



« گزارش پروژه تحقیقاتی نخبگان »

عنوان طرح پژوهشی	مدل جفت شدگی جدید در رویدادهای دو یا سه الکترونی کوارک بالا در شتابدهنده LHC
---------------------	---

گزارش اول

کارگروه تخصصی: علوم پایه
نام و امضای نماینده سازمان کاربر طرح: پژوهشگاه دانش های بنیادی
نام و امضای مجری طرح: میثم قاسمی بستان آباد
نام و امضای ناظر طرح: دکتر مجتبی محمدی نجف آبادی
طبقه بندی طرح: ذرات بنیادی
شماره و تاریخ نامه مصوبه طرح:

روکش گزارش

1) عنوان طرح که به تایید مرکز نخبگان رسیده است :
مدل جفت شدگی جدید در رویدادهای دو یا سه الکترونی کوارک بالا در شتابدهنده LHC

2) هدف طرح که به تایید مرکز نخبگان رسیده است :

2) شرح خدمات و مراحل انجام و گام های تحقیق و جدول زمان بندی که به تایید مرکز نخبگان رسیده است:

ردیف	مراحل و گام های اجرای پروژه (توضیح مختصر در مورد هر مرحله و گام)	درصد مرحله (گام)	زمان اجرا (ماه)											
			12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	مطالعه سیگنال و پس زمینه ها	۱۰٪												•
2	تولید داده سیگنال و پس زمینه ها	۲۰٪										•		
3	محاسبه متغیرها با هوش مصنوعی	۳۰٪									•			
4	جداسازی سیگنال از پس زمینه ها	۲۰٪											•	
5	انجام تست های آماری	۲۰٪										•		
6	نگارش مقاله													•

4) مختصری از گزارش قبلی، اصلاحات درخواست شده مرکز نخبگان و اصلاحات انجام شده

5) خلاصه نتایج کسب شده در فاز جاری

6) چنانچه از زمان بندی مصوب پروژه تاخیر دارد، علت تاخیر و چگونگی جبران تاخیر ذکر شود.

7) گزارش فاز جاری با فرمت و فصول ذکر شده در پیوست.

فصولی که در گزارش طرح پژوهشی در موضوعات فنی و مهندسی باید درج شوند

عنوان: شامل عنوان طرح، نام محقق، نام ناظر یا استاد راهنما، تاریخ و نام سازمان کارفرمای طرح

چکیده: شامل چکیده ای از اهمیت موضوع، کارهای دیگران، روش تحقیق، اهم نتایج بدست آمده و اهم تحلیلی نتایج. چکیده حداکثر در دو صفحه است.

فهرست مطالب: فهرست مطالب در سه سطح ذکر شود. با رعایت روش نگارش اعلام شده، در تهیه متن از heading در سه سطح 1، 2 و 3 استفاده شود تا در نهایت با انتخاب Table of content نرم افزار خود، فهرست را تهیه کند.

مقدمه: شرح اهمیت موضوع انتخاب شده در حداکثر سه صفحه

مروری بر منابع: اعم از کتب، مقالات، ثبت اختراعات، سایت های اینترنتی معتبر، استانداردهای نظامی و غیرنظامی، دستورالعمل ها و ...

اهداف پروژه: بیان اهداف پروژه و علت انتخاب پروژه با توجه به کارهای انجام شده ذکر شده در بخش مروری بر منابع

روش تحقیق: شامل فلوجارت و توضیح فرایند تحقیق، مواد اولیه، روش دقیق انجام آزمایشات، توضیح نوع و مدل دستگاه های مورد استفاده و محلی که دستگاه مورد استفاده واقع شده است،

نتیجه آزمایشات: توضیح نتایج همراه با اشکال و نمودارها

تحلیل نتایج: با استفاده از نتایج بدست آمده و کمک از کارهای دیگران که در بخش مروری بر منابع آمده است، نتایج تحلیل شوند.

نتیجه گیری: میزان مطابقت نتیجه آزمایشات با اهداف پروژه بخوبی بیان شود.

منابع: فهرست منابعی که در فصول قبل استفاده شده است.

ضمائم و پیوست ها: چنانچه در انجام تحقیق از نرم افزار استفاده شده، نحوه استفاده از نرم افزار گفته شود.

چنانچه از روش تحقیق خاصی استفاده شده، روش در پیوست توضیح داده می شود. ضمائ و پیوست ها اجباری نیستند.

در تدوین گزارش های میانی و نهایی از فرمت زیر استفاده شود:

فونت ها	
B Lotus14	عنوان طرح
Times New Roman 12	
B Titr 14	تیتراهای اصلی متن
B Titr 13	زیرتیترها
B Lotus14	متن اصلی
B Titr 10	تیترا اشکال، جداول و نمودارهای داخل متن
B Lotus12	متن جداول
B Lotus10	ارجاعات فارسی پایین صفحه
Times New Roman 10	ارجاعات لاتین پایین صفحه
B Zar14	فهرست منابع و مأخذ فارسی و عربی
Times New Roman 14	فهرست منابع و مأخذ لاتین

مرکز نخبگان و استعداد های برتر نیرو های مسلح



عنوان: مدل جفت شدگی جدید در رویدادهای دو یا سه الکترونی کوارک بالا در شتابدهنده LHC

نام محقق: میثم قاسمی بستان آباد

نام ناظر یا استاد راهنما: دکتر مجتبی محمدی نجف آبادی

تاریخ: ۱۴۰۱/۱۲/۵

نام سازمان کارفرمای طرح: پژوهشگاه دانش های بنیادی

در این پروژه ما به دنبال تغییر طعم در کوارک بالا مانند تبدیل کوارک سر به کوارک بالا می‌باشیم. این پدیده ها تنها در تصحیحات بالا در نظریه استاندارد مدل امکان پذیر می‌باشند. هرگونه (کشف احتمالی) سیگنال از تغییر طعم در بخش کوارک سر میتواند نشان دهنده طعم جدید لپتونی در فیزیک ماوراء استاندارد مدل باشد. این موضوع باعث شده تا تحقیقات گسترده ای در دو قالب تئوری و آزمایشگاهی در زمینه کشف تغییر طعم در آزمایشگاه های بزرگ دنیا از جمله CMS , ATLAS انجام شود. ذرات تشکیل دهنده سیگنال در این پروژه، سه لپتون با طعم یکسان و بار متفاوت، کوارک پایین و یک کواک سبک می‌باشند. وجود دو یا سه لپتون با تکانه عرض بالا و و باردار و کوارک پایین امکان داشتند راندمان بالا با استفاده از گیراندازی لپتون را فراهم مینماید. مهمترین پسزمینه های مدل استاندارد در این آنالیز عبارتند از: جفت کوارک سر (که از پدیده هایی مثل نابودی کوارک-ضدکوارک و همجوشی گلئون-گلئون می‌آیند. جفت کوارک سر سپس به سایر کانالها تبدیل میشوند: مانند دو لپتونی، تک لپتونی و تمام هادرونی)، تک لپتون کوارک سر، و تک لپتون کوارک سر به همراه بوزون Z یا W. شبیه سازهای مونت کارلو در این پروژه برای تولید داده های سیگنال و پس زمینه استفاده شده اند. پدیده های آشبار پارتونی، رویدادهای زمینه ای و برهم کنش ذرات نهایی با ابعاد آشکارساز تماما با شبیه سازهای تخصصی شبیه سازی شده اند. برای جدا کردن سیگنال از پس زمینه های نظریه استاندارد مدل، میتوان از انتخابات سه لپتونی به همراه کوارک پایین و یا برش پنجره ای بر روی جرم کوارک سر استفاده کرد. روشهای متعددی برای کاهش دادن بیشتر پس زمینه های احتمالی و افزایش راندمان سیگنال وجود دارد که میتوان به بکارگیری وزن های هوش مصنوعی حاصله از الگوریتم درختی یا شبکه عصبی اشاره کرد. از دیگر موارد برای بهبود آنالیز، تعریف ناحیه های حساس به سیگنال برای سناریوهای اسکالر، برداری و تنسوری می‌باشد. در قدم نهایی نیاز می‌باشد تا مقادیر پی برای سیگنال و پسزمینه ها اندازه گیری و سپس با استفاده از روش های تست آماری مقادیر ممنوعه با احتمال ۹۵٪ برای مقیاس جرمی فیزیک جدید گزارش شود. هرگونه کشف احتمالی در این تحقیق به درک عمیقتر ما از تغییر طعم در کوارک بالا منجر میشود و نتایج این پروژه میتواند در دیگر آنالیزهای ماوراء استاندارد مدل مورد استفاده قرار بگیرد.

مدل استاندارد (SM) فیزیک ذرات در توصیف ذرات بنیادی و برهمکنش های آنها بسیار موفق بوده است. با این حال، ناقص بودن آن شناخته شده است، و هنوز سوالات بی پاسخ زیادی مانند منشأ توده های ذرات بنیادی، ماهیت ماده تاریک، و عدم تقارن ظاهری بین ماده و پادماده در جهان وجود دارد. یکی از راه های ممکن برای بررسی این سوالات، مطالعه فرآیندهای نادری است که به فیزیک جدید فراتر از مدل استاندارد (BSM) بسیار حساس هستند. یکی از این فرآیندها تغییر طعم کوارک بالا است که پتانسیل اثبات کردن فیزیک جدید فراتر از مدل استاندارد را دارد.

کوارک بالا سنگین ترین ذره بنیادی شناخته شده با جرم حدود 173 گیگا الکترون ولت است. کوارک بالا به دلیل جرم زیادش در مدل استاندارد نقش ویژه ای دارد. از طریق نیروهای قوی، ضعیف و الکترومغناطیسی با ذرات دیگر برهمکنش می کند و برهمکنش های آن با تبادل ذرات مجازی، مانند بوزون های W و Z ، که خود تابع محدودیت های مدل استاندارد هستند، واسطه می شوند. با این حال، در بسیاری از توسعه های مدل استاندارد، ذرات و برهمکنش های جدیدی می توانند ظاهر شوند و اینها می توانند نحوه تعامل کوارک های بالا با ذرات دیگر را تغییر دهند. یکی از اصلاحات ممکن تغییر طعم کوارک بالا است، که در آن یک کوارک بالا می تواند طعم خود را تغییر دهد با نوع کوارکی که با آن تعامل دارد، به گونه ای که در مدل استاندارد مجاز نیست.

تغییر طعم تاپ کوارک می تواند از طریق تبادل ذرات جدید مانند بوزون های هیگز، ذرات ابرمتقارن (Supersymmetry) یا گراویتون های ابعاد بالاتر اتفاق بیفتد، که می توانند با کوارک های بالا و دیگر کوارک ها به گونه ای جفت شوند که امکان برهمکنش های تغییر طعم را فراهم کنند. این فعل و انفعالات در مدل استاندارد به شدت محدود شده اند، اما می توانند در برخی سناریوهای جدید فیزیک، مانند ابرتقارن یا ابعاد اضافی، تقویت شوند. بنابراین مشاهده تغییر طعم کوارک بالا نشانه واضحی از فیزیک جدید فراتر از مدل استاندارد خواهد بود.

مطالعه تغییر طعم کوارک بالا به چند دلیل مهم است. اول، می تواند آزمایش مستقیمی از فیزیک جدید فراتر از مدل استاندارد ارائه دهد. بسیاری از توسعه های مدل استاندارد، مانند ابرتقارن، ابعاد اضافی، یا مدل های هیگز ترکیبی، وجود ذرات و برهمکنش های جدیدی را پیش بینی می کنند که می توانند نحوه تعامل کوارک های بالا با ذرات دیگر را تغییر دهند. با اندازه گیری نرخ تغییر طعم کوارک بالا، آزمایش گران می توانند رد پای این ذرات و برهمکنش های جدید را جستجو کنند و پارامترهای این مدل های فیزیک جدید را محدود کنند.

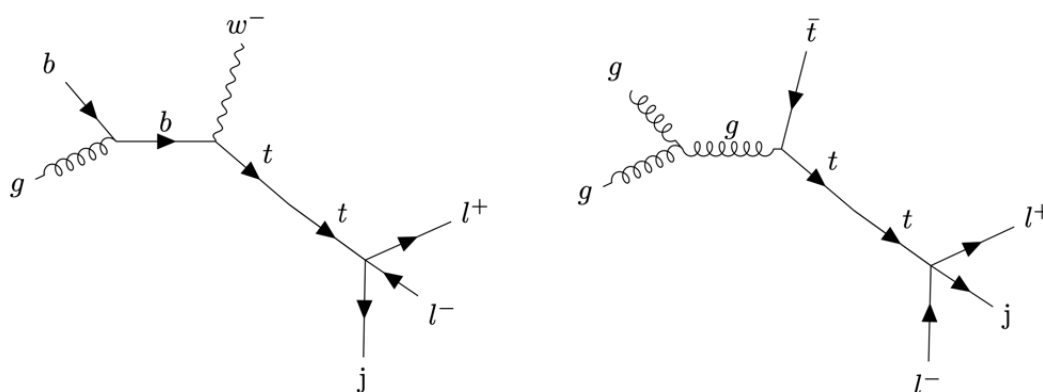
دوم، تغییر طعم کوارک بالا می تواند بینشی در مورد ماهیت بوزون هیگز ارائه دهد. بوزون هیگز مسئول جرم دادن به ذرات بنیادی است، اما خواص آن هنوز به خوبی شناخته نشده است. در برخی از مدل‌ها، بوزون هیگز می‌تواند واسطه تغییر طعم کوارک بالا باشد، و جفت شدن آن با کوارک بالا و کوارک‌های دیگر می‌تواند در حضور فیزیک جدید اصلاح شود. با اندازه گیری نرخ تغییر طعم کوارک بالا و مقایسه آن با پیش‌بینی‌های مدل استاندارد، آزمایش‌گران می‌توانند خواص بوزون هیگز را آزمایش کنند و ماهیت مکانیسمی را که به ذرات بنیادی جرم می‌دهد، بررسی کنند.

سوم، تغییر طعم کوارک بالا می تواند اطلاعاتی در مورد ماهیت ماده تاریک ارائه دهد. ماده تاریک ماده ای مرموز است که حدود 85 درصد از ماده جهان را تشکیل می دهد، اما خواص آن هنوز ناشناخته است. بسیاری از مدل‌های ماده تاریک وجود ذرات و فعل و انفعالات جدیدی را پیش‌بینی می‌کنند که می‌توانند واسطه تغییر طعم کوارک بالا باشند. با اندازه گیری نرخ تغییر طعم کوارک بالا و مقایسه آن با پیش‌بینی‌های مدل‌های ماده تاریک، آزمایش‌گران می‌توانند ردپای ماده تاریک را جستجو کرده و خواص آن را بررسی کنند.

در نتیجه، مطالعه تغییر طعم کوارک بالا یک راه مهم برای کاوش در فیزیک جدید فراتر از مدل استاندارد است که با اندازه گیری نرخ تغییر طعم کوارک بالا و مقایسه آن با پیش بینی ها (predictions) قابل بررسی میباشد.

اهداف پروژه :

در این پروژه ما به دنبال تغییر طعم در کوارک بالا مانند تبدیل کوارک سر به کوارک بالا می‌باشیم. این پدیده ها تنها در تصحیحات بالا در نظریه استاندارد مدل امکان پذیر می‌باشند. هرگونه (کشف احتمالی) سیگنال از تغییر طعم در بخش کوارک سر میتواند نشان دهنده طعم جدید لپتونی در فیزیک ماورأ استاندارد مدل باشد.



شکل ۱. نمودار نمودار فاینمن سیگنال با تغییر طعم کوارک سر

مروری بر منابع:

اهداف پروژه: بیان اهداف پروژه و علت انتخاب پروژه با توجه به کارهای انجام شده ذکر شده در بخش مروری بر منابع

روش تحقیق: شامل فلوچارت و توضیح فرایند تحقیق، مواد اولیه، روش دقیق انجام آزمایشات، توضیح نوع و مدل دستگاه های مورد استفاده و محلی که دستگاه مورد استفاده واقع شده است،

نتیجه آزمایشات: توضیح نتایج همراه با اشکال و نمودارها

تحلیل نتایج: با استفاده از نتایج بدست آمده و کمک از کارهای دیگران که در بخش مروری بر منابع آمده است، نتایج تحلیل شوند.

نتیجه گیری: میزان مطابقت نتیجه آزمایشات با اهداف پروژه بخوبی بیان شود.

منابع: فهرست منابعی که در فصول قبل استفاده شده است.

ضمانم و پیوست ها: چنانچه در انجام تحقیق از نرم افزار استفاده شده، نحوه استفاده از نرم افزار گفته شود.