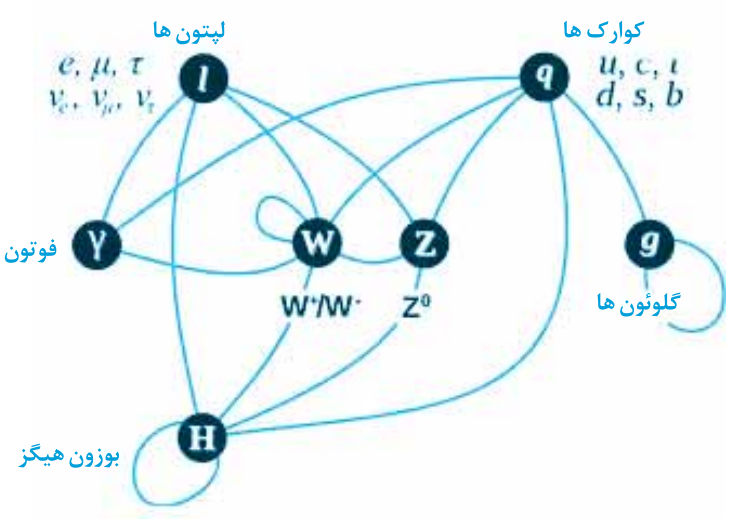

کشف قطعهٔ نهایی مدل استاندارد

منیژه رهبر

اخبار علمی

روز چهاردهم تیرماه جوانیکادلا[1] و فابیولا جیانوتی[2] رهبران دو گروه آزمایشی، که در برخوردهندهٔ بزرگ هادرونی (LHC) سرن در نزدیکی ژنو در پی یافتن ذره‌ای گریزپا بودند، اعلام کردند که دلایل قاطعی بر وجود ذره‌ای به دست آورده‌اند که می‌تواند بوزون هیگز باشد.

بوزون هیگز قطعه نهایی مدل استاندارد ذرات بنیادی است. این مدل ذرات تشکیل‌دهندهٔ عالم و نیروهای کنترل کنندهٔ آن را توصیف می‌کند. این ذره به افتخار پیترهیگز[3] نام‌گذاری شده است که در سال ۱۹۶۴ وجود آن را پیش‌بینی کرد. این ذره و میدان وابسته به آن بیان می‌کند که چرا ذرات بنیادی مدل استاندارد دارای جرم هستند. طبق این نظریه، میدان هیگز همواره و در همه‌جا، حتی در پایین‌ترین تراز انرژی خود، دارای مقدار غیر صفر است. ذرات بنیادی دیگر در برهم کنش مدام با این میدان اجرام به‌دست می‌آورند (البته، همه ذرات بنیادی دارای جرم نیستند). بوزون هیگز، که پایین‌ترین حالت برانگیختهٔ ممکن میدان هیگز است، مدت‌ها هدف پژوهش دانشمندان بوده و میلیاردها دلار و میلیون‌ها ساعت کار دانشمندان صرف یافتن آن شده است. یکی از اهداف اصلی برخوردهندهٔ بزرگ هادرونی[4] (LHC) در سرن یافتن همین ذره و اندازه‌گیری ویژگی‌های آن بوده است.

این کشف اوج موفقیت برای مدل استاندارد است که بهترین توصیف موجود برای طرز کار عالم- البته به استثنای حوزهٔ گرانی که در آن نظریهٔ نسبیت حکمفرماست- به‌شمار می‌رود. در این مدل ۱۷ ذرهٔ بنیادی وجود دارد که ۱۲ ذرهٔ آن فرمیون‌هایی مانند کوارک‌ها (اجزای تشکیل‌دهندهٔ پروتون و نوترون) و الکترون‌های اطراف هسته است. این فرمیون‌ها ماده را تشکیل می‌دهند. چهار ذرهٔ دیگر این مدل بوزون‌های پیمانه‌ای هستند، که وظیفهٔ انتقال نیروها و فراهم آوردن امکان برهم کنش فرمیون‌ها را به‌عهده دارند: فوتون‌ها حامل نیروی الکترومغناطیسی هستند که الکترون‌ها را در مدار نگه می‌دارد؛ گلوئون‌ها از طریق نیروی هسته‌ای قوی کوارک‌ها را به صورت پروتون و نوترون درمی‌آورند؛ بوزون‌های W و Z حامل نیروی هسته‌ای ضعیف‌اند که مسئول برخی واپاشی‌های هسته‌ای است. هیگز، گرچه بوزون است (یعنی اسپین خاصی دارد)، اما بوزون پیمانه‌ای نیست. فیزیک‌دانان برای انتقال نیرو به آن نیاز ندارند، بلکه برای جرم دادن به سایر ذرات به‌کار می‌رود. دو تا از ۱۶ ذرهٔ دیگر این مدل، یعنی فوتون و گلوئون، بی‌جرم‌اند، اما بدون بوزون هیگز نمی‌توان توجیه کرد که جرم ذرات دیگر از کجا آمده است.

برای فرمیون‌ها این موضوع مهم نیست، زیرا قاعده‌های مدل استاندارد امکان اختصاص دادن جرم به آنها را فراهم می‌سازد. ولی این ترفند برای بوزون‌ها کارساز نیست. در غیاب بوزون هیگز، قواعد مدل استاندارد ایجاب می‌کند که بوزون‌ها بی‌جرم باشند، اما W و Z نه‌تنها چنین نیستند، بلکه در واقع ذرات بسیار سنگینی به‌شمار می‌آیند و جرمی در حدود ۱۰۰ برابر جرم پروتون دارند. این موضوع بوزون هیگز را برای مدل استاندارد بسیار بااهمیت می‌سازد. اما چرا جست‌وجوی آن تقریباً نیم قرن طول کشیده است؟ پاسخ این پرسش ناپایداری شدید این بوزون است که مشاهدهٔ مستقیم آن را ناممکن می‌سازد. آشکارسازهای ATLAS، و CMS، که در دو طرف حلقه LHC قرار دارند، طوری طراحی شده‌اند که ذرات قابل مشاهدهٔ محصول واپاشی هیگز را آشکار سازند.

ذرهٔ هیگز را به‌واسطهٔ نقش بنیادی آن در فیزیک ذرات بنیادی «ایزو- ذره» می‌نامند. این ذره بوزون است و تعداد بسیار زیادی از آن می‌تواند در یک مکان و در یک حالت کوانتومی وجود داشته باشد. طبق پیش‌بینی مدل استاندارد جرم آن ۱۲۵ Gev /c^2 است، اسپین ذاتی، بار الکتریکی، و بار رنگی ندارد. اکنون آزمایشگران در سرن سرانجام ذره‌ای را مشاهده کرده‌اند که ویژگی‌های آن با بوزون هیگز سازگار است.

پی‌نوشت

1. Joe in candela
2. Fabiola Gianotti
3. Peter Higgs
4. Large Hadron Collider

منبع

1. "CERN experiments observe Particle Consistent With Long Sought Higgs boson", CERN Press release 4 July 2012.