سه شنبه 02 مهر 1387 - 08:48

چطور برخورد دهنده بزرگ هادرون (LHC) کار می‌کند؟

همشهری آنلاین - رشید عسگری

شاید این روزها خبرها و عکس‌هایی از برخورد دهنده بزرگ هادرون (Large Hadron Collider:LHC) دیده باشید

تعداد زیادی دانشمند و مهندس که در همه عکس‌ها در حال نگاه کردن یا اشاره کردن به یک تونل بزرگ هستند!

خوب به هر حال این آدم‌های به ظاهر بیکار حتماً در حال تلاش برای هدفی مهم هستند که رسانه‌ها کار آن‌ها را «آزمایش مهبانگ(Big Bang)» یا «بزرگترین آزمایش تاریخ» می‌خوانند. بیایید در اینجا کمی بیشتر در مورد این آزمایش و این همه تجهیزات غول پیکر بدانیم و یک قدم از دوستان خود جلو بزنیم.

این آزمایش حاصل کار یک تونل و یک شتاب دهنده در 100متر زیر مرز فرانسه و سوئیس است. LHC قسمتی از پروژه آزمایشی سازمان تحقیقات هسته‌ای اروپا یا CERN است و تمام پروژه 6میلیارد دلار هزینه برده است.

چند لحظه بعد از شروع این آزمایش آهنرباهای الکتریکی غول پیکری اتم‌ها و شعاع‌های اتمی را با سرعتی نزدیک به سرعت نور به حرکت در می‌آورد و با هم برخورد می‌دهد

در جستجوی راز هستی

9هزار فیزیکدان، متخصص و مهندس از سراسر جهان در این مرکز با زیر نظر گرفتن رفتار ذرات و آثار این برخوردها به مطالعه چگونگی بوجود آمدن جهان و حتی دلیل بوجود آمدن آن می‌پردازند. هر لحظه از این آزمایش به ما در درک جهان کمک می‌کند و هزاران راز خلقت را آشکار می‌سازد.

دانشمندان برای درک بهتر این اسرار از نظریه‌ای به نام مدل استاندارد استفاده می‌کنند. این نظریه ترکیبی از نظریه نسبیت اینشتین و تئوری کوانتوم است. این نظریه با سه تا از چهار نیروی اساسی جهان یعنی نیروی قوی هسته، نیروی ضعیف هسته و نیروی الکترومغناطیس سر و کار دارد و با نیروی چهارم که نیروی جاذبه است سر و کاری ندارد.

این نظریه توضیحاتی در مورد چندین پدیده فیزیکی دارد که درستی بسیاری از آن‌ها با انجام آزمایش‌های فراوان به اثبات رسیده و یا تا حد قابل قبولی به اثبات درستی آن‌ها نزدیک شده‌ایم. ولی جنبه‌های دیگر این نظریه همچنان در ابهام قرار دارد. یکی از ذرات زیر اتمی که توضیحی برای آن ارائه نشده است ذره «هیگز» (Higgs) است.

پیتر هیگز، ذره هیگز به افتخار فرضیه او نام گذاری شده است

تحقیق بر روی این ذره می‌تواند به این سوال پاسخ دهد که چرا جرم وجود دارد؟ چرا اجسام جرم دارند؟

دانشمندان ذراتی را می‌شناسند که جرمی ندارند. مانند نوترون. ولی در مقابل ذراتی وجود دارند که جرم دارند. دانشمندان برای توضیح این پدیده به سراغ مکانیزم هیگز رفته‌اند. بر اساس این قسمت از نظریه باید ذره‌ای وجود داشته باشد و به همراه آن یک نیرو که به اجرام جرم بدهد. این درحالی است که بعضی از دانشمندان معتقدند که ممکن است این ذره حتی وجود نداشته باشد و بعضی هم معتقدند که این آزمایش نه تنها ما را به حقایقی از این قبیل می‌رساند بلکه ممکن است چیزهایی را به ما نشان دهد که ما حتی آن‌ها را در نظر نگرفته‌ایم.

موضوع دیگری که دانشمندان به دنبال کشف آن هستند ریشه در پیدایش جهان ماده دارد. در ابتدا انرژی و ماده با هم در آمیخته بودند. بعد از اینکه ماده و انرژی در ابتدای خلقت از هم جدا شدند ذرات ماده و پادماده یکدیگر را خنثی کردند. اگر این دو مقدار مساوی بود آنوقت دیگر ماده‌ای برای ما باقی نمی‌ماند و این دو ذره یکدیگر را کاملاً از بین می‌بردند. ولی خوشبختانه بیشتر از مقدار پاد ماده، ماده وجود داشت.

دانشمندان امیدوارند که این فرایند و وجود پاد ماده را در آزمایش LHC مشاهده کنند و به این سوال پاسخ دهند که چرا تفاوتی در مقدار ماده و پاد ماده وجود داشته است.

«ماده تاریک» نیز یکی از مقاصد مهم دانشمندان در این آزمایش است. درک کنونی ما از جهان نشان می‌دهد که مقدار ماده‌ای که می‌بینیم و در اطراف ما و کهکشان ما قرار دارد تنها 4درصد کل ماده در جهان است و دانشمندان از روی حرکات کهکشان‌های اطراف ما حدس می‌زنند که مقدار ماده‌ای وجود دارد که ما قادر به رویت آن نیستیم و نام ماده تاریک را بر آن نهاده‌اند.

با این حال تمام ماده‌ای که در جهان وجود دارد، یعنی ماده قابل رویت و ماده تاریک تنها 25درصد از جهان را تشکیل می‌دهند. فرضیات می‌گویند که باقی جهان از انرژی که نام آن را «انرژی تاریک» می‌گذارند تشکیل شده است. دانشمندان با انجام آزمایش‌ها و مشاهدات مختلف در LHC امیدوارند که اثباتی برای این فرضیات پیدا کنند و یا به نتایجی برسند که توضیحات متفاوتی برای این پدیده‌ها ارائه بدهد.

این پیش بینی‌های عجیب و تکان دهنده تنها بخشی از اهداف آزمایشات دانشمندان در LHC است و ممکن است آزمایشات آن‌ها به نتایج باورنکردنی دیگری نیز برسد.

اگر به نظر شما ماده - پاد ماده و ماده و انرژی تاریک خیلی هم عجیب نیستند شاید بخواهید بدانید که بعضی دانشمندان معتقدند که LHC به آن‌ها کمک می‌کند تا به ابعادی بیشتر از ابعاد فعلی دنیای ما برسند. ما تا به حال تحت چهار بعد، یعنی 3 بعد فضایی طول و عرض و ارتفاع ؛ و زمان زندگی کرده‌ایم و یا شاید تنها اینطور فکر می‌کنیم و ابعاد دیگری نیز وجود دارند!

بعضی از نظریه‌های فیزیک تنها در ابعادی بیشتر از ابعاد 4گانه ما درست هستند. برای مثال حالتی از نظریه ریسمان (StringTheory) تنها در ابعاد بالای 11تا به نتیجه می‌رسد.

نظریهٔ ریسمان شاخه‌ای از فیزیک نظری و بیشتر مربوط به حوزه فیزیک انرژی‌های بالاست .این نظریه در ابتدا برای توجیه کامل نیروی قوی به وجود آمد ولی پس از مدتی با گسترش کرومودینامیک کوانتومی کنار گذاشته شد و در حدود سالهای ۱۹۸۰ دو باره برای اتحاد نیروی گرانشی و برطرف کردن ناهنجاری‌های تئوری ابر گرانش وارد صحنه شد. بنا بر آن ماده در بنیادین‌ترین صورت خود نه ذره بلکه ریسمان مانند است. یعنی تمام ذرات بنیادین (مثل الکترون، پوزیترون و فوتون) اگر با بزرگنمایی خیلی خیلی زیاد نگریسته‌شوند ریسمان‌دیس هستند. ریسمان می‌تواند بسته (مثل حلقه) یا باز (مثل بند کفش) باشد. توضیح اینکه چرا ابعادی بیشتری برای طرح این نظریه و وجود ریسمان‌ها لازم است مربوط به مباحث فیزیک نظری و نظریه گروه‌ها در ریاضی است.

این نظریه در بین فیزیکدانان و دانشمندان طرفداران زیادی دارد و آن‌ها امیدوارند که LHC به آن‌ها کمک کند تا نظر منتقدان را کمی تغییر دهند و قسمت‌هایی از درستی نظریه ریسمان را ثابت کنند.

LHC و حساب و کتاب آن!

تمام این‌ها به تاسیسات عظیمی در مرز بین فرانسه و سوئیس وابسته است. محیط تونل شتاب‌دهنده و سالن‌ها برخورد دهنده 27 کیلومتر است و در 100متری زیر زمین قرار دارد. تأسیسات کنترل و محل کار دانشمندان و مهندسین بالای این دستگاه‌ها و در سطح زمین است و دسترسی به تونل‌ها از طریق آسانسور و پله انجام می‌پذیرد.

شتاب‌دهنده با آهنرباهای بسیار قوی کار می‌کند و به ذرات سرعتی برابر 99.99درصد سرعت نور می‌دهد. این آهنرباها از نوع ابر رسانا هستند و صدها تون وزن دارند. در ساخت

تونل شتاب‌دهنده از 9600 قطعه از این آهنرباها استفاده شده است. برای سرد کردن آهنرباها دمای آن‌ها را به 271.25 درجه سلسیوس زیر صفر می‌رسانند. این دما حتی از خلأ خارج از جو نیز سردتر است.

نامی از خلأ بردیم و بهتر است بدانید که مسیر تونل شتاب‌دهنده برای گذر شعاع ذرات عاری از هرگونه مولکول اضافی است. حتی یک مولکول مزاحم نیز می‌تواند مسیر حرکت شعاع‌ها را تغییر دهد و پمپ‌های تخلیه بسیار پرقدرتی وظیفه تخلیه تونل‌ها را دارند که حتی یک مولکول گازی شکل را نیز از قلم نمی‌اندازند.

LHC و تمام آزمایش‌های آن دارای 150میلیون حسگر و شناساگر هستند. اطلاعاتی که این حسگرها در هر ثانیه به کامپیوترها و مراکز پردازش اطلاعات می‌فرستند 700مگابایت است! این به این معنی است که اگر LHC به طور بی وقفه در یک سال کار کند 15میلیون گیگابایت اطلاعات از آزمایشات آن جمع آوری می‌شود.

شاید به فکر انرژی که این مرکز مصرف می‌کند نیز افتاده باشید. پیش بینی می‌شود که LHC سالانه 800هزار مگاوات ساعت برق مصرف کند. هزینه این مقدار برق 19میلیون یورو تخمین زده می‌شود!

اساس کار این آزمایش به این گونه است که دو شعاع ذرات را از دو جهت مخالف به سمت یکدیگر می‌فرستند و بعد از برخورد آن‌ها به هم رفتار آن‌ها را مشاهده می‌کنند.

در قلب LHC

بیایید به سفر یک پروتون در LHC نگاهی بیندازیم. ابتدا دانشمندان از اتم هیدروژن الکترون را خارج می‌کنند تا پروتون از آن باقی بماند. سپس پروتون‌ها وارد LINAC2 می‌شوند. این دستگاه‌ها پروتون‌ها را به داخل شتاب‌دهنده‌ای به نام PS Booster شلیک می‌کند. از فرکانس‌های رادیویی خاصی برای شتاب دادن به پروتون و از آهنرباهای ابر رسانا برای نگاه داشتن آن‌ها در مسیر استفاده می‌شود.

وقتی پروتون به سرعت مناسب می‌رسد، PS Booster آن را به دستگاه دیگری به نام SuperProtonSynchrotron می‌فرستد. در این مرحله پروتون‌ها به گروه‌هایی تقسیم بندی می‌شوند و در همین گروه‌ها حرکت می‌کنند. هر گروه دارای 1.1×10^11 پروتون است و در هر شعاع 2808گروه وجود دارد. این دستگاه شعاع‌ها را در جهتی مخالف یکدیگر حرکت می‌دهد.

در داخل LHC و بعد از 20دقیقه شعاع‌ها 11245 بار در داخل تونل می‌چرخند و در یک ثانیه 600میلیون بار برخورد می‌کنند.

با برخورد پروتون‌ها با هم ذراتی کوچکتر تشکیل می‌شوند. از فروپاشی پروتون ذراتی شکل می‌گیرند که عمر آن‌ها چند هزارم ثانیه است. حسگرها اطلاعات تشکیل و تبدیل این ذرات زیر اتمی را دریافت و آن‌ها را به مراکز پردازش اطلاعات می‌فرستند.

در این میان بعضی از پروتون‌ها با یکدیگر برخورد نمی‌کنند و تا جایی که به مرحله فروپاشی برسند به حرکت ادامه می‌دهند. در این مرحله پروتون‌های اضافی توسط پرده‌ای از گرافیت جذب می‌شوند.

پردازش اطلاعات

طراحان سیستم کامپیوتری و پردازشی CERN به جای استفاده از ابر کامپیوترها برای انجام محاسبات، از روش پردازش موازی یا Parallel Computing استفاده می‌کنند. به این ترتیب که اطلاعات به جای پردازش در داخل مرکز به چندین کامپیوتر در نقاط مختلف فرستاده می‌شود و هر کامپیوتری قسمتی کوچک از پردازش را انجام می‌دهد ولی در عوض مجموع این پردازش‌ها، انبوهی از اطلاعات پردازش شده و آماده مطالعه می‌شود.

گروه اول کامپیوترهای این شبکه در داخل CERN قرار دارد و اطلاعات را برای پردازش به قسمت‌های کوچکی تقسیم می‌کند. دوازده گروه کامپیوتر دیگر در دوازده کشور شامل: کانادا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، اسپانیا، سوئیس، تایوان، هلند، انگلستان، آمریکا و یکی از کشورهای اسکاندیناوی اطلاعات را با استفاده از اتصال‌های که سرعتشان به 10گیگابایت بر ثانیه می‌رسد، دریافت و پردازش می‌کند.

در مرحله‌ای دیگر گروهی از کامپیوترهای کوچک‌تر شامل کامپیوترهای دانشگاه‌ها و مراکز علمی به کمک کامپیوترهای دیگر می‌آیند و بعد از اتمام کار پردازش اطلاعات را به کامپیوترهای بالایی خود می‌فرستند و سرانجام به CERN. [هکرها به LHC نفوذ کردند]

آیا LHC زندگی ما را تهدید می‌کند؟

گروهی از مردم معتقدند که آزمایشاتی از این قبیل ممکن است مشکلات جدی برای سیاره ما بوجود آورد. دو نفر از بازنشسته‌های بازرسان هسته‌ای در مارچ 2008 شکایتی را به دادگاه ایالتی هاوایی بردند و با مطرح کردن شکایت خود خواستار توقیف LHC شدند.

این نگرانی ناشی از این دیدگاه است که آزمایشات LHC باعث ایجاد سیاه چاله‌هایی می‌شود. سیاه چاله‌ها اجسام یا ناحیه‌هایی غیر شناخته شده و غیر مطالعه شده هستند که اجرام را در خود فرو می‌برند و آن‌ها را به انرژی و ماده‌هایی با چگالی بی نهایت تبدیل می‌کند.

مسئولین CERN نیز با قدرت تمام این حرف‌ها را تأیید کردند! ولی به مردم این اطمینان را دادند که مقدار سیاه چاله‌های ایجاد شده در LHC آنقدر کم است که در کمتر از ثانیه نابود می‌شوند.

دیدگاهی که از سیاه چاله‌ها وجود دارد، مربوط به نابود شدن ستاره‌ها در کهکشان‌های دیگر است. ولی روشن است که جرم نابود شده با مقدار سیاه چاله مرتبط است و مقدار پروتون در LHC با جرم ستاره ها قابل مقایسه نیست.

نگرانی‌های دیگری نیز وجود دارد. بعضی‌ها از Strangelets ها حرف می‌زنند. گیتی شناس‌ها بر این باورند که این ناحیه‌ها باعث ایجاد میدان گرانشی قوی می‌شود که ممکن است زمین را به ویرانه‌ای تبدیل کند.

مسئولین CERN بار دیگر با قدرت و اطمینان به این اعتراضات نیز پاسخ دادند! آن‌ها می‌گویند که اولاً Strangelets ها تنها زایده یک فرضیه هستند و هیچ مشاهده‌ای وجود آن‌ها و اثراتشان را ثابت نمی‌کند. دوماً اینکه اگر هم همچنین ناحیه‌های بوجود آیند بسیار ضعیف و نا پایدار خواهند بود. جواب تقریباً قانع کننده دیگری نیز به این اعتراضات داده شده‌است. بعضی می‌گویند که این Strangelets ها زایده تشعشعات کیهانی هستند و اگر وجود هم داشته باشند حتما تا به حال به زمین نزدیک شده‌اند و با توجه به اینکه زمین هنوز زمین است و ما انسان‌ها هنوز هم در آن زندگی می‌کنیم، Strangeletsها را خیلی هم نباید جدی گرفت!

اکثریت دانشمندان و صاحب نظریان بر این باورند که این آزمایش افق دید ما را در درک بهتر جهان گسترس می‌دهد. تلسکوپی که گالیله ساخته بود در حد دوربین‌هایی که امروزه همه جا می‌توان آن‌ها را خریداری کرد، قدرت بزرگنمایی داشت ولی با این حال ما را به درک بهتر کهکشانمان رساند. آزمایش‌هایی مانند LHC با اینکه ممکن است در اول راه خود باشند ولی با این حال می‌تواند در آینده، علم دانش بشری را به دوردست ببرد