

## تازه‌ترین اخبار درباره‌ی هیگز

منبع: CERN Courier (Jan 25, 2012)

روز سیزده دسامبر ۲۰۱۱ روزی است که افراد بسیاری آن را به خاطر خواهند سپرد. همه بی‌صبرانه منتظر بودند که آخرین نتایج آشکارسازهای ATLAS و CMS در مورد به دام اندازی بوزون هیگز گریز یا، چه خواهد بود. تنها مدیریت ارشد هر آزمایش می‌دانست که آزمایش دیگر چه نتایجی را ارائه خواهد کرد و این اخبار از بقیه مخفی نگاه داشته شده بود تا جنبه‌ی غافلگیرکننده‌ی آن حفظ شود.

از ساعت ۸:۳۰ صبح فیزیک‌پیشگان به سمت تالار اصلی همایش‌های سرن سرازیر شدند و در ساعت ۱۰:۳۰ سالن به کلی از جمعیت پر شده بود (در حالی که هنوز سه ساعت و نیم تا شروع سخنرانی‌ها مانده بود) و دیگر کسی به داخل سالن راه داده نمی‌شد. فضای هم‌آیش تقریباً حالت جشن و روز تعطیلی را داشت شاید به این دلیل که شبکه‌ی بی‌سیم اشباع شده بود و هیچ‌کس نمی‌توانست کار کند. در اتاق جداگانه‌ای که خبرنگاران خبرگزاری‌های مختلف و کانال‌های تلویزیونی حضور داشتند تا بتوانند در این هیجان سهیم شوند همین انتظار بی‌صبرانه حس می‌شد.

### این همه هیجان برای چه بود؟

جواب کوتاه این است: در سخنرانی‌ها معلوم شد اگر بوزون هیگز به همان شکلی وجود داشته باشد که مدل استاندارد پیش‌بینی می‌کند جرم آن باید بین  $115/5 \text{ GeV}$  تا  $127 \text{ GeV}$  باشد. اگر بخواهیم دقیق‌تر بگوییم، آزمایش CMS با میزان اطمینان ۹۵٪ امکان وجود بوزون هیگز با جرم بیشتر از  $127 \text{ GeV}$  را رد می‌کند و آزمایش ATLAS جرم کم‌تر از  $115/5 \text{ GeV}$  و جرم بیشتر از  $131 \text{ GeV}$  را. (به استثنای بازه‌ی کوچک بین  $237-251 \text{ GeV}$  که آزمایش ATLAS هنوز رد نکرده است). حدهای بالا برای محدوده‌ای که جرم هیگز در آن قرار نمی‌گیرد برای ATLAS برابر است با  $468 \text{ GeV}$  و برای CMS  $600 \text{ GeV}$ .

پیدا کردن حد پایین بازه‌ی را که جرم هیگز در آن قرار نمی‌گیرد، رخ داده‌ای افزون بر انتظار در انرژی‌های حدود  $120 \text{ GeV}$  در هر دو

بسیار چشم‌گیر و سریع بود اما جهت آن معکوس بود. محققین دانشگاه سیدنی مقدار این تغییر را  $0.24$  - نانومتر در هر دقیقه اندازه‌گیری کردند. این مقدار آن قدر هست که  $12$  دقیقه تابش نور بتواند میکروکاواک به‌دام‌اندازنده‌ی مد را به‌وجود آورد. (علامت منفی به این معنی است که باید ناحیه‌ی بیرون کاواک را تابش داد.) علاوه بر این، چون ماده در طول تابش‌دهی خنک می‌ماند، اگلتون توانست به‌صورت دینامیک تغییرات در طیف تراگسیلی را تحت‌نظر داشته باشد. این که شعاع مؤثر تار کالکوژنید چه‌گونه با حرارت و آلابش یونی تغییر می‌کند موضوعی جالب و مسئله‌ی باز است.

Optical-fiber microcavities reach angstrom-scale precision  
Mark Wilson

مترجم: محمدکریم سعیدقلاتی

مراجع:

- [1] M. Pöllinger et al., Phys. Rev. Lett. 103 (2009) 053901.
- [2] M. Sumetsky et al., Opt. Lett. 36 (2011) 4824.
- [3] M. Sumetsky et al., <http://arxiv.org/abs/1112.5175v1>.
- [4] T. A. Burks, J. C. Knight, T. E. Dimmick, IEEE Photonics Technol. Lett. 12 (2000) 182.
- [5] F. Luan et al., Opt. Lett. 36 (2011) 4761.
- [6] B. J. Eggleton et al., Nat. Photonics 5 (2011) 141.

1. buffer
2. microcavity
3. whispering-gallery modes
4. University of Bath
5. evanescent
6. Surface Nanoscale Axial Photonic: در انگلیسی واژه‌ی snap به معنی «بشکن» است و وقتی گفته می‌شود "it's a snap" منظور سادگی کار است که به آسانی بشکن‌زدن است [ویراستار].
7. chalcogenide: کالکوژن‌ها به عناصر گروه ۱۶ (نیز معروف به خانواده‌ی اکسیژن) گفته می‌شود، کالکوژنید نمک‌های دوتایی عناصر این گروه به‌غیر از اکسیژن هستند و معمولاً نامی‌ست که برای سولفیدها، سلنیدها، و تلوریدها به‌کار می‌رود منبع: ویکی‌پدیا.

می‌دهد که شعاع‌ها با دقت ۲ آنگستروم یک‌سان هستند.

## کالکوژنیدها

گرما تنها عاملی نیست که می‌تواند به‌صورت تکرارپذیر شعاع مؤثر تار سیلیکا را تغییرات ظریف بدهد. سومتسکی و همکارانش متوجه شدند کنترل تغییر شعاع مؤثر سیلیکای آلانید با ژرمانیوم حساس به نور در اثر تاباندن نور فرابنفش حتی ظریف‌تر (با دقت یک آنگستروم) است.

سیلیکا نیز تنها تار شیشه‌ای نیست که با آن می‌توان با تاباندن نور لیزر میکروتشدیدگر ساخت. بنجامین اگلتون و همکارانش در دانشگاه سیدنی روش ظریف دیگری را برای جای‌گزینش مدهای الکترومغناطیسی در میکروکاواک ابداع کرده‌اند. میکروکاواک آنها نواری نیم میلی‌متری شکل‌گرفته از تارهای آرسنیک‌تری‌سولفید است [۵].

$As_4S_3$  عضوی از خانواده‌ی نیم‌رساناهای بی‌شکل کالکوژنید است که (دست‌کم در مقایسه با اکسیدها مثلاً سیلیکا) پیوندهای بین‌اتمی ضعیف می‌سازد که باعث می‌شود این ماده در ناحیه‌ی فروسرخ میانی تقریباً شفاف باشد. هم‌چنین مانند سیلیکای آلانید، وقتی تحت تابش نور با طول‌موج نزدیک لبه‌ی نوار انرژی قرار بگیرد پیوند شیمیاییش تغییر می‌کند و این حساسیت به نور به کاربرد آن در یاخته‌های خورشیدی، حسگرهای فروسرخ و حافظه‌های مبتنی بر تغییر فاز (در لوح‌های فشرده) منجر شده است [۶]. این ماده هم‌چنین به‌شدت قطبش‌پذیر است و ضریب شکست آن صدها بار غیرخطی‌تر از سیلیکای آلانید است. اگلتون و همکارانش نیز مانند تیم سومتسکی با استفاده از حساسیت این ماده به‌نور با تاباندن لیزر سبز، طول موج‌های تشدید را برای مدهای چرخنده‌ی دالان نجوا مشاهده کردند.

مانند سیلیکا تغییر در شعاع مؤثر  $As_4S_3$

برای سفارش آگهی در «فیزیک روز» به وبگاه [www.psimag.ir](http://www.psimag.ir) مراجعه کنید.



تالار اصلی سه ساعتونیم قبل از شروع سخنرانی‌ها کاملاً پر شده بود.

بوزون هیگز پر جرم حساسند مانند فرآیندهای  $(llqq), (ll\nu\nu), (ll\tau\tau)$  و سپس با فرآیندهای  $H \rightarrow WW, H \rightarrow \tau\tau, H \rightarrow bb$  ادامه پیدا کرد و در نهایت با فرآیند  $H \rightarrow \gamma\gamma$  و فرآیند کانال طلایی یعنی  $H \rightarrow ZZ \rightarrow llll$  پایان یافت.

در تحلیل فرآیند  $H \rightarrow \gamma\gamma$ ، حساس‌ترین مُد به بوزون هیگز کم جرم، تفکیک‌دهی انرژی و زاویه در کالری‌سنج‌های الکترومغناطیسی عناصر اصلی هستند. هرچه تفکیک‌دهی بیشتر باشد قله‌ی نمودار توزیع جرم ناوردای دو فوتون باریک‌تر خواهد بود و ذره‌ی هیگز اگر وجود داشته باشد، آسان‌تر مشاهده خواهد شد.

با وجود این که دو آشکارساز از فناوری‌های متفاوتی استفاده می‌کنند (در آشکارساز ATLAS از کالری‌سنج آرگون مایع استفاده می‌شود در حالی که در کالری‌سنج‌های آشکارساز CMS از بلور استفاده می‌شود) تفکیک‌دهی جرم در هر دو آزمایش در کانالی که بهترین وضوح را داشت،  $1/4 \text{ GeV}$  بود.

در آشکارساز CMS این تفکیک‌دهی خوب جرم عمدتاً به خاطر پیشرفتی بود که در فهم درجه‌بندی کالری‌سنج حاصل شد. کالری‌سنج ATLAS علی‌رغم تفکیک‌دهی کم‌تر انرژی، تفکیک‌دهی جرمی مشابهی به دست می‌دهد زیرا در این آشکارساز می‌توان زاویه‌ی فوتون را اندازه گرفت.

### Getting excited about the Higgs?

مترجم: راضیه ضامنی

1. integrated luminosity
2. Fabiola Gianotti
3. Guido Tonelli

[www.psimag.ir](http://www.psimag.ir)

هر دو سخن‌گوئی که این نتایج را ارائه کردند، یعنی فابیولا جانوتی<sup>۲</sup> سخن‌گوی گروه‌های همکار آزمایش ATLAS و گویدو تونلی<sup>۳</sup> سخن‌گوی گروه‌های همکار در آزمایش CMS، از صدها فیزیک‌پیشه که در این زمینه تلاش زیادی داشتند و بیشترشان دانشجویان دکتری بودند یا شغل پسادکتری داشتند تشکر کردند. این فیزیک‌پیشگان در ماه‌های اخیر سخت کار کردند تا بتوانند شناخت آشکارگرها را به میزانی اساسی بهتر کنند به‌ویژه در شرایط پیچیده‌ی روی هم افتادگی سیگنال‌ها که تا  $20$  رأس برهم‌کنش در یک رخداد بازسازی شده است.

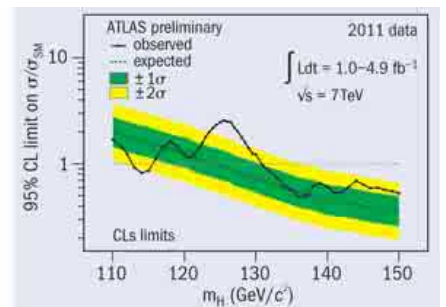
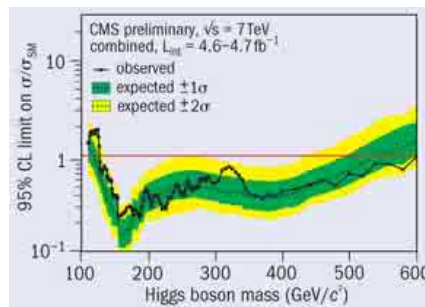
مدیر کل سرن با پرتاب سکه معلوم کرد که ابتدا جانوتی صحبت می‌کند. تمرکز کلی این آشکارساز بر تحلیل و بررسی کانال‌هایی بود که بیشترین حساسیت را به بوزون هیگز کم جرم دارد: فرآیندهایی مثل  $H \rightarrow \gamma\gamma$  و فرآیند کانال طلایی یعنی  $H \rightarrow ZZ \rightarrow llll$  که منظور از  $l$  در این فرآیند الکترون یا میوئون است. علاوه بر این جدیدترین خبرها در مورد تحلیل فرآیند  $H \rightarrow WW$  با استفاده از داده‌هایی که برای هم‌آیش‌های تابستانی گردآوری شده‌اند ارائه شد. در حالی که در دو کانال اول بوزون هیگز به صورت قله‌ی باریک در بالای پس‌زمینه‌ی پهن دیده می‌شود، وجود این ذره در کانال سوم بیشتر به صورت رخداد‌های اضافی در بازه‌ی گسترده‌تری دیده خواهد شد.

پس از سخن‌رانی جانوتی، تونلی به ارائه گزارشی کامل از تحلیل داده‌های CMS (همه داده‌ها از جمله داده‌های سال ۲۰۱۱) پرداخت. ابتدا درباره‌ی فرآیندهایی صحبت شد که به

آزمایش محدود می‌کنند. این رخدادها می‌تواند افت‌خیز پس‌زمینه و یا اولین نشانه‌های سیگنال ذره‌ی هیگز باشد. صرف‌نظر از اینکه ذره‌ی هیگز کم جرم وجود داشته باشد یا نه این نتایج با آنچه از میزان آماری که تا کنون به دست آمده سازگار است.

انتظار می‌رود تعداد برخوردها در LHC در سال ۲۰۱۲ حداقل دو برابر برخوردها در سال ۲۰۱۱ باشد و داده‌هایی که در سال ۲۰۱۲ به دست خواهد آمد باید با کشف ذره و یا رد امکان وجود آن به تلاش چهل ساله برای یافتن ذره‌ی هیگز مدل استاندارد پایان دهد.

تنها یک ماه پس از پایان برخوردهای پروتون-پروتون در سال ۲۰۱۱ هر دو آزمایش با استفاده از کل آمار به دست آمده در تمام سال، نتایج اولیه‌ای برای انتگرال درخشندگی<sup>۱</sup> به مقدار  $4/6 - 4/9 \text{ fb}$  را گزارش کردند، که دو برابر مقداری بود که در همایشی تابستانی گزارش شده بود. نتایجی که در سخن‌رانی‌های ماه دسامبر اعلام شد، نشان می‌دهند که گروه‌های همکار در هر دو آزمایش به درک عمیق عمل کرد آشکارسازها و پس‌زمینه‌های پر شمار آزمایش‌ها رسیده‌اند.



(شکل سمت چپ) نمودار تراز اطمینان ۹۵٪ برای سطح مقطع چشم‌داشتی (خط چین و نوارهای رنگین) و سطح مقطع مشاهده‌شده بر حسب جرم بوزون هیگز به‌ازای کل گسترده‌ی جرمی آزمایش CMS.

(شکل سمت راست) نمودار مشابه برای آشکارساز ATLAS به‌ازای ناحیه‌ی هیگز کم جرم. محورهای عمودی نسبت سطح مقطع به سطح مقطع مدل استاندارد است بنابراین هر گاه مقدار مشاهده شده از  $1$  کم‌تر باشد مقدار جرم متناظر با آن رد می‌شود. نوارهای رنگین در این نمودار ناحیه‌های ۹۵٪ (نوار زرد رنگ) و ۶۸٪ (نوار سبز رنگ) را حول حد چشم‌داشتی (خط چین) نشان می‌دهند.