خاصی از دیالکتیک باشد و به شیوه‌ای دیالکتیکی گسترش یابد، به اندازه فلسفه به‌طور اساسی متضمن دستگامی از مقولات نخواهد بود. علت این امر آن است، که برخلاف علوم طبیعی، که اطلاعات خود را منحصراً از مطالعه طبیعت به دست می‌آورند، فلسفه از سایر حوزه‌های وجود، شناخت و عمل نیز بهره می‌جوید.

مقوله‌ها و قوانین فلسفی که در همه برداشت‌های دانشمندان وارد می‌شود، نقش اساسی در شناخت علمی دارد. قوانین و مقولات ماتریالیسم دیالکتیک پایه آن گونه روش شناسی است که تضمین کننده انتخاب درست‌ترین سیر کلی پویش علمی و گزینش تکیه‌گاه‌های مطمئن برای گسترش نظریات علمی می‌باشد. سیر تحولات علوم جدید، به‌ویژه علوم طبیعی، تماماً مؤید این حقیقت است. بهره‌گیری آگاهانه از مقولات فلسفه مارکسیستی، دانشمند علم طبیعی را هر چه بیشتر قادر می‌سازد که جهات گسترش دانش علمی را در رشته خود ارزیابی و پیدایش زمینه‌ها و نتایج جدید تحقیقات را تشریح و پیش‌بینی کند.

ماتریالیسم دیالکتیک، پیش از هر چیز به‌عنوان منطق و روش‌شناسی شناخت علمی و به‌منزله دستگامی از اصول شناخت - در حکم نظریه‌های بنیادی - به کار می‌آید.

هدف اساسی ماتریالیسم دیالکتیک، که عبارت است از یاری رساندن به رشته‌های

مختلف علمی در ایجاد دانش جدید به بهترین نحو ممکن، بدون پرداختن به جنبه‌های منطقی آن دانش علمی خاص، به شکل کارآمدی حاصل نخواهد شد. کلام آخر آنکه، دانش جدید تنها در فرایند شناخت تجربی پدید نمی‌آید، بلکه حاصل تفکر نظری و تجزیه و تحلیل منطقی اطلاعات تجربی نیز می‌باشد. روش‌های منطقی صوری رامی‌توان به نحو اساسی در دانش موجود به کاربرد. این روش‌ها، بخصوص وقتی که انسان بخواهد قسمتی از کارهایش را به حسابگر (کامپیوتر) محول کند، اهمیت فراوانی می‌یابند. در اینجا، روش‌های منطقی صوری، اگر کمک چندانی به ایجاد دانش جدید نمی‌کنند، در دقیق‌تر کردن دانش مربوط مفید واقع می‌شوند. ابزار منطقی اساسی برای ایجاد دانش جدید، منطق دیالکتیک است.

گسترش فیزیک و سایر علوم، مسایلی را در روش شناسی فلسفی مطرح می‌سازد که اگر فلاسفه موفق به جوابگویی آن نشوند، کارشناسان رشته فیزیک، خود مستقلاً به حل آن خواهند پرداخت و این امر گاهی اوقات منجر به درهم پیچیدگی مطالب، اشتباه و سوء تفاهمات متقابل می‌شود.

تحلیل آثار اینشتین، بور، بورن و بسیاری دیگر از فیزیکدانان برجسته قرن بیستم نشان می‌دهد که آنان تا چه حد به فلسفه توجه داشته‌اند. آنها از زمینه تاریخی و محدودیت‌های نظام‌های فلسفی پیش از مارکسیسم (ماتریالیسم مکانیکی و مکتب‌های گوناگون فلسفه ایده‌آلیسم) که تا آن زمان شناخته شده بود، آگاه بودند ولی در عین حال، عناصر معقولی نیز در این تعالیم گذرا می‌یافتند. ماکس بورن می‌نویسد: «هر دوران علمی، دارای کنش متقابلی با نظام‌های فلسفی آن زمان است...» بورن (همچون بسیاری دیگر از فیزیک‌دانان مترقی) به انتقاد از مکتب اثبات‌گرایی (پوزیتیویسم) پرداخت و این خود نشان می‌دهد که او این مکتب و نیز سایر انواع ایده‌آلیسم را فلسفه روزبه‌شمار نمی‌آورد. گرچه او به این شناخت نایل نیامد که تنها فلسفه علمی برای زمان حاضر، ماتریالیسم دیالکتیک است.

اینشتین هم به مسایل فلسفی توجه زیادی مبذول می‌داشت و معتقد بود که: «تعمیم‌های فلسفی باید بر پایه نتایج علمی صورت بگیرد. این تعمیم‌ها در صورتی که درست انجام بگیرند و پذیرفته شوند غالباً می‌توانند بر گسترش اندیشه علمی با مشخص کردن مسیر درست آن در میان انبوه مسیرهای ممکن تأثیر بگذارند.»

اینشتین که مانند بورن از نظریه ایده‌آلیستی شناخت ناراضی بود، همچون او سعی کرد که خود نظریه‌ای در این باب ارائه دهد. در نظریه‌ای که اینشتین بیان کرده است، رد پای عناصر دیالکتیک را به روشنی می‌توان یافت.

تحلیل دیالکتیکی - منطقی، در درجه اول به مسایل عمده علم جدید تکیه می‌کند و خود را به بازسازی دیالکتیک تفکری که به نظریات فلسفی گذشته مربوط شود، محدود نمی‌کند - هر چند این مورد اخیر به نوبه خود اجتناب ناپذیر است. تحلیل دیالکتیکی - منطقی، که ناظر به گذشته باشد، مسلماً بهتر از تحلیلی است که از تصورات کمک بگیرد، ولی به هر حال، دانشمندان به کنکاش درباره مسایل روز علاقه‌مندند، نه به فراگیری مسایلی

که در گذشته - ولو به صورت دیالکتیکی - حل شده است. در واقع، همکاری ثمربخش فیلسوفان در شکل‌پذیری رشته‌های خاص دانش علمی نوین، عبارت است از کمکی که بر اساس روش شناسی، در حل مسایل مهمی که در حال حاضر در هر رشته علمی پیش می‌آید، عرضه می‌دارند.

با به‌کار بستن روش دیالکتیکی - منطقی، فیلسوف می‌تواند به یک بعدی بودن و محدودیت‌های پیشرفت‌هایی که در یک رشته خاص علمی پیش می‌آید دقیق شود و راه‌هایی برای برطرف کردن آن پیشنهاد کند. این امر در صورتی مقدور است که گسترش دانش در یک رشته علمی مورد نظر نه به صورت ایستا - آنچنانکه در منطق صوری رایج است - بلکه به شیوه‌ای پویا، مورد تحلیل قرار گیرد. به علاوه، فیلسوف می‌تواند با استفاده از ظرفیت فراوان مقوله‌های دیالکتیکی از جنبه روش‌شناسی، جهت‌های کلی گسترش مفاهیم و نظریات علمی را در یک رشته خاص، تا حد معینی تفکیک کند.

فلسفه و فیزیک تأثیر متقابلی بر یکدیگر دارند. ظاهراً این موضوع از لحظه‌ای آشکار شد که مکانیک از فلسفه طبیعی جدا شد و به صورت علم مستقلی درآمد و به نخستین پیشرفت‌های عمده دست یافت، که مهم‌ترین آنها کشفیات نیوتون بود (یعنی همزمان با انتشار کتاب «اصول ریاضی» در سال ۱۶۸۷). از آن پس، مکانیک تأثیر مهمی بر اسلاف فلسفی مارکس و انگلس، بخصوص بر ماتریالیست‌ها داشته است. این نخستین دوران تأثیر مکانیک و ریاضیات بر فلسفه را می‌توان دوران مکانیکی نامید.

در قرن نوزدهم، سه کشف بزرگ در قلمرو طبیعی، در شکل‌پذیری و ظهور فلسفه مارکسیستی نقش داشته است: قانون بقا و تبدیل انرژی، ساختمان سلولی اندام‌ها و نظریه تکامل داروین. این تأثیرات علوم طبیعی بر فلسفه، موجب شد که انگلس و پس از وی لنین (بر اساس کشفیات دیگری در فیزیک)، نظر بدهند که با هر کشف دوران ساز در علوم طبیعی (بدون در نظر گرفتن تاریخ زندگی انسان) ماتریالیسم باید بناگزی تغییر شکل بدهد. فلسفه مارکسیستی را بنیان‌گذاران آن اساساً بر پایه تحلیل تحولات اجتماعی، یعنی بر اساس علم جامعه به وجود آوردند. در کتاب کاپیتال، تعالیم ماتریالیسم دیالکتیک درباره تحول، به بهترین شکل، نمودار شد. در همان زمان پایه‌گذاران مارکسیسم، به اطلاعات ناشی از علوم طبیعی نیز توجه داشتند.

فیزیک و زیست‌شناسی در قرن حاضر نیز همچنان بر تحولات فلسفه مارکسیسم - لنینیسم تأثیر می‌گذارند و از نیمه این قرن، علم سبیرنتیک نیز به این دو پیوسته است. اکنون که گسترش انقلاب علمی و صنعتی نوین با شتاب به پیش می‌رود، دیگر نمی‌توان از تأثیر یک کشف بزرگ سخن گفت، بلکه در حال حاضر، تأثیر کلی و نظام یافته همه علوم جدید بر فلسفه مطرح است. و علاوه بر علوم طبیعی، همه علوم اجتماعی - فنی و سایر رشته‌های کاربردی و اختصاصی علوم نیز در این میان نقش دارند. در این رابطه، مجموعه علمی که با انسان و محیط سروکار دارد، اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌یابد.

این اثرگذاری بر فلسفه، موجب تحول و غنای مجموعه مقوله‌های ماتریالیسم دیالکتیک و تغییرپذیری آن به مقتضای شرایط نوین می‌شود. با تکیه بر اطلاعات نویافته

علوم طبیعی و اجتماعی و با تعمیم این اطلاعات، فلسفه محتوای مقولات سنتی خود را غنا می‌بخشد و با پیدایش مقوله‌های جدید، کامل‌تر می‌شود. منظور، تعمیم و تعمیق محتوی و تشخیص اساسی‌ترین جنبه‌های معرفت علمی در یک رشته خاص و بررسی گرایش‌های منطقی و شناختی، در تحولات مفاهیم مربوط به آن است.

با در نظر داشتن شناخت به‌عنوان یک فرایند تاریخی، که جهان را هرچه عمیق‌تر و فعالانه‌تر در اندیشه انسان منعکس می‌کند، باید مقولات شناخت را هم در سیر تحولات تاریخی‌شان در نظر بگیریم. جوهر تاریخی مقولات شناخت، از جهات مختلف آشکار است: مثلاً در قابلیت کلی مقوله‌های علمی برای تبدیل به مقولات فلسفی و در محدود بودن اهمیت برخی مقولات فلسفی خاص، به حالت‌های خاصی از جهان و جنبه‌های ویژه‌ای از فرایندهای دگرگونی جهان. مثلاً در گذشته، مقوله‌هایی چون «جسم» و «جرم»، مقولات فلسفی تلقی می‌شدند و عقیده بر این بود که محتوای این مقولات، همان محتوای مقوله «ماده» است. اکنون می‌دانیم که مقوله «جسم»، فقط به حالت ویژه‌ای از ماده در حال حرکت مربوط می‌شود. اکنون در فیزیک، مقوله «میدان» همپای مقوله «جسم» وجود دارد.

تحلیل فلسفی مسایل فیزیک نوین به هیچ وجه نمی‌تواند جانشین تحقیقات ویژه علمی شود. فقط در توضیح مسایلی که فراتر از محدوده نظریه‌های علمی یک رشته خاص و فراتر از قلمرو مسایل قابل حل یک رشته علمی خاص توسط منابع خود آن علم باشند، فلسفه می‌تواند مفید واقع شود. تحقیقات فلسفی، در رابطه با یک علم خاص، به منزله تحقیقاتی «ماوراء نظری» عمل می‌کند. تحقیق فلسفی عبارت است از تحلیل زندگی واقعی پررشته خاص علمی، از یک دید خاص، یعنی از دید فلسفی. این تحلیل، برای متخصصی که بخواهد از حوزه بلاواسطه خود فراتر رود، شدیداً مورد نیاز است.

علاوه بر چند جنبه‌ای که از پیوند میان فیزیک و فلسفه ذکر شد، این پیوند به اشکال گوناگون دیگر نیز متجلی می‌شود. کاملاً روشن است که مطالعه این مسئله و نتایج حاصل از آن، دارای ارتباط مستقیمی با تحولات شناخت علمی و مرحله فعلی مبارزه با فلسفه ایده‌آلیستی است. در زمان ما نیز، همچون زمان لنین، مخالفان ما برای مبارزه، در صدد استفاده از پیشرفت‌ها و کشفیات علوم جدید برمی‌آیند.

در آغاز قرن بیستم، برخی از فلاسفه ایده‌آلیست و عده‌ای از فیزیک‌دانان، با نگرشی همانند، ادعا کرده‌اند که پیشرفت علم، ماتریالیسم را رد می‌کند. در آن زمان آنها به «انقلاب فیزیک» اشاره می‌کردند. انقلاب فیزیک به دنبال چند کشف علمی (پرتو ایکس، تلاشی رادیوآکتیوآتم و غیره) مطرح شد، که عام بودن تعدادی از نظریه‌های فیزیک را مورد تردید قرار می‌داد.

در چنین شرایطی، تحلیل علمی واقعی و تعمیم فلسفی درست کشفیات فیزیک، با نگرش ماتریالیسم دیالکتیک، اهمیت فوق‌العاده‌ای در نظریه و عمل انقلابی به دست آورد. لنین در کتاب ماتریالیسم و امپریو کریتیسیسم (ماده‌گرایی و نقد تجربی)، دیالکتیک مارکسیستی را به شیوه‌ای خلاق به کار گرفت و از پیشرفت‌های فیزیک در عصر



خود، نتایجی درباره شناخت، برپایه‌ای علمی ارائه کرد. او نشان داد که کوشش ایده‌آلیست‌ها برای اثبات «فروپاشی ماتریالیسم»، فاقد اساس علمی است. وی همچنین تناقضات عمیقی را که مشخصه این دوره از تحول ایده‌آلیسم است، مشخص کرد و فلسفه مارکسیسم را با اندیشه‌های نوینی غنا بخشید. لنین ثابت کرد که کشفیات جدید فیزیک، نه تنها تناقضی با فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک ندارد، بلکه مؤید آن نیز هست.

جالب اینکه بسیاری از فیزیک‌دانانی که بر موضوع ماتریالیسم ابتدایی پامی فشردند، از دیدگاه‌های رایج ایده‌آلیستی انتقاد می‌کردند، مثلاً وقتی که تلاشی رادیوآکتیو نشان داد که اتم دارای ساختمانی پیچیده است، ن.آ. اوموف فیزیک‌دان مشهور روسی نوشت: «اوضاع جهان دوران اتم، خواص و قوانینی را آشکار خواهد ساخت که شاید با خواص و قوانین فیزیک قدیم - که دیگر کهنه شده است - متفاوت باشد. آیا از لابلای این سخنان نغمه ناامیدی شنیده نمی‌شود؟ درست به‌قله حقیقت دست‌یافته بودیم؛ که ناگهان آنچنان از ما دور شد که حتی نمی‌توانیم فاصله آن را تخمین بزنیم! آری، همین‌طور است، ولی ما دریافته‌ایم که هدف علم فیزیک، تنها توضیح پدیده‌ها و جستجوی روابط میان آنها - یعنی قوانین فیزیکی - نیست. علم فیزیک به‌پشتوانه روش‌های تجربی و نظری خود، مارا با واقعیت یگانه‌ای که فراتر از محدوده حواس وجود دارد، آشنا می‌کند. بدین ترتیب یک بار دیگر به‌عظمت و تسخیرناپذیری قله حقیقت پی‌می‌بریم و این آگاهی ضامن گسترش پیگیر و حیات‌ناپذردنی اندیشه علمی است.»

سخنان م.ی. گلداشتاين، در کتاب «مبانی فلسفه شیمی» بیانگر نگرشی متضاد با اوموف، می‌باشد. این مؤلف در بخش نخست کتاب خود می‌نویسد: «فلسفه نوین (فلسفه ماخیستی) \* با دلایل درست به‌ما می‌گوید که هرگز نمی‌توانیم به‌مطالعه جهان خارج پردازیم، زیرا هر مطالعه‌ای در وهله اول از برداشت‌هایی تشکیل می‌شود و هر برداشت ما، یک فرایند روانی است که در درون خودمان صورت می‌گیرد. بنابراین، ما جهان خارج را نمی‌شناسیم، بلکه ادراکات خود را بر جهان خارج تصویر می‌کنیم. پس موضوع مطالعات ما، چیزی جز همان ادراکات خودمان نیست. و اینکه آیا واقعاً، علت‌ها - پدیده‌های خارجی که موجب پیدایش این برداشت‌ها می‌شوند - چه هستند، سؤالی است که پاسخ آن را نمی‌دانیم و نه می‌توانیم بدانیم.» مؤلف پس از این اظهار نظر، چنین ادامه می‌دهد: «در این مورد جای هیچ تردید نیست. اولاً، خودما به این مطالب اعتقاد داریم و ثانیاً، اگر هم با این نظر مخالفت کنیم، هیچ گونه بحثی، نتیجه‌ای در پی نخواهد داشت.»

\* مکتب منسوب به ارنست ماخ، (۱۸۳۸-۱۹۱۶) فیزیک‌دان و فیلسوف اتریشی که ایده‌آلیست ذهنی و از بنیان‌گذاران امپریوکریتیسیسم بود. او اشیا را به‌منزله «مجموعه‌ای از احساسات» دانست و به‌مقابله با ماتریالیسم فلسفی برخاست. با تکیه بر فلسفه هیوم، به‌نفی ایده‌های علت، ضرورت و ذات قایل بود، زیرا اینها از طریق تجربه حاصل نمی‌شوند. بنا به اصل «اقتصاد تفکر» در فلسفه ماخیستی، تبیین جهان باید تنها شامل «عناصر خنثای تجربه» باشد. فقط این عناصر (که به‌نظر ماخ همان حواس بودند) و روابط کارکردیشان واقعی است. به‌نظر ماخ تحقیقات جسمانی شامل تحلیل روابط داخلی این عناصر و تحقیقات روان‌شناسی تحلیل روابط اندام انسان یا عناصر مذکور است. ماخ مفاهیم و نهادها را مجموعه‌ای از احساسات و علم را مجموعه‌ای کلی از فرضیاتی می‌دانست که مشاهده عینی می‌تواند جانشین آن شود. لنین در کتاب ماتریالیسم و امپریوکریتیسیسم، ایده‌آلیسم ذهنی ماخ را رد کرده است. م.

بدین ترتیب ما با دوناگرش متفاوت مواجه هستیم. گذشت زمان، درستی نظرات ن. آ. او هوف را به ثبوت رسانده است و ماتریالیسم بدوی طبیعت‌گرایان را با سلاح ماتریالیسم دیالکتیک، از گردونه خارج کرده است.

یکی از مهم‌ترین گرایش‌ها در علوم جدید، به کارگرفتن دیالکتیک در تلاش نظری و تجربی برای اکتشاف جهان پیچیده و پرتناقض ماست. اتفاقاتی رخ می‌دهد که از دید ماوراء طبیعی، مطلقاً باور نکردنی است، ولی در چارچوب ماتریالیسم دیالکتیک، قابل درک و امکان‌پذیر است. مثلاً، «خلاء کامل»، فضای مطلق نیوتون، که اجرام درون آن در حرکتند، از سوی علم رد شده؛ به جای آن، جهان یگانه اینشتین ظهور یافته، و آن ناپیوستگی که در گذشته میان جرم و زمان وجود داشت از میان رفته و معلوم شده است که این دو، در یک کل تجزیه‌ناپذیر، با یکدیگر مرتبطند که در آن کل، خواص هندسی فضا را جرم‌ها تعیین می‌کنند.

غرابت ماوراء طبیعی که در فیزیک قدیم، میان ناپیوستگی و پیوستگی، میان ذره و موج، در کار بود، به وسیله مکانیک کوانتوم کنار گذاشته شده است و از دید فیزیک دان امروزی، این پدیده‌ها با یکدیگر تضاد و وحدت دیالکتیکی دارند.

ترکیب گسترده دانش علمی ایجاب می‌کند که دانشمندان درک عمیقی از فرایند پیدایش نظریه‌های جدید و دلایل محدودیت‌های موجود در نظریه‌های قدیم، داشته باشند. بدین سان، طالب علم چه بخواهد و چه نخواهد، با فلسفه نیز سروکار دارد. علوم طبیعی با چنان سرعتی گسترش می‌یابند و دستخوش چنان تحولات و دگرگونی‌های عمیق و انقلابی در همه زمینه‌ها می‌شوند که ناگزیر باید به نتایج فلسفی متوسل شوند.

هر دانشمندی در هر رشته، هنگام تحلیل نتایج کارش - غالباً بی‌آنکه خود بداند - سؤالی در مورد رابطه بین مفاهیم و نظریه‌های موجود در دانش خود از یک سو و واقعیت عینی، از سوی دیگر، در برابر خویش قرار می‌دهد، و اگرچه حتی ممکن است صادقانه معتقد باشد که توجهی به فلسفه ندارد، ولی این سؤال دارای ماهیت فلسفی عمیقی است و گسترش هر رشته دانش، نیازمند یافتن پاسخی بدین سؤال است.

بعضی فیزیک‌دانان بر آنند که در پاسخ‌دادن به این مسئله اساسی فلسفه، از مرز ماتریالیسم و ایده‌آلیسم فراتر می‌روند و خود را بالاتر از این «محدودیت‌ها» و دور از دسته‌بندی‌های فلسفی می‌دانند.

ولفگانگ پائولی، فیزیک‌دان برجسته، در یک گردهمایی بین‌المللی در زوریخ، اظهار داشته است: «برای روشن شدن فیلسوفان، باید بگویم که من به هیچ‌جریان خاص فلسفی که با این یا آن «ایسم»... نامیده می‌شود، تعلق ندارم... گرایش کلی من آن است که حد واسطی را میان جریان‌های افراطی حفظ کنم.»

ولی او به نیت درونی خود واقف نبود، چرا که این امر قابل وقوف نبوده است. در واقع، پائولی، برخلاف آنچه اظهار کرده، پیوسته بین ماتریالیسم و ایده‌آلیسم در نوسان بود. می‌دانیم که اصولاً دو جواب برای مسئله اساسی فلسفه وجود دارد: جواب ماتریالیستی که بنا بر آن، واقعیت عینی و خواص و نظم‌های موجود در آن، در نظریه‌ها و مفاهیم

موجود در کلیه علوم انعکاس می‌یابد، و پاسخ ایدآلیستی که براساس آن، نظریه‌ها و مفاهیم، هیچ ارتباطی با واقعیت ندارند و محصول فعالیت آزادانه ذهن هستند و منعکس کننده واقعیت عینی و خواص و فرایندهای آن نیستند. جواب سومی در کار نیست. نظریه نسبت عمومی و نسبت خصوصی، مکانیک کوانتوم، نظریه ذرات بنیادی و سایر دستاوردهای فیزیک نوین، با نام اینشتین، بور، یورن، هایزنبرگ، دیراک، پائولی، شرودینگر، دو بروی و بسیاری از دانشمندان برجسته دیگر همراه است. این نظریه‌های فیزیکی که واقعیت را تا درجه معینی از دقت منعکس می‌کنند، ماهیتاً ماتریالیستی و تا حد معینی دیالکتیکی هستند.

شناخت واقعیت جهان خارج، شرط اصلی فعالیت علمی است. اینشتین این مطلب را به خوبی بیان کرده است. «اعتقاد به وجود یک جهان خارجی مستقل از عامل درک کننده آن، اساس همه علوم طبیعی است. و این تلقی نمی‌تواند بر موضع گیری دانشمندان پیشیناز فیزیک نوین، از لحاظ فلسفی بی‌تأثیر باشد.»

سخنان و.آ.فوک، عضو فرهنگستان علوم، در این مورد به تمامی پذیرفتنی است: «برداشت کلی خواننده از همه آثار بور، با شروع از همان نخستین تألیفات وی، دیالکتیکی بودن عمیق آنهاست. بور، هنگامی که از موضع مفاهیم و دیدگاه‌های کهن با پدیده نوینی در طبیعت روبرو می‌شود، و در نتیجه به تناقض می‌رسد، به هیچ روی از پانمی‌نشیند و در جستجوی راه حل این تناقض از اندیشه‌های نویاری می‌جوید. این دیالکتیک گرایی، کاملاً آگاهانه است: بور به من گفت که در دوران جوانی دیالکتیک را مطالعه کرده و همیشه بدان ارج فراوان نهاده است.»

با اینهمه، متأسفانه نمی‌توان بور را پیرو ماتریالیسم دیالکتیک دانست. وی گهگاه نظراتی ارائه می‌داد که در خور ایده‌آلیست‌ها بود. این امر، از جمله، هنگامی پیش آمد که او در تبیین پدیده‌های مربوط به زندگی اجتماعی به اصل «مفاهیم تکمیلی» توسل جست. در واقع، تنها دو بروی، بنیان‌گذار مکانیک موجی، نظرات ماتریالیستی خود را به روشنی بیان کرده است. همه فیزیکدانان دیگری که از آنها نام برده شد، اعلام می‌داشتند که فراتر از قلمرو ماتریالیسم و ایده‌آلیسم هستند. با اینهمه در برخورد با واقعیت عینی، در فعالیت عملی‌شان در حوزه علم، نهایتاً با مقدمات ماتریالیستی پیش می‌رفتند که غالباً به‌طور غیر مستقیم، اصول روش‌شناسی هدایت کننده شناخت، در جستجوی حقیقت به‌شمار می‌آمد.

\* اصل مفاهیم تکمیلی، یک اصل روش‌شناسی است که توسط بور به‌منظور توجیه مکانیک کوانتوم پیشنهاد شد. این اصل را می‌توان بدین صورت بیان کرد: برای نمایاندن جامعیت یک پدیده، شناخت باید از گروه مفاهیم تکمیلی که مجزا از یکدیگرند استفاده کنند. در آثار کسانی که نمایندگان مکتب کپنهاک به‌شمار می‌آیند (جرون، فرانک و سایر هواداران دیدگاه‌های اثبات‌گرایانه افراطی) این اصل به قصد دفاع از دیدگاه‌های ایده‌آلیستی و ماوراء طبیعی در مورد فضا، زمان و علیت به‌کاررفته است. با قایل شدن اهمیت مطلق برای نقش ابزارها در جهان بینهایت کوچک و تفسیر نادرست آن تحت عنوان «پراکندگی غیر قابل کنترل»، آنها از یک سو فضا و زمان و از سوی دیگر علیت را مشخصه‌های تکمیلی مجزا، در فرایندهای بی‌نهایت کوچک خواندند. ضرورت استفاده از «مفاهیم تکمیلی» نه به‌خاطر ماهیت عینی اشیای بی‌نهایت کوچک بلکه ناشی از غرابت‌های فرایند شناخت بود و با مداخله خود خواسته مشاهده‌گر، همراه بوده است. م.

## ماده و حرکت

سال‌ها پیش، همزمان با آغاز نخستین مطالعات دربارهٔ ساخت هستهٔ اتم، در همهٔ نوشته‌های علمی و به‌خصوص در متون عامه فهم، در تعریف اتم عباراتی آورده می‌شد، چون: «ذرات نهایی سازندهٔ ماده»، «ذرات نادیدنی سازندهٔ ماده»، «کوچک‌ترین واحد های تشکیل دهندهٔ جوهر ماده» و عبارات دیگری از این دست.

ماده چیست و چه مفهومی دارد؟ فیزیک کاری به مفهومی ندارد و تنها به مطالعهٔ اتمها و اجزای سازندهٔ آنها می‌پردازد.

در این شناخت، مفهومیها و از جمله مفهوم فلسفی ماده چه نقشی دارند؟ این سؤال امروز هم دارای اهمیت است و به‌همین دلیل در مورد ماده و اشکال بنیادی وجود آن، گفتگومی‌کنیم. برای انسان، در جریان فعالیت‌های عملی، طی واکنش متقابل با اشیای پیرامون خود و در مشاهدهٔ اشکال متنوع اشیای موجود، حتی در عهد باستان این سؤال مطرح بوده است که: آیا در این تنوع بی‌شمار اشیا و پدیده‌ها، چیزی بنیادی وجود دارد؟

هزاران سال طول کشید تا انسان به این نتیجه رسید که موجودات، اشیا و اجسامی خارج از او و مستقل از او، وجود دارند. این نتیجه‌گیری یکی از مهم‌ترین گامها در گسترش آگاهی انسان بود.

مدتها بعد، متفکران یونان قدیم، هنگام تلاش برای توضیح پدیده‌های طبیعت، اصلی مبنی بر وحدت اشیا را مسلم شمردند. این اصل یگانه به نظر طالس «آب»، برای آناکسیماندر «بی‌نهایت»، از دید آناکسیمنس<sup>۲</sup> «هوا» و از نظر هراکلیتوس<sup>۳</sup> «آتش» بود.

«این همان ماتریالیسم خودبه‌خودی اولیه است که به‌طور کاملاً طبیعی، وحدت اشکال بی‌شمار پدیده‌های طبیعی را امری مسلم می‌شمارد و آنرا در چیزی مشخصاً مادی، در چیزی خاص جستجو می‌کند آن‌چنان که طالس<sup>۴</sup> این چیز را «آب» می‌داند.»<sup>۵</sup> از نظر طالس این بنیان اولیه (آب) به‌طور محسوس عینی است، اما به عقیدهٔ شاگرد او، آناکسیماندر، این بنیان (بی‌نهایت) فاقد عینیت محسوس است. او به‌مادهٔ نامتناهی و نامعین نظر دارد. این گام مهمی در تحول مفهوم ماده بود. اما بیش از دو هزار سال طول کشید تا تعریف علمی درستی از مقولهٔ ماده به‌دست آید.

تاریخ فلسفه و علوم طبیعی سراسر حاکی از مبارزه میان دیدگاههای ماتریالیستی و ایده‌آلیستی در مورد جهان و نبرد بین پرخوردهای ماورای طبیعی و دیالکتیکی به پدیده‌های جهان است. این مبارزه پیش از هر چیز به نظریات متفاوت در مورد ماهیت

ماده مربوط می‌شد.

قضایای فراوانی در مورد ماهیت ماده از زمان گذشته به‌جای مانده که حتی در علوم نوین اهمیت خود را حفظ کرده است (از جمله در مورد حادث نبودن و از بین رفتن ماده در حال حرکت و در مورد استقلال ماده از شعور انسان)؛ اما در مجموع، نظرات راجع به‌ماده در فلسفه‌های پیش از مارکسیسم، محدود و ماورای طبیعی بودند.

نظرات اتمیستی دموکریت تأثیر زیادی در افکار فلاسفه مادی پیش از ظهور مارکسیسم و مهم‌ترین طبیعت‌گرایان پیش از قرن نوزدهم گذاشت. متفکران گذشته، به‌تبعیت از اوکیپوس و دموکریت اتم را ذره تقسیم‌ناپذیر، بدون ساختمان و نامتغیر و به‌عنوان ذره نهایی دانستند که همه اشیای مادی از آن ساخته شده است. در مکانیک نیوتون، جرم به‌عنوان یک مقدار ثابت نقش خاصی دارد و نیوتون آن را اندازه کمیت جرم به‌شمار آورد. فلاسفه و فیزیک‌دانان بعد از وی، آن را با خود ماده معادل شمردند.

در افکار ماده‌گرایان قبل از پیدایش مارکسیسم، پیوندی میان مفهوم ماده و برخورد ماتریالیستی با مسئله اساسی فلسفه یعنی تقدم ماده یا شعور وجود نداشت. آنها به‌جای توجه به‌رابطه میان مقوله «ماده» با مقوله «شعور»، ارتباط آن را با مقولات «صورت»، «عرض» و «حرکت»، مورد نظر داشتند. گسترش علوم طبیعی (مکانیک، فیزیک، زیست‌شناسی، شیمی و غیره) در قرون هفدهم و هجدهم موجب تحول نظرات مربوط به‌ماده شد. این تحول براساس نظریه تقدم (جسم)، ساخت اتمی اجسام و اهمیت قاطع جرم، که به‌تدریج خصلت بنیادی ماده محسوب می‌شد، صورت گرفت.

این طرز فکر در قرن ۱۹ توسط مندلیف<sup>۷</sup>، دانشمند شهیر روس به‌طور خلاصه بیان شده بود: «جسم یا ماده، آن چیزی است که فضا را اشغال می‌کند، دارای وزن است و به‌عبارت دیگر جرم دارد... - چیزی که موجودات طبیعت سراسر از آن ساخته شده‌اند و حرکت و پدیده‌های طبیعی توسط آن صورت می‌گیرد.»<sup>۸</sup> ماتریالیست‌های قرن هجدهم و فوئرباخ<sup>۹</sup> در قرن نوزدهم پیشرفت‌های مهمی را در شکل‌گیری مفهوم ماده و مقابله آن با روح، باعث شدند، اما تنها انگلس پاسخ ماتریالیستی منسجمی به‌مسئله اساسی فلسفه داد. تعالیم مربوط به‌ماده در آثار لنین گسترش بیشتری یافت.

لنین ثابت کرد که ماده را در کلی‌ترین شکلش، تنها از طریق رابطه‌ای که با شعور انسان دارد، می‌توان تعریف کرد. در واقع، انسان طی فعالیت‌های گوناگون، در مقابل دو حقیقت انکارناپذیر قرار می‌گیرد: اول، اینکه انسان در محیطی خاص و تحت شرایطی خاص - در طبیعت و در جامعه - به‌سر می‌برد، و دوم اینکه هر انسانی دارای دنیای روحی مخصوص به‌خود است. مسئله اساسی که در تعالیم همه فلسفه‌ها جنبه بنیادی دارد از همین رابطه میان تفکر و وجود، میان روح و طبیعت،

ناشی می‌شود. فلسفهٔ مادی به این سؤال چنین جواب می‌دهد: يك واقعیت عینی مستقل از انسان و انسانیت وجود دارد، این همان ماده است که بر شعور انسان تقدم دارد. شعور انسان و شعور ناقص حیوانات، خاصیت مادهٔ فوق‌العاده سازمان یافته است، بنا بر این، شعور نمی‌تواند بدون ماده وجود داشته باشد، در حالی که ماده پیش از پیدایش انسان و شعور انسانی، وجود داشت. در عمل، شعور عبارت است از بازتاب جهان مادی در مغز انسان.

لنین، بر اساس نگرش ماتریالیستی به مسئلهٔ اساسی فلسفه، عام‌ترین تعریف ماده را به صورت زیر بیان کرد: «ماده مقوله‌ای است فلسفی و به آن واقعیت عینی اطلاق می‌گردد که توسط حواس انسان دریافت می‌شود و به وسیلهٔ همین حواس نسخه برداری، عکس برداری و منعکس می‌شود و در عین حال مستقل از این حواس است.»<sup>۱۰</sup>

در تعریف لنین، تأکید متوجه ویژگی کلی و مطلق ماده است، خصوصیتی که به همه اشکال شناخته و ناشناخته ماده تعلق دارد. این ویژگی عبارت است از «واقعیت عینی» بودن، وجود خارجی داشتن و مستقل ماندن از هرگونه شعور.

نه تنها اشیایی که مستقل از فعالیت بشری در طبیعت وجود دارند (خورشید، زمین و غیره) بلکه همچنین اشیایی که توسط کارانسان به وجود آمده (دستگاه‌ها، ساختمان‌ها، جاده‌ها و غیره) مادی هستند، زیرا دستهٔ اخیر نیز مستقل از شعور انسان وجود دارند و نتیجتاً هنگامی که فرد خاصی دیگر آنها را حس نکند یا به آنها فکر نکند، از بین نمی‌روند.

لنین در نوشته‌های فلسفی خود توجه زیادی به مفهوم ماده مبذول داشته است، زیرا چه در آن زمان و چه در حال حاضر، این مقولهٔ بنیادی فلسفهٔ مادی آماج حمله ماخیزست‌ها<sup>۱۱</sup>، نئوتومیست<sup>۱۲</sup>ها و نمایندگان سایر مکاتب و جریانهای فلسفهٔ ایده‌آلیستی بوده است. آنها، با تحریف ماهیت کشفیات جدید فیزیکی و با سوء استفاده از مشکلاتی که در نتیجهٔ فروپاشی نظرات کهن و توسعهٔ دانش ما نسبت به طبیعت، ایجاد شد، ادعا می‌کنند که «ماده» و به دنبال آن، ماده‌گرایی «ناپود شده است.» متأسفانه برخی از فیزیک‌دانان نیز با آنها هماواز شده‌اند.

مثلاً، ما نمی‌توانیم با بسیاری از گفته‌های ورنر هایزنبرگ دانشمند آلمانی در فیزیک نظری موافق باشیم وقتی که با نادیده گرفتن ماتریالیسم دیالکتیک، ماتریالیسم را با ماتریالیسم مکانیستی<sup>۱۳</sup> معادل می‌شمارد و بر آن است که ذرات بنیادی از جوهر واحدی (انرژی) ساخته شده‌اند، که این ذرات به تعبیری، شکلی هستند که انرژی باید برای تبدیل شدن به ماده، به خود بگیرد و اینکه «فیزیک اتمی نوین، علوم طبیعی را از مسیر ماتریالیستی که در قرن نوزدهم می‌پیمود، خارج کرده است.»<sup>۱۴</sup>

آرتور مارک، فیزیک‌دان اطریشی، از این هم فراتر رفته و ادعا کرده است که «ذرات بنیادی فاقد ماهیت مادی‌اند.» و «هیچ جنبهٔ مادی در الکترون وجود ندارد» و «فاقد جسمیت بودن ذرات بنیادی تکان دهنده‌ترین مشخصهٔ فیزیک نوین است که بی‌شک تأثیر قاطعی بر اوضاع معنوی علوم دقیقه خواهد گذاشت، زیرا واضح

است که فیزیک دیگر قابل به وجود ماده نیست و تنها معتقد به شکل است و به همین خاطر با روحیه ماتریالیستی که قرن‌ها بر علوم حاکم بوده است، سازگار نیست. «۱۵» در هر صورت، بررسی کامل مقاله مارک ما را به این نتیجه می‌رساند که او در واقع به مخالفت با ماتریالیسم ماورای طبیعی برخاسته است، نه ماتریالیسم دیالکتیک؛ اما، چون به غلط این دو را معادل می‌شمارد، زمینه‌ای فراهم می‌کند که گفته‌هایش به عنوان نفی ماتریالیسم به طور کلی تفسیر شود. با این حال، در همان مقاله می‌خوانیم که: «الکترون... نمی‌تواند محصول توخالی تخیل ما باشد، باید چیزی واقعی باشد که در مشاهدات ما پدیدار می‌شود...» ۱۶ سخن مارک را در مورد اینکه «ماتریالیسم ماورای طبیعی ورشکسته شده است» می‌توان پذیرفت، اما مارک با ماتریالیسم دیالکتیک آشنا نیست و مخالفت خود را با ماتریالیسم ماورای طبیعی به سطح نفی «شیوه تفکر ماتریالیستی» و نفی ماتریالیسم به طور کلی، گسترش می‌دهد.

ایده آلیسم همیشه از جایگزینی نادرست مفاهیم، ناسازگاری و ناتوانی فلسفی طبیعت‌گرایان به نفع خود بهره‌برداری کرده است. ایده آلیست‌ها با ردیف کردن عباراتی از نوع فوق برآیند که «ماتریالیسم»، بر اثر پیشرفت‌های فیزیک نوین «رد شده است.»

نئوتومیست‌های معاصر، مبارزه دقیقاً حساب شده‌ای را علیه تعریف و درک ماتریالیستی از ماده، در پیش گرفته‌اند. مثلاً پل‌گرنه، پروفیسور نئوتومیست در انستیتوی کاتولیک پاریس معتقد است: «ماده، که می‌تواند همه چیز باشد، در خود و از خود هیچ چیز نیست... تنها با شکل دادن به آن است که «خالق» بدان هستی می‌بخشد.» ۱۷

پل‌گرنه می‌نویسد: «اگر کسی معتقد باشد که شکل، تعیین کننده وجود و عمل است، از یک سو نتیجه می‌شود که خداوند، جهان را به تصور نرمی آورد و آن را می‌آفریند و در این کار به افکار خود که به ماده شکل می‌دهند، تحقق مادی می‌بخشد... از سوی دیگر این نتیجه حاصل می‌شود که اندیشه الهی در وجود همه هست و از تفکر ربانی به فکر ما وارد می‌شود.» ۱۸

نئوتومیست‌ها و سایر ایده آلیست‌ها، با مسلم دانستن تقدم اندیشه و روح، با تفسیر ذهنی پیشرفت‌های فیزیک و با بهره‌گیری از اینکه بعضی از دانشمندان برخوردار ماتریالیستی منسجمی با مسئله اساسی فلسفه نمی‌کنند، آنچه را که قبلاً بدون اثبات و به عنوان نقطه شروعی برای ساختارهای خود - وجود روح و اندیشه، مقدم بر وجود طبیعت و انسان - پذیرفته‌اند، «اثبات می‌کنند.»

درک مارکسیستی - لنینیستی از ماده و تقدم آن نسبت به شعور مورد حمله تجدید نظرطلبان کثونی نیز هست. لوسین سو، مارکسیست فرانسوی بجا و به درستی به انتقاد از هانری له‌فور - تجدید نظر طلبی که ضمن حمله به فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک، ادعا کرده است که تقدم ماده اثبات ناپذیر است - پرداخته، سودر کتاب «اختلاف. مقدمه‌ای بر لنینیسم» می‌نویسد:

«... فلسفه باید ضرورتاً با شناخت چیزی مقدم بر فلسفه شروع شود: تجزیهات واقعی انسان که ضرورتاً منجر به شناخت تقدم شیء نسبت به احساس، طبیعت نسبت به شعور، ماده نسبت به روح... می شود. بنابراین، در حقیقت به گفته لنین اثبات مقدمات اساسی ماتریالیسم به هر یک از ما میلیون ها بار عرضه شده است، حال آنکه لوفاور ۱۹ ارائه چنین اثباتی را حتی برای یک بار، ناممکن می داند. در اینجا است که زیبایی های خلاق احتراز از تعصب نمایان می شود.»<sup>۲۰</sup>

اصطلاح «ضد جهان» موجب پیدایش نامطلوب ذهن گرایی های ضد علمی فراوان در نوشته ها و در دیدگاه ها شده است. در درک ماتریالیسم دیالکتیکی، کل ماده در حال حرکت، یک جهان مادی واحد است. می دانیم که ضد ذرات (ضد پوزیترون ها - ضد پروتون ها، ضد نوترون ها و غیره) می توانند اتم ها (ضد اتم ها)، مولکول ها (ضد مولکول ها)، ماده (ضد ماده)، اجسام بی نهایت کوچک و بی نهایت بزرگ را به وجود آورند و کل اینها را می توان به طور مشروط با مفهوم «ضد جهان» مشخص کرد. این «ضد جهان» هم که وجودش کاملاً ممکن است، مادی و یکی از عناصر متشکله جهان (دنیای کبیر)، یعنی واقعیت عینی موجود مستقل از ذهن شناسنده آن خواهد بود. اصولاً وجود هر گونه «ضد جهان» غیر مادی ناممکن است.

حقایق فیزیک مدرن، فیزیک نجومی و سایر علوم مؤید آنند که خصوصیات اشیای مادی به هیچ وجه ابدی، نامتغیر و مطلق - آنچنانکه در برداشت ماورای طبیعی تصور می شود - نیستند. لنین به تحلیل کشفیات نوین پرداخت و بی اساس بودن ادعای مآخیزت ها را - که توسط ایده آلیست های فیزیکی<sup>۲۱</sup> و سایر ایده آلیست ها نیز عنوان می شد - مبنی بر اینکه «وجود ماده منتفی شده است»، این که فیزیک مفهوم «کهنه» ماده را رد کرده است، در جهان هیچ چیز جز تجربیات حسی ذهن وجود ندارد، جهان از «عناصر حسی» تشکیل شده است و خود عبارت است از یک «مجتمع احساسات»، نشان داد.

در فلسفه ماتریالیستی پیش از ظهور مارکسیسم، از زمان دموکریت<sup>۲۲</sup>، ماده را از نظر کیفی تغییرناپذیر و متشکل از اتم های جاودانی و همسان، می دانستند. مارکس و انگلس ثابت کردند که این شیوه نگرش به ماده، محدود و ماورای طبیعی است. آنها نشان دادند که ماده مداوماً در حال حرکت، تحول و تغییر است.

انگلس ثابت کرد ما هنگامی که به موجودات به عنوان وجودهای مادی در مفهوم ماده وحدت می بخشیم، تفاوت های کیفی آنها را نادیده می گیریم. او نوشت که ماده در شکل کلی و جدا از ماده مشخص و موجود، چیزی نیست که عملاً وجود داشته باشد. انسان می تواند ماده و حرکت را تنها «از طریق بررسی اشیای مادی و اشکال حرکت جداگانه بشناسد. و با دانستن اینها دانش ما نسبت به ماده و حرکت رو به افزایش خواهد گذاشت.»<sup>۲۳</sup>

لنین در کتاب ماده گرایی و نقد تجربی ضمن گسترش نظریه مارکسیسم، تعریف عمیق و کامل خود را از مقوله ماده ارائه می دهد (که قبلاً بیان گردید). در تعریف



لنین، برخلاف ماده‌گرایان پیش از مارکسیسم، ماده با اشکال عینی و محدود (از نظر تاریخی) که در زمان خاصی شناخته شده باشد یکسان دانسته نمی‌شود، «...تنها خاصیت ماده که ماتریالیسم فلسفی با شناخت آن به وجود آمده، خاصیت واقعیت عینی بودن، یعنی وجود داشتن در خارج از فکر، است.»<sup>۲۴</sup>

ماتریالیسم دیالکتیک با پذیرفتن تقدم ماده و داشتن امکانات بی‌پایان برای شناخت واقعیت مادی، به مخالفت جدی با عقاید لادریون<sup>۲۵</sup> و شك‌گرایان برمی‌خیزد و پژوهشگران را به سوی شناخت قوانین طبیعت، برای استفاده از آنها در گسترش نیروهای تولیدی و در نتیجه به خاطر نیک‌بختی نوع بشر، هدایت می‌کند. یکی از نشانه‌های بحران عمیق در ایدئولوژی بورژوازی در زمان حاضر، که خود بازتابی از بحران موجود در نظم اجتماعی سرمایه‌داری است، گسترش جهل‌گرایی (فلسفه لادریون) و شك‌گرایی، میان روشنفکران است. شك‌گرایی و نفی عقل همیشه مشخصه ایدئولوژی طبقاتی بوده که به حکم تاریخ محکوم به زوال بوده‌اند، طبقاتی که توانایی آفرینش یک جهان بینی نو و زندگی ساز را ندارند. چه در گذشته، چه در زمانی که لنین کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی و سایر آثارش را می‌نوشت، و چه در زمان حال، جهل‌گرایان و سایر ایده‌آلیست‌ها، نه تنها تقدم ماده را نفی می‌کردند و شعور را در مرتبه نخست قرار می‌دادند، بلکه براین عقیده هم بودند که جهان پیرامون ما قابل شناخت نیست.

گسترش فیزیک موجب پیدایش اطلاعات جدید فراوانی شده است که محدودیت‌های نظرات فوق را در مورد ماده نشان می‌دهد. از آن جمله می‌توان از کشف رادیواکتیویته نام برد که عبارت است از تبدیل یک عنصر شیمیایی به عنصری دیگر از طریق تلاشی رادیواکتیو (مثلاً تبدیل فلز رادیوم به گاز رادون)؛ نمونه دیگر کشف الکترون و پس از آن کشف سایر ذرات بنیادی و همچنین اثبات این حقیقت که جرم این ذرات در سرعت‌های قابل مقایسه با سرعت نور در خلاء تابعی از سرعت‌شان است و تعدادی کشفیات دیگر که بعداً صورت گرفت. این تحولات نشان داد که مکانیک نیوتونی و نظرات موجود در مورد نامتغیر بودن اتم و ثابت بودن جرم دارای کاربرد محدودی هستند.

در جهان هیچ چیز جز ماده در حال حرکت وجود ندارد و تنها وجود این واقعیت عینی خارج از شعور انسان و مستقل از آن تغییر ناپذیر است. لنین می‌نویسد: «برای مارکس و انگلس، هیچ تغییر ناپذیری دیگر، هیچ جوهر دیگر و هیچ جسم مطلق دیگر، بدان گونه که این مفاهیم توسط فلسفه حرفه‌ای تو خالی عنوان می‌شد، وجود ندارد. جوهر اشیا، یا جسم آنها نیز نسبی و تنها نشانگر درجه عمق دانش بشر نسبت به اشیاست و در شرایطی که تا دیروز ژرفای این دانش از مرز اتم فراتر نمی‌رفت و امروز از مرز الکترون و اثیر دورتر نمی‌رود، ماتریالیسم دیالکتیک بر مشخصه موقتی بودن، نسبی بودن و تقریبی بودن همه این مراحل متوالی دانش طبیعت که توسط علم روزافزون انسان به دست آمده است، با فشاری می‌کند.»<sup>۲۶</sup>

يك واقعیت عینی وجود دارد که برای مشخص کردن آن، چندین میلیون سال مفهوم ماده به کار گرفته شده است. محتوای این مفهوم در طول تاریخ تغییر کرده و تنها در تعریف لنین به کامل ترین و جامع ترین صورت درآمده است.

تعریف ماده به عنوان مقوله ابتدایی ماتریالیسم دیالکتیک توسط هیچ کشفیاتی در علوم طبیعی، هرچند نامحتمل و هر چقدر غیر عادی هم که باشند، قابل رد کردن نیست. این کشفیات دانش ما را در مورد اشکال عینی ماده و حرکت پر بارتر خواهند کرد ولی تأثیری در جوهر اصلی تعریف مذکور از ماده نخواهند داشت. این تعریف رو در روی مابعدالطبیعه و نسبت گرایی، و همه اشکال ایده آلیسم و به خصوص در مواجهه با ذهن گرایی، شك گرایی و جهل گرایی قرار می گیرد. تعریف لنین از ماده، اکنون و همیشه برای ما اساس شناخت و تغییر دادن جهان خواهد بود.

مفهوم حرکت نیز برای کلیه علوم نوین، از جمله فیزیک و فلسفه مارکسیسم - لنینیسم، بسیار مهم است. با بهره گیری از تعمیم علمی در تاریخ شناخت و دستاوردهای علوم اجتماعی و طبیعی، فلسفه مارکسیست ثابت کرده اند که ماده و حرکت با یکدیگر پیوند ناگسستنی دارند و حرکت، شکل وجودی ماده است. انگلس می نویسد: «ماده بدون حرکت همانقدر غیر قابل تصور است که حرکت بدون ماده». ۲۷ ماده هیچگاه بدون حرکت وجود نداشته و نمی تواند وجود داشته باشد.

حتی در عهد باستان، فیلسوفان هند، چین و یونان حدس های مهمی می زدند در مورد این که جهان عینی در حرکت است، دستخوش تغییر و تحول می شود، حرکت ویژگی جدایی ناپذیر همه موجودات و از خصالت های ماده است. قضاوت های هراکلیتوس در مورد حرکت (همه چیز جریان دارد، همه چیز تغییر می کند، هیچ چیز ساکن وجود ندارد)، در مورد تضاد و نقش آن در تغییرات طبیعت، حتی امروز نیز دارای تأثیر فوق العاده قدرتمندی است. مارکس، انگلس و لنین هراکلیتوس را سخنگوی برجسته دیالکتیک خود بخودی یونانیان قدیم به شمار آورده اند. مثلاً انگلس تأکید می کرد که به گفته هراکلیتوس همه چیز در حال ظهور و فنای دایم است.

ماده گرایان قرون هفدهم و هیجدهم، بخصوص لامتری، ۲۸ دیدرو ۲۹ و هلوسیوس ۳۰ نقش عمده ای در تدوین اصول حرکت داشتند و آنها نیز می گفتند که ماده بدون حرکت غیر قابل تصور است و حرکت نحوه وجود ماده است.

در به وجود آوردن اصول حرکت، هگل جای خاصی دارد. او با وجود تکیه بر اساس ایده آلیستی، بر محدودیت های ماورای طبیعی و مکانیستی نظرات اسلاف خود در مورد حرکت، فایق آمد و نشان داد که منشاء همه حرکت ها تضاد است. هگل کلی ترین قوانین حرکت را کشف کرد و به آنها تعمیم فلسفی بخشید.

مارکس و انگلس در ایجاد ماتریالیسم دیالکتیک نشان دادند که «حرکت، همان گونه که در مورد ماده به کار می رود، به معنای تغییر به طور کلی است». ۳۱ حرکت وحدت ضدین است: وحدت مطلق و نسبی، پایداری و تغییر پذیری، پیوستگی و ناپیوستگی، حرکت وحدت ضدین - تغییر و سکون - است.

همه آنها و بسیاری از جنبه‌های دیگر تعالیم ماتریالیسم دیالکتیک در باره حرکت، تعمیم و استنتاج از نتایج فعالیت‌های نظری و عملی انسان است. این تعالیم، همچون اطلاعات درست علمی، نه تنها امکان توضیح پدیده‌هایی را که قبلاً کشف شده‌اند و پیش‌بینی کشف پدیده‌های نوین را فراهم می‌آورند، بلکه به‌گسترش شیوه تفکر ماتریالیسم دیالکتیک میان دانش پژوهان همه رشته‌ها یاری می‌رسانند.

تاریخ علوم نمونه‌های فراوانی از نیاز به چنین شیوه تفکری به دست می‌دهد. مثلاً نمونه‌ای را که به رابطه میان حرکت و سکون مربوط می‌شود، در نظر می‌گیریم. در آغاز قرن نوزدهم، گیلوساک<sup>۲۲</sup> دانشمند فرانسوی، یکی از قوانین اساسی گازها را (که به نام خود او خوانده می‌شود) کشف کرد:

که در آن  $V_t$  حجم گاز در دمای  $t$  درجه صدبخشی،  $V_0$  حجم همان گاز در دمای صفر درجه صدبخشی و  $\alpha_p$  ضریب انبساط حجمی گاز در فشار ثابت است. فقط گازهایی که کامل (ایده‌آل) خوانده می‌شوند، از این قانون تبعیت می‌کنند. مفهوم دمای مطلق و صفر مطلق - منهای  $273.16$  درجه صدبخشی - از این قانون حاصل شده است. صفر مطلق به حالت سکون مطلق جسم اطلاق می‌شد که در آن همه حرکت‌ها متوقف شده‌اند.

تحقیقات بعدی، کشفیاتی در جهان بی‌نهایت کوچک و مبانی مکانیک کوانتوم، نشان داد که حرکت در دماهای نزدیک به صفر مطلق متوقف نمی‌شود، بلکه دارای ماهیت ویژه‌ای است که به صورت پدیده «فوق‌رسانایی»، حالت «فوق‌مایع» در هلیوم II و سایر پدیده‌های کوانتومی، متجلی می‌شود. همه این‌ها نشان‌دهنده تنوع اشکال حرکت و ناممکن بودن سکون مطلق و همچنین غیر علمی بودن ادعای وجود سکون مطلق است. تعالیم ماتریالیسم دیالکتیک در مورد حرکت، سکون را نفی نمی‌کند، بلکه آن را به صورت سکون نسبی، حالت خاصی از حرکت می‌داند. تنها هنگامی می‌توانیم از سکون سخن بگوییم که پیوندهای یک جسم را با سایر اجسام به‌طور ذهنی بگسلیم و آن را به‌طور مجزا در نظر بگیریم. به هر حال، هیچ جسم ساکن نمی‌توان یافت که جزئی از یک دستگاه متحرک نباشد. مثلاً اگر در یک شهر بزرگ، دریای ساختمان‌های غول‌آسای جدید که نسبت به سطح زمین ساکنند بایستیم، به‌سختی می‌توان باور کرد که این سکون نسبی است و در واقع تمامی این توده عظیم در حال حرکت است، زیرا آن قسمت از سطح زمین نسبت به محور زمین حرکت می‌کند، همراه با زمین به دور خورشید می‌گردد، همراه با منظومه شمسی در کهکشان ما در حرکت است و همراه با کهکشان با سرعت زیادی نسبت به سایر دسته‌های ستارگان حرکت می‌کند. سکون تنها جنبه‌ای از حرکت است، جنبه‌ای که تابع ثبات نسبی پدیده مورد نظر است.

اما سکون نسبی برای ماده در حال حرکت اهمیت زیادی دارد، زیرا بدون آن، درک حرکت ناممکن است. سکون نسبی شرط لازم برای تشخیص ماده و به‌همین لحاظ شرطی اساسی برای حیات است. سکون و حرکت با یکدیگر وحدت و تضاد دیالکتیکی دارند، ولی سکون تنها یک وضعیت نسبی از حرکت است، در حالی که حرکت (و به‌طور

کلی، تغییر) مطلق و ابدی است.

مطلق بودن حرکت از طریق اشکال انتقالی حرکت واقعی — که به این تعبیر نسبی اند — درک می‌شود. بنابراین نمی‌توان حرکت را — که خاصیت مطلق ماده است — با هر شکل تجلی‌نسبی و عینی حرکت مطلق یکی دانست، زیرا بدین ترتیب عام بودن حرکت نفی می‌شود.

این نظر که حرکت از صفات ماده است، با برداشت ماورای طبیعی در مورد ماده، که آن را جرمی خنثی می‌داند که در حالت طبیعی ساکن است و فقط در نتیجه تأثیر نیروهای خارجی به حرکت درمی‌آید، ناسازگار است. این گونه برداشت ماورای طبیعی که ماده را فاقد جنبش ذاتی در نظر می‌گیرد، منجر به پذیرش وجود یک عامل اولیه به‌عنوان منشاء خارجی حرکت می‌شود.

در اینجا بدررسی مختصر برخی از نظریه‌های بنیادی فیزیک نوین و خصوصیات آن که از ماده در حال حرکت در آنها منعکس شده است، می‌پردازیم.

نخستین نظریه علمی در مورد حرکت اجسام فیزیکی، مکانیک کلاسیک نیوتون بود. این نظریه کاری به ساختمان داخلی اشیا نداشت و بدررسی حرکت اجسام فاقد ساختمان و نفوذناپذیر (اجسام فیزیکی) در فضای سه‌بعدی می‌پرداخت. در این نظریه، فضا به‌عنوان ظرفی برای اجسام در نظر گرفته می‌شد که وجودش مطلقاً مستقل از این اجسام است (فضای مطلق). زمان نیز به‌عنوان یک صورت خارجی ماده و مستقل از ماده و فضا محسوب می‌شد (زمان مطلق). قضایای اصلی مکانیک نیوتون به اختصار از این قرارند: ۱) وضعیت یک دستگاه (مجموعه‌ای از اجسام فیزیکی) در هر لحظه معین با تعیین مختصات و سرعت‌های همه اجسام درون دستگاه (و در حالت کلی با تعیین مختصات و ایمپالس‌های کلی آن) مشخص می‌شود.

۲) هر تغییری که در طول زمان در دستگاه رخ دهد توسط معادلات نیوتون بیان می‌شود (اشکال ظریف‌تر معادلات حرکت توسط لاگرانژ و هامیلتون ارائه شده است).

۳) معین بودن وضعیت دستگاه در یک لحظه زمانی معین (شرایط اولیه)، همه حرکت‌های دستگاه را، یعنی وضعیت دستگاه را در هر لحظه از زمان (چندر گذشته و چه در آینده) به‌طور کامل و صریح مشخص می‌کند.

تبيين علیت، دترمینیسم مکانیستی<sup>۲۲</sup> خوانده می‌شود (دترمینیسم لاپلاس).

۴) اجسام فیزیکی دارای یک خاصیت منحصر به‌فرد هستند که قابل تبدیل به‌خواص ساده‌تر نیست و آن عبارت است از جرم. در مکانیک کلاسیک اشاره‌ای به‌ماهیت جرم نمی‌شود و در واقع صرفاً به‌عنوان اندازه مقاومت اجسام فیزیکی در برابر عامل خارجی، بیان می‌شود. جرم کل دستگاه ثابت است.

مفهوم انرژی در تشریح حرکت دارای اهمیت زیادی است. مکانیک نیوتونی عملاً، تنها به‌تشریح انرژی جنبشی (اندازه حرکت مکانیکی اجسام فیزیکی) می‌پردازد. انرژی نهفته (پتانسیل) بیشتر از جنبه صوری و مثل بسیاری اشکال مکانیکی انرژی، در دستگاه نیوتونی صرفاً به‌عنوان «قابلیت اجسام برای انجام کار» بیان می‌شود.

مکانیک نیوتون - ! آنکه رابطه موجود میان فضا و زمان و رابطه این دورا با ماده در حال حرکت، به حساب نمی‌آورد - برای بیان حرکت اجسامی که سرعتشان در مقایسه با سرعت نور در خلاء کم است، نظریه علمی مناسبی بود (و هنوز هم هست). این مکانیک حقیقی نسبی است که بخشی از حقیقت مطلق را در خود دارد و بنابراین دارای اهمیت علمی قابل توجهی است.

نظریه نسبیت خصوصی اینشتین مربوط به حرکت اجسامی است که سرعتشان نزدیک به سرعت نور در خلاء ( $3 \times 10^{10}$  سانتی متر بر ثانیه) است. این نظریه پیوند ناگسستنی میان فضا، زمان و ماده در حال حرکت را نشان داد و ثابت کرد که جرم و ابعاد (در جهت حرکت) اجسام فیزیکی بستگی به سرعت حرکت دارد و جریان زمان نیز به همین ترتیب به سرعت بستگی دارد و نیز اینکه ارتباط متقابلی میان جرم و انرژی وجود دارد. امروزه حتی شاگردان دبیرستانی هم با فرمول معروف اینشتین ( $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$ ) آشنایی دارند. این فرمول بسیار ساده است اما اهمیت آن، یا به عبارت دیگر، اهمیت فرایندهایی که توسط آن بیان می‌شوند فوق‌العاده زیاد است. تمامی انرژی‌های اتمی نوین بر پایه این فرمول قرار دارد و به کمک همین فرمول منابع انرژی خورشید و سایر اجسام نجومی تشریح می‌شود.

این فرمول اینشتین در دهه ۱۹۳۰ هنگامی که فیزیکدانان توجه خود را به هسته اتم معطوف کرده بودند به صورت پایه نظری مطالعات مذکور درآمد. در آن زمان روشن شده بود که اگر بتوان مثلا انرژی موجود در هسته‌های اتمی یک سانتی متر مکعب ماده را استخراج کرد، با آنکه انرژی ساطع شده از هر هسته ناچیز است، با توجه به تعداد بسیار زیاد اتم‌های موجود در حجم مذکور ( $2.69 \times 10^{24}$ ) مقدار انرژی کل حاصله در حد ویران کننده‌ای زیاد خواهد بود.

کوشش چندین نسل از دانشمندان، مهندسين، تکنیسین‌ها و کارگران سرانجام به پیروزی رسیده است و اکنون انرژی اتمی به نوبه خود سهمی در منابع انرژی کشورهای صنعتی پیشرفته دارد.

پیوند متقابل میان جرم و انرژی، گذشته از اهمیتی که در فیزیک دارد، از اهمیت فلسفی فراوانی نیز برخوردار است و به هیچ وجه تصادفی نیست که حتی در زمان حاضر مبارزه ماتریالیسم علیه گرایشهای گوناگون ایده‌آلیستی همچنان بر حوال این فرمول می‌چرخد.

قانون رابطه متقابل میان جرم و انرژی بارها به عنوان قانون هم‌ارزی جرم و انرژی و حتی به عنوان تبدیل ماده به حرکت تعبیر شده است. این برداشت نادرست در نهایت منجر به مطرح شدن مجدد انرژیسم می‌شود. انرژیسم یک گرایش ایده‌آلیستی بود که در اواخر قرن نوزدهم به وجود آمد. سخنگویان این گرایش، مفهوم ماده و انرژی را معادل دانستند و خوانستار حذف ماده به منظور رعایت «اقتصاد تفکر» شدند. بنیان‌گذار این گرایش دانشمند برجسته شیمی - فیزیک و یلهام‌اسوالد بود. به نظری «انرژی کلی‌ترین جسم است زیرا بر زمان و فضا مقدم است و کلی‌ترین حادثه است و در زمان

لنین شدیداً از دیدگاه‌های فلسفی اسوالد انتقاد کرد. او نوشت: «با تجزیه شدن ذراتی مادی که تا کنون تجزیه ناپذیر شمرده می‌شدند و با کشف اشکالی از حرکت مادی که تا کنون ناشناخته بودند، فیزیک انرژیک منشاء اقدامات ایده‌آلیستی جدیدی برای ایجاد تصور حرکت بدون ماده شده است» ۲۶.

انرژی صرفاً یکی از مشخصه‌های فیزیکی ماده است، مشخصه‌ای که برخی از جنبه‌های حرکت را منعکس می‌کند. جرم، که آن هم به طریق مشابهی بیانگر جنبه‌هایی از ماده مورد مطالعه فیزیک است، رابطه کمیته خاصی با انرژی دارد و جنبه‌های کمیته مختلف و منحصر به فردی از ماده در حال حرکت را منعکس می‌کند. بی‌گمان علم در آینده خواص مهم‌تر و کلی‌تر دیگری از ماده را کشف خواهد کرد که شاید (در مقایسه با انرژی) نقش مهم‌تری در علم ایفا کنند.

باید اکیداً توجه داشت که مفهوم فیزیکی «انرژی» با مفهوم «حرکت» یکی نیست (زیرا اشکال فیزیکی حرکت علاوه بر انرژی توسط ایمپالس، اسپین و غیره بیان می‌شود). مفهوم «جرم» هم با مفهوم فلسفی «ماده» یکی نیست. هر کوششی برای مطرح کردن حرکت به عنوان مبنای همه موجودات، در حکم جدا کردن آن از ماده است.

لنین بارها به جدایی ناپذیری ماده و حرکت و رابطه میان این قضیه و نحوه برخورد با مسئله اساسی فلسفه اشاره کرده است. او نوشته است: «... جدا کردن حرکت از ماده، مانند جدا کردن فکر از واقعیت عینی، یا جدا کردن حسیات من از جهان خارج است - خلاصه آنکه این کار یا گذاشتن به قلمرو ایده‌آلیسم است» ۲۷.

ناآگاهی‌های فلسفی تأثیر خود را در دانشمندی چون اسوالد ظاهر ساخت. مثلاً او سالهای سال مخالف نظریه اتمی بود و واقعیت وجود اتمها را انکار می‌کرد در حالی که تا آن زمان علم دلایل قانع کننده‌ای در مورد ساختمان اتمی ماده عرضه کرده بود. اسوالد حتی پس از پذیرفتن واقعیت وجود اتمها و مولکولها (در سال ۱۹۰۸) از اصول تفکر «انرژیسم» دست برداشت.

لنین با بررسی مشروح مسئله حرکت و اشکال آن در کتاب «ماده گرایی و نقد تجربی» و تعدادی دیگر از آثارش، به این نتیجه رسید که تحول علوم طبیعی منجر به کشف جنبه‌های نوینی از ماده و اشکال جدیدی از حرکت خواهد شد و تأیید مجددی بر ماتریالیسم دیالکتیک عرضه خواهد کرد و موجب گسترش بیشتر آن خواهد گردید.

راه‌یابی به جهان بی‌نهایت کوچک ایجاب می‌کرد که نظریه‌ای در مورد حرکت و عملکرد اشیای بی‌نهایت کوچک که با اجسام نامتغیر و فاقد ساختمان که مورد مطالعه مکانیک کلاسیک و نظریه خصوصی نسبت‌اند تفاوت کیفی دارند، به وجود آید.

ارنست راطر فوردر ۲۸، فیزیک‌دان بزرگ انگلیسی نشان داد که در مرکز اتم هسته‌ای با جرم زیاد و بار مثبت قرار دارد که ذرات سبکی با بار منفی (الکترون‌ها) تحت تأثیر نیروهای الکتریکی، حول آن می‌چرخند. می‌دانیم که این نیروها از قانون کولمب که

همانند قانون جاذبهٔ عمومی نیوتون است، پیروی می‌کنند. در هر دو قانون نیرو متناسب است با عکس مجذور فاصلهٔ میان دو ذره، بنابراین مدل سیاره‌ای اتم کاملاً پذیرفتنی به نظر می‌رسید: حرکت الکترون‌ها در اتم کاملاً شبیه حرکت سیاره‌ها در منظومهٔ شمسی به نظر می‌رسید.

این مدل توجه لنین را به خود جلب کرد: «... اتم را می‌توان به منظومهٔ شمسی بی‌نهایت کوچکی تشبیه کرد که در آن الکترون‌های منفی به دور يك الکترون مثبت (که امروزه هستهٔ اتم خوانده می‌شود - مؤلف) با سرعتی معین (و به طوری که می‌دانیم با سرعت بسیار زیاد) می‌چرخند.»<sup>۳۹</sup>

اما مدل سیاره‌ای اتم با اشکالاتی روبرو شد. در مکانیک نیوتونی، حرکت توسط شرایط اولیه مشخص می‌شود و این شرایط اولیه هر مقداری می‌توانند داشته باشند، در نتیجه مشخصه‌های پویای (دینامیک) اتم - ابعاد، انرژی، گشتاور دورانی - می‌توانند هر اندازه‌ای باشند. یعنی برای هر عنصر شیمیایی، بی‌نهایت اتم متفاوت با یکدیگر، می‌تواند وجود داشته باشد. اما در واقع چنین نیست. اتم‌های يك عنصر شیمیایی با یکدیگر همسانند.

به علاوه، الکترون‌ها بخشی از اتم هستند که الزاماً باید در حرکت باشند و گرنه به روی هسته سقوط می‌کنند. اما اگر الکترون‌ها در حرکت باشند، اتم باید مثل يك فرستنده، امواج الکترومغناطیسی از خود صادر کند. از آنجا که این امواج حامل انرژی هستند، انرژی الکترون باید به تدریج کاهش یابد و در نتیجه باید الکترون به روی هسته بیفتد، در حالی که می‌دانیم اتمها شکل پندی‌های پایداری هستند. بنابراین مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس کلاسیک قادر نیست وجود اتم پایدار را توضیح دهد.

این اشکالات لزوم بازبینی در نظرات سنتی راجع به ماهیت حرکت را مطرح ساخت. به سال ۱۹۰۰ بازمی‌گردیم، زمانی که ماکس پلانک فرمول معروف خود را در مورد انرژی طیف تابشی جسم سیاه، عرضه کرده بود. قبل از آن، دو فرمول تجربی شناخته شده بود: توزیع رالی - جینز<sup>۴۰</sup> برای بسامدهای کم و توزیع وین<sup>۴۱</sup> برای بسامدهای زیاد. پلانک توانست يك فرمول جامع برای تمام طیف به دست آورد، فرمولی که با رابطهٔ حدی بسامدهای کم و زیاد نیز تطبیق می‌کرد. معلوم شد که تابع انرژی نمی‌تواند پیوسته باشد و اندازهٔ جهش انرژی، با بسامد متناسب است. ضریب این تناسب، ثابت عمومی  $h$  بود که توسط پلانک عرضه شد. چون بعد (دیمانسیون) این ضریب، انرژی ضرب در زمان است، پلانک آن را کوانتوم عمل<sup>۴۲</sup> نامید (عمل هم دارای همین بعد است). پلانک مدت درازی به بررسی مفهوم این نتیجه پرداخت، زیرا هنوز ابهامات زیادی در کار بود. مفهوم کشف عظیم پلانک هنگامی روشن شد که اینشتین به تشریح قوانین فتوافکت پرداخت (۱۹۰۵). این نخستین گام در راه پیدایش مکانیک کوانتوم بود.

اینشتین اظهار کرد که هر موج نکرنگ با بسامد  $\nu$  حامل مقدار معینی انرژی،

که از رابطه  $h\nu$  به دست می آید و ایمیالسی برابر  $\frac{h\nu}{c}$  است (که در آن  $c$  سرعت نور در خلأ است). اینشتین با به کار گرفتن این موضوع و قانون بقای انرژی نظریه فتوافکت را ابداع کرد. از همین جاموضوع ناپیوسته بودن ساختمان نور مطرح شد که به صورت این واقعیت بیان می شود که هر طول موجی دارای مقدار معین انرژی مخصوص به خود است. ساختمان ذره ای نور به صورت عرضه مفهوم فوتون متجلی شده است. فوتون ها ذرات بنیادی نورند که باتابش يك طول موج خاص مربوطند. نظریه کوانتومی نور توضیحات قابل قبولی نیز برای پدیده های فوسفورسانس و فلوروسانس، واکنش های نوری - شیمیایی جذب کننده نور، جذب گرما توسط اجسام جامد (نظریه اینشتین - دی) و عملکرد گازهای دو اتمی در دماهای نزدیک به صفر مطلق، ارائه کرد.

مرحله بعدی در گسترش فرضیه کوانتوم تشریح قوانین تجربی طیف های خطی توسط نیلزبور در سال ۱۹۱۳ بود. او معتقد بود که در اتم مدارهای ثابتی برای الکترون ها وجود دارد و هر وضعیت الکترون نظیر يك انرژی معین  $E_1, E_2, E_3$  و غیره است. برخلاف آنچه از الکترو دینامیک کلاسیک برمی آید، الکترونی که در يك مدار خاص حرکت می کند نمی تواند تشعشع کند، ولی هنگام انتقال از يك مدار به مدار دیگر مقدار معینی انرژی نورانی تشعشع (یا جذب) می کند که بسامد آن از رابطه  $h\nu = E_2 - E_1$  به دست می آید. مدارهای ثابت توسط این شرط کوانتومی تعیین می شوند: گشتاور مقدار حرکت الکترون هنگام گردش در مدار باید مضرب صحیحی از  $\frac{h}{2\pi}$  باشد.

با این وجود، فرضیه کوانتومی به معنای نادرست بودن مکانیک کلاسیک نیست، بلکه فقط قلمرو کاربرد آن را محدود می کند. مکانیک کلاسیک يك حالت حدی از يك نظریه کلی تر فیزیکی (مکانیک کوانتوم و موجی) است که اصل نایقینی هایزنبرگ یکی از پایه های اساسی آن است. پیدایش این مکانیک نتیجه کارهای بور، شرودینگر، هایزنبرگ، دیراک، بورن، لویی دو بروی و دیگران بود.

مکانیک کوانتوم علم حرکت الکترون ها در اتم و نیز حرکت ذرات بنیادی با سرعت های نسبتاً کم در مقایسه با سرعت نور در خلأ است. این مکانیک به دو صورت شناخته شده است: مکانیک ماتریسی هایزنبرگ و مکانیک موجی شرودینگر و دو بروی

دو بروی چنین فرض کرد که همه اجسام موجود در طبیعت باید (مانند نور) هم دارای خواص ذره ای و هم خواص موجی باشند. او فرمول طول موج هر ذره را به دست آورد. مثلاً طول موج الکترون  $\lambda = \frac{h}{mv}$  است که در آن  $h$  ثابت پلانک،

$m$  جرم الکترون و  $v$  سرعت حرکت آن است. آزمایش های مربوط به تفرق الکترون، این فرمول را تأیید کرده است. این رابطه، دو سال پیش از عرضه کارهای هایزنبرگ، توسط دو بروی بیان شد. اروین شرودینگر فرضیه دو بروی را به صورت معادله ای



تعمیم داد که به نام خود شرودینگر خوانده می‌شود.

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} [E - U(x)] \psi = 0$$

در این رابطه  $m$  جرم الکترون،  $\hbar$  ثابت پلانک تقسیم بر  $2\pi$  انرژی کل الکترون در اتم،  $U(x)$  انرژی پتانسیل،  $x$  فاصله الکترون از هسته، و  $\psi$  تابع موجی است که حرکت الکترون را در اتم بیان می‌کند. جای تذکر است که مفهوم این تابع حتی امروزه نیز مورد بحث است، با این وجود معادله شرودینگر امکان حل مسایل پیچیده‌ای را در مورد حرکت ذرات بی‌نهایت کوچک فراهم می‌آورد.

در این مقاله، ما به بررسی برخی از اشکال حرکت ماده پرداختیم ولی حرکت عناصر ساختمانی هسته‌های اتم و خود ذرات بنیادی، یا اشکال دیگر حرکت در طبیعت جاندار و بی‌جان و جامعه مورد ملاحظه قرار نگرفت. ولی اگر هم به بررسی سایر اشکال حرکت که تا کنون شناخته شده می‌پرداختیم، باز به دلایل کاملاً معقول می‌توانستیم ادعا کنیم که در واقع در جهان بی‌نهایت کوچک و بی‌نهایت بزرگ و در مقیاس عادی محیط زندگی بشر اشکال دیگری از حرکت وجود دارد که هنوز بر ذهن کنجکاو بشر پوشیده است. گواه این امر تمامی تاریخ است که به روشنی مؤید آن است که جهان سراسر ماده دائم حرکت، غیر حادث و فناپذیر است.

۱ - **Anaximander** اهل ملطیه در آسیای صغیر ( ۶۱۵ تا ۵۴۶ پیش از میلاد )، فیلسوف ماتریالیست یونانی، پیرو دیالکتیک خودبخودی، شاگرد طالس، مؤلف کتاب «درباره طبیعت» نخستین اثر فلسفی یونان که اکنون اثری از آن در دست نیست.

۲ - **Anaximenes** اهل ملطیه ( ۵۸۸ تا ۵۲۵ پیش از میلاد )، فیلسوف ماتریالیست یونانی، پیرو دیالکتیک خودبخودی، شاگرد آناکسیماندر. توضیحاتی که او در آن زمان در مورد خسوف و کسوف ارائه کرد تا حد زیادی به حقیقت نزدیک بود.

۳ - **Heraclitus** اهل افسوس ( ۵۴۴ تا ۴۸۳ پیش از میلاد ) فیلسوف و دیالکتیک‌دان یونانی که از طبقه اشراف بود. اثر فلسفی او به نام «درباره طبیعت» که فقط قسمت‌هایی از آن باقی مانده است به خاطر عمق مطالبش، مورد ستایش دنیای قدیم بود.

۴ - **Thales** طالس اهل ملطیه ( ۶۲۴ تا ۵۴۷ پیش از میلاد ) نخستین فیلسوف شناخته شده در یونان که بنا بر سنت‌های کهن یکی از «هفت مرد خردمند» به‌شمار می‌آمد. بر اساس روایات، وی به ریاضیات و نجوم مصر و بابل احاطه داشت و بنیان‌گذار دیالکتیک خودبخودی در مکتب ملطیه بود.

۵ - فردریک انگلس، «دیالکتیک طبیعت»، صفحه ۱۸۶.

۶ - نظریه گسسته بودن ساختمان ماده (مشکل از اتم‌ها و سایر ذرات بی‌نهایت کوچک). این نظریه نخست توسط فیلسوفان کهن هند ابراز شد و سپس به صورتی کامل‌تر و جامع‌تر در آثار فیلسوفانی چون لوکیپوس، دموکریت و لوکرتیوس ظاهر گردید.

۷ - دمتری ایوانوویچ مندلیف ( ۱۸۳۴ - ۱۹۰۷ ) شیمی‌دان روسی، واضع جدول تناوبی عناصر شیمیایی که به نام خود او خوانده می‌شود.

۸ - مندلیف، «مبانی شیمی»، چاپ پنجم، ۱۸۸۹، سن پترزبورگ، صفحه ۱ (به زبان روسی)

۹ - لودویگ فوئرباخ ( ۱۸۵۴ - ۱۸۷۲ ) فیلسوف ماتریالیست آلمانی که مارکسیسم را نپذیرفت.

ولی در اواخر زندگی خود به حزب سوسیالدموکرات پیوست. دفاعیات او از ماتریالیسم تأثیر فراوانی در معاصرانش داشته است.

۱۰ - نین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحه ۱۳۰.

۱۱ - نگاه کنید به پاورقی صفحه ۱۲.

۱۲ - پیروان نئوتومیسیم، تر فلسفه رسمی کلیسای کاتولیک بر مبنای تعلیمات توماس آکویناس این فلسفه تعصبات مسیحیت را تأیید می‌کند و پیروان آن اکثراً از کشورهایی هستند که عدّه کاتولیک‌ها در آن‌ها زیاد است. نئوتومیسیم در حال حاضر یکی از عمده‌ترین ایدئولوژی‌های ضد کمونیستی به‌شمار می‌آید.

۱۳ - ماتریالیسمی که همه پدیده‌ها را ناشی از عوامل فیزیکی و زیستی می‌داند.

۱۴ - ورنر هایزنبرگ، «فیزیک و فلسفه»، برلن، ۱۹۶۱

۱۵ - آرتور مارک، مقاله: مکانیک موجی و مفهوم جسم. از کتاب «لویی دو بروی، فیزیک‌دان و متفکر»، پاریس، ۱۹۵۳، صفحات ۱۱۱ و ۱۱۲.

۱۶ - همان ماخذ فوق.

۱۷ - پ. ب. گرنه، «۲۴ مقاله در نئوتومیسیم» پاریس، ۱۹۶۲ صفحات ۱۴۷ و ۱۵۳.

۱۸ - پل گرنه، «تومیسیم» پاریس، ۱۹۶۴ صفحه ۲۲.

## 19 - Lefevre

۲۰ - Lucien Sève لوسین سو، "La Différence. Introduction au léninisme" پاریس، ۱۹۶۰ صفحه ۱۴۹.

۲۱ - ایده آلیسم فیزیکی نامی است که لنین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی به نظرگاه‌های ایده‌آلیستی ذهنی در فیزیک نوین اطلاق کرده است.

۲۲ - Democritus (دیمقراطیس) اهل آبدرا (۴۶۰ تا ۳۷۰ پیش از میلاد) فیلسوف ماتریالیست یونان قدیم، شاگرد لوکیپوس. برجسته‌ترین نماینده ماتریالیسم در جهان قدیم، بنیان‌گذار نظریه اتمی. او به دو مبدأ اتم و خلاء معتقد بود.

۲۳ - فردریک انگلس، «دیالکتیک طبیعت» صفحه ۲۳۶.

۲۴ - لنین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحات ۲۶۰ و ۲۶۱.

۲۵ - Agnosticism شیوه‌ای از تفکر که امکان شناخت جهان را نفی می‌کند.

۲۶ - لنین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی» مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحه ۲۶۲.

۲۷ - فردریک انگلس، «آنتی‌دورینگ»، مسکو، ۱۹۷۵، صفحه ۷۶.

۲۸ - La Mettrie، (۱۷۵۹ - ۱۷۵۱) فیلسوف ماتریالیست فرانسوی.

۲۹ - Denis Diderot (۱۷۱۳ - ۱۷۸۴) فیلسوف و روشنفکر ماده‌گرای فرانسوی

۳۰ - Claude Adrien Helvétius (۱۷۱۵ - ۱۷۷۱) فیلسوف فرانسوی، از نمایندگان ماتریالیسم قرن هیجدهم فرانسه.

۳۱ - انگلس، «دیالکتیک طبیعت» صفحه ۲۴۷.

۳۲ - Gay-Lussac (۱۷۷۸ - ۱۸۵۰) فیزیک‌دان و شیمی‌دان فرانسوی.

۳۳ - شیوه‌ای از تفکر که نقش تصادف را در پدیده‌ها به‌کلی نفی می‌کند و همه پدیده‌ها را تابع مطلق قوانین مکانیک می‌داند.

۳۴ - فیزیک انرژی و تبدیلات آن.

۳۵ - ویلهلم اسوالد Wilhelm Ostwald، کتاب:

"Vorlesungen über Naturphilosophie"

لایپزیگ ۱۹۰۲.

۳۶ - لنین «ماده‌گرایی و نقد تجربی» جلد ۱۴، صفحه ۲۷۳.

۳۷ - همان ماخذ فوق.

۳۸ - Ernest Rutherford (۱۸۷۱ - ۱۹۳۷).

۳۹ - لنین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی» مجموعه آثار جلد ۱۴ صفحه ۲۶۰.

40 - Rayleigh-Jeans

41 - Wien

42 - quantum of action

## تاریخچه‌ای از دیدگاه‌های فلسفی در باره ماده

(حدوث ناپذیری و فناپذیری ماده)

اندیشه قدمت (حادث نبودن) و فناپذیری جهان عینی تاریخچه‌ای طولانی دارد و ریشه‌های آن به گذشته‌های بسیار دور می‌رسد. ظاهراً مطمئن‌ترین گواه این مدعا به یکی از بزرگ‌ترین اندیشمندان جهان باستان، یعنی ارسطو، مربوط می‌شود. ارسطو معتقد بود که جهان مادی همیشه وجود داشته و همیشه نیز وجود خواهد داشت، و نیز این که این جهان مادی، به وجود یک جهان معنوی خاص برای تبیین وجودش، نیازی ندارد. با این حال، خصلت تناقض و نوسان میان ماتریالیسم و ایده‌آلیسم در ارسطو، بر دیدگاه‌های او در مورد جهان مادی تأثیر گذاشته است. به اعتقاد ارسطو ماده فقط دارای هستی بالقوه است که تحت اثر صورت (فورم)، واقعیت می‌پذیرد. در تعالیم ارسطو، صورت همه صور، خداوند است که به صورت «محرک اول» عمل می‌کند. به عقیده ارسطو «محرک اول» که خود فاقد حرکت است، تمامی جهان را به حرکت درمی‌آورد. اپیکورا، که از ماتریالیست‌های برجسته جهان باستان بود، مصرأً بر این نکته تأکید می‌ورزید که هیچ چیز از «هیچ» به وجود نمی‌آید و هیچ چیز به «هیچ» بدل نمی‌شود. در اینجا نیز با اندیشه ابدیت و فناپذیری ماده به عنوان اساس همه اشیا طبیعت روبرو می‌شویم که می‌خواهد پدیده‌های طبیعت را در چارچوب خود طبیعت، بدون یاری جستن از ماوراءالطبیعه و نیروهای روحانی، توضیح دهد.

اندیشه حدوث ناپذیری و فانی نبودن ماده در حال حرکت، که نقطه مقابل اندیشه آفرینش جهان توسط یک نیروی غیر مادی است، در آثار بسیاری از اندیشمندان گذشته ظاهر شده است، ولی مابه‌خاطر رعایت اختصار، به همین قدر که اشاره شد بسنده می‌کنیم. پذیرفتن حدوث ناپذیری و فناپذیری ماده و اشکال وجود آن، مسئله خلقت جهان توسط یک نیروی برتر ماورای جهانی را، از معنی تهی می‌سازد. حدوث ناپذیری و فانی نبودن ماده به معنای این است که به هیچ وسیله نمی‌توان به هستی ماده پایان داد یا ماده را از «هیچ» خلق کرد، و اینکه هیچ زمانی نبوده و نخواهد بود که در آن ماده وجود نداشته باشد.

همه اشکال و حالات ماده در حرکت، محدودند، پدیدار و ناپدید می‌شوند، از شکلی به شکل دیگر تحول می‌پذیرند، اما ماده در حال حرکت، خود ابدی، نامحدود و در خواص خود پایان ناپذیر است. نفی پایان ناپذیری، حدوث ناپذیری و فنا ناپذیری ماده، به هر شکلی که صورت بگیرد، همیشه منتهی به دیدگاه ایده‌آلیستی و غیر علمی نسبت به جهان خواهد شد.

عملاً، در دیدگاه غیر علمی نسبت به جهان، فناپذیری و قدمت که ذاتی ماده و خواص

۱- فیلسوف ماتریالیست یونان کهن (۳۴۱ - ۲۵۵ پیش از میلاد)

آن است، به روح مطلق، که خود آفریدهٔ تخیل بشر است، نسبت داده می‌شود. از دیدگاه ایده‌آلیسم، «روح مطلق» هستی ابدی دارد، قدیم و لایزال است، و ماده و خواص آن حاصل فعالیت این روح مطلق هستند و بنابراین حادث و زوال پذیرند. شایان توجه است که در اشکال نسبتاً بدوی این گونه تفکرات، از جمله در یونان باستان، توالی رب‌النوع‌ها پذیرفته شده بود، یعنی اینکه نسلی از آنان جانشین نسل پیشین شمرده می‌شد، هیچ نسلی از ابدیت برخوردار نبود، بلکه ابدیت به مادهٔ نخستین (هیولا) که همهٔ موجودات جهان و از جمله ارباب انواع از آن پدید می‌آمدند و بدان بازمی‌گشتند، منسوب می‌شد. اما این طرز فکر در مورد ارباب انواع نیز در تعارض بنیادی با مذهب قرار گرفت. بیهوده نبود که افلاطون در طرحی که برای سازمان دهی مطلوب کشور ارائه کرده بود، خواستار آن شده بود که آثار هومر<sup>۲</sup> و هسیود<sup>۳</sup> که بیان‌گر این دیدگاه بودند، ممنوع اعلام شود. در مسیحیت هرگونه تردیدی در مورد وجود ابدی روح مطلق، بدعتی نابخشدنی شمرده می‌شد، در همهٔ اشکال پیشرفتهٔ آن - در شرایطی که اصول مربوط در نوعی نظام منطقی قرار گرفته‌اند - نیز پذیرفتن وجود ابدی روح مطلق يك امر تردیدناپذیر بنیادی است.

در این جا این مسئله پیش می‌آید که چگونه می‌توان این واقعیت را توضیح داد که هم علم و هم ایده‌آلیسم به‌طور يك‌سان از مفاهیم حدوث‌ناپذیری و فناپذیری استفاده می‌کنند، منتها اولی در مورد ماده و خواص آن و دومی در مورد روح مطلق. مارکس می‌گوید که هر تخیلی هر قدر هم که بی‌اساس باشد، دارای يك هستهٔ منطقی است. افراد نه تنها تصویرهای تخیلی خلق می‌کنند و طی آنها اندیشه‌های درست ولی متفاوت را به دلخواه درمی‌آمیزند (مثلاً تصویر دختر دریا آمیزهٔ دل‌خواهی از دو تصویر واقعی، یعنی دختر و ماهی است)، بلکه خواص شناخته‌شدهٔ طبیعت، جامعه و تفکر خود را نیز به آنها نسبت می‌دهند.

افراد کیفیت‌های طبیعت را، که از تجربهٔ عملی و شناخت تعمیم یافته است، به موجودات تخیلی که خود اختراع کرده‌اند منسوب می‌کنند. اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فانی نبودن جهان مادی به‌طور تدریجی در روند تجربهٔ عملی و شناخت شکل گرفت، و همین اندیشه از سوی ایده‌آلیسم برای توصیف روح مطلق به‌عنوان اساس و منشاء اصلی جهان مادی به‌کار گرفته شد.

با این حال، بین اندیشهٔ علمی حدوث‌ناپذیری و فناپذیری ماده و خواص آن - از يك سو - و اندیشهٔ ایده‌آلیستی حدوث‌ناپذیری و فناپذیری روح مطلق - از سوی دیگر - تفاوت بنیادی وجود دارد. در ایده‌آلیسم این اندیشه به‌صورت يك اصل بی‌چون و چرا و قضیه‌ای، که باید صرفاً آن را پذیرفت و اثبات آن ناممکن است، درآمده است. این اندیشه در مورد چیزی جاری است که وجود عینی ندارد، مطالعهٔ آن مطلقاً ناممکن

۲- شاعر یونان کهن که منظومه‌های ایلپاد و اودیسه منسوب به اوست.

۳- Hesiod شاعر یونان کهن که در قرن هشتم پیش از میلاد می‌زیست.

است و بنابراین در ایده‌آلیسم کسی نمی‌تواند این اندیشه را به‌اشکال مشخص‌تری، که ماهیت آن را عمیق‌تر نشان دهد، بیان کند. در ایده‌آلیسم این اندیشه در سطح یک حکم مطلق و بدیهی تجزیه یافته است و بالطبع تأثیری واپس‌گرایانه و غیر مفید بر پیشرفت علم و تفکر دارد. از سوی دیگر، در علم، اندیشه حدود ناپذیری و فنا ناپذیری به جهان مادی نسبت داده می‌شود که در معرض دانش روزافزون قرار دارد و بنابراین از طریق اشکال واقعی، هرچه مشخص‌تر نشان داده می‌شود و در نتیجه، پیشرفت هرچه بیشتر علم و فعالیت‌های عملی، تحقق اندیشه مزبور را ممکن می‌سازد.

اندیشه حدود ناپذیری و فنا ناپذیری ماده، پیوسته مورد تأیید علم قرار گرفته و در حکم یک اصل راهنما در تحول شناخت علمی جهان بوده است. ایده‌آلیسم همیشه ضمن به‌عاریت گرفتن مفهوم‌هایی از علم، آن مفهوم‌ها را به‌قالب بی‌جان، بحث ناپذیر و تعصب‌آلود درمی‌آورد و در نتیجه باعث می‌شود که مفاهیم مزبور، محتوای واقعی خود را از دست بدهند. اندیشه حدود ناپذیری و فنا ناپذیری جهان هر گاه به‌جای جهان مادی، به‌روح مطلق نسبت داده شود، دارای معنی مشخص نیست و اندیشه‌ای تهی خواهد بود.

یکی از جلوه‌های اندیشه علمی حدود ناپذیری جهان مادی، این اصل است که غیر ممکن است چیزی از «هیچ» به وجود آید یا چیزی به «هیچ» بدل شود. اصل فوق به‌طور فشرده به‌صورت زیر بیان می‌شود: «از هیچ، جز هیچ نتراید». این اصل نخست به‌عنوان تعمیم تجربه عملی (ولو در ابتدایی‌ترین اشکالش)، ظاهر شد. عملاً بر انسان بدوی آشکار بود که هرگز نمی‌توان از «هیچ» ابزاری ساخت، یا مسکنی برپا کرد و یا غذایی فراهم ساخت. این اصل، از زندگی روزمره وارد علم شد و به صورت یکی از ارکان علم درآمد. به‌حق می‌توان گفت که این اصل پایه علم و هم پایه دیدگاه ماتریالیستی نسبت به جهان است. در واقع، جای هیچ تعجبی نیست که این اصل که امکان آفرینش شیء مادی را از «هیچ»، رد می‌کند مورد انواع حملات ممکن از سوی فلسفه ایده‌آلیستی قرار گرفته است.

در پایان قرن هجدهم، امانوئل کانت<sup>۴</sup> فیلسوف آلمانی، کاربرد این اصل را به جهان ادراک شده توسط حواس، جهان پدیده‌ها، جهان تجربیات حسی ما، محدود کرد؛ اما بدین ترتیب آن را یک سره کنار نگذاشت. براین اساس، در جهانی که مستقل از انسان و تجربیات او وجود دارد، یا به‌گفته کانت در جهان «اشیای فی‌نفسه» (که به‌اعتقاد کانت برای ما مطلقاً ناشناخته است)، این اصل را نمی‌توان به‌کار گرفت. در مورد جهان «اشیای فی‌نفسه»، به‌علت عدم آگاهی ما نسبت به آن، نمی‌توانیم هیچ‌یک از این دو حکم را محتمل‌تر بدانیم که: الف) از «هیچ»، چیزی به وجود نمی‌آید. و ب) از «هیچ» چیزی به وجود می‌آید یا چیزی به «هیچ» بدل می‌گردد.

به‌گفته کانت این اصل تنها در رابطه با تجربیات ماست که اهمیت می‌یابد، اما نسبت به خود جهان، هیچ موردی ندارد. با اعمال این محدودیت در مورد مفهوم اصل مزبور،

۴- دانشمند فیلسوف آلمانی (۱۷۲۴-۱۸۰۴)، بنیان‌گذار ایده‌آلیسم کلاسیک آلمان.

دیگر خطری از سوی آن متوجه ایده آلیست‌ها نبود و با افکار قشری آنان در مورد جهان - از جمله در مورد امکان به وجود آمدن اشیا و حتی کل جهان از «هیچ» - تباینی نداشت. برخورد کانت با اصل مورد نظر، نشان دهنده برداشت او از هدف کلی فلسفه است که به گفته وی عبارت است از محدود کردن دانش به طوری که جایی برای ایمان باقی بماند و محدود کردن ایمان تا جایی که محلی برای دانش نیز باقی مانده باشد. به طور خلاصه، برخورد کانت با این اصل عبارت است از تلاش برای آشتی دادن علم و ایده آلیسم، از طریق قایل شدن حوزه خاصی برای هر یک از آنها: جهان تجربی برای علم و جهانی که مستقل از تجربه بشر وجود دارد - جهان «اشیاء فی نفسه» - برای ایده آلیسم.

هگل نیز به مخالفت با این اصل برخاست. هگل معتقد بود که ماده گرایی به خاطر داشتن این اصل که «از هیچ، چیزی پدید نمی آید»، علم را محدود کرده است و امکان درک نظم‌های حقیقی جهان را از آن سلب کرده است. وی با تکیه به این اعتقاد، کوشید تا یک مبنای ایده آلیستی برای خود علم عرضه کند. هگل بر آن بود که دو مفهوم «چیز» و «هیچ» به یک میزان از اعتبار برخوردارند. هر یک از این دو می‌توانند از دیگری پدید آیند: مفهوم «چیز» از مفهوم «هیچ» و برعکس. به علاوه، این دو مفهوم در عام‌ترین معنای خود یک‌سان هستند. هگل می‌گفت که هر گاه علم تنها بر مفهوم «چیز» تکیه کند و مفهوم «هیچ» را نفی کند، نمی‌تواند کامل و جامع باشد. به نظر او، تنها بر پایه وحدت این دو مفهوم می‌توان مفاهیم پیدایش، تحول و فنا را در علم عنوان کرد. بدون این مفاهیم هم، علم حقیقی در کار نخواهد بود.

در فلسفه ایده آلیستی هگل، وجود روح مطلق مقدم بر وجود جهان مادی - طبیعت - است، و به همین منوال، ارتباط میان مفهوم‌ها و انتقال از یک مفهوم به مفهومی دیگر، مقدم بر ارتباط‌ها و تبدیل‌های بین اشیا و موجودات طبیعت است.

از دیدگاه هگل، نشان دادن ارتباط و تبدیل دو مفهوم «چیز» و «هیچ»، به منزله نشان دادن ارتباط و تبدیل میان هستی و نیستی اشیا طبیعت است. هگل می‌گفت هر گاه وجود ارتباط میان هستی و نیستی، «چیز» و «هیچ» و تحول هر یک از آنان را به دیگری بپذیریم، مسلماً دیگر به هیچ وجه نمی‌توانیم درستی اصل «از هیچ، چیزی به وجود نمی آید» را بپذیریم. اما این نکته نیز مسلم است که هگل این اصل را تنها در حوزه نظرات صرف رد کرد و تنها هنگامی می‌توان استدلال او را پذیرفت که مبنای فلسفه او نیز مورد قبول واقع شده باشد، یعنی هنگامی که وجود «روح مطلق» را بپذیریم و در نتیجه، قبول کنیم که ارتباط میان مفهوم‌ها منشأ ارتباط بین اشیا است.

هگل در نفی اصل مورد بحث، در واقع در دایره بسته‌ای حرکت می‌کند. به اعتقاد هگل، «روح مطلق»، خود را به وسیله تحول منطقی صرف، از «هیچ» می‌آفریند و سپس خود را در طبیعت متجلی می‌سازد که در حکم وجود دیگر - وجود خارجی - آن است. پس طبیعت به سادگی آنچه را که قبلاً توسط «روح مطلق» آفریده شده، تکرار می‌کند و اگر اصل «از هیچ، چیزی به وجود نمی آید» را در تحول داخلی آن نفی

کنیم، این اصل در طبیعت نیز جایی نخواهد داشت. بدین ترتیب می‌بینیم که رد این اصل توسط هگل، نتیجه مستقیم مبانی ایده‌آلیستی فلسفه اوست. در واقع، هگل به اثبات آنچه خود از قبل پذیرفته بود، پرداخت.

هگل ضمن مخالفت با اصل مورد بحث، در واقع با همه نمودهای مشخص آن نیز به مخالفت برخاسته است، به خصوص قوانین بقا که در آن ایام در فیزیک شناخته شده بود. در این مرحله، فلسفه هگل با مرحله گسترشی که علم در آن زمان بدان نایل شده بود، در تناقض بود.

باید توجه داشت که هگل به غلط می‌پنداشت قبول اصل مذکور، کاربرد علمی مفاهیم «هیچ» و «نیستی» را در رابطه‌شان با مفهومی‌های «چیز» و «هستی» از میان می‌برد. اتفاقاً، برعکس، مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در ارتباط با مفاهیم «چیز» و «هستی»، نقش عمده‌ای در علوم دارند و این نقش پیوسته روبرو گسترش است. پیش از پرداختن به تحقیق این امر، ناگزیر باید ماهیت اصل مورد نظر را دقیقتر مورد مطالعه قرار دهیم. محتوای این اصل، حتی وقتی که در کلی‌ترین شکل خود در نظر گرفته شود، شامل جنبه‌های اساسی زیر است (که به سادگی نمی‌توان حکم «از هیچ چیزی به وجود نمی‌آید» را از آن نتیجه گرفت):

اولاً، هر شیء مادی تنها می‌تواند از اشیای مادی دیگر به وجود آید؛ ثانیاً، عدم یا فناى هر شیء مادی، همیشه به معنای پیدایش یک یا چند شیء مادی دیگر است؛ ثالثاً، از دو نکته فوق نتیجه می‌شود که هیچ شیء مادی نمی‌تواند تنها در روند تفکر به وجود آید یا نابود شود. به عبارت دیگر، هیچ شیء مادی نمی‌تواند از مفاهیم اندیشه‌ها یا احساسات آفریده شود. اینها می‌توانند با هر دقتی اشیای مادی را منعکس کنند، ولی در هیچ شرایطی نمی‌توانند اشیای مادی را به وجود آورند. انسان ممکن است از کار همه قسمت‌های یک ساعت اطلاع بسیار دقیقی داشته باشد، اما هرگز کسی نمی‌تواند تنها با این اطلاع ساعتی بسازد، بلکه باید اطلاع خود را در شکل قطعاتی که ساعت از آن ساخته می‌شود واجد مادیت سازد. در فرایند کار آگاهانه، انسان نظامی از مفهوم‌ها و نظرات را در سر دارد که با دقتی کم یا بیش، بیانگر ساختمان و خواص چیزی است که باید ساخته شود؛ اما این چیز، با این ساختمان، نه از مفهوم‌ها و نظرات، بلکه از اشیای مادی دیگر ساخته می‌شود؛

رابعاً، پیدایش و نابودی اشیای مادی چیزی نیست، جز جلوه‌هایی از تغییر و تبدیل آنها. یک شیء مادی که به شیء مادی دیگر تبدیل می‌شود، دیگر در هیئت قبلی خود وجود ندارد و شیء دیگری شده است. هر شیء مادی در روند تغییر یا تبدیل، هم هستی و هم نیستی می‌یابد. هر روند تبدیل، تغییر یا تحول اشیای مادی، در عین حال هم شامل پیدایش و هم شامل نابودی است. بدنیست که در اینجا به غیر دقیق بودن اصطلاح «از بین رفتن ماده» که در بعضی از کتاب‌های فیزیک و به خصوص در متون ساده شده به کار می‌رود، اشاره کنیم. معنای لفظی این اصطلاح، تبدیل ماده به هیچ، یا نابودی ماده است. در فیزیک این اصطلاح به روند ذرات و ضد ذرات به تشعشع، اطلاق

می‌شود. در واقع در این مورد، شکلی از ماده (جسم) به شکلی دیگر از آن (میدان) تبدیل می‌شود. خلاصه اینکه، در اینجا به هیج وجه نابودی ماده رخ نمی‌دهد. دشمنان امر روزی ماتریالیسم به قصد «رد» ماتریالیسم دیالکتیک، بر این اصطلاح نادرست انگشت می‌گذارند. درک این موضوع آسان است که نابودی هر شیء مشخص را می‌توان به منزله انتقال آن به «نیستی» و «هیج» شدن آن دانست و پیدایش هر شیء در حکم انتقال آن به «هستی» و به صورت «چیز»ی در آمدن آن است. بنابراین، بر خلاف تصور هگل، اصل مورد بحث ما، مفاهیم «نیستی» و «هیج» — و به همراه آنها، مفهوم تحول — را از اعتبار نمی‌اندازد، بلکه مفاهیم مذکور را از دقت لازم برخوردار می‌کند و رنگ و بوی افکار صوفیانه را از آنها می‌زداید.

قبلاً اشاره کردیم که مفاهیم «هیج» و «نیستی» در علوم نقش مهمی دارند. هگل به درستی معتقد بود که بدون وجود این مفاهیم نمی‌توان مفاهیم «تحول»، «تغییر» و «شدن» را به طور منطقی تعریف کرد و بدون تعریف مفهوم اخیر، هیج نظریه فیزیکی را نمی‌توان به طریقه منطقی بیان کرد. اما این تنها یک وجه اهمیت مفاهیم «هیج» و «نیستی» در علوم است. وجه دیگر اهمیت آنها این است که مفاهیم فوق مستقیماً مبین تاریخی بودن و تکرار ناپذیر بودن بسیاری از خواص و حالات اشیای مادی، محدودیت زمانی خواص و حالات مزبور و سرشت انتقالی آنها هستند. وضعیتی که کره زمین — مثلاً — در دوران اول زمین‌شناسی داشت اکنون دیگر وجود ندارد، فاقد هستی است و می‌توان گفت که اکنون «نیست» شده است. مفهوم‌های «هیج» و «نیستی» به گذشته برمی‌گردند، نه به این معنی که بعضی از حالات در گذشته وجود نداشتند، بلکه بدین معنی که در زمان حال وجود ندارند. گذار از هستی به نیستی، یک فرایند عینی و جنبه‌ای از تغییر و تحول اشیای مادی است.

ما تنها به وسیله گذار از مفاهیم «هستی» و «چیز» به مفاهیم «نیستی» و «هیج» — و به عکس — می‌توانیم فرایندهای «تحول»، «تغییر» و «تبدیل» اشیای مادی را در ذهن خود مجسم کنیم.

نقش مفهوم‌های «نیستی» و «هیج» در تکامل علوم، دارای وجه سومی نیز هست. وجه مذکور عبارت از این حقیقت است که این مفاهیم را — در برخی از جلوه‌های محدودشان — می‌توان نشانه‌های حالاتی از ماده در حال حرکت دانست که بر ما پوشیده هستند. مثلاً ما غالباً تهی بودن را ماهیتاً نوعی «نیستی» محدود یا «هیج» بودن محدود در نظر می‌گیریم. به تصور بعضی، تهی بودن «خلاء» یعنی فضایی که در آن ماده در حال حرکت وجود ندارد. یعنی آن را «هیج» مطلق نمی‌دانند، بلکه «چیز»ی (فضا) می‌دانند که در آن ماده‌ای وجود ندارد. اما این ادعا، هم با فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک و هم با حقایق علوم نوین، ناسازگار است. اکنون این نکته روشن شده است که فضای «تهی» در طبیعت وجود ندارد و نمی‌تواند وجود داشته باشد. فضای بدون ماده هیج گاه نمی‌تواند وجود داشته باشد، زیرا ماده یکی از صور بنیادی وجود است. هر ناحیه‌ای از فضا، همیشه با وجودی از ماده در پیوند است و فضا نمی‌تواند به تنهایی



ظرفی برای اجسام باشد.

«تهی بودن» مفهومی غیرعلمی است و نمی‌توان آن را به معنای مطلق - یعنی به معنای نفی وجود هر شکلی از ماده در حال حرکت - به کار برد. این مفهوم را فقط در معنای نسبی‌اش می‌توان به کار گرفت - یعنی به معنای وجود نداشتن وجوه خاصی از ماده یا وجود نداشتن بخش‌های خاصی از واقعیت عینی. اگر در جایی جسم وجود ندارد، میدان وجود دارد و اگر میدان وجود نداشته باشد، خلاء فیزیکی آن وجود دارد. پس به عنوان يك اصل می‌توان گفت که «نیستی» و «هیچ» در علوم نوین در معنای نسبی - و نه مطلق - خود به کار می‌روند. بدین ترتیب هنگامی که يك فیزیک دان معاصر می‌گوید که در فلان واحد زمان، فلان مقدار ماده در جهان از «هیچ» به وجود می‌آید در صورت تأیید این ادعا باید آن را به معنای پیدایش جسم از طریق تبدیل پذیری (انتقال از حالتی به حالت دیگر) شکل دیگری از ماده دانست. مفهوم «هیچ» در اینجا به وضوح در حکم نشانه‌ای برای اشکال ناشناخته ماده است، نشانه‌ای که به ما اجازه می‌دهد تا مفهوم تحول را در مورد حوزه‌هایی از طبیعت که هنوز بر ما پوشیده است، به کار ببریم. در حقیقت، در چنین مواردی می‌توان مستقیماً به اشکال ناشناخته ماده اشاره کرد، اما این کار چه مزیتی بر استفاده از عبارت «به وجود آمدن از هیچ» دارد؟ در هر دو مورد اصل قضیه فقدان دانش ما نسبت به موضوع است. هنگامی که از اشکال ناشناخته ماده سخن می‌گوییم، منظور «چیز»ی است که هنوز هیچ چیز درباره‌اش نمی‌توانیم بگوییم. اما این «چیز» قدری با «هیچ» تفاوت دارد.

از همه آنچه گفته شد پیداست که مفاهیم «نیستی» و «هیچ» چندین کاربرد متفاوت در علوم دارند و هیچ يك از این کاربردها، اصل «از هیچ، چیزی به وجود نمی‌آید» را نقض نمی‌کند. باید به خاطر داشت که گذاشتن مفهوم «چیز» به جای «هیچ»، در حالی که در مورد این «چیز» هیچ چیز نمی‌توانیم بگوییم، ممکن است این استنباط نادرست را موجب شود که اصل «از هیچ، چیزی به وجود نمی‌آید» نقض شده است، مگر آنکه توضیح دهیم که در آن مورد خاص مفهوم «هیچ» جایگزین مفهوم «چیز» شده است. این نحوه توضیح، به ویژه در متون نامعتبر کاملاً رایج است.

اصل «از هیچ، چیزی به وجود نمی‌آید» را باید مانند هر اصل علمی دیگر در روند تحولش و در اشکال تجلی‌اش در نظر گرفت. در اینجا باید دوباره ذکر کنیم که اصل مزبور خود یکی از جنبه‌ها یا اشکال بیان اصل کلی‌تر قدمت و فناپذیری ماده و خصلت‌های آن است.

در جریان پیشرفت فیزیک مدرن، گهگاه شرایطی بروز کرده است که پژوهشگران (و حتی بیش از آنها، نویسندگان متون عامه فهم علمی) گمان کرده‌اند که تنها با اندک افزایشی، تصویر فیزیکی جهان کامل خواهد شد و پیشرفت علوم فیزیکی به پایان خواهد رسید. میل به مواجهه با امور متناهی، انجام شده، پایان یافته، به کمال رسیده و ساده، در تفکر و فعالیت روزمره بشر ریشه دارد، یعنی در این حقیقت که افراد معمولاً به ناگزیر با پدیده‌ها و اشیای محدود سروکار پیدا می‌کنند. اما شناخت علمی به بررسی

پدیده‌ها اکتفا نمی‌کند، بلکه به‌ماهیت آنها نفوذ می‌کند. در جریان شناخت ماهیت و در تجربه عملی است که شخص به‌سؤال متناهی یا نامتناهی بودن، محدود یا بی‌پایان بودن شیء مورد شناخت پاسخ می‌دهد.

اصل متناهی بودن، مبنای بسیاری از اعتقادات ایده‌آلیستی است و به‌همین سبب سخن‌گویان این مکاتب همواره در پی یافتن تأییدی بر مفروضات خود، در آثار برخی از دانشمندان مدافع اندیشه متناهی بودن، برآمده‌اند. مثلاً گاهی اوقات در متون علمی یا علمی به‌زبان ساده یا متون عامه فهم به‌نظریه‌هایی در مورد «آغاز» جهان برمی‌خوریم و روشن نمی‌شود که موضوع مورد بحث نه کل جهان، بلکه جهان مطالعه شده توسط علم اختر فیزیک است. مفهوم متناهی بودن گاهی هم پایه بحث‌هایی می‌گردد در مورد این که مثلاً موضوعات مورد مطالعه علوم فیزیکی به‌پایان رسیده یا به‌زودی به‌پایان خواهد رسید و بحث‌هایی از این قبیل.

بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های مربوط به‌متناهی بودن، عموماً نشان‌دهنده این است که این اتکا به‌متناهی بودن در آنها، حاصل استفاده نادقیق از ابزارهای منطقی و مفهومی و نیز بهره‌گیری غیر اصولی از حقایق علمی و فقدان آموزش لازم و نداشتن درک عمیق نسبت به‌قضایای بنیادی ماتریالیسم دیالکتیک است. در این مورد باید به‌نقش راه‌گشایانه اصل پایان ناپذیری ماده در حال حرکت، که لنین در پیدایش آن سهم عمده‌ای داشت، توجه خاصی مبذول داریم.

دانشمندان راستین، در روند پژوهش‌هایشان به‌طور آگاهانه - و در بسیاری از موارد هم ناآگاهانه - از این اصل رهنمود می‌گیرند و بدین ترتیب به‌کیفیت زامت گشایانه آن در آفرینش نظریه‌های علمی پی‌می‌برند. محتوای عینی هر یک از اصولی که تاکنون بردانشمندان مکشوف نشده، غالباً خود به‌خود در فرایند تفکر آنها ظاهر می‌شود. مثلاً آلبرت اینشتین که از اصل پایان ناپذیری استفاده آگاهانه نکرده است، می‌نویسد: «اعتقاد به این امر که یک جهان خارجی مستقل از عامل درک‌کننده آن وجود دارد، پایه همه علوم طبیعی است. اما از آنجا که ادراک حسی تنها به‌طور غیر مستقیم اطلاعاتی از این جهان خارجی یا واقعیت فیزیکی به‌دست می‌دهد، درک جهان خارجی تنها به‌کمک ابزارهای ذهنی میسر می‌شود. از اینجا نتیجه می‌شود که برداشت ما از واقعیت فیزیکی هیچ‌گاه جنبه نهایی نخواهد داشت. باید همیشه آماده تغییر دادن این برداشت‌ها باشیم...»<sup>۵</sup> نوربرت وینر<sup>۶</sup> نیز در همین زمینه می‌گوید: «به‌نظر من، منطق و یادگیری و همه فعالیت‌های مغزی هیچ‌گاه به‌عنوان تصویر کامل و پایان یافته‌ای به‌شمار نمی‌آید، بلکه در حکم فرایندی است که انسان از طریق آن با محیط خود ارتباط برقرار می‌کند.»<sup>۷</sup>

اعتقاد به نیروی هوش بشر و پذیرفتن این که انسان امکانات نامحدودی برای پی‌بردن به‌ناشناخته‌ها دارد، مهم‌ترین نقش را در پیشرفت علوم ایفا می‌کند. اما اگر

۵- کتاب «نظرات و عقاید» نوشته اینشتین، چاپ لندن، ۱۹۵۶، صفحه ۲۶۶

۶- Norbert Wiener نگاه کنید به مجله همد، سال دوم شماره ۱۰-۹.

۷- کتاب «من یک ریاضی دانم»، چاپ نیویورک، ۱۹۵۶، صفحه ۳۲۴.

کسی بر این عقیده باشد که می‌توان دانش کاملی به صورت نشان دادن کلیه خواص و روابط درونی جهان دور و بر حاصل کرد؛ همچنین، اگر کسی متناهی بودن و پایان پذیری موضوع مورد شناخت را پذیرفت، در آن صورت نه تنها منکر وجود چشم‌انداز آتی علم شده است، بلکه در تحلیل نهایی به تصدیق حدوث و نتیجتاً فناى جهان مادی می‌رسد. امکانات بی‌پایان برای شناخت، از خواص پایان ناپذیر ماده در حال حرکت، که همواره وجود داشته و دارد و ابتدا و انتهای بر وجودش متصور نیست، جدایی ندارد. هرگونه اظهار نظری دایر بر متناهی بودن یا پایان پذیری خواص جهان مادی یا اشیای تشکیل‌دهنده آن، اساساً ضد علمی است.

مطالعه دقیق حقایق فیزیک نوین و اخترفیزیک و بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های علمی مربوط به جهان بی‌نهایت کوچک و بی‌نهایت بزرگ به ما امکان این اظهار نظر را می‌دهد که حتی یک حقیقت تجربی یا مشاهده‌ای و یک نظریه معتبر وجود ندارد که بر اساس آن بتوان گفت ماده می‌تواند حادث و فانی شود، جهان متناهی است یا اینکه روند شناخت جهان و پدیده‌های حاکم بر آن پایان پذیر است.

لنین، با بهره‌گیری از دستاوردهای علوم و تجربیات اجتماعی - تاریخی، نشان داد که موضوع شناخت بشر - یعنی ماده در حال حرکت - دارای خواص ازلی، ابدی و پایان ناپذیر است.

قدرت و فنا ناپذیری ماده و اشکال آن، بدین معنی است که هیچ فرایندی در جهان رخ نمی‌دهد که طی آن ماده در حال حرکت به وجود آید یا از بین رود، ماده در حال حرکت از هیچ مطلق پدید آید یا به هیچ مطلق بدل گردد، یا آنکه وجود آن در فضا و زمان نابود شود یا تولید گردد. تنها معنی علمی مفهوم «پدید آمدن» عبارت است از تبدیل، تجدید ساختار یا تغییر حالات قبلی ماده در حال حرکت به حالات جدید و این امر بی‌استثنا در مورد اشکال فضا - زمانی آن، نیز صادق است.

معنای علمی مفهوم «ناپدید شدن»، گذار از یک حالت یا شکل ماده در حال حرکت به حالت یا شکل دیگر است. بدین ترتیب دو مفهوم «پدید آمدن» و «ناپدید شدن» با یکدیگر مرتبطند و در واقع به یک معنی‌اند. پس این دو مفهوم را نمی‌توان از یکدیگر جدا کرد، بلکه باید آنها را به عنوان وجوه یک مفهوم واحد در تغییر کیفی، در نظر گرفت. مفاهیم مذکور را تنها در مورد اشیای مشخصی، که بدین معنی به وجود می‌آیند و از بین می‌روند، می‌توان به کار برد. این اشیا در نتیجه تبدیل پذیری اشیای مادی دیگر به وجود می‌آیند و در اثر تبدیل به اشیای دیگر از بین می‌روند.

اصل مهم علمی و تجربی مورد بحث این مقاله - «از هیچ، چیزی پدید نمی‌آید» - هیچ‌گاه از اعتبار نخواهد افتاد. البته، ممکن است کسی در آثار علمی ساده شده به این مطلب بر بخورد که: فیزیک مدرن امکان پیدایش ماده را از خلاء به معنی تهی بودن یا «هیچ» مطلق، می‌پذیرد. در واقع، در فیزیک مدرن، خلاء به عنوان حالت خاصی از ماده تعبیر می‌شود. مثلاً، خلاء یک میدان الکترومغناطیس حالتی از این میدان است که هیچ فوتونی در آن موجود نباشد.

پذیرفتن قدمت و فناپذیری ماده و اشکال آن، منجر به قبول اصل «بی‌پایانی»<sup>۸</sup> می‌شود. بی‌پایانی هستی ماده در حال حرکت، یعنی اینکه وجود آن به هیچ طریق نمی‌تواند متوقف شود و هیچ زمانی نبوده و نخواهد بود که ماده در حال حرکت فاقد وجود شود. اگر اشکال و حالات ماده در حال حرکت محدود است، یعنی ظهور و فنامی پذیرد، خود ماده در حال حرکت بی‌پایان است و بی‌پایانی آن متضمن این حقیقت است که گذار آن از یک حالت محدود به حالت محدود دیگر هیچ‌گاه پایان نمی‌گیرد.

به‌همین ترتیب، بی‌پایانی فضا و زمان متضمن این حقیقت است که انتقال‌های نامحدود ماده در حال حرکت از حالتی به حالت دیگر، منجر به خروج آن از اشکال فضا-زمانی وجود نخواهد شد، اگر چه ممکن است انتقال از یک حوزه فضا-زمانی به حوزه دیگری با مشخصه‌های ابعادی و مکانی دیگر، صورت بگیرد. بی‌پایانی فضا و زمان عبارت است از پیوستگی امکان گذار ماده از یک حوزه فضا-زمانی به حوزه فضا-زمانی دیگر، که خود این حوزه‌ها محدود هستند. بدین ترتیب، بی‌پایانی ماده در حال حرکت و اشکال فضا-زمانی آن از طریق گذار از یک حالت محدود ماده به حالت محدود دیگر و از طریق خروج از یک حوزه فضا-زمانی محدود به حوزه فضا-زمانی محدود دیگر تجلی می‌یابد.

در متون فلسفی و آثار مربوط به علوم طبیعی گاهی اوقات به این موضوع برمی‌خوریم که پذیرفتن منتاهی بودن جهان، با علوم طبیعی و ماتریالیسم دیالکتیک- و به‌خصوص با این قضیه ماتریالیسم دیالکتیک که در جهان فقط و فقط ماده در حال حرکت وجود دارد متناقض نیست. این برداشت از دشواری درک مفهوم بی‌پایانی ناشی می‌شود. برداشت‌های مادی ما از بی‌پایانی به‌طور ناخواسته با قراردادن آن در مقابل محدودیت و گذرا بودن، در آمیخته است و به‌همین لحاظ بی‌پایان را چیزی و رای محدود در نظر می‌گیریم و از آنجا که خود با امور محدود سروکار داریم، مفهوم بی‌نهایت را به‌عنوان مکمل درک می‌کنیم، که در درستی آن جای تردید است. باید توجه داشت که اشکال در درک مفهوم بی‌پایانی، از متضاد قراردادن آن با محدودیت، ناشی می‌شود. اگر بی‌نهایت را در پیوند آن با منتاهی در نظر بگیریم - همچنانکه طی بحث فوق این کار را کردیم - در آن صورت مشکل برطرف خواهد شد و روشن می‌شود که از طریق اشیای محدودی که از حالتی به حالت دیگر درمی‌آیند، ناگزیر با بی‌نهایت نیز سروکار خواهیم یافت. در مورد این که پذیرفتن محدودیت جهان، با ماتریالیسم دیالکتیک متناقض نیست، باید بگوییم که در هر حال این دوا امر ناسازگارند. پذیرفتن ماتریالیسم دیالکتیک بدون پذیرفتن قدمت و فناپذیری ماده ناممکن است و قبول نکته اخیر نیز در حقیقت به معنای تأیید ابدی بودن و بی‌پایانی وجود ماده است.

## پایان ناپذیری ۱ ماده در حال حرکت

از نامحدود بودن وجود و صفات ماده در حال حرکت، بلافاصله این نتیجه به دست می‌آید که خواص، حالات و پیوندهای ماده در حال حرکت، پایان ناپذیر است - و این نتیجه مورد تأیید تجربه عملی نیز هست. از آنجا که نامحدود بودن تنها از طریق اشیای محدود و گذار آن‌ها به اشیای محدود دیگر و همچنین از طریق تغییراتی تحقق می‌یابد که دستخوش آن می‌شوند؛ پایان ناپذیری نه تنها در کل جهان، بلکه در هر یک از اشیای آن نیز به طور ذاتی وجود دارد.

لنین طی قضیه‌ای در این مورد می‌نویسد: «الکترون همانند اتم پایان ناپذیر است، طبیعت نامحدود است، ولی با همین نامحدودی خارج از ذهن و ادراک انسان، دارای وجود است.»<sup>۲</sup>

در عصر ما، فیزیک با دو صورت از ماده که با یکدیگر پیوند نزدیکی دارند، یعنی جسم و میدان سروکار دارد. اکنون می‌توانیم خلاء فیزیکی را هم به حالات (یا صور) خاص ماده اضافه کنیم، هر چند که مبحث اخیر هنوز به اندازه کافی در فیزیک بررسی نشده است. اطلاعات فعلی علم در مورد صورت‌های نوین ماده در کیهان نجومی (در مقایسه با صورت‌های زمینی آن) به مراتب نااستوارتر است؛ هر چند همه‌گونه دلیل (فیزیکی و فلسفی) برای پیش‌بینی این صورت‌ها، از روی مشاهده تفاوت‌های کیفی و کمی جهان بی‌نهایت بزرگ از یک سو، و جهان بی‌نهایت کوچک، از سوی دیگر، وجود دارد. این مشاهدات به برخورد ما با جهان بی‌نهایت کوچک، به ویژه در فواصل کمتر از  $10^{-14}$  سانتی‌متر نیز مربوط می‌شود.

اصولاً، با پذیرفتن بی‌پایانی صورت‌های ماده، حتی یک قدم از ماتریالیسم دیالکتیک عقب‌نشینی نکرده‌ایم. بلکه صورت‌های شناخته شده ماده - جسم و میدان - نیز به نوبه خود، انواع پایان ناپذیری از خواص را دارا هستند.

جهان مجموعه‌ای از اشیای واقعی است که در حال تأثیر متقابل بر یکدیگرند و چون خواص اشیاء در روابط فیما بین آن‌ها پدیدار می‌شود، تعداد خواص هر شیء و کل جهان مادی نامحدود است، و هر شیء از نظر شناخت پایان ناپذیر است.

اصل پایان ناپذیری که توسط لنین بیان شد، در مورد صورت‌های بنیادی وجود

۱- Inexhaustibility تنوع بی‌پایان خواص و حالات که هنگام کاوش و پژوهش در پهنا و در ژرفا، جلوه‌گر می‌شود و در فارسی می‌توان آن را به «نه‌داشتن» تعبیر کرد.

۲- لنین، «ماده گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴.

ماده، یعنی حرکت، فضا و زمان صادق است. از آن جا که حرکت خود مجموعه بی‌پایانی از تغییرات، گذارها و تبدیلات گوناگون ماده است، همچون ماده، پایان ناپذیر می‌باشد. حتی در زمان حاضر، تغییرات گوناگون و پرشماری را در جهان سراغ داریم که دامنه آن‌ها از تبدیل متقابل ذرات بنیادی تا تحولات حاصله در زندگی مادی و معنوی جامعه را دربرمی‌گیرد. هدف ذاتی علم، بررسی و کشف تغییرات، تبدیلات و گذارهای نوینی است که در جهان مادی رخ می‌دهد.

فضا و زمان نیز از لحاظ خواص، ساختارها و کنش‌های متقابل فیما بین خود و ماده در حال حرکت، پایان ناپذیرند. پیش از آن که لباچفسکی<sup>۲</sup> امکان وجود هندسه‌های نواقلیدسی را کشف کند، اعتقاد رایج در علم این بود که دانش ما نسبت به خواص و ساختار فضا کامل است. پس از کشف هندسه‌های نواقلیدسی، معلوم شد که خواص فضا به ساختار ماده و صورت‌های حرکت آن بستگی دارد و پایان ناپذیر است.

نظریه نسبیت عمومی که مفاهیم مربوط به هندسه‌های نواقلیدسی در آن به کار گرفته شد و طی آن ثابت شد که خواص پیوستار<sup>۳</sup> فضا-زمانی، تابعی از حضور اشیای بزرگ دارای جرم گرانشی است، تأیید دیگری بر این قضیه ماتریالیسم دیالکتیک بود که فضا و زمان، وجوهی از ماده‌اند. معلوم شد که در نزدیکی اجسام دارای جرم زیاد، فضاتاب برمی‌دارد و جریان زمان کند می‌شود.

در مورد فضای موجودات زنده چه می‌توان گفت؟ علم اکنون درصدد فراهم آوردن تصویری از خواص فضای موجودات زنده (که ورنادسکی عضو فرهنگستان شوروی در زمان خود مطالبی در مورد آن نوشت)، و همچنین فضای حوزه‌های درونی ذرات بنیادی و اجسام غیر عادی نجومی به کمک هندسه‌ها و توپولوژی‌های نوین و شاید رشته‌های نوین دیگری از ریاضیات، می‌باشد.

در حال حاضر، دلایل کافی برای این فرض وجود دارد که حتی خاصیتی بنیادی از فضا و زمان مانند یک نواختی، صرفاً تقریبی از واقعیت است. هنگامی که در یک حوزه فضا زمانی، جرم‌های گرانشی عظیم موجود باشند، تنها در چارچوب حوزه‌های موضعی می‌توان از یک نواختی سخن گفت. گواه این مدعا نظریه نسبیت عمومی است.

مسئله یک نواختی پیوستار فضا-زمان دارای اهمیت اصولی است، زیرا برخی از قوانین بقا در فیزیک با این یک نواختی مرتبند. در این جا باید تاکید کنیم که حقایق فیزیک نوین وحدت تضادی یک نواختی و نایک نواختی پیوستار فضا-زمان را آشکار ساخته است. مفهوم یک نواختی فضا و زمان، بیانگر جنبه‌های پایداری، بقا و تقارن موجود در ماده در حال حرکت است. در مقابل، مفهوم نایک نواختی مبین تغییر پذیری، تاریخمندی (برگشت ناپذیری) و بی‌تقارنی آن است.

تنها با مجزا کردن کامل فضا و زمان از ماده در حال حرکت، می‌توان از یک نواختی آن‌ها سخن گفت و تنها هنگامی می‌توان نایک نواختی فضا و زمان را مطرح ساخت

۳- N. I. Lobachevsky. ریاضی دان روس (۱۷۹۳ - ۱۸۵۶).

که فضا و زمان با ماده در حال حرکت برابر دانسته شود. هر دوی این حالات حدی، وحدت فضا - زمان و ماده در حال حرکت را مخدوش می‌کنند و با حقایق علم و تجربه ناسازگارند. از سوی دیگر، پذیرفتن وحدت خصلت‌های ماده، الزاماً قبول وحدت خواص یک‌نواختی و نایک‌نواختی فضا و زمان، یا به‌طور کلی‌تر، قبول وحدت تقارن و بی‌تقارنی نهفته در ماده در حال حرکت و صورت‌های فضا زمانی وجود آن را در پی دارد. حقیقت، نه در جداسازی صفات ماده، بلکه در وحدت آن‌ها، و نه در مخالف دانستن یک‌نواختی و نایک‌نواختی، تقارن و بی‌تقارنی، بلکه در وحدت تضادی و دیالکتیکی آن‌ها مستتر است که در آن یک‌نواختی و نایک‌نواختی به‌عنوان وجوهی از یک‌دیگر عمل می‌کنند. یک‌نواختی در نایک‌نواختی رجوع دارد و به‌عکس. به‌طور کلی، در هر تقارن، عناصری از بی‌تقارنی و در هر بی‌تقارنی، عناصری از تقارن وجود دارد.<sup>۵</sup>

اصل پایان‌ناپذیری حالات، خواص و پیوندهای ماده و صورت‌های آن، دارای یک جنبه دیگر نیز هست. آیا می‌توان ادعا کرد که اشکال بنیادی وجود ماده، در صورت‌های شناخته شده‌ای چون حرکت، فضا و زمان خلاصه می‌شود، یا اشکال دیگری از وجود آن نیز در واقعیت موجودند؟ با توجه به اصل پایان‌ناپذیری، پاسخ این سؤال مثبت است. کاملاً امکان دارد که اشکال دیگری از هستی ماده، مثلاً مانند بازتاب، در جهان وجود داشته باشد. این فرضیه که بازتاب خاصیت بنیادی و عمومی ماده است، توسط لنین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجزیه‌ی، مطرح گردید. فرضیه مزبور در حال حاضر از تأیید روزافزون فیزیک و زیست‌شناسی و همچنین سبیرتیک برخوردار است.<sup>۶</sup>

اما باید توجه داشت که کشف اشکال نوین هستی ماده، منجر به محدود شدن جنبه عام حرکت، فضا و زمان نخواهد شد. فرایندهای بازتاب نیز خود تغییر می‌پذیرند و هستی فضا - زمانی دارند. به عبارت دیگر، کشف هیچ‌شکل نوینی از هستی ماده، این نتیجه را در پی نخواهد داشت که ماده می‌تواند بدون حرکت یا خارج از فضا و زمان موجود باشد.

هنگامی که لنین از پایان‌ناپذیری الکترون سخن می‌گفت، هنوز مفهوم «ذرات بنیادی» وجود نداشت، زیرا تا آن زمان تنها دو نوع ذره - الکترون و پروتون - شناخته شده بود. در حال حاضر، خانواده ذرات و ضد ذرات بیش از دوست عضو دارد. از این جمله‌اند: الکترون، ذره‌ای پایدار با بار منفی و جرم  $9.108 \times 10^{-28}$  گرم؛ پروتون، هسته ئیدروژن که بار مثبت دارد و جرمش  $1.836$  برابر جرم الکترون است؛ نوترون، ذره‌ای که هیچ بار الکتریکی ندارد و جرمش  $1.838$  برابر جرم الکترون است؛ نوترینو، ذره‌ای بدون بار الکتریکی که جرم سکون آن برابر با صفر یا آن قدر کوچک است که می‌توان

۵ - نگاه کنید به مقاله «اصل تقارن و نقش آن در شناخت» -

۶ - بازتاب Reflection یکی از مفاهیم بنیادی معرفت‌شناسی ماتریالیستی است. ماتریالیسم دیالکتیک بازتاب روانی را به‌عنوان خاصیتی از ماده بسیار نظام یافته، از خاصیت کلی بازتاب مستتر در ماده مجزا می‌کند.

آن را صفر دانست (دو نوع نوترینو شناخته شده است: نوترینوی الکترونی و نوترینوی موئون)؛ فوتون، ذره متشکله (کوانت) میدان الکترومغناطیسی، با جرم سکون دقیقاً برابر صفر. این ذره همواره با سرعت ثابت  $3 \times 10^{10}$  سانتی متر بر ثانیه (سرعت نور در خلاء) در حرکت است.

گروه پرشماری از ذرات وجود دارد که جرم آن‌ها حد واسط بین جرم‌های پروتون و الکترون است. این ذرات مزون نامیده می‌شوند: مزون  $\mu$  (موئون)<sup>۷</sup>، مزون  $\pi$  (پیون)، مزون  $K$  و غیره. به علاوه، ذراتی به نام هیپرون<sup>۸</sup> می‌شناسیم که جرمشان بیش از جرم پروتون است. در سال‌های اخیر گروه عظیمی از ذرات دارای عمر کوتاه (ذرات ناپایداری که ظرف  $10^{-14}$  ثانیه متلاشی می‌شوند)، به نام رزونون‌ها<sup>۹</sup>، کشف شده است. در نوامبر سال ۱۹۷۴ نخستین گزارش‌ها در مورد کشف ذره‌ای جدید به نام ذره  $\psi$  منتشر شد. جرم این ذره زیاد است (بیش از سه برابر جرم پروتون) و عمر نسبتاً درازی دارد. کمی بعد، ذره همانندی با جرم بیشتر از ذره  $\psi$  کشف شد و در ژانویه ۱۹۷۵، دو ذره مشابه با جرم‌های زیاد کشف گردید. کشف این ذرات سؤالات جدیدی را مطرح می‌سازد که بی‌شک پاسخ آن‌ها چیزهای اصولاً نوینی را به نوع بشر عرضه خواهد داشت. همه این ذرات دارای متضادی هم هستند که ضد ذرات نامیده می‌شوند (به استثنای فوتون، که خود ضد ذره است). نظریه پردازانی که به کار دسته‌بندی ذرات مشغولند، بر این اعتقادند که هنوز ذرات کشف نشده‌ای وجود دارند که از آن جمله‌اند: کوارک‌ها، دیون‌ها، پارتون‌ها، مزون‌های برداری و غیره.

پژوهش‌های اخیر درباره ساختار نوکلئون‌ها (ذرات درون هسته پروتون‌ها و نوترون‌ها) در شتاب دهنده خطی سه کیلومتری استنفورد نشان داده است که ذرات هسته‌ای دارای «یک ساختار داخلی پیچیده، متشکل از واحدهای مستقل نقطه‌گون که اکنون پارتون نامیده می‌شوند»<sup>۱۰</sup> می‌باشند. جالب‌ترین نکته از اطلاعات تاکنون به دست آمده حاکی است که برخی از خواص پارتون‌ها شبیه خواص کوارک‌های فرضی است. در سال ۱۹۶۴ موری جلن<sup>۱۱</sup> و جورج تسوایگ<sup>۱۲</sup> مستقل از یکدیگر، وجود ذراتی را مطرح ساختند که برخلاف سایر ذرات شناخته شده حامل بار الکتریکی کسری  $(\frac{2}{3} + یا -\frac{1}{3})$  است.

۷ - muon ، همان مزون  $\mu$  است که توسط کارل دیوید آندرسون، فیزیک‌دان آمریکایی کشف شد.

۸ - hyperon گروهی از ذرات بنیادی که در دسته باریون‌ها قرار دارند. جرم آن‌ها بیشتر از جرم نوترون و عمر متوسط آن‌ها خیلی کوتاه است. هیپرون‌ها به ذره‌های هسته‌ای (پروتون و نوترون) تجزیه می‌شوند.

9 - resonon

Scientific American

۱۰ - مقاله «ساختار پروتون و نوترون» مجله

ژوئن ۱۹۷۱، صفحه ۶۱.

۱۱ - نگاه کنید به پانویس صفحه ۱۲۸.

12 - George Zweig



۱-۳) هستند. بهر حال، هنوز کوارک‌ها و پارتون‌ها هیچ‌یک به‌طور تجربی در حالت آزاد خود کشف نشده‌اند.

ذرات بنیادی در فرایندهای بسیار گوناگونی شرکت می‌کنند. تعداد زیادی واکنش پراکندگی و تولید، تبدیل و تشکیل ذراتی از ذرات دیگر شناخته شده است. این اطلاعات تجربی به ما اجازه می‌دهد ادعا کنیم که ذرات دارای یک ساختار داخلی هستند، زیرا ذره نقطه‌گون فاقد ساختار نمی‌تواند این همه پدیده‌های گوناگون از خود بروز دهد. هر ذره بی‌نهایت کوچک نه تنها علت پدیده‌های خاصی در طبیعت است، بلکه خود نیز معلول و نتیجتاً دارای ساختار است. تغییرپذیری و پویایی ساختار اشیای بی‌نهایت کوچک است که تعدد حالات آن‌ها را در اندرکنش‌های گوناگون پدید می‌آورد، و این به نوبه خود نشان‌دهنده پایان‌ناپذیری آن‌هاست.

فیزیک نوین نشان داده است که جهان بی‌نهایت کوچک دارای ساختار، پیوندهای متقابل و اندرکنش‌های پیچیده‌ای است.

دانشمندان می‌کوشند تا اطلاعات موجود را چنان تنظیم کنند که بتوانند به کمک جدولی از ذرات بنیادی - مشابه با جدول تناوبی مندلیف - وجود ذرات جدید را پیش بینی کنند و پیوندها و بستگی‌های متقابل نوینی را بیابند.

اکنون به‌طور قطع ثابت شده است که چهار نوع اندرکنش وجود دارد: قوی، الکترومغناطیسی، ضعیف و گرانشی. همه ذرات بنیادی را که به این اندرکنش‌ها مربوطند، می‌توان به سه دسته کاملاً مجزا تقسیم کرد: آدرئون‌ها، لپتون‌ها و فوتون‌ها.

آدرئون‌ها مشتمل بر ذرات گوناگون باریون‌ها (نام کلی نوکلئون‌ها و هیپرون‌ها)، مزون‌ها، ضد ذرات مربوط به این‌ها و رزونون‌های گوناگون - باریون و مزون - هستند که نشان‌دهنده حالات آدرونی با عمر بسیار کوتاه می‌باشند.

لپتون‌ها شامل الکترون‌ها، پوزیترون‌ها (ضدالکترون‌ها)، موئون‌های دارای بار مثبت و منفی و نوترینوهای الکترونی و موئونی می‌باشند.

اکثریت ذرات، یا دقیق‌تر بگوییم، اکثریت آدرئون‌ها از جمله ضدآدرئون‌ها و رزونون‌ها به‌طور مصنوعی از طریق شتاب دادن ذرات باردار، که ابزار تجربی اصلی در فیزیک ذرات بنیادی است، تولید شده‌اند. ظهور ذرات نوین در اثر برخورد ذرات شناخته شده قبلی، اثبات تجربی امکان وجود اشیای مادی جدید و ناشناخته‌ای را در شرایط فعلی کره زمین به دست می‌دهد. کشف این اشیای مادی (که در فیزیک به نام کلی «ماده زیر هسته‌ای»<sup>۱۲</sup> خوانده می‌شوند) همچون فرایندهای گوناگون مربوط به تبدیل متقابل اشکال مختلف ماده - میدان الکترومغناطیسی، الکترون‌ها و پوزیترون‌ها، ماده هسته‌ای و زیر هسته‌ای - یکی از عظیم‌ترین دستاوردهای علم است.

بد نیست گاهی گذرا به انواع اندرکنش‌های شناخته شده در فیزیک مدرن بیندازیم. از اندرکنش قوی آغاز می‌کنیم که به آدرئون‌ها مربوط می‌شود. این اندرکنش به‌ویژه

نیروهای هسته‌ای را، که بین نوکلئون‌ها (یعنی بین پروتون‌ها و نوترون‌ها) عمل می‌کنند و ساختار هسته‌ها را پدید می‌آورند، در برمی‌گیرد. اندرکنش قوی ناهمگن است و آن را می‌توان به دو اندرکنش تقسیم کرد: خصوصاً قوی (یا قوی) و نسبتاً قوی (یا نیمه قوی). این دو البته از نظر شدت تفاوت‌هایی باهم دارند ولی تفاوت اولیه آن‌ها در تقارن داخلی‌شان است.

اندرکنش الکترومغناطیسی توسط بارالکتریکی مشخص می‌شود، برای همه ذرات باردار یکسان است و اندازه‌اش برابر باریک الکترون است. اگرچه اندرکنش الکترومغناطیسی بیش‌تر از سایر انواع اندرکنش مورد مطالعه قرار گرفته است، نظریه جدید قادر به ارائه پاسخ قابل قبولی در مورد علت آن نیست.

اندرکنش الکترومغناطیسی ساختار اتم‌ها و مولکول‌ها را مشخص می‌کند. شدت اندرکنش الکترومغناطیسی تقریباً صد برابر کم‌تر از شدت اندرکنش قوی است. شعاع عمل اندرکنش الکترومغناطیسی و قوی کاملاً متفاوت است: نیروهای الکترومغناطیسی در هر فاصله‌ای عمل می‌کنند، ولی اندرکنش قوی برد بسیار کمی دارد و شعاع عملش از درجه ۱۲-۱۵ سانتی‌متر (یعنی از درجه ابعاد هسته اتم) می‌باشد.

همه ذرات بنیادی، به استثنای فوتون، در اندرکنش ضعیف وارد می‌شوند. شدت این اندرکنش پنج درجه کم‌تر از شدت اندرکنش قوی است. اندرکنش ضعیف عامل فرایندهای گوناگون تلاشی آدرن‌هاست. مثلاً تلاشی آزاد نوترون (به پروتون، الکترون و ضد نوترینو، با زمان تلاشی حدود ۱۷ دقیقه) یا پیون‌های باردار (با زمان تلاشی حدود ۱-۱۰ ثانیه)، نتیجه اندرکنش ضعیف است. به علاوه، واکنش ضعیف موجب تلاشی  $\beta$ ، در هسته‌ها می‌گردد.

همه اشیا فیزیکی تحت اثر اندرکنش گرانشی قرار دارند. این اندرکنش، حرکت سیاره‌ها، ستارگان و به‌طور کلی ساختار کیهان نجومی را تعیین می‌کند. در جهان ذرات، اندرکنش گرانشی به سبب کم بودن جرم ذره‌ها، مستقیماً ظاهر نمی‌شود، اما امکان دارد که در این‌جا هم اندرکنش گرانشی نقش اساسی داشته باشد، هر چند که هنوز این امر شناخته نشده است.

اندرکنش‌های بنیادی به وسیله صورت‌های ویژه تقارن مشخص می‌شوند. یعنی اندرکنش مورد نظر در تبدیلات خاصی بلا تغییر می‌ماند. این تبدیلات (که همواره گروه خاصی را تشکیل می‌دهند) ممکن است تبدیل مختصات و زمان یا جای‌گزینی برخی ذرات توسط ذرات دیگر یا سایر تبدیل‌های پیچیده‌تر و ظریف‌تر باشد. این نکته فوق‌العاده مهم است که به هر نوع تقارن یک قانون بقا مرتبط می‌شود.

همین شرح مختصر درباره جهان بی‌نهایت کوچک، زمینه را برای این ادعا فراهم می‌سازد که جهان بی‌نهایت کوچک در کل و نیز در هر یک از اجزای متشکله‌اش دارای خواص پایان‌ناپذیر است.

آن چه لنین در مورد الکترون گفته است، نه تنها در الکترون بلکه در همه اشیا

دیگر جهان بی‌نهایت کوچک، صادق است واصل پایان‌ناپذیری که توسط لنین بیان شده به‌عنوان يك اصل شناخت ازسوی طبیعت پژوهان مورد استفاده روزافزون قرار می‌گیرد. سیل فرانک پاول<sup>۱۴</sup>، فیزیک‌دان برجسته انگلیسی که در دانشگاه بریستول تدریس می‌کرد، گفته است که: «فیزیک هسته‌ای و فیزیک ذره‌ای و مطالب مربوط به این‌ها که در این مجمع مورد تبادل نظر قرار گرفته است، از عمده‌ترین نکات رشد یابنده علم است و به‌زودترین نفوذ ما به ساختار جهان مادی مربوط می‌شود. از عهد کلاسیک کهن، این امر عموماً مورد قبول بوده است که روزی فرا خواهد رسید که فرایند غور عمیق‌تر در ماهیت ماده به پایان برسد. اما دیگر چنین مطلبی را نمی‌توان عنوان کرد... من اخیراً به‌نکته شگفت‌انگیزی برخورد کرده‌ام که توسط لنین در سال ۱۹۱۲ در کتاب ماده گرایی و نقد تجربی<sup>۱۵</sup> ابراز شده است. در آن زمان، الکترون تنها ذره بنیادی شناخته شده بود و جهان علمی کلاگرایش به این تفکر داشت که ذرات ثابت و تغییرناپذیرند. لنین در چنین شرایطی اظهار داشت که: الکترون پایان‌ناپذیر است.»<sup>۱۶</sup>

شوی چی ساکانا، دانشمند برجسته ژاپنی در فیزیک نظری نیز همین برداشت را در آثارش منعکس کرده است. بنا به تصدیق خود او، ماتریالیسم دیالکتیک وی را به این نتیجه رسانده است که «با پیشرفت روش‌های تجربی مدل‌های ذرات بنیادی تغییر شکل خواهد داد. برداشت مبتنی بر یک شکل خاص و پای‌بندی سرسختانه به آن، ماورای طبیعی است... لنین در مقام یک فیلسوف بزرگ اعلام داشته است که: الکترون نیز پایان‌ناپذیر است.»<sup>۱۷</sup>

اظهار نظرهای متعدد دیگری می‌توان نقل کرد که ازسوی فیزیک‌دانانی که به اهمیت اصل پایان‌ناپذیری پی برده‌اند، ابراز شده است. همه این‌ها معتقدند که این اصل فلسفی به‌صورت يك اصل راهنما و روش شناختی برای فیزیک نوین درآمده است.

در حال حاضر، وضعیت ذرات بنیادی و هسته اتم در فیزیک به تعبیری معماگونه است: از یک سو، اطلاعات فراوانی در باره ساختار ماده وجود دارد و ازسوی دیگر، هنوز نمی‌توانیم ذرات بنیادی کشف شده را (که تعدادشان پیوسته روبه‌افزایش است) به‌نحو کم و بیش قابل اطمینانی دسته‌بندی کنیم. نقش برخی از این ذرات در طبیعت هنوز شناخته شده نیست. مثلاً، مزون<sup>۱۸</sup> در فیزیک «کار»ی ندارد و وجودش اضافی به نظر می‌رسد. این ذره ۲۵۶ بار از الکترون سنگین‌تر است. اما این تنها فرقی است که تاکنون بین این دو ذره شناخته شده است.

موئون‌ها چه نقشی در طبیعت دارند و راز پیوند جدایی‌ناپذیرشان بانوترینو چیست؟

۱۴ - Cecil Frank Powell (۱۹۰۳ - ۱۹۶۹) کاشف پیون‌ها، وی پس از جنگ

جهانی دوم در نهضت‌های هواداری از صلح و همکاری علمی بین ملت‌ها فعالیت داشت.

۱۵ - در واقع این اثر در سال ۱۹۰۹ منتشر شده است (گت).

۱۶ - سخن‌رانی پایانی سمپوزیوم ورشو درباره «چشم انداز فیزیک هسته‌ای، فیزیک ذرات

بنیادی، شیمی پرتوها و شیمی هسته‌ای».

۱۷ - کتاب «لنین و علوم طبیعی» (به زبان روسی)، مسکو، ۱۹۶۹، صفحه ۱۶۹.

(تاکنون هیچ تلاشی موثون بدون شرکت نوترینو یافت نشده است)؛ فیزیک نوین هنوز پاسخی برای این پرسش‌ها نیافته است.

نوترینو هم در ا بهام دست کمی از موثون ندارد. نوترینو (بر اساس اطلاعات موجود)، همچون فوتون فاقد جرم سکون است، اما ضد ذره‌ای در مقابل آن موجود است؛ در حالی که ضد ذره‌ای در برابر فوتون وجود ندارد. چهار نوع نوترینو وجود دارد (با احتساب ضد ذرات): یک نوع نوترینو همیشه در تلاشی پیون منفی، با الکترون همراه است، در حالی که نوع دیگر با موثون منفی همراه است. علت این‌ها هنوز روشن نشده است. اکنون در اختر فیزیک (فیزیک نجومی) پذیرفته شده است که نوترینو نقش مهمی در تعادل انرژی ستارگان دارد. بررسی‌های نظری حاکی از آن است که تعداد ضدنوترینو های تاییده شده توسط خورشید آن قدر هست که بتوان آن را در زمین به‌طور تجربی ردیابی کرد. آزمایش‌های دقیق نشان داده است که جریان ضد نوترینوها از خورشید به میزان قابل توجهی ضعیف‌تر از آن است که بر اساس مدل فرایندهای درون خورشیدی پیش‌بینی شده است، و این جریان هنوز در زمین ردیابی نشده است. مسئله همچنان باقی است و پژوهش پیش‌تری را می‌طلبد.

نکته غریب دیگر این که نوترینوهایی که در فرایندهای مختلف پدید می‌آیند همیشه دارای پیچش ۱۸۰ درجه هستند. یعنی پیچش آن‌ها بستگی به شرایط پیدایششان ندارد. علم هنوز قادر بدتوجیه این مطلب نیست و نمی‌تواند دلیلی برای این بی‌تقارنی فضایی خاص ارائه دهد.

قبلاً اشاره کردیم که با پیشرفت فیزیک نه تنها از تعداد سؤالات بدون پاسخ کاسته نمی‌شود، بلکه در واقع تعداد آن‌ها افزایش می‌یابد. چرا چنین است؟ تنها با مراجعه به اصل پایان ناپذیری ماده در حال حرکت می‌توان پاسخی کلی برای این سؤال یافت.

نفوذ هرچه ژرف‌تر به اشیا و فرایندهای مورد بررسی، علاوه بر عرضه اطلاعات نو، سؤالات تازه‌ای را نیز به‌میان می‌کشد و این خود ما را به پذیرفتن تعدد پایان ناپذیر خواص، اندرکنش‌ها و صورت‌های ماده در حال حرکت و صفات آن رهنمون می‌سازد. در ابزارهای ذهنی علم نیز اصلاحات پیوسته صورت می‌گیرد. مفهوم‌های اولیه‌ای چون کل و جزء و بنیادی و بسیاری دیگر، اهمیت خود را از دست می‌دهند. اظهارات مبتنی بر این که شناخت منجر به ایجاد تصویر هرچه ساده‌تری از جهان می‌شود و کشف «ماده بدوی» و «اجزای ساختمانی» ماده را که همه چیز از آن تشکیل یافته است در پی دارد، با مخالفت مواجه شده است.

کاملاً به‌عکس، گسترش دانش ما پیدایش نظرات و مفاهیم هرچه پیچیده‌تری را به‌همراه دارد. مثلاً مفهوم تابع موجی در مکانیک کوانتوم، مشخصاً پیچیده‌تر از مفهوم نقطه‌مادی در مکانیک کلاسیک است. مدل اتمی بور-زومرفلد، بفرنج‌تر از مدل راطرفورد است و مدل فعلی باز به مراتب پیچیده‌تر است. به عقیده ما، این فکر که پیشرفت علم موجب

سادگی می‌شود و این که هرچه ساده است، حقیقت دارد، در علوم نوین صادق نیست. دو واژه حقیقی و ساده مترادف نیستند. نشانه اساسی درست بودن مدل‌ها و مفهومی‌های مسا سادگی آن‌ها نیست بلکه ارتباط آن‌ها با واقعیت عینی است ارتباطی که در جریان فعالیت تولیدی اجتماعی - تاریخی انسان محقق می‌شود.

تلاش موجهی که برای ساده کردن نتایج علمی به عمل می‌آید، در جهت نیل به حقیقت نیست، بلکه در جهت نمایاندن هرچه مؤثرتر آن است. گرایش به سادگی ربطی به روش‌های شناخت طبیعت ندارد، بلکه به شیوه‌های نشان دادن نتایج شناخت مربوط می‌گردد. قضیه مشهور نیوتون دایر بر این که طبیعت ساده است و پیرایه عوامل زاید را در آن راه نیست، در مورد طبیعت صدق نمی‌کند، زیرا در پدیده‌های طبیعی، کارکردهای علت و معلولی عینی در کار است؛ قضیه مزبور تنها در مورد فرضیات ما در باره علت یک پدیده مفروض صادق است. معنای منطقی قضیه فوق این است که ما باید در فرضیات خود، اساسی‌ترین علت‌های هر پدیده را در شرایط داده شده منعکس کنیم. با توجه به این که برشردن تمامی پیوندهای یک پدیده مفروض با سایر پدیده‌ها ناممکن است (زیرا این پیوندها پایان ناپذیرند)، باید بتوانیم مهم‌ترین این پیوندها را در این میان مجزا کنیم. اطلاق سادگی به طبیعت، با پایان‌ناپذیری و نامتناهی بودن آن در پهنای و ژرفای ناسازگار است.

طبیعت، در خود و به خودی خود، نه ساده است و نه پیچیده. سادگی و پیچیدگی مقولاتی از شناخت ما هستند که با یکدیگر در آمیخته و به یکدیگر متکی‌اند و گوناگونی و پایان‌ناپذیری واقعیت عینی را به طور ناقص منعکس می‌کنند. هم در مدل‌های ساده و هم در مدل‌های بغرنج، حقیقت مستتر است و هیچ پایه علمی جدی برای این ادعا موجود نیست که حقیقت همیشه ساده است و همه پدیده‌ها را می‌توان در تحلیل نهایی به وسیله یک علت واحد توضیح داد.

پیچیدگی یعنی چند سویه بودن، تاریخمند بودن، یک پارچه بودن و داشتن پیوندهای گوناگون. در مقابل، سادگی یعنی گسسته بودن، یک سویه بودن و ثابت بودن. سادگی خود وجهی از پیچیدگی است. بسیاری از دانشمندان برجسته (اینشتین، وینر و دیگران) در آثارشان از اهمیت عظیم اصل سادگی سخن گفته‌اند، اما اگر آثار آن‌ها را به دقت بخوانیم، متقاعد می‌شویم آنچه را که آن‌ها ساده می‌نامیدند در واقع بسیار پیچیده بود و تنها به این علت به نظرشان ساده می‌آمد که آنان خود این دانش را به سوی کمال پیش می‌بردند. وقتی کسی چیزی را می‌داند یا قادر به انجام کاری است، آن چیز یا آن کار به نظرش ساده می‌آید. البته ما اهمیت اصل سادگی را در شناخت انکار نمی‌کنیم، ولی در عین حال معتقدیم که نباید در مورد اهمیت آن اغراق شود.

از آنجا که دنیای پیرامون ما پیچیده و چند سویه است، بازتاب این جهان عینی در دستگاه مفاهیم و قوانین علوم طبیعی نیز پیچیده و چند سویه است. اما، گهگاه برای روشن کردن آنچه در یک وضعیت مشخص یا یک پدیده مفروض، مهم، اساسی و تعیین کننده است، به افتراء می‌پردازیم: آنچه را غیر اساسی و فرعی است، رها می‌کنیم و مدل

ساده‌ای از فرایند پیچیده بنا می‌کنیم. با این حال، همواره باید به یاد داشت که این گونه مدل‌ها ابدی نیستند و مدل‌های دیگری که مجموعه پایان‌ناپذیر خواص و ساختارهای اشیا و پدیده‌های مادی را بهتر منعکس کنند، جای‌گزین آن‌ها خواهند شد.

يك مثال مشخص در این مورد، وضعیتي است که در دهه‌های اخیر در مطالعه کیهان نجومی پیش آمده است، بدین عنوان که مدل نسبتاً ایستا و ساده جهان بزرگ جای خود را به يك مدل پویا و تکاملی داده است. اخترشناسان و دانشمندان اخترفیزیک با برخورداری از فن‌آوری (تکنولوژی) نوین - دوربین‌های عظیم نوری و رادیویی - و با استفاده از شیوه‌های مبتنی بر پرتو فرسرخ و پرتو ایکس در نجوم، اطلاعات جدیدی در مورد کیهان به دست آورده‌اند، که نشان دهنده تکامل آن و وجود فرایندهای ناپایستا در آن است. نظریه نسبیت عمومی اینشتین (نظریه گرانشی نوین) اهمیت خطیری در ایجاد نظرات ما در باره کاینات داشته است. در سال ۱۹۲۲، آ. فریدمان ۱۹ دانشمند شوروی، ضمن مطالعه معادلات نظریه نسبیت عمومی، نشان داد که جهان باید در يك حالت تکوینی باشد و نیز این که جهان در حال گسترش است (هرچند که فرایندهای دیگر - ضربان و انقباض - امکان‌پذیرند)، یعنی کهکشان‌ها باید در حال دور شدن از یکدیگر باشند. مشاهدات، نتیجه‌گیری‌های فریدمان را تأیید کرد.

محاسبه نشان داد که حدود ۱۵ الی ۱۵ میلیارد سال پیش، جسم متشکله اشیاي اختر فیزیکی در يك شیء واحد با تراکم و جرم فوق‌العاده زیاد (اتم اولیه) متمرکز شده بود و منفجر گردید. از آن زمان، کیهان نجومی در حال گسترش بوده است. علم هیچ توضیح روشنی در مورد دلایل این انفجار یا فرایندهایی که پیش از آن رخ داد، در دست ندارد و نمی‌تواند بگوید که این شیء فوق‌العاده فشرده که جهان ما از آن پدید آمده، به چه صورت بوده است.

بیش از ۲۵ سال پیش، ژرژ گاموف فیزیک‌دان نظری آنچه را عموماً نظریه «انفجار بزرگ» ۲۰ جهان در حال گسترش می‌دانند، عنوان کرد. گروهی از کیهان‌شناسان نظری شوروی به سرپرستی یا. زلدویچ (عضو فرهنگستان) کمک مهمی بدیدایش این مدل کردند. اگر این فرضیه درست باشد، باید پرتوهایی با دمای  $3K^{\circ}$  (۳ درجه بالای صفر مطلق) بر جای مانده باشد. این پرتو حدود ده سال پیش کشف شد و تأیید دیگری بود بر انفجاری که نقطه شروع گریز متقابل کهکشان‌ها بوده است.

بررسی جهان به عنوان يك کل (کیهانی) و به صورت اشیاي نجومی جداگانه (اختر فیزیک) حجم عظیمی از اطلاعات درباره جهان بزرگ فراهم آورده است. اعضای جدیدی نیز به خانواده ستارگان و کهکشان‌ها افزوده شده است. فرااخترها (کوازارها)، تب اخترها (پولسارها)، کهکشان‌های پرتوی، ستاره‌های پرتو ایکس و چیزهای دیگر، کشف شده‌اند. اخترشناسان، نواخترها و ابرنواخترها ۲۱ را دلایل تکوین «جمعیت» ستارگان می‌دانند و قضیه وجود اجسام غریبی به نام «حفره‌های سیاه» را مطرح می‌سازند.

حفره‌های سیاه اشیایی هستند که تشعشع نمی‌کنند، بلکه تنها جذب می‌کنند. علت اطلاق نام مزبور به آن‌ها همین است. منشأ حفره‌های سیاه را بدین ترتیب توضیح می‌دهند که هرگاه جرم ستاره‌ای دویا سه‌برابر بیش از جرم خورشید باشد، پس از آنکه ذخیره سوخت هسته‌ای‌اش به پایان رسید، سرد خواهد شد و فشار گرمایی آن از بین خواهد رفت (با ایجاد حالت تعادل) و نیروهای گرانشی شروع به درهم فشردن آن ستاره می‌کنند. هنگامی که ستاره آنقدر منقبض شود که شعاعش کمتر از شعاع گرانشی آن

شود، فروپاشی گرانشی رخ می‌دهد: میدان گرانشی در سطح ستاره به میزان  $Rgr = \frac{2\gamma M}{c^2}$

نامحدودی افزایش می‌یابد و ستاره غیرقابل مشاهده می‌شود. با گذشت هر سال، تعداد حقایقی که می‌تواند به‌عنوان دلایل وجود حفره‌های سیاه مورد تفسیر قرار گیرد، افزایش می‌یابد. به‌هر حال، هیچ پایه علمی برای این که تاییده نشدن علایم از این اشیا را دلیل «ناپدید شدن ماده» بدانیم، وجود ندارد.

یا. ب. زلدویچ و ای. د. نوویکوف به‌درستی این دعاوی ضد علمی را، که در اصل ایده آلیستی هستند، مورد نقد قرار داده‌اند. ناپدید شدن علایم ذراتی که در جریان فروپاشی مدفون می‌شوند، در حقیقت به‌معنی مرگ آن ذرات نیست. هم‌چنان که وقتی کسی در پشت دیواری پنهان شود، این را به‌حساب مرگ او نمی‌گذاریم.

نواخترها (ستارگانی با درخشندگی  $10^4$  الی  $10^6$  برابر میزان متوسط) حدوداً سالی یک‌بار در کهکشان ما ظاهر می‌شوند. ابرنواخترها (که هنگام ظهور درخشندگیشان  $10^8$  تا  $10^{10}$  برابر میزان متوسط است) بسیار به‌ندرت مشاهده می‌شوند. طی هزارساله اخیر، تنها چهار ابرنواختر شناخته شده است.

ثابت شده است که جسم جهان اساساً از ئیدروژن (تقریباً ۷۵ درصد جرمی) و هلیوم (تقریباً ۳۰ درصد) تشکیل شده است. این مطلب نیز پذیرفته شده است که هنگامی که ستاره‌ای از تراکم ماده بین ستارگان پدید می‌آید، تابش پرتوان انرژی از آن آغاز می‌شود. این انرژی در اثر تبدیل ئیدروژن به هلیوم که یک واکنش گرما هسته‌ای است، به دست می‌آید. پس از آن که ئیدروژن موجود به‌مصرف رسید، استحاله عناصر در یک واکنش زنجیری رخ می‌دهد که منجر به تشکیل آهن می‌شود. پیدایش یک هسته آهن در مرکز ستاره، در این مرحله که مرحله انقباض گرانشی است، یک منبع انرژی در مرکز ستاره به‌وجود می‌آورد و دمای مرکز ستاره رو به افزایش می‌نهد. افزایش دما موجب تلاشی آهن به نوترون، پروتون و هسته هلیوم می‌شود. در این فرایند، انرژی جذب می‌شود. همه این‌ها موجب کاهش پایداری می‌شود و در نتیجه انقباض سریع آغاز می‌شود. در عین حال پوسته خارجی ستاره منبسط می‌شود و افزایش عظیمی در درخشندگی رخ می‌دهد. تصویری از تکوین ستاره تا مرحله ابرنواختر توسط فردهویل، ۲۲، اختر فیزیک‌دان انگلیسی و ویلیام فولر، ۲۳ فیزیک‌دان آمریکایی عرضه شده است.

هر ابر نواختر (با جرمی ۲۵ برابر جرم خورشید) حدوداً صدروز می درخشد و درخشندگی آن چندین میلیارد برابر خورشید و قابل مقایسه با درخشندگی کل کهکشان ماست.

فرضیه‌های دیگری نیز در مورد پیدایش ابرنواخترها وجود دارد. در همه این فرضیه‌ها سؤالات پاسخ نیافته‌ای باقی مانده است.

تپ اخترها (یا ستارگان نوترونی) که وجودشان در سال ۱۹۶۸ کشف شد، در حال حاضر بازمانده ابرنواخترها محسوب می‌شوند، هرچند که تنها در بازمانده دو ابر نواختر دیده شده‌اند و در سایر موارد یافته نشده‌اند. در بازمانده سایر ابرنواختران، سحابی‌ها ۲۲ مشاهده شده‌اند که منبع پرتوهای رادیویی قوی هستند.

زمانی بود که نسل‌های متعدد اخترشناسان حرکات مشابهی را در ستارگان مشاهده می‌کردند و در طول قرن‌ها نوساناتی زخ می‌داد یا به ندرت ابرنواخترانی دیده می‌شدند. اکنون وضع بسیار تغییر کرده است. علاوه بر اجسام کلاسیک نجومی، مشاهداتی در مورد اجسامی صورت می‌گیرد که رفتارشان مثلاً در مقیاس زمانی از درجه ۳۳ تا ۵ ثانیه که زمان تناوب چرخش سریع‌ترین تپ اخترشناخته شده است بیان می‌شود.

در حال حاضر دودیدگاه مخالف هم درباره تاریخچه اجسام مادی، که کیهان نجومی را می‌سازند، وجود دارد. بنابراین نقطه نظری که کلاسیک نامیده می‌شود، زایش و تکوین این اجسام، فرایند تمرکز سحابی‌های گازی اولیه است. نقطه نظر دیگر که توسط و. آ. آمبارتسومیان<sup>۲۵</sup> (عضو فرهنگستان) و پیروانش مطرح گردید، حاکی از آن است که جهت اصلی تکوین اجسام فشرده (یا درست‌تر، فوق‌العاده فشرده) به پخش آن‌هاست.

آمبارتسومیان موضوع فعالیت هسته‌های کهکشانی را مطرح ساخت که بر اساس آن کهکشان‌ها کلاً از اجسام فوق‌العاده متراکم - که بازمانده‌شان هسته‌هایی است که در حال حاضر قابل مشاهده است - پدید آمده‌اند. کاملاً امکان دارد که این اجسام فوق‌العاده متراکم چیزی جز ماده دریک حالت خاص و منفرد نباشد که گسترش آن در مقایسه با بخش دیگر (بزرگ‌تر) ماده، با مانع مواجه شده باشد. این هسته‌های ممانعت شده از گسترش، «حفره‌های سفید» نامیده شده‌اند.

وجود دو برخورد بنیادی و مخالف هم نسبت به تکوین جهان نشان می‌دهد که شواهد کافی برای تأیید کامل یکی از این دو در دست نیست. پی‌جویی شواهد بر عهده علوم طبیعی است، نه فلسفه. آن چه برای ما مهم است، برخورد فلسفی با کل مسئله است و این برخورد نیز روشن است: اشیای اختر فیزیکی جدید کشف می‌شود و خواص نوینی از اشیای شناخته شده، معلوم می‌گردد که این‌ها بار دیگر درستی این قضیه را تأیید می‌کند که جهان به عنوان موضوع شناخت، پایان‌ناپذیر است.

کوشش عده زیادی از فیزیک‌دانان و اختر فیزیک‌دانان کشورهای مختلف، اطلاعات علمی گرانبهایی درباره منشأ ستارگان و سایر اجسام کیهانی، منابع انرژی



موجود در آنها و ترکیب شیمیایی در داخل اجسام کیهانی فراهم آورده است. در مقیاس بخشی از عالم که مورد بررسی قرار می‌گیرد، تلاشی و ترکیب عناصر شیمیایی جنبه‌هایی از یک تضاد دیالکتیکی است که ابدیت، نامحدود بودن و پایان‌ناپذیری ماده در حال حرکت را بیان می‌کند.

ماده در حال حرکت، نامحدود پایان‌ناپذیر، در کلیت تغییر پذیر خود سازنده جهانی است که موضوع مطالعه علوم طبیعی و از جمله علوم اختر فیزیکی است.

جهان در تنوع صورت‌های محدود خود متجلی می‌شود و هر یک از صورت‌ها وحدت دیالکتیکی محدود و نامحدود است. تبدیل پذیری متقابل ذرات بنیادی و میدان‌ها، تکوین منظومه‌های ستارگان، پرتوهای باقی مانده از انفجار بزرگ، تلاشی رادیو اکتیو و تولید عناصر شیمیایی، مانند بسیاری حقایق دیگر، شواهدی از اندرکنش، تغییر، حرکت و تکامل در جهان‌های بی‌نهایت کوچک و بی‌نهایت بزرگند.

مدل‌های مختلف ساختار ماده و میدان، فضا و زمان، کهکشان‌ها، انواع گوناگون ستاره‌ها و کیهان (نجومی) دارای سیر تاریخی‌اند و جنبه‌های خاصی از وجود ابدی ماده در حال حرکت را منعکس می‌کنند.

لئون بریوئین دانشمند برجسته فرانسوی می‌نویسد: «بحث درباره آفرینش جهان کار با شکوهی است، اما باید به خاطر داشت که مدل‌ها متکی به تخیل هستند و نباید از خواننده انتظار داشت که مدل مبتنی بر انفجار اتمی ناگهانی یا گسترش به جلو و عقب از  $-\infty$  تا  $+\infty$  را بپذیرد. جای شگفتی است که این مدل‌ها حقیقی درآیند و باور کردن آن‌ها چندان آسان نیست.»<sup>۲۶</sup>

در حقیقت، همه ملاحظات مربوط به منشأ و پیدایش جهان - به مفهوم کل جهان مادی و ماده به طور کلی - فاقد معنای علمی است. در عین حال، انتقاد بریوئین نمی‌تواند در مورد نظریه «انفجار بزرگ» صادق باشد. این مدل خاص کیهان‌شناسی در حال حاضر کاملاً متکی بر مشاهده است. باید توجه داشت در درس‌هایی که در پرتو تکامل فیزیک در قرن بیستم آموخته‌ایم، استدلال‌هایی که بر اساس نامحتمل یا غریب بودن یک مدل کیهان‌شناسی برای رد آن مدل عنوان می‌شود، قابل قبول و متقاعد کننده نیست. اختر فیزیک نوین دارای مدل‌های گوناگونی برای توضیح فرایندها و پدیده‌هایی است که به بخشی از عالم، که در قلمرو مطالعه ماست، مربوط می‌شود. اما مطلق کردن این مدل‌ها، فرضیات و نظریه‌ها، با جوهر علم به عنوان نظام دایم‌التکاملی از معرفت‌نا سازگار است. هر مدل یا فرضیه یا نظریه، قاعدتاً عناصری از حقیقت مطلق را در خود دارد، اما در کل چیزی جز حقیقت نسبی نیست. حتی نظریه‌ای بنیادی چون نظریه نسبیت عمومی، تنها مرحله‌ای از شناخت جهان مادی است. آ. ز. پتروف<sup>۲۷</sup> متخصص برجسته شوروی در زمینه نظریه نسبیت، بسیار درست به این نکته اشاره کرده است:

۲۶ - Leon Brillouin در کتاب «بازنگری به نسبیت» (به زبان انگلیسی)، چاپ ۱۹۷۵.

«دوران احترام شوق‌آمیز نسبت به فرضیه درخشان اینشتین به پایان رسیده است. اکنون صدای گام‌های سنگین فرمانروای فیزیک به گوش می‌رسد. این فرمانروا که تجربه نام دارد، به راه خود ادامه می‌دهد و تنها اوست که می‌تواند حکم کند در این فرضیه چه چیز مورد تأیید طبیعت است و چه چیز باید کنار گذاشته شود.»

فلسفه ماورای طبیعی و تفکر مکانیکی با مقولات جامدشان دیگر نمی‌توانند پاسخگوی نیازهای تکامل پرغلیان و متضاد علم امروز باشند. نفی طرح‌ها و مدل‌های ثابت و در آمیختن نظریه‌های مجزا، نفی اندیشه نامتغیر بودن اشیای مادی، پذیرفتن وجود پیوندها، گذارها و وحدت‌گرایی‌های متضاد، همان‌طور که لنین پیش‌بینی می‌کرد، دانشمندان را به تفکر دیالکتیکی در مقوله‌های سیال و ناپایدار سوق می‌دهد. علم خود نشان داده است که تنها نظریه علمی در مورد شناخت، که پاسخگوی نیازهای علوم نوین باشد، نظریه‌شناختی است که از سوی ماتریالیسم دیالکتیک عرضه شده است.

به گمان ما شواهدی که در این مقاله آورده شده، به‌طور متقاعد کننده‌ای نقش عظیم ماتریالیسم دیالکتیک را از نظر روش‌شناسی نشان می‌دهد و به‌خصوص نشان دهنده اهمیت اصل لنین در مورد پایان ناپذیری جهان مادی و اشیای آن است. این اصل به یافتن جهت درست برای پژوهش‌های علمی کمک می‌کند و در فیزیک نوین نقش مهمی به‌عهده دارد.

# قوانین بقا در فیزیک نوین

(بخش اول)

خانواده در حال گسترش قوانین بقا جزو اصول وقوانین نظری وشناختی است که در پیدایش دانش مربوط به جهان فیزیکی نقش مهمی دارند. در وهله نخست، باید توجه داشت که این قوانین با اصول فلسفی، از قبیل حدوثناپذیری وپایانناپذیری ماده و صفات ذاتی آن واصل علیت، ارتباط دارند. می‌دانیم که ماده ابدی است و اشکال بی‌شمار حرکت آن می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند. این قضایای بنیادی را می‌توان به شکل یک قانون عمومی بقای ماده در حال حرکت و تبدیل پذیری اشکال ماده و اشکال حرکت، بیان کرد.

مفهوم بقا، هم ارز مفهوم ماورای طبیعی تغییرناپذیری ماده نیست. ماده، در حالت حرکت و تغییر است که منشأ آن تضادهای درونی موجود در آن است؛ اما در خلال همه این تغییرات، به صورت واقعیت عینی موجود در خارج از شعور ما و مستقل از آن باقی می‌ماند.

بقا و تغییر، جنبه‌های متضاد پدیده‌ها و اشیای طبیعی هستند که در ذهن به صورت قوانین علمی منعکس می‌شوند. تضاد دیالکتیکی بقا و تغییر در قوانین حرکت پدیدار می‌شود. پیشرفت علوم طبیعی - و در رأس همه، فیزیک - پیوسته اطلاعات جدیدی در تأیید تغییرناپذیری قانون عمومی بقا و تبدیل اشکال ماده و حرکت، به صورت قوانین خاص بقا و تبدیل عرضه می‌کند که تعدادشان در فیزیک دائماً روبه افزایش است.

از میان همه قوانین فیزیک، قوانین بقا و تبدیل به عنوان ابزار یا شیوه شناخت نیروهای پنهان طبیعت، نقش خاصی دارند. مارکس، انگلس و لنین، قوانین بقای شناخته شده در آن زمان، یعنی قانون بقا و تبدیل انرژی را برای ماتریالیسم واجد اهمیت بنیادی محسوب داشتند. لنین در کتاب ماده گرایی و نقد تجربی نوشت که همه ماتریالیستها برای اثبات «اصول اساسی ماتریالیسم» قوانین بقا را می‌پذیرند.<sup>۲</sup>

برخلاف سایر قانونها، پذیرفتن هر یک از قوانین بقا الزاماً پیدایش یک مفهوم بنیادی جدید را در فیزیک به همراه دارد، مفهومی که قانون مورد بحث، درباره اش به کار می‌رود. اینگونه جداسازی مشخصه‌های نامتغیر (باقی) حرکت، یک گام اساسی و ضروری در شناخت آن است.

1 - Immutability

۲- لنین، «ماده گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴.

یکی از وجوه مشخصه قوانین بقا این است که می‌توانند به صورت محدودیتها یا حتی نفی مطلق ظاهر شوند و مبین این حقیقت باشند که فلان فرایند نمی‌تواند در شرایط مورد نظر رخ دهد. شناخت فرایند مورد بحث، غالباً از همینجا آغاز می‌شود. وقتی کسی به این نتیجه می‌رسد که فرایندی اصولاً ناممکن است، در تحلیل نهایی به کشف يك ارزش باقی (محفوظ- ثابت) نایل شده است. يك جنبه مهم قوانین بقا این است که در شکلی کلی و جدا از ماهیت مشخص خود بیانگر امکان‌پذیری یا امکان‌ناپذیری فرایندهای خاصی هستند. این امر یکی از تجلیات خصیصه مطلق آنها، یعنی عام بودنشان است، که با عام بودن سایر قوانین علوم، در اصل تفاوت دارد. قانون بقا و تبدیل انرژی، همه اشکال ممکن حرکت و همه انواع اندرکنش را در برمی‌گیرد و با دقت مطلق (در دستگاههای جداگانه) مشاهده می‌شود، در حالی که قانون گرانش عمومی نیوتون (به عنوان مثال)، تنها در محدوده خاصی از اندرکنشهای مادی (گرانش) صادق است و حتی در این محدوده نمی‌توان دقت آن را مطلق دانست (قوانین گرانش به صورت دقیقتر در نظریه نسبیت عمومی اینشتین بیان شده‌اند).

اکنون بد نیست به قوانین بقا، که در مدت طولانی پیشرفت دانش بشر نسبت به طبیعت یافته شده‌اند، نگاهی بیندازیم. سعی می‌کنیم نشان دهیم چگونه کشف قوانین جدید بقا موجب افزایش رشد علوم فیزیکی و پیشرفت نظریه ماتریالیسم دیالکتیکی شناخت شده است.

### قانون بقای جرم

حدس وجود قانونی کلی در مورد بقای ماده به دورانهای پیش از تاریخ بر می‌گردد و در نخستین دوران تمدن شناخته شده بود. از زمانهای بسیار دور این نیاز عملی مطرح بود که اشیا را با یکدیگر مقایسه کنند و معیارهایی برای امکان‌پذیری این مقایسه برگزینند. برای این منظور باید اجسامی متشکل از ثابتترین، پایدارترین و بادوامترین مواد انتخاب می‌شد. برای مقایسه اجسام و اشیا، وزنه‌هایی اختراع شد و در زندگی روز مره، تجارت و بعدها در پژوهش علمی، به کار رفت. همه پیشرفتهای بعدی دانش شیمی، مرتبط بود با استفاده از وزنه، و به کار گرفتن وزنه مبتنی بر این فرض است که وزن (جرم) مبنای ثابت باقی می‌ماند.

در آغاز دوران نوین، حجم عظیمی از اطلاعات تجربی، منجر به نتایجی شد، حاکی از وجود کمیت خاصی که در جریان تبدیلات شیمیایی ثابت باقی می‌ماند.

شرایط لازم برای پیدایش مفهوم جرم و کشف قانون بقای آن، در طول قرنها، فراهم شد. لزوم پیدایش مفهوم جرم تنها به خاطر مطالعه مستقیم خواص ماده نبود، بلکه این امر حاصل ملاحظات فلسفی کلی در مورد فناپذیری همه موجودات نیز بود. این تجربیات به نوبه خود حاصل تعمیم مجموعه دانش اثباتی بود که توسط تجربه جمعی تأیید شده بود.

م. و. لومونوسوف<sup>۲</sup>، دانشمند بزرگ روس، نخستین کسی بود که به‌طور تجربی ثابت باقی ماندن وزن را در جریان واکنشهای شیمیایی نشان داد (سال ۱۷۵۶). کارهای لومونوسوف و پس از او، لاوازیه، پایه‌ای برای کاربرد آگاهانه قانون بقای وزن (که آن را با جرم برابر می‌دانستند) در همه آزمایشهای شیمیایی و فیزیکی و نیز کارهای نظری، بنا نهاد. بدین ترتیب، این قانون بقا به‌صورت مبنای مکانیک کلاسیک و قانون بنیادی شیمی درآمد.

در آغاز قرن هفدهم، کیپلر با تعمیم مشاهدات پرشماری که توسط تیکوپراپه<sup>۴</sup> صورت گرفته بود، قوانین حرکت سیارات را کشف کرد؛ سیارات در مسیر بیضی حرکت می‌کنند که خورشید در یکی از کانونهای آن واقع است؛ خطی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، یا بردار شعاعی، در زمانهای مساوی مساحت‌های مساوی را جارو می‌کند؛ مربع دوران تناوب حرکت وضعی سیاره با مکعب فاصله آن از خورشید متناسب است. قابل ذکر است که در سال ۱۶۶۵، رابرت هوک<sup>۵</sup> که سرگرم پژوهش تجربی در قوانین گرانش بود، طی نامه‌ای به نیوتون، مشخصاً یادآور شد که جاذبه با عکس‌مجدور فاصله بین دو جسم جذب‌کننده، متناسب است.

اما قانون گرانش در این مرحله به‌دست نیامد، زیرا برای بیان آن، تعریف مفهوم جرم اجسام که توسط نیوتون انجام شد، ضروری بود. وی تأکید کرد مشاهدات تجربی و نجومی نشان می‌دهد که همه اجسام در نزدیکی زمین، به تناسب کمیت ماده‌ای که در هر یک موجود است، به‌سوی زمین کشیده می‌شوند. بنابراین، پیش از نیوتون کسی قادر نبود قانون گرانش عمومی را به‌دست آورد، زیرا نمی‌توانستند ارتباطی بین این حقیقت که نیروی گرانش تابعی از فاصله است (و آنها بدان آگاه بودند) با هیچ مشخصه ویژه‌ای از اجسام جذب‌کننده برقرار کنند. نیوتون از عهده این کار برآمد. وی مفهوم

جرم را بیان کرد و توصیف ریاضی قانون گرانش عمومی را به صورت  $F = K \frac{m_1 m_2}{r^2}$  عرضه کرد، که در آن  $K$  مقدار ثابتی است،  $m_1$  و  $m_2$  جرم اجسام مؤثر بر یکدیگرند و  $r$  فاصله بین آنهاست. باید توجه داشت که نیوتون دو مفهوم ماده و جرم را برابر به‌شمار نیاورد. نظر او این بود که، مفهوم «ماده» بوضوح عمومیت بیشتری دارد، حال آنکه جرم تنها یکی از وجوه ماده است. بعد از نیوتون بود که برخی از دانشمندان با اشتباه، جرم و ماده را برابر دانستند.

قانون گرانش عمومی نیوتون، در تحلیل نهایی منجر به ظهور مفهوم جرم گرانشی

۳- M. V. Lomonosov شیمیدان و نویسنده روس (۱۷۱۱-۱۷۶۵)، دنی سوفا شهر زادگاه وی در سال ۱۹۴۸ به نام او خوانده شد. در سال ۱۹۶۵ هم یکی از دهانه‌های آتشفشانی ماه را به اسم او نامگذاری کردند.

۴- Tycho Brahe (۱۵۴۶ - ۱۶۰۱) ستاره‌شناس و مؤلف دانمارکی که موقعیت سیارات و ستارگان را بدقت رصد کرد.

۵- Robert Hooke (۱۶۳۵ - ۱۷۰۳) فیلسوف، فیزیکدان، شیمیدان و مخترع انگلیسی.

گردید. این مفهوم، در عین حال مشخصات کیفی و کمی اجسام واقع در یک میدان گرانش را در بردارد.

نیوتون ضمن مطالعه حرکت اجسام تحت تأثیر نیروی اعمال شده بر آنها، توصیفی کمیتی برای جرم اجسام در حال حرکتی که مقدار نیروی محرک و شتاب حاصله در جسم معلوم است، ارائه کرد. کارکرد این قانون از مکانیک نیوتون  $F = am$  مبتنی بر این حقیقت است که نیرو با خواص لختی اجسام مرتبط است و جرم در اینجا در حکم میزان ماند (اینرسی) است.

بنابراین، یک جرم دیگر نیز در مکانیک نیوتون وارد شد که جرم ماند نام دارد و معلوم شد که جرم گرانشی و جرم ماند در هر جسم با یکدیگر برابرند.

رابطه  $F = am$  که در آن،  $a$  شتاب و  $m$  جرم ماند است، معمولاً از سوی فیزیکدانان

به عنوان نمونه‌ای از این حقیقت تفسیر می‌شود که جرم صرفاً ضریب تناسبی بین نیرو و شتاب است. البته، اندازه جرم را می‌توان از این راه به دست آورد، اما گذشته از روابط ریاضی باید خواص فیزیکی واقعی اشیای مادی و نیروهای فیزیکی واقعی را که در مفهوم جرم منعکس می‌شود، درک کنیم.

ارنست ماخ<sup>۶</sup>، فیزیکدان اطریشی، با حذف محتوای ماتریالیستی تعریف نیوتون از جرم، به نقد آن پرداخت. در تفسیر ماخ، علم چیزی جز ثبت اقتصادی تجربه نیست. مفهوم جرم، از دید او، حاوی هیچ نظریه‌ای جز تجربه نیست. او ارتباط بین جرم و مفاهیم ماده و ماند را نفی می‌کرد. به گفته ماخ، ماند بیان لفظی یک حقیقت تجربی است که عبارت است از تناسب بین نیرو و شتاب. ماخ با قلمداد کردن ماند به عنوان رابطه خاصی بین نیرو و شتاب، رابطه‌ای که از تجربه به دست آمده است، امکان آشکار شدن محتوای فیزیکی مفهوم جرم را منتفی دانست و جرم را تا حد یک ضریب تناسب، تنزل داد. در هر صورت، برنامه ماخ با اشتیاق چندانی از سوی فیزیکدانان روبرو نشد.

فیزیکدانان ضمن بررسی پدیده ماند، به این نتیجه رسیدند که هر جسم فیزیکی دارای این خاصیت است که تحت اثر عامل خاصی، سرعت خود را به‌روال معینی تغییر دهد؛ این خاصیت به صورت یک کمیت فیزیکی به نام جرم ماند بیان می‌شود. مطالعه دقیق نشان داده است که جرم ماند و جرم گرانشی از لحاظ عدد با یکدیگر برابرند. اما اینکه چرا جرم گرانشی و جرم ماند هر شیء فیزیکی بایک عدد واحد بیان می‌شوند و علی‌رغم ماهیت متفاوتشان با یکدیگر برابرند، رازی است که پاسخ آن هنوز برای علم شناخته شده نیست. برابری جرم ماند و جرم گرانشی نقش مهمی در علم دارد و یکی از اصول اولیه نظریه نسبیت عمومی است.

در مکانیک کلاسیک جرم هر جسم ثابت است. اما در اواخر قرن نوزدهم، تعدادی از فیزیکدانان بر اساس اطلاعات تجربی این فکر را مطرح ساختند که جرم هر جسم در

۶- Ernst Mach (۱۸۳۶ - ۱۹۱۶) فیزیکدان و فیلسوف اطریشی.

۷- نظرات ماخ، که مدعی بود نظام فلسفی اش فراتر از ماتریالیسم و ایده‌آلیسم است، در کتاب

«ماده گرایی و نقد تجربی» لنین مورد بررسی دقیق علمی قرار گرفت.

حال حرکت ثابت نیست، بلکه به صورت تابعی از سرعت آن تغییر می‌کند. تامسون<sup>۸</sup> فیزیکدان انگلیسی، نخستین کسی بود که در سال ۱۸۸۱ این نظر را مطرح کرد که تمامی جرم الکترون دارای منشأ الکترومغناطیسی است. وی کوشید تا مبنایی نظری برای ادعای فوق ارائه دهد.

قاعدتاً به نظر می‌رسد که قضیهٔ مزبور باید توسط این حقیقت تأیید شده باشد که فرمول وابستگی جرم به سرعت  $M_v = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$ ؛  $\beta = \frac{V}{C}$  (که در آن  $m_0$  جرم سکون

جسم،  $V$  سرعت آن و  $C$  سرعت نور در خلا است) که به وسیلهٔ لورنتس از فرضیه‌های مبنی بر این که ماهیت جرم کاملاً الکترومغناطیسی است، استنتاج شد، با نتایج تجربی بخوبی وفق می‌دهد. اما این وضع پیش نیامد.

نظریهٔ نسبیت خصوصی نشان داد که جرم، هر منشأی که داشته باشد و نه فقط منشأ الکترومغناطیسی، تابعی از سرعت است. اکنون فیزیک نیازمند مفاهیم نوی بود: «جرم سکون» و «جرم حرکتی».

با پیشرفت فیزیک، عناصر ساختاری جدیدی از اشکال فیزیکی ماده که همان ذرات بنیادی است، کشف شد. جرم ذرات بنیادی از طریق پژوهش در فرایندهای جهان بینهایت کوچک، به طور تجربی تعیین شده است. اما هنوز نمی‌توان اندازهٔ جرم آنها را از یک نظریهٔ عمومی بدست آورد.

فیزیک نوین می‌گوید که جرم هر ذرهٔ بنیادی، توسط ماهیت اندرکنش آن بایک خلا فیزیکی، معین می‌شود. چون الکترون و پوزیترون تنها در اندرکنش الکترومغناطیسی شرکت می‌کنند، عملاً جرمهای یکسانی دارند، مزونهای  $\pi$  مثبت و منفی در دو نوع اندرکنش الکترومغناطیسی و هسته‌ای وارد می‌شوند و آنها نیز عملاً جرمهای یکسانی دارند که ۲۷۵ برابر جرم الکترون است، اما مزون  $\pi$  خنثی، که تنها در اندرکنش هسته‌ای ظاهر می‌شود، جرمی ۲۶۴ برابر جرم الکترون دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد که توضیحی برای تفاوت جرم پیونهای باردار و خنثی یافته باشیم. اما هنوز این راز در فیزیک نوین گشوده نشده است که چرا الکترون و مزون  $\mu$  که هر دو تنها در اندرکنش الکترومغناطیسی وارد می‌شوند، جرمهایشان مشخصاً متفاوت است.

همچنین باید توجه داشت که اگر در یک میدان، کوانت‌ها — که تبادل آنها موجب اندرکنشهای مربوطه می‌شود — دارای جرم سکون باشند، شعاع عمل محدود خواهد بود؛ در صورتی که ذرات تبادل شده، جرم سکونشان صفر باشد، شعاع عمل بینهایت خواهد بود. نکتهٔ فوق نشان‌دهندهٔ یک تفاوت کیفی دیگر بین ذرات دارای جرم سکون و ذراتی است که جرم سکونشان برابر صفر است (فوتونها و نوترینوها) و دارای این خاصیت مطلوب هستند که می‌توانند با حداکثر سرعت ممکن در طبیعت، یعنی  $C$  (سرعت نور

۸ — J.J. Thompson (۱۸۵۶ - ۱۹۴۰) فیزیکدان انگلیسی که وجود الکترون را ثابت کرد.

در خلأ) به حرکت درآیند.

بنابراین جرم يك مشخصه اتفاقی و کم اهمیت اجسام مادی نیست، بلکه یکی از خواص بنیادی اشیای فیزیکی است و با خصایص حرکت و پایداری نسبی آنها مرتبط است، در فیزیک نوین، جرم یکی از معیارهای تعیین کننده در پایداری هسته اتمهاست: هسته در صورتی پایدار است که تفاوت بین عدد جرمی و بار هسته (تفاوت بین تعداد پروتونها و نوترونهای هسته) از محدوده کوچکی خارج نشود. پایداری هسته توسط انرژی پیوند نوکلئونها بیان می شود که عبارت است از کاری که برای جدا کردن يك نوکلئون از هسته، باید انجام شود. انرژی پیوند به وسیله تفاوت بین جرم هسته و مجموع جرمهای جداگانه نوکلئونها - پیش از آنکه در هسته گرد آیند - تعیین می شود. باتکیه بر فیزیک نوین، می توان به این نتیجه رسید که هم در مورد جرمهای دوشیء فیزیکی متفاوت و هم در مورد جرمهای نظیر حالات مختلف يك شیء واحد، تفاوت کیفی وجود دارد. باید در پی درك این پدیده مهم باشیم و شاید راهنیل به درك ماهیت فیزیکی جرم، كشف ارتباطی میان اشیای مادی و میدانهای پیرامون آنها باشد.

در نوشته های مربوط به فیزیک، گهگاه به جملاتی برمی خوریم، دایر بر اینکه جرم، کمیت ماده است. به نظر ما چنین ادعایی، در بهترین حالت، نادقیق است. اینگونه تعریفها نشاندهنده تمایز ناخود آگاه به برابر شمردن یکی از خواص ماده (به عنوان واقعیت عینی) با خود ماده، به عنوان يك مقوله فلسفی است. ماده به عنوان يك مقوله فلسفی، و اشکال مشخص ماده - واقعیت عینی موجود در خارج و مستقل از عامل شناخت آن - هر دو يك چیز واحد نیستند. جرم یکی از خواص ماده است که تنها در برخی از حالات آن وجود دارد.

تعاریف بسیاری از جرم وجود دارد، اما هیچیک را نمی توان مطلوب، نسبتاً کامل، یا در برگیرنده همه تجلیات این خاصیت مشترك در حالت های مختلف ماده در حال حرکت، که موضوع مطالعه فیزیک است، به شمار آورد. در کتابهای درسی فیزیک، تعریفهای زیر برای جرم داده شده است: جرم هر جسم به معنای کمیت ماده موجود در آن است (ك. پوتیلوف)؛ خاصیت بنیادی ماده این است که حجم خاصی از فضا را اشغال می کند و دارای وزن است. در واقع در اینجا وزن بسادگی مبنای تعریف ماده قرار گرفته است. جرم اجسام به وسیله وزن آنها مقایسه می شود: از قانون دوم چنین نتیجه می شود که جرم در عین حال اندازه ماندنیز هست (ن. پاپالسکی)؛ در فیزیک، مفهوم جرم به دو خاصیت هر جسم اطلاق می شود: خاصیت وزن داشتن و خاصیت لختی داشتن. «لختی» بدین معنی است که جسم خود بخود سرعتش را تغییر نمی دهد و برای تغییر سرعت آن، اعمال يك نیروی خارجی لازم است. جرم اجسام به وسیله وزن آنها مقایسه می شود (ر. پل)؛ در هر جسم شتاب متناسب بانیروست. این ضریب تناسب چیزی است که اندازه جرم يك جسم را، که مشخص کننده میزان لخت بودن جسم است، معین می کند (آ. خایکین)؛ جرم خاصیت ویژه ای از هر شیء فیزیکی است، خاصیتی که آن شیء را از دیدگاه مقاومت در برابر تغییر سرعتش، توصیف می کند (ای. اشتراف)؛ میزان لخت بودن هر جسم، کمیتی



فیزیکی است که جرم آن جسم خوانده می‌شود (پ. استرلکوف)؛ اجسام مختلف تحت تأثیر نیروهای یکسان، شتابهای مختلفی می‌گیرند و اندازه این شتابها توسط خاصیت ویژه‌ای از جسم معین می‌شود. این خاصیت اجسام به وسیله یک مقدار خاص - که جرم جسم نام دارد - بیان می‌شود (س. فریش)؛ در مکانیک، جرم جسم را به عنوان مقدار لخت بودن آن می‌پذیرند (ای. اشپولسکی).

چندان جای تعجب نیست که ارائه تعریفی کلی از جرم که برای همه فرایندهای فیزیکی مناسب باشد، دشوار است. زیرا مقوله جرم از درجه کلیت بالاتری نسبت به سایر مقوله‌های فیزیک برخوردار است؛ برای بیان یک تعریف مناسب، درک عمیقتری در مورد ماهیت اشیای مادی در حال حرکت لازم است. تعریف جرم، به عنوان خاصیتی که در اشکال گوناگون ماده موجود است، به اندازه کافی کلی است، اما هیچ دلیلی ندارد که آن را پایان یافته تلقی کنیم. می‌دانیم که هر خاصیت یک شیء در روابط آن پدیدار می‌شود، اما این روابط در خود شیء ذاتی هستند و مشخصه‌های آن شیء به شمار می‌آیند و به آن شیء مربوطند، به طوری که خاصیت از رابطه متمایز است، هر چند که توسط آن منتجلی می‌شود.

بنابراین، ما قانون بقای جرم را می‌دانیم و آن را در شناخت طبیعت به کار می‌بریم، اما هنوز نمی‌توانیم دقیقاً بگوییم که جرم چیست، چرا انواع مختلف جرم وجود دارد، یا ماهیت تفاوت بین آنها چیست. این قضیه شگفت انگیز است، اما در مورد آن مأیوس نیستیم.

## قانون بقا و تبدیل انرژی

قانون بقا و تبدیل انرژی، از هر دو جنبه نظری و عملی، برای دیدگاه ماتریالیستی نسبت به جهان اهمیت فوق العاده‌ای دارد. این قانون در میان قوانین بقا جای خاصی دارد، زیرا به مطلق بودن، حدوث ناپذیری و پایان ناپذیری حرکت مربوط می‌شود.

تا پیش از نیمه دوم قرن نوزدهم، فیزیکدانان هنگام بحث در باره حرکت، مفاهیمی چون «نیرو» و «نیروی حیاتی» را به کار می‌بردند و اگر هم اصطلاحات «انرژی» و «کار» به میان می‌آمدند، نقش مستقلی نداشتند و مشتق از مفهوم «نیرو» محسوب می‌شدند. مفهوم «انرژی» تاریخچه‌ای طولانی دارد. این مفهوم در آغاز با شکل مکانیکی حرکت همراه بود.

سپس هامیلتون<sup>۹</sup> تابعی به عنوان نیروی نهفته (پتانسیل) را در دینامیک مطرح کرد (در اصطلاح امروزی، این نیرو بیان کننده انرژی کل دستگاه در مورد نیروهای ثابت است).

مرحله بعدی به توضیح ماهیت گرما مربوط می‌شد و سرانجام به اثبات معادل بودن اشکال گرمایی و مکانیکی حرکت منتهی شد.

۹- W. R. Hamilton (۱۸۰۵ - ۱۸۶۵) ریاضیدان ایرلندی.

در تفسیر نظری اطلاعات تجربی راجع به گرما، دوگرایش متمایز وجود داشت. برخی گرما را به صورت سیال و برخی دیگر آن را نوعی از حرکت می‌دانستند. در روسیه قرن هجدهم، لومونوسوف از این نظر پشتیبانی کرد که گرما نوعی از حرکت است. به گفته لومونوسوف، گرما از «حرکت درونی ماده» تشکیل می‌شود.<sup>۱۰</sup> با این وجود، سطح دانش در ایام لومونوسوف محدودیتهایی در نظریه او راجع به گرما ایجاد می‌کرد. بخصوص، چون لومونوسوف با اشکال غیر مکانیکی حرکت آشنا نبود، در برخورد با پدیده‌هایی که با تبدیلهای شیمیایی همراه بودند، دشواریهای زیادی داشت.

پس از سالها مبارزه علیه نظریه فلوژیستون، معادل مکانیکی گرما کشف شد و این امر به نوبه خود برای اثبات اصل تبدیل یک نوع حرکت به نوع دیگر و قانون بقا و تبدیل انرژی، اهمیت عظیمی داشت. در پرتو کارهای بنجامین رامفوردا<sup>۱۱</sup>، همفری دیوی<sup>۱۲</sup>، نیکولاسادی کارنو<sup>۱۳</sup>، آلساندر وولتا<sup>۱۴</sup>، آنتوان لاوازیه<sup>۱۵</sup>، رابرت می<sup>۱۶</sup>، جیمز ژول<sup>۱۷</sup>، هرمان همپولتس<sup>۱۸</sup>، هاینریش لنتز<sup>۱۹</sup> و رودولف کلاوزیوس<sup>۲۰</sup>، تصورات گوناگون در مورد سیالهای «بیوزن» بکلی کنار گذاشته شد و اطلاعات لازم برای پیدایش مفهوم نوین انرژی به دست آمد.

تأیید قرن نوزدهم، علم موفق به گردآوری اطلاعات فراوانی شد که وجود اشکال گوناگون حرکت ماده و پیوندهای میان آنها را تأیید می‌کرد. پژوهشگران، پدیده‌های متعدد مکانیکی، گرمایی و شیمیایی و همچنین پدیده‌هایی در ارتباط با مغناطیس و الکتریسیته کشف کردند. قانونی در مورد بقای «نیروهای حیاتی» برای فرایندهای

- 
- ۱۰ - «مجموعه آثار» لومونوسوف، جلد دوم، مسکو، ۱۹۵۱ (به زبان روسی).  
 ۱۱ - Benjamin Rumford (۱۷۵۳ - ۱۸۱۴) فیزیکدان آمریکایی - انگلیسی.  
 ۱۲ - Humphry Davy (۱۷۷۸ - ۱۸۲۹) شیمیدان انگلیسی که ۱۲ عنصر شیمیایی را کشف کرد.  
 ۱۳ - Nicolas Carnot (۱۷۹۶ - ۱۸۳۲) فیزیکدان فرانسوی، از بنیانگذاران علم ترمودینامیک.  
 ۱۴ - Alessandro Volta (۱۷۴۵ - ۱۸۲۷) فیزیکدان ایتالیایی، از نخستین پژوهشگران درباره برق.  
 ۱۵ - Antoine Lavoisier (۱۷۴۳ - ۱۷۹۴) شیمیدان فرانسوی که بنیانگذار شیمی نوین محسوب می‌شود.  
 ۱۶ - Robert Mayer (۱۸۱۴ - ۱۸۷۸) فیزیکدان و پزشک آلمانی که آزمایشهایی در ترمودینامیک انجام داد.  
 ۱۷ - James Joule (۱۸۱۸ - ۱۸۸۹) فیزیکدان انگلیسی.  
 ۱۸ - Hermann Helmholtz (۱۸۲۱ - ۱۸۹۴) پزشک، فیزیکدان، ریاضیدان و فیلسوف آلمانی.  
 ۱۹ - Heinrich Lenz (۱۸۰۴ - ۱۸۶۵) فیزیکدان آلمانی که همزمان با فاراده و هنری سرگرم پژوهش در الکتریسیته بود.  
 ۲۰ - Rudolf Clausius (۱۸۲۲ - ۱۸۸۸) فیزیکدان و ریاضیدان آلمانی.

مکانیکی بیان شد. اما اینها هنوز حقایق جداگانه بود، هر چند که موضوع ارتباط میان اشکال مختلف حرکت، کاملاً در علوم طبیعی جا افتاده بود.

مهر ۲۱، شیمی‌دان آلمانی در سال ۱۸۳۷ نوشت: «علاوه بر ۵۴ عنصر شناخته شده، تنها یک عامل دیگر نیز در ماهیت اشیا وجود دارد و آن، نیروست، که تحت شرایط مناسب می‌تواند به صورت حرکت، میل ترکیبی شیمیایی، جاذبه مولکولی، الکتروسیته، نور، گرما و مغناطیس متجلی شود و از هر یک از این پدیده‌ها، همه پدیده‌های دیگر را می‌توان به دست آورد. همان نیرویی که موجب بلند شدن یک چکش می‌شود، اگر به شیوه دیگری به کار گرفته شود، می‌تواند سبب انجام هر پدیده دیگری شود.»

ماکسی پلانک، ضمن توصیف اوضاع در این زمینه، بدستی دریافت که: «تنها یک گام تا موضوع مقیاس مشترک همه این نیروهای طبیعت که همگن فرض می‌شوند، باقی مانده است.» از طریق تحلیل تأثیرات حسی و به وسیله تعمیم اطلاعات تجربی در مورد حرکت، یک مشخصه واحد خواص بنیادی حرکت، متمایز گردید که همان انرژی است. این فرایند نمودار گذار ذهنی از خاص به عام و به مفهومی با محتوای عمیقتر بود.

حرکت، نقطه آغاز پیدایش مفهوم انرژی است. به هر حال، انرژی به عنوان شکلی از وجود ماده به صورت یک کل مشخص، خارج از فرایندی که توسط آن شناخته می‌شود و خارج از فرایند ظهور، تثبیت و تحول مفهوم انرژی، وجود دارد.

مفهوم انرژی، که منعکس کننده خاصیت ویژه‌ای از حرکت است، تنها با بررسی و روشن شدن تبدیلیپذیری متقابل اشکال مختلف حرکت ماده، قابل تفکیک بود؛ این موفقیت یک جهش انقلابی بود که جرعه اولیه آن، کشف قانون بقا و تبدیل انرژی بوده است. اثبات این قانون در حکم پیدایش مفهومی دایر بر اشکال گوناگون انرژی، ماهیت مادی آنها و تغییر آنها بر طبق یک قانون عمومی خاص بود.

مفهوم انرژی به عنوان یک انتزاع، که محتوای اساسی آن در پرتو قانون بقا و تبدیل انرژی آشکار می‌شود، ارتباط متقابل و وحدت اشکال کیفیتاً متفاوت انرژی را در بر می‌گیرد. اکنون انرژی به صورت مفهوم مرکزی در فیزیک درآمده است، مفهومی که دائماً در حال تکامل است و با افزایش اطلاعات و نظرات جدید، معنی تازه‌ای می‌گیرد. می‌یر و هلمهولتز در تکامل تاریخی و منطقی مفهوم انرژی، جای خاصی دارند. آن دو عملاً مفهوم سنتی «نیرو» را به شیوه‌ای گسترش دادند که اصولاً به شکل تازه‌ای درآمد و آن را به عنوان مقداری قلمداد کردند که هر یک از اشکال حرکت مادی و تبدیل آن به سایر اشکال را توصیف می‌کند.

پیش از می‌یر و هلمهولتز (و حتی در دوران حیات آنها)، «نیرو» معانی گوناگونی داشت و اغلب در معنای بسیار گسترده‌ای به کار گرفته می‌شد. انگلس دقیقاً در همین مورد گفته است که: «در مکانیک علل حرکت معلوم فرض می‌شود و به منشأ آنها توجهی نمی‌شود، فقط اثرات آنها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین اگر علت حرکت نیرو نامیده

۲۱. Karl Freidrich Mohr (۱۸۵۶ - ۱۸۷۹) شیمیدان و داروگر آلمانی که مخصوصاً به خاطر مطالعاتش در زمینه حجم گازها مشهور است.

شود، در مکانیک اشکالی پدید نمی‌آید، اما بر حسب عادت این اصطلاح به فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی نیز منتقل می‌شود و بنا‌گزریر موجب سردرگمی می‌شود. «۲۲»

می‌یر در مقاله‌ای به نام «مشاهداتی دربارهٔ نیروهای طبیعت بیجان» که در سال ۱۸۴۲ منتشر شد، هدف خود را به صورت توضیح مفهوم «نیرو» و روابط متقابل نیروهای گوناگون بیان کرد. از این مقاله معلوم می‌شود که می‌یر قضیهٔ «علت معادل معلول است» را به کار گرفت و ضمن استفاده از اصطلاح «نیرو»، در واقع منظورش انرژی بود که خاصیت بقا و تبدیل را داراست. او حتی توانست ارتباط میان پدیده‌های طبیعت بیجان و جاندار را دریابد. وی نوشت که: «هیچ فرایندی نیست که با تغییر شکل نیرو همراه نباشد!» او با تکیه بر جنبهٔ کیفی نیروها، آنها را نه به صورت تبدیلی‌پذیر به یکدیگر، بلکه به اشکال گوناگونی که در طبیعت ظاهر می‌شوند، در نظر گرفت.

می‌یر بر خصلت مستقل اشکال حرکت تأکید می‌کرد، که این نشان‌دهندهٔ دیدمادی اوست. وی نوشت: «هیچ مادهٔ مجرد وجود ندارد.» او با مفهوم ضدعلمی تأثیر «نیروهای حیاتی» در دنیای گیاهان و جانوران به شدت مخالف بود و فعالیت حیاتی انسان را جلوه‌ای از تغییر در اشکال انرژی می‌دانست، هر چند به کیفیت منحصر بفرد فرایندهایی که در زیست‌مندان زنده رخ می‌دهد، توجه داشت.

با اینهمه، می‌یر نمی‌توانست از تصور ماورای طبیعی نیروهای «بیوزن» - که آنها را در برابر مادهٔ مادی قرار می‌داد - خود را برهاند. وی در یکی از آخرین آثارش، در سال ۱۸۵۰ نوشت: «نیروها چیزهایی تغییر پذیر، نابود نشدنی و - برخلاف ماده - بیوزن هستند.»

هرمان هلمهولتز که در کشف قانون بقا و تبدیل انرژی شرکت داشت، در آثار خود، ناممکن بودن ماشین کار دایم را مبنا قرار داد. برخلاف می‌یر که اساساً اصطلاح «نیرو» را تنها به یک معنی به کار برد و منظورش چیزی جز انرژی نبود، هلمهولتز گرچه بارها به همان معنای مورد نظر می‌یر از این اصطلاح استفاده کرد، در مواردی دیگر آن را در معنای «بدوی» نیرو که در مکانیک نیوتون منظور می‌شود، به کار برد. همچنین، هلمهولتز محدودهٔ این مفهوم بنیادی فیزیکی را بصراحت مشخص نکرد و این خود نشان‌دهندهٔ فقدان درک روشن او از انرژی به عنوان یک مشخصهٔ کیفیاً جدید حرکت بود. با این وجود، در هر مورد معین، بدقت می‌توان دریافت که او در استفاده از اصطلاح نیرو چه منظوری داشته است.

هلمهولتز، ضمن آزمایش پدیده‌های گوناگون فیزیکی، معیار مطلق برای «نیروی حیاتی» تعیین کرد (اندازهٔ کار به دست آمده یا مصرف شده)، کاری که از سوی می‌یر انجام نگرفت. هلمهولتز مانند می‌یر با نظریهٔ سیال بودن گرما مخالف بود و بی‌پایه بودن آن را نشان داد. وی جدایی ناپذیری «نیروها» را از ماده قبول داشت و منظورش از ماده، هر چیز موجود در طبیعت بود. هلمهولتز در این مورد نوشت: «منشأ پدیده‌های

طبیعی، حرکت ماده است.» بررسی آثار هلمهولتس نشان می‌دهد که او تفکیک ناپذیری حرکت را از ماده دریافته بود. وی «نیروهای» پر شمار طبیعت را در دو نوع «نیرو» خلاصه کرد که به نظر او بنیادی بودند: «کشش» و «نیروهای حیاتی». هلمهولتس معتقد بود که کلیه اشکال انرژی یا نهفتنداند («کشش»)، یا جنبشی («نیروهای حیاتی») و انرژی کل، مجموع این «نیروها» است. این درک از انرژی عملاً بررسی جداگانه اشکال مختلف حرکت ماده را بی‌معنی ساخت. همچنین، قابل توجه است که هلمهولتس ضمن مطرح کردن مفهوم انرژی نهفته به نام «کشش»، هیچ تعریف فشرده‌ای از این مفهوم به دست نداد و این امر در سالهای بعد مشکلات چشمگیری در فیزیک ایجاد کرد. بعلاوه اینگونه ساده کردن مفهوم انرژی، وجود کیفی اشکال مختلف انرژی را نادیده می‌گیرد. انگلس به برخورد یک بعدی هلمهولتس با مفهوم انرژی توجه کرد و برای به حساب آوردن جنبه کیفی این مفهوم مهم فیزیکی اهمیت فراوانی قایل شد.

پس می‌بینیم که بیان هر مفهوم علمی، حتی مفهومی کلی چون انرژی، می‌تواند در عین حال دارای نکات ذهنی و عینی باشد. این امر نشان‌دهنده اهمیت عظیم دید دانشمندان نسبت به جهان، برای تکوین و تفسیر مفاهیم و قوانین علمی است. می‌یر، ژول و هلمهولتس ثابت کردند که یک رابطه کمیتی بین اشکال کیفی متفاوت حرکت وجود دارد. معیار کلی این رابطه، کمیت جدیدی است که انرژی نام دارد.

سرانجام، برای یکی از مهمترین پدیده‌های طبیعت، یعنی تبدیل شکلی از حرکت به شکل دیگر، توضیحی کم‌وبیش قانع کننده یافته شد. همچنانکه انگلس نوشت: «همه عوامل بیشمار موثر در طبیعت که تا کنون به وجود مبهم و توضیح ناپذیر نیروهای گوناگون - مکانیکی، گرمایی، تشعشع (نور و گرمای تابشی)، الکتریسیته، مغناطیس، نیروی شیمیایی تجزیه و ترکیب - ربط داده می‌شد، اکنون محققاً اشکال خاص و شیوه‌های وجود یک نوع واحد انرژی، یعنی حرکت، محسوب می‌شوند... یک مقدار مفروض انرژی در یک شکل آن همیشه به یک مقدار مفروض انرژی در شکلی دیگر از آن مربوط می‌شود.»<sup>۲۲</sup>

با اثبات قانون بقا و تبدیل انرژی، مفهوم انرژی شامل خاصیتی شد که در اشکال مختلف حرکت ماده مشترک است، این خاصیت عبارت است از قابلیت تبدیل به یکدیگر در کمینهای مشخصاً معادل.

این کیفیت کلی در مفهوم انرژی، به‌طور دیالکتیکی بایک کیفیت خاص همراه است، زیرا مفهوم انرژی که بیانگر ماهیت حرکت است، سراسر قلمرو اشکال خاص انرژی را در بر می‌گیرد و بدین ترتیب مکانیک گرایی را - که همه این اشکال گوناگون انرژی را در یک نوع انرژی، انرژی حرکت مکانیکی، خلاصه می‌کند - از اعتبار می‌اندازد. نادرستی دیدگاه مکانیستی را تمامی تاریخ تکامل علم به ثبوت رسانده است. انرژی در حالت کلی، یک تجرید است زیرا تنها در اشکال متنوع حرکت و اشکال

۲۳ - انگلس، «دیالکتیک طبیعت».

خاص انرژی وجود دارد، نه به شکل انرژی صرف و مجرد. در هر شکل خاص انرژی، هم وجوه کلی و هم وجوه انفرادی، وجود واقعی دارند. با این حال، وجوه انفرادی (مثلاً فلان شکل خاص از انرژی) فی نفسه به طور کامل با مفهوم کلی انرژی مرتبط نیست، زیرا این مفهوم منعکس کننده مجموعه تمام جنبه‌های گروه خاصی از پدیده‌ها در واقعیت و اندرکنش آنهاست (یعنی اشکال گوناگون حرکت ماده). ارتباط و وحدت کلی و خاص در مفهوم انرژی اولاً در قانون وحدت و تضاد ضدین و ثانیاً در توالی قدم بقدمی، که در فرایند شناخت حوزه مفروضی از پدیده‌های واقعیت عینی نهفته است، متجلی می‌شود.

مفهوم کلی انرژی از طریق اشکال خاص آن ظاهر می‌شود. مثلاً در آغاز این مفهوم دو شکل انرژی یعنی انرژی جنبشی و انرژی نهفته را باید یکدیگر پیوند داد و سپس در معنایی وسیعتر، حوزه‌های جدیدی از واقعیت مادی را دربر گرفت. بدین ترتیب، انرژی گرمایی، انرژی کشسانی، انرژی الکتریکی، انرژی شیمیایی، انرژی تابشی، انرژی هسته‌ای و غیره، از یکدیگر جدا شدند و بیان خاص خود را یافتند.

تکامل مفهوم انرژی مثال خوبی از فرایند دیالکتیکی شناخت است. این مفهوم، اطلاعات موجود آن زمان را در باره حرکت جذب کرد تا به صورت مفهوم کلی مورد قبولی در علم درآید، اما در همان شکل منجمد نماند و به تکامل خود و زایش نظرات نو ادامه داد. مفهوم انرژی بدین ترتیب خود ایزاری برای شناخت و وسیله‌ای برای پیدایش نظریات جدید گردید. پیدایش این مفهوم از یک سو نقطه آغاز دورانی در تکامل علم بود و از سوی دیگر تعدادی مسئله جدید پیش آورد. این موضوع، در اساس یک مسئله مهم علمی و فلسفی است، مسئله رابطه تضادی بین شکل و محتوا، عام و خاص؛ مسئله تمرکز و انتقال انرژی در فضا و سرانجام مسئله پیوند آن با سایر مفهومهای علمی.

نظرات مربوط به تمرکز و انتقال انرژی در فضا، توسط ن. آ. اوموف<sup>۲۴</sup> مطرح شد. او نظم حرکت انرژی را بیان کرد و مفهوم بردار شار انرژی را به میان کشید (۱۸۷۴). این نظرات در آثار جان پوینتینگ<sup>۲۵</sup>، فیزیکدان انگلیسی، تکامل بیشتری یافت. اوموف ضمن استفاده منطقی از قانون بقا و تبدیل انرژی، به این نتیجه رسید که یک محمول مادی برای همه اشکال انرژی وجود دارد. او اشکال مختلف انرژی را با اشکال مختلف حرکت پیوند داد و حرکت را از ذرات مادی غیر قابل تفکیک دانست. وی نوشت: «عنصر حجم، در هر محیط دلخواهی که اختیار شود، به خاطر حرکت ذرات داخلش، در هر لحظه از زمان دارای مقدار خاصی انرژی است.» بدین ترتیب، اوموف مفاهیم نوینی چون شار انرژی، جهت و سرعت انرژی، چگالی انرژی و جزاینهارا مطرح ساخت.

برداشت‌های فیزیکی درباره انتقال انرژی از تکامل مکانیک جریانی<sup>۲۶</sup> (نظریه‌های کشسانی و ئیدرودینامیک) پدید آمد که در آن، محیط به عنوان عامل انتقال وزمینه مادی حرکت انرژی عمل می‌کند، و سپس در الکترودینامیک کلاسیک به کار گرفته شد.

ماهیت انتقال انرژی عبارت است از انتقال حرکت مادی بر اساس قانون بقا و تبدیل

انرژی. این فرایند خصلتی تناقض آمیز دارد و در عبارات «شارانرژی» و «چگالی شارانرژی» منعکس می‌شود. بنابراین، برای درک ماهیت درونی حرکت ماده، باید جوهر مفهوم انرژی را عمیقاً تحلیل کنیم.

انباشتگی جنبه‌ها و صفات ذاتی مفهوم انرژی نشاندهنده گسترش، برد و ژرفای فرایند شناخت سطوح مختلف ماده در حال حرکت است. این مفهوم، که ماهیت همه اشکال فیزیکی شناخته شده حرکت ماده را منعکس می‌کند، یکی از پرمحتواترین مفاهیم به نظر می‌رسد. در این مفهوم، هم حرکت اندیشه علمی از مشخص به مجرد و هم در جهت عکس، یعنی از مجرد به مشخص دیده می‌شود: چنانکه دیدیم، مفهوم کلی انرژی، ابزاری است برای دانش خاص، یعنی در تحلیل اشکال حرکت ماده به کار می‌رود.

تکامل مفهوم انرژی در مسیر کلی شناخت، به صورت جهشهای منقطع - از طریق کشف وجوه خاص حرکت ماده (کیفی و کمی، تغییر پذیری و پایداری و غیره) - رخ می‌دهد، اما در عین حال بر پایه وحدت تحلیل و ترکیب استوار است.

در فیزیک نوین، «انرژی» یکی از مفاهیمی است که با بیشترین تکرار به کار برده می‌شود. اما، مانند مفهوم جرم، هنوز تعریف کم‌وبیش یک‌نواختی به دست نیاورده است و در کتابهای فیزیک مختلف، تعریفهای گوناگونی برای آن داده شده است. مثلاً آرنولد زومرفلد<sup>۲۷</sup> می‌نویسد: «هر دستگاه ترمودینامیکی دارای کمیتی است که حالت آن را مشخص می‌کند. این کمیت، انرژی آن دستگاه است... اگر کسی بخواهد واژه انرژی را ترجمه کند، که البته کار چندان معقولی نیست، باید از عبارت «ذخیره کار»<sup>۲۸</sup> استفاده کند.» در کتاب «فیزیک عمومی» ژان روسل می‌خوانیم: مفهوم انرژی از مفهوم نیرو گرفته شده است، یعنی تغییر مکان  $\times$  نیرو = کار معادل انرژی است. آ. کیتای گورودسکی می‌نویسد: «انرژی، یعنی قابلیت انجام کار، تابعی از حالت جسم است.» ای. کاشین می‌گوید: «مهمترین معیار قابلیت انجام کار یک دستگاه در یک حالت خاص، انرژی آن دستگاه، در آن حالت خوانده می‌شود... در این مورد اصطلاح خاص انرژی به کار رفته است و معلوم شده است که انرژی با اندازه کار مکانیکی ارتباط نزدیک دارد.» س. فریش تأکید می‌کند: «تعداد زیادی حقایق مرتبط به یکدیگر حاکی از آن است که بابه کار بردن کمیتی فیزیکی چون انرژی می‌توان توصیفی عینی از اشکال مشخص ماده در حال حرکت، که در فیزیک به آنها برمی‌خوریم، ارائه کرد. انرژی نمودار تابع ساده‌ای از حالت دستگاه است، که تغییر آن به وسیله مجموع معادلهای مکانیکی اثرات خارجی اعمال شده بر دستگاه، تعریف می‌شود.»

بنابراین، بسیاری از مولفان، انرژی را به صورت «تابع حالت دستگاه» یا «ذخیره کار نهفته، قابلیت انجام کار»، تعریف کرده‌اند. با اینهمه، تحلیل موقعیت و نقش مفهوم «انرژی» در مجموعه دانش فیزیکی ما را بر آن می‌دارد که تعریف انرژی را به صورت تابعی از حالت یا «قابلیت انجام کار»، ناقص و غیر کافی بدانیم.

۲۷ - Arnold Sommerfeld (۱۸۶۸ - ۱۹۵۱) فیزیکدان آلمانی که به پژوهش در الکترو مغناطیس و طیف اتمها پرداخت.  
۲۸ - در زبان فارسی نیز گهگاه اصطلاح «کارمایه» به عنوان معادلی برای انرژی پیشنهاد شده است.

# قوانین بقا در فیزیک نوین

(بخش دوم)

تعریف انرژی به عنوان تابع حالت دستگاه، نخست در دستگاههای ماکروسکوپی به کار رفت. برای ارائه تعریف مناسبی از تابع حالت چنین دستگاهی، لازم است ابتدا حالت دستگاه توصیف شود. برای این کار، شخص باید اندازه هر یک از متغیرها را که مجموعاً حالت مفروض دستگاه مورد نظر را مشخص می کنند بداند، زیرا «حالت هر دستگاه مادی در یک مقطع زمانی مفروض عبارت است از مجموعه تمامی مقادیری که اندازه های لحظه ای آنها جریان فرایند واقع در دستگاه را در بستر زمان معین می کنند»<sup>۱</sup> این تعریف از انرژی برای کاربردهای عملی بسیار سودمند است، اما اشکالش در این است که تأثیرات خارجی را ندیده می گیرد، در حالی که انرژی کل هر دستگاه مادی تا حدی بد شرایط خارجی وابسته است. تعریف انرژی به صورت تابع حالت، تنها در صورتی کلیترین تعریف است که انرژی خود تابع حالت یک دستگاه مادی باشد. به عبارت دیگر، مفهوم «انرژی» شامل تابع حالت است، اما خود آن نیست و در آن هم خلاصه نمی شود.

تعریفی که ماکس پلانک برای انرژی می دهد، قابل توجه است. او می نویسد: «بنابراین انرژی هر دستگاه برابر است با مجموع معادلهای مکانیکی همه تأثیراتی که خود بخود از دستگاه مشاهده می شود هنگامی که دستگاه از حالت مفروض به حالت معینی که حالت عادی فرض می شود، تغییر کند.»<sup>۲</sup> انرژی هر دستگاه مادی را به معنای ذخیره کار آن، تنها در رابطه با یک حالت صفر اختیاری دستگاه می توان تعریف کرد. انگلس از دیدگاه نیازمندیهای ماتریالیسم دیالکتیک رشد یابنده، با مسئله انرژی سروکار یافت؛ اما در پرتو روش شناسی عمومی شناخت که او و مارکس پدید آورده بودند، قضایایی در مورد انرژی مطرح کرد که از سطح پیشرفت فیزیک در آن زمان بسیار جلوتر بود. مثلاً، در تحلیل مفهوم انرژی، انگلس از اصل کلی فلسفی مبنی بر وحدت بقا و تغییر که توسط خودش عنوان شده بود، آغاز کرد. فیزیک تنها در نیمه دوم قرن بیستم این قضیه را پذیرفت.

۱- ماکس پلانک، «اصل بقای انرژی» (به زبان آلمانی) ۱۹۲۱.

۲- ماکس پلانک، «مباحثی از ترمودینامیک» (به زبان آلمانی) ۱۹۵۴ و همچنین پانویس



این اصل در آثار تعدادی از فیلسوفان شوروی مشخصاً ظاهر شده است. مثلاً، ف. اوفچینیکوف<sup>۳</sup> می‌نویسد: «مفهوم انرژی منعکس کننده فعالیت درونی ماده است.»<sup>۴</sup> در فیزیک نوین، محتوای مفهوم انرژی توسط موضوع کلی تبدیل پذیری متقابل اشکال حرکت ماده، آشکار می‌گردد.<sup>۵</sup> و همچنین این‌که: «انرژی در فیزیک کلاسیک و فیزیک نوین، طبق معمول معیاری از حرکت است، معیاری که در فرایند تبدیل کیفی اشکال حرکت ماده، روشن می‌شود.»<sup>۶</sup>

اوفچینیکوف در یک اثر تحقیقی دیگر، نظرات خود را دربارهٔ تعریف انرژی گسترش می‌دهد و آنها را دقیق‌تر می‌سازد. او می‌نویسد: «مفهوم انرژی منعکس کننده وحدت تضادی بقا و تبدیل است. بنابراین تعریف کامل‌تر مفهوم انرژی عبارت است از توصیف انرژی به عنوان میزان حرکت ماده در خلال تبدیل کیفی اشکال حرکت.»<sup>۷</sup> ب. م. کدروف<sup>۸</sup> می‌نویسد: «میزان کلی حرکت طی مفهوم انرژی نمودار می‌شود، مفهومی که در آن، جنبه کمی حرکت (انهدام‌ناپذیری) به همراه جنبه کیفی آن (قابلیت تغییر شکل) ظاهر می‌شود.»<sup>۹</sup>

این‌گونه تلقی از تعریف مفهوم انرژی موجب می‌شود که بتوانیم آنچه را که ذاتی‌ترین مشخصه اشکال فیزیکی حرکت ماده است، نشان دهیم زیرا وحدت بقا و تغییر از صفات ذاتی حرکت است.

انرژی در همهٔ فرایندهایی که در طبیعت رخ می‌دهند، پدیدار می‌شود و از آنجا که همهٔ فرایندهای مزبور معلول شرایط هستند، همیشه از طریق انتقال حرکت مادی و در نتیجه انتقال انرژی، به وقوع می‌پیوندند. یکی از مهم‌ترین بنیادهای پیوند علت و معلول واقعی، تبدیل عمیقاً کیفی اشکال حرکت ماده است. به‌ناچار باید سخن ماکس پلانک را پذیرفت که می‌گوید: «سرعت وسادگی نسبتاً حیرت‌انگیز پذیرش قضیه‌ای با حوزه‌ای به گستردگی عظیم حوزه بقا و تبدیل انرژی، پس از غلبه بر مشکلات اولیه، علاوه بر استدلال‌های استقرایی افراد گوناگون، عمدتاً مرهون موضوع پیوند درونی آن با قانون علت و معلول است.» همچنین در پرتو همین موضوع است که می‌توان فرض اولیهٔ می‌یر را در بیان قانون بقای انرژی درک کرد: «علت = معلول.»<sup>۱۰</sup>

### 3 - N. F. Ovchinnikov

۴- ن. ف. اوفچینیکوف، «تکامل تاریخی» و معنای فلسفی مفاهیم جرم و انرژی» (به‌زبان روسی) ۱۹۵۷.

۵- همان پانویس شماره ۴. ۶- همان پانویس شماره ۴.

۷- ن. ف. اوفچینیکوف، «قوانین بقا در فیزیک و علیت پدیده‌های طبیعی»، در کتاب «مسائل علیت در فیزیک نوین»، (به‌زبان روسی) ۱۹۶۰.

### 8 - B.M. Kedrov

۹- ب. م. کدروف، «انگلس و علوم طبیعی» (به‌زبان روسی) ۱۹۴۷.

۱۰- برخی جنبه‌های پیوند میان شرطی بودن علیتی پدیده‌های طبیعی و قانون بقا و تبدیل انرژی در کتاب «مسائل علیت در فیزیک نوین»، طی مقاله ای. و. کوزتسوف و ن. ف. اوفچینیکوف، بررسی شده است.

در بررسی ماهیت مفهوم انرژی و قانون بقا و تبدیل انرژی، برخورد دیالکتیکی، که کارآیی موثر آن به عنوان اصل روش شناختی در شناخت علمی مسلم شده است، اهمیت قاطعی دارد. از این دیدگاه می‌توانیم اهمیت عظیم تفسیر انگلس را از قانون بقای انرژی، نه تنها به عنوان قانون بقا، بلکه همچنین به عنوان تبدیل انرژی، تأیید کنیم. بلافاصله پس از اثبات قانون بقای انرژی، یعنی از آغاز نیمه دوم قرن نوزدهم تا فرارسیدن آغاز قرن بیستم، کارکرد بقا تنها در پهنه فیزیک مشهود بود. سپس پذیرفته شد که همین کار مبین امکان ناپذیری ظهور چیزی از هیچ، یا تبدیل چیزی به هیچ — که از مبانی مفهوم انرژی است — می‌باشد. ۱۱

پس از آن، کارکرد تغییر به عنوان مبنا اختیار شد زیرا پیوند متقابل و وابستگی دوسویه اشکال گوناگون انرژی (و در نتیجه، اشکال گوناگون حرکت) را نشان می‌دهد. بالاخره پس از گذشت زمانی دراز فیزیک دانان توانستند به محدودیت‌های این برخورد ماورای طبیعی پی ببرند. منطبق درونی تحول علوم، مستلزم بازنگری دیالکتیکی به بقا و تغییر — به عنوان جوهر مفهوم انرژی — و همچنین قانون بقای انرژی، بود. کشف قانون بقا و تبدیل انرژی در آغاز با پیشرفت مکانیک مرتبط بود. اما سرانجام در پرتو آزمایش‌های جدید و بررسی نظری نتایج آنها، معلوم شد که ماهیت این قانون بسیار ژرف‌تر است و از قوانین عمومی طبیعت می‌باشد. این امر امکان پیشرفت سریع نظریه فرایندهای گرمایی را فراهم ساخت، و این به نوبه خود منجر به پیدایش ترمودینامیک گردید. قانون بقا و تبدیل انرژی در بررسی پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی نقش بویژه با اهمیتی داشته است در حالی که یکتایی و ویژگی این پدیده‌ها، کاربرد هیچ مفهوم دیگری را که از مکانیک گرفته شده باشد، ممکن نساخته است.

ماکس پلانک در کتاب اصل بقای انرژی خود که در سال ۱۸۸۷ منتشر شد، تحلیل فیزیکی درخشانی از اصل مورد بحث به عمل آورده است. باید به خاطر داشت که ملاحظات و نتیجه‌گیری‌های فیزیکی ماکس پلانک با نظرات فلسفی او در آمیخته است. مثلاً از دید او اصل بقای انرژی نه تنها بیان تغییر ناپذیری کل انرژی دستگاه است (یک حکم منفی و کمیته)، بلکه همچنین نشانه لزوم تغییر و گذار انرژی از شکلی به شکل دیگر می‌باشد (جنبه مثبت و کیفی)، زیرا معادله واحد ثابت بودن انرژی را می‌توان به چند معادله بسط داد که هر یک مشخص‌کننده تغییر انرژی در بخشی از دستگاه باشد. تغییرات دستگاه را در طول زمان نیز می‌توان به همین شیوه توصیف کرد. به علاوه، پلانک مثلاً بر خلاف هلمهولتس، طرفدار توصیف مکانیکی کلی برای همه پدیده‌های طبیعی نبود؛ پلانک به صراحت ابراز داشت که این اصل مکانیکی به هیچ وجه از قانون بقای انرژی نتیجه نمی‌شود، در حالی که قانون مزبور باید نقطه عزیمتی برای فیزیک باشد.

معنای فلسفی قانون بقا و تبدیل انرژی در کامل‌ترین و عمیق‌ترین شکل خود

توسط انگلس تشریح شد. او این قانون را قانون عظیم و بنیادی حرکت محسوب کرد و گفت: «وحدت همهٔ حرکت‌ها در طبیعت دیگر تنها يك ادعای فلسفی نیست، بلکه حقیقتی از علوم طبیعی است.»<sup>۱۲</sup>

اثبات قانون بقا و تبدیل انرژی، در کنار کشف یاخته و نظریهٔ تکامل داروین، یکی از سه کشف عظیم و بنیادی قرن نوزدهم بود که مبنای ماتریالیسم دیالکتیک را در علوم طبیعی فراهم ساخت. انگلس خود در دههٔ ۱۸۵۰ به این نکته اشاره کرد که بهیاری این کشفیات، «علوم طبیعی تجربی چنان پیشرفت‌هایی کرد و به آن چنان نتایج درخشانی دست یافت که نه تنها غلبهٔ کامل بر مکانیک گرایی يك بعدی قرن هجدهم را ممکن ساخت، بلکه خود علوم طبیعی نیز در اثر اثبات پیوندهای متقابل موجود در طبیعت میان حوزه‌های مختلف پژوهش (مکانیک، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و غیره) از صورت تجربی خارج شد و به شکل علمی نظری درآمد و با تعمیم نتایج حاصله، صورت منظومه‌ای از دانش مادی طبیعت را به خود گرفت.»<sup>۱۳</sup>

ماده جز در حرکت، یعنی در فرایند پیوستهٔ تغییر حالاتش، نمی‌تواند موجود باشد. از آنجا که حرکت یکی از اشکال بنیادی وجود ماده است و ماده می‌تواند در اشکال گوناگونی ظاهر شود، اشکال ظهور حرکت نیز بسیار پر شمار و قابل تبدیل به یکدیگرند. اما مجموع کل حرکت در يك ناحیهٔ مجزا شده نمی‌تواند تغییر کند و تبدیل شکلی از حرکت به شکل دیگر، با رعایت دقیق نسبت‌های مربوطه صورت می‌گیرد. این بدان معنی است که میزان خاصی برای حرکت وجود دارد، يك مشخصهٔ کمیته که برای همهٔ اشکال تجلی حرکت مشترك است. انگلس بدرستی انرژی را این مشخصهٔ بنیادی حرکت دانست.

انگلس تأکید داشت که اساسی‌ترین جنبهٔ قانون بقای انرژی عبارت است از «نظر اثباتی آن در مورد تبدیل انرژی، که در آن برای نخستین بار محتوای کیفی فرایند مزبور آشکار می‌شود و آخرین نشانه‌های وجود نیرویی خارج از طبیعت منتفی می‌گردد.»<sup>۱۴</sup>

### چند قانون بقای دیگر در فیزیک کلاسیک و فیزیک نوین

حرکت اشکال فیزیکی ماده علاوه بر انرژی، توسط ایمپالس و مقدار حرکت (مومنتوم) نیز مشخص می‌شود.

قانون بقای ایمپالس<sup>۱۵</sup>. (یا بقای تصویرهای آن) در مورد دستگاه‌های مجزا (یا در جهتی که مولفهٔ میدان برابر صفر باشد)، صادق است. مثلاً، در حرکت يك ذرهٔ باردار در میدان الکتریکی یکنواخت، دو تصویر ایمپالس آن در صفحه‌ای عمود بر

۱۲- فردریک انگلس، «دیالکتیک طبیعت». ۱۳- همان پانویس شمارهٔ ۱۲.

۱۴- فردریک انگلس، «آنتی‌دورینگ».

میدان، ثابت باقی می‌مانند.

**قانون بقای مقدار حرکت** (یا مقدار حرکت زاویه‌ای) در مورد دستگاه های مجزا یا برای دستگاهی که در میدان يك نیروی مرکزی (در صورتی که گشتاور نیروهای مؤثر بر دستگاه برابر صفر باشد) قرار دارد، صدق می‌کند.

تاریخچه شناخت این قوانین مکانیک و تکامل مفاهیم مربوطه، از تکامل فن آوری (تکنولوژی) و افزایش کلی دانش علمی جدا نیست. اما هر دو قانون فوق‌الذکر حوزه تجلی ماکروسکوپی محدودتری در مقایسه با قانون بقای انرژی دارند، از این رو کلیت آنها تنها با پیدایش الکترودینامیک، فیزیک ایستایی (استاتیک) و نظریه جنبشی، نظریه نسبیت و سرانجام، مکانیک کوانتوم آشکار گردید.

نظریه نسبیت نشان داد که انرژی و ایمپالس، مؤلفه‌های يك اندازه واحد حرکتی هستند؛ اندازه‌ای که بردار چهار بعدی انرژی است و ایمپالس خوانده می‌شود. همچنین نظریه نسبیت لزوم کاربرد مفهوم ایمپالس را در حوزه الکترومغناطیس ثابت کرد، هر چند که این امر قبلاً به‌عنوان نتیجه بدیهی نظریه ماکسول و آزمایش‌های لیدف در مورد فشار نور، محرز شده بود.

«قانون طلایی» مکانیک کهن را می‌توان نخستین تجلی قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای، به‌معنای ایستایی آن به‌شمار آورد. قانون مساحت‌های کپلر نیز قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای برای يك کمیت پویاست.

انتقال مفهوم مقدار حرکت زاویه‌ای به‌اشکال غیر مکانیکی حرکت، تنها با ظهور مفهوم اسپین ذرات بنیادی و کاربرد این مفهوم در میدان الکترومغناطیسی، یعنی در مکانیک کوانتوم و الکترودینامیک کوانتوم، امکان‌پذیر شد (اسپین يك مشخصه کوانتومی - مکانیکی ذرات بینهایت کوچک است، مشخصه‌ای که به‌مقدار حرکت زاویه‌ای درونی آنها مربوط می‌شود).

پیشرفتهای بعدی فیزیک موجب شد که دو قانون بقای متفاوت (در مورد جرم و انرژی) در يك قانون بقا ادغام شوند که می‌توان آن‌را هم به‌صورت بقای جرم کل يك دستگاه مجزا (جرم به‌معنی جدید کلمه) و هم به‌صورت بقای انرژی کل يك دستگاه شتابدار (انرژی به‌معنای جدید)، به‌کاربرد. این پیروزی گام دیگری در جهت غلبه بردیدگاه مکانیکی نسبت به طبیعت بود که براساس آن شکاف عبورناپذیری میان ماده و حرکت و در نتیجه بین مشخصه‌های ماده از قبیل جرم و انرژی، وجود داشت.

تفکیک‌ناپذیری ماده و حرکت و حدوث‌ناپذیری و فنا‌ناپذیری آنها که توسط ماتریالیسم دیالکتیک به‌عنوان چکیده دانش بشر نسبت به طبیعت اثبات گردید، اکنون دیگر ادعاهای فلسفی صرف نیست و به‌صورت حقایقی از علوم طبیعی درآمده است.

هم‌زمان با گسترش کاربرد قوانین بقا، نفوذ ژرف‌تر به‌قلمرو ماهیت آنها نیز ممکن گشت. در سال ۱۹۱۸، يك ریاضی‌دان آلمانی به‌نام امی‌نوتر ۱۶ نتیجه‌ای بسیار

کلی در توضیح منشأ مقادیر باقی (ثابت) و طریقه به دست آوردن آنها در هر نظریه به دست آورد (که قضیه نوتر خوانده می شود). از قضیه مزبور نتیجه می شود که قوانین مشخصه های خاص هر دستگاه مادی مستقیماً به حضور خواص تقارنی مربوطه در آن دستگاه پیوند دارند، مثلاً انتقال محورهای مختصات که تقارن دستگاه را نقض نمی کند، تابع لاگرائز را ثابت نگاه می دارد. از اینجا می توان وجود يك انتگرال جمع پذیر خاص را برای حرکت، نتیجه گرفت. اگر این قضیه را در مورد مکانیک کلاسیک به کار بریم، چنین نتیجه می شود که: اگر يك دستگاه مادی مجزا شود یا شرایط بیرونی آن ثابت بماند، در آن صورت تابع لاگرائز قطعاً بستگی به زمان نخواهد داشت یعنی در خلال رفتن از يك لحظه زمان به لحظه ای دیگر، تغییر نخواهد کرد. از پایایی (اینواریانس) یا تغییرناپذیری تابع لاگرائز نسبت به تغییرات بینهایت کوچک در زمان، بقای انرژی کل هر دستگاه را نتیجه می گیریم. به طریق مشابه، يك جا به جایی خطی بینهایت کوچک در فضای يك دستگاه با انتگرال بسته، منجر به هیچ گونه تغییر فیزیکی در خواص آن نمی شود و به همین علت است که موضوع بقای ایمپالس مطرح می شود. سرانجام، قانون بقای مقدار حرکت زاویه ای در يك دستگاه بسته، از پایایی تابع لاگرائز نسبت به چرخش های بینهایت کوچک در فضا، به دست می آید. بدین ترتیب با اتکا به حقیقت پایایی هر سیستم — در اثر جا به جایی زمانی یا مکانی یا چرخش در فضا — بقای مقادیر جمع پذیر مربوطه را نتیجه می گیریم.

بر خلاف انتظار قبلی، معلوم شد که عملیات صوری ریاضیات در مورد اصول پایایی و تقارن، بیان پیوندهای عینی موجود بین خواص فضا و زمان (یکنواختی) و خواص ماده در حال حرکت را که توسط انرژی، ایمپالس و گشتاور ایمپالس توصیف می شود، امکان پذیر می سازد. با این وجود، اشکال ماده در حال حرکت که در فیزیک بررسی می شود خواص دیگری نیز دارند و مقادیر فیزیکی دیگری برای توصیف آنها مطرح شده است. این مقادیر فیزیکی مانند مقادیری که قبلاً مورد بحث قرار گرفت، باقی (ثابت) هستند.

يك مشخصه بسیار مهم ماده در حال حرکت، بار الکتریکی است. کشف الکترون توسط تامسون در پایان قرن نوزدهم و اندازه گیری بار الکترون توسط میلیکان ۱۷ در سال ۱۹۱۶، گسسته بودن ساختار هر بار را تأیید کرد. در طبیعت، هیچ باری کمتر از بار الکترون شناخته نشده است و هر بار شناخته شده، مضربی از بار الکترون است. کوشش های تجربی برای یافتن بارهای کسری (مثلاً کارهای ارن هافت) ۱۸ به پیروزی ختم نشد. در سالهای اخیر، این نظر مطرح شده است که ذرات بنیادی خاصی — کوارکها — با بار الکتریکی کسری وجود دارند، اما هنوز هیچ تأیید تجربی در مورد وجود آنها در حالت آزاد، به دست نیامده است.

۱۷ — R.A. Millikan (۱۸۶۸ — ۱۹۵۳) فیزیک دان آمریکایی.

اکنون مختصراً به بررسی قوانین بقا در مکانیک کوانتوم و نظریه ذرات بنیادی می‌پردازیم. مکانیک کوانتوم علاوه بر یاری رساندن به درک ما از قوانین بقای شناخته شده، وجود مقادیر باقی جدیدی را نیز آشکار ساخته است و در هر مورد، بقای یک مقدار خاص با وجود یک تقارن خاص در دستگاه فیزیکی مورد بررسی مرتبط بوده است. قوانین بقا (به استثنای قانون بقای جفتی) ۱۹ در مکانیک کوانتوم ماهیتاً به صورت نفی‌هایی است که بر حالات و فرایندها اعمال می‌گردد. این وجود قوانین کوانتومی بقا را می‌توان در موارد جداگانه به خوبی مورد آزمایش قرار داد.

به عنوان مثال، تبدیل «تصویر آینه‌ای» را در نظر بگیرید که علامت مختصات اشیای مورد بررسی، معکوس می‌شود. در مکانیک کلاسیک هیچ قانون بقای مربوط به این تبدیل وجود ندارد زیرا تبدیل مذکور پیوسته نیست و بنابراین نمی‌توان آن را بینهایت کوچک کرد. اما در مکانیک کوانتوم مفهومی بنام جفتی وجود دارد و بقای جفتی در یک دستگاه بسته یا دستگاه واقع در میدان دارای تقارن مرکزی مطرح شده است. این قانون بقا به تبدیل «تصویر آینه‌ای» مربوط می‌شود. تأثیر فراونده (اوپراتور) جفتی بر تابع موجی  $\Psi$  عبارت است از تبدیل  $r$  به  $r -$ . چون اعمال مضاعف فراونده جفتی  $P^2$  یک تبدیل اینهمانی است، مقادیر مربوط به آن  $+1$  و  $-1$  خواهد بود، یعنی توابع مربوطه در حالت اول، متوالیاً برابر  $\Psi$  و در حالت دوم یک درمیان برابر  $\Psi$  خواهند بود. بنابراین قانون بقای جفتی مبین این است که: اگر حالت یک دستگاه بسته دارای جفتی خاصی باشد، آن جفتی ثابت باقی می‌ماند. البته در سال ۱۹۵۶ ثابت شد که در اندزکش ضعیف این قانون نقض می‌شود.

پژوهش نشان داده است که همه ذرات  $K$  (مزون‌ها) که قبلاً تصور می‌شد فرایند تلاشی متفاوتی دارند، در حقیقت در محدوده آزمایش، دارای جرم‌ها و عمرهای یکسان هستند. این موضوع، بخصوص در مورد ذرات موسوم به  $\Xi^0$  و  $\Xi^-$  صدق می‌کند که نحوه متلاشی شدن آنها به صورت زیر است:  $\Xi^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ ؛  $\Xi^- \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^-$ ؛  $\Xi^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$  (که در آن  $\pi^+$  و  $\pi^-$  و  $\pi^0$  مزون‌های  $\pi$  باردار و خنثی هستند).

پس در اینجا مشکلی پدید می‌آید: یا بقای جفتی نقض نمی‌شود و اینها ذرات متفاوتی هستند، که این موضوع با حقیقت تجربی برابری جرم و عمر آنها ناسازگار است، و یا این که اینها ذرات یکسانی هستند که در این صورت جفتی ثابت باقی نمانده است و این خود با اندیشه‌ای که در تمامی روند تکامل فیزیک نظری شکل گرفته است، تناقض دارد. از این رو تردیدهایی در مورد میزان دقت آزمایش‌های مربوطه پدید آمد. تسونگ دائولی و چن نینگ‌یانگ<sup>۲۰</sup>، فیزیک‌دانان نظری که در ایالات متحده

۱۹- Parity، خاصیت تقارنی که تابع موجی وابسته به یک دستگاه دارد.

۲۰- Tsung Dao Lee (۱۹۲۶-) فیزیک‌دان چینی - آمریکایی، متولد شانگهای و

Chen Ning Yang (۱۹۲۲-) فیزیک‌دان چینی-آمریکایی؛ این دو در سال ۱۹۵۷

مشترکاً برنده جایزه نوبل فیزیک شدند.

کار می‌کردند، در این مورد فرضیهٔ جسورانه‌ای مطرح کردند مبنی بر این که قانون بقای جفتی در مورد اندرکنش‌های ضعیف صادق نیست. آنها بر مبنای این قضیهٔ کلی، اثرات مشخصی را در زمینهٔ تلاشی  $\beta$  و تلاشی مزونها و هیپرونها نشان دادند که مؤید ادعای آنها در مورد نقض قانون بقای جفتی بود.

آزمایشی که توسط گروه «وو»<sup>۲۱</sup> در مورد تلاشی  $\beta$  در هستهٔ کوبالت جهت یافته در میدان مغناطیسی صورت گرفت عدم بقای جفتی را تأیید کرد. بی‌تقارنی تلاشی  $e \rightarrow \mu \rightarrow \pi$  که توسط گروه لدرمان<sup>۲۲</sup> ثابت شد، نیز نشان دهندهٔ عدم بقای جفتی در این مورد بود. آزمایش‌های بعدی که از سوی دانشمندان فراوان صورت گرفت، فرضیهٔ لی - یانگ را به‌صراحت تأیید کرد.

اما یکسره کنار نهادن اصل بقای جفتی با تصور بنیادی ما در مورد خواص فضا که در آن هیچ تفاوت ذاتی بین چپ و راست وجود ندارد، متناقض است. راه خروج از این وضعیت بن‌بست، نخستین بار توسط ل. لاندو فیزیکدان شوروی مطرح شد (لی و یانگ نیز مستقلاً به‌راه حل همانندی دست یافتند).

لاندو پذیرفت که اندرکنش‌های ضعیف علاوه بر بقای جفتی، تقارن ذرات و ضد ذرات را نیز نقض می‌کنند، تقارنی که منجر به قانون مستحکم بقا در مورد اندرکنش‌های قوی می‌شود. اما لاندو پس از آن، پایایی قوانین طبیعت را نسبت به ترکیب این دو تبدیل (موسوم به واژگونی مرکب)<sup>۲۳</sup> پذیرفت. در حال حاضر، اطلاعات نویافته وجود واژگونی مرکب را زیر علامت سؤال برده است و این خود نشانهٔ محدودیت حوزهٔ عمل جفتی به‌عنوان مشخصه‌ای از اشیای کوانتومی است.

کارکرد قوانین بقای انرژی، ایمپالس، گشتاور ایمپالس و جفتی در جهان بینهایت کوچک، با خواص تقارن فضا - زمانی مرتبط است (و دلیل یکنواختی و همروندی<sup>۲۴</sup> فضا و زمان است). این امر یک‌بار دیگر نشان می‌دهد که فضا و زمان اشکال بنیادی وجود ماده در حال حرکت هستند.

کلی‌ترین خواص اشیای مادی فضا و زمان هستند و به‌همین دلیل است که قوانین بقا که مورد بحث قرار گرفت، در شناخت فرایندهای مادی و ساختار اشیای مادی، اینقدر مهمند. اما انواع دیگری از تقارن، تقارن موجود در ساختار اشیای مادی، نیز در طبیعت وجود دارد. قوانین بقای مربوط به این تقارن‌ها مستقیماً ساختار و ماهیت این اشیا را منعکس می‌کنند. از این جمله‌اند تقارن بار و پایایی ایزوتوپی.

موضوع تقارن بار نخست در هنگام آزمایش معادلهٔ دیراک برای الکترون با سرعت زیاد (در حوزهٔ نسبیت) مطرح شد. از این معادله لازم می‌آمد که حالاتی از الکترون با انرژی منفی وجود داشته باشد. دیراک برای حل مشکل مزبور، این نظر را پیش کشید که همهٔ این حالت‌ها توسط الکترونیهای اشغال شده‌اند و به‌حکم اصل نسی پائولی،

21 - Wu      22 - Lederman      23 - Combined Inversion  
24 - Isotropism

الکترون‌های دارای انرژی مثبت نمی‌توانند به این حالات درآیند. این «زمینه» پر شده انرژی‌های منفی، در غیاب سایر ذرات، یک خلأ است.

اگر الکترونی با انرژی منفی، به میزان کافی انرژی دریافت کند به حالتی دارای انرژی مثبت درمی‌آید. «حفره» ای که در «زمینه» مورد نظر دیراک باقی می‌ماند، مانند ذره‌ای رفتار می‌کند که جرمش برابر جرم الکترون ولی بارش مخالف آنست. بدین ترتیب، دو ذره پدید می‌آیند که علامت مخالف یکدیگر دارند و می‌توانند در اندرکنش باهم از بین بروند (الکترون «حفره» را پر می‌کند) و مقدار معینی انرژی آزاد کنند. وجود ضد ذرات که می‌توانند به همراه ذرات مربوطه «پدید آیند» یا «از بین بروند»، یعنی می‌توانند به فوتون تبدیل شوند و به عنوان حاصل اندرکنش فوتون‌ها در میدان هسته ظاهر شوند، به این صورت به طور نظری پیش‌بینی شد.

کمی بعد، کارل آندرسون<sup>۲۵</sup> فیزیک‌دان آمریکایی ذره جدیدی در پرتوهای کیهانی کشف کرد که الکترون دارای بار مثبت یا پوزیترون بود. این امر پیروزی بزرگی در پیش‌بینی نظری بود. معادله دیراک علاوه بر آن که رفتار الکترون‌ها را به درستی توصیف می‌کند، منعکس‌کننده خاصیتی ذاتی از تقارن طبیعت نیز هست: هر ذره باید دارای یک ضد ذره مربوط به خود باشد. ضد ذره مربوط به پروتون، ضد پروتون (آنتی پروتون) و ضد ذره مربوط به نوترون، ضد نوترون (آنتی نوترون) ... الی آخر، می‌باشد. همان طور که در مورد هر استقرایی پیش می‌آید، فرضیه دیراک نیز نمی‌توانست بدون چون و چرا پذیرفته شود و پیش از کشف ضد پروتون تنها احتمال قوی می‌دادند که چنین ذره‌ای موجود باشد.

کشف ضد پروتون در سال ۱۹۵۵ توسط سگره<sup>۲۶</sup> و دیگران و به دنبال آن، کشف ضد نوترون، پیروزی‌های جدیدی برای نظریه مزبور بود. اکنون ضد ذرات مربوط به همه ذرات شناخته شده، یافته شده است.

بر اساس وجود تقارن ذره - ضد ذره، مفهوم بار مزدوج به دست آمد که عبارت است از تبدیلی که در اثر آن ذرات به ضد ذرات و ضد ذرات به ذرات تبدیل می‌شوند، به طوری که همه بارهای الکتریکی و گشتاورهای مغناطیسی و همچنین میدان‌های الکترومغناطیسی تغییر علامت می‌دهند. در عین حال، معادلاتی که حرکت یک دستگاه را توصیف می‌کنند باید در تبدیل بار مزدوج پایا بمانند. بخصوص، بارها و جرم‌های ذرات و ضد ذرات، اسپین‌های اتمی و گشتاورهای مغناطیسی باید مقادیر مساوی داشته باشند.

این موضوع به طور تجربی و با دقت کافی برای زوج‌های  $e^- - e^+$  و  $\mu^- - \mu^+$  و  $\pi^- - \pi^+$  به تأیید رسیده است.

## 25 - Carl David Anderson

۲۶ - Emilio Segre (۱۹۰۵ - ) فیزیک‌دان ایتالیایی - آمریکایی که در سال

۱۹۵۹ به همراه اوون چمبرلن برنده جایزه نوبل فیزیک شد.



مدل اصلی پدیده مورد بحث (که «زمینه» دیراک نامیده می‌شود)، چارچوب یگانه‌ای بود که به ایجاد نظریهٔ مزبور یاری رسانید. پیشرفتهای بعدی نظریهٔ ذرات بنیادی محدودیت‌های مفاهیم اولیهٔ «زمینه» دیراک را آشکار ساخت.

توصیف همخوان از رفتار دستگاهی از ذرات و ضد ذرات توسط نظریهٔ کوانتیده شدن ثانوی عرضه شده است که دارای فراونده (اپراتور)هایی برای «زایش» و «جذب» ذرات و ضد ذرات است.

ضد ذره به ذره‌ای اطلاق می‌شود که دارای بار مزدوج نسبت به یک ذرهٔ مورد نظر باشد. خاصیت اساسی هر ضد ذره آنست که می‌تواند طی اندرکنش با ذره، به تشعشع تبدیل شود.

از حقیقت وجود جهانی پیرامون ما، نتیجه می‌شود که ذرات سنگین پایدارند؛ یعنی نمی‌توانند تماماً به ذرات نور تبدیل شوند. مثلاً، از آنجا که اتم ئیدروژن اصولاً می‌تواند عمری نامحدود داشته باشد، باید پذیرفت که مانعی وجود دارد که نمی‌گذارد پروتون مثلاً با جذب یک الکترون بدو فوتون تبدیل شود یا پروتون به پوزیترون تبدیل گردد و یا طی فرایندی از این قبیل پروتون‌ها تماماً تبدیل پذیرند.

پایداری مادهٔ هسته‌ای را می‌توان به صورت قانون بقای تعداد نوکلئون‌ها بیان کرد. بادر نظر داشتن هیپرونها و ضد ذرات، قانون مزبور به شکل زیر قابل بیان است: تفاضل میان تعداد ذرات سنگین و تعداد ضد ذرات مربوطه، یک ثابت حرکتی است. بقای تعداد ذرات سنگین به شکلی کاملاً محسوس ظاهر می‌شود: در همهٔ اندرکنش‌ها، بار هسته‌ای کل یک دستگاه بسته باید ثابت باقی بماند.

یکی از روشن‌ترین قوانین بقای مربوط به تقارن اشیای مادی، قانون بقای اسپین ایزوتوپی است.

نوترون و پروتون ذراتی شبیه به یکدیگرند. تفاوت جزئی در جرم آنها و برابری اسپین‌هایشان، این سؤال را مطرح می‌سازد که: آیا نمی‌توان آنها را حالات مختلفی از یک ذرهٔ واحد به شمار آورد؟ تقریباً بلافاصله پس از کشف نوترون و پیدایش مدل پروتون - نوترونی هسته، ورنرهایزنبرگ درجهٔ آزادی جدیدی برای توصیف نوترون و پروتون مطرح کرد که عبارت بود از یک «متغیر باری» که بنا به فرض دو مقدار مختلف مربوط به دو حالت نوکلئون اختیار می‌کرد: بی بار (نوترون) و باردار (پروتون). این نظر بسیار قابل توجه بود اما مبنای فیزیکی کافی نداشت. همچنین تشابه زیاد خواص هسته‌های قرینهٔ آینه‌ای مورد توجه قرار گرفت: قرینهٔ آینه‌ای هر هسته با تبدیل نوترونهای آن به پروتون و پروتونهای آن به نوترون، به دست می‌آید. سرانجام، آزمایش‌های انجام شده دربارهٔ پراکنش نوکلئون‌ها نشان داد که نیروهای هسته‌ای بین نوکلئون‌ها  $P-N$  و  $P-P$  و  $N-N$  که در آن  $P$  نشانهٔ پروتون و  $N$  نشانهٔ نوترون است) دارای انرژی کمی هستند که تقریباً برای حالات دارای گشتاور و جفتی برابر، مقدار یکسانی دارند. این تقارن نشان دهندهٔ وجود خواص ویژه‌ای از تقارن در نیروهای هسته‌ای بود.

تعداد قوانین بقا در نظریه کوانتوم و نظریه ذرات بنیادی همچنان روبه افزایش است. همه قوانین مزبور حاکی از آنند که مشخصه‌های ماده در حال حرکت، همچون خواص ماده و اشکال وجود آن، پایان ناپذیرند.

اصول بقا و تقارن، در کل نقشی بنیادی در همه جنبه‌های فیزیک نوین دارند. کنت فورد<sup>۲۷</sup>، فیزیک‌دان معروف می‌نویسد که در علوم نوین «دیدگاه جدیدی نسبت به جهان وجود دارد که در آن قوانین بقا طبیعتاً به صورت بنیادی‌ترین احکام قانون طبیعت ظاهر می‌شوند. این دیدگاه جدید، دیدگاهی است مبتنی بر پی‌جویی نظم در بی‌نظمی، بدین معنی که نظم قوانین بقا به درآمیختگی نابودی و پیدایش پیوسته که در جهان بسیار کوچک رخ می‌دهد، اعمال می‌شود. نکته مهمی که در اثر پژوهش‌های اخیر در زمینه ذرات بنیادی روشن می‌شود این است که تنها قوانین نغبی که بر جریان درهم و برهم حوادث در جهان بسیار کوچک اعمال می‌شود، قوانین بقاست. هر چیزی که بتواند بدون نقض یک قانون بقا رخ دهد، رخ می‌دهد.»<sup>۲۸</sup>

با این حال، باید به یاد داشت که قوانین بقا خود دارای حوزه کاربرد محدودی هستند و سرشتی تاریخی دارند و نباید آن‌ها را به صورت نظرات منجمد درآورد. قوانین مزبور شامل عنصری از حقیقت مطلق هستند، ولی خود حقیقت مطلق نیستند. همچنین باید توجه داشت که تاکید بر ارتباط میان قوانین بقا و تقارن، موجب ابهام موضوع تبدیل می‌گردد که به اندرکنش تقارن و عدم تقارن مربوط است. برخورد غیر دیالکتیکی با ارتباط میان تقارن و عدم تقارن وضعیتی پدید می‌آورد که در آن، نقض برخی از قوانین بقا که تحت شرایط خاصی پیش می‌آید، مقدمه‌ای می‌شود برای نتیجه‌گیری‌هایی که از جمله شامل نفی حدوث ناپذیری و فنا ناپذیری ماده و خصالت‌های آن است. چنین دیدگاهی، این قضیه را نادیده می‌گیرد که قانون عمومی بقای ماده از طریق مجموعه نامحدودی از قوانین جزئی بقا و تبدیل بیان می‌شود. برخی از این قوانین ممکن است صرفاً کاربرد محدودی داشته باشند، یا تغییر شکل بدهند یا ارتباطی بین آنها و سایر قوانین بقا و اصول تقارن مشهود گردد.

بر اساس وجود یک دیالکتیک عینی در گرایش به تقارن و عدم تقارن در طبیعت، به دلایل بسیار می‌توان گفت که مهم‌ترین هدف فیزیک نوین بررسی ارتباط بین بقا و تبدیل از یک سو، و تقارن و عدم تقارن (به عنوان وجه مقابل تقارن) از سوی دیگر، می‌باشد. به علاوه، لازم به تذکر است که این خود قوانین بقا نیستند که دارای ارتباط محکم با تقارن هستند، بلکه اشکال خاص تجلی این قوانین دارای ارتباط مذکور است.

قوانین بقا و تبدیل، نقش روشنگرانه عظیمی در شناخت اشکال فیزیکی ماده در حال حرکت دارند. این امر خود تا حدی به نقش روشنگرانه مقوله‌های تقارن و عدم

تقارن در فرایند شناخت بشری مربوط است. آ.د. اورسول<sup>۲۹</sup>، فیلسوف شوروی بر آن است که: «فرایند شناخت، جدا کردن قوانین در پدیده‌ها، جدا کردن اینهمانی و تفاوت، ثابت و متغیر، عام و خاص و غیره، اصولاً عبارت است از جدا کردن تقارن در بی تقارنی... اصل تقارن (و تجلی خاص آن، اصل پایایی به‌عنوان تقارنی در قوانین) شرط ضروری فرایند شناخت است... در هر پدیده، جنبه‌ای از اینهمانی وجود دارد که پایهٔ بودشناختی تجلی تقارن در شناخت است. اما جوهر یا کلیت قوانین عبارت است از وجود اینهمانی در تنوع.»<sup>۳۰</sup>

البته، اینهمانی شناخته شده، شامل و مبین تفاوت‌ها و بی‌تفاوتی پدیده‌ها نیست و از این رو شناخت از طریق گذار به اینهمانی‌های درجهٔ بالاتر تداوم می‌یابد و حوزهٔ تنوع نسبتاً عظیم‌تری را دربر می‌گیرد. شناخت، فرایند دیالکتیکی تقارن‌پذیری و تقارن‌ناپذیری است، زیرا قوانین فرایندهای واقعی را به‌طور ناقص و تقریبی منعکس می‌کنند؛ هیچ قانونی بی‌تقارنی نامحدود پدیده‌ها را مشخص نمی‌کند. در نظریه‌های کلی‌تر، قوانین جدید (مرتبط با اصل تناظر<sup>۳۱</sup>) جنبه‌های تنوع و گوناگونی بیشتری (یعنی بی‌تقارنی بیشتری) را در اینهمانی شامل می‌گردد؛ نتیجتاً شناخت واقعیت راساتر می‌شود.

شناخت جهان مادی منجر به پیدایش تصویر علمی دقیق‌تری از این جهان می‌شود و قوانین بقا و تبدیل و پیوند بین آنها، عناصر مهمی از این تصویر هستند. این قوانین، منعکس‌کنندهٔ پیوند متقابل بین اشکال مشخص متفاوت ماده و حرکت، فضا و زمان هستند و با تأکید خاصی وجود اشکال گوناگون تقارن را در طبیعت نشان می‌دهند.

لنین به بی‌پایانی ماده از لحاظ ژرفا اشاره کرده است. بی‌شک، پژوهش در ساختار ذرات بنیادی و اندرکنش آنها موجب پیدایش مشخصه‌های پایای جدید از حرکت خواهد گشت و همچنین سازوکار قوانین شناخته شدهٔ بقا را روشن خواهد ساخت.

همهٔ پدیده‌ها و فرایندهای شناخته شده در فیزیک نوین، تا حد زیادی با این فکر مرتبطند که پیوستار فضا - زمانی پیوسته است ولی جهان مادی از اشیای مادی جداگانه و میدان‌های پیوسته تشکیل شده است. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که فضا - زمان فیزیکی واقعی، هم دارای ساختارهای پیوسته و هم گسسته، باشد. لنین، بسیار پیش از آنکه اطلاعات تجربی در مورد ساختار پیچیدهٔ جهان بینهایت کوچک به دست آید، ماتریالیسم دیالکتیک را با مطرح کردن اندیشهٔ وحدت پیوستگی و ناپیوستگی در حرکت، فضا و زمان، کامل‌تر ساخت. به گفتهٔ او: «حرکت، عبارت است از وحدت پیوستگی (زمان و مکان) و ناپیوستگی (زمان و مکان). حرکت، یک تضاد و وحدت تضادهاست.»<sup>۳۲</sup>

29 - A.D. Ursul

۳۰ - اورسول، «تقارن و اطلاع»، (به زبان روسی).

31 - Principle of Correspondence

۳۲ - لنین، «مروری بر کتاب (گفتارهایی دربارهٔ تاریخ فلسفه) هگل» مجموعه آثار.

بدیهی است که با حصول اطلاعات تجربی جدید در مورد ساختار ذرات بنیادی، نیروهای بین هسته‌ای و سایر خواص جهان بینهایت کوچک، در آینده لازم خواهد شد که تصویر خود را از فضا و زمان گسترش دهیم و نظریات تقریبی درباره فضا - زمان را پیوسته، با نظراتی دقیق‌تر جایگزین کنیم که گسستگی فضا - زمان را نیز به حساب آورد.

در مثال کشف و تکامل قوانین بقا و کاربرد آنها در تعمیم بخشیدن به کمک اطلاعات تجربی جدید و ایجاد نظریه‌های نوین، شاهد ماهیت پیچیده و تضادآمیز و دیالکتیک فرایند شناخت بشر نسبت به پدیده‌های طبیعت هستیم.

## بازتاب پیوستگی و ناپیوستگی جهان مادی در شناخت ما

در علوم جدید حقایق فراوانی حاکی از آن است که اشیای مادی می‌توانند هم پیوسته و هم ناپیوسته باشند. در فلسفه، معمولاً پیوستگی به‌عنوان تداوم یک کیفیت خاص در فرایند یک تغییر کمی مورد نظر، تعریف می‌شود. اشیا و پدیده‌ها تا جایی پیوسته محسوب می‌شوند که کیفیت خود را حفظ کنند و در مقابل، ناپیوستگی عبارت است از تغییری کیفی در حالت یک شیء فرایند یا پدیده. تغییر کیفی، نقض پیوستگی است و در اثر ناپیوستگی حاصل می‌شود. پیوستگی عبارت است از حفظ کیفیت در حین تغییر کمی.

بنابراین، تبدیلات پیوسته اشکال حرکت، توالی و تسلسل بی‌پایان کمیت‌ها و کیفیت‌هاست. هر کدام از این تبدیلات، یک جهش و به‌منزله انقطاعی در یک پیوستگی عینی خاص است. ناپیوستگی حاصل حل تضادهای درونی یک کیفیت مورد نظر است، تضادهایی که حدود تغییرات این کیفیت را مشخص می‌کند و آن را در جهت تبدیل به یک کیفیت دیگر سوق می‌دهد. یک فرایند معین، در زمان معین و در روابط عینی گوناگون، هم دارای مشخصه تغییر کیفی و هم کمی است، به‌عبارت دیگر هم پیوسته و هم ناپیوسته است.

دو مفهوم پیوسته و ناپیوسته دارای پیوند بنیادی با مفاهیم مطلق و نسبی هستند. مثلاً، فضا و زمان به‌عنوان صور کلی وجود ماده در حال حرکت، مطلق و پیوسته هستند؛ به‌طور پیوسته موجبات وجود ماده را فراهم می‌کنند و لازمه وجود آن هستند، اما همین صور وجود ماده، تماماً توسط اشکال عینی ماده در حال حرکت مشخص می‌شوند و بدین معنی ناپیوسته، وابسته به‌خواص ماده در حال حرکت و در نتیجه منفصل هستند. این موضوع از بررسی ساختمان جهان بی‌نهایت بزرگ و نیز - بخصوص - جهان بی‌نهایت کوچک روشن می‌شود. ناپیوستگی حالت‌های مادی به‌نوبه خود نشانه انفصال در پیوستگی فضا است. مثلاً گسترش محدود ابعاد اشیا نشانه ناپیوستگی در فضای پیوسته و آغاز و پایان هر فرایند، نشانه ناپیوستگی در جریان پیوسته زمان است.

موضوع بازتاب دیالکتیک عینی پیوستگی و ناپیوستگی در مقولات مربوط به آن، همچنان در دست مطالعه است.

در فیزیک، مقوله‌های فلسفی پیوستگی و ناپیوستگی از لحاظ روش‌شناسی پراهمیتند و بخصوص در رابطه با درک ماهیت دوگانگی موج - ذره در مکانیک کوانتوم نقش مهمی دارند. در فیزیک کلاسیک، تصور موجود درباره ذره‌ها و امواج بر پایه تمایز قاطع میان ذره‌ها و موج‌ها و مجزا بودن متقابل خواص آن‌دو، قرار داشت. از بسیاری

جهت خواص موجها و ذره‌ها درست مخالف یکدیگر و بدون هیچ ارتباط باهم در نظر گرفته می‌شد.

ذرات دارای خواصی از قبیل جرم و موقعیت فضایی و قابلیت حمل بار الکتریکی و همچنین دارای خواص مغناطیسی هستند. حرکت ذره‌ای با مشخص کردن مسیر آن در یک دستگاه مشخص می‌شود. هرگاه اثر نیروهای خارجی در کار نباشد، مومنتوم و انرژی ذرات ثابت می‌ماند. تأثیر متقابل ذرات به صورت انواع برخورد (الاستیک و غیرالاستیک<sup>۲</sup>، مرکزی و غیر مرکزی<sup>۲</sup>) شناخته شده است که طی آن تبادل مومنتوم و انرژی صورت می‌گیرد. ذرات - در فیزیک کلاسیک - به منزله عناصر ساختمانی ماده در نظر گرفته می‌شدند. هر ذره متحرک، ماده (و همراه با آن انرژی و مومنتوم) و جرم را از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل می‌کند.

در فیزیک کلاسیک امواج به صورت جریان یافتن اختلالی در یک محیط در نظر گرفته می‌شدند که می‌توانست تغییر شکل سطح محیط (مثلا امواج دریا)، فشرده شدن و باز شدن محیط (امواج صوتی) یا تغییری در حالت مغناطیسی محیط (امواج الکترو مغناطیسی) باشد. برخی از خواص در موجها جنبه بنیادی دارد. پارامترهای ویژه اختلال در محیط دارای تناوب زمانی و مکانی هستند، یعنی تکرار می‌شوند، مثلا حداکثر و حداقل اختلالات محیط (دامنه موج) در فواصل زمانی معین (دوره تناوب) و در فواصل معینی در فضا (طول موج) تکرار می‌گردند. امواج منتشر شده در فضا، ماده را جابجا نمی‌کنند ولی انرژی و مومنتوم را انتقال می‌دهند. امواج دارای مسیر حرکت نیستند هرچند که در جهات معینی در فضا منتشر می‌شوند. اگر موج به مانع برخورد نکند، تمام فضا را پر می‌کند، بنابراین دارای مکان خاصی نیست. پارامترهای اساسی هر موج عبارتند از طول موج، بسامد (فرکانس)، دامنه و فاز. در فیزیک کلاسیک انرژی منتقل شده توسط هر موج با مجذور دامنه آن متناسب است. یکی از مهم ترین خواص امواج آن است که می‌توانند از موانع عبور کنند و در صورت وجود شریط مناسب بایکدیگر ترکیب شوند (تداخل).

بنابراین، در فیزیک کلاسیک، امواج و ذره‌ها به صورت زیر از یکدیگر متمایز می‌شدند: ذرات بر روی مسیرهایی حرکت می‌کنند، در حالی که موجها دارای مسیر نیستند؛ ذرات دارای مکانی در فضا هستند، در حالی که امواج فاقد چنین مکانی هستند زیرا نوسانات از محلی به محل دیگر، یعنی از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل می‌شوند. ذرات نمی‌توانند از مانع عبور کنند، ولی امواج توانایی این کار را دارند. ذرات

---

(۱) Momentum ، حاصل ضرب جرم در سرعت که به آن مقدار حرکت نیز گفته می‌شود.  
(۲) برخورد الاستیک (ارتجاعی) تغییر شکلی در ذرات ایجاد نمی‌کند، در غیر این صورت برخورد ذرات غیر الاستیک است.

(۳) برخورد مرکزی برخوردی است که در آن مرکز ذرات روی خط راستی که آنها را بهم وصل می‌کند به یکدیگر نزدیک شوند و بدیهی است که در این حالت پس از برخورد در همان مسیر از یکدیگر دور خواهند شد. در برخورد غیر مرکزی ذرات روی مسیر قبلی خود بر نمی‌گردند، بلکه بسته به میزان غیر مرکزی بودن برخورد، با زاویه‌ای از مسیر قبل از برخورد منحرف خواهند شد.

نمی‌توانند با هم ترکیب شوند، ولی امواج با یکدیگر تداخل می‌کنند. در عین حال فیزیک کلاسیک می‌گوید که امواج نیز همانند ذرات می‌توانند انرژی و مومنتوم را منتقل نمایند.

البته موج‌ها دارای یک رشته کیفیت‌های ذاتی پیوسته هستند، درحالی‌که ذرات دارای کیفیات ناپیوسته‌اند. بدین ترتیب از یک دید کلی‌تر، تقابل موج و ذره در فیزیک کلاسیک، تقابل پیوستگی و ناپیوستگی است. با اینهمه، حتی در فیزیک کلاسیک - به لحاظ آنکه تا حد معینی منعکس‌کننده واقعیت عینی است - تقابل جدی میان موج و ذره به تدریج از میان رفته است. مبحث میدان الکترومغناطیسی - که در آغاز فقط جنبه صوری داشت ولی بعداً رنگ بازتاب یک موضوع واقعی طبیعت را به خود گرفت - به تدریج به این نتیجه منتهی شد که ذرات باردار (که ناپیوسته‌اند) از میدان الکترومغناطیسی (که دارای پیوستگی می‌باشد) جدایی ناپذیرند.

سپس میدان جاذبه نیز به‌عنوان موضوع پیوسته‌ای، مرتبط با موضوعات منفصل مادی به حساب آمد. بدین ترتیب گسترش مفهوم میدان‌ها و ذرات، اساس نتیجه‌ای کلی‌تر قرار گرفت، مبنی بر اینکه ناپیوستگی و پیوستگی همیشه با یکدیگر همراهند؛ حتی پیش از آنکه مفهوم میدان به‌عنوان یک واقعیت فیزیکی در فیزیک پذیرفته شود. پرتوهای حرارتی باهمه مشخصات امواج، و در درجه اول با قابلیت تفرق و تداخل، شناخته شده بودند. این موضوع امکان آن را به وجود آورد که جریان حرارت نه تنها به‌عنوان حرکت نامنظم ذرات، بلکه همچنین به‌شکل یک فرایند موجی، تصویر شود که بعدها ماهیت الکترومغناطیسی آن نیز روشن گردید.

قضیه دیگری نیز در فیزیک مورد تأیید مجدد واقع شد که براساس آن هر حرکتی را می‌توان هم به‌عنوان حرکت ذره‌ای و هم حرکت موجی توجیه کرد. اصل هویگنس<sup>۴</sup> - فرنل<sup>۵</sup> امکان توضیح انتشار مستقیم الخط نور را از دیدگاه حرکت موجی، فراهم آورد. انعکاس نور، هم توسط نظریه ذره‌ای و هم موجی تشریح می‌گردد. همانندی (تماثل)<sup>۶</sup> نوری - مکانیکی که از نیمه اول قرن نوزدهم مطرح شده بود، ایجاد روابط متقابلی میان پارامترهای ذره‌ای و موجی را ممکن می‌سازد. معنی همه اینها آن بود که پیوستگی و ناپیوستگی - علی‌رغم تلاشی که متفکرین مکانیستی<sup>۷</sup> در جدا کردن آنها به عمل آوردند - وحدت دیالکتیکی خود را در خلال حوزه گسترده‌ای از حقایق نشان می‌دادند.

در پایان قرن گذشته، همانندی‌هایی میان امواج و ذرات شناخته شد. هم ذرات و هم امواج انرژی و مومنتوم را منتقل می‌کنند (مورد اخیر از طریق آزمایش‌های

(۴) Christian Huygens فیزیک دان و ستاره‌شناس هلندی (۱۶۴۹-۱۶۹۵)

(۵) Augustin Jean Fresnel فیزیک‌دان فرانسوی (۱۷۸۸-۱۸۲۷)

(۶) Analogy

(۷) متفکرینی که می‌کوشیدند همه پدیده‌ها را ناشی از عوامل فیزیکی و زیستی بدانند.

دقیق توسط لیدف<sup>۸</sup> که برای نخستین بار وجود فشار نور را ثابت کرد - به اثبات رسید). امواج پریسامد (دارای طول موج کوتاه) در بسیاری موارد چون ذرات عمل می کنند. مثلاً حرارت که گونه ای حرکت است، شامل يك مؤلفه موجی (تابش حرارتی) است. همین نکته در مورد حرکت ذرات باردار نیز صادق است، این حرکت همیشه امواج الکترومغناطیسی را به همراه دارد، در حالی که عکس این مطلب همیشه درست نیست. همچنین، نوعی همانندی میان حرکت امواج و ذرات وجود دارد. به عنوان مثال، حرکت مستقیم الخط ذره با انتشار جبهه موج گروی همانند است.

با اینهمه، هنوز يك تمایز اساسی میان امواج و ذرات باقی بود، این وضع با پیدایش نظریه خصوصی نسبیت، که رابطه تناسب عمومی میان جرم و انرژی را بیان می کرد، تغییر یافت. از این نظریه چنین نتیجه گرفته شد که امواج ضمن انتقال انرژی، جرم را نیز منتقل می کنند. تمایزی که نظریه خصوصی نسبیت بین جرم سکون و جرم حرکت فایل شد امکان تصور ذراتی را به وجود آورد که فقط دارای جرم حرکت باشند و بدین لحاظ با میدان و نتیجتاً با فرایندهای موجی شباهت زیادی داشته باشند. به عبارت دیگر، فیزیک کلاسیک تا آن زمان برخی پیوندهای بنیادی میان ذره ها و امواج و حرکت های آنها را شناخته بود و به این ترتیب شواهد فراوانی برای اثبات وجود رابطه میان پیوستگی و ناپیوستگی عرضه کرده بود. اما اثبات وجود رابطه میان دو جنبه متضاد، هنوز به معنی اثبات وحدت آن دنیست. مفهوم علمی و ماتریالیسم دیالکتیکی وحدت، علاوه بر وجود روابط متقابل، شامل قابلیت تبدیل دوطرفه، قابلیت نفوذ در یکدیگر و معادل بودن ضدین است. اثبات وحدت به این معنی، میان پیوستگی و ناپیوستگی، بر اساس وحدت میان ذرات و امواج، دستاورد رشته نوین فیزیک، یعنی کوانتوم است.

در وهله اول، تصور فیزیک کلاسیک از انتقال انرژی به عنوان يك فرایند پیوسته در مواجهه با مسئله تعادل میان تشعشع در يك حفره مسدود و جداره های گرم شده آن، دستخوش تزلزل واقع شد و بعداً، با ثابت شدن این امر که انرژی همیشه در مقادیر مشخصی (که کوانتوم خوانده می شود) تشعشع و جذب می شود، این تصور به کلی دگرگون گردید. از آن پس، پیوستگی انتقال انرژی فقط به عنوان وجود تفاوت جزئی میان کوانتوم ها مفهوم داشت. یعنی هنگامی که طیف انرژی منتقله شکل پیوسته و مطلوبی به خود بگیرد. با استفاده از این حقیقت (شناخته شده در فیزیک کلاسیک) که موج الکترومغناطیسی حامل انرژی است و نیز به اتکای قانون ناپیوستگی انتقال انرژی که توسط ماکس پلانک<sup>۹</sup> کشف شد، آلبرت اینشتین نظریه فوتونی نور را به وجود آورد. بر طبق این نظریه، علاوه بر اینکه نور در مقادیر مشخص (کوانتوم) جذب و تابیده می شود، انتشار آن هم طوری است که برای هر موج نوری فوتونی وجود دارد که انرژی آن متناسب با بسامد آن موج است:  $E = h\nu$  در نظریه نسبیت ذره فوتون و موج الکترومغناطیسی دو جنبه

(۹) Max Planck فیزیکدان آلمانی (۱۸۵۷-۱۹۴۷)، بیان کننده نظریه کوانتوم.

(۸) Lebedev فیزیکدان شوروی (۱۸۹۳ - ۱۹۶۹) برنده جوایز لنین و استالین، عضو

فرهنگستان علوم شوروی، قهرمان کار سوسیالیستی.



از يك كلیت هستند که عبارت است از يك میدان الکترومغناطیسی انتشار یافته. می توانیم چنین بگوییم که در موج الکترومغناطیسی فوتون وجود دارد و عکس این گفته هم درست است. پیوستگی و ناپیوستگی تابع یکدیگرند و وجود هر يك منوط به وجود آن دیگری است. هرچه انرژی منتقله توسط يك فوتون کمتر باشد، طول موج وابسته به آن بیشتر و خواص موجی در انتشار میدان الکترومغناطیسی بارزتر خواهد بود. طول موج زیاد به انرژی کم فوتون مربوط می شود و چنین موجی خواص ذره ای بسیار اندکی از خود نشان می دهد. از سوی دیگر، هرچه انرژی فوتون بیشتر باشد، طول موج الکترومغناطیسی کوتاه تر و خواص ذره ای در انتشار میدان الکترومغناطیسی مشخص تر خواهد بود.

گام بعدی در روشن شدن وحدت مفهوم موج و ذره بسیار کوچک و در نتیجه وحدت پیوستگی و ناپیوستگی، توسط دو بروی ۱۵ برداشته شد. او نظریه عمومی بودن رابطه متقابل میان پارامترهای مومنتوم و انرژی ذرات و پارامترهای خاصی از نوسان و امواج مثل طول موج و بسامد نوسان را ارائه کرد. بر اساس این نظریه، تناسبی که بین انرژی و بسامد و بین مومنتوم و طول موج وجود دارد «منحصر به فرایندهای موجی نیست» بلکه در مورد حرکت ذرات بی نهایت کوچک نیز صادق است. معنی این حرف آن است که ذرات بسیار کوچک هم می توانند واجد خصوصیات ویژه امواج (تفرق، تداخل، قطبی شدن) باشند. صحت این نظر از طریق آزمایش نیز تأیید گردید.

اینکه اشیا در طبیعت از خود خواص ذره ای یا موجی نشان بدهند بستگی به پارامترهایی از قبیل جرم و سرعت دارد. از آنجا که این پارامترها ضمن واکنش متقابل اشیا تغییر می کنند، یا به عبارت دیگر در حالات مختلف حرکت شیء، این پارامترها نسبی هستند، خواص ذره ای و موجی اشیا نیز نسبی است. در برخی کنش های متقابل، ذرات بسیار کوچک واجد خصوصیات ذره ای و در برخی دیگر دارای خصوصیات موجی می شوند. بنابراین، نتیجه می گیریم که دو مفهوم ذره و موج در اصل قابل اطلاق به يك موضوع واحد است و این دو مفهوم در عین حال همسان<sup>۱۱</sup> و متفاوتند. پس مفهوم های کلی تری هم که اساس دو مفهوم ذره و موج را تشکیل می دهند یعنی پیوستگی و ناپیوستگی - همسان و در عین حال متفاوت هستند.

ضمن به کار گرفتن مفاهیم ذره و موج و پیوستگی و ناپیوستگی در مکانیک کوانتوم، مداوماً از تفاوت های آنها به وحدتشان می رسیم و برعکس. این نوسانات اساس وحدت بین مفاهیم موج و ذره و پیوستگی و ناپیوستگی را تشکیل می دهد که خود بازتاب یکی از جنبه های دیالکتیک طبیعت است.

وحدت همسانی و تفاوت، که در بن پیوستگی و ناپیوستگی وجود دارد، از طریق وحدت خواص موجی و ذره ای موجودات طبیعت نیز متجلی می شود. یکی از جنبه های وحدت این خواص، همانندی آنها با یکدیگر است و اینکه این دورشته خواص با یکدیگر

(۱۰) Louis Victor de Broglie فیزیک دان فرانسوی (۱۸۹۴) برنده جایزه نوبل فیزیک (۱۹۲۹).  
این نام در فارسی غالباً به صورت دو بروگلی وارد شده است.  
Identical (۱۱)

رابطه متقابل دارند و قابل تبدیل به یکدیگر هستند. به عبارت دیگر، حرکت ذره‌ای را می‌توان با استفاده از مفاهیم مشخصه انتشار امواج توجیه کرد و در مقابل، انتشار امواج به کمک مفاهیم مشخصه حرکت ذرات قابل تشریح است. تنها علت وجود این امکان آن است که ذرات و امواج از بسیاری جهات بایکدیگر همسان هستند. همانندی میان مفهوم‌های رایج در مکانیک و مبحث نورموجی، بازتابی از وجود نکات همسانی عینی میان ذرات و امواج است.

بدین ترتیب، وحدت مفاهیم ذره و موج در نظریه دو بروی یا به عبارت دیگر، وحدت این دو در پرتو اصل دوگانگی ۱۲ ذره - موج نیز به وسیله همسانی، ارتباط و قابلیت تبدیل متقابل آنها روشن می‌گردد.

اصل نایقینی (عدم قطعیت) هایزنبرگ کمک شایانی به دیالکتیک مفاهیم ذره و موج عرضه نمود. این اصل برای استفاده از تصورات موجود در فیزیک کلاسیک درباره حرکت روی یک مسیر و تعیین موقعیت دقیق ذره در فضا و زمان، در جهان بی‌نهایت کوچک محدودیت‌هایی قایل می‌شود. حرکت فاقد مسیر مشخص ذرات بی‌نهایت کوچک همانند با انتشار امواج است. در این حرکت، پدیده‌های تفرق و تداخل به نحوی کاملاً منطقی در واکنش متقابل ذرات با محیط ظاهر می‌شوند.

با این وجود، اصل نایقینی، حرکت مسیردار ذرات بی‌نهایت کوچک را به کلی رد نمی‌کند. اگر طول موج وابسته به مومنتوم ذره در مقایسه با مسافتی که ذره طی می‌کند (مثلاً فاصله بین جداره‌های یک لامپ کاتودی) به اندازه کافی کوتاه باشد، حرکت آن را می‌توان روی مسیری در نظر گرفت. به عنوان مثال، الکترون‌ها در این مورد مثل موج عمل نمی‌کنند، بلکه به صورت ذراتی ظاهر می‌شوند که در لحظه معینی از زمان مکان معینی را در فضا اشغال می‌کنند. اصل عدم قطعیت از یک سو مفهوم موج و ذره را به هم بسیار نزدیک می‌کند و از سوی دیگر نشان می‌دهد که چه وقت و تحت چه شرایطی این دو مفهوم را نباید در همسانیشان مورد نظر قرار داد، بلکه باید به تفاوتشان توجه داشت. و این هنگامی است که خواص ذره‌ای از خواص موجی جدا شده و در مقابل آن قرار می‌گیرد. این اصل همچنین معیاری به دست می‌دهد که چه وقت باید ذرات و امواج را معادل دانست و چه وقت باید آنها را متفاوت شمرد.

از رابطه نایقینی در مورد مختصات و مومنتوم یک ذره

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar$$

به سادگی می‌توان دریافت که اگر تغییرات مختصات در نتیجه تغییری در مومنتوم، یا تغییرات در نتیجه تغییری در مختصات در مقایسه با مقادیر اصلیشان ناچیز باشد، این تغییرات را می‌توان نادیده گرفت و حرکت ذره را می‌توان با همان دید فیزیک کلاسیک بررسی کرد و لزومی ندارد که خواص موجی، که به طور ذاتی در ذره نهفته است، به حساب آورده شود.

در مکانیک کوانتوم نمی‌توانیم جای دو مفهوم موج و ذره را عوض کنیم. مکانیک

کوانتوم هیچ‌یک از این دو مفهوم را کنار نمی‌گذارد، بلکه صرفاً نشان می‌دهد که تفاوت میان ذرات و امواج نسبی است و در بعضی از کش‌های متقابل شیء همچون موج و در برخی دیگر مانند ذره عمل می‌کند، به‌علاوه نشان می‌دهد که در بروز خواص موجی یا ذره‌ای رابطه میان پارامترهای فضا - زمانی محیط و شیء نقش عمده‌ای ایفا می‌کند (یعنی مشخصه‌های فضا - زمانی ماده با مشخصه‌های پویای آن پیوند دارد).

اثبات تجربی این امر که ذرات بی‌نهایت کوچک دارای خواص موجی هستند به هیچ وجه به معنی اثبات موج بودن آنها نیست؛ ذرات بی‌نهایت کوچک همچنان همان ذرات بی‌نهایت کوچک باقی می‌مانند و نمی‌توان آنها را با موج یکی دانست، همچنانکه نمی‌توان ناپیوستگی را با پیوستگی یکی دانست.

الکترو دینامیک کوانتوم، که بر اساس مکانیک کوانتوم پایه‌ریزی شده است، تعدادی مفهوم جدید در رابطه با حرکت، انرژی و جرم مطرح کرده است. از جمله این مفاهیم در وهله اول باید از حرکت صفر و انرژی صفر نام برد. در فیزیک کلاسیک اعتقاد بر این بود که در دسای معادل با صفر مطلق حرکت درون هر دستگاهی به کلی متوقف می‌شود، یعنی انرژی جنبشی آن به صفر می‌رسد، اما این موضوع نه با تجربه وفق می‌دهد و نه با نظرات علمی، زیرا با اصل نایقینی ناسازگار است.

بر اساس این اصل، به‌طور همزمان نمی‌توان مختصات و مومنتوم ذرات را دقیقاً اندازه‌گیری کرد. در حالت سکون مطلق مختصات همه ذرات درون یک دستگاه ثابت است، در نتیجه  $\Delta x$  برای همه آنها برابر صفر می‌شود و مومنتوم همه ذرات درون دستگاه نیز برابر صفر خواهد بود. از آنجا که هیچ تردیدی در درستی اصل نایقینی وجود ندارد، باید بپذیریم که حتی در صفر مطلق حرکت داخلی دستگاه به کلی متوقف نمی‌شود، یعنی انرژی جنبشی داخلی دستگاه به کلی از میان نمی‌رود. حرکت ذرات یک دستگاه در صفر مطلق، و انرژی ذاتی مربوط به این حرکت، به ترتیب حرکت صفر و انرژی صفر خوانده می‌شود.

ویژگی منحصر به فرد حرکت صفر و انرژی صفر در آن است که به هیچ وجه نمی‌توان آنها را از دستگاه جدا کرد. مفاهیم حرکت صفر و انرژی صفر نشان دهنده جدایی ناپذیری حرکت از ماده و انرژی از جرم است. از این بحث معلوم می‌شود که حرکت صفر و انرژی صفر را می‌توان حداقل مقدار مومنتوم و انرژی جنبشی ذرات هر دستگاه در هر دما محسوب داشت.

حالتی را که ذرات دارای حداقل مومنتوم و حداقل انرژی باشند «حالت زمین»<sup>۱۲</sup> دستگاه می‌نامند. حالات تحریک شده گوناگون دستگاه در دوسوی این حالت زمین و به‌فواصل مختلف از آن قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هر دستگاهی در هر دمایی دارای حالاتی معادل حالت صفر مطلق است. ذرات در حالت زمین مسلماً دارای طیف انرژی و مومنتوم پیوسته هستند، زیرا تغییرات مومنتوم و انرژی آنها بسیار

جزئی است. معنی این امر آن است که حالت زمین را با توجه به پارامترهای انرژی و مومنتوم آن می‌توان حالتی پیوسته محسوب داشت، حالتی که فاقد ذرات و همانند میدان است.

بنابراین، مشخصه‌های مومنتوم و انرژی در مجموعه ناپیوسته ذرات متعلق به حالت زمین در یک دستگاه، دارای پیوستگی آشکارند. پس می‌توان گفت که پیوستگی، به‌عنوان جنبه یا مشخصه‌ای از ناپیوستگی، وارد حوزه ناپیوستگی می‌شود.

وضعیت همانندی نیز در مورد مجموعه‌های ذراتی که با یکدیگر پیوند محکم دارند، یافت می‌شود. مجموعه ذراتی را که اجسام مایع یا جامد را به وجود می‌آورند، می‌توان به‌عنوان یک کل پیوسته در نظر گرفت. این موضوع تأییدی دیگر بر این نکته است که پیوستگی، یک مشخصه مجموعه‌های ناپیوسته و در واقع مشخصه‌ای از حالات چنین مجموعه‌هایی است. در یک حالت پیوسته، ممکن است ناپیوستگی ظاهر شود و همچنین وجود پیوستگی در یک حالت ناپیوسته امکان‌پذیر است.

ثابت شده است که میدان الکترومغناطیسی مجموعه یا دستگاهی از فوتون‌هاست، به‌عبارت دیگر، در اینجا ناپیوستگی حالتی از پیوستگی است. همه اشیا طبیعت، هم دارای حالت یا صورت ناپیوسته و هم دارای حالت یا صورت پیوسته‌اند.

این موضوع قضیه فوق‌العاده مهمی در فلسفه و علوم طبیعی است. اگر در مرحله معینی از تکامل علم فقط یک حالت از اشیا طبیعت را بشناسیم، به هیچ وجه نباید آن را دانش‌نهایی محسوب داریم. هر گامی در گسترش شناخت ما، در واقع مربوط به یکی از حالات یا صورت وجود اشیا مورد مطالعه در طبیعت است. مراحل شناخت ما از طبیعت، انواع بی‌شمار حالات اشیا را به‌عنوان اساس عینی خود در اختیار دارد. آنچه در زمان واحد در طبیعت وجود دارد، در زمان‌های مختلف و در سطوح مختلف گسترش شناخت، بر شناخت ما مکشوف می‌گردد.

به‌عبارت دیگر، فرایند نردبانی شناخت به هیچ وجه به معنای آن نیست که خواص و حالات اشیا مورد مطالعه به‌همان ترتیبی که ما شناختی از آنها به دست می‌آوریم تغییر می‌کنند. این مطلب را با مثالی می‌توان روشن‌تر ساخت. در جریان مطالعه فعل و انفعال اتم‌ها، نخستین نکته‌ای که ثابت شد این بود که اتم‌ها پایدار و تغییر ناپذیرند. سپس، در مرحله دیگری از شناخت، دانسته شد که اتم‌ها متغیر و تبدیل پذیرند. آیا می‌توان چنین نتیجه گرفت که این دانش ما در مورد اتم‌ها نیست که تغییر کرده است، بلکه اتم‌ها خود خواصی متضاد با آنچه قبلاً آموخته بودیم به دست آورده‌اند؟ البته که این‌طور نیست. اتم‌ها همیشه دارای این خاصیت بوده‌اند که در برخی از کش‌های متقابل پایدار و در برخی دیگر متغیر باشند.

خاصیت اصلی قوانین تغییر، این حقیقت است که قوانین مزبور هم وابستگی‌های پویا و هم وابستگی‌های ایستای پدیده‌ها را به یکدیگر نشان می‌دهند. از جمله قوانین تغییر می‌توان از قوانین مکانیک نیوتونی، قوانین مکانیک نسبی، برخی از قوانین

مکانیک کوانتوم (معادله شرودینگر)، قوانین ماکسول ۱۴ - هرتر ۱۵ - لورنتس ۱۶ در الکترودینامیک و قوانین الکترودینامیک کوانتوم نام برد. قوانین تغییر می‌توانند هم پویا و هم ایستا باشند.

اساس قوانین بقا در تعیین مقدار روابط متقابل کمیت‌های نامتغیر در فرایندهای تبدیل و کنش متقابل اشیای فیزیکی است. قوانین بقا امکانات و محدودیت‌های تغییر پارامترهای فیزیکی را تعیین می‌کنند و منشأ بروز فرایندهای خاصی را در طبیعت نشان می‌دهند.

قوانین بقا اساس قوانین تغییر را - با این شرط که هیچ یک از قوانین تغییر با هیچ یک از قوانین بقا ناسازگار نباشد عرضه می‌دارند. مثلاً هیچ قانونی برای تغییر پارامترهای یک پدیده نمی‌تواند با قانون بقای انرژی متناقض باشد.

از دید ما همان‌طور که نباید قوانین تغییر را به قوانین بقا تبدیل کرد (یا آنها را معادل دانست) - و این کاری بود که مثلاً ارنست ماکس ۱۷ انجام داد - از طرف دیگر هم نباید آنها را بدون ارزیابی درست، مخالف هم دانست. این قوانین باید در وحدت دیالکتیکی شان در نظر گرفته شوند.

باید در نظر داشت که در فیزیک قوانینی وجود دارد که اساس آنها ترکیب جنبه‌ها و کیفیت‌های خاصی از قوانین بقا و تغییر است. مثلاً در قانون لورنتس نه تنها بستگی میان حرکت رسانا (هادی) و پیدایش جریان الکتریکی در آن بیان می‌شود، بلکه یکی از جلوه‌های قانون بقای انرژی نیز به میان می‌آید.

ما غالباً از «قوانین فیزیک» صحبت می‌کنیم، ولی باید همیشه به یاد داشته باشیم که این قوانین ساخته بشر هستند و در خود طبیعت قوانین به صورت قوانین بقا و قوانین تغییر یا قوانین ایستا و قوانین پویا تقسیم نشده‌اند. دسته‌بندی‌های گوناگون قوانین فیزیک در واقع به قوانین خود طبیعت مربوط نمی‌شود، بلکه بستگی به الگوهایی دارد که ما از روابط پایدار، ضروری، ذاتی و گوناگون میان پدیده‌های طبیعت می‌سازیم.

تکرار می‌کنیم، انواع بی‌شمار و گوناگون خواص، روابط و حالات موجود در پدیده‌های طبیعت، از طریق دانشی که در طول زمان افزایش می‌یابد، شناخته می‌شود. بنابراین، هیچ مفهوم جدید فیزیکی را نمی‌توان به‌طور مجرد در نظر گرفت، زیرا همیشه دارای پیوندهای درونی با سایر مفاهیم فیزیک و فلسفه است. البته به شرط آنکه مفاهیم جدید و قدیم هر دو بازتاب واقعیت عینی باشند و نه ساخت‌های مجرد بی‌اساس. تاریخ علوم نمونه‌های فراوانی از مفاهومی‌هایی به دست می‌دهد که به کلی از دایره علم به دور افتاده‌اند، زیرا توسط آزمایش تأیید نشده‌اند (مثلاً مفهوم فلوریتون) ۱۸

(۱۴) James Clerk Maxwell فیزیک‌دان اسکاتلندی (۱۸۳۱-۱۸۷۹)، مطرح‌کننده نظریه الکترومغناطیس.

(۱۵) Heinrich Rudolf Hertz فیزیک‌دان آلمانی (۱۸۵۷-۱۸۹۴)

(۱۶) Hendrik Antoon Lorentz (۱۸۵۳-۱۹۲۸) فیزیک‌دان هلندی.

(۱۷) Ernst Mach فیزیک‌دان و فیلسوف اطریشی (۱۹۳۶-۱۹۱۶)

(۱۸) Phlogiston ماده‌ای فرضی که قبلاً تصور می‌شد در اجسام سوزا به حالت فرار وجود دارد و هنگام سوختن به صورت شعله رها می‌شود.

مقوله‌های پیوستگی و ناپیوستگی برخی از خواص کلی ماده و صفات آن را منعکس می‌کنند. این مقولات را در مورد همه پیوندهای متقابل، روابط، تغییرات و تبدیلات اشیای مادی می‌توان به‌کاربرد. پیوستگی و ناپیوستگی نشانگر وحدت و کثرت عناصر ساختمانی ماده و صفات آنند. این دو مقوله از یکدیگر جدایی‌ناپذیرند و به‌طور عینی در وحدت با یکدیگر وجود دارند. البته این موضوع، تاکید خاص بر پیوستگی یا ناپیوستگی در یک وضعیت خاص و در سطوح مختلف شناخت ما را رد نمی‌کند.

بنابراین نتیجه می‌گیریم که موضوع مکمل بودن یا همزیستی این دو مقوله مطرح نیست، بلکه وحدت دیالکتیکی آنها مورد نظر است که به‌عنوان یک اصل روش‌شناسی شناخت ما به‌کار گرفته می‌شود. اصل وحدت پیوستگی و ناپیوستگی باید در رابطه با سایر اصول و مقولات دیالکتیک ماتریالیستی و بخصوص در ارتباط با اصول وحدت‌زمان و فضا و وحدت‌گیتی و گسترش آن در نظر گرفته شود.

پیوستگی و ناپیوستگی از راه‌های گوناگون متجلی می‌شوند که در جدول زیر به آنها اشاره شده است:

پیوستگی	ناپیوستگی
ارتباط متقابل	بی‌ارتباطی
ترکیب	انفصال
رشد	رکود
گسترش	تمرکز
قابلیت تقسیم نامحدود	قابلیت تقسیم محدود

وابستگی متقابل، نفوذ و پیوند متقابل میان این جلوه‌های پیوستگی و ناپیوستگی وحدت آنها را به‌وجود می‌آورد.

وحدت پیوستگی و ناپیوستگی در اشیای طبیعت هم از طریق ترکیب جلوه‌های مذکور در جدول بالا و هم از طریق وابستگی و نفوذ متقابلشان ظاهر می‌شود. مثلاً میدان قابلیت ارتجاع (الاستیسیته) در یک بلور دارای مکان خاصی نیست و در سراسر بلور توزیع شده است، در حالی که انرژی و مومنتوم به‌صورت فوتون در حوزه‌های مشخصی از بلور دارای مکان خاص است. هر تغییر تدریجی می‌تواند دارای جهش‌هایی باشد و در هر جهش هم امکان تغییر تدریجی وجود دارد. دو الکترون با میدان‌هایشان به‌طور پیوسته یکدیگر را دفع می‌کنند، ولی این میدان‌ها در فرایند تابش و جذب ناپیوسته فوتون عمل می‌کنند. صورت بندی موجی اکسیتون<sup>۱۹</sup> به تدریج در سراسر بلور منتشر می‌شود، ولی در نقاط لایه‌ای بلور استقرار می‌یابد و از طریق جهش‌های ناپیوسته از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌رود. در بررسی دقیق‌تر هر فرایندی به وحدت جلوه‌های پیوستگی و ناپیوستگی در آن پی می‌بریم.

در علم تلاش‌هایی صورت گرفته است تا اساس فرایندهای مورد مطالعه را

(۱۹) Exciton حالتی از بلور که از نظر الکتریکی خنثی است و غالباً به شکل توالی منظم الکترون و حفره در نظر گرفته می‌شود.

به پیوستگی یا ناپیوستگی نسبت دهند، این دو کیفیت را از هم جدا کنند و در مقابل یکدیگر قرار دهند. مثال روشنی در مورد احاطه همه تغییرات به ناپیوستگی، نظریه تلاشی ۲۰ کوویه است. نظریه تکامل خطی هربرت اسپنسر ۲۲ هم مثالی برای نسبت دادن همه تغییرات به پیوستگی است.

اصل تکمیلی بور ۲۳ که می گوید هر گاه شیء بی نهایت کوچکی دارای خواص ذره ای باشد نمی تواند خواص موجی داشته باشد و برعکس، به طور ضمنی وجود شکافی میان پیوستگی و ناپیوستگی را می پذیرد.

بر اساس این اصل، حضور ناپیوستگی نفی کننده پیوستگی است و پیوستگی، وجود ناپیوستگی را منتفی می سازد. و. ا. فوک عضو فرهنگستان، به درستی اظهار داشته است که وقتی يك شیء بی نهایت كوچك خواص ذره ای دارد، خواص موجی آن پنهان مانده است اما این خواص به طور بالقوه باقی می ماند و هر گاه تغییری در شرایط وجودی شیء بی نهایت كوچك حاصل شود، می تواند به فعالیت درآید. وحدت پیوستگی و ناپیوستگی، در وجود این شیء بی نهایت كوچك نقض نمی شود، بلکه به صورت وحدت قوه و فعل (امکان و عمل) درمی آید. آنچه بالفعل پیوسته است، بالقوه ناپیوسته است و برعکس. وحدت پیوستگی و ناپیوستگی به اشکال مختلف نشان داده می شود، مثلاً از طریق وحدت تغییرات کمی و کیفی، از طریق وحدت قوه و فعل، از طریق وحدت احتمال و ضرورت، الی آخر.

بنابراین پیوستگی و ناپیوستگی و وحدت این دو ماهیتاً دارای جلوه های گوناگون و بی شمارند. دانش ما در مورد این جلوه ها پیوسته افزایش می یابد و دقیق تر می شود. وحدت دیالکتیکی پیوستگی و ناپیوستگی مشخصه اشیا، فرایندها و پدیده های مادی است. پیوستگی و تمامیت يك شیء یا يك فرایند اساس صورت بندی های بعدی يك پیوستگی جدید از طریق مجموعه (ناپیوسته) اجزای مرتبط این پیوستگی است.

ناپیوستگی شرط وجود و گسترش پیوستگی است. بی تقارنی و عدم تجانس در ارتباط متقابل اجزای يك كل، تناقضات موجود در ساختمان و عملکرد این اجزا منجر به تغییر یا حرکت اشیا می شود که وجود پیوسته آن با آفرینش ناپذیری و زوال ناپذیری ماده در حال حرکت مرتبط است.

---

#### Catastrophism (۲۰)

(۲۱) Georges Léopold Cuvier طبیعی دان فرانسوی (۱۷۶۷ - ۱۸۴۴) بنیان گذار کالبدشناسی

و دیرین شناسی مهره داران.

(۲۲) Herbert Spencer فیلسوف انگلیسی (۱۸۲۰ - ۱۹۰۳).

(۲۳) Neils Henrik David Bohr فیزیک دان نظری اهل دانمارک (۱۸۸۵ - ۱۹۶۲) از بنیان گذاران

نظریه کوانتوم و نظریه واکنش های هسته ای

V.A. Fok (۲۴)

## اصل تقارن و نقش آن در شناخت

در بررسی جنبه‌های فلسفی دانش فیزیک غالباً مقایسه «تقارن» و «عدم تقارن» به کار برده می‌شود. از اینرو جادارد در این دو مفهوم دقیق شویم و اهمیت آنها را از دیدگاه «روش شناسی» مورد توجه قرار دهیم. بشر طی هزاران سال، در جریان تجربه عملی و شناخت قوانین واقعیت عینی، اطلاعات فراوانی به دست آورده که حاکی از وجود دو گرایش متضاد در جهان مادی است: از یک سو رعایت دقیق نظم و هماهنگی، و از سوی دیگر گرایش به نقض این نظم و هماهنگی. بشر از دیرباز به نظم موجود در شکل بندی بلورها، گل‌ها، لانه‌های زنبور و موجودات طبیعی دیگر توجه یافته بود و این تناسب را هنگام خلق آثار هنری و تولید اشیا، دوباره‌سازی می‌کرد و بدین ترتیب مفهوم تقارن را غنا می‌بخشید. دانشمند معروف، جیمز نیومن James Newman می‌نویسد: «تقارن وجه مشترک اشیا، پدیده‌ها و فرضیه‌هایی است که هیچ رابطه ظاهری بایکدیگر ندارند؛ مغناطیس زمین، نقاب زنان، نور قطبیده (پولاریزه)، نظریه مجموعه‌ها، نا متغیرها و تبدیلات، رفتار زنبورها در کندو، ساختمان فضا، طرح ظروف، فیزیک کوانتوم، گلبرگ‌ها، الگوهای تداخل اشعه ایکس، تقسیم‌یافته درخارپشت دریایی، حالت‌های تعادل در بلورها، کلیساهای رومی، دانه‌های برف، موسیقی، فرضیه نسبیت.»<sup>۱</sup>

کلمه «تقارن» دارای دو معنی است. به یک معنی، تقارن عبارت است از وجود درجه بالایی از تناسب و توازن. این تقارن در واقع نشان دهنده میسزان همخوانی اجزای متعددی است که در تناسب بایکدیگر، «کل» را می‌سازند. «پولی کلیتوس» Polyclitos و پس از او «ویتروویوس» Vitruvius کلمه تقارن را به معنای فوق به کار بردند و از قول پولی کلیتوس چنین روایت شده است که: «استفاده از تعداد زیادی طول‌های گوناگون در یک مجسمه قاعدتاً باید منجر به ایجاد نظم گردد.»

معنای دیگر کلمه تقارن، تعادل است. ارسطو تقارن را حدنهایی تناسب می‌داند. فیثاغورس و شاگردانش به پدیده تقارن توجه زیادی داشتند. در زمان فیثاغورس، فرقه‌ها و مکاتب گوناگون عرفانی وجود داشت، اما فیثاغوریان علاوه بر تمایلات عارفانه، قایل به روشی بودند که به عقیده آنان موجب وحدت با خداوند می‌گردید. به نظر فیثاغوریان این وحدت از طریق ریاضت، که از عناصر اساسی مذهب آنان بود، میسر می‌گردید. «از دیدگاه عقاید آنان، خداوند به وسیله اعداد بر جهان حکومت می‌کند. خداوند مظهر «وحدت» و جهان مظهر «کثرت» و متشکل از اجزای متفاوت است. هماهنگی، موجب وحدت این اجزای متفاوت شده، آنان را به صورت گیتی در می‌آورد. هماهنگی کیفیتی است الهی که از نسبت‌های عددی حاصل می‌شود...»

۱- از کتاب «دنیای ریاضیات» The World of Mathematics اثر جیمز نیومن



به گفته هرآکلیتوس<sup>۲</sup> فیثاغوریان معتقد بودند که زیبایی عبارت است از دانش کمال اعداد روح.<sup>۳</sup>

عقاید فیثاغوریان بر این پایه استوار بود که عدد، اصل جهان دوروبرماست. بر این اساس آنان می‌پنداشتند که برای شناخت جهان، کافی است که اعداد حاکم بر جهان را بشناسیم. به گفته ارسطو، فیثاغوریان با پرداختن به علم ریاضی، از نخستین پیش‌برندگان این علوم شدند و ریاضیات را که خود موجب گسترش آن بودند، سرآغاز هرچیز قلمداد کردند و برای اعداد، مقام نخست را در طبیعت قائل شدند. آنان اظهار می‌داشتند همه چیز از عدد حاصل شده و جهان از هماهنگی و عدد تشکیل یافته است.<sup>۴</sup>

بنابر قول ارسطو، عقیده بنیادی فلسفه فیثاغوریان این بود که عدد اصل همه اشیاست و ساختمان عالم به‌طور کلی جلوه‌گاه دستگاه هماهنگی از اعداد و روابط بین این اعداد است.

هگل با نقل نظریه فوق از کتاب «مابعدالطبیعه» ارسطو، این سؤال را به میان می‌آورد که: منظور از بیان چنین حکمی چه می‌تواند باشد؟ عدد معمولاً اندازه یک کمیت را بیان می‌کند. حال اگر بگوییم که هرچیز دارای مشخصات کمی و کیفی است، ابعاد و جرم خواصی از شی هستند که فقط یک جنبه آن را مشخص می‌کنند. ولی فیثاغوریان عدد را «جوهر» اشیا، و نه «عرض» به‌شمار می‌آوردند.<sup>۵</sup>

هگل این نکته را حاصل شجاعت فکری فیثاغورس دانست و او را بخاطر کنار گذاشتن «جوهر حسی» و مطرح کردن «جوهر ذهنی» به جای آن، مورد ستایش قرار داد.<sup>۶</sup> بر پایه این عقاید، فیثاغوریان برای نخستین بار ریاضیات را در بیان هماهنگی و تقارن به کار گرفتند؛ این بیان تازمان حاضر اهمیت خود را از دست نداده است.

دیدگاههای فیثاغورس و مکتب او، در تعلیمات افلاطون در زمینه شناخت، گسترش و ادامه یافت. افلاطون معتقد بود تنها آنچه را که در خود تناقضی نداشته باشد می‌توان شناخت، و از آنجا که حرکت و تغییر در خود تناقض‌هایی دارند، جهان محسوس غیر قابل شناخت است. به اعتقاد او، وجود اجسام واقعی منوط به وجود «مثال»های انتزاعی مطلق است که ابدی و بی‌تغییرند. روح جهان، سازواره‌ای از نیروهای فعال خردمند است که بر پایه دقتی ریاضی انسجام و کارآیی یافته و از هماهنگی برخوردار است.

افلاطون درباره ساختمان جهان نظرات قابل توجهی دارد. از نظر او جهان از چند وجهی‌های منتظمی که دارای تقارن کامل می‌باشند تشکیل یافته است. افلاطون اصول

—۲— Heraclitus of Pontus

۳— از کتاب «بیداری دانش» Science Awakening نوشته «فان در ووردن» van der

Waerden صفحات ۹۳ و ۹۴.

۴— مابعدالطبیعه اثر ارسطو.

۵— فرهنگ علوم فلسفی اثر هگل صفحات ۳۳۰ تا ۳۳۵.

۶— همان کتاب

«مثال»ها را با اصل اعداد فیثاغوریان در آمیخت. او اجسام فیزیکی را فاقد مادیت دانست و آنها را جوهرهای ریاضی ایده‌آلی به‌شمار آورد که از تعدادی مثلث تشکیل شده‌اند. افلاطون روح جهان را اصل لازم برای وحدت این جهان، که از اشیای محسوس و بانظم ریاضی تشکیل یافته‌است، به‌شمار آورد.

از میان طبیعی دانان و فیلسوفانی که بعدها به تحلیل مقوله تقارن پرداختند، رنه دکارت René Descartes و هربرت اسپنسر Herbert Spencer را می‌توان ذکر کرد. رنه دکارت معتقد بود که خداوند به اجسام غیرمتمارنی که خلق کرده بود، حرکت «طبیعی» دورانی داد که بر اثر آن، به اجسام کامل متمارنی تبدیل شدند. اسپنسر موضوع تقارن را در طی تشریح خاصی، در ارتباط با تعمیم فلسفی معلومات زیست‌شناسی بخصوص «شکل‌شناسی» گیاهان و حیوانات، مورد بررسی قرار داد. او با در نظر گرفتن درجه پیچیدگی زیستی و تغییرات تقارن به این نتیجه رسید که تغییر، بنا بر یک رابطه علت و معلولی، بستگی به تقارن یا عدم تقارن محیط دارد.

مسئله تقارن در طبیعت بی‌جان، در بلورشناسی بایبشترین تفصیل بررسی می‌شود. کمال یافتگی شکل خارجی بلورها، از دیرباز توجه طبیعی دانان و فلاسفه را به خود جلب کرده بود. با گسترش دانش بشر در مورد طبیعت، تلاش‌های وی نیز برای یافتن علل بعضی از پدیده‌های دوروبرش، افزایش یافت. موضوع تقارن بلورها در این میان مورد مطالعه قرار گرفت ولی قرن‌های متمادی سپری شد تا آنکه در پایان قرن هیجدهم (سال ۱۷۸۳) دانشمندی فرانسوی به نام «رومه دلیل» Romède Lisle یکی از مهم‌ترین قوانین بلورشناسی را که عبارت است از تساوی زوایای «میان وجهی» بلورها، کشف کرد. بر طبق این اصل، زاویه بین وجوه متناظر همه بلورهای یک نوع ماده ثابت است. توجه به این نکته ضرورت دارد که «رومه دلیل» از مطالعه بلورهای خاص شروع کرد و به درجه بالایی از تعمیم علمی دست یافت و قانون ثابت بودن زوایا را به بلورهای همه مواد بسط داد.

یک دانشمند دیگر فرانسوی به نام «رنه ژوست هوی» René Just Hauy کار «رومه دلیل» را دنبال کرد و قانون مهم دیگری به نام قانون اعداد کامل وضع نمود که بی‌شک در کشف قانون اعداد کامل در شیمی توسط دالتون موثر بوده‌است. برخلاف نظریه رومه دلیل، که معتقد بود ماهیت درونی بلورها را طبیعت نهفته داشته و برای ما غیرقابل شناخت است، «هوی» با نظری مادی به این مسئله برخورد کرد و برای تشریح ماهیت قانون اعداد کامل، فرضیه‌ای وضع نمود که بر اساس آن بلورها از مولکول‌های چند وجهی تشکیل می‌شوند. باتکیه بر اطلاعات تجربی - از جمله این واقعیت که هنگام شکستن بلورها، مثلاً بلور نمک طعام، قطعات جدید دارای شکل منظم متوازی‌السطوح می‌باشند - او به این نتیجه رسید که مولکول‌های نمک طعام متبلور نیز باید دارای شکل باشند علی‌رغم نادرستی تصور وی در مورد شکل مولکول‌ها، نظریه ساختمان مولکولی ماده، اساس کار وی در کشف قانون اعداد کامل بود. درستی این قانون متعاقباً توسط آزمایش تأیید گردید.

در سال ۱۸۱۹، «ایلهاردمیچرلیخ» Eilhard Mitscherlich کشف کرد موادی که دارای ترکیب مشابهی باشند، دارای بلورهای هم شکل (ایزومورفیک) هستند (مندلیف شیمی دان بزرگ روس - که در سال ۱۸۶۹ قانون کیفیت تناوبی عناصر را کشف کرد نیز به مطالعه این پدیده پرداخت و مقاله‌ای در این زمینه، تحت عنوان «ارتباط هم‌شکلی و سایر همانندی های ظاهری بلورها، با ترکیبات آن‌ها» نگاشت). سه سال بعد، یعنی در سال ۱۸۷۲ میچرلیخ پدیده «چندشکلی» (پولی مورفیسم) را کشف کرد. بنابه این اصل، بعضی از مواد می‌توانند تحت شرایط متفاوت به صورت بلورهایی با اشکال و نوع تقارن های متفاوت در آیند. می‌دانیم که کربن به دو صورت گرافیت و الماس متبلور می‌شود. گرافیت سیاه رنگ و هادی جریان برق است ولی الماس شفاف است و جریان برق را هدایت نمی‌کند. الماس سخت‌ترین ماده طبیعی است، در حالی که گرافیت یکی از نرم‌ترین کانی‌هاست. وزن مخصوص گرافیت  $2/22$  و از آن الماس  $3/51$  است. بنابراین اختلاف در توزیع فضایی اتم‌های همانند و تفاوت‌های شبکه بلوری (گرافیت در شبکه شش ضلعی و الماس در شبکه مکعبی متبلور می‌شود) سبب ایجاد پدیده چند شکلی بلورها می‌شود که غالباً تفاوت های فاحشی را در خواص فیزیکی آن‌ها موجب می‌گردد.

دو پدیده «هم شکلی» و «چندشکلی» دارای اهمیت فلسفی زیادی هستند. این پدیده‌ها از جمله تأییدات بی‌شمار بر درستی قانون تبدیل تغییرات کمی به کیفی به شمار می‌روند. در اینجا مفهوم «کمیت» ابعاد گسترده‌تری یافته است، زیرا تنها بر تغییر در تعداد عناصر یا اجزای سازنده یک کل دلالت نمی‌کند، بلکه تغییر در توزیع فضایی اجزا را نیز شامل می‌شود.

یکی از خواص بنیادی بلورها «غیر ایزوتروپیک» بودن آن‌هاست، یعنی این که در امتداد محورهای مختلف، خواص فیزیکی متفاوتی از خود نشان می‌دهند. در عین حال بلورها اجسامی همگن هستند، یعنی دوناچه از بلور که شکل و امتداد یکسان داشته باشند دارای خواص یکسانی نیز خواهند بود.

مولکول‌هایی که دارای یک ترکیب و شکل خاص باشند، می‌توانند به اشکال متفاوتی متبلور شوند که تعیین کننده خواص شیمی - فیزیکی جسم است.

«ولاستون» Wollaston دانشمند انگلیسی، در سال ۱۸۱۳ نظریه مولکول‌های کروی را مطرح ساخت که در نهایت مولکول‌ها را به صورت نقطه های ریاضی در نظر می‌گیرد. توزیع منظم این نقاط در فضا، منجر به تکوین نظریه شبکه‌های فضایی بلورها و مفهوم تقارن شبکه‌ای گردید.

شبکه بلوری مفهومی است در ردیف عنصر تقارن که در مطالعه شکل خارجی بلورها با آن سروکار داریم. این تجرید ریاضی (شبکه بلوری) امکان تشریح ساختمان تناوبی بلورها را فراهم می‌آورد و نتیجتاً از روی این ساختمان، نحوه توزیع عینی ذرات مادی در بلور مشخص می‌شود. شبکه بلوری صرفاً تصویر ریاضی این ساختمان است.

تقارن از جنبه‌های مختلف در بلورها ظاهر می‌شود. شکل خارجی بلورها، پدیده‌های فیزیکی

که بین بلورها حادث می‌شود، واکنش متقابل بلورها با ماده محیطی و تغییراتی که در نتیجه تأثیرات خارجی در بلورها به وجود می‌آید.

با این حال، قوانین تقارن تنها به شکل خارجی بلورها محدود نمی‌شود، بلکه ساختمان داخلی آن‌ها نیز از این قوانین تبعیت می‌کند. شکل خارجی بازتابی از ساختمان داخلی بلورهاست.

در سال ۱۸۳۰، «یوهان فردریش هسل» **Johann Friedrich Hessel** به روش هندسی ثابت کرد که فقط ۳۲ دسته بلور در طبیعت وجود دارد. در آن زمان کسی به کار هسل توجه نکرد و همین مطلب دوباره در سال ۱۸۶۷ توسط «اکسل گادولین» **Aksel Gadolin** روسی کشف شد.

ساختمان داخلی بلورها، در مقایسه با شکل خارجی آن‌ها، دارای انواع متنوع‌تری از عناصر تقارن است. در زمینه همین مطلب، ا.س. فدوروف **E. S. Fedorov** دانشمند برجسته روس در سال ۱۸۹۰ کلیه ترکیبات ممکنه از عناصر تقارن در فضا را مجزا کرد. او ثابت کرد که ۲۳۰ گروه تقارن فضایی وجود دارد و کلیه شبکه‌های فضایی ممکن را محاسبه کرد. تا آن زمان، روش استفاده از پدیده تفرق اشعه ایکس، هنوز ابداع نشده بود. کشف این روش، درستی کار فدوروف را تأیید کرد. این امر یک پیروزی علمی و دلیلی محکم بر قدرت ژرف بینی علم به شمار می‌آید. تا کنون حتی یک مورد وجود نداشته است که بلوری متعلق به یکی از گروه‌هایی که فدوروف برشمرده است، نباشد. «پی-یر کوری» دانشمند فرانسوی، کمک ارزنده‌ای به علم بلورشناسی، بخصوص از جنبه تقارن، کرده است. «مارگوری» (همسر پی-یر کوری، م) در خاطراتش نوشته است که پی-یر کوری علاقه شدیدی به فیزیک بلورها داشت. مطالعات نظری و تجربی او در این رشته، به پیدایش یک اصل عمومی - اصل تقارن - منجر شد. پی-یر کوری می‌نویسد:

«هرگاه عوامل بخصوصی تأثیرات معینی پدید آورند، عناصر تقارن در آن عوامل، باید در تأثیرات حاصله نیز ظاهر گردند.

«هرگاه پدیده‌ای بی تقارنی خاصی از خود برون دهد، این بی تقارنی را در عوامل به وجود آورنده این پدیده نیز باید بتوان یافت.

«عکس دوقضیه فوق - دست‌کم در عمل - صادق نیست، یعنی معلول‌ها می‌توانند دارای تقارن بیشتری نسبت به علت‌های خود باشند».

بلورهای واقعی که در عمل تمامی طبیعت پی‌جان را به وجود می‌آورند، ترکیبی از ذرات متشکله ماده (اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها) هستند می‌توان آنها را به منزله وحدت پویایی از نظم و بی نظمی، تقارن و عدم تقارن دانست. آ.ای. کیتای گورودسکی می‌نویسد: «مطالعه عناصر بی نظمی در یک ساختمان مولکولی منظم و عکس آن، یعنی مطالعه عناصر نظم در توزیع منظم ذرات، موجب پیدایش قواعد جدید و مهمی شده که ارتباط بین ساختمان و خواص مواد را مشخص می‌کند و تعدادی از پدیده‌هایی را که مربوط به تغییر درجه نظم ساختمان مواد است، توضیح می‌دهد».

۷ - از کتاب «نظم و بی نظمی در جهان اتم». اثر کیتای گورودسکی. چاپ مسکو ۱۹۵۹.

به زبان روسی، صفحه ۳

اصولاً، نقض تقارن جالب ترین نتایج علمی را در پی داشته است.\* این موضوع را مثلاً در مشاهدات نجومی می توان دنبال کرد. گالیله معتقد بود که سیارات در مدارهای طبیعی مدور حرکت می کنند. نقض تقارن محوری در مدار سیارات، که توسط کیپلر کشف شد، منجر به پیدایش مکانیک کلاسیک گردید.

مفاهیم ساده ترین انواع (ایزوتروپی و همگنی فضا)، در سپیده دم شناخت بشری پدیدار شد.

ثابت ماندن قوانین مکانیک نسبت به تبدیل محوره‌های مختصات که نسبت به هم حرکت یکنواخت دارند (تبدیل گالیله)، نخستین نوع تقارن غیر ساده‌ای بود که کشف شد. این تقارن یکی از اصول اساسی مکانیک نیوتونی گردید. نتایج حاصل از این اصل تقارن در قرن نوزدهم مورد مطالعه دقیق قرار گرفت و نتایج مهمی به بار آورد که مهم ترین آنها قوانین بقا در فیزیک کلاسیک است.

ارائه فرضیه نسبت خصوصیتی و عمومی اهمیت نوینی به قوانین تقارن بخشید: ارتباط بین قوانین تقارن و قوانین فیزیک دینامیک، به نحو چشمگیری نزدیک تر و دارای تأثیر متقابل بیشتر، نسبت به ارتباط بین این قوانین در فیزیک کلاسیک بود. پیش از ظهور مکانیک کوانتوم، قوانین تقارن در فیزیک کاربرد گسترده‌ای نداشت. اما از آن به بعد این قوانین اهمیت روزافزونی یافته‌اند. اعداد کوانتومی که مبین وضعیت داخل یک دستگاه است، اکثراً بر اعداد کوانتومی که تقارن آن دستگاه را بیان می کند منطبق است. مثلاً وجود ضد ذرات (پوزیترون، آنتی پروتون و آنتی نوترون) به عنوان نتیجه‌ای از تغییرناپذیری قوانین فیزیک نسبت به تبدیلات «لورنتس» به طور نظری پیش بینی شده بود. مفاهیم تقارن و عدم تقارن که در نظام‌های خاص علمی به کار می رود، الزاماً بازتاب تقارن یا عدم تقارن جهان واقعی نیست؛ این مفاهیم مرتباً تحول می یابند و معانی جدیدی به خود می گیرند. آن چنان که تاریخ علم نشان می دهد، این مفاهیم را می توان در پیش بینی وجود بسیاری از پدیده‌های نو - و هنوز ناشناخته - به کاربرد. مفهوم تقارن توضیح دهنده نظم خلقت نیست بلکه کلاً دو مفهوم تقارن و عدم تقارن بازتابی از خواص عینی جهان مادی هستند.

در نوشته‌های راجع به فیزیک و سایر رشته‌ها، تعاریف متفاوتی از تقارن وجود دارد که چنانکه دیدیم در مفاهیم تناسب و هماهنگی خلاصه می شود و در مقابل، اصطلاحاتی چون عدم تقارن، ناتقارنی و بی تقارنی به معنای نقض تقارن می باشد. امروزه در علوم طبیعی، مقولات تقارن اکثراً از طریق بر شمردن نشانه‌های خاصشان تعریف می شوند: مثلاً تقارن به عنوان مجموعه‌ای از خواص - نظم، همگنی، تناسب، هماهنگی و غیره - تعریف می شود. عدم تقارن معمولاً به معنی نبودن آثار تقارن - بی

\* حافظ نزدیک به همین مضمون گفته است.

نظمی، عدم تناسب، ناهمگنی و غیره - در نظر گرفته می شود. در چنین تعریفی همه نشانه های تقارن به یک میزان مهم و بنیادی شمرده می شود و در موارد معین، هر یک از این نشانه ها را می توان ملاک تقارن دانستن یک پدیده به حساب آورد. مثلاً در یک مورد تقارن همان همگن بودن است و در مورد دیگر تقارن به معنی تناسب مطرح می شود. با پیشرفت دانش، نشانه های جدیدتری برای تقارن یافته می شود.

عدم تقارن نیز - مانند تقارن - در نظام های مختلف معانی متفاوتی به خود می گیرد. بنابراین در تعاریفی از عدم تقارن که بر اساس مفاهیم خاص - توسط برشمردن خواص اشیایی که واجد این مفاهیم هستند - ارائه می گردد، ارتباطی بین خواص برشمرده شده وجود ندارد. از این لحاظ، خواص تقارن (مثلاً همگنی و تناسب) از یکدیگر منتج نمی شوند. وقتی تعریف با تکیه بر جنبه های ذاتی و بنیادی اشیا بیان شود - جنبه هایی که ضمناً با یکدیگر مرتبط هستند - مطلب به قرار دیگری است. چنین تعاریفی دارای خصیلت الزامی بوده و درک عمیقی نسبت به شی مورد نظر ایجاد می کنند. به هر حال، این بدان معنی نیست که تعاریفی از تقارن و عدم تقارن که در بالا بدانها اشاره شد بلا استفاده اند، بلکه برعکس، این تعاریف بسیار مفید و لازم می باشند، زیرا بدون وجود آنها عرضه کردن تعاریفی کلی تر برای تقارن و عدم تقارن به عنوان مقوله هایی از شناخت ناممکن است و تعاریف کلی تر تقارن و عدم تقارن بر اساس همین تعاریف تجربی بنا شده است. سرانجام این که، ماهیت تعاریف کلی، به ارتباط بین نشانه های گوناگون تقارن و عدم تقارن، با خواص عام و معین ماده در حال حرکت، مربوط می شود.

مفاهیم کلی تقارن و عدم تقارن باید آن چنان باشند که کلیه انواع شناخته شده و حتی شناخته نشده تقارن و عدم تقارن را شامل شوند. این شرط مستقیماً از سه قضیه زیر ناشی می شود:

اولاً، اطلاعات علمی نشان می دهد که این مفاهیم در مورد همه خصیلت های شناخته شده ماده به کار می روند، منعکس کننده پیوندهای میان این خصیلت ها هستند و نمی توان تعریف کلی معقولی از این مفاهیم، بر اساس خصیلت های مجزای ماده عرضه کرد و این کار فقط از طریق آشکار ساختن روابط داخلی متقابل بین این خصیلت ها مقدور است. ثانیاً، اساس این مفاهیم ارتباط دیالکتیکی همسانی و تفاوت بین خصیلت های ماده و بین حالات و آثار این خصیلت ها است.

ثالثاً، وحدت تقارن و عدم تقارن یکی از اشکال تجلی قانون وحدت و نفی متقابل متضادهاست.

از دید ما، نخستین پایه منطقی تعریف تقارن و عدم تقارن، دیالکتیک همسانی و تفاوت است. همسانی و تفاوت در دیالکتیک فقط روابط معین، در تأثیر متقابل و تضمن تفاوت در همسانی و همسانی در تفاوت، در نظر گرفته می شوند.

همسانی فقط در روابط و فرآیند های معین ظاهر می شود و همیشه عینی است و از

اینرو حالات گوناگونی به خود می‌گیرد. همسانی شامل مفاهیم تعادل، برابری، بقا، پایداری، تساوی، تناسب، تناوب و غیره است. همسانی ابدی نیست، دارای نقطه شروع و تحول پذیر است. همسانی فرایند ایجاد شباهت در تفاوت و تضاد است.

درک دیالکتیکی مفهوم همسانی، این نکات را روشن می‌کند که: همسانی جدا از تفاوت و تضاد وجود ندارد؛ همسانی به وجود می‌آید و از بین می‌رود، همسانی فقط در روابط معین وجود دارد و تحت شرایط معین پدید می‌آید؛ تعریف کامل همسانی، استحاله کلی متضاده‌ها به یکدیگر است.

همسانی در اشکال بی شماری متجلی می‌شود. پس در فرایند شناخت پدیده‌های جهان نباید صرفاً به بیان همسانی بین آن‌ها قناعت کنیم، بلکه باید نشان دهیم که این همسانی چگونه پدید می‌آید و تحت چه شرایط و در چگونه روابطی باقی می‌ماند. بر این اساس تعاریف زیر را از تقارن ارائه می‌کنیم<sup>۸</sup>:

مقوله تقارن بیان کننده فرایند وجود و تحول (بودن و شدن) نکات همسان در شرایط معین بین حالات متفاوت و متضاد پدیده‌های جهان است.

از این تعریف مفهوم تقارن، روش شناختی<sup>ملاحظات</sup> زیر لازم می‌آید: در مطالعه پدیده‌ها، اتفاقات و حالات ماده در حال حرکت، باید نخست تفاوت و تضادهای نهفته در آنها را تعیین کرد، سپس روشن ساخت که دارای چه همسانی‌هایی هستند و ایجاد و بقا و از بین رفتن این همسانی‌ها در چه شرایطی رخ می‌دهد. از اینجا یک رشته معیارهای کلی برای فرمول بندی فرضیات به دست می‌آید (این قانون اکثراً به شهود علمی مربوط می‌شود). **اگر وجود پدیده یا حالتی تثبیت شده و یا پارامترهایی از یک پدیده مشخص گردیده باشد، باید وجود پدیده‌ها، خواص یا پارامترهای مخالف را پذیرفت.** این مطلب را نیز باید به اصل فوق بیفزاییم که طی روابط خاص و تحت شرایط معین نکاتی از همسانی بین شرایط متضاد وجود دارد یا حادث می‌شود. این دو قانون به طور کلی بیان کننده کاربرد مفهوم تقارن در مباحث مورد مطالعه است.

علاوه بر فرایندهای پیدایش همسانی در تفاوت و تضاد، فرایند هایسی نیز از پیدایش تفاوت و تضاد در یک کلیت واحد همسان وجود دارد. اگر بتوانیم ایجاد کلیت را پایه تقارن بدانیم، باید بپذیریم که اساس عدم تقارن، تجزیه کلیت به جنبه‌های متضاد است.

**مقوله‌ای که بیان کننده وجود و تصور پذیری تفاوت‌ها و تضادهای در یک کل و در همسانی و کلیت پدیده‌های جهان، تحت شرایط معین و طی روابط خاص است، عدم تقارن نامیده می‌شود. عدم تقارن در ساختمان، تغییرات و روابط داخلی فیما بین پدیده‌ها از اهمیتی هم تراز تقارن برخوردار است.**

۸- «مقوله تقارن و عدم تقارن در فیزیک دنیای میکروسکوپی»، از کتاب «مسائل فلسفی

فیزیک کوانتوم»، اثر و.س. گت V.S.Gott و آ.ف. پرتورین A.F.Preturin، (به زبان روسی) چاپ مسکو ۱۹۷۱.

شاید دقیق این باشد که به جای «اصل تقارن»، عبارت «اصل وحدت تقارن و عدم تقارن» را بکار ببریم، زیرا تقارن و عدم تقارن هیچ‌یک به‌طور «مطلق» در طبیعت وجود ندارند و فقط می‌توانند در شناخت ما، به‌صورت انتزاعاتی که بیان‌کننده شرایط حدی هستند، وجود داشته باشند.

در همه پدیده‌ها، تقارن و عدم تقارن باهم در آمیخته‌اند.\* باید پذیرفت که همه تعمیم‌های واقعی علمی، یعنی تعمیم‌هایی که با واقعیت تطبیق می‌کنند، نه‌تنها شامل تقارن‌ها و بی‌تقارنی‌های خاص، بلکه دربرگیرنده اشکال معینی از وحدت آنها نیز هست. مثلاً، در تبدیلات گالیلو و لورنتس، آثار بی‌تقارنی هم‌پای نشانه‌های تقارن وجود دارد؛ کلیه حالات سکون و حرکت یکنواخت مستقیم الخط متقارند، ولسی حالات سکون و حرکت شتاب‌دار نامتقارند،

برای یافتن وحدت بین تقارن و عدم تقارن در یک پدیده مفروض، باید گروه‌هایی از آثار را بیابیم که در عین حال بیان‌کننده همسانی در تفاوت و تفاوت در همسانی باشند. بنابراین پیش از اقدام به یافتن تقارن - نسبت به گروه‌های خاصی از آثار - در یک پدیده معین یا در مجموعه‌ای از پدیده‌ها، باید تفاوت‌های موجود میان جنبه‌های گوناگون پدیده داده شده یا میان همه پدیده‌ها را بیان کنیم، زیرا تقارن، وجود همسانی به‌طور عام نیست، بلکه وجود همسانی در تفاوت است. اگر مجموعه‌ای از پدیده‌های مطلقاً همسان داشته باشیم، هیچ‌گونه تقارنی نسبت به هیچ گروهی از آثار، در آنها نمی‌توان یافت.

این بدان معنی است که پیش از یافتن تقارن باید به جستجوی عدم تقارن بپردازیم. عکس این مطلب نیز صحیح است. پیش از روشن شدن تقارن پروتون‌ها و نوترون‌ها نسبت به واکنش‌های داخلی میان آنها، تفاوت آنها - که خود نوع خاصی از بی‌تقارنی است - کشف شد. ذرات و ضدذرات نسبت به هم نامتقارند زیرا دارای نکات همسانی هستند که بر طبق آن، قرینه آینه‌ای بکدیگر بشمار می‌آیند. بنظر می‌رسد که بر اساس وحدت تقارن و عدم تقارن، هر یک از این دو مفهوم، مقدم بر دیگری است. این جنبه وحدت ضدین - که در تقارن و عدم تقارن دیده می‌شود - در تحولات شناخت ما به روشنی تصویر شده است. با پیشرفت فیزیک، دو نظریه کاملاً مجزا درباره نور - موجی و ذره‌ای - تقریباً بطور همزمان بوجود آمد و تا مدت زیادی فیزیک نور به روشنی دارای عدم تقارن بود. بعدها کشف شد که جنبه‌های موجی و ذره‌ای پدیده‌های نوری از بسیاری جهات معادلند و دارای نکات همسانی هستند، در نتیجه نسبت بیکدیگر متقارند، با این وجود، امروزه یک نامتقارنی آشکار در فرضیه الکترومغناطیس وجود دارد. اینکه بارهای الکتریکی مخالف هر یک می‌توانند به‌تنهایی وجود داشته باشند، موجب عدم تقارن شده است. حال آنکه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی کاملاً نسبت به هم متقارند. جستجوی درازمدت برای

\* در معماری و هنرهای تزئینی ایران اصطلاح جفت و پا جفت را داریم. جفت به معنی قرینه، مشابه و تکرار است و برای القای آرامش در معماری بناهای مذهبی به کار می‌رود. پا جفت (پادجفت) به معنی نامتقارن است و تنوع ایجاد می‌کند. م



یافتن مغناطیس يك قطبی که توسط دیراک Dirac پیش‌بینی شد، در واقع جستجو برای یافتن تقارن بین بارهای الکتریکی و قطب‌های مغناطیسی است؛ سرانجام در همین زمینه باید به این نکته اشاره کنیم که تقارن سکون و حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط براساس تضاد آنها عنوان می‌شود. پس وحدت تقارن و عدم تقارن را باید پدیده‌ای عمومی دانست که هم در واقعیت عینی وهم در شناخت ما نهفته است.

قبلاً گفتیم که تقارن و عدم تقارن یکمک مقوله‌هایی عمومی از قبیل همسانی، تفاوت، تغییر و تحول تعریف می‌شوند. مقوله‌های تقارن و عدم تقارن نیز بنوبه خود دارای اهمیت اساسی برای توضیح سایر مقوله‌های شناخت هستند.

برای روشن‌شدن مطلب، بعنوان مثال، مقوله «قانون» را در نظر می‌گیریم. هر قانونی بیان‌کننده يك نظم ویژه و ترتیب بخصوصی در توزیع فضایی پدیده‌ها و تقدم و تأخر آنهاست. مثلاً قوانین ساختمان بلورها بیان‌کننده ترتیب توزیع ذرات متشکله آنها، ملکول‌ها، یون‌ها اتم‌ها، و گروه‌هایی از آنهاست. قوانین واکنش‌های زنجیری (درفیزیک، شیمی و بیوشیمی) ترتیب تقدم و تأخر حالات و مراحل مختلف را بیان می‌کند.

«قانون» همچنین مبین همگنی خاصی بین پدیده‌های مختلف و واکنش‌های داخلی بین آنهاست. در اینجا مفهوم همگنی حاکی از همسانی بین پیوندها، روابط و ساختمان‌های آنهاست. مثلاً پدیده‌های متفاوتی چون صوت و امواج الکترومغناطیس دارای چندین جنبه همسانی و وابستگی به یکدیگرند، از جمله رابطه بین طول موج و بسامد (فرکانس) و رابطه بین فاز و «سرعت گروه» انتشار امواج و موارد متعدد دیگر.

نظم یا ترتیب (که هر دو به يك معنی هستند) و همگنی، جنبه‌های ذاتی قوانین جهانند. حتی برخی از مولفین آنها را جنبه‌های اصلی قوانین دانسته‌اند. یوجین ویگنر، فیزیک دان برجسته، تعریف زیر را برای قوانین فیزیک ارائه نموده است: «نظم‌های موجود در پدیده‌ها که مورد جستجوی علوم طبیعی است، قوانین طبیعت نامیده می‌شود.»<sup>۱۰</sup> ویگنر بی‌شک مشخصه مهمی از قوانین را مطرح نموده است، و از آنجا که جنبه دیگری از قوانین یعنی تقارن با آن همراه است، به نظر می‌رسد که تقارن نیز برای درک قوانین طبیعت مهم و ذاتی است.

لنین یکی از مشخصه‌های قانون را چنین توصیف کرده است: «قانون، همسانی نمود هاست.»

این مشخصه حاکی از آن است که راه دیگری نیز برای شناخت قوانین وجود دارد: بازگردن آنچه در پدیده‌های مختلف یا جنبه‌های مختلف پدیده‌ها همسان است.

۹- مقاله «مغناطیس‌های تك قطبی» نوشته کنت و. فورد Kenneth W. Ford در مجله Scientific American

۱۰- کتاب تقارن و بازتاب‌ها، از یوجین پ. ویگنر، چاپ لندن، ۱۹۷۰، صفحه ۳۹

همان طور که قبلاً ثابت کردیم، تقارن، همسانی در تفاوت و تضاد نیز هست. بنابراین یافتن تقارن بین پدیده‌ها یا در خود پدیده‌ها به منزله شناخت جنبه‌های خاصی از قوانین آنهاست. به بیان دیگر، با استفاده از تقارن می‌توان قوانین بی‌نهایت مهمی در مورد پدیده‌های جهان کشف کرد. هر قانونی دارای تقارن بخصوصی است؛ می‌گوییم بخصوص زیرا همسانی در تفاوت و عکس آن (که موجب پیدایش تقارن می‌شود) در موارد گوناگون می‌تواند بنیادی یا غیر بنیادی باشد. واضح است که همسانی (تقارن) فقط در صورت بنیادی بودن در تعریف یک قانون مستتر است.

همسانی موجود بین پروتون و نوترون نسبت به اندرکنش‌های قوی (تقارن وابستگی بار) بیان‌کننده جنبه بنیادی قانون اندرکنش آنهاست. باید توجه داشت که این قانون هنوز به طور کامل روشن نشده است: یافتن تقارن پدیده‌ها، برای شناخت قوانین آنها کفایت نمی‌کند. تقارن تمام محتوای یک قانون را در بر نمی‌گیرد بلکه فقط یک جنبه مهم آن است. بنابراین به هیچ وجه نمی‌توان تقارن را هم ارز قوانین دانست. پس نمی‌توان تنها به صرف کشف تقارن‌های نهفته در ذرات بنیادی، نظریه کاملی درباره قوانین حاکم بر آنها وضع کرد.

اساس رابطه بین قانون‌ها وجود نکات همسانی بنیادی بین آنهاست. مثلاً در قانون جاذبه عمومی و قانون کولمب، بستگی نیرو به فاصله همسان است. همچنین در قوانین سقوط آزاد اجسام و پایین آمدن اجسام روی سطح شیب دار، بستگی سرعت حرکت به تغییر ارتفاع همسان است. با استفاده از تعریفی که قبلاً برای تقارن گفته شد، می‌توان رابطه بین این قوانین را به عنوان تقارن آنها تشریح کرد.

تقارن بین قوانین عبارت است از وجود نکات همسان بین پیوندهایی که جزئی از این قوانین محسوب می‌شوند. به این معنی، قوانین کاملاً متفاوتی که در حوزه‌های مختلفی از طبیعت صادقند می‌توانند تقارن باشند.

تقارن قانون‌ها یک جنبه اساسی وحدت آنهاست.

قوانین حاکم بر پدیده‌ها تحت شرایط معین مصداق می‌یابند. مسئله تقارن بودن قوانین نسبت به شرایط متفاوت، در همین رابطه مطرح می‌شود. اگر هیچ نکته همسانی در شرایط کارکرد قوانینی موجود نباشد، این قوانین واجد هیچ گونه تقارنی نخواهند بود؛ در صورت وجود چنین نکته‌هایی، تقارن بودن قوانین مذکور نسبت به شرایط مفروض نه‌گزیر خواهد بود. هدف، پیدا کردن این نکات همسانی در شرایط گوناگونی است که این قوانین طی آن صادقند.

از میان کلی‌ترین جنبه‌های این شرایط می‌توان از مکان و جهت در فضا، فواصل زمانی و حالات حرکت نام برد. تجربه نشان داده است که همه مکان‌ها و جهات در فضا، همه فواصل زمانی و کلیه حالات حرکت یکنواخت مستقیم الخط دارای نکات همسانی هستند. لذا، هرگاه دستگاهی در موقعیتی از فضا تحت قوانین معینی عمل کند، عملکرد آن قوانین در همه جا همسان خواهد بود. این مطلب در مورد موقعیت زمانی، سرعت‌های حرکت یکنواخت مستقیم الخط و جهت‌های فضا نیز صادق است. تغییر در هر یک از این

پارامترها تأثیری در عملکرد آن قوانین ندارد و قوانین مربوطه تماماً متقارن باقی می‌مانند.

قبلاً به این مطلب اشاره کردیم که از بنیادهای ارتباط بین قوانین، وجود نکات همسانی - یعنی نکات تقارن - در محتویات متفاوت آنها است. با برداشت سطحی از عدم تقارن (یعنی آن را به معنی درکار نبودن هیچ‌گونه عنصر تقارن دانستن) ممکن است به این نتیجه برسیم که وجود بی تقارنی در قوانین، ارتباط بین آنها را نفی می‌کند. اما مطلب بدین قرار نیست. اولاً، وجود بی تقارنی در محتوای قوانین، محتوای آنها و وجود تقارن را نفی نمی‌کند. ثانیاً، عدم تقارن نیز، همانند تقارن، اساسی برای وجود ارتباط بین قوانین است. برای روشن شدن مطلب مثالی می‌آوریم: به وضوح می‌توان پذیرفت که بی تقارنی در محتوای قانون افزایش انرژی به هیچ وجه پیوند بین این قانون و قانون بقا و تبدیل انرژی را زایل نمی‌کند. در واقع با توجه به کمیت‌های فیزیکی مانند پتانسیل‌های ترمودینامیکی (پتانسیل ترمودینامیکی، انرژی آزاد، انرژی)، عکس این مطلب صحیح است.

قوانین بقای انرژی و ایمپالس حاوی عنصری از عدم تقارن متقابلند؛ انرژی یک کمیت اسکالر و ایمپالس یک کمیت برداری است، اما پیوند عمیقی بین این دو وجود دارد که توسط فرضیه نسبت بیان می‌شود.

پس تکرار می‌کنیم که هم تقارن و هم عدم تقارن موجب ارتباط قوانین هستند. بعلاوه، ارتباطی که برپایه وجود عناصر بی تقارنی، ما بین قوانین پدید می‌آید به مراتب عمیق تر از ارتباط ناشی از تقارن است.

عملاً همه قوانین نسبت به تغییرات و شرایط خاصی نامتقارنند. مثلاً قوانین مکانیک نیوتونی نسبت به گروه تبدیلات لورنتس نامتقارن هستند. قانون افزایش انرژی نسبت به تبدیل انواع مختلف انرژی به یکدیگر، به روشنی متقارن است و به طوری که می‌دانیم، این قانون نشان دهنده آن است که همه انواع انرژی میل دارند، به انرژی گرمایی تبدیل شوند. قانون ماکسول درباره توزیع سرعت در مولکول‌های گاز، بیان کننده غلبه سرعت‌های مولکولی نزدیک به سرعت متوسط، بر سرعت‌های بیشتر یا کمتر است. قانون تأثیر متقابل‌های حاوی جریان پربسامد، شتاب متقابل آنها را تعیین نمی‌کند، بلکه تنها شتاب یکی از آنها را مشخص می‌سازد. و سرانجام، ارتباط بین قوانین کپلر و قانون جاذبه عمومی بر اساس نقض تقارن محوری در حرکت سیاره‌ای بنا شده است؛ این ارتباط در قانون اول کپلر بیان می‌شود.

یا. آ. اسمارا دینسکی Ya. A. Smorodinsky می‌نویسد: «اغراقی نخواهد بود ما اگر بگوییم که تشریح قوانین نقض تقارن به پیدایش جالب‌ترین نتیجه‌ها در فیزیک منجر شده است.»<sup>۱۱</sup>

حال يك بارديگر مسئله عدم تقارن بين قوانين وشرایط کارکرد آنها را مشروحاً مورد بررسی قرار می‌دهیم. این عدم تقارن زمانی پدید می‌آید که بین شرایط کارکرد قوانین و جنبه‌های گوناگون آنها، نکات تفاوت بر نکات همسانی غلبه داشته باشد. مثلاً در شرایط فضای ناهمگن که در آن مواضع مختلف فضا همسان نیستند، بلکه متفاوتند، جابجایی متقابل اجسام بر اساس قوانین متفاوتی صورت می‌گیرد. قوانین حاکم بر جابجایی اجسام در شرایط ناهمسان پایداری خود را از دست می‌دهند و در اثر تغییرات نقض می‌شوند. تغییر ناپذیری این قوانین نیز نسبت به شرایط نامتقارن از میان می‌رود.

اما آیا از این مطلب می‌توان نتیجه گرفت که در قبال شرایط نامتقارن هیچ قانونی وجود ندارد و قوانین فقط در شرایط متقارن صادقند؟ چنین استنتاجی در نهایت، عجولانه خواهد بود. برای رسیدن به چنین نتایجی باید کمال دقت را به کاربرد و محدودیت‌ها و نسبی بودن دانش بشر را در عصر حاضر، باید در نظر داشت. تا کنون تجربه این نکته را آشکار کرده است که، تقارن همیشه در پشت عدم تقارن پنهان است و برعکس. مثلاً می‌دانیم که دستگاه هندسی فضا - زمانی ریمان، نامتقارن است، اما زمینه‌ای وجود ندارد که آن را فاقد هرگونه تقارن بینگاریم. این مطلب هنوز بر ما روشن نشده است. مثال دیگری می‌آوریم؛ باز هم تجربه نشان می‌دهد که هیچ مرزبندی دقیقی بین قوانین و شرایط کارکرد آنها وجود ندارد. شرایط نامتقارن بندرت صورت استثنایی می‌پذیرند؛ و قوانین صادق در آنها - ظاهراً دارای کیفیت‌های منحصر به فردی هستند که از دید ما، روابط معکوس آنها در جوار پیوندهای کارکردی نقش مهمی دارد. قوانین حاکم در شرایط نامتقارن، ممکن است کیفیت آماری عمیق‌تری در مقایسه با قوانین مکانیک کوانتوم و میدان کوانتوم داشته باشند.

همچنین اگر قبول کنیم که نامتقارنی شرایط مانع از وجود نظم نیست، این حکم به گسترش بیشتر دامنه شناخت یاری می‌دهد. و نیز اینکه نامتقارنی شرایط، تغییر ناپذیری قوانین را نفی نمی‌کند. این قضیه متکی بدین واقعیت است که تقارن تنها منبع تغییر ناپذیری نیست و تغییر ناپذیری قوانین، توسط ارتباط‌های موجود، که جزئی از محتوای قوانین است، نیز تأمین می‌گردد.

مطالعه ارتباط بین مقوله‌های تقارن، عدم تقارن و قانون، امکان حصول به درک عمیق‌تری از محتوای این مقوله‌ها و نقش آنها در شناخت را فراهم می‌آورد. پذیرفتن اینکه فضا و زمان ماده متحرک دارای خواصی است که تاکنون شناخته نشده، بر اساس دانشی که تاکنون به دست آورده‌ایم و نیز بر پایه قوانین عمومی ماتریالیسم دیالکتیک است. این خود مثالی از تحلیل عینی از یک وضع عینی، به کمک مقوله‌های فلسفی و مفاهیم علمی به شمار می‌رود.

# اصول فیزیک و اهمیت آن‌ها در شناخت

(بخش اول)

ماهیت اصول علمی چیست؟

اصول فیزیک تعمیم‌هایی از نظم‌های عینی خاص پدیده‌های فیزیکی هستند. در طبیعت به خودی خود هیچ‌گونه اصل فیزیکی، شیمیایی، زیست‌شناسی و امثال آن‌ها وجود ندارد. این اصول تنها در شناخت ما وجود دارند، ولی دارای یک محتوای عینی هستند. پیدایش قوانین و تبیین اصول فیزیک، از بررسی و بیان ارتباط میان کارکرد این قوانین و خواص طیف‌گسترده‌ای از پدیده‌های فیزیکی ناشی می‌شود. اگر این ارتباط از راه آزمایش اثبات شود، در این صورت اصول فیزیک به وجود می‌آیند و هرگاه ارتباط مذکور مبتنی به فرض باشد، با اصول موضوعه سروکار خواهیم داشت.

اصول موضوعه در فیزیک اصولی هستند که بر یک ارتباط فرضی و پذیرفته شده میان قوانین مورد تعمیم و خواص گروهی از پدیده‌های فیزیکی قرار دارند. به بیان دیگر، اصول موضوعه در فیزیک نوع خاصی از فرضیه‌های فیزیکی هستند (مثلاً اصول موضوعه بور در مورد مدل اتمی که در سال ۱۹۱۳ توسط وی ارائه گردید).

یک نکته اساسی در پیدایش اصول فیزیکی جدید، اثبات وجود ارتباطی میان قوانین فیزیک، اشکال ظهور آن‌ها و سایر اصول فیزیکی است.

پس می‌توان گفت که تحلیل محتوای هر اصل خاص از فیزیک الزاماً شامل روشن کردن ارتباط آن با سایر قوانین و اصول فیزیک است.

هیچ‌یک از اصول فیزیک به تنهایی کامل نیست و در واقع هیچ مجموعه‌ای از اصول علمی نمی‌تواند کامل و به کلی پایدار باشد. با پیشرفت علم، یکایک اصول علمی دارای دقت بیشتری می‌شوند و معنای آنها گسترده‌تر و با گهگاه محدودتر می‌شود. بی‌شک نقطه شروع تشکیل اصول فیزیکی تجربه عملی یا آزمایش است. در نتیجه می‌توان گفت که روش مطالعه محتوای عینی اصول فیزیک شامل مراحل زیر است:

۱- تحلیل چگونگی پیدایش اصول فیزیک و کاربرد آن‌ها؛

۲- تحلیل ارتباط آن‌ها با سایر قوانین و اصول فیزیک؛

۳- تحلیل اصول فیزیک به عنوان تجربه عملی (آزمایش) تعمیم یافته و بدعنوان

تنها مراحل انعکاس منطقی واقعیت. دسته خاصی از اصول فیزیکی را اصول «نفی» تشکیل می‌دهند. تعداد این گونه اصول بسیار زیاد است و برخی از آن‌ها مفهوم عام دارند. اصول نفی در فیزیک دارای مفهومی دوگانه‌اند: از یک سو بیان‌کننده امکان‌ناپذیری

برخی از پدیده‌های فیزیکی در طبیعت هستند و در نتیجه امکان مشاهده یا به آزمایش در آوردن آن‌ها را نمی‌کنند؛ از سوی دیگر، جهت تفکر را مشخص می‌کنند، نظم خاصی به اندیشه می‌دهند و برخی هدف‌های خاص و راه‌های نیل به آن هدف‌ها را - نه برای طبیعت، بلکه برای اندیشه - مردود اعلام می‌کنند.

بهرتر بگوییم، همه اصول و قوانین شناخته‌شده فیزیک دارای بعضی نکات مبتنی بر نفی، به معنای نخست یا به معنای دوم آنند. مثلاً قوانین بقا، اصل ناپذیرنی‌های نبرگ و اصل ثابت بودن سرعت نور، نکاتی مبتنی بر نفی در خود دارند. ضمناً اصول نفی یک دسته مسایل «پوچ» را نیز مشخص می‌کند، مثلاً مسئله طرز ساختن ماشین کار داریم.

علاوه بر این، برای اصول موضوعه نیز تعدادی اصول نفی وجود دارد. اصول نفی طبیعتاً از درجات مختلفی از تعمیم برخوردارند و حوزه‌های کاربرد آنها متفاوت است. اما برخی اصول نفی دارای مفهوم مطلق هستند. مثلاً، می‌توان از آن اصول نفی نام برد که بخشی از قوانین بقا و تبدیل در محدوده کار کردنشان هستند. به طور کلی باید با اصول نفی به صورت مشخص برخورد کرد، هر چند از دیدگاه تفکر، برخی از جنبه‌های اصول نفی خصلت مطلق دارند. مثلاً هیچ گاه نمی‌توان ماده را بدون حرکت تصور کرد. این اصل نفی، نتیجه نظرات بنیادی روش‌شناسی در ماتریالیسم دیالکتیک است.

اصول نفی، نقش مهمی در شناخت ایفا می‌کنند. برخی از دانشمندان، از جمله ادموند ویت‌تیکر<sup>۲</sup> فیزیک دان و ریاضی‌دان انگلیسی، این اصول را زیر بنای تمامی فیزیک می‌دانند<sup>۳</sup>. ولی این عقیده بی‌پایه است.

در مورد اصول نفی و نقش آن‌ها در شناخت پدیده‌های فیزیکی، عقاید گوناگونی وجود دارد. بعضی از فیزیک‌دانان بر آنند که اصول نفی بیانگر قوانین غیر علیتی طبیعت هستند. بعضی دیگر آن‌ها را بیان فشرده تجربیات منفی‌ما، یعنی تجربیاتی که نشان‌دهنده امکان ناپذیری برخی فرایندها و پدیده‌ها هستند، به شمار می‌آورند. و در عین حال عده‌ای معتقدند که اصول نفی نتایجی هستند که از مبانی نظری فیزیک به دست می‌آیند. به نظر ما، این دیدگاه‌ها هیچ یک به طور کامل خصایص ویژه اصول نفی فیزیکی را ارائه نمی‌دهند. دیدگاه‌های مذکور یا یک جانبه هستند یا آن‌که اهمیت این اصول را به سادگی تحریف می‌کنند.

اصول نفی همچون سایر اصول فیزیک متکی به اطلاعات تجربی هستند و به عنوان نخستین مرحله شناخت قوانین پدیده‌های فیزیکی عمل می‌کنند و در حقیقت در این مرحله، تجربیات اولیه منفی، یعنی اطلاعات حاکی از امکان ناپذیری برخی فرایندها و پدیده‌ها را، تعمیم می‌بخشند.

حال به بررسی بعضی از اصول فیزیک می‌پردازیم که در شناخت جهان بی‌نهایت

### 3. Edmund Whittaker

۴- نگاه کنید به کتاب «فیزیک و سیاست» (به زبان انگلیسی) نوشته ماکس بورن، چاپ ۱۹۶۲، ادینبرو ولندن صفحه ۳۹.

کوچک نقش مهمی دارند. مکانیک کوانتوم، که ویژگی‌های کیفی اشیاء فرایندها را در جهان بی‌نهایت کوچک منعکس می‌کند، نشان داده است که دترمینیسم لاپلاس، که تعیین (دترمینیسم) را در هر شرایطی الزامی می‌داند، در مورد جهان بی‌نهایت کوچک صادق نیست. البته در اینجا موضوع مردود شمردن مطلق و ماورای طبیعی اصل تعیین مطرح نیست. مکانیک کوانتوم این مطلب را روشن کرده است که در طبیعت علیتی برپدیده‌ها حاکم است که به توازن تعیین و عدم تعیین در فرایندهای کش متقابل و تبدیل پدیده‌های عملی متکی است. به عبارت دیگر علیت دیالکتیکی برپدیده‌ها حاکم است. عدم تعیین عینی در فیزیک در مواجهه با فرایندهایی که در جهان بی‌نهایت کوچک بامدل اتمی بورپیش می‌آید، مطرح شد، به خصوص در مورد اصل موضوعه ارتباط میان سطوح انرژی الکترون در اتم و بسامد تابش یا جذب امواج الکترومغناطیسی:

$$\frac{E_2 - E_1}{h} = \nu$$

که در آن  $E_2$  و  $E_1$  سطوح انرژی،  $h$  ثابت پلانک و  $\nu$  بسامد تابش یا جذب نور است.

همان طوری که از رابطه فوق مشاهده می‌شود، بسامد تابش الکترون نه تنها به سطحی که از آن حرکت می‌کند، بلکه همچنین به سطحی که به آن وارد می‌شود، بستگی دارد. در هر صورت از قبل نمی‌توان دانست که الکترون به کدام سطح جدید خواهد رفت. نایقینی همین است. در اینجا نمی‌توان به طور یقین گفت که الکترون دقیقاً به فلان سطح خواهد رفت، ولی می‌توان از احتمال فلان نوع انتقال سخن گفت. پیداست که در اینجا نایقینی به صورت امکان و احتمال بیان می‌شود. باید توجه داشت هر جا که احتمالات بسیار متعددی وجود داشته باشند، که پی‌درپی ظهور یابند یا از صورت تحقق خارج شوند، با نایقینی عینی سروکار داریم.

گذار از تعیین بی‌چون و چرا به عدم تعیین، بسیاری از دانشمندان به خصوص آنانی را که از لحاظ روش‌شناسی آمادگی چنین گذاری را نداشتند، بانوعی بن بست مواجه کرد. آن‌ها در رفتار «غریب» الکترون بی‌کم و کاست آن چیزی را می‌دیدند که به گفته خودشان «اراده آزاد» یا «آزادی انتخاب» بود.

این‌جا بود که فلاسفه باید به یاری پژوهش‌گران طبیعت می‌شتافتند و آن‌ها را از سردرگمی نجات می‌دادند. اما چه کسی قادر به چنین کاری بود؟ فیلسوفان طبیعی کهن؟ آن‌ها خودشان اسیر دترمینیسم لاپلاس بودند. این رفتار «غریب» الکترون برای آن‌ها موقعیت مناسبی به وجود می‌آورد تا به تحکیم مواضع خود، که در نتیجه پیشرفت‌های علوم طبیعی به خطر افتاده بود، بپردازند.

تنها فیلسوفانی می‌توانستند به حل مشکل کمک کنند که متکی به ماتریالیسم

۵- Pierre Simon Laplace ریاضی‌دان و اخترشناس فرانسوی (۱۷۴۹ - ۱۸۲۷).

۶- Determinism نظریه‌ای فلسفی مبنی بر این که همه حوادث، اعمال و تصمیمات نتیجه اجباری حوادث و شرایط روحی، جسمی و محیطی گذشته است که بیرون از حوزه اراده انسان قرار دارند.

دیالکتیک باشند. ماتریالیسم دیالکتیک نشان می‌دهد که رفتار «غریب» الکترون حاکی از «اراده آزاد» نیست، بلکه بیانگر کیفیت جدید اصل علیت هنگام به کار گرفتن آن در جهان بی‌نهایت کوچک است و این حقیقت را روشن می‌کند که در جهان بی‌نهایت کوچک، قوانین دارای خصیصه احتمالی هستند. عدم تعین، خاصیت عینی فرایندها و پدیده‌هایی است که در جهان بی‌نهایت کوچک رخ می‌دهند.

وجود عدم تعین در پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک، به‌طور عمیق و بلاواسطه توسط اصل نایقینی هایزنبرگ بیان می‌شود. وی این اصل را همزمان با ارائه توجیه ریاضی پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک عرضه کرد. این اصل منعکس کننده عدم تعین عینی حالات فضا - زمانی و ایмпالس - انرژی ذرات بی‌نهایت کوچک، در وابستگی‌شان به یکدیگر است. به عبارت دیگر، تعین یک حالت موجب عدم تعین حالات دیگر می‌شود. حالت خاصی از این عدم تعین به صورت این حقیقت ظاهر می‌شود که تعین حالات فضا - زمانی هر ذره، مثلاً وجود مسیرهایی برای حرکت ذرات، تنها در صورت عدم تعین حالات ایмпالس - انرژی آن‌ها امکان پذیر است.

اصل نایقینی هایزنبرگ نشان می‌دهد که تعین و عدم تعین پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک را نمی‌توان به‌طور جداگانه بررسی کرد، بلکه باید آن‌ها را در پیوند و تبدیل دوجانبه‌شان مورد توجه قرار داد.

در فیزیک، به‌خصوص در مکانیک کوانتوم، عمدتاً سخن از عدم تعین و اصل نایقینی به میان می‌آید و این امر نشان می‌دهد که پیوند عینی میان تعین و عدم تعین و بازتاب این پیوند در نظریه‌های علمی، مورد توجه کافی قرار نمی‌گیرد.

انسان در خلال فعالیت‌های همه جانبه‌اش غالباً با تعین و عدم تعین و همچنین با فرایندهایی که عرصه تبدیل این دو به یکدیگر است، روبرو می‌شود. هر یک از ما در برخورد‌هایمان با دیگران در پی آنیم که نایقینی وضعیتی را مثلاً از طریق پرسیدن سؤالاتی و تحلیل جوابهای داده شده از میان برداریم. به‌طور خلاصه، پیش از دریافت جواب، جواب‌های متعددی محتمل است (یعنی نایقینی وجود دارد)، اما پاسخ دریافت شده این نایقینی را از بین می‌برد.

فرض کنید که در دوره نهایی یک رشته مسابقات تنیس حضور یافته‌ایم و خواهان پیروزی یکی از بازیکنان هستیم. برای این بازیکن دو نوع احتمال وجود دارد، یا برنده می‌شود یا بازنده. پیش از آن که مسابقه پایان برسد، نایقینی عینی وجود دارد و تنها پیروزی یکی از شرکت کنندگان، این نایقینی را به یقین تبدیل می‌کند. در عین حال، پیروزی او در جوار این یقین، نایقینی جدیدی پدید می‌آورد، زیرا نمی‌توان نتایج کاملاً مشابهی برای مسابقات بعدی وی پیش‌بینی کرد.

در فرایند شناخت نیز انسان می‌کوشد تا نایقینی‌های موجود را از میان بردارد، از تعداد فرض‌ها، حدس‌ها و فرضیه‌ها بکاهد و بدین ترتیب بر نسبت دانش یقینی و قابل اتکا بیفزاید.

نگاهی به مسیر تکامل شناخت بشر از واقعیت، نشان می‌دهد که مسئله تعین و عدم تعین



در طول هزاران سال توجه فیلسوفان را به خود معطوف داشته است. در اینجا مجال آن نیست که به سیر در این هزاره‌های پیردازیم، لذا حوزه مطلب را به دو قرن نوزدهم و بیستم محدود می‌کنیم.

در هنگامی که هنوز برخورد ماورای طبیعی با پدیده‌های واقعی در قلمرو علوم طبیعی حاکم بود، و برداشت‌ها در وهله نخست مبتنی بر تعین بود، استادان کبیر دیالکتیک - هگل ایده آلیست، مارکس، انگلس و لنین ماتریالیست - دو مقوله همبسته تعین و عدم تعین را در آثار فلسفی خود به کار می‌گرفتند. آن‌ها به تعبیری، از گسترش علوم طبیعی و سایر رشته‌ها جلوتر بودند و برای آن‌ها ابزار شناخت فراهم می‌کردند. گسترش فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک در قرن بیستم، بدهمراه پیدایش علم سبیرتیک، نظریه کنترل و سایر علوم موجب افزایش توجه علمی به این مفاهیم گردید. مثلاً ثابت شد که در پدیده‌های مربوط به جهان بی‌نهایت کوچک، مرز قاطعی میان ذرات بنیادی و محیطی که این ذرات در آن واقعند وجود ندارد و مفاهیم «داخل» و «خارج» در این مورد تعین خود را از دست می‌دهند و نسبی می‌شوند. در مورد ذرات بنیادی می‌توان «داخل» و «خارج» را یکی دانست، یعنی می‌توان این ذرات را به عنوان میدان و میدان را به عنوان یک دستگاه باز از ذرات که با نیروی زیاد به یکدیگر پیوسته‌اند، در نظر گرفت. حاصل این امر، عدم تعین پارامترهایی از قبیل انرژی و جرم در ذرات بنیادی است. این عدم تعین به خصوص در رابطه نایقینی برای انرژی و زمان ظاهر می‌شود. حال باید قانون بقای جرم - انرژی، در مورد ذرات بنیادی، که خواص موجی قابل توجهی دارند، صادق باشد. این امر نباید بر اساس مفهوم دستگاه‌های مجزا (ایزوله) صورت بگیرد، بلکه محدودیت‌های مفهوم دستگاه مجزا باید مورد نظر واقع شود.

عدم تعین در انرژی اجسام بی‌نهایت کوچک با مفهوم دستگاه‌های مجزا چندان سازگار نیست. در فیزیک، دستگاه مجزا، دستگاهی است که با دستگاه‌های دیگر هیچ گونه تبدلی نداشته باشد و انرژی کل آن وابسته به زمان نباشد.

محدودیت مفهوم دستگاه مجزا در توضیح انرژی کل ذرات متعلق به جهان بی‌نهایت کوچک مورد توجه بسیاری از فیزیک‌دانان پیشرو بوده است. اینان به حق معتقد بودند که ذرات بی‌نهایت کوچک مجزا از محیط خود وجود ندارند. عدم تعین انرژی ذرات بنیادی در فواصل زمانی کوچک را باید بر اساس وحدت عمیق مفاهیم داخل و خارج در مورد آن‌ها توضیح داد. این امر نتیجه جدایی ناپذیری آن‌ها از محیطی است که در آن واقعند. نارسایی‌های مفهوم دستگاه مجزا به خصوص در الکترودینامیک کوانتوم نمایان شد. در اینجا معلوم شد که موضوع مورد بررسی در جهان بی‌نهایت کوچک باید کل ذرات و میدان‌هایشان باشد که به صورت مجموعه در نظر گرفته شده باشند.

رابطه نایقینی برای انرژی و زمان  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$  متضمن ارتباط و وابستگی ذرات

بی‌نهایت کوچک و مجموعه میدان‌های الکترومغناطیسی الکترون - پوزیترون است.

هایزنبرگ و دستیارانش نشان دادند که میدان الکتریکی هسته‌اتم در خلاء نیز عمل می‌کند و موجب قطبی شدن آن می‌شود و بدین ترتیب زوج‌های الکترون-پوزیترون را از هم جدا می‌کند. از اینجا نتیجه می‌شود که کاهش میدان الکتریکی هسته بنا عکس مجذور فاصله متناسب نیست. این پیوند غیر خطی میدان‌ها و ذرات منجر به پیدایش کیفیت آماری در زمان و عدم تعیین مقدار انرژی ذرات بی‌نهایت کوچک می‌شود.

پس رابطه‌ی نایقینی برای انرژی و زمان، وحدت عمیق مفاهیم داخل و خارج را در مورد ذرات بی‌نهایت کوچک بیان می‌کند و تصور ما را از انرژی عمیق‌تر و گسترده‌تر می‌سازد و همچنین خواص کیفی جدید این مشخصه حرکت ماده را برای دستگاه‌های باز غیر مجزا آشکار می‌گرداند.

کاملاً بدیهی است که در واقعیت عینی، هیچ دو دستگاهی از یکدیگر مجزا نیستند (مثلاً با توجه به میدان جاذبه) و هیچ دستگاهی را نمی‌توان به‌طور مطلق از دستگاه‌های دیگر مجزا ساخت. مجزا بودن فقط به‌صورت نسبی ممکن است، نه مطلق و تنها در برخورد با مسایل خاص می‌توان دستگاهی را جدا از تأثیر دستگاه‌های دیگر فرض کرد.

فیزیک کلاسیک و فیزیک غیر نسبی، در جهان بی‌نهایت کوچک براساس مفهوم دستگاه‌های مطلقاً مجزا، گسترش یافته است. بدین ترتیب، حل بسیاری از مباحث به‌میزان قابل توجهی ساده شده است، اما در این میان ارتباط واقعی میان تعیین و عدم تعیین، دستگاه‌های مجزا و غیر مجزا و دستگاه‌های باز و بسته نادیده گرفته شده است. دستگاه باز و غیر مجزا همیشه دارای خواص بیشتری است، اما در عین حال ممکن است نسبت به دستگاه‌های خاصی یا در مورد کنش‌های متقابل همچون دستگاه بسته و مجزا عمل کند.

با توجه به آنچه گفته شد می‌توانیم براساس نکات زیر، عدم تعیین را به‌عنوان یکی از اشکال وجود عینی پدیده‌های جهان تعریف کنیم:

نخست، مرزهای میان خواص و حالات پدیده‌ها را مشخص کنید، مثلاً بین پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته‌اتم چیزی وجود ندارد؛ دوم، وابستگی خواص، حالات و پدیده‌ها به یکدیگر، استقلال نسبی آن‌ها را تحت الشعاع قرار می‌دهد؛ سوم، ضرورت به شکل اجتناب ناپذیر بودن ظاهر نمی‌شود، بلکه به‌صورت احتمال و امکان درمی‌آید. تعیین با توجه به نکات زیر، شکلی از وجود عینی پدیده‌ها در جهان است: نخست، مرزهای کاملاً مشخصی بین حالات پدیده‌های طبیعت وجود دارد، مثلاً تفاوت میان پروتون‌ها و نوترون‌ها در واکنش‌های متقابل الکترو مغناطیسی و در حالات آزاد آن‌ها؛ دوم، خواص، حالات و پدیده‌ها به‌طور نسبی مستقل از یکدیگرند، مثلاً هنگامی که سرعت نور در خلاء کم باشد، جرم نسبتاً مستقل از سرعت است؛ سوم، ضرورت به شکل اجتناب ناپذیر بودن، تغییر ناپذیری گذار احتمال به‌فعلیت و از طریق امکان ناپذیری برخی حالات ظاهر می‌شود. باید توجه داشت که وجود استقلال عینی برای

برخی حالات، انتقالات و تبدیلات یکی از نشانه‌های اصلی تعیین پدیده‌های طبیعت است. بیوند و وابستگی متقابل عمیقی میان تعیین و عدم تعیین وجود دارد و این موضوع به صورت هرچه کامل‌تر در اصول و قوانین علوم جدید و از جمله فیزیک جهان بی نهایت کوچک منعکس می‌گردد.

محتوای عینی مکانیک و بازتاب خصلت دیالکتیکی فرایندهای جهان بی نهایت کوچک - از طریق به کارگیری اصول و قوانین مکانیک کوانتوم در آن - کلیه دعاوی ایده‌آلیستی را مبنی بر ذهنی بودن مکانیک کوانتوم، وابستگی فرایندهای جهان بی نهایت کوچک به ناظر و نهایتاً غیر قابل شناخت بودن فرایندهای جهان بی نهایت کوچک را رد می‌کند. این دعاوی و نظرات ایده‌آلیستی همانند آن‌ها، راه را بر شناخت مجهولات می‌بندند اما هرگز نمی‌توانند مانع از گسترش علم شوند.

درك دیالکتیکی و برخورد ماتریالیستی با رابطه میان تعیین و عدم تعیین، نقش عمده‌ای در شناخت جهان بی نهایت کوچک ایفا می‌کند. با این حال بسیاری از فیزیک دان‌ها چشم‌پسته به راه خود می‌روند و از دستاوردهای نظریه شناخت مبتنی بر ماتریالیسم دیالکتیک غافلند یا آن‌را نادیده می‌گیرند.

مقوله کنش متقابل<sup>۷</sup> و اصل ترکیب<sup>۸</sup> (سوپریوزیسیون) نقش مهمی در فیزیک جهان بی نهایت کوچک دارد.

حتی قوانین و اصولی از فیزیک که تاکنون شناخته شده، حاکی از غنای فوق العاده مقوله فلسفی کنش متقابل است. در مقابل، مقوله کنش متقابل (به همراه سایر مقوله‌ها و قوانین دیالکتیک) دانشمندان را برای شناخت عمیق‌تر ماهیت فرایندهای فیزیکی تجهیز می‌کند.

دایرةالمعارف فلسفی شوروی تعریف زیر را از مقوله کنش متقابل به دست می‌دهد که اساساً می‌تواند مورد قبول ما باشد: «کنش متقابل شکلی عام از ارتباط اجسام یا پدیده‌هاست. ارتباطی که در تغییر متقابل آن‌ها تحقق می‌یابد»<sup>۹</sup>.

کنش متقابل، همانند ماده در حال حرکت، بی‌پایان است. بنابراین همیشه با موضوع گسترش و تعمیق درك خود نسبت به کنش متقابل اشیا و پدیده‌های مادی مواجه بوده‌ایم و خواهیم بود. تحلیل مقولات مربوط به کنش متقابل از این حقیقت آغاز می‌شود که کنش متقابل دارای جنبه‌های ذاتی متعددی است که ما تنها برخی از جنبه‌های خارجی و داخلی آن را لمس می‌کنیم. مهم‌ترین شکل تجلی جنبه خارجی کنش متقابل «ارتباط متقابل حرکت های اجسام جداگانه» است.<sup>۱۰</sup>

این حرکت‌های جداگانه و اجسام جداگانه در قالب پدیده‌های دایمی با یکدیگر

## 7. Interaction

۸- Superposition : بنابراین اصل تأثیر هر علت برابر است با مجموع تأثیرهای

اجزای آن.

۹- دایرةالمعارف فلسفی (پدربان روسی) جلد ۱، منکو، ۱۹۶۵، صفحه ۲۵۵.

۱۰- فردریک انگلس در کتاب «دیالکتیک طبیعت» صفحه ۲۳۵.

مرتبطند. قابلیت تبدیل دوجانبه و وابستگی متقابل پدیده‌ها به یکدیگر، مستقیماً در جنبه خارجی ظاهر نمی‌شود. پدیده‌های مذکور در پوششی از استقلال نسبی و وجود نسبتاً «جداگانه» قرار دارند. در اینجا علل پدیده‌ها در حکم اعمال و نیروهای خارجی مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند.

انگلس تعریف موجزی از جنبه‌های داخلی کنش متقابل بیان کرده است: «عمل متقابل نخستین چیزی است که هنگام در نظر گرفتن ماده در حال حرکت به‌عنوان یک کل، از دیدگاه علوم طبیعی نوین، با آن روبرو می‌شویم. ما با اشکال گوناگونی از حرکت برخورد می‌کنیم: حرکت مکانیکی، حرارت، نور، الکتریسیته، مغناطیس، ترکیب و تجزیه شیمیایی، تبدیل حالات مجتمع‌های مولکولی، زندگی آلی. همه این حرکت‌ها - به‌استثنای زندگی آلی - به یکدیگر تبدیل می‌شوند، متقابلاً تعیین‌کننده یکدیگرند، در موردی علت و در موردی دیگر معلولند و در همه این احوال مجموع کلیه اشکال حرکت ثابت باقی می‌ماند.»<sup>۱۱</sup>

تبدیل و انتقال دوطرفه، وابستگی و پیوند متقابل، اساسی‌ترین جنبه‌های داخلی کنش متقابلند. در اینجا پیوندهای علیتی از عمق بیشتری برخوردارند. این پیوندها هم شامل وابستگی علت‌ها به یکدیگر و هم مشتمل بر عمل متقابل معلول‌ها بر علت‌ها هستند. بدیهی است که جنبه‌های خارجی کنش متقابل، تجلیات محدود جنبه‌های داخلی آن است.

کنش متقابل با در نظر داشتن مجموع جنبه‌های داخلی و خارجی‌اش دارای خصیصه‌های زیر است:

الف) کنش متقابل عبارت است از ارتباط اجسام و حرکات جداگانه و همزمان.  
ب) کنش متقابل شامل تبدیل دوجانبه و وابستگی دوطرفه پدیده‌های جهان است.

ج) کنش متقابل - علاوه بر این - شامل انواع گوناگون پیوندهای میان پدیده‌ها و از جمله اشکال متعدد وابستگی‌های علیتی است. کنش متقابل بیان تمام روابط، پیوندها و تبدیلات گوناگون پدیده‌های جهان است.

کنش متقابل پدیده‌های فیزیکی چگونه توسط اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) بیان می‌شود؟ اصل ترکیب بیان‌گر برخی جنبه‌های خارجی کنش متقابل - یا دقیق‌تر بگوییم ارتباط و پیوند خارجی میان روابط همزمان حرکات‌ها و اجسام جداگانه - است.

اصل مذکور ضمناً شامل برخی اشکال وابستگی علیتی با خصوصیات زیر است: الف) علت‌ها مستقل از یکدیگرند یا ب) تأثیر معکوس معلول‌ها بر علت‌ها قابل چشم‌پوشی است. بنابراین می‌توان گفت که ترکیب (سوپرپوزیسیون) عبارت است از کنش متقابل بدون تبدیل، بدون وابستگی دوطرفه و بدون پیوند معکوس. اصل ترکیب دارای یک محتوای ویژه عینی است: این اصل جنبه‌های خارجی کنش متقابل

و برخی از وجوه وابستگی علیتی را بیان می‌کند، ولی استفاده از آن در حکم يك مرحله تقریب زدن در محتوای کلی کنش متقابل و تصویر ساده شده‌ای از کنش متقابل پدیده‌های جهان است.

اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) استقلال و ناوابستگی نسبی پدیده‌های موثر بر یکدیگر را می‌پذیرد. بدین ترتیب مجاز هستیم که تأثیر متقابل علت‌ها و اثر معکوس معلول‌ها بر علت‌ها را نادیده بگیریم، یعنی معکوس را حذف کنیم. بر این اساس کنش متقابل را می‌توان افزودن حرکت‌های جداگانه و مشخصه‌ها و پارامترهای آن‌ها محسوب داشت: کل، مجموع اجزای خود است و کنش متقابل، فرایند این جمع است. ۱۲. در جنبه‌هایی از کنش متقابل که بیان‌کننده اصل ترکیب است دو نکته مشخص وجود دارد: استقلال نسبی و مجزا بودن عناصر کنش متقابل و ترکیب، جمع و انطباق آن‌ها با یکدیگر. هر دو این نکات مستلزم وجود یکدیگرند و هیچ کدامشان بدون دیگری نمی‌تواند موجود باشد.

از نظر روش‌های شناخت و تفکر علمی، اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) یکی از صور کاربرد روش تحلیلی در فیزیک است. این روش تحلیلی علاوه بر تقسیم کل به چندین جزء و روشن کردن پیوندهای میان این اجزاء، مبین ترتیب و توالی این پیوندها نیز هست. خواص کل از طریق افزایش و در کنار هم گذاردن اجزای آن، به‌طور تحلیلی مشخص می‌شود. وقتی پیوندهای موجود بین اجزای کل مشخص شود و اصل ایجاد‌کننده این پیوندها یافته گردد، می‌توان از روی این اصل خواص کل را به‌عنوان مجموع و برآیند ترکیب اجزایش، به‌دست آورد. همه این وجوه روش تحلیلی در اصل ترکیب بیان می‌گردد. مبانی عینی روش تحلیلی و اصل ترکیب به‌میزان مشابهی برپایه وجود تجلیات خارجی کنش متقابل پدیده‌های جهان قرار دارد. ۱۳ بنا بر این، اصل ترکیب، شکل مشخصی از کاربرد روش تحلیلی در فیزیک است. پس محدودیت‌های اصل ترکیب از محدودیت‌های ذاتی روش تحلیلی شناخت جهان جدایی‌ناپذیر است.

چون اصل ترکیب، تصویری از کنش متقابل، با يك درجه تقریب به‌دست می‌دهد، آن را می‌توان به‌عنوان تقریب مرتبه اول در مطالعه همه انواع کنش‌های فیزیکی متقابل در جهان به‌کاربرد.

یکی از پیش‌فرض‌های روش‌شناسی نظریه بور در مورد ساختمان اتم، استقلال اتم‌ها از یکدیگر است، و این خود یکی از نکات اصلی اصل ترکیب است.

۱۲- مفهوم کنش متقابل با تصور اتم‌ها به‌عنوان ذرات غیر قابل تقسیم و تغییرناپذیری که مجزا از یکدیگرند و ترکیبات آن‌ها هنگام شکستن دوباره همان نوع اتم‌ها را به‌وجود می‌آورد، پیوند دارد.

۱۳- به‌طور کلی هر روش شناخت متکی به جنبه‌های کنش متقابل و گسترش پدیده‌های جهان است. نظم‌های موجود در حالات عام و خاص پدیده‌های جهان همیشه در روش شناخت تعمیم‌یافته‌ها، روش‌های شناخت، عامل فرایندهای گسترش شناخت هستند و تعمیم‌های خاص آن، به‌شمار می‌آیند.

در مکانیک کوانتوم، اصل ترکیب به همراه اصل تقسیم ناپذیری (ناپیوستگی) فرایندهای کوانتومی به کار می‌رود. از آنجا که ذرات کوانتومی دارای خواص ذره‌ای و موجی هستند، ترکیب کوانتومی (از طریق انطباق تغییرات پیوسته و ناپیوسته)، این وجه از کنش‌های متقابل را در جهان بی‌نهایت کوچک منعکس می‌کند.

بررسی فلسفی کنش متقابل پدیده‌های فیزیکی در رابطه با اکتشاف مداوم انواع جدید کنش‌های فیزیکی متقابل و لزوم نقد اقداماتی که به منظور توجیه آن‌ها از دیدگاه اثبات‌گرایی<sup>۱۴</sup> و آگنوستی<sup>۱۵</sup> سیسم<sup>۱۵</sup> معاصر صورت می‌گیرد، از فوریت خاصی برخوردار شده است. مثلاً ممکن است گاه و بی‌گاه این مطلب عنوان شود که اصولاً آزمایش کنش متقابل ذرات در جهان بی‌نهایت کوچک امکان ناپذیر است. البته در جهان بی‌نهایت کوچک با انواعی از کنش متقابل مواجه می‌شویم که با آن‌ها نمی‌توان با همان معیارهای عادی که بر اساس نظم‌های جهان بی‌نهایت بزرگ ایجاد شده‌اند، برخورد کرد. اصل پائولی و اصل اینهمانی<sup>۱۶</sup> ذرات بی‌نهایت کوچک هم ارز، نمونه‌هایی از مصداق این حکمند.

در سال ۱۹۲۲، نیلزبور گفتارهایی در مورد تحلیل نظری قانون تناوبی مندلیف در عناصر شیمیایی، عرضه کرد. در این گفتارها، وی اظهار داشت که ممکن است قانونی کلی برای پرشدن هر یک از خانه‌های الکترون در اتم وجود داشته باشد. پاسخ این سؤال، اصل پائولی بود. مبنای مستقیم برای بیان اولیه این اصل بررسی تجربی تفرق خطوط طیفی نور تابیده شده توسط اتم‌ها (به‌خصوص فلزات قلیایی) در میدان‌های مغناطیسی نیرومند بود. پائولی این فرضیه را مطرح ساخت که برای بیان حالت الکترون‌ها، به‌منظور توضیح اطلاعات تجربی موجود، عدد کوانتومی خاصی باید به‌میان آورد. از دید پائولی، این عدد خاصیتی داخلی از الکترون‌ها را بیان می‌دارد که او خود آن را «دوگانگی»<sup>۱۷</sup> نامید. سپس دو فیزیک‌دان دیگر به‌نام‌های اولن‌بک و گوداشمیت<sup>۱۸</sup> این اصل را عنوان کردند که الکترون‌ها دارای خاصیتی درونی هستند که همانند گشتاور زاویه‌ای آن‌هاست. آن‌ها این خاصیت را اسپین<sup>۱۹</sup> نامیدند.

البته پائولی تعریف این خاصیت را به‌صورتی که کاملاً همانند مفهوم کلاسیک گشتاور زاویه‌ای باشد نپذیرفت، او شدیداً تأکید می‌کرد که این خاصیت الکترون‌ها دارای ماهیت خاصی مرتبط با مکانیک کوانتوم است. پیشرفت فیزیک درستی نظر پائولی را تأیید کرد. آزمایش‌های بعدی نشان داد که علاوه بر الکترون‌ها، همه ذرات بنیادی دیگر نیز دارای اسپین هستند. باید بدین نکته توجه داشت که در بیان امروزی اصل پائولی، مفهوم اسپین اهمیت اساسی دارد.

پائولی بر آن بود که الکترون‌ها در هر دستگاهی، به‌خصوص در داخل اتم دارای حالات حرکت ناهمبندی هستند، به عبارت دیگر دارای چهار عدد کوانتومی همانندند. این چهار عدد مبین انرژی ذره، گشتاور مداری، گشتاور مغناطیسی مداری و اسپین

- |                |                         |              |
|----------------|-------------------------|--------------|
| 14. Positivism | 15. Agnosticism         | 16. Identity |
| 17. Duality    | 18. Goudsmit, Uhlenbeck | 19. spin     |

هستند. تنها يك ذره می‌تواند حالتی را که با چهار عدد کوانتومی داده شده مشخص می‌شود، دارا باشد.

در اینجا مفهوم اسپین ذرات - به‌خصوص اسپین الکترون‌ها - غنی‌تر شد و عامل پیوند فرایند پر شدن خانه‌ها توسط الکترون‌ها با کنش متقابل<sup>۲۰</sup> اسپین‌ها و الکترون‌ها گشت.

در پرتو اصل پائولی، روشن شد که قانون تناوبی مندلیف ساختمان پوسته‌ای خانه‌های الکترونی اتم‌ها را نشان می‌دهد و اساس کیفیت تناوبی خواص شیمیایی و نوری اتم‌ها، کیفیت تناوبی صورت بندی اتم‌های خارجی است. در عین حال اصل پائولی خود به‌یاری قانون تناوبی مندلیف پدید آمد.

شك نیست که درك عمیق‌تر اصل پائولی و کنش‌های متقابل اسپین که توسط آن بیان می‌شود، با ادراك ماهیت اسپین مرتبط است. البته تصویر کردن اسپین ذرات بی‌نهایت، کوچک به‌شکلی کاملاً مشابه با گشتاور زاویه‌ای کلاسیک، کار درستی نیست. دلایل بسیار محکمی در رد این نظر وجود دارد.

اولاً، اسپین ذرات بی‌نهایت کوچک کمیت خاصی در چارچوب مکانیک کوانتوم است که در انتقال مرزی به‌مکانیک کلاسیک برابر با صفر می‌شود.

ثانیاً، این نظر که اسپین همان گشتاور زاویه‌ای کلاسیک است که در اثر گردش ذره به‌دور محور خود حاصل می‌شود، با نظریه<sup>۲۱</sup> نسبیت ناسازگار است و از سوی دیگر اثبات شده است که نظریه<sup>۲۲</sup> نسبیت باید در مورد ذرات بی‌نهایت کوچک صادق باشد.

ثالثاً، اسپین حالتی از ذرات است که در آن وحدت خواص ذره‌ای و موجی ذرات بی‌نهایت کوچک محرز و مشهود است و این خود تأییدی دیگر بر این است که اسپین ماهیت ویژه‌ای مرتبط با مکانیک کوانتوم دارد.

اما ضمن بررسی بیشتر اسپین باید به‌خاطر بسپاریم که مفهوم‌های جدید هیچ‌گاه خود به‌خود پدید نمی‌آیند، بلکه ریشه در مفاهیم کهن‌تر دارند. در حقیقت مفاهیم جدید از مفاهیم قدیم ناشی می‌شوند و در اینجا مسیر تکاملی ماریچمانندی وجود دارد (نفی در نفی). بنابراین می‌توان همانندی‌هایی میان مفهوم اسپین، مفهوم گشتاور زاویه‌ای مکانیکی و نظریه<sup>۲۳</sup> حالات داخلی پیچ‌مانند<sup>۲۴</sup> ذرات (دکارت، کلوین، هلم هولتز) مطرح کرد.

ظاهراً، آنچه برای ما بیشترین اهمیت را دارد، تعریف مشخصه‌های مفهوم اسپین براساس تصویر چرخش کراتی به‌دور محورشان نیست، بلکه می‌خواهیم برخی پیوندهای موجود میان گشتاور زاویه‌ای مکانیکی و سایر پارامترهای حرکت (انرژی، ایمپالس و غیره) را مورد استنفاده قرار دهیم. رابطه<sup>۲۵</sup> میان گشتاور زاویه‌ای و انرژی و نیز ارتباط بین قانون بقای گشتاور زاویه‌ای و قانون بقا و تبدیل انرژی دارای اهمیت خاصی است. این ارتباط در مکانیک کلاسیک نیز شناخته شده است. در نظریه<sup>۲۶</sup> اسپین‌ها

و کنش‌های متقابل اسپینی، ارتباط مذکور به شکل وابستگی انرژی ذرات بی‌نهایت کوچک به اسپین آن‌ها پر می‌شود. ممکن است گسترش تصور ذرات بی‌نهایت کوچک به عنوان دستگاه‌های پویا امکان آن را پدید آورد که اسپین به عنوان سبنای همانندی ویژه‌ای بین حرکت داخلی و پیچ‌های یگانه آن‌ها تفسیر شود. در حال حاضر در مورد اسپین می‌توان گفت که کمیت خاصی است که خواص داخلی و حالات ذرات بی‌نهایت کوچک را بیان می‌کند و پیوند عمیقی با انرژی، حرکت و کنش متقابل آن‌ها دارد. باید افزود که اسپین ذرات با گشتاورهای مغناطیسی آن‌ها ارتباط درونی دارد.

می‌دانیم که اسپین می‌تواند مقادیر عددی منفصلی داشته باشد که برای برخی ذرات به صورت کسرهایی  $(1/2, 3/2, \dots)$  و در سایر ذرات به شکل اعداد  $(1, 0, \dots)$  است. در طبیعت ذراتی وجود دارد که هم دارای اسپین‌های صحیح و هم دارای اسپین‌هایی به صورت مضارب کسر  $1/2$  هستند.

کنش متقابل ذرات با اسپین‌های صحیح و اسپین‌های مضارب  $1/2$  دارای کیفیت‌های ویژه‌ای است. اصل پائولی کنش متقابل ذرات دارای اسپین مضرب  $1/2$  را بیان می‌کند.

این کنش‌های متقابل چه کیفیتی دارند؟

کنش‌های متقابل ذرات دارای اسپین مضرب  $1/2$  دارای این کیفیت هستند که در این‌اندرکنش‌ها فرایند نفی برخی از حالات ممکن و نفوذناپذیری برخی حالات نسبت به حالات دیگر وجود دارد. در اینجا موضوع بر سر نفوذناپذیری در اجسام نیست، بلکه نفوذناپذیری در حالات مطرح است، که شاید بتوان آن را نفوذناپذیری پویا (دیتامیک) نامید. در توضیح معنای این اصل، تحلیل مفهوم «ذرات هم‌ارز» دارای اهمیت عمده است. چه ذراتی می‌توانند هم‌ارز باشند؟ در وهله اول می‌توان پاسخ زیر را داد که بیشتر جنبه بازی با کلمات دارد: ذرات هم‌ارز ذراتی هستند که خواص هم‌ارز داشته باشند! مثلاً همه الکترون‌ها هم‌ارز هستند، زیرا دارای ابعاد و نوع بار هم‌لرز و همچنین دارای جرم سکون و عدد اسپین هم‌ارزند. اما، در عین حال، الکترون‌ها خواص متفاوتی به خود می‌گیرند: جرم آن‌ها و در نتیجه انرژی‌شان می‌تواند متفاوت باشد، جهت اسپین‌ها ممکن است متفاوت باشد، مشخصه‌های موجی نابرابری می‌توانند داشته باشند (مثلاً طول موج‌های متفاوت) و تفاوت‌هایی از این قبیل.

ایراینهمانی، برخی از خواص، یعنی خواص متفاوت ذرات را منتفی نمی‌سازد. بنا براین، ذرات هم‌ارز در عین حال ذرات متفاوتی نیز هستند. اما حتی هنگامی که با ذرات هم‌ارز (مثلاً الکترون‌ها) سروکار داریم، وضعیت بسیار پیچیده است. اندازه و علامت بار در تمام الکترون‌ها یکسان است. ولی ضد پروتون‌ها، مزون‌های منفی  $\pi$  و  $\mu$  و بسیاری ذرات دیگر نیز دارای همین مقدار و علامت بار هستند و خلاصه آن‌که، مفهوم ایراینهمانی ذرات یک مفهوم نسبی است و نمی‌توان آن را به صورت مجموعه خاصیت‌های ویژه ذرات تعریف کرد. در مکانیک کوانتوم این مفهوم دارای معنایی



پویاست، بدین صورت که در اینجا ذرات هنگامی هم‌ارز به‌شمار می‌آیند که بتوانند جایگزین یکدیگر شوند، بی‌آنکه تغییراتی فیزیکی در دستگاهی که این تبادل در آن صورت می‌گیرد، پدید آید. حالت خاصی از تبادل ذرات، جابه‌جایی مکانی آن‌هاست. به‌عبارت دیگر، اینهمانی ذرات متضمن وضعی است که در آن هر ذره‌ای از نوع مورد نظر (مثلاً هر الکترون) بتواند دقیقاً حالت ذره‌ای را که به‌جایش نشسته است، دارا شود. اینهمانی جمعی ذرات در فرایند کشش متقابل آن‌ها پیش می‌آید. این وضع به صورت پیدایش دستگاه‌هایی از ذرات (اتم‌ها، لایه‌های بلوری و غیره) مطرح می‌شود. اینهمانی ذرات بر پایه گذار از تفاوت به‌اینهمانی استوار است. اینهمانی ذرات جنبه‌عام ندارد، بلکه در دستگاه‌های فیزیکی مشخص متجلی می‌شود.

بنابراین، اینهمانی ذرات بیان یکی از شرایط پایداری پویای دستگاه‌های خاص است. حال نگاه دقیق‌تری به‌قضیه‌ای که بدین صورت بیان شد، می‌اندازیم. اتم‌ها در اندرکنش‌هایشان با سایر اشیاء مداوماً الکترون‌هایی از دست می‌دهند و الکترون‌های دیگری به‌دست می‌آورند و در عین حال به‌صورت دستگاه‌های پویای پایدار باقی می‌مانند. بقای پایدار اتم‌ها در شرایط تبادل الکترون در خانه‌های مربوط به آن، تنها به‌این دلیل امکان‌پذیر است که الکترون‌ها در وضعیت اینهمانی جایگزین یکدیگر می‌شوند و همان حالت الکترون قبلی را اختیار می‌کنند. بنابراین، در فرایند تبادل الکترون، خانه‌های الکترونی پایدار می‌مانند.

با مشخص کردن مفهوم «اینهمانی ذرات» اکنون می‌توانیم اصل اینهمانی ذرات هم‌ارز را به‌شکل دقیق‌تری بیان کنیم. در درجه اول باید توجه داشت که اینهمانی دو شیء (به‌عنوان مثال) هرگز به‌معنی در کار نبودن تفاوت‌هایی میان آن‌ها نیست. در هر اینهمانی، در عین حال تفاوت نیز وجود دارد. اشیاء تنها در روابط خاص دارای اینهمانی هستند. بنابراین مفهوم اینهمانی باید دارای انعطاف باشد و گرنه نمی‌تواند واقعیت را منعکس کند. همچنان که در موضوع اینهمانی ذرات نیز گفته شد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که ذرات معین می‌توانند در یک رابطه دارای اینهمانی و در رابطه دیگر متفاوت باشند. پروتون‌ها و نوترون‌ها ذرات متفاوت و ناهم‌ارز هستند و این موضوع در بسیاری از روابط ظاهر می‌شود. همین پروتون‌ها و نوترون‌ها هنگامی که در رابطه با نیروهای درون مولکولی در نظر گرفته شوند در حکم ذرات اینهمان خواهند بود (بدون توجه به‌بار).

اصل اینهمانی ذرات هم‌ارز در مکانیک کوانتوم ماهیتاً شکلی از تجلی وحدت دیالکتیکی اینهمانی و تفاوت است. این اصل پیوند میان حالات اینهمان و متفاوت ذرات بی‌نهایت کوچک را منعکس می‌کند. لذا این اصل از جنبه روش‌شناسی دارای اهمیت عظیمی است و در شناخت خواص و کنش‌های متقابل ذرات بی‌نهایت کوچک دارای نقشی مبتنی بر روش‌شناسی است. این اصل هنگام کاربرد در سطح شناخت ما دارای بیان دیگری می‌شود که عبارت است از نامتمايز بودن ذرات هم‌ارز. معنی عبارت اخیر این است که مطلقاً اهمیتی ندارد که مشخص کنیم الکترونی در یک دستگاه فیزیکی

مفروض کدام موضع را اشغال می‌کند. در نهایت، جایگزینی الکترون‌های دیگر در همان موضع در دستگاه، حالت دستگاه را به هیچ وجه تغییر نمی‌دهد. محتوای عینی اصل نامتمایز بودن ذرات هم ارز، کاملاً با مفهوم ذرات هم ارز که قبلاً مطرح شد، انطباق دارد. با توجه به کیفیت‌های عینی ذرات بی‌نهایت کوچک، اصل نامتمایز بودن ذرات هم ارز بسیاری از سؤالات مربوط به شناخت را، که فاقد معنای عینی هستند، منتفی می‌سازد.

بنا بر این، اصل نامتمایز بودن تنها شکل دیگری از بیان اصل اینهمانی ذرات و جنبهٔ معرفت‌شناختی است.<sup>۲۱</sup>

---

۲۱- عکس این مطلب را نیز می‌توان گفت: اصل اینهمانی جنبهٔ «بود شناسانه» اصل نامتمایز بودن است.

# اصول فیزیک و اهمیت آن‌ها در شناخت

(بخش دوم)

ارتباط میان اصل پائولی و اصل اینهمانی ذرات هم ارز، در وهله اول متضمن این حقیقت است که اصل پائولی تنها در مورد کنش‌های متقابل ذرات هم ارز دارای اسپین مضرب  $1/2$  صادق است. همچنان که قبلاً گفته شد، ذرات هم ارزی می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند، یعنی حالات خود را تبادل کنند به طوری که حالت کلی سیستمی که در آن واقعند بدون تغییر باقی بماند.

ذرات دارای اسپین مضرب  $1/2$  اگر هم ارز باشند، می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند، می‌توانند اینهمان یکدیگر باشند ولی نمی‌توانند در یک سیستم حالات یکسانی داشته باشند. ذرات مزبور در یک سیستم واحد، فقط می‌توانند حالات متفاوت اختیار کنند. بنا براین، اینهمانی ذرات دارای اسپین مضرب  $1/2$  در یک سیستم با تفاوت الزامی آنان همراه است. اصل پائولی ارتباط میان اینهمانی و تفاوت حالات ذرات را بیان می‌کند. پیچیدگی اشکال ویژه کنش‌های متقابل ذرات، هنگامی که دارای اسپین، اینهمانی و انواع خاص تقارن می‌شوند، موجب بروز توجیه‌های عجیب و غریب از سوی برخی دانشمندان پیشرو غربی در مورد کنش‌های متقابل ذرات بی‌نهایت کوچک، به خصوص کنش‌های متقابل مرتبط با اصل پائولی، شده است.

پائولی به این نکته توجه کرد که برخی از فیزیک‌دانان، برای ارائه تصویری ملموسی از کیفیت‌هایی که مثلاً در کنش متقابل الکترون‌ها در اتم وجود دارد، سخن از وجود «قرار»ی میان الکترون‌ها مطرح می‌کنند و یا می‌گویند که رفتار الکترون‌ها آن چنان است که گویی از حالات یکدیگر خبر دارند. در واقع، اکثریت عظیم فیزیک‌دانان وجود «قرار» یا «اطلاع از یکدیگر» را به معنای مجازی به کار می‌برند و منظورشان معنی واقعی این کلمات نیست. به هر حال گهگاه از این مفاهیم مجازی برای بحث در جهت تبیین نظم‌های مکانیک کوانتوم بر مبنای نایقینی استفاده می‌شود. بسیاری از فیزیک‌دانان پیشرو شوروی، از همان آغاز پیدایش مکانیک کوانتوم، به مخالفت با تفسیرهای ایده‌آلیستی و اثبات گرایانه (پوزیتیویستی) از آن برخاستند. آنان، ضمن اشاره به ناسازگاری اصول نظریه جدید از دیدگاه فیزیک کلاسیک، نشان دادند که این اصول منعکس‌کننده کیفیت‌های ویژه جهان بی‌نهایت کوچک است.

۱. و. پائولی، کتاب Handbuch der physik، برلین، ۱۹۳۳، صفحه ۱۹۳.

با توجه به اصل پائولی و ضمن در نظر داشتن ارتباط آن با مفهوم اسپین ذرات، با اصل اینهمانی، با دسته‌های تقارن حالت سیستمی از ذرات بی‌نهایت کوچک و با اصل نایقینی هایزنبرگ، می‌توان کنش‌های متقابلی را که اصل پائولی متکی به آن‌هاست و در عین حال آن‌ها را بیان می‌کند، مشخص کرد. اولاً، این کنش‌های متقابل به مکانیک کوانتوم مربوطند و نمی‌توان آن‌ها را به نیروهای کلاسیک کنش متقابل تقلیل داد.

ثانیاً، عوامل تعیین کننده در این کنش‌های متقابل، پارامترهای داخلی (مثلاً اسپین) هستند، نه پارامترهای خارجی (از قبیل فاصله). پارامترهای خارجی، مثل فاصله و ایمپالس، جزو شرایط ضروری برای وقوع این کنش‌های متقابل هستند، ولی تعیین کننده ماهیت آن‌ها نیستند.

ثالثاً، نیروهای ویژه (اسپین، تبادل و غیره) را که در این کنش‌ها ایجاد می‌شوند، نمی‌توان به سطح نیروهای مکانیک کلاسیک تقلیل داد. این نیروها ایجاد شتاب نمی‌کنند و تابع قانون سوم نیوتون نیستند.

رابعاً، نوع خاصی از نفوذناپذیری پویای حالات ذرات بی‌نهایت کوچک در این کنش‌های متقابل به وجود می‌آید و این خود منجر به قانون امکان‌ناپذیری حالت‌های اینهمان ذرات بی‌نهایت کوچک با اسپین مضرب  $1/2$  در هر مجموعه‌ای از ذرات مذکور می‌گردد.

خامساً، کنش‌های متقابلی از این نوع، تحت شرایطی رخ می‌دهد که در آن اصل نایقینی صادق است و بنابراین فرایندهای واقعی<sup>۲</sup> را شامل می‌شود.

اکنون به بررسی موضوع فرایندها و ذرات واقعی، که در فیزیک و فلسفه اهمیت زیادی دارد، می‌پردازیم. مفهوم فرایندهای واقعی در فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک نقش مهمی ایفا می‌کند. مفهوم مذکور در نظریه کوانتومی تابش، در توضیح ساختمان ذرات بنیادی و کنش‌های متقابل آن‌ها و همچنین در نظریه حالت‌های خلاء میدان‌های فیزیکی و سایر موارد به کار گرفته می‌شود.

منحصر به فرد بودن فرایندهای واقعی، یک رشته مسایل بغرنج فلسفی را به میان می‌آورد. آیا فرایندها و ذرات واقعی در طبیعت وجود دارند یا آنکه مفاهیم، «تصویرهای ریاضی» و طرح‌های ذهنی از ردیف پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک هستند که هنوز به اندازه کافی بررسی نشده‌اند؟ اگر ذرات و فرایندهای واقعی در طبیعت وجود دارند، ویژگی‌های وجود عینی آن‌ها چیست؟ در این جا می‌خواهیم پاسخی برای این پرسش‌ها بیابیم. باید توجه داشت که ذرات و فرایندهای واقعی، غالباً با ذرات و فرایندهای حقیقی مغایر دانسته می‌شود و عینیت وجود آن‌ها نفی می‌شود. اما بر اساس تحلیل صحیح و با تکیه بر اصول کلی روش شناسی می‌توان ادعا کرد که ذرات و فرایندهای واقعی دارای وجود عینی در طبیعت هستند و به عبارت دیگر حقیقی‌اند.

## 2. Virtual

بسیاری از فیزیک‌دانان و برخی از فلاسفه معتقدند که ذرات و فرایندهای واقعی در طبیعت وجود ندارند و مفهوم این ذرات و فرایندها صرفاً دارای ارزش کمکی در توضیح بعضی خواص و فرایندهای کنش متقابل ذرات بنیادی است. با این شیوه‌نگرش، مفهوم ذرات و فرایندهای واقعی دارای همانند عینی در طبیعت نیستند. اما نقطه نظر مخالفی نیز در کار است که وجود ذرات و فرایندهای واقعی و وجود همانند عینی برای تصور ما از مفاهیم این ذرات و فرایندها را در طبیعت می‌پذیرد. کدام یک از این دو برداشت مخالف درست است؟ ابتدا باید به سؤال کلی‌تری پاسخ دهیم: چه ملاکی برای تمایز میان وجود داشتن صرف در اندیشه و وجود داشتن در واقعیت عینی در دست است؟ بدیهی است آنچه در اندیشه موجود است می‌تواند در واقعیت عینی موجود نباشد. بنابر این، بر اساس وجود مفاهیم ذرات و فرایندهای واقعی در فکر خود، نمی‌توان نتیجه گرفت که محتوای این مفاهیم نیز در عمل وجود دارد. مثلاً از این موضوع که در بیان ریاضی مکانیک، مفهوم برگشت پذیری زمان وجود دارد نمی‌توان به هیچ وجه نتیجه گرفت که در طبیعت نیز، زمان می‌تواند از آینده به سوی گذشته جریان یابد. در واقع، قایل شدن همانند عینی برای هر مفهوم، یعنی در تحلیل نهایی برابر دانستن وجود در فکر و وجود در واقعیت، همخوان با ایده آلیسم عینی و ماتریالیسم ماورای طبیعی است (هرچند این دو مکتب از راه‌های مختلف و با اتکا بر مبادی متفاوت به این نتیجه می‌رسند).

نفی وجود همانند عینی برای برخی مفاهیم، نظریه شناخت ماتریالیسم دیالکتیک را نقض نمی‌کند. در علوم مفاهیمی وجود دارند - او در واقع باید وجود داشته باشند - که بی‌آنکه همانند عینی در واقعیت داشته باشند، از طریق مفاهیم دیگر در فرایند بازتاب واقعیت در شناخت ما، شرکت می‌کنند. از این جمله به عنوان مثال می‌توان از مفهوم اعداد موهومی، انرژی منفی، فضاها  $n$  بعدی و غیره نام برد. بنابراین، نتیجه می‌شود که نفی وجود همانند عینی برای ذرات و فرایندهای واقعی، الزاماً به معنی دست کشیدن از دید ماتریالیستی نسبت به جهان نیست.

جای تذکر است برخی مفاهیم، که در یک مرحله معین از شناخت فاقد همانند عینی هستند، سرانجام محتوای عینی می‌یابند و غالباً این محتوا کاملاً پیش‌بینی شده است. این مورد مثلاً در مفهوم دمای مطلق منفی پیش آمد. این مفهوم مدت‌ها تنها به عنوان نتیجه‌ای صوری از فرمول بولتسمان<sup>۲</sup> برای توزیع انرژی ذرات و بدون مصداق عینی در طبیعت قلمداد می‌شد. اما بعدها نشان داده شد که این مفهوم را می‌توان در توضیح حالات عینی دما در بعضی سیستم‌های اسپین به کار گرفت. بنابراین، دیدگاه مبتنی بر رد همانند عینی برای مفهوم ذرات و فرایندهای واقعی در وهله اول باید به عنوان مبحثی در چارچوب مرحله معینی از دانش مورد داور قرار گیرد. آیا امکان ندارد که این مفهوم‌ها تنها در مرحله فعلی گسترش فیزیک فاقد محتوای عینی باشند؟ پیش

از آن که به بررسی دعاوی طرفداران این دیدگاه پردازیم، بحث مختصری در مورد ماهیت معیار تمایز میان وجود صرف در اندیشه و وجود در واقعیت عینی ارائه می‌کنیم. همچنانکه در آثار بنیان‌گذاران فلسفهٔ مارکسیسم - لنینیسم آمده است، معیار اختیاری برای تمایز وجود صرف در اندیشه و وجود در واقعیت عینی، فعالیت حسی و عملی بشر به‌طور یکجاست نه دریافت‌های حسی غیر مستقیم او.

برداشت حسی همیشه قادر به تشخیص واقعیت از تخیل نیست وای بسا که تصورات غیر واقعی جایگزین واقعیت شوند. اما در فرایند فعالیت عملی، برداشت‌های حسی ما مستقیماً رنگ یقین می‌پذیرند، زیرا در این‌جا تنها از طریق پدیده‌هایی که به‌طور عینی رخ می‌دهند مشخص می‌شوند و تنها مبین همین پدیده‌ها هستند. مثلاً، ما می‌توانیم در ذهن خود وجود پلی را بر رودخانه تصور کنیم، اما از این پل خیالی نمی‌توان گذر کرد. اما هنگام عبور از یک پل واقعی، در عمل به‌طور حسی وجود عینی آن را درک می‌کنیم. اندام‌های حسی ما می‌توانند بازتاب درستی از واقعیت عینی به‌ما بدهند، اما این امر باید تنها براساس تجربهٔ عملی محسوس ما صورت بگیرد. فعالیت عملی ما حاکی از آن است که چیزی که دارای وجود عینی است، در فرایند درک انفعالی یا تفکر در مورد آن، نمی‌تواند دگرگون شود. این شیء تنها در اثر کار عملی، یعنی به کمک سایر اشیا و فرایندهای عینی می‌تواند تغییر کند. همچنین، تجربه نشان می‌دهد که آنچه تنها در اندیشه وجود دارد، نمی‌تواند ابزاری برای کار بر روی چیزهایی باشد که وجود عینی دارند.\* در فرایند فعالیت عملی، پدیده‌هایی را که وجود عینی دارند تغییر می‌دهیم و تکرار می‌کنیم و برای این کار از سایر پدیده‌های دارای وجود عینی استفاده می‌کنیم و بدین ترتیب وجود عینی هر دو را نشان می‌دهیم.

به‌عنوان نتایج تجربهٔ عملی ما، کیفیت‌های وجود عینی پدیده‌ها به‌صورت زیر مطرح می‌گردد. اولاً، آنچه به‌طور عینی وجود دارد، می‌تواند برای تأمین خواست‌های واقعی (و نه تخیلی) ما به‌کار آید. ثانیاً پدیده‌ای که به‌طور عینی وجود دارد، تنها در نتیجهٔ تأثیر پدیده دیگری که وجود عینی داشته باشد می‌تواند دگرگون شود. ثالثاً، پدیده‌ای که به‌طور عینی وجود دارد، می‌تواند ابزار عمل بر روی پدیدهٔ دیگری که وجود عینی دارد، باشد. رابعاً، پدیده‌هایی که به‌طور عینی وجود دارند، نمی‌توانند تنها در اثر فرایند درک و تفکر پدید آیند. خامساً، پدیده‌هایی که به‌طور عینی وجود دارند منشاء دریافت‌های حسی مستقیم و غیر مستقیم ما هستند.<sup>۴</sup>

بررسی وجود این کیفیات در وقوع یک پدیده، نشان دادن وجود عینی آن است. با تکیه بر آنچه گفته شد، اکنون می‌توانیم به بررسی بحث اصلی که در مورد نفی وجود عینی ذرات و فرایندهای واقعی است، پردازیم. پیروان این عقیده می‌گویند

\* البته، در اینجا منظور نویسنده ابزار مادی است، نه اینکه گفته شود تخیل هنرمند یا صنعتگر نمی‌تواند موجب پیدایش آثار هنری یا صنعتی می‌شود.

۴. در پرتو این کیفیت‌های پدیده‌های دارای وجود عینی، مسلم می‌شود که همهٔ اشیایی که در نتیجهٔ فعالیت عملی ما پدید می‌آیند، دارای وجود عینی هستند.

که این ذرات و فرایندها را اصولاً نمی‌توان مشاهده کرد و آنچه را که نتوان اصولاً مشاهده کرد، وجود عینی هم ندارد. اصولاً مشاهده ذرات واقعی ناممکن است، زیرا عمر آنها فقط می‌تواند بسیار کوتاه و از مرتبه  $10^{-22}$  ثانیه باشد.

برای مشاهده یک ذره واقعی (یا ذره عملی) که ذره واقعی از آن تاییده شده باشد) باید آن چنان انرژی اضافی عظیمی اعمال کرد که عملاً تنها تحقیق وجود ذره عملی، امکان پذیر است (با این انرژی اضافی هر ذره عملی تنها ذره عملی تشعشع می‌کند، در حالی که ذره واقعی با دریافت این انرژی اضافی به ذره عملی بدل می‌گردد). به عبارت ساده‌تر، از هر دستگاهی تنها برای بررسی ذره عملی می‌توان استفاده کرد.

این بحث را می‌توان به صورت زیر مرتب کرد: اولاً هیچ چیز در جهان نیست که اصولاً قابل مشاهده نباشد. هر چیزی که دارای وجود عینی باشد می‌تواند به طور مستقیم یا غیر مستقیم مورد مشاهده واقع شود. غیر قابل مشاهده بودن اشیا برای شناخت ما پدیده‌ای گذراست. در بعضی روابط برخی فرایندها ممکن است یک شیء قابل مشاهده نباشد، اما در روابط دیگر و طی فرایندهای دیگر همان شیء می‌تواند قابل مشاهده باشد. مثلاً در تبدیل‌های شیمیایی هسته اتم قابل مشاهده نیست، ولی در واکنش‌های هسته‌ای هسته اتم قابل مشاهده است. هنگامی که آزمایشی منجر به تبدیل تشعشع واقعی به تشعشع عملی و تبدیل ذرات واقعی به ذرات عملی می‌شود، در حقیقت ذرات عملی هستند که مورد بررسی قرار گرفته‌اند. اما آزمایش‌هایی می‌توانند وجود داشته باشند (و وجود دارند) که در آنها تأثیر ذرات و فرایندهای واقعی بر ذرات و فرایندهای معمولی بررسی می‌شود.

مثلاً، آزمایش‌هایی که برای اندازه‌گیری جابه‌جایی لمب<sup>۷</sup> در سطح انرژی الکترون در اتم‌های هیدروژن انجام می‌شود، کنش متقابل الکترون‌ها و اندازه‌های واقعی خلاءهای الکترو مغناطیسی و الکترون-پوزیترون را بررسی می‌کند. این در حقیقت مشاهده تأثیر ذرات واقعی بر ذرات معمولی است و بدین معنی ذرات واقعی مورد مشاهده قرار می‌گیرند. با پیشرفت‌های عمده‌ای که اخیراً در ایجاد شعاع‌های ذرات (به خصوص الکترون) به دست آمده، که در آنها با انرژی فوق‌العاده زیاد به ذرات شتاب داده می‌شود، امکانات جدیدی برای مطالعه تجربی ذرات واقعی فراهم شده است. مثلاً، آزمایش‌هایی که در زمینه پراکندگی الکترون‌های پرانرژی توسط نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) صورت می‌گیرد، امکان می‌دهد که جزئیات ساختمان نوکلئون با دقت  $10^{-16} \times 7$  سانتی‌متر مورد مطالعه قرار گیرد و بر این اساس وجود نوعی پوشش پیون<sup>۸</sup> به دور شعاع نوکلئون آشکار می‌گردد. این پوشش، بسیاری از کیفیت‌های وابستگی

### 5. Virtual Particle

### 6. actual particle

### 7. Lamb Shift

۸. پیون‌ها یا مزون‌های  $\pi$  به همراه مزون‌های  $\mu$  و  $k$  گروهی از ذرات بنیادی ناپایدار هستند که جرم آنها بین جرم الکترون و پروتون است و در بستگی‌های ذره‌های هسته‌ای نقش عمده‌ای دارند.

زاویه‌ای و انرژی مقطع مؤثر پراکندگی کشسان (الاستیک) و ناکشسان الکترون توسط نوکلئون را مشخص می‌کند. این آزمایش‌ها، که فرایند پراکندگی الکترون توسط ذرات واقعی را نشان می‌دهد، دال بر وجود عینی ذرات واقعی است.

اطلاعات تجربی موجود نشان می‌دهد که ذرات واقعی بر ذرات معمولی<sup>۱</sup> تأثیر می‌گذارند، برخی از خواص آن‌ها را تعیین می‌کنند (مثلاً گشتاورهای مغناطیسی نوترون) و می‌توانند به ذرات معمولی تبدیل شوند. ذرات واقعی تأثیر اشیا دیگر را نشان می‌دهند و خود وسیله‌ای برای تأثیر بر اشیا دیگرند. با آنکه اطلاعات تجربی فعلی هنوز نمی‌توانند توضیح کاملاً دقیقی از ذرات واقعی به دست دهند، اما امکان دادن پاسخ مثبت به مسئله وجود عینی این ذرات را فراهم آورده‌اند. ذرات واقعی را دیگر نمی‌توان صرفاً تصویری یا فرضی دانست زیرا وجود عینی آن‌ها به‌طور تجربی تأیید شده است.

این موضوع، که مفاهیم ذرات و فرایندهای واقعی نه از اطلاعات تجربی بلکه از استنتاج منطقی نظریه تابش کوانتومی حاصل شده‌اند، لطمه‌ای به این بحث وارد نمی‌کند. بسیاری از مفاهیم به این صورت در علوم پدیدار می‌شوند. این مفاهیم بعداً دارای محتوای عینی می‌شوند، یعنی به بازتاب فرایندها و پدیده‌های عینی تبدیل می‌گردند. می‌توان چنین گفت که ذرات، فرایندها و حالات واقعی ابتدا به‌عنوان ابزارهای ریاضی مطرح شدند و بعدها با پیشرفت فیزیک ذرات بنیادی «جان گرفتند».

وجود عینی پدیده‌های جهان می‌تواند اشکال و حالات مختلفی داشته باشد. بسیاری از مقوله‌های فلسفه مارکسیستی، علاوه بر نکات کلیدی، فرایند ارتباط متقابل و گسترش پدیده‌های جهان و ویژگی‌های اشکال وجود عینی آن‌ها را نیز بیان می‌کنند. امکان و فعلیت دو نمونه از این مقوله‌ها هستند. مقوله «شدن» به‌عنوان بیان وحدت پیدایش و نیستی در نقش عامل تحول، در عین حال مشخص‌کننده نوع خاصی از وجود و فرایند عینی-گذار-می‌باشد. مقوله امکان، ضمن توضیح یکی از نکات اساسی تحول-شرط-مقدماتی برای پیدایش نو از بطن کهنه-توضیح‌دهنده شکل خاصی از وجود عینی-وجود بالقوه- نیز هست. مقوله فعلیت بیان‌گر مراحل ظاهر شده یک فرایند است، توضیح‌دهنده آن وجود عینی است که قبلاً پدید آمده و شکل گرفته است، وجودی عینی که در آن فرایندهای جدید «شدن» رخ می‌دهند و امکانات جدید ظاهر می‌شوند. پیوند درونی عمیقی میان عوامل تحول، که در مقولات فوق بیان گردید، وجود دارد. پیوند مشابهی نیز میان اشکال وجود عینی پدیده‌های جهان وجود دارد. وجود در شدن، در فرایند، در امکان و در فعلیت با یکدیگر پیوند درونی دارند. حالات گذار مختلفی نیز میان این اشکال وجود عینی، وجود دارد. ویژگی‌های وجود عینی ذرات واقعی را می‌توان به کمک مقوله‌های شدن، امکان و فعلیت و پیوندهای داخلی این مقولات بیان کرد.

## 9. Ordinary Particles



نخستین چیزی که در توضیح ذرات و فرایندهای واقعی جلب نظر می‌کند، عمر کوتاه آنهاست زیرا در فاصله زمانی  $10^{-24}$  ثانیه پدید می‌آیند و از بین می‌روند. در مورد ذرات واقعی چنین می‌توان گفت که وجود عینی آنها در وحدت ظهور و فنا متجلی می‌گردد. به عبارت دیگر وجودشان، گذار از پیدایش به نیستی و عکس آن است. در وجود ذرات واقعی مرز مشخصی میان پیدایش و فنا در کار نیست. عمل پیدایش و نیستی در این جا یکی می‌شوند.

در فیزیک کوانتوم تعدادی از این گونه «حالات‌های میانی» وجود دارد، به خصوص حالات واسطه میان احتمال و فعلیت و بین امکان و ضرورت. هایزنبرگ با تحلیل مفهوم احتمال بدین نتیجه رسید که مفهوم مزبور جنبه خاصی به واقعیت فیزیکی می‌دهد که تقریباً حالت وسط میان امکان و فعلیت است. از دیدگاه ما، در مورد وجود ذرات واقعی می‌توان علاوه بر حالت وسط بین ظهور و فنا، همچنین به عنوان حالت وسط بین امکان و فعلیت سخن گفت. به عبارت دیگر، ویژگی‌های ذرات واقعی باید بر اساس وحدت شدن، امکان و فعلیت توضیح داده شود. نخستین نتیجه‌ای که از این قضیه روش‌شناسی گرفته می‌شود این است که ذرات واقعی را نمی‌توان مستقل از ذرات عادی مورد آزمایش قرارداد و از لحاظ تعدادی از مشخصات، تمایزی میان ذرات واقعی و ذرات معمولی وجود ندارد. در واقع، هنگامی که از ذرات واقعی نام برده می‌شود، منظور نوع خاصی از ذره نیست، بلکه حالات خاصی از ذرات بنیادی معمولی مورد نظر است. منظور از ذرات واقعی در علم چیزی جز حالات واقعی فوتون‌ها، الکترون‌ها، پیون‌ها، پروتون‌ها و سایر ذرات بنیادی شناخته شده نیست. در نتیجه، شناخت ذرات واقعی همان فرایند شناخت ذرات معمولی است. همان‌طور که امکان از طریق فعلیت شناخته می‌شود، ذرات واقعی نیز از طریق کنش‌های متقابل و تبدیلات ذرات معمولی شناخته می‌شوند.

در توضیح ذرات واقعی، توجه به این حقیقت بسیار مهم است که همه ذرات بنیادی در حال کنش و گذار متقابلند و به عنوان سیستم‌های پویا با تبدیلات داخلی چندگانه، عمل می‌کنند.

بسیاری از فیزیک‌دانان (از قبیل جلمن<sup>۱۰</sup>، روزنباوم<sup>۱۱</sup> و دیگران) ذرات بنیادی را به صورت فرایندهایی در نظر گرفته‌اند. مثلاً رفتار الکترون در میدان‌های الکترومغناطیسی به‌طور نظری بر این اساس تشریح می‌شود که هر الکترون مداوماً فوتون‌هایی جذب و تشعشع می‌کند. این ضربان‌ها را می‌توان «فرایندهای حیاتی» الکترون نامید. با توصیف ذرات بنیادی به صورت فرایندها، می‌توانیم مراحل متفاوتی را در آنها متمایز کنیم. یکی از این مراحل یا حالات، پیدایش ذره‌ای درون یک ذره دیگر است. ذره

۱۰. Murray Gell-Mann (۱۹۲۹- ) برنده جایزه فیزیک نوبل سال ۱۹۶۹ به

خاطر کارش در زمینه ذرات بنیادی.

۱۱. Rosenbaum

تولید شده در این لحظه تنها به صورت امکان وجود دارد و اگر شرایط لازم برای گذار از این امکان فعلیت موجود باشد، در آن صورت آن ذره را ذره واقعی می نامیم. پس نتیجه می گیریم که ذرات واقعی تنها به صورت مرحله‌ای در فرایندهای کنش متقابل و تبدیلی متقابل ذرات بنیادی وجود دارند. فوتون‌های واقعی فقط در فرایند کنش‌های متقابل الکترومغناطیسی و پیوندهای واقعی تنها در کنش‌های متقابل قوی وجود دارند.

وجود ذرات واقعی مستقل نیست بلکه در ذرات دیگر و به توسط ذرات دیگر تحقق می پذیرد. مشخصاتی از قبیل کوتاهی طول عمر و موقعیت فضایی مشخص، به این کیفیت وجود ذرات واقعی مربوط می شود. با بودن امکان ظهور بعضی ذرات از ذرات دیگر و با بودن امکانی که فعلیت نمی یابد، ذرات واقعی دارای مرز مشخصی میان پیدایش و نیستی نمی باشند و تنها در فاصله زمانی میان پیدایش و نیستی وجود دارند. اندازه این فاصله زمانی بسته به اندازه انرژی لازم برای گذار از ذره واقعی به ذره معمولی است. هرچه اندازه انرژی لازم بیشتر باشد، عمر آن ذره واقعی کوتاه تر خواهد بود. موقعیت مکانی آن نیز به مدت زمان وجودش بستگی دارد. یک ذره واقعی نمی تواند از محدودیت‌های مکانی کنش متقابلی که خود یکی از عوامل آن است، رها باشد. مثلاً پیوندهای واقعی تنها در حوزه مکانی کنش‌های متقابل قوی وجود دارند. شعاع عمل کنش‌های متقابل قوی ( $10^{-13}$  سانتی متر) حوزه مکانی وجود پیوندهای واقعی را مشخص می کند. فوتون‌های واقعی به عنوان عوامل کنش متقابل الکترومغناطیسی، نمی توانند از حدود این کنش متقابل فراتر بروند، هرچند که این حدود می تواند بسیار گسترده باشد. حال به یکی دیگر از مشخصه‌های وجود ذرات واقعی می پردازیم. ذرات واقعی را می توان کوانت‌های کنش‌های متقابل و پیوند دوطرفه ذرات بنیادی و در عین حال پیوسته به ذرات بنیادی به شمار آورد. در مورد این کیفیت دوباره بحث خواهیم کرد. در حال حاضر باید به تفاوت مهم میان ذرات واقعی و ذرات «بنیادی» معمولی توجه کنیم. ذرات واقعی، همان طور که گفته شد، نمی توانند به طور مستقل، خارج از منابع خود و بیرون از کنش‌های متقابل و تبدیلات وجود داشته باشند. اما وجود ذرات بنیادی متکی به خود است و آن‌ها می توانند از مرزهای کنش متقابل ذرات، که خود از آن ناشی شده‌اند، خارج شوند. بنابراین، این گونه ذرات بنیادی، غالباً ذرات آزاد خوانده می شوند.

البته، هنگام در نظر گرفتن اینکه ذرات واقعی تنها در حالات خاص کنش‌ها و تبدیلات متقابل ذرات بنیادی وجود می یابند، باید به ماهیت واسطه‌ای این حالات توجه کافی داشت. می دانیم که پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته اتم در حال تبدیل دایمی به یکدیگرند. در این تبدیلات حالاتی وجود دارد که پروتون هنوز به نوترون — یا نوترون هنوز به پروتون — تبدیل نشده است. در این جا ذرات مزبور در یک وضعیت

تجزیه وجود دارند: نوترون به صورت یک نوترون و یک مزون پی  $\pi$  منفی واقعی و پروتون به صورت یک پروتون و یک مزون پی  $\pi$  مثبت واقعی.

مزون‌های پی واقعی که در این حالات توسط نوترون و پروتون تولید شده‌اند، قابل تفکیک از این ذرات نیستند و بدون آن‌ها وجود ندارند. مثلاً حالت پروتون به علاوه مزون پی واقعی را نمی‌توان همانند با یک سیستم پروتون - الکترون (یعنی همانند با اتم هیدروژن) در نظر گرفت. در حقیقت الکترون همیشه در فضای اطراف پروتون قرار دارد و احتمال وجود آن در این فضا در هر لحظه از زمان برابر واحد است؛ در حالی که مزون واقعی در بخشی از زمان در پروتون واقع است و احتمال وجود آن در اطراف پروتون در هر لحظه از زمان کمتر از واحد است.

حالات واسطه‌ای پروتون‌ها و نوترون در وضعیت تجزیه، حالات صحیح (در مقابل کسری) هستند که به انرژی مربوط می‌شوند. مزون‌های پی واقعی و نوترون‌ها و پروتون‌های تولید کننده آن‌ها دارای جرم و انرژی مشترک هستند. پیدایش پیون‌های واقعی در حالات واسطه‌ای نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) را می‌توان به‌عنوان فرایند توزیع مجدد انرژی و جرم در درون خود نوکلئون‌ها محسوب داشت. بنابراین، در جریان تجزیه نوکلئون‌ها، اصل بقای انرژی به هیچ وجه نقض نمی‌شود.

قانون بقای انرژی این گونه تجزیه نوکلئون را رد نمی‌کند. اما انتقال مزون‌های پی واقعی را به‌خارج از قلمرو کنش متقابل نوکلئون، مگر در صورت وجود منابع انرژی اضافی، ناممکن می‌داند؛ یعنی تبدیل ذرات واقعی را به ذرات بنیادی معمولی محال می‌شمارد. هنگام صحبت از مزون‌های پی واقعی باید توجه داشت که بر اساس قانون بقای انرژی، این مزون‌ها نمی‌توانند از نوکلئونی که مولد آن‌هاست جدا شوند، یعنی نمی‌توانند به صورت مزون‌های پی آزاد درآیند، مگر آن که تأثیر خارجی در کار باشد.

مزون‌های پی واقعی در فرایند متقابل<sup>تبدیل</sup> نوکلئون‌ها مداوماً پدید می‌آیند و از بین می‌روند و وجود آن‌ها وجود در شدن است. وجود پیون‌های واقعی (به‌عنوان گونه‌ای از ذرات واقعی) وجودی واسطه‌ای میان پیدایش و فنا، میان امکان و فعلیت است. در حقیقت، از آن‌جا که ذرات واقعی امکان پیدایش ذرات بنیادی هستند، واجد برخی از کیفیات ذرات بنیادی می‌شوند و می‌توانند تأثیراتی بر آن‌ها بگذارند. قبلاً مثال‌هایی از این امر ارائه کرده‌ایم.

ذرات بنیادی و میدان‌ها از یک‌دیگر تفکیک ناپذیرند. ذرات واقعی را نیز می‌توان به صورت عناصر ساختمانی میدان‌های درون ذرات در نظر گرفت. به عبارت دیگر، میدان‌تها محیط خارجی نیست، بلکه محتوای درونی آن‌ها را نیز تشکیل می‌دهد. بنابراین، می‌توان گفت که ذرات واقعی عناصر ساختمانی میدان‌هایی هستند که بخشی از محتوای درونی ذرات بنیادی را تشکیل می‌دهند.

در این نتیجه‌گیری باید اصلاحاتی را وارد کرد. خلاصه اینکه، نه تنها ذرات واقعی،

بلکه ذرات معمولی نیز از میدان‌ها تفکیک ناپذیرند. هر دوی این‌ها را می‌توان مقادیر کمیتهی میدان‌ها به‌شمار آورد. اصلاح مورد نیاز به این صورت است که در تعدادی از روابط، در خلاء میدان‌های فیزیکی، ذرات واقعی را می‌توان برابر دانست. مثلاً، در فیزیک کنش‌های متقابل، مجموعه‌ای از ذرات که دارای سطوح انرژی نزدیک به هم هستند<sup>۱۳</sup>، با ذرات واقعی برابر دانسته می‌شود و گفته می‌شود که این کنش‌های متقابل با خلاء انجام می‌گردد. بنابراین توضیح فیزیک، واکنش با ذرات واقعی منجر به پراکندگی مجموعه ذرات دارای سطوح انرژی نزدیک به هم می‌شود. بنابراین، از بعضی لحاظ، ویژگی‌های وجود ذرات واقعی را می‌توان به کمک کیفیت‌های ذاتی خلاء میدان‌های فیزیکی بررسی کرد. سرانجام به همین بیان کلی بسنده می‌کنیم و به این سؤال می‌پردازیم که نقش ذرات واقعی در ساختمان ذرات بنیادی چیست.

بر اساس این قضیه که همه ذرات از میدان‌ها تفکیک ناپذیرند و با آن‌ها تبدیل متقابل دارند، می‌توانیم بگوییم همچنان که هر ذره‌ای به میدان‌های بسیاری مرتبط است که در حالت زمین<sup>۱۴</sup> خود وارد محتوای آن ذره می‌شوند، ساختمان ذره نیز مجموعه‌ای از پیوندهای آن با ذرات دیگر و قابلیت آن برای تبدیل به ذرات دیگر است. اما کوانت‌های حالات زمین میدان‌های فیزیکی همان ذرات واقعی هستند. بنابراین می‌توان گفت که عناصر ساختمانی ذرات بنیادی، ذرات واقعی هستند که به‌توسط آن‌ها پیوندهای میان ذرات بنیادی با خودشان و با میدان‌ها و همچنین امکان تبدیل ذرات بنیادی به یکدیگر و به میدان‌های فیزیکی گوناگون بیان می‌شود.

از این‌جا نتیجه‌ای می‌توان گرفت که از دید ما تا حدی غیر متعارف است: همه ذرات بنیادی، در حالات واقعی<sup>۱۵</sup> خود، وارد قلمرو یکدیگر می‌شوند. مثلاً نوترون، در حالت واقعی، مزون‌های مختلف  $\pi$  و  $K$  و همچنین زوج‌های نوترون - ضد نوترون و غیره وجود دارد. می‌توان چنین گفت که همه ذرات بنیادی کم و بیش در تعیین شکل مشخص همه ذرات بنیادی دیگر نقش دارند.

به عبارت دیگر، عناصر ساختمانی ذرات بنیادی «عناصر متشکله» آن‌ها به مفهوم معمولی کلمه نیست، بلکه پیوندهای آن‌ها با ذرات و میدان‌های دیگر و امکان آن‌ها برای تبدیل است. برداشت‌های فعلی ما در مورد تقسیم‌پذیری ماده اساساً با تصورات قبلی مغایر است. در گذشته چنین تصور می‌شد که تنها دو امکان متمایز وجود دارد: یا می‌توان ماده را به قطعات هرچه کوچک‌تر تقسیم کرد و یا به کوچک‌ترین ذره تقسیم ناپذیر می‌رسیم. اکنون معلوم شده است که امکان سومی هم وجود دارد. ماده را می‌توان به ذرات هرچه بیش‌تری تقسیم کرد و برای این کار انرژی بیش‌تر و بیش‌تری لازم است، اما با این کار هیچ‌گاه ذرات کوچک‌تری به دست نمی‌آید، زیرا امکان تولید زوج‌هایی به صورت ذره و ضد ذره وجود دارد. بدین ترتیب، به گفته هاینبرگ وضعیت معماگونه‌ای پدید می‌آید که می‌توان آنرا چنین بیان کرد: هر ذره بنیادی از همه ذرات بنیادی دیگر

تشکیل شده است<sup>۱۶</sup>.

فیزیک ذرات بنیادی به شکل جدیدی از اتمیسم<sup>۱۷</sup> رسیده است که علاوه بر در مفهوم ارسطویی تقسیم پذیری بی پایان ماده، برداشت‌های اتمیستی پیشین را هم، که مبتنی بر وجود عنصر اولیه تقسیم ناپذیر، نهایی و تبدیل ناپذیر بود، مردود می‌شمارد. ساختمان ذرات بنیادی شامل حالات واقعی آن‌هاست و ذرات بنیادی تحت شرایطی می‌توانند به حالات مزبور تبدیل شوند، و با تغییر شرایط، تجلیات ذرات بنیادی نیز دگرگون می‌شود. حتی می‌توان گفت که ذرات بنیادی در یک نوع کنش متقابل یک ساختمان و در کنش متقابل دیگر ساختمان دیگری دارند.

ساختمان ذرات بنیادی همیشه در کنش‌های متقابل و تبدیل‌های خاص متجلی می‌شود. این امر تأیید دیگری است برای این که عناصر ساختمانی ذرات بنیادی - حالات و ذرات واقعی - تنها به صورت عوامل کنش متقابل و تبدیل ذرات بنیادی یعنی در شدن آنها وجود می‌یابند. درک صحیح از ساختمان پویای ذرات بنیادی، از درک ذرات واقعی به عنوان فرایندهای کنش و تبدیل متقابل ذرات معمولی جدایی ناپذیر است.

درک مفهوم نتایج فیزیک ذرات بنیادی نیز بدون فهم حالات و ذرات واقعی، ناممکن است. عملاً هم اشکالی در استفاده از این مفاهیم و در به کار بردن آن‌ها در محاسبات گوناگون، وجود ندارد. ذرات واقعی مانند ذرات معمولی در مباحث نظری به کار گرفته می‌شوند. تنها وقتی تفاوت مطرح می‌شود که با اندازه‌های مربوط به مشخصه‌های حرکتی (سینماتیک) ذرات سروکار داشته باشیم: اگر چه کاربرد توابع چهار بعدی  $\delta$  خود به خود رعایت قوانین بقای انرژی - ایمپالس را برای همه فرایندهای مورد توجه در آزمایش تضمین می‌کند، مجذور ایمپالس چهار بعدی  $q$  در مورد ذرات حقیقی مثبت است و محاسبه نظری جرم  $m = \sqrt{-q^2}$  نتیجه موهومی به دست می‌دهد. <sup>۱۸</sup> بنابراین، تفاوت میان ذرات معمولی و ذرات واقعی دارای هیچ معنای ذاتی نیست، بلکه به یک تابع حرکتی مربوط می‌شود که فرایندی را که این ذرات در آن شرکت می‌کنند توضیح می‌دهد، نه خود آن ذرات را. البته در متون فیزیکی و فلسفی نمونه‌های متعددی از برداشت‌های نادرست و حتی

۱۶. و. هایزنبرگ، «مقدمه‌ای بر نظریه میدان‌های یک نواخت ذرات بنیادی» لندن، نیویورک

۱۹۶۶، صفحه ۵.

## 17. atomism

۱۸. با مراجعه به سیستم مختصاتی که در آن ایمپالس هر دو الکترون برابر است، پذیرفتن

مطلب فوق آسان می‌شود. شرط  $q^2 \geq 0$  (و برای مقادیر کمی  $q^2 > 0$ ) را می‌توان به عنوان تعریف ذرات واقعی به شمار آورد.

اشتباهات فاحش در مورد ذرات واقعی دیده می‌شود. برای رفع اشکالات موجود تدابیر گوناگونی در جهت وضع اصطلاحات متناسب و ایجاد ساختارهای فکری در زمینه فلسفه طبیعت به کار گرفته شده است.

از آنجا که ذرات واقعی صرفاً به دلایل نظری و به عنوان نتیجه جریان‌سوری مرحله دوم کوانتیده شدن، در فیزیک مطرح شدند، و (همان طور که دیدیم) در برخورد نخست به نظر می‌رسید که با قانون بقای انرژی ناسازگار هستند، مدت زیادی به عنوان توجیه نموداری و کاملاً قرار دادی از برخی عناصر الگویی ریاضی فیزیک نظری تلقی می‌شدند که در انجام محاسبات به عنوان یک تصویر کمکی مفید هستند. موضوعات ریاضی مرتبط با ذرات واقعی تنها در مراحل واسطه‌ای محاسبات ظاهر می‌شدند و بنابراین توجیه‌مزبور مشکلی پیش نمی‌آورد و برای مدت درازی عموماً مورد قبول بود. با پیشرفت بیش‌تر فیزیک نظری، روشن شد که دو نوع ذاتاً متفاوت ذرات واقعی را می‌توان مشخص کرد: ذرات واقعی «لخت<sup>۱۹</sup>» که به عوامل ریاضی مربوط به جذب و تابش ذرات نقطه‌ای (فاقد ساختمان) مربوط می‌شوند و ذرات واقعی «پوشیده<sup>۲۰</sup>» که دارای ساختمان داخلی پیچیده‌ای چون ذرات معمولی که در حالات ابتدایی و انتهایی واکنش‌ها مشاهده می‌گردند، هستند. ذرات دسته اول و دوم را می‌توان به ترتیب «ذرات ریاضی» و «ذرات فیزیکی» نامید، که از لحاظ نظری به عنوان نتیجه تأثیر عوامل خاص «فیزیکی» برای تولید و جذب یا به عنوان مجموعه پیچیده‌ای («ابر» یا «پوشش») از «ذرات ریاضی» واقعی هستند.

اگر چه «ذرات ریاضی» را می‌توان به عنوان تصاویر موهومی (یا به عبارت دقیق‌تر، تقریب غیر دقیق از «ذرات فیزیکی») به شمار آورد، اما «ذرات فیزیکی» در خواص خود هیچ فرقی با ذرات معمولی که در آزمایش‌ها دیده می‌شوند ندارند، هر چند که در فرایندهای جذب و تابش این ذرات نقض آشکار قانون بقای انرژی دیده می‌شود.

در بیان رسمی نظریه ذرات بنیادی، که بر اساس معادلات میدان آزاد بنا شده و در آن کنش‌های متقابل ذرات به عنوان عامل محرك معرفی شده است، در همه حالات واسطه‌ای با «ذرات ریاضی» و ترکیبات آن‌ها سروکار داریم. معادل شمردن ذرات در حالات ابتدایی و انتهایی با «ذرات فیزیکی» در این مورد به کمک اعمال تقریب‌های قراردادی صورت می‌گیرد. این نحوه برخورد موجب مطرح شدن این ادعا گردید که نظریه جدید بر اساس مفهوم ذرات نقطه‌ای بنا شده و حالات واسطه‌ای تنها در موضوعات کمکی معنی می‌یابند و از لحاظ خواص با ذرات «حقیقی» که در آزمایش‌ها مشاهده

19. Nude      20. Clothed

می‌شوند، تفاوت ذاتی دارند. به بیان مقبول‌تر، نظریه جدید اساساً با «ذرات فیزیکی» سروکار دارد که در حالت آزاد بایکدیگر کنش متقابل ندارند ولی همیشه در حال کنش متقابل با میدان‌های خلاء هستند. در این برداشت، خواص ذرات در حالات واسطه‌ای واقعی هیچ تفاوتی با خواصی از ذرات، که در حالات ابتدایی و انتهایی واکنش‌ها مشاهده می‌شود، ندارد.

اصولاً، در حال حاضر هر جا که در متون فیزیک از ذرات واقعی به عنوان نمادهای کمکی یا موجودیت غیر قابل مشاهده سخنی مطرح شود، منظور همان «ذرات ریاضی» است. بررسی تجربی ساختمان نوکلئون‌ها و تحلیل «کنش‌های متقابل محیطی» که به وسیله نمودارهایی بایک ذره واقعی منفرد در یک حالت واسطه‌ای صورت گرفت، نه تنها مؤید وجود واقعی ذرات واقعی در طبیعت بود، بلکه همچنین نشان داد که خواص آن‌ها با خواص ذرات معمولی به هیچ‌روی ناسازگار نیست.

در نظریه کوانتوم فعلی، هم ذرات معمولی و هم ذرات واقعی (صرف نظر از این که به عنوان ذرات «ریاضی» نقطه‌ای یا ذرات «فیزیکی» دارای ساختمان محسوب شوند) به وسیله معادلات جذب و تابش همانندی بیان می‌شوند. در بیان نظری، هیچ کمیتی که بین حالات خاصی از ذرات بنیادی باشد وجود ندارد، همچنان که هیچ وسیله‌ای در کار نیست که بدون اندازه‌گیری مقدار ثابت  $q^2$  (که وابسته به شرایط مشخص خارجی است) بتوان معلوم کرد آیا ذره مورد نظر واقعی است یا معمولی. مثلاً، یک فوتون واقعی که توسط یک الکترون تابیده شده و دیگر با الکترون مزبور در حال کنش متقابل نیست، چنانچه در کنش متقابلی بایک میدان خارجی وارد شود، باید آن را در عمل ذره‌ای معمولی دانست که طی آزمایش قبل به حالت پایدار رسیده است (واکنش دیگر اثری از آن کنش متقابل در فوتون باقی نمانده است). واقعی بودن هر ذره، نه بر اساس خواص آن، بلکه به وسیله موقعیتی که ذره مزبور در فرایند مشاهده دارد، تعیین می‌شود.

با آنکه تفاوت میان ذرات فیزیکی «واقعی» و ذرات معمولی قراردادی است، فرایندهای واقعی دارای یک ویژگی ذاتی هستند: در این فرایندها قانون بقای انرژی در مورد اندازه‌های نظری انرژی ذرات صادقی نیست. این امر توسط فیزیکدان‌های مختلف به اشکال مختلفی بیان شده که نمونه‌ای از آن‌ها چنین است: یا باید عینیت فرایندهای واقعی را پذیرفت و از عام بودن قانون بقای انرژی چشم‌پوشید، یا آن که عام بودن این قانون را قبول داشت و وجود فرایندهای واقعی را رد کرد.

برای درک این مطلب که چگونه وجود حقیقی ذرات واقعی می‌تواند با قانون بقای انرژی سازگار درآید، نخست باید در نظر داشت علت این نتیجه‌گیری، که قانون مزبور صادق نیست، از مقایسه بین مقادیر انرژی در دو لحظه زمانی مختلف ناشی می‌شود: لحظه حالت ابتدایی فرایند  $t_1$  و لحظه حالت نهایی فرایند  $t_2$  در هر صورت، بنا به قانون بنیادی نظریه کوانتوم، انرژی یک سیستم بسته را نمی‌توان بدون در نظر گرفتن تغییر

عیر قابل کنترل که به نایقینی  $\Delta E \sim \frac{h}{2\pi\Delta t}$  مربوط می‌شود، تعیین کرد (دراین عبارت  $\Delta t = t_2 - t_1$  برابر است باطول مدت فرایند اندازه‌گیری). بنابراین، در مورد جرم ذرهٔ تابیده شده یا جذب شده است، عدم

تعیین در اندازه‌گیری انرژی برابر است با  $\Delta E = mc^2$ ، یعنی دقیقاً مقداری از همان مرتبهٔ تفاوت بین انرژی‌های ابتدایی و انتهایی ذره

(باید براین نکته تأکید شود که ماهمیشه انرژی ذرات واقعی را از راه محاسبه و نه از طریق اندازه‌گیری به دست می‌آوریم، در غیر این صورت در محدودهٔ خطای تجربی  $\Delta E$  انرژی ابتدایی و انتهایی مساوی در می‌آیند). پس می‌بینیم که در عمل هیچ‌گونه نقض قانون بقای انرژی در فرایندهای واقعی وجود ندارد و این قانون در چارچوب نظریهٔ کوانتوم جدید دقیقاً صادق است، هرچند که در این جا باید ماهیت موجی ویژهٔ این پدیده‌ها را در محاسبات منظور داشت. ذرات واقعی به‌طور کلی از نظر خواص داخلی تفاوتی با ذرات معمولی ندارند، به‌خصوص این که یک ذرهٔ واحد، بسته به شرایط خارجی می‌تواند ذرهٔ واقعی یا ذرهٔ معمولی محسوب شود. در هر حال، ذرات واقعی، هنگامی که خواص داخلی‌شان در نظر گرفته نشود، به‌عنوان تقریب در نقش تصویرهای کمکی عمل می‌کنند و نمودار قابل تجسمی از ابزار ریاضی نظریهٔ کوانتومی میدان ارائه می‌دهند.

بنابراین، مسئلهٔ ذرات واقعی و فرایندهای واقعی، در وهلهٔ اول به‌عنوان یک مسئلهٔ فیزیکی به‌نظریهٔ شناخت نیز مربوط می‌شود و مثلاً با دیالکتیک ارتباط متقابل داخل و خارج و همچنین با شیء و تصویر آن مرتبط است.

وجود اصل‌های پرشمار در فیزیک و گرایش عمومی به افزایش تعداد آن‌ها از یک سو نشان دهندهٔ نقش رهگشایانهٔ این اصول و از سوی دیگر دال‌برسکون ناپذیری موضوعات مورد شناخت است.



## مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق

دانشمندانی که در عصر حاضر در زمینه فلسفه علوم کار می‌کنند، راه‌های شناخت جهان شکفت‌انگیز واقعیات عینی را، که موضوع مطالعه علوم تجربی است، روشن می‌سازند. موضوع رابطه متقابل میان نظریه‌های فیزیکی و واقعیت، دارای اهمیت نظری و عملی عظیمی است. مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق، که از اصول مهم روش‌شناسی شناخت است، در ساختن چارچوب مناسبی برای پاسخ دادن به این سؤال مفید واقع می‌شود. میان دو مفهوم مطلق و نسبی، ثابت و متحول، ارتباط نزدیکی وجود دارد. آن نکاتی از دانش ما که در جریان تغییراتشان محفوظ باقی می‌مانند اما قابلیت غنی‌تر شدن توسط جنبه‌ها و خواص جدید را دارند، مطلق شمرده می‌شوند. نکات مطلق در شناخت ما، از گسترش شناخت جدا نیست، زیرا این نکات منعکس‌کننده روند گوناگونی یک کیفیت پایدار است. هرچه دانش عمیق‌تر باشد، از امکان غنی شدن بیشتری برخوردار است. هرچه میزان گسترش شناخت بالاتر باشد، نکات مطلق نیز در آن بیشتر است.

دانش ما نسبت به امور مطلق و عام هنگامی دانش علمی حقیقی است که به صورت دانش مشخص و نسبی بیان شده باشد و تنها در صورتی که بدین شکل بیان شود قابلیت تحقیق و استفاده عملی را داراست. در شناخت، مفهوم نسبی بیانگر امکان تغییر شناخت و امکان به‌کارگیری دانش حاصل از آن، تنها در محدوده مشخص و در شرایط مشخص است. اما اگر دانش در محدوده مناسب به‌کار گرفته شود، نکات مطلق آن نیز دارای عملکرد خواهند بود. یعنی تضاد میان نسبی و مطلق، خود دارای یک خصالت نسبی است و مرز قاطعی میان آن دو وجود ندارد و در جریان تحول به‌قلمرو یکدیگر وارد می‌شوند. گذار از مطلق به نسبی، گذار از ثبات به تحول و از عام‌تر به خاص‌تر است، یعنی مبین مشخص شدن مرزهایی است که درون آن، دانش از طریق نکات مطلق که در خود دارد، عمل می‌کند. گذار از نسبی به مطلق نشان‌دهنده نکات ثابت در پدیده‌های متغیر و روابط اشیای مورد نظر با سایر اشیاست.

در نظریه‌های فیزیک مدرن و تفسیر فلسفی آنها (از سوی سخن‌گویان ایده‌آلیسم یا ماتریالیسم مکانیستی) رابطه دیالکتیکی میان نسبی و مطلق به شکل مطلوبی منعکس نشده است. حتی در زمان حاضر نیز ممکن است کسانی بکوشند تا مطلق را متضاد نسبی

قلمداد کنند و در پی عناصری از نسبت گرایی<sup>۱</sup> و یقین گرایی<sup>۲</sup> باشند. مثلاً ماکس بورن<sup>۳</sup> گفته است: «ظهور، پذیرش و بطلان نظریه‌ها روال جاری کار است، آنچه امروز دانش پربهایی است، فردا آن‌چنان از اعتبار می‌افتد که فقط می‌تواند از جنبه تاریخی مورد توجه قرار بگیرد.»<sup>۴</sup> با اصلاحات جزئی می‌توان قسمت اول این عبارت را پذیرفت، اما با قسمت دوم آن نمی‌توان موافق بود، زیرا برای دانش سرشتی گذرا قایل است و وجود مراحل متوالی را در گسترش دانش انکار می‌کند (که این شاید ناشی از بیان نادرست باشد) و رابطه دیالکتیکی میان حقیقت نسبی و مطلق را زیر پا می‌گذارد.

در برخی از عبارات دیوید بوهم<sup>۵</sup> فیزیکدان مشهور انگلیسی، که او نیز ارتباط واقعی میان مطلق و نسبی را نادیده می‌گیرد، می‌توان تکیه زیاد بر جنبه نسبی روند شناخت را احساس کرد. همین دوری از دیالکتیک را در نوشته‌های ریچارد فینمان<sup>۶</sup> نیز می‌توان یافت. فینمان می‌گوید: «یکی از راه‌های متوقف کردن علم این است که آزمایش‌ها فقط در حوزهای که قوانین آن شناخته شده است، صورت بگیرد. اما آزمایش‌کنندگان با بیشترین پشتکار و شدیدترین تلاش در همان زمینه‌هایی که امکان دارد نظریه‌های ما نادرست از آب درآید، به پژوهش می‌پردازند. به عبارت دیگر ما می‌کوشیم تا نادرستی نظرات خود را هرچه سریع‌تر به اثبات برسانیم، زیرا فقط از این طریق می‌توانیم به پیشرفت دست بیاوریم»<sup>۷</sup>

نخستین نکته‌ای که فینمان در عبارت فوق گفته است، نیازی به بحث ندارد و درست است. در واقع برای پیشرفت علمی هیچ‌چیز خطرناک‌تر از درجا زدن نیست. با این حال به هیچ‌وجه نمی‌توان پذیرفت که رد «حقایق کهنه» تنها راه پیشرفت باشد و بی‌توجهی به ارتباط دیالکتیکی مفاهیم نسبی و مطلق در اینجا کاملاً مشهود است.

گفته‌های بوهم و فینمان که در بالا آورده شده عقاید فلسفی آنهاست که ابراز کرده‌اند و نمونه‌ای از متضاد شمرده شدن نسبی و مطلق، در گسترش نظریه‌های فیزیکی است. این وضع در عمل می‌تواند موجب حذف نکات مطلق از توسعه نظریه‌ها شود. گذشته از اینها، گسترش علم علاوه بر پیدایش دانش نوین، متضمن حفظ دانشی است که در گذشته به دست آمده است. اگر نفی حقایق شناخته شده مقدمه پژوهش حقایق نوین قرار گیرد، حاصل کار نه حقایق نو بلکه اشتباهات کهنه خواهد بود. حقایق جدید

۱- اعتقاد به اینکه همه حقایق نسبی‌اند، بدین معنی که بستگی دارند به فردی که با آنها برخورد می‌کند و همچنین به زمان یا مکان این برخورد.

۲- شیوه‌ای از تفکر مبتنی بر اساس مفهوم ها و قواعد تغییرناپذیر فارغ از شرایط مشخص زمانی و مکانی، یعنی بدون در نظر داشتن اینکه حقیقت باید مشخص باشد.

۳- Max Born (۱۸۸۲ - ۱۹۷۰) فیزیک‌دان انگلیسی (متولد در آلمان) که در زمینه مکانیک کوانتوم کار کرده است.

۴- کتاب «فیزیک در نسل‌من» نوشته ماکس بورن، صفحه ۱۸.

5 - David Bohn.

۶- Richard Phillips Feynman متولد ۱۹۱۸، دانشمند آمریکایی در زمینه فیزیک نظری.

۷- کتاب «حصلت قانون های فیزیکی» نوشته ریچارد فینمان، لندن، ۱۹۶۵، صفحه ۱۵۸.

نه از طریق ستیز با حقایق کهن (عناصر حقیقت مطلق)، بلکه از راه مبارزه با خطاهای کهن به دست می آید.

برخی از دانشمندان معتقدند که روزبه روز بر ذخیره نکات مطلق در فیزیک افزوده می شود، و بنابراین می توان گسترش آن را در جهت شناخت بنیادی ترین قوانین طبیعت، هدایت کرد. گفته هایی از این دست در نوشته های فیثاغورث یافت می شود: «این وضع نمی تواند همچنان ادامه داشته باشد و همیشه در حال کشف قوانین جدیدتر و جدیدتری باشیم... عصری که در آن به سر می بریم عصر کشف قوانین بنیادی طبیعت است و هیچ گاه دیگر در تاریخ تکرار نخواهد شد. زندگی در چنین عصری هیجان انگیز و عالی است، ولی این هیجان دیری نخواهد پایید...»

«بعلاوه، هر گاه معلوم شود که دیگر همه چیز دانسته شده یا آنکه پیشرفت بیشتر به کندی بسیار مقدور است، فلسفه محکم و توجه دقیق نسبت به همه چیزهایی که در موردش صحبت کرده ام به تدریج از میان رخت بر خواهد بست.»<sup>۸</sup>

این اظهار نظر بیش از آنچه یک بحث منطقی باشد، جنبه عاطفی دارد. از آنجا که علم و تجربه عملی، قضیه پایان ناپذیری اشیا را تأیید کرده است، قضیه بی پایان بودن فرایند شناخت این اشیا نیز معتبر است. وظیفه اساسی برای شناخت ما، کشف نکات حقایق نسبی است. تنها در پرتو ارتباط دیالکتیکی فیما بین نکات نسبی و مطلق شناختمان می توانیم به حقیقت به عنوان یک فرایند برخورد کنیم. گسترش حقیقت، متضمن تصفیه و توسعه و همچنین گستردگی و محدودیت است.

توجه به تفاوت اصولی میان دو برداشت علمی و فلسفی از نسبییت، بسیار مهم است. تصورات، مفاهیم و نظریه های ما منعکس کننده واقعیت عینی است که مستقل از ما وجود دارد. در همه مراحل تحول علم، این اندیشه ها نشان دهنده حقیقت نسبی است. به هر حال، در فلسفه مسئله به این صورت مطرح می شود. در فیزیک وضع کاملاً متفاوتی وجود دارد. وقتی یک فیزیک دان می گوید که سرعت از نظر فیزیک کمی نسبی است، نه مطلق، منظورش این است که: یک جسم معین در لحظه معین می تواند سرعت های متفاوتی داشته باشد. بسته به اینکه سرعت نسبت به کدام نقطه مبدأ اندازه گیری شده باشد.

از دیدگاه فلسفه ذهن گرایانه ایده آلیستی، نسبی دانستن مسیر، انرژی جنبشی، جرم و فواصل مکانی و زمانی در فیزیک، به منزله نفی محتوای عینی این مفهوم هاست. این گونه برداشت ها نتیجه جایگزین کردن نقطه نظر ذهنی شخص مشاهده گر به جای دستگاه اندازه گیری یا به عبارت دیگر، قراردادن مفهوم ذهنی در جای مفهوم نسبی است.\*

در حقیقت، اطلاعات علمی، با وجود آن که حاصل فعالیت خلاق ذهن دارای شناخت هستند، عینی می باشند.

۸- کتاب مذکور پانویس ۷، صفحات ۱۸۲ و ۱۷۳.

\* در این باره نگاه کنید به مقاله دریاقتهای حسی و تفکر انتزاعی در شماره ۷ سال ۲ همد.

در بعضی از کتاب‌ها، نظریه نسبیت خصوصی و اثرات آن، نسبت به یک فرد مشاهده‌گر شرح داده شده است و در نتیجه این برداشت غیرعلمی را به وجود می‌آورد که این نظریه فیزیکی، ذهنی است. در واقع اگر به جای فرد مشاهده‌گر یک دستگاه اندازه‌گیری در نظر بگیریم، اصل نظریه تغییری نمی‌کند، ولی تفسیر آن با برداشت ایده‌آلیستی ذهن‌گرایانه از میان می‌رود.

عدم درک خصلت عینی نسبیت: غالباً نتیجه برابر شمردن نسبیت و قراردادی بودن است که مفهوم اخیر در معنای قرارداد‌گرایانه<sup>۹</sup> آن مورد نظر قرار می‌گیرد و براساس آن، علم بر پایه توافقی‌های اختیاری بنا شده که تابع ملاحظات مصلحتی است. در آثار کلاسیک فلسفه علمی، مفهوم «قراردادی» (یا «شرطی») به عنوان مترادفی برای مفهوم «نسبیت عینی» به کار رفته است و منظور از آن توافقی‌های اختیاری میان مردم نیست. در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی آمده است که «همه مرزها در طبیعت شرطی، نسبی و قابل تغییر، و نشان‌دهنده نزدیک شدن تدریجی اندیشه ما به شناخت ماده است.»<sup>۱۰</sup>

باید میان این دو تفسیر از مفهوم «قراردادی» دقیقاً تمایز قایل شد. اشتباه در تمایز میان دو معنی متفاوت مفهوم «قراردادی» موجب شد که و.آ. فوک<sup>۱۱</sup> (فیزیک‌دان) به انتقاد از آ. آ. ماکسیموف<sup>۱۲</sup> (فیلسوف) پردازد که چرا وی نسبی بودن مفاهیمی از قبیل سرعت و همزمانی را رد کرده است. فوک می‌نویسد: «... آ. آ. ماکسیموف نسبت به معنی ارتباط متقابل و پیوند داخلی روابط مادی اشیا را با مفهوم قراردادی بودن و ذهنیت، اشتباهی گرفته است. اما این دو کاملاً با یکدیگر متفاوتند. هنگامی که در فیزیک از سرعت نسبی، یا رطوبت نسبی، صحبت می‌کنیم، یا وقتی که در اقتصاد سیاسی از قیمت نسبی سخن می‌گوییم، منظورمان نسبت به معنی ارتباط متقابل است و پیداست که این مفهوم هیچ ربطی به قراردادی بودن و ذهنیت ندارد.»<sup>۱۳</sup>

بنابراین، می‌بینیم که ناآشنایی با ارتباط دیالکتیکی مطلق و نسبی، یا نادیده گرفتن آن منجر به نفی خصلت عینی نسبیت می‌شود. تمامی گسترش علوم طبیعی نشان‌دهنده آن است که نسبیت و واقعیت از یکدیگر مجزا نیستند. نسبی و مطلق هر دو به‌طور عینی وجود دارند. و زمانی که در فیزیک از خصلت نسبی یک خاصیت معین صحبت می‌کنیم، منظورمان نسبت به معنی ارتباط متقابل است و در اینجا نیز کاری به قراردادی بودن یا ذهنیت نداریم.

هیچ خاصیت یا شیئی وجود ندارد که به چیزی نسبی نباشد، یعنی مطلق وجود

۹- قرارداد‌گرایی: اعتقاد به اینکه نظریه‌های علمی بازتاب واقعیت عینی نیستند، بلکه قرارداد‌هایی هستند که دانشمندان برای سهولت و کارآیی آنها را میان خود وضع کرده‌اند.

۱۰- «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار لنین، جلد ۱۴ صفحه ۲۸۱.

11 - V.A. Fok

12 - A.A. Maksimov

۱۳- «رد نقد یک‌نواخت نظریه‌های فیزیک مدرن»، مجله مسایل فلسفه، شماره ۱، ۱۹۵۸،

صفحه ۱۷۳.

ندارد که به صورت نسبی منجلی نشود. درست به همین خاطر است که حتی یو. ب. رومر<sup>۱۴</sup> و م. ش. ریوکی<sup>۱۵</sup> - فیزیک دانان شوروی - پیشنهاد می کنند که قضیه نسبت خواص اشیا، اصل اولیه هر نظریه فیزیکی معقول قلمداد شود.<sup>۱۶</sup>

رابطه دیالکتیکی میان مطلق و نسبی، میان عینی و ذهنی همچنین در گذار از فیزیک جهان بی نهایت بزرگ به فیزیک جهان بی نهایت کوچک - که در این گذار مفهوم احتمال نقش بنیادی می یابد - آشکار است. در واقع ظهور مفهوم احتمال در مکانیک کوانتوم بدخاطر کمبود معلومات نبود، بلکه بازتابی بود از نایقینی (عدم قطعیت) عینی در وضعیت اشیای بی نهایت کوچک. مفهوم حقیقی رابطه نایقینی (فرمول هایزبرگ) را تنها هنگامی می توانیم دریابیم که ویژگی ذرات بی نهایت کوچک را در نظر داشته باشیم. ویژگی ذرات بی نهایت کوچک در این است که پیش از یک کنش متقابل (اندرکنش)<sup>۱۷</sup> خاص، هیچ یک از پارامترهای فیزیکی آنها نمی تواند مقدار عددی معینی داشته باشد. هرگاه ذره ای را به طور منفرد و مجزا در نظر بگیریم، درباره بسیاری از پارامترهای آن که به فیزیک کوانتوم مربوط می شود، چیزی نمی توانیم بگوییم. در این مورد، تنها در شرایط اندرکنش آنها با سایر اشیای مادی، می توانیم دانشی به دست آوریم.

با توجه به آنچه گفته شد، وجه تمایز اصلی میان فیزیک کوانتوم و فیزیک کلاسیک را به شکل زیر می توان بیان کرد: در فیزیک کلاسیک، مقادیر بیان کننده حرکت یک نقطه مادی، نسبی هستند، بدین معنی که به انتخاب دستگاه (مختصات) اندازه گیری بستگی دارند. اما در چارچوب یک دستگاه (مختصات) مادی معین، مقادیر فیزیکی به محیط مادی بستگی ندارند، یعنی مطلق هستند. پس نتیجه می گیریم که در فیزیک کلاسیک خواص بنیادی اشیا در هر محیطی جلوه گر می شوند و می توان دستگاهی ساخت که در هر یک از حالات شیء، همه مقادیر مربوط به خواص مکانیکی آن را اندازه گیری کند. در مکانیک کوانتوم اوضاع کاملاً متفاوتی وجود دارد. در آنجا هیچ دو مقدار مربوط به خواص ذره بی نهایت کوچک را نمی توان (در یک حالت معین و مشخص) به طور همزمان اندازه گیری کرد. زوج هایی از کمیت ها وجود دارد که مکمل<sup>۱۸</sup> یکدیگر خوانده می شوند - مثل مختصات و ایмпالس<sup>۱۹</sup> محیطی که امکان مشخص شدن ایмпالس به خصوص را فراهم آورد، قطعیت مختصات را از میان می برد (و برعکس). مفهوم توزیع احتمال در تصویری که مکانیک کوانتوم از جهان به دست می دهد تفاوت بنیادی با همین مفهوم در مکانیک کلاسیک دارد. بنابراین اساس کارآیی مفهوم احتمال در برخورد با ذرات بی نهایت کوچک، ناشی از وضعیت خود آنهاست و نایقینی اندازه هر پارامتر فیزیکی، صرفاً نتیجه نایقینی حالت ذرات بی نهایت کوچک است. رابطه نایقینی،

14 - Yu. B. Rumer      15 - M. Sh. Ryvkin

۱۶ - «مسایلی از شناخت فیزیکی معاصر» نوشته رومر و ریوکی، مجله مسایل فلسفه، شماره

۷، ۱۹۶۴، صفحات ۶۱ و ۶۲

17 - Interaction      18 - Complementary

۱۹ - Impulse ضربه، میزان تغییر مقدار حرکت (حاصل ضرب جرم در سرعت).

علاوه بر تبیین آماری بسیار از اندرکنش‌ها، مقادیر کمیتهای فیزیکی مربوط بهذرات را، پیش از وارد شدن در اندرکنش، معین می‌کند.

برخی از نمایندگان مکتب کوانتوم در فیزیک عملاً پیوند ناگسستی میان ذرات بنیادی و محیطی را که آنها در آن هستند، فرعی می‌شمارند و در مورد رابطه متقابل میان اشیای بی‌نهایت کوچک و دستگاه اندازه‌گیری، اغراق می‌کنند. اما پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک، درون جهان بی‌نهایت کوچک رخ می‌دهد و جدا کردن دستگاه بی‌نهایت کوچک - که از دستگاه مفاهیم کلاسیک امکان‌پذیر بود - در واقع تحقق‌ناپذیر است. در واقع، مسئله کارکرد اصل نایقینی و مشخصه آماری قوانین رفتاری ذرات بی‌نهایت کوچک، پیچیده‌تر از آن است که برخی از پژوهشگران تصور می‌کنند. آلبرت اینشتین کبیر با تفسیر مکتب کوانتوم در مورد اصل نایقینی به‌طور کامل موافق نبود، هرچند که در فیزیک نوین تفسیر بهتری هم وجود ندارد. هم‌چنان که بر اینشتین نیز روشن بود، مکانیک کوانتوم قادر به ارائه توضیح‌تأمی در مورد واقعیت نیست. اینشتین در سال ۱۹۳۵ طی مقاله‌ای با عنوان «آیا می‌توان توضیح مکانیک کوانتوم را در مورد واقعیت فیزیکی کامل دانست؟» که به‌همراهی ب. پودولسکی ۲۱ و ن. روزن ۲۲ تهیه شد، این قضیه را مفصلاً مورد بحث قرار داد. بنا بدنوشتند این مقاله، عنصر واقعیت فیزیکی تنها هنگامی به مقادیر فیزیکی مربوط می‌شود که بتوان این مقادیر فیزیکی را با احتمالی برابر با یک، پیش‌بینی کرد. نویسندگان مقاله مذکور، براساس این معیار، چنین نتیجه‌گیری کردند که مکانیک کوانتوم نمی‌تواند واقعیت فیزیکی را به‌طور کامل توضیح دهد و اظهار اطمینان کردند که ابزار دیگری برای توضیح پدیده‌ها وجود دارد که با واقعیت هماهنگی بیشتری داشته باشد. ۲۳

در این مورد، بور چنین توضیح داده است که این بحث، کامل بودن توضیح ارائه شده از سوی مکانیک کوانتوم را منتفی نمی‌سازد، «بلکه، برعکس، این توضیح را می‌توان استفاده معقول از همه امکانات برای ارائه تفسیر روشنی از نتایج اندازه‌گیری‌ها، منطبق با اندرکنش نامحدود و کنترل‌ناپذیر میان اشیا و دستگاه‌های اندازه‌گیری، در حوزه نظریه کوانتوم دانست. در واقع، تمایز متقابل هر دو روند تجربی، که امکان تعریف دقیق کمیتهای فیزیکی مکمل را فراهم می‌آورد، راه را بر پیدایش قوانین فیزیکی جدید می‌گشاید...» ۲۴

بور، سپس اظهار عقیده می‌کند که مکانیک کوانتوم کامل است، زیرا مناسب

۲۰ - نامی که به گروهی از فیزیک‌دانان (بور، هایزنبرگ، ویسزکر، جردن و دیگران) اطلاق می‌شد. این دانشمندان نمایندگان برخورد اثبات گرایانه (پوزیتیویستی) با مسایل فلسفی مکانیک کوانتوم بودند. این گروه در اواخر دهه ۱۹۲۵ در انستیتوی فیزیک نظری کوانتوم به سرپرستی ن. روزن به وجود آمد.

21 - B. Podolsky      22 - N. Rosen

۲۳ - مجله «پیشرفت‌های علم فیزیک» دوره پانزدهم، شماره ۴، ۱۹۳۶.

۲۴ - کتاب «فیزیک اتمی و دانش بشری» نوشته ن. روزن، نیویورک، ۱۹۵۸، صفحه ۶۱.

ابزارهای اندازه‌گیری است که بنا به ساختشان اندازه‌گیری همزمان ایمپالس ( p ) و مختصات ( x ) توسط آنها ناممکن است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، بور بیشتر بر نقش ابزارهای اندازه‌گیری تأکید می‌کند. او بر آن است که تنها علت وجود رابطه نایقینی، به‌میان آمدن این ابزارهاست.

نظرات بور را نمی‌توان به‌سادگی پذیرفت. هم در مکانیک کلاسیک و هم در مکانیک کوانتوم. ابزارهای اندازه‌گیری دارای ابعاد ماکروسکوپی (قابل درک و لمس توسط انسان، بدون وسایل کمکی) هستند و بنابراین جوهر اختلاف میان پدیده‌های کلاسیک و کوانتوم از ابزارها ناشی نمی‌شود، بلکه به‌سرشت نویافته‌اشیای کوانتومی مربوط می‌گردد.

اگر مفاهیم ایمپالس و مختصات مانند حالتی که در فیزیک کلاسیک وجود دارد، در مورد اشیای بی‌نهایت کوچک هم کارآیی نامحدود داشتند، ناممکن بودن اندازه‌گیری همزمان آنها با اصل ماتریالیستی تقریب به‌حقیقت مطلق (تزدیک شدن تدریجی به‌حقیقت مطلق)، آشکارا ناسازگار درمی‌آمد. اما ویژگی مکانیک کوانتوم دقیقاً همین است که بیانگر نظم‌های خاص اشیایی است که طبیعت آنها با نقاط مادی که در فیزیک کلاسیک آماری مطرح می‌شود، تفاوت دارد. در جهان بی‌نهایت کوچک - برخلاف جهان بی‌نهایت بزرگ - هیچ‌گاه نمی‌توان شیء مورد مطالعه را از اندرکنش با بقیه عالم مجزا کرد. همچنین، در جهان بی‌نهایت بزرگ یک - و فقط یک - امکان واقعی وجود دارد که در عمل الزاماً تحقق می‌یابد؛ اما در جهان بی‌نهایت کوچک، شیء بی‌نهایت کوچک، که در شرایط ماکروسکوپی معینی قرار گرفته است، رشته نامحدودی از احتمالات را در خود دارد. ازینرو روشن است که حالت یک شیء بی‌نهایت کوچک را هیچ‌گاه نمی‌توان به‌کمک تعداد محدودی پارامتر معین کرد، بلکه حالت مذکور را فقط به‌صورت آماری می‌توان نشان داد. دیگر اینکه، در مکانیک کلاسیک مفهوم احتمال به‌دقیق نبودن اندازه‌گیری‌ها مربوط می‌شود، در حالی که در مکانیک کوانتوم، احتمال، بازتاب کیفیت‌هایی است که در اشیای بی‌نهایت کوچک به‌طور عینی وجود دارد.

این نکته بسیار پراهمیت است. مکانیک کوانتوم عملاً برپایه رابطه دیالکتیکی متقابل بین معین‌بودن و نامعین‌بودن در فرایندهای اندرکنش و دگرگونی پدیده‌ها و قایل شدن عینیت برای هردوی اینها، بنا شده است.

حال به‌سراغ نظریه نسبیت می‌رویم که در آن پاسخ‌نهایی به‌این سؤال، که مطلق و نسبی دقیقاً به‌چه صورت با یکدیگر مرتبط هستند، داده نشده است. این ابهام، که از دیدگاه فلسفی به‌وحدت دیالکتیکی نکات مطلق و نسبی تعبیر می‌شود، منجر به‌دشواری درک این نظریه شده است.

بسیاری از نویسندگان آثار علمی به‌این واقعیت توجه دارند که نفی وجود مطلق، خارج از ارتباط آن با نسبی، که توسط نظریه نسبیت صورت می‌گیرد، اصلاً به معنی نفی کلیه نکات مطلق نیست. و آ. فوک گفته است که: «برای منعکس کردن واقعیت عینی، الزاماً باید هم مفاهیم مطلق و هم مفاهیم نسبی را به‌کار گرفت. نظریه

نسبیت دقیقاً همین کار را می‌کند. این نظریه، خصلت نسبی تعدادی از مفاهیم را، که قبلاً مطلق تصور می‌شدند، نشان می‌دهد و در عین حال تعدادی مفهوم مطلق جدید عرضه می‌کند. بسیاری از منتقدین نظریهٔ نسبیت این موضوع را از یاد می‌برند.»<sup>۲۵</sup>

هر قانون علمی، چه در محتوا و چه در اشکال تجلی خود، مرحله‌ای از گسترش شناخت ماست، که شناخت ما در آن متوقف نمی‌ماند، بلکه از آن نیز پیش‌تر می‌رود. ما باید بتوانیم در هر قانون وحدت نکات مطلق و نسبی را روشن کنیم، زیرا تنها از این راه می‌توان امکان این پیش‌بینی را به وجود آورد که چه چیز را در آن قانون می‌توانیم محدود و مختصر کنیم و چه چیز را می‌توانیم تقویت کنیم و گسترش دهیم.

هر قانون فیزیکی و هر نظریهٔ فیزیکی، صرفاً یک حقیقت نسبی است، یعنی فقط بازتابی تقریبی از حقیقت عینی است. با این حال هیچ عبارتی نادرست‌تر از این نیست که بگوییم: «همه چیز نسبی است.» اینکه تصویر فیزیکی جهان یک حقیقت نسبی است، به هیچ وجه نفی‌کنندهٔ این واقعیت نیست که جنبه‌هایی در آن وجود دارد که هیچ تحولی — چه در طبیعت و چه در اندیشهٔ انسان — آن را دگرگون نمی‌کند.

ماکس پلانک به خوبی به این مطلب پی برد. او در سرگذشت‌نامهٔ علمی خود نوشته است که جستجوی مطلق همیشه در نظرش جالب‌ترین مسئلهٔ علمی بوده است. وی می‌نویسد: «شاید این با علاقهٔ من به نظریهٔ نسبیت متناقض به نظر برسد. این برداشت از پایه اشتباه است. هر نسبی بر اساس پذیرش قبلی چیزی مطلق استوار است و تنها هنگامی معنی دارد که مطلق در کنار آن قرار گیرد...»

«ما همیشه فقط از نسبی می‌توانیم آغاز کنیم. همهٔ اندازه‌گیری‌های ما از نوع نسبی است. مادهٔ سازندهٔ ابزاری که با آن کار می‌کنیم تابع شرایط منبعی است که این ماده از آنجا به دست می‌آید، ساختمان این ابزار مشروط به قابلیت تکنیسینی است که آن را طرح کرده و کارآیی آن تابع هدف خاصی است که آزمایش‌کننده می‌خواهد بدان دست یابد. از همهٔ این اطلاعات می‌توانیم مطلق را (یعنی همهٔ آنچه را که دارای صحت عام است) و نیز هر چیز نامتغیری را که در آن مستتر است، استنتاج کنیم.»<sup>۲۶</sup>

بدون آنکه شرط وجود نکات مطلق پیشاپیش فراهم آید، هیچ مفهومی را نمی‌توان تعریف کرد و هیچ نظریه‌ای را نمی‌توان به وجود آورد. مطلق و نسبی و همچنین ثابت و متغیر به اشکال مختلف با یکدیگر ارتباطی دارند که عملاً در فرایند گسترش فیزیک متجلی می‌شود. از این جمله می‌توان اصل پایان‌ناپذیری<sup>۲۷</sup>، اصل ارتباط متقابل<sup>۲۸</sup> و

۲۵- مجلهٔ مسایل فلسفه، شمارهٔ ۱، ۱۹۵۳، صفحات ۱۷۱ و ۱۷۲.

۲۶- «سرگذشت‌نامهٔ علمی من» نوشتهٔ ماکس پلانک، لایپزیگ، ۱۹۴۸، صفحات ۳۱ و ۳۲.

(سکون‌ناپذیری = Inexhaustibility - 27)

۲۸- Principle of Correspondence: یکی از اصول بنیادی روش‌شناسی که

برگسترش علوم حاکم است. این اصل بیان‌کنندهٔ حرکت دانش از حقیقت نسبی به سوی حقیقت مطلق و کامل‌تر است. اصل مزبور در سال ۱۹۱۳ هنگامی که مفاهیم فیزیک کلاسیک دچار تزلزل می‌شد، توسط بور بیان گردید. (= اصل تناظر)



همچنین تغییرناپذیری قوانین نظریه‌های مختلف نسبت به تبدیلات یک‌سان را نام برد.

اکنون به بررسی ارتباط میان تغییرناپذیری و نسبیت می‌پردازیم. همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد، تغییرناپذیری عبارت است از وجود خواصی که نسبت به گروه خاصی از تغییرات در شرایط فیزیکی، پایدار می‌مانند. مفهوم تغییرناپذیری نخست در ریاضیات مطرح شد.

در فیزیک، مفهوم تغییرناپذیری نخستین‌بار در روشن‌ترین شکل آن در اصل نسبیت گالیله منعکس شد. این اصل می‌گوید حرکت یک نواخت یک دستگاه برروال فرایندهای مکانیکی اثر نمی‌گذارد. این حرکت یک نواخت تنها در فضایی امکان‌پذیر بود که دارای هیچ‌گونه نقاط یا محورهای متمایز نباشد. نتیجه می‌گیریم که در بیان اصل نسبیت گالیله، وجود نوعی تقارن خاص در فضا، به‌طور ضمنی پذیرفته شده که عبارت است از ایزوتروپی<sup>۲۰</sup> و همگنی<sup>۲۱</sup>. بنابراین در این اصل، مشخصه مطلق قوانین، به‌طور آشکار با خواص مطلق و عام فضا از قبل مرتبط شده بود.

اصل نسبیت در کامل‌ترین شکل خود در نظریه نسبیت متجلی می‌شود. این واقعیت که، نکات مطلق و نسبی مشخص‌کننده ماده در حال حرکت با یکدیگر ارتباط ناگسستی دارند، بدین‌صورت مصداق می‌یابد که اصل نسبیت عام، بیان‌کننده دو نکته متضاد است: تغییرناپذیری، که قوانین طبیعت را نافذ محسوب می‌دارد و اصل نسبیت. همین وضعیت زمینه‌ی پرباری برای بحث در مورد نظریه نسبیت فراهم می‌آورد.

هر نظریه فیزیکی کامل متضمن تغییر و در عین حال نسبیت است. مثلاً، در مکانیک کلاسیک طول اشیا و مدت زمان وقوع حوادث تغییرناپذیرند، حال آنکه در نظریه نسبیت، این دونسبی هستند و تنها آمیزه خاصی از آنها در یک فاصله تغییرناپذیر است. وجه تمایز نظریه‌های فیزیکی مربوط به مراحل مختلف پیشرفت علوم فیزیکی، نه تنها در نظام مفاهیم و قوانین آنها، بلکه همچنین در مجموعه تبدیلاتی است که این قوانین نسبت به آنها تغییرناپذیرند.

قوانین مکانیک کلاسیک نسبت به تبدیلات گالیله تغییرناپذیرند، قوانین نظریه نسبیت، نسبت به تبدیلات لورنتس<sup>۲۲</sup> تغییرناپذیرند و قوانین مکانیک کوانتوم نسبت

## 29 - Invariance

۳۰ - Isotropy : یک‌سان بودن مشخصات فیزیکی محیط در امتدادهای مختلف آن.

۳۱ - Homogeneity : یک‌سان بودن مشخصات فیزیکی محیط در نقاط مختلف آن.

۳۲ - Hendrik Antoon Lorentz ریاضی‌دان و فیزیک‌دان هلندی (۱۸۵۳ - ۱۹۲۸)، استاد دانشگاه لیدن. او نخستین کسی بود که تغییرناپذیری قوانین پدیده‌های الکترومغناطیسی و استقلال آنها را از دستگاههای اندازه‌گیری دارای حرکت خطی با سرعت یک نواخت، نشان داد. تبدیلات او در رابطه با مختصات فضایی و زمانی دستگاههای در حال حرکت (که تعمیمی از تبدیلات گالیله است) به‌صورت یک ابزار ریاضی دایمی در نظریه نسبیت درآمده است. لورنتس دارای دیدگاه‌های ماتریالیستی بود و با نفی علیت و سایر نتیجه‌گیری‌های ایده‌آلیستی در مورد مکانیک کوانتوم و نظریه نسبیت مخالفت می‌کرد.

به تبدیلات یکه‌ای<sup>۳۳</sup> نامتغیرند.

تعیین حدود کارآیی اصول تغییرناپذیری از وجوه اساسی گسترش شناخت فیزیکی است. هر نظریه فیزیکی دارای انواع تغییرناپذیری مختص به خود است. مثلاً تغییرناپذیری مختص به قوانین ماکسول<sup>۳۴</sup> در الکترو دینامیک، عبارت است از تغییرناپذیری نسبت به آنچه اصطلاحاً تبدیل مدرج<sup>۳۵</sup> پتانسیل‌های الکترومغناطیسی خوانده می‌شود. قوانین الکترو دینامیک کوانتوم شرط جدیدی را برای تغییرناپذیری ارضا می‌کنند. تغییرناپذیری نسبت به نوع دیگری از تبدیل مدرج - تبدیل ترکیب بار، تبدیل «سلام»<sup>۳۶</sup> - «توشک»<sup>۳۷</sup> و تبدیل پائولی<sup>۳۸</sup> - گورسی<sup>۳۹</sup>. تفاوت‌های موجود در مجموعه تبدیلاتی که برای قوانین نظریه‌های مختلف وجود دارد نشان دهنده خلصت ویژه خود این نظریه‌ها و تحویل ناپذیری آنان به یکدیگر است.

با آنکه تفاوت اصولی میان قوانین مکانیک کلاسیک و قوانین مکانیک نسبی در تمایز بنیادی میان تبدیلات گالیله و لورنتس ظاهر می‌شود، این قوانین وجه مشترک هم دارند: هر دو نسبت به تبدیل انتقال دستگاه مختصات و تبدیل انتقال زمانی و چرخش دستگاه مختصات، تغییرناپذیرند. قوانین الکترو دینامیک کلاسیک و قوانین الکترو دینامیک کوانتوم در این واقعیت مشترکند که هر دو نسبت به تبدیلات لورنتس و تبدیل مدرج پتانسیل‌های الکترومغناطیسی تغییرناپذیرند.

این واقعیت که قوانین نظریه‌های مختلف فیزیکی، علی‌رغم داشتن انواع تغییرناپذیری مختص به خود، تعدادی وضعیت تغییرناپذیری مشترک نیز دارند، دارای اهمیت زیادی است. تغییرناپذیری قوانین حرکت اشیای گوناگون نسبت به یک تبدیل معین،

### 33 - Unitary

۳۴ - James Clerk Maxwell (۱۸۳۱ - ۱۸۷۹) فیزیک‌دان اسکاتلندی، عرضه کننده نظریه الکترو مغناطیس.

### 35 - Calibrated

۳۶ - عبدالسلام لاهوری، دانشمند برجسته فیزیک نظری که حدود ۵۰ سال پیش در خانواده‌ای مسلمان در سرزمینی که امروز کشور پاکستان است به دنیا آمد. او استاد فیزیک نظری کالج لندن و رئیس مرکز بین‌المللی فیزیک نظری (تریست) است. اندیشه او به موازات تحقیق و جستجوی «کوارک»ها، در جهت آگاهی و احساس عمیق نسبت به نیازهای جهان سوم نیز سیر می‌کند. وی در سال ۱۹۷۹ به همراه «شلدون گلاشو» و «واین برگ» برنده جایزه نوبل فیزیک شد. تحقیقات او در زمینه کوارکها، در سطح تازه‌ترین یافته‌های دانش بشر است. او معتقد است که: «ممالک در حال توسعه نیز نظیر ممالک پیشرفته، در سطح دانشگاهها به وجود دانشمندان نیاز دارند.»

برای اطلاعات بیشتر، نگاه کنید به مجله آشنایی با دانش، شماره‌های ۳ (خرداد ۱۳۵۷) و ۶ (آذر ۱۳۵۸)

### 37 - Toushek (۱۹۵۸-۱۹۰۰)

۳۸ - Wolfgang Pauli (۱۹۰۰ - ۱۹۵۸) فیزیک‌دان آمریکایی، متولد در اتریش، کاشف اصل طرد (exclusion)

### 39 - Gurseay

شکل خاصی از ارتباط متقابل موجود بین نظریه‌های فیزیکی است. با توجه به پایداری قوانین طبیعت، اصول تغییرناپذیری - همچنانکه گفته شد ارتباط میان يك قانون معین را با همان قانون در نظام‌های مختلفی که بریکدیگر مؤثرند، برقرار می‌کند و بدین ترتیب ساخت این قوانین را در چارچوب يك نظام کلی‌تر آشکار می‌سازد. این کیفیت اصول تغییرناپذیری از سوی ای. ویگنر<sup>۴۰</sup> فیزیک‌دان آمریکایی مورد توجه قرار گرفت. به گفته او، همان‌طور که قوانین طبیعت ساخت و ارتباط داخلی بین مجموعهٔ انبوه حوادث را روشن می‌کنند، اصول تغییرناپذیری هم ساخت و ارتباط داخلی میان قوانین طبیعت را آشکار می‌سازند<sup>۴۱</sup>.

گسترش فیزیک، به صورت گذار از يك نظریه به نظریه دیگر - که کلی‌تر از نظریهٔ اول است - انجام می‌گیرد. در مراحل خاصی از این گسترش، تناقض‌هایی بین واقعیت‌های جدید و نظریهٔ موجود بروز می‌کند که به کمک اصول و مفاهیم نظریهٔ موجود قابل توضیح نیست. قاعدتاً، در این گونه موارد ابزار ریاضی در دست است، ولی هنوز نظریهٔ فیزیکی جدیدی وجود ندارد. هدف آن است که این ابزار با اطلاعات تجربی مربوط به حقایق نوین پیوند بخورد. روش اساسی برای دستیابی به این هدف، نسبی شمردن مفاهیم و در عین حال در نظر داشتن موضوع تغییرناپذیری است.

رنگ باختن مفاهیم کهنه و پیدایش مفهوم‌های نو فرایندی یگانه است، بدین ترتیب که مفهوم‌های کهنه از میزان خاصی از نسبیت برخوردار می‌شوند و به صورت جنبه‌هایی از مفاهیم مطلق جدید یا نامتغیرهای يك نظریهٔ کلی‌تر درمی‌آیند. مثلاً مفهوم فضا و زمان مطلق، که در مکانیک کلاسیک پذیرفته شده، در نظریهٔ نسبیت کنار گذاشته شده است، در حالی که مفهوم‌های نسبی مربوط به آن برجا مانده‌اند. این مفاهیم جنبه‌هایی از یکی از مهم‌ترین نامتغیرهای نظریهٔ نسبیت - یعنی فاصله شدن که در واقع نوعی وحدت فاصله مکانی و فاصله زمانی است.

يك شکل دیگر ارتباط میان مطلق و نسبی در شناخت فیزیکی، اصل لنین در مورد سکون‌ناپذیری ماده است که پایه لازم را برای درک و حل بسیاری از مشکلات فیزیک زمان فراهم می‌آورد. شدت و سرعت جریانات علمی که بعد از انتشار کتاب ماده گرایی و نقد تجربی رخ داد، ظاهراً به‌طور اخص نمودارهای برجسته‌ای از درستی نظر لنین مبنی بر سکون‌ناپذیری خواص الکترون و به‌طور کلی ماده، می‌باشد. آموزش‌های مربوط به سکون‌ناپذیری و وحدت جهان، علاوه بر سکون‌ناپذیری ساخت و خواص اشیای مادی، متضمن سکون‌ناپذیری همه اشکال وجود ماده - یعنی حرکت، فضا و زمان - و همچنین نظم‌های حرکت ماده می‌باشد.

بسیاری از فیزیک‌دانان کشورهای مختلف به نقش عظیم اصل سکون‌ناپذیری از جنبهٔ روش‌شناسی توجه دارند، اما آنان غالباً توجه لازم به این واقعیت ابراز نمی‌دارند

۴۰ - E. P. Wigner متولد ۱۹۰۲ در مجارستان.

۴۱ - مقاله «حوادث، قوانین طبیعت و اصول تغییرناپذیری» نوشته یوجین پ. ویگنر، از

کتاب «تقارن‌ها و بازتاب‌ها»، لندن، ۱۹۷۰، صفحات ۴۲ و ۴۳.

که برخورد تکاملی درست نسبت به مطالعه جهان مادی تنها هنگامی امکان پذیر است که درك درستی از ارتباط دیالکتیکی میان مطلق و نسبی و میان ثابت و متغیر، حاصل شده باشد.

سکون ناپذیری خواص و حالات خصلت‌های ماده به ندرت تنها به این واقعیت منوط می‌شود که خواص و حالات آنها نسبی است و در همه مناطق جهان تغییر می‌کند. البته این تغییر وجود دارد، اما ریشه مطلب در اینجا نیست. سکون ناپذیری خواص و حالات خصلت‌های ماده، نه تنها متضمن این واقعیت است که در انتقال از محیطی به محیط دیگر برخی از حالات جانشین حالات دیگر می‌شود، بلکه این واقعیت را نیز دربردارد که حالت‌های موجود تغییر می‌کنند و کیفیت‌ها و اشکال جدیدی به خود می‌گیرند.

در درك جوهر گسترش شناخت ما، مسئله رابطه متقابل بین دانش کهنه و دانش نو، بسیار مهم است. دانش نوبه نفی دانش کهنه برمی‌خیزد، اما این نفی منجر به طرد یا از میان رفتن دانش کهنه نمی‌شود. بلکه این يك مخالفت دیالکتیکی است که متضمن نکاتی از طرد و از میان بردن هست، اما معادل خود این دو معنی نیست. از دید لنین، نفی دیالکتیکی، یکی از وجوه پیوند میان کهنه و نو و از وجوه پیدایش نو از بطن کهنه است. دانش کهنه راه را برای دانش نو هموار می‌کند و دانش نو جوهر دانش کهنه را هرچه عمیق‌تر آشکار می‌سازد. بنابراین، گسترش شناخت را نه به معنی جانشین شدن کامل نو به جای کهنه و نه به عنوان انباشته شدن دانشی که در گذشته و حال به دست آمده، می‌توان تعبیر کرد. فرایند تغییرپذیری دانش، نمونه‌ای از نفوذ متقابل تغییر و ثبات، در یکدیگر است.

سازواره (مکانیسم) درونی انباشته شدن هسته‌های اصلی حقیقت مطلق در نظریه‌های فیزیکی، به صورتی توسط اصل ارتباط متقابل بیان شده است. ای. و. کوزنتسوف<sup>۴۲</sup> بر امکان ناپذیری توضیح این اصل در چارچوب فیزیک تاکید کرده است: «مبنای اصل ارتباط متقابل را تنها از نظریه ماتریالیسم دیالکتیک درباره شناخت — و به خصوص از تعالیم مارکسیست-لنینیستی درباره حقیقت مطلق و نسبی — می‌توان به دست آورد.»<sup>۴۳</sup>

اصل ارتباط متقابل در شکل تجربی توسط بور و هایزنبرگ بیان شد. بور ثابت کرد که در قلمرو اعداد کوانتومی بسیار بزرگ، بسامد امواج الکترونی که بر اساس فرمول‌های طیفی کوانتومی به دست می‌آید، تقریباً با بسامدهای به دست آمده بر اساس نظریه کلاسیک تابش مرتبط است. بور این انطباق را ارتباط متقابل میان نظریه‌های کوانتومی و کلاسیک به حساب آورد. گسترش فیزیک نشان داده است که قلمرو صحت اصل ارتباط متقابل بسیار گسترده‌تر از این‌هاست.

فیزیک قرن بیستم مراحل متعددی را پشت سر گذاشته است که با پیدایش نظریه کوانتوم، نظریه نسبیت و مکانیک کوانتوم مشخص می‌شوند. تجدید ساختار نظریه‌ها

42 - I. V. Kuznetsov

۴۳ - کتاب «اصل ارتباط متقابل در فیزیک نوین و اساس فلسفی آن» نوشته ای. و. کوزنتسوف،

مسکو، ۱۹۴۸، صفحه ۹۳.

در آستانهٔ هر يك از این مراحل، خصلتاً عمیق و انقلابی بود. نظریه‌های جدید، نظریه‌های کهنه را از بنیاد تغییر دادند و در عین حال هر چه را که توسط آزمایش تأیید شده بود، دست‌چین کردند. قوانین نظریه‌های قدیم به صورت حالت‌های خاص و محدود قوانین نظریه‌های جدید درآمد.

بنابراین، اهمیت فلسفی اصل ارتباط متقابل ناشی از این واقعیت است که اصل مزبور توالی منطقی انباشته شدن دانش علمی را بیان می‌کند و جنبهٔ مطلق را در محتوای نظریه‌های فیزیکی جدا می‌کند. اگر قانون یا مفهومی از یک نظریه به عنوان حالت خاصی از یک نظریهٔ کلی‌تر دیگر قابل استنتاج باشد، این امر نشان دهندهٔ خواص ضرورت و بقا - یعنی جنبهٔ مطلق آن قانون یا آن مفهوم - می‌باشد.

با اینهمه، اهمیت اصل ارتباط متقابل صرفاً ناشی از مشخص کردن نحوهٔ گسترش شناخت فیزیکی نیست. از آنجا که این اصل آگاهانه و به‌طور جدی پذیرفته شده و در عمل نیز صحت آن به اثبات رسیده، در ردیف ابزارهای ایجاد نظریه‌های جدید درآمد. عملکرد اصل ارتباط متقابل در واقع از جنبهٔ روش‌شناسی، نقش روز افزونی در گسترش شناخت فیزیکی دارد. این اصل، هم در ایجاد نخستین نظریهٔ کوانتومی اتم‌ها که توسط ن. بور عرضه شد و هم در گسترش مکانیک کوانتوم نوین نقش به‌سزایی داشته است. اصل مزبور، همچنین در گسترش نظریهٔ ذرات بنیادی تأثیر اساسی داشته است. به کارگیری این اصل، مثلاً در مشخص کردن معنی فیزیکی تعدادی از مفاهیم نویافته، مفید واقع می‌شود. اصل ارتباط متقابل در جوار اصول هم‌تغییری<sup>۴۴</sup>، یگانگی و علیت، شرط کافی برای به وجود آوردن «ماتریس پخشی»<sup>۴۵</sup> است. مفهوم اخیر در فیزیک نظری نوین نقش پراهمیتی دارد. در همهٔ کوشش‌هایی که برای پیشبرد نظریهٔ ذرات بنیادی به عمل آمده، اصل ارتباط متقابل مورد استفاده قرار گرفته است. این امر به‌خصوص در مورد اقداماتی که برای ایجاد نظریه‌ای در مورد ذرات بنیادی بر اساس کوانتیده بودن فضا و بی‌مکان بودن اندرکش به عمل آمده، صادق است.

نقش راهنمایی‌کنندهٔ اصل ارتباط متقابل هنوز به‌طور کامل بررسی نشده است و در مرحلهٔ فعلی، جستجوی پیوند آن با اصل سکون ناپذیری ماده، جالب خواهد بود. بر اساس آنچه تاکنون آورده شد، بین این دو اصل نوعی تقسیم مسئولیت وجود دارد. اصل سکون ناپذیری بیانگر امکان‌عینی و ضرورت پیدایش نظریه‌های جدید است. از این اصل نتیجه می‌شود که هر نظریهٔ فیزیکی که جنبه‌های معدودی از جهان فیزیکی سکون ناپذیر را منعکس می‌کند، یک حقیقت نسبی و یک مرحلهٔ خاص در شناخت جهان عینی است. اصل ارتباط متقابل نیز به‌سهم خود اطلاعاتی در مورد کیفیت‌های کلی نظریهٔ جدید به دست می‌دهد.

مسئلهٔ رابطهٔ متقابل میان اصل سکون ناپذیری و اصل کمال<sup>۴۶</sup> نظریه‌های فیزیکی

44 - Covariance

45 - Scattering Matrix

46 - Completeness

نیز واجدا همیت فوق العاده‌ای است. ۴۷ واقعتاً امر این است که تصویر جهان بر اساس اصل سکون ناپذیری و تصویر جهان بر اساس یک نظریه فیزیکی مفروض در بسیاری از موارد دو وجه متقابل به نظر می‌آیند، بدین معنی که اصل سکون ناپذیری در تصویری از جهان، که بر اساس نظریه مشخصی بنا شده، جایی ندارد. این تناقض میان محتوای نظریه‌های فیزیکی و اصل سکون ناپذیری، در هنگامی که نظریه‌ای دارای خاصیت کمال نیز باشد، صورت حادث‌تری به خود می‌گیرد.

کامل بودن نظریه‌ها را به طرق مختلف می‌توان تعریف کرد. معمولاً وقتی نظریه‌ای کامل خوانده می‌شود که منعکس کننده کلیه خواص آن واقعیت عینی باشد، که موضوع نظریه مزبور است. کامل بودن یک نظریه در این معنی، پیوند نزدیکی با کامل بودن استنتاجی آن نظریه دارد. کمال استنتاجی یک نظریه یعنی اینکه نظریه مزبور را تنها به کمک نظراتی که از اصول خود آن - و نه از مشاهدات جدید و اطلاعات تجربی‌نویس - به دست می‌آیند، می‌توان تکامل بخشید. تکامل یافتن یک نظریه از طریق اخیر، الزاماً موجب گسترش آن نظریه خواهد شد و این امر با ساختار آن نظریه به عنوان یک مجموعه بسته متشکل و نامتناقض، سازگار نیست. به همین خاطر است که نظریه‌های فیزیکی همچون وجود متقابل اصل سکون ناپذیری جهان مادی عمل می‌کنند. ممکن است چنین به نظر برسد که برای پذیرفتن نظریه‌های فیزیکی کامل، باید از اصل سکون ناپذیری ماده چشم‌پوشی کنیم. برای رفع این تناقض اصولی، بعضی از صاحب نظران قضیه کامل نبودن نظریه‌های فیزیکی را مطرح می‌سازند. مدافعان این عقیده معمولاً بر الکترو دینامیک کلاسیک تکیه می‌کنند و کامل نبودن آن را در این می‌بینند که نظریه مذکور قادر به ارائه توضیح قابل قبولی در مورد رفتار و خواص الکترون نیست. توصیف الکترون در الکترو دینامیک به این نتیجه منتهی می‌شود که الکترون ذره‌ای ناپایدار است و یا اینکه تناقض‌های حل نشدنی مربوط به بی‌نهایت به میان می‌آید.

باید توجه داشت که در اینجا مفهوم کامل بودن نظریه‌ها به معنی کاملاً متفاوتی گرفته شده است. هر نظریه فیزیکی - از جمله هر نظریه کامل فیزیکی - دارای کاربرد محدودی است. کوشش برای استفاده از یک نظریه به منظور توضیح چیزهایی که در قلمرو کاربرد نظریه مزبور نیستند، ناگزیر منجر به پیدایش تناقضات رفع‌نشده خواهد شد. در مورد الکترو دینامیک و الکترون هم دقیقاً همین وضع وجود دارد. به نظر می‌رسد که الکترو دینامیک نظریه مناسبی برای اعمال در مورد الکترون نیست. در وهله نخست، به نظر می‌رسد که یک تناقض منطقی بین کامل بودن یک نظریه و اصل سکون ناپذیری وجود دارد. در واقع، این یک تضاد دیالکتیکی است که در فرایند گسترش شناخت فیزیکی حل می‌شود. یکی از عوامل حل تضاد مذکور، این

۴۷ - مقاله «سکون ناپذیری ماده و گسترش دانش فیزیکی»، نوشته و. س. گت و ا. م. جودینوف، مجله مسایل فلسفه، شماره ۵، ۱۹۶۹.

واقعیت است که نظریه‌های کامل فیزیکی، حقایقی نسبی هستند. از آنجا که واقعیت و نسبیت از یکدیگر به کلی مجزا نیستند، نسبیت کامل بودن نظریه‌های فیزیکی به معنی آن نیست که خاصیت منطقی مورد نظر در این نظریه‌ها بی معنی و ساختگی است. کامل بودن — با آنکه در سطح گسترش دانش فیزیکی نسبی است — در واقع از خواص نظریه‌ها به‌شمار می‌آید. نسبیت يك نظریه کامل فیزیکی در این واقعیت نمودار می‌شود که نظریه مزبور در محدوده مشخصی کاربرد دارد. هر تلاشی که به منظور استفاده از این نظریه برای توضیح پدیده‌های خارج از حوزه عملش صورت بگیرد، ناچار تناقض‌هایی به میان خواهد آورد. تناقض‌هایی هم که هنگام استفاده از الکترودینامیک برای توضیح الکترون پیش می‌آید، نشان دهنده کامل نبودن این نظریه نیست، بلکه محدود بودن حوزه کارایی آن را نشان می‌دهد. الکترودینامیک کلاسیک، نظریه میدان‌های مغناطیسی است و از این لحاظ می‌تواند کامل باشد. اما نمی‌توان آن را نظریه‌ای در مورد الکترون به‌عنوان يك ذره بنیادی در نظر گرفت.

تاریخ شناخت فیزیکی پر است از برخوردهای بین نظریه‌های کهنه و مشاهدات و اطلاعات تجربی جدید، یا به‌زبان دقیق‌تر، بین نظام‌های نظری متفاوت که اطلاعات تجربی موجود را به شیوه‌های گوناگون توضیح می‌دهند. این برخوردها طبعاً به نفع نظریه‌ای که در پیش‌بینی ظهور واقعیات جدید و ارائه توضیح‌های طبیعی‌تر برای اطلاعات موجود، موفق‌تر باشد، حل می‌شود.

در آغاز قرن حاضر، لنین تصویر زنده‌ای از فرایند شناخت طبیعت محیط در انسان، ارائه کرد:

«انسانی که در يك اتاق تاریک ایستاده باشد نمی‌تواند اشیا را به‌طور روشن تشخیص دهد، اما اگر این شخص روی وسایل اتاق نیفتد و به‌جای در با پا وارد آینه نشود، معلوم می‌شود که بعضی چیزها را درست می‌بیند. بنابراین هیچ الزامی ندارد که ما یا از ادعای نفوذ به فراسوی ظاهر طبیعت چشم‌پوشی کنیم و یا آنکه ادعا کنیم که تاکنون توانسته‌ایم اسرار جهان دوروبر خود را تماماً آشکار سازیم.»<sup>۴۸</sup>

در نیمه دوم قرن بیستم هم می‌توانیم بگوییم که هنوز با یافتن تمامی اسرار جهان دور و برمان فاصله زیادی داریم، اما این امر نمی‌تواند مانعی در راه آرزوی بشر برای نفوذ به آن سوی چهره ظاهری طبیعت به‌وجود آورد.

۴۸ — کتاب «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار لنین، جلد ۱۴، صفحه ۲۶۷.

## تأثير متقابل فيزيك و فلسفه

با بررسی برخی مسایل فلسفی فيزيك نوین روشن می‌شود که با پیشرفت علم فيزيك، دیالکتیک عینی حاکم بر طبیعت، با ژرفای هرچه بیشتر در قوانین و مقولات این علم منعکس می‌گردد. پذیرفتن این حقیقت، در تحلیل نهایی می‌تواند فیزیکدانان را تنها به قبول دیدگاه ماتریالیسم دیالکتیکی رهنمون شود؛ زیرا در سطح فلسفه و روششناسی، ماتریالیسم دیالکتیک به کاملترین وجه با موضوع پژوهشهای فیزیکی - یعنی جهان مادی - مربوط است. همچنان که لنین پیش‌بینی کرد، دانشمندان علوم طبیعی در حال گذار از موضع ماتریالیسم علمی طبیعی و بدوی به موضع ماتریالیسم دیالکتیک هستند. این فرایند پیچیده و دشوار در شرایط وجود مبارزه ایدئولوژیکی شدیدی صورت می‌گیرد که از وجود دو نظام مخالف - سوسیالیسم و سرمایه‌داری - ناشی می‌شود. این مبارزه بر همهٔ وجوه زندگی بشر و از جمله بر اصول جهان‌بینی علمی وی اثر می‌گذارد.

استفادهٔ روشن و خلاق از ماتریالیسم دیالکتیک، لنین را قادر ساخت تا علاوه بر غور در ماهیت اصلی کشفیات و نظریات فیزیکی و یافتن بازتاب دیالکتیک عینی در آنها، با مطرح‌ساختن پیش‌بینیهای علمی، راه گسترش همهٔ علوم را هموار سازد. اتکا به دیالکتیک ماتریالیستی و استفادهٔ تسلط‌آمیز از آن، پایهٔ دورنگری درخشان لنین بود. لنین در اثر بنیادی خو در زمینهٔ فلسفه به نام ماده‌گرایی و نقد تجربی می‌گوید: «... هرچند هم این حقیقت غیرعادی باشد که قوانین مکانیکی حرکت تنها به یک حوزه از پدیده‌های طبیعی محدود می‌شوند و تابع قوانین عمیقتر الکترومغناطیس هستند و قس علیهذا - همهٔ اینها چیزی جز تأییدی دیگری بر ماتریالیسم دیالکتیک نیست.»

این مطلب در زمانی نوشته شد که فیزیکدانان برجسته‌ای چون لورنتس، پوانکاره و دیگران هنوز اثر اینشتین را تحت عنوان «دربارهٔ بررسی الکترودینامیکی اجسام سریع‌الحرکت» درک نکرده و به اهمیت آن پی نبرده بودند. این اثر در واقع پایهٔ نظریهٔ نسبیت خصوصی بود. لورنتس که آثارش در آماده‌ساختن زمینه برای پیدایش نظریهٔ نسبیت خصوصی نقش عمده‌ای داشت، به اینشتین نوشت: این موضوع نیازمند آنست که بپذیریم نتیجهٔ منفی در آزمایشهایی از قبیل آنچه توسط مایکلسون<sup>۱</sup> و رالی<sup>۲</sup> صورت گرفته است، جبران تصادفی اثرات معکوس نیست، بلکه بیان یک اصل کلی و بنیادی است.

1 - Michelson

2 - Rayleigh



سراسر آثاری که به بررسی ارتباط میان علوم و فلسفه می‌پردازد؛ حاکی از آن است که فیلسوفان مارکسیست به پیروی از لنین، همکاری روزافزونی با دانشمندان علوم طبیعی داشته‌اند، پیشرفت‌های فیزیک نوین را تعمیم داده‌اند، ابزار فکری فلسفه مادی را غنیر کرده‌اند و به فیزیکدانان در کاربرد مقولات و قوانین دیالکتیک در رابطه با کارهایی که در پیش داشته‌اند، یاری رسانده‌اند.

لنین می‌نویسد: «دانشمندان جدید علوم طبیعی (در صورتی که نحوه جستجو کردن را بدانند و ما هم بدانیم چگونه باید به آنان کمک کرد) در تفسیر ماتریالیستی دیالکتیک هگلی برای مسایلی که در انقلاب علوم طبیعی ظاهر می‌گردد و موجب «لغزش» هواداران اسلوب بورژوازی به سوی ارتجاع می‌شود، پاسخهایی خواهند یافت.»<sup>۲</sup>

پیشرفت فیزیک، اختراع فیزیک، زیستشناسی و سایر علوم طبیعی موجب پیدایش مسایلی می‌شود که علاوه بر رشته‌های جداگانه، به مسایل کلی مرتبط با جهان بینی فلسفی نیز مربوط است. یکی از این مسایل، که توجه دانشمندان رشته‌های مختلف علوم طبیعی و اجتماعی را به خود جلب کرده است، مسئله آینده علوم و از جمله علم فیزیک است. در سالهای اخیر، تکنگاریها، جزوات، مقاله‌ها و منتخباتی در زمینه این مسایل در کشورهای مختلف انتشار یافته است. خواننده‌ای که از زمینه لازم برخوردار باشد در آثاری از قبیل مقاله و. ل. گینزبورگ<sup>۴</sup> با عنوان «مسایلی از فیزیک و اختراع فیزیک»<sup>۵</sup> و مقاله م. آ. مارکوف<sup>۶</sup> به نام «آینده علم»<sup>۷</sup>، نظرات و قضایای فوق‌العاده جالبی خواهد یافت.

در مطالعه ارزش شناخت ما از جهان، مراجعه به برخی از این آثار ضروری است؛ حتی بررسی و تحلیل فشرده‌ای در این مورد، نقش عمده‌ای در بررسی پایان‌ناپذیری جهان مادی و اصل قابل شناخت بودن آن، خواهد داشت.

جهان مادی پایان‌ناپذیر، دربرگیرنده اشیا مادی است که حرکت ابدیشان تنوع بیکرانی دارد، به یکدیگر تبدیل می‌شوند، پدید می‌آیند و از میان می‌روند. همین جهان مادی منشأ این اطمینان است که شناخت جهان مزبور نیز فرایندی بیپایان است. بدین ترتیب، دانش قوانین کلی حرکت ماده می‌تواند مبنای این پیشگویی کلی قرارگیرد که علوم، و بخصوص فیزیک، گسترش خواهند یافت.

پیشگویی مشروحتر و پیش‌بینی علمی، منوط به انعکاس بیشتر قوانین عینی بخشی از جهان مادی مورد مطالعه فیزیک در قوانین این علم است. دقت پیشگویی همیشه نسبی

۳- لنین، «درباره اهمیت ماتریالیسم مبارز»، مجموعه آثار، جلد ۳۳.

4 - V.L. Ginzburg

۵- از مجموعه مقالات «فیزیک امروز و فیزیک فردا»، مسکو، ۱۹۷۳ (به زبان روسی).

6 - M.A. Markov

۷- مجله «پیشرفت‌های علم فیزیک» دوره سوم، شماره ۴، ۱۹۷۳ (به زبان روسی).

است و بستگی دارد به رابطه دیالکتیکی تعیین و عدم تعیین در شناخت ما؛ رابطه‌ای که بازتاب دیالکتیک عینی تعیین و عدم تعیین در فعلیت مادی است.

به طوری که تاریخ نشان می‌دهد، بزرگترین کشفیات غیرمنتظره بوده‌اند. معمولاً از این مطلب چنین نتیجه گرفته می‌شود که کشفیات بهیچروی قابل پیشگویی نیستند، زیرا به طور تصادفی صورت می‌گیرند. اما حتی امکان<sup>۸</sup>، شکلی از تجلی و تکمیل ضرورت است. گ. و. پلخانف می‌نویسد: «امکان، امری نسبی است که تنها در فصل مشترک فرایندهای ضروری ظاهر می‌گردد.»<sup>۹</sup> بنابراین، از دیدگاه ما نتیجه‌گیری دقیقتری مغایر با آنچه قبلاً گفته شد، وجود دارد. با اتکا به دانشی که بازتاب واقعیت عینی است و برهانه‌های محکم منطقی و تحلیل ماتریالیسم دیالکتیکی وضعیت مشخص، می‌توان (با درجه خاصی از دقت) مسیر آتی علم را پیش‌بینی کرد. این نحوه برخورد با آینده خوشبینانه است و بر شوق دانستن نایافته‌ها می‌افزاید.

بدین ترتیب، از علم فیزیک که با این سرعت فراوان در حال گسترش است، چه انتظاری می‌توان داشت؟ نیروها و منابع را باید متوجه چه حوزه‌ای کرد؟ این سؤالات بسیار بنیادی هستند.

در این پهنه، نظر واحدی وجود ندارد. دانشمندان کاملاً معتبر، از مسایل مختلفی نام می‌برند، اما تقریباً همه‌شان بر آنند که جهان بینهایت کوچک و فضا حوزه‌هایی هستند که باید در آنها انتظار کشفیاتی در مورد پدیده‌های شگفت‌انگیز نوین و موجودات جدید را داشت. متأسفانه، محدودیت حجم این نوشته ما را مجبور می‌سازد که از تحلیل برخی حوزه‌های بسیار مهم علم (ژنتیک، مهندسی ژنتیک، مجموعه کامل علوم زیستی و پزشکی، بومشناسی، مسئله وجود تمدنهای خارج از زمین و غیره) چشم‌پوشیم و تنها به محدوده مسایل فیزیکی بسنده کنیم.

به عقیده گینزبورگ، حل مسایل فیزیکی زیر نتایج بسیار مهمی برای مقاصد علمی و عملی در پی خواهد داشت: ترکیب دما هسته‌ای کنترل شده، فوق‌رسانایی در دماهای زیاد (تاکنون، فوق‌رسانایی در دماهای بسیار کم - بین صفر درجه کلوین و ۲۱ درجه کلوین مشاهده شده است. جستجوی فلزاتی که در دمای ئیدروژن مایع -۷۷/۴ درجه کلوین - یا بهتر از آن، در دمای معمولی اتاق، فوق‌رسانا باقی می‌مانند، مورد توجه خاص است)؛ عناصر فوق‌سنگین (سنگینترین عنصر طبیعی اورانیوم است، ولی گروه عظیمی از عناصر فوق اورانیوم نیز مصنوعاً تولید شده است: نپتونیم، پلوتونیوم، امریکیوم، برکلیوم، کالیفورنیوم و عناصر دیگری که سلسله آنها به عنصر صد و پنجم می‌رسد.

جستجو برای یافتن سایر عناصر فوق اورانیوم در حوزه عناصر صد و چهاردهم تا صد و هشتاد و چهارم که امکان دارد ایزوتوپهای نسبتاً پایداری داشته باشند، ادامه دارد)؛

## 8 - contigency

۹ - G.V. Plekhanov، «مجموعه آثار فلسفی»، جلد دوم، مسکو، ۱۹۵۶ (به زبان روسی).

طیف جرم اجسام بینهایت کوچک (یکی از مشخصه‌های مهم اجسام بینهایت کوچک - که جرم باشد - به‌طور تجربی محرز شده است، ولی نظریه‌ای مورد نیاز است که از روی آن بتوان جرم ذرات بنیادی را تعیین کرد)؛ تحقیق تجربی نظریه نسبت عمومی (همه اثراتی که به‌گفته ایشستین می‌تواند در تحقیق نظریه عمومی نسبت به کار آید، رخ داده و مشاهده شده است: جابجایی گرانشی خطوط طیفی، انحراف پرتوهای نور در میدان خورشید و جابجایی حوض سیاره عطارد. اما هنوز دقت این مشاهدات چندان زیاد نیست. با توجه به این وضع شاید بتوان از نظریات گرانشی دیگری سخن گفت که به رقابت با نظریه عمومی نسبت برخیزند)؛ موجهای گرانشی، کوازارها و هسته‌های کهکشانی، چگونگی پیدایش جهان (گینزبورگ می‌نویسد: «مستقل از ماهیت انبساط جهان، کاملاً روشن است که انبساط نمی‌تواند به‌طور بیپایان ادامه یابد.» در مقاله گینزبورگ بحثهای قانع‌کننده‌ای در تأیید این ادعا عرضه شده است)؛ ستاره‌های فوترونی و تپ‌اخترها، منشأ پرتوهای کیهانی و سرچشمه تابش پرتوهای گاما و ایکس در کیهان.

ضمن اشاره به مسایل پرشمار در علوم فیزیکی، که از بررسی آنها می‌توان کشفیات مهمی را پیش‌بینی کرد، باید ذکری هم از پژوهشهای خاص در قلمرو فیزیک انرژی زیاد به‌میان آوریم.

مارکوف در مقاله «آینده علم» خود به تحلیل پژوهشهای انجام‌شده در فیزیک جهان بینهایت کوچک می‌پردازد و چنین نتیجه می‌گیرد که گرایش موجهی برای مطالعه پدیده‌های مربوط به قلمروهایی که ابعادشان کوچکتر و کوچکتر می‌شود، وجود دارد. «پژوهش در حوزه ابعاد  $10^{-5}$  تا  $10^{-7}$  سانتیمتر منجر به پیدایش فیزیک مولکولی شد، پژوهش در قلمرو ابعاد از درجه  $10^{-8}$  سانتیمتر، جهان پدیده‌های اتمی را به‌رومی ما گشود (قوانین این جهان در مکانیک کوانتوم بخوبی منعکس شده است)، پژوهش در حوزه ابعاد از درجه  $10^{-13}$  سانتیمتر، فیزیک هسته اتمی و سرانجام، پژوهش در ابعاد از درجه  $10^{-14}$  سانتیمتر، فیزیک آدرن‌ها، ذرات عجیب و رزونون‌ها را پدید آورده است. در حال حاضر، پژوهش در قلمرو ابعاد از درجه  $10^{-15}$  سانتیمتر دنبال می‌شود.»

بنابراین، می‌بینیم که گذار از یک حوزه پدیده‌های فیزیکی به حوزه‌های دیگر که ابعاد آن دو تا سه درجه تفاوت دارد، همیشه موجب کشفیات نوینی با اهمیت اصولی می‌گردد.

مارکوف تأکید می‌کند که «مهمترین و جالبترین نتایج، نتایج غیرمنتظره و پیش‌بینی نشده در مراحل جدید پژوهشهای فیزیکی هستند. واقعیت، همواره خیالیت از هر تخیل ناشناخته، جلوه‌گر می‌شود» و بنابراین، پیدایش فیزیک انرژی زیاد (که با ابعادی بمراتب کوچکتر از آنچه در بالا ذکر شد، سروکار دارد) امید کشف چیزهایی

را برمی‌انگیزد که با آنچه تاکنون در جهان بینهایت کوچک شناخته‌ایم، بکلی متفاوت باشد.

تاکنون بهشته جولان تصورات ما از حوزه  $10^{-17}$  سانتیمتر دورتر نرفته است. این مقیاس با یکی از انواع شناخته‌شده اندرکنش، یعنی اندرکنش ضعیف، مرتبط است و پیش‌بینی می‌شود که در این مقیاس، پاسخ یکی از مهمترین سؤالات فیزیک نوین را بیابیم: «ماهیت اندرکنش ضعیف چیست؟ راز نامکشوف اندرکنشهای ضعیف کدام است؟» بحث مارکوف در مورد لزوم یافتن پاسخ برای تعدادی از مسایل مهم فیزیک جهان بینهایت کوچک، که در مطالعه پیوندهای متقابل و تأثیرات دوجانبه انواع شناخته‌شده اندرکنش مطرح می‌شوند، اهمیت فلسفی عظیمی دارد. مارکوف می‌نویسد: «ما عملاً از مدت‌ها پیش به این عقیده رسیدیم که بررسی تمام و کمال هر یک از این اندرکنشها به طور جداگانه امکان‌ناپذیر است. یکی از این موارد، در فیزیک انرژی زیاد است که همه انواع دیگر اندرکنش در کارکرد یک پدیده مورد نظر دخالت می‌کنند: این بدان معنی است که در طبیعت نمی‌توان یکی از عناصر را جدا کرد، بی‌آنکه اثری بر دیگران گذاشته شود... ما می‌کوشیم و خواهیم کوشید تا به این وحدت عمیق عناصر طبیعت پی ببریم. در حال حاضر، مفهوم «تقارنهای نقض شده» مطرح گشته است. هم‌اکنون، امکانی برای ایجاد یک نظریه یکپارچه برای اندرکنشهای ضعیف و الکترومغناطیسی، کم‌وبیش احساس می‌شود.»

اگر این مطلب را از زبان اصطلاحات فیزیکی به زبان فلسفی برگردانیم، باید گفت برنامه‌ای در پیش داریم که زیربنای آن را فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک تشکیل می‌دهد. در حقیقت، امکان ایجاد یک نظریه یکپارچه برای اندرکنشهای قوی، ضعیف، الکترومغناطیسی و گرانشی ماهیتاً عبارت است از امکان منعکس کردن وحدت مادی جهان در سطحی جدیدتر و بالاتر و امکان برداشتن یک یا چند گام دیگر در راه درک کاملتر و عمیقتر این وحدت.

میدان گرانشی را باید مورد توجه خاص قرار دهیم. این میدان در حال حاضر از نظریه‌های مربوط به جهان بینهایت کوچک پیروی نمی‌کند و جستجوی جلوه‌هایی از پیوند متقابل اندرکنش گرانشی را با سایر انواع اندرکنش در سطوح ساختارهای دیگری از جهان اشیای بینهایت کوچک، ضروری ساخته است. این جستجو اهمیت فراوانی برای علم دارد، زیرا مثلاً در جهان بینهایت بزرگ، که گرانش نقش بسیار عظیمی دارد، قوانین جهان بینهایت کوچک اهمیت تعیین‌کننده‌ای خواهند یافت. مارکوف چنین ادامه می‌دهد: «بالاخره، ستاره‌های نوترنی ماهیتاً هسته‌های اتمی عظیم و حتی در بعضی مراحل فوق - هسته‌هایی  $10^5$  هستند. ستارگان نوترنی شکلی ماکروسکوپی از

ماده هسته‌ای‌اند. از سوی دیگر، خواص کلی «حفره‌های سیاه» وسیعاً مورد بحث قرار می‌گیرد و امکان زیاد دارد که این حالت از ماده در ایجاد نظریه‌ای سازگار برای ذرات بنیادی الزاماً مورد توجه قرار گیرد.»

در حال حاضر، مدل «انفجار بزرگ» در مورد کاینات، عموماً در کیهان‌شناسی پذیرفته شده است. هنگامی که در سال ۱۹۶۵ پرتوهای باقیمانده با دمای حدود ۳ درجه کلوین کشف شد، بسیاری کسان (بویژه مؤلفین کتابهای مخصوص همگان) احساس کردند که تصویر جهان در حال گسترش کامل شده است. هیچ مسئله‌ای باقی‌نمانده و همه‌چیز ساده و روشن گشته است. آیا واقعاً همین‌طور است؟ فرض کنیم که تصویر مفروض به حقیقت نزدیک باشد، یعنی اتم اولیه‌ای وجود داشته که ابعادی از حوزۀ  $10^{-13}$  سانتیمتر را اشغال می‌کرده است. اما آیا این اتم متعلق به جهان بینهایت کوچک بود یا بینهایت بزرگ؟ چرا این اتم منفجر شد و پیش از آن چه چیز وجود داشت؟ از این‌گونه سؤالات زیاد می‌توان مطرح کرد. اما یک نکته غیر قابل انکار است. مطلق شمردن سطح دانش به دست آمده و برابر دانستن مدل با موضوع، موانعی مصنوعی بر سر راه شناخت ایجاد می‌کند و این امر غالباً هنگامی رخ می‌دهد که رابطه دیالکتیکی بین مطلق و نسبی نقض گردد و حالت مطلوب به‌جای واقعیت موجود بنشیند.<sup>۱۱</sup>

باید توجه داشت که همین مسایل مربوط به سرگذشت عالم و قوانین گسترش آن مورد توجه روزافزون سخنگویان ایده آلیسم است که می‌خواهند دانش مورد اطمینان و آنچه را که هنوز شناخته نشده است در جهت مقاصدی به‌زبان علم و بشریت به‌کار بگیرند.

کلیسای کاتولیک که قرن‌ها علیه علم جنگیده است، اکنون بناگزیر دستاوردهای علم را به رسمیت شناخته است. و حتی می‌کوشد تا با علم از در آشتی درآید و بدین ترتیب راهی برای دفاع از عقاید خود بجوید. ژرژ کونیو<sup>۱۲</sup>، مارکسیست معروف فرانسوی می‌نویسد: «اینان دم از همکاری می‌زنند، ولی هرکسی می‌داند که این همکاری تنها به خاطر منافع خودشان است، چون علم مطلقاً نیاز به چنین حمایتی ندارد، بلکه بعکس، آلودگی به کوچکترین عناصر غیر علمی در هر مرحله‌ای از گسترش علم، فوق‌العاده زیانبار خواهد بود. از سوی دیگر، اتکا به نظریه‌های علمی نیز سودی برای عقاید تعصب‌آمیز دربر نخواهد داشت.»<sup>۱۳</sup>

امکان دارد که زمانی «اتم اولیه»‌ای وجود داشته و منفجر شده باشد که در نتیجه

۱۱- نگاه کنید به مقاله «مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق».

12 - Georges Cogniot

۱۳- ژرژ کونیو، «دین و علم»، پاریس، ۱۹۶۰ (به‌زبان فرانسه).

آن کهکشانیها در حال دور شدن از یکدیگر باشند، اما این تنها لحظه‌ای از تاریخ عالم است - لحظه‌ای که پیش از آن نیز حالات دیگری از ماده در حال حرکت موجود بوده است. یا. ب. زلدویچ<sup>۱۴</sup> بدرستی گفته است: «درستتر خواهد بود اگر... زمانی را که از شروع آن انبساط گذشته است... دوران مرحله فعلی وجود عالم بنامیم.»<sup>۱۵</sup> این حرف درست است، زیرا بیان فوق دقیقتر از این است که سخن از «آغاز عالم» یا «عمر جهان» به میان آوریم. بیان زلدویچ نشان‌دهنده جنبه تاریخی دانش عامی ما نسبت به جهان نجومی است که همچون تمامی جهان مادی از حرکت و تغییر ابدی برخوردار است. جهان ما تنها یکی از بخشهای آن است. وجود بیانهای غیردقیق در متون عامی و عامه فهم، چنانچه به صورت مقولات کلی باشد، و معنای عامی حقیقتی آنها توضیح داده نشود، بسیار زیانبار خواهد بود.

فیلسوفان شوروی همراه با دانشمندان علوم طبیعی تلاش می‌کنند تا پاسخهای مناسبی برای سؤالاتی که در اثر پیشرفت سریع علوم طبیعی مطرح می‌شود، بیابند. آنان می‌کوشند تا به گسترش بیشتر علم کمک کنند و در عین حال با درآمیختن اصل روحیه علمی با اصل روحیه اجتماعی، علیه اقداماتی که به منظور تحریف دستاوردهای علم صورت می‌گیرد و نیز علیه همه انواع فلسفه واپس‌گرایانه ایده‌آلیسم مبارزه کنند. در برابر ما جهانی شگفت‌انگیز، پایان‌ناپذیر اما قابل شناخت وجود دارد. بسیاری چیزها در آن هنوز ناشناخته باقی مانده است، اما انسان در مسیر شناخت با گامهای استوار پیش می‌رود و نیروهای تازه‌ای از طبیعت را به خدمت خویش در می‌آورد. در شناخت واقعیت عینی، علوم طبیعی به‌مراه فاسفه مارکسیسم - لنینیسم نقش بسیار عظیمی به‌عهده دارند.

---

14 - Ya. B. Zeldovich

۱۵ - نشریه «زمین و کیهان» شماره ۳ سال ۱۹۶۹ (به زبان روسی).

**پایان**

**This Amazing, Amazing, Amazing  
but Knowable World**

**V. S. Gott**

**В С ГОТТ  
УДИВИТЕЛЬНЫЙ, НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ,  
ПОЗНАВАЕМЫЙ МИР**

*На английском языке*

هدهد منتشر کرده است:

## مقدمه بر تاریخ علم

جورج سارتون

ترجمه غلام حسین صدری افشار

جلد اول شامل گزارش فشرده‌ای از بیست قرن تاریخ علم در جهان

(قرن ۹ پیش از میلاد تا قرن ۱۱ میلادی).

چاپ دوم ۱۲۰۰ ریال

## ریاضیات کاربرده

پرویز شهریاری

حاوی مقالاتی درباره کاربرد ریاضیات در دانش‌های دیگر

۱۶۰ ریال

## شهر آشوب

لئونید سالوویف

ترجمه داریوش سیاسی

داستان اجتماعی طنزآلودی درباره ملانصرالدین قهرمان محبوب

ادبیات شفاهی خلق

چاپ دوم ۱۲۰ ریال

## پدیده‌های شگفت‌انگیز در آسمان و زمین

ولادیمیر مزنتسف

ترجمه دکتر عبدالکریم قریب

یک کتاب علمی بسیار شیرین درباره توضیح علمی بسیاری از

پدیده‌های شگفت‌انگیز و باورنکردنی.

۲۴۰ ریال

## علم، جامعه و انسان

(جلد دوم)

ترجمه پرویز شهریاری

مجموعه‌ای از مقالات علمی و فلسفی

۱۷۰ ریال



... در نیم قرن اخیر انسان در شناخت جهش‌ها  
میکروسکوپی، محیط زندگی خویش و گیاهان پهن‌اور  
همچنین در بهره‌گیری از نیروهای تهفته طبیعی  
بشرفتهای جسمگیری داشته‌است، اما هم‌حسان  
مسائل حل شده‌ای در پیش رودارد. مثلاً "در مورد  
کرائش، ناپه‌حال تعدادی از توانین مریسوا!  
به این پدیده‌را که از قانون نیوتون شروع و به  
نظریهٔ نسبیت عمومی اینشتین ختم می‌شود، سنا -  
خته‌ایم. اما علم امروز در مورد ماهیت حادثه،  
علت برآری جرم سکون و جرم حادثه‌ای، ماهیت  
ماده و اینکه آیا امواج حادثه واقعا "وجود دارند  
بانه، هنوز جواب قانع کننده‌ای نیافته است..  
... تعداد پدیده‌های طبیعی مهم کدنازکی کشف  
شده اندیمرات بیش از تعداد پیاسخهای فاسیل  
فیول سئوالاتی است کدناکنون مطرح گردیده  
است. در هر حال وجود این سئوالات و پیاسخهای  
جدید نشانهای از این واقعیت است که ما درجهانی  
پایان ناپذیرا ما قابل شناخت به سر می‌برسیم.  
راهی که علم تاکنون پیموده، نشان دهندهٔ  
قدرت اندیشهٔ بشر و امکانات بی پایان او در  
فلمروداتش است.

(از متن کتاب)

انتشارات هدهد

۱۶۰ ریال