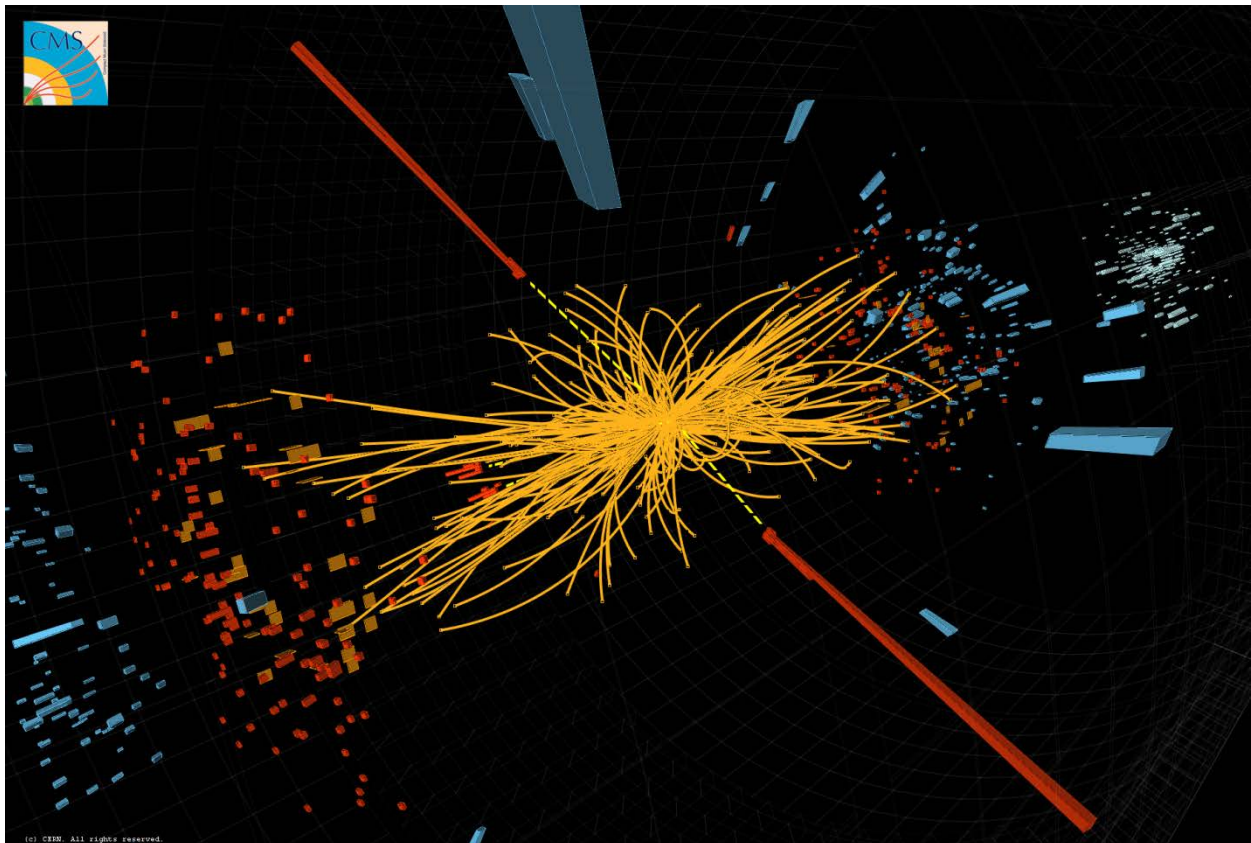


جستجوی CMS برای بوزون هیگز مدل استاندارد با استفاده از داده های LHC طی سال های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱
CERN، ۱۳ دسامبر ۲۰۱۱

بوزون هیگز تنها ذراتی است که مدل استاندارد فیزیک ذرات آن را پیش بینی کرده و هنوز در آزمایشگاهها مشاهده نشده است. مشاهده این ذره گام بزرگی در فهم ما از چگونگی جرم دار شدن ذرات محسوب میشود. از سوی دیگر، پیدا نشدن آن در برخورددهنده بزرگ هادرونی (LHC) نیز بسیار مهم خواهد بود و سبب تمرکز روی نظریه های بدیل خواهد گردید. نظریه هایی که به فراتر از مدل استاندارد توسعه می یابند و ذراتی شبه-هیگز دربر خواهندداشت.

امروز گروه CMS آخرین نتایج خود را در جستجو برای بوزون هیگز مدل استاندارد و با استفاده از تمامی داده های حاصل از برخورد پروتونها تا آخر سال ۲۰۱۱، نمایش داد. این حجم داده که معادل درخشندگی کل $4/7 \text{ fb}^{-1}$ است، به این معناست که CMS توانایی مطالعه تولید هیگز در تقریباً تمامی بازه جرمی بالاتر از حد $114 \text{ GeV}/c^2$ (یا 114 GeV در واحدهای طبیعی [ر.ک. GeV]) به دست آمده از برخورددهنده بزرگ الکترون-پوزیترون در سرن و پایین تر از 600 GeV را دارد. نتایج ما حاصل ترکیب جستجو برای هیگز در کانالهای مختلف واپاشی آن است که شامل جفت بوزونهای W یا Z که به چهار لپتون واپاشی میکنند، جفت کوارکهای سنگین، جفت لپتونهای تاو و جفت فوتونها میباشد (شکل ۱).

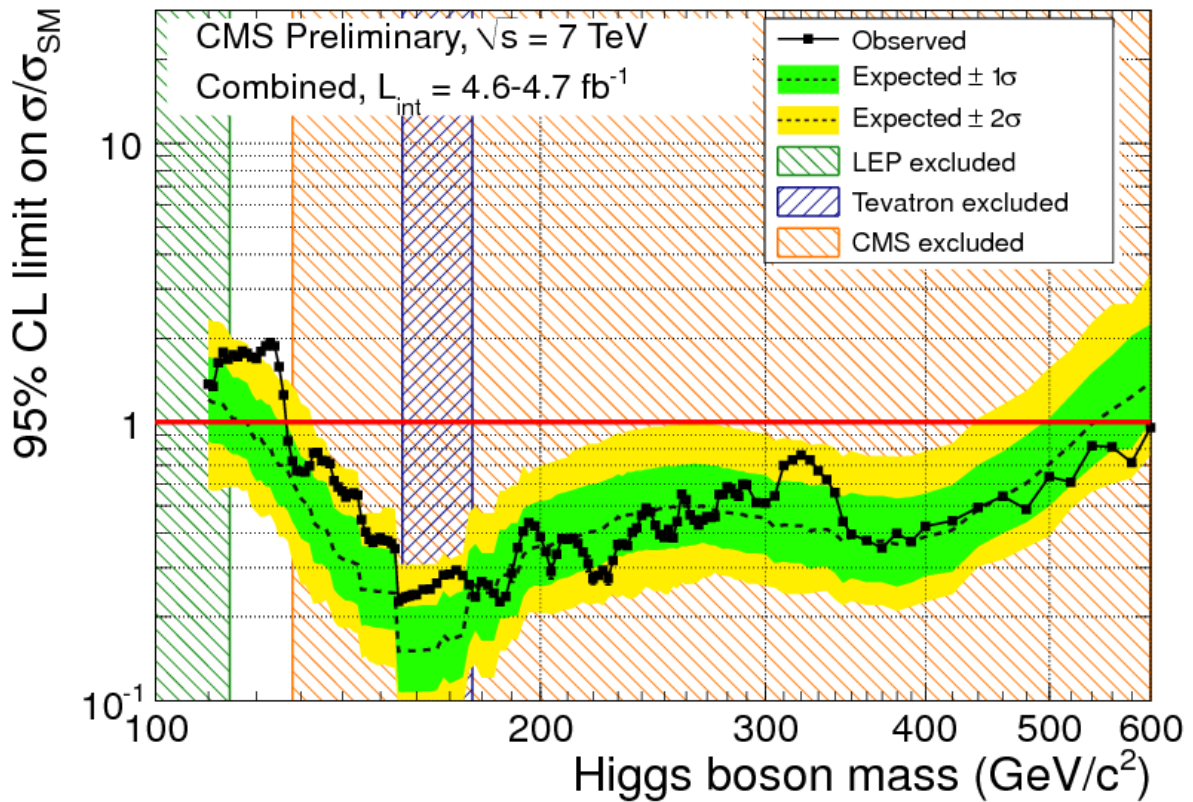


شکل ۱: یک نمونه رویداد حاوی دو فوتون پرنانژی که انرژی آنها (نشان داده شده با برجهای قرمز) با گرماسنج الکترومغناطیسی CMS اندازه گیری شده است. خطوط زرد مسیر اندازه گیری شده ذرات دیگری هستند که در برخورد تولید شده اند.

نتایج اولیه ما برای چندین درجه اعتماد به لحاظ آماری [ر.ک. CL]، وجود بوزون هیگز مدل استاندارد را، در بازه وسیعی از جرمهای ممکن برای این ذره، کنار می گذارد:

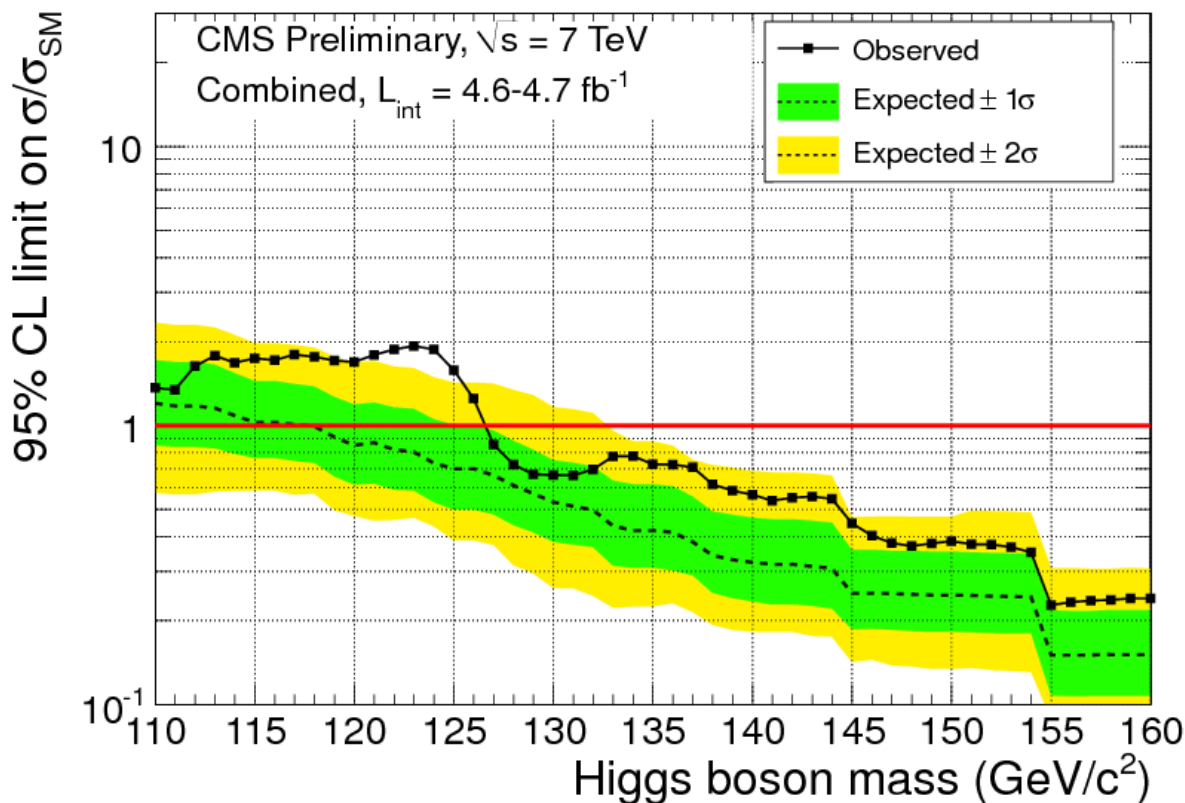
- $600-127 \text{ GeV}$ با ۹۵٪ درجه اطمینان چنانکه در شکل ۲-الف آمده است.
- $128-525 \text{ GeV}$ با ۹۹٪ درجه اطمینان.

۹۵٪ درجه اطمینان برای کنار گذاشتن جرم به این معناست که در یک مجموعه از آزمایش‌های تکراری حداقل در ۹۵ درصد از موارد بوزون هیگز مدل استاندارد در آن جرم شواهدی بیش از آنچه در داده مشاهده شده است از خود نشان دهد.



شکل ۲-الف: حد کنار گذاشته شده جرم بوزون هیگز مدل استاندارد تا ۹۵٪ درجه اطمینان (زیر خط قرمز). آنالیز بر پایه داده‌های آزمایش پروتون-پروتون معادل با $4/7 \text{ fb}^{-1}$ توسط آشکارساز CMS در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ است. قسمت‌های هاشورزده نشان دهنده مناطقی از جرم است که در گذشته توسط آزمایش‌های LEP و FermiLab Tevatron و اینک CMS کنار گذاشته شده است. خطوط نقطه چین و نوارهای سبز و زرد نشان دهنده میانگین حساسیت CMS مربوط به مقدار واقعی داده‌های آنالیز شده است.

ما جرم را در بازه بین ۱۱۵-۱۲۷ GeV با ۹۵٪ درجه اطمینان کنار نمی‌گذاریم. در مقایسه با پیشگویی مدل استاندارد، افزونه‌ای از رخدادها در این بازه جرمی مشاهده می‌شود (شکل ۲-ب را ببینید) که به طور سازگار در هر ۵ کانال مستقل وجود دارد.



شکل ۲-ب: محدوده کنار گذاشته شده برای ذره هیگز مدل استاندارد ذرات در ناحیه پایین جرم با درجه اطمینان ۹۵٪ برای داده معادل با درخشندگی $4/7 \text{ fb}^{-1}$ ، که از برخورد پروتون-پروتون توسط آزمایش CMS در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ جمع آوری شده را نشان می دهد.

با داده هایی که تا کنون جمع آوری شده است تشخیص قطعی بین فرضیه های وجود و عدم وجود سیگنال هیگز در این ناحیه پایین جرم مشکل است. رویدادهای اضافی دیده شده در این ناحیه جرم، جدای از اینکه بوزون هیگز مدل استاندارد ذرات وجود داشته باشد یا نه، می توانند ناشی از افت و خیزهای آماری فرایندهای پس زمینه شناخته شده باشند. با داده های بیشتری که در سال ۲۰۱۲ جمع آوری خواهد شد این خطاهای آماری کاهش خواهند یافت و به ما توانایی لازم برای بیان صریحی از وجود یا عدم وجود بوزون هیگز را خواهد داد.

رویدادهای اضافه دیده شده (با اهمیت آماری کمتر از ۲ برابر خطای استاندارد (2σ)) از رویدادهای پس زمینه شناخته شده، وقتی که اثر «نگاه به بازه های دیگر جرم» [ر.ک. LEE] را در نظر بگیریم (با فرضیه هیگز مدل استاندارد، در همسایگی جرم ۱۲۴ گیگا الکترون ولت و پایینتر کاملاً همخوانی دارد. این درجه از اهمیت آماری به طور واضح کمتر از مقداری است که معمولاً برای چنین فرضیه هایی که مورد آزمایش قرار گرفته اند، در نظر گرفته می شوند.

اگر ما این فرضیه که رویدادهای اضافه دیده شده میتواند اولین نشانه از وجود بوزون هیگز مدل استاندارد باشد را کاوش کنیم در می یابیم که نرخ تولید (سطح مقطع نسبت به مدل استاندارد (σ/σ_{SM})) برای واپاشی هر شاخه با مقدار انتظاری ما همخوانی دارد، حتی با وجود عدم قطعیت های بزرگ.

با این وجود اهمیت آماری پایین بدین معنی است که این رویدادهای اضافه دیده شده می توانند به عنوان افت و خیزهای آماری تعبیر شوند.

با داده های بیشتری که در سال ۲۰۱۲ جمع آوری خواهد شد، منشاء این رویداد های اضافه مشخص خواهد شد.

[GeV]: الکترون ولت واحد انرژی است. در فیزیک ذرات که جرم و انرژی معمولاً به جای یکدیگر استفاده می شوند، مرسوم است که برای جرم از واحد eV/c^2 استفاده کنیم. (برگرفته از رابطه $E=mc^2$ که در آن c

سرعت نور در خلا است). حتی متداول تر آن است که از سیستم طبیعی که در آن c برابر با ۱ است استفاده کنیم (که در نتیجه $E=mc^2$ خواهد شد) و به سادگی از eV برای واحد جرم استفاده کنیم.
[CL]: درجه اطمینان یک اندازه گیری آماری از درصدی از نتایج یک آزمایش است که انتظار می رود در بازه خاصی قرار بگیرد. برای مثال درجه اطمینان ۹۵% به این معنی است که نتایج یک رویداد در ۹۵% از اوقات مطابق انتظار ما خواهد بود.

[LEE] <http://cms.web.cern.ch/news/should-you-get-excited-your-data-let-lookelsewhere-effect-decide>