بسم الله الرحمن الرحيم

١١٠٧٦٦

۸۷/۱/۱۰۶۷۸۶
۸۷_۱۲_۲۸

دانشکده علوم پایه

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته فیزیک ذرات بنیادی

ذره هیگز به عنوان سرچشمه جرم

توسط:
اکبر جمالی

استاد راهنما:
دکتر عزیزاله عزیزی

مهرماه ۸۷

۱۳۸۷ /۱۲/ ۲۱

۱۱۰۷۶۶

به نام خدا

ذره هیگز به عنوان سرچشمه جرم

توسط:

اکبر جمالی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ

درجهٔ کارشناسی ارشد

در رشتهٔ:

فیزیک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیتهٔ پایان نامه با درجهٔ عالی:

دکتر عزیزاله عزیزی، استادیاربخش فیزیک (رییس کمیته).....

دکتر سید محمد زبرجد، استادیار بخش فیزیک .....

دکتر نادر قهرمانی، استاد بخش فیزیک .....

مهر ۱۳۸۷

تقدیم به محضر شریف حضرت ولی
عصر(عج)

سپاسگزاری

از آقای دکتر عزیزی بخاطر زحمات بی‌دریغشان در طول
مراحل تنظیم این پایان‌نامه

چکیده

ذره هیگز به عنوان سرچشمه جرم

بوسیله:
اکبر جمالی

در این پایان نامه سعی بر این است که با معرفی دو رویکرد مهم مربوط به فیزیک ذرات بنیادی به میدان هیگز و ازآنجا به ذره هیگز با جرم متوسط دست پیدا کنیم. در واقع این دو راهکار معرفی شده از بین سایر رویکردها و مدلها انتخاب شده است که هر کدام از آنها در محدوده جرمی مختلفی برای هیگز بکار گرفته می شوند. در نزدیک به سی سال اخیر که از ارایه میدان هیگز می گذرد تاکنون بیش از یکصد عنوان مدل های تقارنی گسترش یافته برای حل مشکل سلسله مراتبی و نیز ذاتی بودن مدل استاندارد از جانب نظریه پردازان فیزیک ذرات بنیادی مطرح شده است. اکثراین مدلها سعی بر این دارند تا مشکل بینهایت ها را که در مدل استاندارد در رابطه جفتیدگی بین کوارکها و بوزون های پیمانه ای رخ می دهد، به گونه ای بهنجار و محدود کنند. ما مودهای مختلف واپاشی را برای واپاشی ذره هیگز به جفت های شبه اسکالر و نیز واپاشی هیگز به گلوان ها برای این منظور مورد ارزیابی قرار می دهیم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱ مقدمه ۲
۱-۱ انگیزه ۲
۱-۲ تاریخچه ۴
۱-۲-۱ شکست خودبخودی تقارن ۵
۱-۳ کلیت یا ماهیت کار ۷
۱-۳-۱ هیگز در مدل استاندارد ۷
۱-۴ آنچه در پی می آید ۱۰
۲ مکانیزم هیگز و دلایل نیاز به معرفی آن ۱۳
۲-۱ چرا هیگز؟ ۱۳
۲-۲ نگاهی بر نظریه رایج ذرات ۱۵
۲-۲-۱ چرا نیروهای ضعیف، ضعیف نیستند ۱۶
۲-۳ راه حل هیگز، جرم همچون یک اثر محیطی ۱۷
۲-۴ ماهیت میدان یا شاره هیگز ۱۹
۲-۴-۱ میدان هیگز و ذره هیگز ۲۰
۲-۵ مکانیزم هیگز ۲۱
۲-۵-۱ لاگرانژی در نظریه میدان ۲۱
۲-۵-۲ ناوردایی پیمانه ای موضعی ۲۵
۲-۶ عبارت جرم ۲۹
۲-۶-۱ شکست خودبخودی تقارن ۳۱
۲-۶-۲ سازوکار مکانیزم هیگز در جرم دار کردن ذرات ۳۵
۳ چگونگی واپاشی بوزون هیگز به گلوانها و بوزون شبه اسکالر ۴۱
۳-۱ تولید و واپاشی ۴۵
۳-۲ نتایج بحث و بررسی ۵۱

۳-۳ محاسبه ۶۱
۳-۴ نتایج بحث و بررسی ۶۵
۳-۴-۱ نتیجه LO و NLO ۶۵
۳-۴-۲ واپاشی به گلوان در NNLO ۷۳
۳-۵ نتایج کلی ۸۰
۴ بررسی مقایسه ای دو واپاشی هیگز به جفت های گلوان در NNLO و واپاشی به بوزون های شبه اسکالر ۸۲
۴-۱ مقدمه ۸۳
۴-۲ واپاشی به بوزون های شبه اسکالر ۸۳
۴-۳ واپاشی به گلوان ها ۸۹
۵ تلاش ها و تجربیات تاکنون ۹۷
۵-۱ وقت پس دادن امتحان ۱۰۱
۵-۲ آیا LHC در سرن تهدیدی برای بشریت به شمار می رود؟ ۱۰۳
۵-۳ سرن کجاست؟ ۱۰۵
۵-۳-۱ و اما سرن ۱۰۶
۵-۴ وضعیت کنونی ایران در سرن ۱۱۲
۶ نتیجه گیری ۱۱۳
۶-۱ مفاهیم کلی درباره هیگز ۱۱۳
۶-۲ بررسی رویکردها در جستجوی هیگز جرم متوسط ۱۱۴
۶-۳ ارزیابی کلی دو رویکرد ۱۱۸
منابع و مآخذ ۱۲۳

فهرست شکلها

عنوان و شماره **صفحه**

۳-۱ طیف ناوردای جرمی جریان b مربوط به نقطه نمونه B از مدل NMSSM ... ۵۱
۳-۲ نمودارهای نمونه مربوط به انتشارگر بوزون هیگز ۶۲
۳-۳ بکار بردن روش جرم سخت در بسط دادن یکی از نمودارهای تصحیحی ۶۴
۳-۴ بسط نمودار LO به روش جرم سخت برای مورد جرم onshell کوارک ۶۸
۳-۵ بسط نمودار NLO بر حسب روش جرم سخت برای جرم کوارک تاپ ۶۹
۳-۶ دومین جمله از میزان واپاشی بوسیله روش جرم سخت در onshell ۶۹
۳-۷ دلتای مربوط به ضرایب NLO در حد جرمی onshell quark mass ۷۱
۳-۸ توابع دلتای مربوط به ضرایب NLO در حد جرمی کوارک تاپ ۷۲
۳-۹ نمودار جمله NNLO در بسط گستره واپاشی در onshell quark mass ۷۵
۳-۱۰ نمودار جمله دوم NNLO در بسط گستره واپاشی در حد کوارک تاپ ۷۶
۳-۱۱ جمله NNLO در بسط بر حسب حد جرمی تاپ برای دلتای کوچک ۷۸
۳-۱۲ نمودار مربوط به NNLO بر حسب حد جرم سطحی کوارک دلتای کوچک ۷۸
۳-۱۳ وابستگی جملات تصحیحی گستره واپاشی بر حسب مرتبه بهنجارش ۷۹
۴-۱ نمودار سیگنال هیگز با حضور سیگنال های زمینه ای ۸۶
۴-۲ نمودارهای مربوط به هرکدام از جملات تصحیحی بسط ۹۰
۴-۳ بسط بر اساس روش جرم سخت ۹۱
۴-۴ نمودار بسط جمله پیشرو تا مراتب بالا ۹۲
۵-۱ نمای شماتیکی از ردیاب اطلس ۱۰۰
۵-۲ نمایی از تونل ۲۷ کیلومتری LHC ۱۰۳
۵-۳ نمای داخلی از تونل LHC ۱۰۴

فهرست جداول

عنوان و شماره **صفحه**

۳-۱ میزان سیگنال اصلی هیگز در دو مدل SLH و NMSSM ۵۲
۳-۲ مقایسه جرم هیگز در حد جرم ناوردای کوارک تاپ و نسبت BR در دو NMSSM ۵۳
۳-۳ مقایسه جرم هیگز و نسبت های شاخه ای در دو نقطه از SLH ۵۵
۳-۴ بررسی سیگنال های زمینه ای اختلالی در هر یک از دو مدل .....:۵۵
۴-۱ میزان سیگنال اصلی هیگز در دو مدل ۹۵

فصل ۱

مقدمه

۱.۱ انگیزه

دانشمندان در سرن یکی از رازهای بزرگ فیزیک ذرات را کشف کرده‌اند. چرا این امر باید اینهمه مهم باشد؟ دانشمندان در آزمایشگاه بزرگ اروپایی سرن [۱] مربوط به فیزیک ذرات در ژنو وقت و هزینه زیادی صرف کرده‌اند. آنها بعد از ۱۱ سال کاوش و تحقیق در سال ۲۰۰۰ اعلام کرده‌اند که فکر می‌کنند ذره هیگز را دیده‌اند. بوزون هیگز چیزی نیست مگر یک حلقه گمشده در مدل استاندارد. نظریه‌ای که بر اساس آن، جهان در سطح اجزا ریز هسته‌ای تکوین نیافته است.

تیزیانو کامپورسی [۲] یکی از دانشمندان سرن که بر روی یافتن هیگز کار می‌کند می‌گوید: مدل ما خوب کار می‌کند ولی هیچ دلیلی مبنی بر اینکه ذرات چگونه به جرم تبدیل می‌شوند، وجود ندارد. تصور می‌شود که جرم که یک مقیاس برای ماده در جسم است، وقتی بدست می‌آید که ذرات با میدان هیگز در تعامل باشند.

در سال ۱۹۶۴ دانشمند فیزیک نظری پیتر هیگز [۳] اسکاتلندی برای نخستین بار این میدان

[۱] CERN
[۲] T. Comporesi
[۳] P. Higgs

را مطرح کرد.

کامپورسی میدان هیگز را به نوعی شاره کیهانی تشبیه می‌کند که فضای اطراف ذره‌ها را وقتی که در حال حرکت هستند، پر می‌کند و لخته می‌شود. لختگی‌های ناشی از حرکت ذرات در داخل این شاره توضیحی بر جرم می‌باشد. تنها مشکل در مورد میدان هیگز آن است که در نظریه به حضور هیگز اشاره شده است اما در عمل تاکنون این ذره مشاهده نشده است.

در تلاش برای یافتن هیگز، تیم کاوشگر سرن، دو ذره اصلی الکترون و پوزیترون را در دستگاه عظیم برخورددهنده الکترون — پوزیترون (LEP [۴]) در آزمایشگاه سرن با هم برخورد داده‌اند. وقتی ذرات پرانرژی در درون شتابدهنده LEP با هم تصادم کردند در اثر شکسته شدن اجزای اصلی، ذرات جدید به ماده تبدیل می‌شوند. این ماده با سرعت و انرژی بسیار زیادی به طرف بالا چرخیده و از گردونه تصادم خارج می‌شود و در ظرف حدود $۱۰^{-۲۱}s$ دوباره تجزیه می‌شود.

در این مینی بیگ بنگ یافتن هیگز مثل این است که پس از دمیدن به زیر کوپه‌ای از علف‌های خشک مشتعل شده که در میان ذرات نورانی به هوا و در جهات مختلف به بالا می‌پرند و پخش می‌شوند، به دنبال یک سوزن بگردیم. دانشمندان ادعا کرده‌اند که با تعطیل کردن LEP و راه‌اندازی برخورددهنده بزرگ LHC [۵] شتابدهنده سریعتری راه‌اندازی شود و بجای آن کار گذارده شود. تنها مشکل این است که این شتابدهنده که قرار بود در سال ۲۰۰۵ آماده کار شود هنوز راه نیفتاده است و به نظر می‌رسد که شتابدهنده‌های رقیب بتوانند زودتر به هیگز دست پیدا کنند.

با توجه به این امر و اینکه دانشمندان در سرن یقین دارند که به هیگز دست یافته‌اند،

[۴] Large Electron-Positron Collider
[۵] Large Hadronic Collider

درخواست کرده‌اند که دوره استفاده از شتابدهنده‌های موجود تمدید گردد که البته این تقاضا در اواخر سال ۲۰۰۵ به تصویب شورای مدیریتی آزمایشگاه سرن رسید.

با پیشرفت‌های علمی، نقش پژوهش‌های بنیادی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. پرسش‌های زیادی مطرح است و سرن خود را در جایگاهی می‌بیند که پاسخ را بیابد. دلیل اصلی تحقیق رازهای علمی روشن است، چرا که آنها وجود دارند و انگیزه کشف در ماورای همه خلاقیت‌های انسان قرار دارد.

در صنعت، شتابدهنده‌های کوچک برای ساخت فرآورده‌های متنوعی از دستکش‌های لاستیکی گرفته تا ساخت مصنوعی قسمت بالایی ران، ناحیه مفصل سر استخوان به استخوان لگن تا چیپ‌های کامپیوتری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در طب، فن‌آوری شتابدهنده در تکنیک‌های بسیار بالای عکسبرداری از تومور در اسکن مغز و در پرتودرمانی در معالجه سرطان بکار گرفته شده است. به نظر می‌رسد که جستجو برای ذره‌ای چون هیگز در بدو امر چندان کاربرد عملی نداشته باشد، اما بخاطر داشته باشیم که تمام کشفیات بشر از آغاز تاکنون ابتدا از طریق تجربیات خام و ظاهرا بدون بهره‌برداری عملی به دست آمده‌اند[۱].

۲.۱ تاریخچه

مکانیزم هیگز، مکانیزم هیگز— آنجل — بروت، مکانیزم گیبل — هیگز یا هیگز — اندرسون نیز نامیده می‌شود. این مکانیزم به طور اصولی در سال ۱۹۶۴ بوسیله رابرت بروت و انگلرت پیشنهاد و نیز مستقلا توسط جرالد گورالنیک ارایه شد. هاگن و تیم کیبل و نیز پیتر هیگز که همراه با نامبو بر روی ساختار خلا کار می‌کردند نیز این نظریه را مستقلا مطرح کرده‌اند. اما تنها

کسی که به طور اصولی و بنیادی و مجدانه بر روی این نظریه کار کرد پیتر هیگز بود.

این امر از روی نظریه BCS [۶] ابررسانایی و پیشنهاد اندرسون مبنی بر اینکه ابررسانایی می‌تواند برای فیزیک نسبیت مهم باشد، الهام گرفته شد. و زودتر از آن توسط اشتاکلبرگ که بر روی الکترودینامیک سنگین کار می‌کرد، پیش‌بینی شده بود.

مکانیزم هیگز در واقع تشکیل ابررسانایی در خلا می‌باشد که همه فضا — زمان را با سیال کوانتومی [۷] ناوردای نسبیتی که میدان هیگز نامیده می‌شود پر کرده است که حرکت این سیال از نیروهای معین ناشی از انتشار در فواصل دور جلوگیری می‌کند. نوسانات کوانتیزه میدان هیگز به عنوان یک ذره جدید یعنی هیگز شناخته می‌شود. مکانیزم هیگز تنها روشی است که در آن یک ذره برداری نظیر W و Z می‌تواند جرم داشته باشند. این ذره همچنین موجب می‌شود تا تمام ذرات بنیادی در مدل استاندارد صاحب جرم شوند (جرم اکتساب کنند). اگرچه وجود ذره‌ای چون هیگز قدری اغراق آمیز به نظر می‌رسد، ولی شتابدهنده‌ها کماکان درصدد تولید بوزون هیگز می‌باشند. بنابراین هنوز مشخص نیست که هیگز ذره بنیادی است یا مرکب [۲].

۱–۲.۱ شکست خودبخودی تقارن

بحثی تحت عنوان مدل‌های شکست خودبخودی تقارن در فیزیک ذرات وجود دارد که با توجه به قضیه گلدستون تحت عنوان ذرات اسکالر بدون جرم بررسی می‌شود. اگر تقارن توسط یک همچگال یا سیال شکسته شود، کار کردن با مولد تقارن یک حالت دومی را با همان انرژی به ما می‌دهد. بنابراین نوسانات معین دارای یک انرژی نمی‌باشند. و نیز در نظریه میدانهای کوانتومی ذرات وابسته به این نوسانات دارای جرم معادل صفرند. تنها ذرات مشاهده شده‌ای که

[۶] Bardin'Cooper'Robert Shieffer
[۷] Quantum Fluid

می‌شد آنها را به عنوان بوزون گلدستون معرفی کرد، پایونها بودند.

از آنجا که تقارن ما یک تقارن تقریبی است لذا پایونها به طور صریح بدون جرم نیستند. نامبو قبل از گلدستون پیشنهاد کرد که پایونها بوزونهایی هستند که وابسته به شکست تقارن کایرال [۸] می‌باشند. این طبیعت شبه‌برداری آنها را بیان می‌کرد.

به جز پایونها هیچ ذره گلدستون دیگری مشاهده نشده است. مشابه با این در قضیه یانگ و میلز مطرح می‌شود که به عنوان یک قضیه غیر آبلی شناخته شده است. این قضایا بوزونهای پیمانه‌ای با اسپین ۱ و بدون جرم را پیش‌گویی می‌کنند. که در واقع قابل مشاهده هم نیستند. آگاهی هیگز بود که وقتی یک نظریه را با مدل شکست تقارنی می‌آمیزد دو قضیه همدیگر را حل می‌کنند. مقاله اصلی هیگز وقتی که برای اولین بار مطرح شد توسط مقالات بازنگری شده رد شده بود. ظاهرا به این خاطر که اثرات قابل مشاهده جدیدی را پیشگویی نمی‌کرد. بنابراین او یک عبارت در آخر مقاله خود افزود:

«یادآوری اینکه دلیلی برای وجود یک یا چند بوزون اسکالر سنگین جدید در نظریه وجود دارد».

اینها همان بوزونهای هیگزند. مکانیزم هیگز، فیزیک ذرات را یکی کرده بود و این قسمت مهمی از فیزیک ذرات است. هیگز ذراتی را پیشگویی کرد که اصل تقارن را ارضا نمی‌کرد و به اصطلاح موجب شکست تقارن می‌شد و همین امر بود که ایده جرم برای ذرات را ارایه داد.

در مدل استاندارد در دماهای به اندازه کافی بالا که تقارن شکسته نمی‌شود، تمام ذرات بنیادی بدون جرمند بجز ذره هیگز اسکالر. در یک دمای بحرانی (Critical)، میدان هیگز آنا از یک نقطه ماکزیمم انرژی در یک جهت تصادفی پایین می‌آید همانند یک مداد ایستاده که از آخر بیفتد. همینکه تقارن شکسته شد ذرات بوزونی پیمانه‌ای همانند لپتونها، کوارکها، و

[۸] chiral

بوزونهای W و Z جرمدار می‌گردند. در واقع می‌توان جرم را اینگونه تشریح کرد:

«محصول و نتیجه برهمکنش ذرات است با دریایی از هیگز»[۲].

۳.۱ کلیت یا ماهیت کار

۳.۱—۱ هیگز در مدل استاندارد

پتانسیل مربوط به هیگز در وهله اول تشکیل شده است از بخش توان دویی و بخش توان چهاری میدان که در واقع این میدان بایستی مختلط باشد. اگرچه این پتانسیل بسیار ساده و موثر به نظر می‌رسد، ولی مهم است بدانیم که محدودیت‌های ما در تشریح و توضیح پتانسیل هیگز چیست؟

در نظریه‌های میدانهای کوانتومی بازبهنجار فرم لاگرانژی بدلیل نیاز به یک بازبهنجارش، فرم بخصوصی دارند. در مورد پتانسیل هیگز جملات توان دویی و توان چهاری تنها برهمکنشهایی هستند که بازبهنجارپذیرند و ما از بازبهنجارش سایر جملات می‌گذریم. می‌توان تصحیحات ناشی از کنارگذاشتن این جملات را به دو دسته تقسیم کرد، یکی تصحیح مربوط به جملات مرتبه بالاتر در مدل استاندارد. برای نمونه تصحیح مربوط به ثابت جفتیدگی یوکاوای تاپ که می‌تواند روشی برای بازبهنجارش میدان کوانتومی باشد و نوع دیگری از تصحیحات که مربوط می‌شود به گزینش مدلی در مرتبه انرژی‌های بالا[۳].

ما واقعا نمی‌توانیم این تصحیحات را محاسبه کنیم، البته تا زمانی که نظریه اساسی‌تری نسبت به مدل استاندارد داشته باشیم. در این مورد، نظریه کنونی به عنوان یک نظریه موثر با در نظر گرفتن مقدار انرژی انفصالی Λ [۹] بررسی می‌شود. Λ در واقع میزان انرژی حد بالای

[۹] cutoff energy scale

مربوط به مدل استاندارد می‌باشد و یا می‌توان آن را به عنوان مرتبه بازبهنجارش معرفی کرد. اگرچه نظریه موثر نمی‌تواند شامل تمام اثرات فیزیکی باشد، ولی همچنان مفید خواهد بود. زیرا انتظار می‌رود این تصحیح ناشناخته توسط عامل $(\frac{E}{\Lambda})^{۲}$ خاموش و یا اصطلاحا میرا شود. E یک انرژی در مرتبه معمول مدل استاندارد است یعنی از مرتبه Gev.

بنابراین تا زمانیکه مرتبه انرژی انفصالی تا حدودی بالاتر از مرتبه انرژی E باشد نظریه می‌تواند پیشگویی نسبتا دقیقی ارایه دهد. برای مثال برای فرآیندهای فیزیکی که در مراتبی از انرژی مثلا ۱۰۰Gev باشند با در نظر گرفتن مرتبه انفصالی در حدود ۱۰Tev این فرایندها دارای دقت حدودا $۱۰^{-۴}$ می‌باشند. اکنون اگر انرژی مورد نظر در حد انرژی انفصالی باشد آنگاه مشکلی تحت عنوان تنظیم [۱۰] پیش روی ما قرار می‌گیرد. که در واقع تنظیم عامل $(\frac{E}{\Lambda})^{۲}$ می‌بایستی صورت گیرد. این کار همانگونه که مشخص است بسیار بغرنج خواهد بود و ما یک واگرایی به شدت عمیق را خواهیم داشت که تحت عنوان مشکل ذاتی بودن مدل استاندارد شناخته می‌شود[۳].

در پتانسیل هیگز یک پارامتر جرمی وجود دارد. با لحاظ کردن جمله مربوط به تصحیح تابشی، جمله جرمی به دو قسمت تبدیل می‌شود. قسمت مربوط به جمله تصحیح تابشی در مدل استاندارد برای کوارک تاپ و نیز تصحیحات بوزون‌های پیمانه‌ای بسیار مهمند و از طریق رابطه $C_i\frac{g_i^{۲}}{(۴\pi)^{۲}}\Lambda^{۲}$ داده می‌شود. که درآن g_i ثابت جفتیدگی یوکاوای تاپ و یا ثابت جفتیدگی مربوط به بوزونهای پیمانه‌ای است و C_iها ضرایبی از مرتبه یک هستند.

تنظیم بین جرم عریان یا لخت و جرم مربوط به تصحیح تابشی ضروری است اگرکه مرتبه انرژی انفصالی بزرگتر از ۱Tev باشد. حال اگر که Λ از مرتبه پلانک باشد، آنگاه این درجه

[۱۰] fine-tunning

تنظیم بسیار بزرگ خواهد بود و در حدود $۱۰^{۳۲}$ می باشد. اکنون با داشتن چنین تنظیمی قابل درک است که ببینیم جمله مربوط به جرم تصحیح تابشی چه واگرایی شدیدی خواهد داشت. این مشکل تحت عنوان مشکل سلسله‌مراتبی [۱۱] مطرح شده است. لذا بایستی مراقب باشیم که در مرتبه‌ای از انرژی که این مشکل ظاهر نشود، کار کنیم.

بنابراین می‌بینیم که نظریه موجود برای پتانسیل هیگز، برای مراتب بالای انرژی، چندان نمی‌تواند برای ما موثر واقع شود. راه حل پیشنهادی، حل اینگونه واگرایی‌هاست. ابرتقارنی یک تقارن منحصر است که حذف کامل واگرایی‌ها را علی‌الخصوص واگرایی توان دویی و توان چهاری را تضمین خواهد کرد.

در واقع مدلهای گوناگونی شامل مدلهای تقارنی گسترش‌یافته مربوط به مدل استاندارد به وجود آمده‌اند که می‌توانند ما را برای حل مسئله ذاتی بودن مدل استاندارد کمک کنند. تلاش کلی برای این است که با انرژی‌هایی کار کنیم که کمتر برای ما مشکل‌آفرین باشند و کمتر ما را به تنظیم بین جرمهای تصحیحی وادار کنند. به عبارت دیگر آن مقدار انرژی که با حداقل آن بتوان ذره هیگز مطلوب را در شتابدهنده‌ها بدست آورد.

پس ما بدنبال ذره هیگز با جرمی مناسب هستیم که دارای جرم متوسط می‌باشد. همانطور که قبلا گفتیم رویکردها و روشهای متداولی برای حل مشکل واگرایی وجود دارد که به عبارت دیگر کاهش جرم هیگز را منجر خواهد شد.

ولی آنچه که ما قصد داریم در این کار به آن بپردازیم رویکردهایی متفاوت با آنچه که در گذشته بوده است، می‌باشد. در این پایان‌نامه به دو جنبه مهم از جستجوی بوزون هیگز مدل استاندارد اشاره خواهیم کرد که هر کدام می‌توانند مستقلا رهیافتی برای دستیابی به بوزون هیگز

[۱۱] Hierarchy problem

با جرم متوسط ارایه دهند. این دو رویکرد عبارتند از:

۱— نقش بوزون هیگز در واپاشی به بوزونهای شبه‌اسکالر

۲— واپاشی بوزون هیگز به جفت‌های واسطه برهمکنش قوی (گلوانها)

فاکتورهای مهمی در دو مود (حالت) فوق وجود دارند که باعث شده است ما آنها را از بین بسیاری دیگر از مدلها برگزینیم. از جمله اینکه در هر دو مورد از واپاشیهای فوق عوامل متعددی در جهت کاهش زمینه‌های اختلالی وجود دارند. ثانیا در هر دو مورد از واپاشی‌های فوق می‌توان به دنبال ذره هیگز با جرمی که در محدوده متوسط است، دست پیدا کرد.

۴.۱ آنچه در پی می آید

در فصول بعد که به آنها خواهیم پرداخت سعی بر این است که تا در حد مختصری درباره ساز و کار مکانیزم هیگز بحث کنیم.

در فصل ۲ ما با مکانیزم هیگز در فرمولبندی لاگرانژی مربوط به نظریه میدانهای کوانتومی آشنا خواهیم شد. در واقع در این فصل تلاش می‌کنیم تا ایده‌ای را که مطابق آن، نظریه هیگز بنا شده است را معرفی کنیم. و نیز اینکه چه عاملی ما را برآن داشت.

همچنین در این فصل بیان می‌کنیم که آنچه که علاقمند به دستیابی بدان هستیم ذره هیگز با جرم متوسط است که البته دلایل این انتخاب را تا حدودی ذکر کردیم.

پس از اینکه در فصل ۲ انواع رویکردها برای دستیابی به بوزون هیگز در محدوده جرم متوسط را بیان کردیم و مورد مطالعه و بررسی قرار دادیم، در فصل ۳ دو رویکرد و روش مهم را در دستیابی به بوزون هیگز جرم متوسط به طور مفصل بررسی می‌کنیم.

در واقع ما در فصل ۳ مطالعه خود را از میدان هیگز به صورت تخصصی‌تری و بر روی

گستره انواع واپاشی‌ها محدود می‌کنیم. واپاشی‌هایی که از طریق آنها بتوان به ذره هیگز مطلوب دست یافت. این امر کمک شایانی به فیزیکدانان ذرات بنیادی که بر روی مدلهای مختلف کار می‌کنند، خواهد کرد. زیرا یکی از خواسته‌های مهم فیزیک مدرن کشف ذره هیگز است. که با کشف آن به بسیاری از مجهولات فیزیک ذره‌ای پاسخ داده می‌شود. لذا سعی براین است که در این مجال به مودها یا حالتهایی از انواع واپاشی‌ها که به ما هیگز جرم متوسط را می‌دهند، به طور مفصل بپردازیم. که به طور مختصر دو نوع معروف آنها را بیان کردیم.

در فصل ۴ ما باز هم بحث خود را به صورت تخصصی‌تر پیگیری می‌کنیم و پس از بررسی کامل دو مود مذکور، به مقایسه آنها می‌پردازیم. منظور از مقایسه این دو حالت این است که کدامیک می‌توانند به گونه‌ای که کمترین میزان خطا را در محاسبه سیگنال جرمی هیگز بدهند، مورد ارزیابی قرار بگیرند. در رقابت بین این دو مود مهم عوامل متعددی در میزان برتری هر کدام دخیل است. مهمترین عاملی که می‌تواند تاثیر مهم و مستقیمی در این مقایسه داشته باشد، زمینه‌ها و عوامل اختلالی است که مانع از مشاهده سیگنال اصلی هیگز می‌شوند. این زمینه‌ها را می‌توان شامل زمینه‌های مختلف QCD و زمینه مربوط به بروز جریانهای سبک و سنگینی که در طرف راست یک واپاشی پس از واپاشی ظهور می‌کند، دانست.

فصل ۵ به تجربیات و تلاشهایی که تاکنون در شتابدهنده‌هایی همانند برخورددهنده عظیم ال اچ سی و دستگاه آشکارساز اطلس انجام گرفته است، می‌پردازیم. و اینکه آیا این همه تلاش و مطالعه طاقت‌فرسای بشر تاکنون به چه یافته‌هایی پی برده است.

و در نهایت در فصل ٦ نتیجه بررسی‌های خود را بیان خواهیم کرد. که این نتایج می‌تواند به عنوان مبحثی جدید در مورد مکانیزم هیگز مطرح شود. چرا که ما در این کار با مقایسه دو مود بسیار مهم، سهم هر کدام را علاوه بر اینکه به طور جداگانه بررسی کرده‌ایم، درصد موفقیت