

## نگاهی به تاریخ و شاخه های گوناگون فیزیک بازی بزرگان

اسفندیار معتمدی



ریچارد فین من، فیزیکدان آمریکایی زمانی علم را با این گفته تشریح کرده بود که: «طبیعت یک بازی بزرگ شطرنج است که آن را خدایان بازی می کنند و ما افتخار آن را داشتیم که آن بازی را نگاه کنیم. قوانین بازی چیزی است که ما آن را فیزیک اساسی و مبادی می نامیم و هدف ما درک و فهم این قوانین است.» بر طبق گفته فین من، فیزیک از گذشته های دور به عنوان علمی شناخته شده است که می کوشد تا «همه چیز» را تشریح و تفسیر کند. فیزیک، مطالعه بر ماده و انرژی و کاوش دریافتن قوانینی است که رفتار آنها را مشخص می کند. در حالی که شیمیدانان عنصرها و ترکیب ها را مطالعه می کنند فیزیکدانان به مطالعه نیروهایی می پردازند که عنصرها را به وجود می آورند و با هم ترکیب و یا از یکدیگر جدا می کنند. در حالی که اخترشناسان اجرام فضایی را مطالعه می کنند، فیزیکدانان نیروهایی را مطالعه می کنند که این اجرام را اینگونه شکل بخشیده اند و قوانینی را بررسی می کنند که بر حرکت آنها در فضا حاکم هستند.

فیزیکدان ها می خواهند بدانند که چه چیزی سبب می شود که اتم ها به یکدیگر پیوند یافته و کهکشان ها از هم جدا هستند. برای درک همین مطالب است که نیروهایی مانند گرانش و پدیده هایی چون حرکت، مغناطیس، الکتریسیته و انرژی هسته ای را آزمایش و بررسی می کنند. بسیاری از بزرگترین فیزیکدانان جهان، همچون فین من تحقیقات علمی را دنبال می کنند و به تدریس آنها می پردازند. در حالی که گروه دیگری از فیزیکدانان در صنایع، طراحی شبکه های ارتباطی برتر، نیروگاه های با بازده بالا، ساختمان های امن تر و کارخانه های اتومبیل سازی، کشتی سازی و هواپیماسازی بسیار پیشرفته ای که مقاومت هوا بر آن بسیار ناچیز است، کار می کنند. بعضی از فیزیکدانان هم با پژوهشگران امور پزشکی همکاری می کنند تا راه های جدیدی را برای کاوش در تن آدمی بیابند. ممکن است روزی فیزیکدانان راه های عملی را برای پرواز اتومبیل و قطار در هوا به دست آورند و انرژی نامحدود، ارزان و پاک را در اختیار همگان قرار دهند. این موارد فقط شماری از فرصت های بی شمار عملی است که راه آن برای فیزیکدانان امروزی باز شده است.

### • تاریخ فیزیک

ریشه های فیزیک را به عنوان یک علم حداقل از حدود ۲۶۰۰ سال پیش می توان ردیابی کرد. در آن زمان بود که فیثاغورث، فیلسوف یونانی هماهنگی میان صوت تارها را در آلت موسیقی کشف کرد و آن را به صورت یک رابطه ریاضی نشان داد. همین موضوع سبب شد که فیثاغورث به دنبال یافتن قانون های ساده ریاضی باشد که پدیده های طبیعی را به درستی تشریح نمایند، قانون هایی که حرکت یک ذره معلق در فضا تا کل سازوکار جهان را نشان دهند. در حدود ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح افلاطون و ارسطو نظر فیثاغورث را گسترش دادند. آنها نظمی را در گردش دایره ای ستارگان دیدند اما حرکت سیارات در خلاف جهت ستارگان و دور و نزدیک شدن آنها فکرها را معشوش کرد تا آن که در سال ۱۵۴۳ میلادی نیکلای کپرنیک دانشمند لهستانی در فرضیه خود، با قراردادن خورشید به جای زمین هماهنگی فیزیکی جهان را عرضه کرد. در دهه اول ۱۶۰۰ میلادی یوهان کپلر دانشمند آلمانی دریافت که مسیر سیارات دایره نبوده بلکه به صورت بیضی است. او به مدد رصدها و مطالعات خود قانون هایی را به دست داد که سرعت مدار و زمان گردش هر سیاره را به طور دقیق بیان می کرد. در حدود همان سال ها گالیله فیزیکدان ایتالیایی و رنه دکارت ریاضیدان فرانسوی موضوع حرکت را مورد مطالعه قرار دادند. آنها جدا از هم دریافتند که اگر جسمی در حرکت باشد مسیر آن خط راست است و با سرعت ثابت جابه جا می شود مگر آن که چیزی بر آن اثر کند یا نیرویی بر آن وارد شود. این فکر بنیاد قوانین حرکت بود که به وسیله آیزاک نیوتن فیزیکدان انگلیسی به وجود آمد. نیوتن در سال ۱۶۸۷ کتاب «اصول ریاضی فلسفه طبیعی» را نوشت. این کتاب یکی از متون بسیار مهم علمی است که تاکنون نوشته شده و راهنمای بسیاری از کارهای علمی است که مورد پذیرش قرار گرفته است. در این کتاب نیوتن سه قانون حرکت را مورد بحث قرار داده است: قانون اینرسی، قانون شتاب ثابت و قانون عمل و عکس العمل. در این کتاب «قانون گرانش جهانی» نیز ارائه شده است. این قانون براساس مشاهدات کپلر کشف و به صورت ریاضی فرمول بندی شد و نشان می دهد که هر دو جسم با نیرویی که با حاصل ضرب جرم های آن نسبت مستقیم با مجذور فاصله آنها نسبت عکس دارد یکدیگر را جذب می کنند. نظرات نیوتن که شامل مطالعه حرکت اجسام و نیروهایی که بر آنها اثر می کند، است اساس علم مکانیک شد و به نوبه خود مکانیک اساس فیزیک جدید شد.

در همان زمان که نخستین فیزیکدانان به مطالعه حرکت و قوانین آن مشغول بودند در جستجوی بررسی ماهیت و رفتارهای ماده در جهان نیز بودند. مثلاً در سال ۱۶۰۰ میلادی روبرت بویل مشخص کرد که اگرگازی را گرم کنیم، اتم ها جنبش بیشتری خواهند یافت و سبب می شوند که دما و فشار گاز افزایش یابد. تشریح رفتار

گازها براساس حرکت اتم ها اکنون به تئوری سینتیک گازها معروف است. این موضوع یکی از کاربردهای مهم و جالب مکانیک نیوتن در حوزه اتم ها \_ نه ستارگان بود. در تئوری سینتیک بویل این ایده وجود داشت که گرما شکلی از انرژی است. شکل های دیگر انرژی از قبیل انرژی الکتریکی و انرژی شیمیایی نیز به زودی شناخته شدند. بعدها مشخص شد که این شکل های گوناگون انرژی می توانند به یکدیگر تبدیل شوند. اما انرژی خود به خود به وجود نمی آید و نابود هم نمی شود. این موضوع یعنی \_ پایستگی انرژی یکی از پایه های اساسی علم فیزیک شد. در طول سال های ۱۷۰۰ میلادی بسیاری از دانشمندان از جمله بنجامین فرانکلین سیاستمدار، نویسنده و مخترع آمریکایی و الساندرو ولتا بسیاری از ویژگی های الکتریسیته و قوانین حاکم بر آن را بررسی و کشف کردند. آنها وجود بارهای مثبت و منفی الکتریسیته را کشف کردند و دریافته اند که فلزات رسانای خوبی برای الکتریسیته هستند. یعنی بارها الکتریکی به سهولت از میان آنها می گذرد. این اکتشافات سبب شد که فیزیکدانان و شیمیدانان دریابند که خود اتم از بارهای مثبت و منفی الکتریکی تشکیل شده است و واکنش های شیمیایی را به کمک جذب و دفع الکتریکی بین اتم ها می توان تشریح و تفسیر کرد.

معماهای نور و خصوصیات آن در طول تاریخ نیز فیزیکدانان را مجذوب خود کرده است. نمونه ای از آینه فلزی که مصری ها در حدود چهار هزار سال پیش به کار می برده اند در دره رود نیل از زیر خاک بیرون آورده اند. دانشمندان یونان باستان مانند فیثاغورث، دموکریتوس، افلاطون و ارسطو درباره ماهیت نور به بحث پرداخته اند. اقلیدس در حدود سه قرن پیش از میلاد مسیح از انتشار نور به خط راست و برابری زاویه تابش با زاویه بازتابش سخن رانده است. در مجموعه پرسش و پاسخ بین ابوریحان بیرونی و ابن سینا به چنین پرسشی از سوی ابوریحان برمی خوریم که «چگونه است که ظرف شیشه ای مدور پر از آب که در مسیر نور آفتاب قرار گیرد اشیای مجاور خود را می سوزاند اما اگر از آب تهی باشد، چنین نمی کند؟»<sup>۱</sup>

خواجه نصرالدین طوسی در کتاب تجریدالکلام می گوید: «به نظر برخی از دانشمندان نور از ذرات خردی ساخته شده که از منبع نور جدا شده و به اجسام گیرنده نور می رسند. قطب الدین شیرازی در کتاب نهایه الادراک از رنگین کمان و چگونگی دیدن اجسام بحث می کند، کمال الدین فارسی در کتاب تنفیع المناظر درباره شکست نور می نویسد: هر گاه نور با جسم غلیظ تری مصادف شود این غلظت مانع از حرکت نور در جهت اولیه خواهد بود پس در جهتی سیر می کند که نفوذ در آن سهل تر است مسلماً چون راه سهل تری را اختیار می کند زودتر به مقصد می رسد.»<sup>۲</sup>



در قرن هفدهم نیوتن با کارهایی که بر روی نور انجام داد به این نتیجه رسید که نور از ذره های کوچک تشکیل شده است. دانشمندان دیگر معتقد بودند که ماهیت نور موج است. اما نفوذ نیوتن سبب شد که نظریه او برای مدت ۲۰۰ سال مورد قبول با شد. سرانجام در سال ۱۸۶۵ جیمز ماکسول فیزیکدان اسکاتلندی همه پدیده های الکتریکی و مغناطیسی را با تئوری خود تشریح و تفسیر کرد. او گفت که نور فقط بخشی از امواج الکترومغناطیسی است. ماکسول وجود امواج رادیویی، که موج، فرسرخ فرابنفش و اشعه ایکس و گاما که بعد از آن کشف شد را پیش بینی کرد. تا اواخر سال ۱۸۰۰ میلادی به نظر می رسید که فیزیک ماموریت تشریح هر آن چیزی که بایستی نسبت به رفتارمان و انرژی دانسته شود، شناخته است. به هر حال چیزی فراتر از حقیقت نیست. در اوایل دهه ۱۹۰۰ میلادی فیزیک نیوتنی با دو نظریه نسبیت و کوانتوم مورد ضربه شدید قرار گرفت. در سال ۱۹۰۵ یک کارمند اداره ثبت آلمانی به نام آلبرت اینشتین مقاله ای نوشت که در آن نظر کاملاً جدیدی در مورد مکان و زمان مطرح کرد. او پیشنهاد کرد که فضا و زمان نسبی هستند بدین معنی که اندازه گیری آنها به چارچوب مرجع (محورهای مختصات ناظر) بستگی دارد. ده سال بعد اینشتین تئوری نسبیت عمومی خود را ارائه داد و با ریاضیات نشان داد که فضا و زمان نسبی هستند. این تئوری همچنین جانشین تئوری جاذبه نیوتنی شد و به کمک نظریه انحنا فضا حرکت اجرام فضایی را تشریح کرد. نظریه نسبیت اینشتین آثار دیگر نجومی را که نظریه نیوتن نمی توانست آنها را توجیه کند پیش بینی کرد. اینشتین در مورد انرژی که ابتدا ماکس پلانک فیزیکدان آلمانی در سال ۱۹۰۰ نظر خود را اعلام کرده بود تفصیل و شرح استادانه ای ارائه داد. پلانک به این نتیجه رسید که انواع شکل های انرژی از بسته های کوچکی تشکیل شده اند که او آنها را کوانتوم نامید. اینشتین نظریه پلانک را در مورد نور به کار برد و ذره انرژی نور را فوتون نامید. با این مفهوم اثر فوتوالکتریک را تشریح کرد. در پدیده فوتوالکتریک تابش پرتوهای فرابنفش به سطح فلز سبب خروج دانه های الکتریسیته به نام الکترون می شوند. این امر نیز ماهیت دوگانه نور را آشکار کرد و نشان داد که نور بعضی وقت ها مانند موج و بعضی وقت ها مانند ذره عمل می کند نیز بور فیزیکدان دانمارکی نظریه کوانتومی را برای اتم به کار برد. او شرح داد که در هر اتم الکترون ها می توانند فقط سطح های مشخصی از انرژی را داشته باشند. هنگامی که یک الکترون از سطح انرژی بیشتر به سطح انرژی کمتر انتقال یابد تفاوت انرژی در اثر این پرش کوانتومی به صورت فوتون نور تابش می شود. در سال ۱۹۲۳ لویی ویکتور دوبروی فیزیکدان فرانسوی اعلام کرد که نور ماهیت دوگانه موج - ذره را دارد، الکترون ها نیز چنین وضعی دارند. هنگامی که نظر دوبروی مورد بررسی قرار گرفت مفهوم فیزیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی روشن و موجب درک و فهم اساس ماده و حرکت شد. آزمایش هایی که بر روی هسته اتم ها صورت گرفت سبب شد

می تواند یک باریکه ای از ذره های اتمی الکتریسته دار را به وجود آورد. فیزیکدانان از این ذره ها برای بمباران اتم ها و مطالعه در چگونگی شکسته شدن آنها استفاده می کنند. مطالعاتی که با انرژی زیاد صورت گرفت سبب کشف دو ذره جدید زیراتمی شد. جریان مطالعات این پیشنهاد را در پی داشت که انواع ذره های بنیادی از چند ذره اصلی به نام کوارک ساخته شده اند. در اواخر قرن بیستم اطلاعاتی که دانشمندان از ذره های بنیادی و اثر متقابل آنها به دست آوردند تئوری جدید وحدت نیروها را مطرح کردند. این تئوری ترکیبی از چهار تئوری مربوط به نیروهای گرانشی، الکترومغناطیسی، هسته های قوی و هسته های ضعیف بود که به صورت تئوری واحد همه نیروها را دربرمی گیرد. پژوهش هایی که در فیزیک ذرات بنیادی صورت گرفته منجر به پیدایش تئوری جدید جهان شناسی شده است. در این تئوری منشاء ساز و کار و تحولات جهان بزرگ بررسی می شود. مثلاً در دهه ۱۹۲۰ ادوین هابل اخترشناس آمریکایی و دیگران کشف کردند که جهان منبسط و گسترده می شود. این موضوع تحت عنوان تئوری بینگ بنگ بیان شده و مطرح می کند که جهان در اثر یک انفجار بزرگ کیهانی آغاز شده است.

#### • شاخه های فیزیک

فیزیک را به طور سنتی به دو شاخه فیزیک کلاسیک و فیزیک جدید تقسیم می کنند. فیزیک کلاسیک شامل مکانیک نیوتنی، ترمو دینامیک، اکوستیک، اپتیک و الکترومغناطیس است.

#### • فیزیک کلاسیک

مکانیک نیوتنی شاخه ای از علم فیزیک است که براساس قوانین حرکت که در کارهای آیزاک نیوتن است پایه گذاری شده است. امروزه این شاخه فیزیک دارای حوزه وسیعی از ریاضیات عالی است که فیزیکدانان آن را برای طراحی قطارهای جدید، اتومبیل ها، هواپیماها و زیر دریایی ها و موشک های دوربرد و فضاپیماها به کار می برند. ترمودینامیک شاخه دیگری از علم فیزیک است که در موضوع انتقال گرما، تبدیل گرما به کار مفید در اثر جابه جایی های فیزیکی یا واکنش های شیمیایی مطالعه می کند. فیزیکدانان در این حوزه ممکن است در موضوع نیمه رساناها که گرما را از پرتوهای خورشید می گیرند و آن را به الکتریسته تبدیل می کنند کار کنند.

اکوستیک مطالعه علمی بر امواج صوتی و کنترل صوت است. فیزیکدانان در این قسمت در طیف وسیعی کار می کنند. آنها از لرزش های کوچک زمین تا نوسان های پرسامد فراصوتی که در پزشکی برای تشخیص بیماری ها کاربرد دارند مورد مطالعه قرار می دهند. مهندسی صدا که براساس فیزیک صوت قرار دارد در طراحی تئاتر و تهیه موزیک به کار می رود. اپتیک به انواع پدیده های نوری مربوط می شود. نور هندسی با پرتو هایی که به خط راست منتشر می شوند (که پرتو نور نامیده می شوند) مربوط می شود. پدیده های بازتابش، شکست و تشکیل تصویر در ابزار های نور مانند آینه و عدسی در نور هندسی بحث می شود. اپتیک فیزیک به ماهیت موجی نور و پدیده های تداخل، تفرق، قطبش که در ابزار های دقیق نوری مانند میکروسکوپ، دوربین عکاسی و فیلتر های نوری موثرند، می پردازد. الکترومغناطیس شاخه ای از علم فیزیک است که از نیرو های میان مواد مغناطیسی، نیرو های میان جریان های الکتریکی و روابط میان این نیرو ها بحث و مطالعه می کند. فیزیکدانان در این حوزه از علم با مغناطیس های الکتریکی که در ماشین های صنعتی مانند موتور ها و ژنراتور ها و نیز ابزار ها علمی مانند شتاب دهنده ها و ابررسانا ها به کار می روند سروکار دارند.

#### • فیزیک جدید

فیزیک جدید بر موضوعاتی مانند مکانیک کوانتومی، فیزیک هسته و ذرات بنیادی و فیزیک پلاسما متمرکز است. مکانیک کوانتومی به بررسی ساختمان و طرز کار اتم ها و ذره های بنیادی با توجه به این نظر که همه انرژی ها به صورت کوانتومی هستند می پردازد. کوانتوم مکانیک علم بررسی سلول های فوتوالکتریک، باتری های خورشیدی، پرتو فلورسنت، لیزر و اسپکتروسکوپ است. اسپکتروسکوپ دستگاهی است که برای تشخیص عناصر از یکدیگر از راه نوری که در اثر تحریک شدن تأثیر می کنند به کار می رود.

فیزیک هسته ای و ذره های بنیادی در مورد ویژگی های هسته و ذره های درون آن که هستک نامیده می شوند بحث و مطالعه می کند. ابزار آزمایش فیزیکدانان هسته ای و ذره های بنیادی شتاب دهنده های بسیار قوی ذرات و آشکار ساز ها هستند. فیزیکدانان هسته ای انرژی را که از راه شکافت هسته ای و پیوند هسته ای به وجود می آید را کنترل می کنند و آن را برای تولید انرژی هسته ای و سلاح های هسته ای به کار می برند. آنها در بخش پزشکی هسته ای هم کار می کنند تا روش های استفاده از مواد رادیواکتیو را برای تشخیص معالجه بیماری ها بیابند.

فیزیک پلاسما مربوط به بررسی آثار و اعمال پلاسما است. پلاسما که حالت چهارم ماده نیز نامیده می شود شکلی از ماده است که به صورت گاز یونیزه یون و در آن یون ها و الکترون ها به صورت آزاد حرکت می کنند. در بیرون از اتمسفر کره زمین بیش از ۹۹ درصد موادی که در جهان قابل مشاهده هستند به صورت پلاسما موجودند. در روی زمین پلاسما فقط در چند جا مانند درون حباب های فلورسنت وجود دارد. امروزه در آزمایشگاه ها از طریق یونیزه کردن گاز ها در اثر جریان الکتریکی پلاسما تولید می کنند. این پلاسمای مصنوعی را که اهمیت بسیار دارد در صنایع نیمه رسانا ها به کار می برند.

#### • فیزیک و دیگر علوم

همه شاخه های فیزیک در یک یا چند موضوع با علوم دیگر مانند زیست شناسی، شیمی، زمین شناسی و اختر شناسی پیوند یافته و مبحث های جدید زیست فیزیک، شیمی فیزیک، زمین فیزیک و اختر فیزیک را به وجود آورده اند.

زیست فیزیکدانان درباره فیزیک موجودات زنده بحث می کنند. به ویژه آنها مفاهیم و ابزار های فیزیک را برای حل مسائل زیست شناسی مانند ساختمان مولکول های مرکب یا ماهیت پالس های الکتریکی در مغز، در عصب ها، در ماهیچه ها و دیگر اندام ها به کار می برند. مثلاً در قرن بیستم پراش پرتو ایکس نقش عمده ای در کشف ساختمان و طرز کار مولکول های مهم، پروتئین ها و دی ان ای بر عهده داشت.

زمین فیزیکدان ها از علم فیزیک برای مطالعه زمین و سیاره های همسایه آن استفاده کردند. روش آنها شامل مطالعه بر پوسته، هسته، اقیانوس ها و اتمسفر زمین و سیارات دیگر منظومه شمسی بود. زمین فیزیک خود شامل رشته هایی مانند زمین پیمایی یا مساحی (ژئودوزی)، لرزه شناسی، مغناطیس زمین است. در زمین پیمایی

شکل زمین و میدان گرانش آن بررسی می شود. در لرزه شناسی لرزه هایی که در اثر جابه جایی های درون زمین یا انفجار های هسته ای زیرزمینی به وجود می آید مطالعه می شود. موضوع مغناطیس زمین در رابطه با قطب ها و میدان مغناطیسی زمین است. شیمی فیزیکدان ها به مطالعه ساختمان ماده و تغییرات انرژی که در اثر واکنش های شیمیایی یا تغییر حالت های ماده (مانند وقتی گاز به مایع تبدیل می شود) به وجود می آید، می پردازند. کیهان شناسان در موضوع مبدا، ساختار و تحولات جهان مطالعه می کنند. فیزیکدانان در این حوزه به شناسایی چگونگی سازوکاری جهان و تشخیص ماهیت ماده و انرژی می پردازند. همانطوری که مکانیک کوانتومی در مورد هسته و ذره های اتمی به بررسی می پردازد. رابطه تنگاتنگی میان مکانیک کوانتومی و اخترفیزیک وجود دارد که در تشریح ساختار و طرز کار ستارگان و دیگر اجرام فضایی به کار می رود. اختر فیزیکدانان در تلاشند تا ویژگی های هر چیزی که در جهان بزرگ مشاهده می کنند با واژه های دما، فشار چگالی و ترکیب های شیمیایی نشان دهند.

پی نوشت ها:

۱ \_ پرسش های ابوریحان و پاسخ های ابن سینا، تالیف اسفندیار معتمدی، انتشارات نغمه ۱۳۸۲

۲ \_ علم در ایران، دکتر مهدی فرشاد، تهران، انتشارات امیرکبیر، جلد اول، صفحه ۴۲۷