



مایکل فارادی، دانشمندی تجربی

محمدساعد غفوری
کارشناس ارشد تاریخ علم

چکیده

در دوره‌ای که دانشمندان اروپایی معمولاً از خانواده‌های ثروتمند برمی‌خاستند، مایکل فارادی^۱ در سال ۱۷۹۱ میلادی در یکی از فقیرترین محلات لندن چشم به دنیا گشود. او از موارد استثنا بود. فارادی با پشتکار و اراده‌ای قوی مسیری سخت را پشت سر گذاشت و از شاگردی یک صحاف خود را به بالاترین مدارج علمی رساند. او کاشف بی‌همتای واقعیت‌های آزمایشگاهی است. آزمایش‌های فارادی علم را از تئوری خشک درون کتاب‌ها به مرحله کاربرد و عمل رساند. او را به حق باید دانشمندی دانست که با آزمایش‌های خود الکتریسیته و مغناطیس را متحول کرد و انسان را از مواهب این علم برخوردار نمود. فارادی در سال ۱۸۶۷ میلادی چشم از جهان فرو بست.

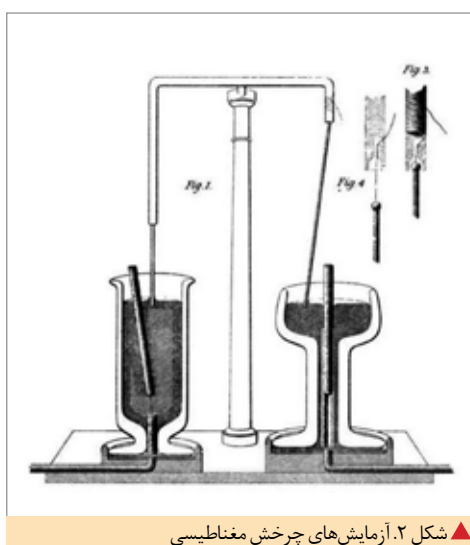
کلیدواژه‌ها: میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، الکترومغناطیس، خطوط نیرو، القای الکترومغناطیسی، الکترولیز



▲ شکل ۱. فارادی شیمی دان

۱. چرخش الکترومغناطیسی^۶

رویدادی که الهام بخش فارادی در علاقه مندی او به الکتروسیسته و مغناطیس شد آزمایش اورستند بود. می دانیم که در این آزمایش سیم حامل جریان باعث انحراف عقربه مغناطیسی در کنار سیم می شود. فارادی حدس زد که یک سیم حامل جریان می تواند یک آهن ربا را با چرخشی دائمی حول محور سیم در حال دوران نگاه دارد.



▲ شکل ۲. آزمایش های چرخش مغناطیسی

او آزمایشی را که در شکل ۲ مشاهده می کنید طراحی کرد تا این چرخش دائمی را نشان دهد. در سمت چپ این شکل جامی پر از جیوه با یک سیم ثابت حامل جریان الکتریکی را که در جیوه فرو رفته است نشان می دهد. یک میله آهن ربای کوچک ولی قوی کنار سیم قرار گرفته که با یک نخ به ته جام بسته شده است. وقتی جریان الکتریکی از سیم و جیوه درون جام عبور می کند، قطب بالایی آهن ربا گرداگرد سیم می چرخد.

تحصیلات فارادی در یک مدرسه معمولی بود و او تا ۱۳ سالگی در این مدرسه تنها خواندن و نوشتن و حساب مقدماتی آموخت، و سپس در یک صحافی مشغول به کار شد. همین شغل مسیر زندگی او را عوض کرد و او را در راستای خواندن کتاب های علمی قرار داد. فارادی می گوید: من عاشق خواندن کتاب های علمی بودم که از زیر دستم می گذشت؛ به ویژه در بین آن ها از کتاب «گفت و گوهای درباره شیمی» اثر جین مارست^۷ و نیز مقالات الکتریکی که در دایرةالمعارف بریتانیکا می خواندم بسیار لذت می بردم. دسترسی به کتاب گرچه امری لازم بود ولی برای پیشرفت فارادی کافی نبود. ولی همان کتابها سبب شد فارادی در سخنرانی های آموزشی همفردی دیوی^۸ که در مؤسسه سلطنتی در لندن ایراد می شد شرکت کند. دیوی یکی از مشهورترین دانشمندان مؤسسه سلطنتی و معلمی محبوب بود. فارادی در نامه ای به دیوی از او درخواست کرد که در آزمایشگاه وی استخدام شود. دیوی پذیرفت و ابتدا او را به عنوان کاتب و بعد به عنوان دستیار خود در آزمایشگاه مؤسسه سلطنتی به خدمت گرفت. در سال ۱۸۱۳ میلادی فارادی به همراه دیوی به عنوان دستیار در آزمایشها و یادداشت برداری عازم یک سفر دوساله اروپایی شد. شهرت دیوی درها را در هر جا می گشود و فارادی با بسیاری از دانشمندان پیشرو آن زمان مانند امپرا^۹ و اورستده^{۱۰} و ... دیدار کرد.

کار اولیه فارادی در مؤسسه سلطنتی، عمدتاً کار یک شیمی دان بود و نخستین مقاله علمی خود را در سال ۱۸۱۶ میلادی وقتی بیست و پنج ساله بود، منتشر کرد. وی تا سال ۱۸۲۰ شیمی دانی کارآزموده شده بود. همچنین در همین سال بود که به پژوهش عمده و اصلی اش یعنی الکتروسیسته و مغناطیس بازگشت.

در ادامه به مهم ترین کارهای فیزیکی فارادی می پردازیم.

تحصیلات
فارادی در
یک مدرسه
معمولی بود و
او تا ۱۳ سالگی
در این مدرسه
تنها خواندن
و نوشتن و
حساب مقدماتی
آموخت، و
سپس در یک
صحافی مشغول
به کار شد.
همین شغل
مسیر زندگی
او را عوض
کرد و او را در
راستای خواندن
کتاب های علمی
قرار داد

سمت راست شکل نیز آزمایش مشابهی را نشان می‌دهد که در آن آهن‌ربا ثابت است و سیم حامل جریان می‌چرخد. با انتشار این آزمایش، فارادی در مقام یکی از دانشمندان درجه اول اروپا قرار گرفت و از آن پس در هر آزمایشگاه، دستگاهی مشابه دستگاه شکل ۲ ساخته شد. دستگاه فارادی کاملاً کاربردی بود. در حقیقت او موتور الکتریکی را اختراع کرده بود.

۲. القای الکترومغناطیسی^۷

قبل از فارادی، اورستد اثر مغناطیسی ایجادشده توسط جریان الکتریکی را نشان داده بود. حال، نخستین آزمایش القای فارادی نمایش معکوس این عمل بود. یعنی او با تغییر میدان مغناطیسی توانست یک میدان الکتریکی ایجاد کند.

کل ۳ آزمایش القای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد. فارادی به دور یک استوانه توخالی مقداری سیم روکش دار پیچید و انتهای آن را به یک گالوانومتر متصل کرد. با حرکت دادن یک آهن‌ربای الکتریکی یا آهن‌ربای ثابت درون استوانه توخالی اول، گالوانومتر ایجاد جریان الکتریکی را نشان می‌دهد. این آزمایش فارادی در واقع اساس کار مولدها و مبدل‌های الکتریکی است که امروز چرخ‌های عظیم صنعت و فناوری را به حرکت درمی‌آورد.

۳. قوانین الکترولیز فارادی^۸

آزمایش‌های الکترولیز آب، قبلاً در سال ۱۸۰۰ میلادی، انجام شده بود ولی فارادی با انجام این آزمایش‌ها به دو نکته مهم رسید. اولاً در تمام موارد، مقدار ماده تجزیه شده متناسب با بار الکتریکی عبوری از مدار است، و ثانیاً جرم عناصر آزادشده در الکترولیز نیز متناسب با جرم اتمی مواد است. بدین ترتیب ما می‌توانیم اعتبار و امتیاز بنیان‌گذاری علم الکتروشیمی را از آن فارادی بدانیم. او نه تنها دو قانون اساسی الکتروشیمی بالا را پیشنهاد کرد، بلکه زبان الکتروشیمی، شامل اصطلاحات الکترولیت، الکتروود، کاتود، آنود، کاتیون، آنیون و یون را نیز خودش ابداع کرد (شکل ۴).

۴. آزمایش اتافک فارادی^۹

این آزمایش نشان می‌دهد که بارهای الکتریکی همواره روی سطح خارجی رسانا پخش می‌شوند؛ به عبارت دیگر میدان الکتریکی نمی‌تواند به داخل یک رسانا نفوذ کند. این آزمایش هم بسیار کاربردی است طوری که می‌توان با استفاده از آن برای ساختمان‌ها حفاظ الکتریکی یا همان برق‌گیر را ساخت، و یا با یک توری فلزی، سپری در مقابل جرقه‌های الکتریکی ساخت. به شکل ۵ توجه کنید.



▲ شکل ۳. آزمایش القای الکترومغناطیسی



▲ شکل ۴.



▲ شکل ۵. اتافک فارادی

قبل از فارادی، اورستد اثر مغناطیسی ایجادشده توسط جریان الکتریکی را نشان داده بود. حال، نخستین آزمایش القای فارادی نمایش معکوس این عمل بود. یعنی او با تغییر میدان مغناطیسی توانست یک میدان الکتریکی ایجاد کند

۵. اثر مغناطیسی - نوری^۱

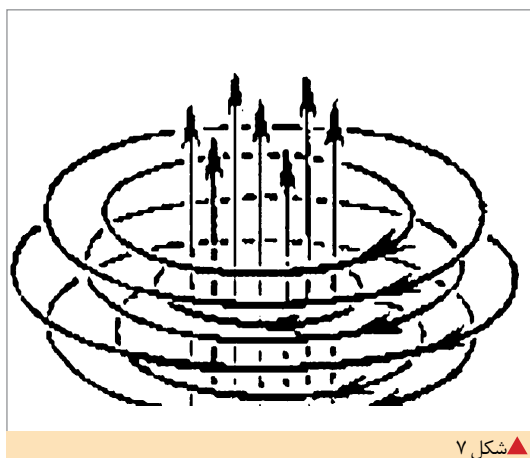
پدیده قطبش نور به‌ویژه در نور بازتابش شده از سطح اجسام، سال‌ها پیش شناخته شده بود. فارادی نشان داد که یک آهن‌ربای قوی می‌تواند یک دی‌الکتریک شفاف را تحت تأثیر قرار دهد، به‌گونه‌ای که دوقطبی‌های دی‌الکتریک بتوانند باعث انحراف پرتوهای قطبیده‌شده نورانی شوند (شکل ۶). به عبارت دیگر فارادی نشان داد که رابطه‌ای بین نور و میدان مغناطیسی وجود دارد؛ و همین کشف به یکی از دستاوردهای مهم قرن نوزدهم منجر شد و توسط ماکسول فرمول‌بندی شد. فارادی آزمایش‌های جالبی نیز در مورد مواد دیامغناطیس و دور شدن آن‌ها از میدان‌های مغناطیسی انجام داد.



▲ شکل ۶. قطعه شیشه‌ای

۶. خطوط نیرو

فارادی از پذیرش مفهوم جاذبه بین دو جسم که نیوتون ابداع کرده بود امتناع می‌کرد. این اصل که کنش از راه دور^{۱۱} نامیده می‌شد، بیان می‌کند که یک نیرو خواه الکتریکی، خواه مغناطیسی و خواه گرانشی می‌تواند از فضای خالی از یک جسم به جسم دیگر برسد. در جهان بینی فارادی، فضا با میدان‌هایی شامل خطوط نیرو اشغال شده است. به عبارت دیگر در فضای اطراف هر بار الکتریکی یک میدان الکتریکی با خطوطی نامرئی قرار گرفته است و اگر بار الکتریکی دیگری در این میدان قرار گیرد، در اثر برهم‌کنش با این خطوط بر آن نیرو وارد می‌شود و این قاعده در مورد نیروی مغناطیسی و نیروی گرانشی هم صادق است. شکل ۷ این خطوط را نمایش می‌دهد.



▲ شکل ۷

این نیروها و نیروی گرانش برقرار کند. وی در یادداشت‌های آزمایشگاهی‌اش می‌نویسد: نیروی گرانش حتماً باید رابطه‌ای با دو نیروی الکتریکی و مغناطیسی داشته باشد. او از پای نشستن و آزمایش‌های زیادی طراحی کرد. اما نیروی گرانش از پیوستن به نیروهای دیگر امتناع می‌کرد. او در پایان گزارش کارش می‌نویسد: نتایج منفی بود. اما این نتایج احساس مرا در مورد وجود رابطه‌ای بین گرانش و الکتروسیسته و مغناطیس متزلزل نمی‌کند.

فارادی در صف بلند فیزیک‌دانان برجسته‌ای که برای یافتن «نظریه وحدت نیروها» پژوهش کرده‌اند نفر اول است. صد سال بعد از او اینشتین هم سال‌ها تلاش کرد، با این حال برای ایجاد یک «نظریه میدان واحد» که شامل گرانش و الکترومغناطیس باشد ناموفق ماند.

این نظریه فارادی مخالفانی هم داشت، زیرا فارادی با زبان ریاضی پیشرفته‌ای که مورد انتظار نظریه پردازان آن دوره بود بحث نمی‌کرد. ریاضیات فارادی فراتر از ریاضیات مقدماتی نبود. احتمالاً در زمان فارادی ریاضیات امتیازی برای خلاقیت بوده است. به گفته نظریه پرداز بزرگ میدان در قرن بیستم، آلبرت اینشتین^{۱۲}، مفهوم میدان محصول یک ذهن فوق‌العاده مبتکر و بدیع است، ذهنی که هرگز چسبیده به فرمول‌ها نیست. گرچه جیمز کلارک ماکسول^{۱۳} مدت کوتاهی پس از مرگ فارادی نظریه بزرگ الکترومغناطیس را دسته‌بندی و ارائه کرد.

فارادی در آخرین کارهایش، آزمایش‌های دیگری را شروع کرد که البته به نتیجه‌ای هم نرسید. او با الهام از ارتباط بین نیروهای الکتریکی و مغناطیسی، سعی کرد رابطه‌ای بین

فارادی با
الهام از ارتباط
بین نیروهای
الکتریکی و
مغناطیسی،
سعی کرد
رابطه‌ای بین
این نیروها و
نیروی گرانش
برقرار کند

پی‌نوشت‌ها

1. Michael Faraday
2. Jane Marcet
3. Humphy Davy
4. Ampere
5. Oersted
6. Electromagnetic Rotation
7. Electromagnetic Induction
8. Faraday's Laws of Electrolysis
9. the Faraday Cage
10. magneto-optical effect
11. action-at-distance
12. Albert Einstein
13. James Clark Maxwell

منابع

۱. سرگذشت فیزیک نوین، اثر میشل بیژونسکی، ترجمه لطیف کلشیکو.
۲. سرگذشت فیزیک، اثر جورج گاموف، ترجمه رضا اقصی.
۳. فیزیک‌دانان بزرگ از گالیله تا هاوکینگ، اثر ویلیام مکوپر، ترجمه احمد خواجه نصیر طوسی