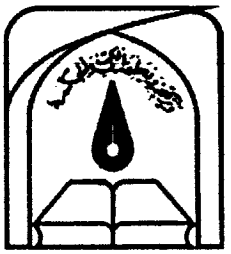
٥١٤
عبد الحي كلا
صيمافي ١٣١٠ھ

٢٤٢٨٩

۱۳۸۰ /۷/ ۲۰۶

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
نمایندگی مراکز



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک

گرایش ذرات بنیادی

محاسبه توابع ترکش باریون های Ω_{bbb} و Ω_{ccc} در ترکش مستقیم کوارک سنگین

013275

علی سبحانی توپکانلو

استاد راهنما:دکتر محمد علی نوبری گومشی

شهریور ۱۳۸۰

۲۹۳۵۹

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان نامه خانم/ آقای علی سبحانی‌توپکانلو

تحت عنوان: **تولید بار یونهای با سه کوارک در ترکش مستقیم**

را از نظر فرم و محتوات بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه درجه کارشناسی‌ارشد مورد تایید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبهٔ علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	آقای دکتر محمدعلی گومشی‌نوبری	دانشیار	
۲- استاد مشاور	-	-	
۳- استاد ناظر	آقای دکتر مجید مدرس	استاد	
۴- استاد ناظر	آقای دکتر محمدرضا ابوالحسنی	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	آقای دکتر محمدرضا ابوالحسنی	استادیار	

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ فیزیک است که در سال ۱۳۸۰ در دانشکدهٔ علوم پایه دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر محمد کرمی نوری، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— از آن دفاع شده است.»

مادهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادهٔ ۶ اینجانب: علی سبحانی تورکمانی دانشجوی رشته فیزیک مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: علی سبحانی تورکمانی

تاریخ و امضا: ۱۳۸۱/۷/۲۴

تقدیم

به

پدر ومادر عزیز

و

برادرهای گرامیم

تقدیر و تشکر

درخت تو گر بار دانش بگیرد　　به زیرآوری چرخ نیلوفری را

اینجانب از استاد راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر محمد علی گومشی نوبری به خاطر راهنماییهای ارزنده ایشان تشکر وقدردانی می کنم و توفیق روزافزون را برای ایشان وخانواده محترمشان در تمام عرصه های زندگی خواستارم.

هم چنین از استادان ممتحن، آقایان دکتر مدرس و دکتر ابوالحسنی به خاطر حضور در جلسه دفاعیه و جناب آقای خادمی مسوول محترم آموزش دانشکده علوم پایه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

لازمست از زحمات دوست عزیزم مهندس کوهرنگ کریم و تمامی عزیزانی که در انجام این پایان نامه من را یاری کرده اند تشکر کنم.

چکیده

مدل استاندارد ذرات بنیادی فیزیک را با تاکید بر اندرکنش های قوی ومدل کوارک هادرون مرور کردیم وفرآیند ترکش کوارک های سنگین را از طریق نظریه اختلالQCD در نظـر گرفتیـم .به مدل های مختلف ترکش کوارک سبک و سنگین باریون ها و مزون ها اشاره شد و هم چنیـن مدل کوارک-دو کوارک که یک مدل تقریبی برای محاسبه توابع ترکش یک کـوارک سـنگین بـه باریون هایی شامل یک،دو و سه طعم سنگین است مورد بررسی قرار گرفت.

توابع دقیق یک کوارک سنگین به باریون های سنگین شامل سه کـوارک سـنگین بـا دقـت زیادی با استفاده ازنظریه اختلال بدست آمد و برای سادگی حالتی از باریو ن ها را درنظر گرفتیم که کوارک های تشکیل دهنده باریون دارای طعم یکسانی باشند.در این روش توابع دقیق ترکـش برای Ω_{bbb} و Ω_{ccc}، رفتار توابع ترکش ،احتمال کل ترکش و مقـدار متوسـط z بـرای Ω_{bbb} و Ω_{ccc} بدست آمد .نتایج بدست آمده با تقریب بسیار خوبی با مدل کـوارک -دو کـوارک قـابل مقایسه است.

فصل اول مقدمه‌ای بر مدل استاندارد ذرات بنیادی

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ مدل استاندارد ذرات بنیادی ۲

الف) کوارکها ۲

ب) لپتونها ٤

۱-۳ الکترونها و پوزیترونها ٥

۱-٤ میوئانها ٦

۱-٥ لپتونهای تاو و نوترینوها ٦

۱-٦ مدل کوارک ٦

۱-۷ نیروها در مدل استاندارد ۱۰

الف) نیروی هسته‌ای قوی ۱۰

ب) نیروی الکترومغناطیسی ۱۱

ج) نیروی ضعیف هسته‌ای ۱۲

د) نیروی گرانشی ۱۲

۱-۸ تقارنها در ذرات بنیادی ۱۳

۱-۸-۱ نمایش‌های SU(۲) ۱٤

۱-۸-۲ نمایش‌های SU (۳) ۱٥

۱-۸-۳ تقارن SU(٤)، کوارک دلربا ۱٥

۱-۸-٤ تقارن‌های SU (٦) ۱٥

فصل دوم دینامیک کوانتمی رنگ (QCD)

۲-۱ مقدمه ۱۷

۲-۲ نظریهٔ دینامیک کوانتمی رنگ یا QCD ۱۸

۲-۳ لاگرانژی QCD ۲۳

۲-٤ آزادی مجانبی ۲۳

۲-۵ پدیده حبس ۲۵

۲-٦ QCD اختلالی ۲۷

۲-۷ QCD غیر اختلالی ۲۸

فصل سوم توابع ترکش کوارک‌های سبک و سنگین

۳-۱ مقدمه ۲۹

۳-۲ پدیدهٔ ترکش کوارکهای سبک ۳۱

۳-۳ ترکش کوارکهای سنگین ۳۳

۳-٤ تولید شبه اختلالی و غیر اختلالی هادورنها با دو طعم سنگین ۳٤

۳-۵ مکانیزم تولید رگبار پارتونی ۳۵

۳-٦ توابع ترکش در QCD اختلالی و معادله تحول آلتارلی – پاریزی ۳٦

۳-۷ توابع ترکش QCD برای تولید B_c و B_c^* در مدل براتن و همکاران ۳۸

۳-۸ مدل نوبری- اوسطی ٤۰

۳-۸-۱ سینماتیک فرآیند ترکش ٤۱

۳-۸-۲ محاسبهٔ توابع ترکش B_c و B_c^* ٤٤

فصل چهارم مدل کوارک – دوکوارک و محاسبه توابع ترکش باریونها با استفاده از این مدل

٤-١ مقدمه..... ٤٨
٤-٢ ترکش نرم کوارکهای سنگین..... ٤٩
٤-٣ توابع ترکش سخت و شکل پیترسون..... ٥٢
٤-٤ باریونهای سنگین..... ٥٢
٤-٥ ترکش کوارک سنگین به باریون با یک طعم سنگین..... ٥٤
٤-٦ ترکش کوارک سنگین و باریون با دو طعم سنگی..... ٥٨
٤-٧ ترکش کوارک سنگین به باریونهایی شامل سه کوارک سنگین..... ٦٣

فصل پنجم محاسبهٔ توابع ترکش بار یونها با سه کوارک سنگین در ترکش مستقیم

٥-١ مقدمه..... ٦٨
٥-٢ سینماتیک مسئله..... ٧٠
٥-٣ محاسبهٔ دامنهٔ مربوط به ساختار اسپینوری در دامنهٔ کل ترکش..... ٧٢
٥-٤ محاسبهٔ ضربهای نقطه‌ای چهار بردارها..... ٧٥
٥-٥ محاسبهٔ انتشارگرها..... ٧٨
٥-٦ محاسبهٔ انتگرالهای فضای فاز..... ٧٩

۵-۷ محاسبهٔ توابع ترکش برای Ω_{bbb} و Ω_{ccc} ۸۱
۵-۸ محاسبهٔ احتمال کل ترکش و $< z >$ برای Ω_{bbb} و Ω_{ccc} ۸۲
۵-۹ مقایسه نتایج ما با مدل کوارک – دو کوارک برای Ω_{bbb} و Ω_{ccc} ۸۳

فصل ششم خلاصه، بحث و نتیجه‌گیری ۸۶

پیوست ۹۲
مراجع ۹۳

فصل اول

مقدمه‌ای بر مدل استاندارد ذرات بنیادی

۱-۱ مقدمه

سؤالی که همیشه برای انسان ناشناخته مانده این است که اجزای واقعی و بنیادی تشکیل دهندهٔ جهان هستی کدامند. جواب این سؤال برای اولین بار توسط دانشمندان و فیلسوفان یونانی مطرح شد و به گمان آنان اجزای بنیادی کل جهان همان عناصر چهارگانهٔ خاک، آب، هوا وآتش بودند که بیشتر ریشه در عقاید مذهبی آنان داشت. در واقع جستجو بشر برای کشف این عناصر بنیادی هنوز ادامه دارد و تاکنون دانشمندان موفق نشده‌اند که با قاطعیت اظهار نظر کنند. چرا که با این کشف پرده از بسیاری از اسرار جهان برداشته خواهد شد و انسان پی به راز آفرینش خواهد برد.

حاصل دستاوردهای دانشمندان فیزیک در این زمینه علمی بنام فیزیک انرژیهای بالا است [۱]. که اساساً به مطالعهٔ سازندهٔ نهایی ماده و طبیعت و اجزای تشکیل دهندهٔ آنان می‌پردازد. حاصل تمام این تلاشها که تا به امروز ادامه داشته است مدل استاندارد ذرات بنیادی است. [۲].

کاوش بشر در این حوزهٔ علم به وسیلهٔ شتاب دهنده‌های بزرگ ذرات و آشکار سازهای وابسته به آنها انجام می‌شود. پس به دو دلیل به انرژی بالا نیازمندیم، اولاً برای دستیابی به مقیاس فاصله‌های

سازمان اطلاعات و مدارک علمی ایران

خیلی کوچک مربوط به سازنده‌های بنیادی. ثانیاً، بسیاری از سازنده‌ها، جرم‌های خیلی بزرگی دارند که برای تولیدشان به انرژی بالا نیاز می‌باشد [۳]. تاکنون ذرات زیادی در اشعهٔ کیهانی و شتاب دهنده‌های موجود تولید و شناخته شده‌اند که در دسته‌های گوناگونی طبقه بندی می‌شوند، اما دیدگاه امروزی بشر پیرامون جهان هستی براساس مدل استاندارد ذرات بنیادی است که آن به طور مختصر شرح داده می‌شود.

۱-۲ مدل استاندارد ذرات بنیادی

مطابق مدل استاندار، فیزیک ذرات بنیادی، جهان از یک مجموعه فرمیونهای بنیادی اسپین $\frac{1}{2}$ بنام کوارکها و لپتونها، و بوزنهای پیمانه‌ای بنام فوتون، گلوئان، $W^{\pm}$، Z° بوجود آمده است [٤]. به طوریکه مطابق با نظریه‌های میدانی الکترو ضعیف و QCD این بوزنهای پیمانه‌ای بعلاوه کوانتم گراویتون حامل چهار نیروی اصلی طبیعت که بترتیب عبارتند از نیروهای الکترومغناطیسی، نیروی هسته‌ای قوی و ضعیف و نیروی گرانشی هستند [۵]. باید توجه کرد که این تئوری شامل اثرات نیروهای گرانشی نیست. چون این اثرات تحت فیزیک انرژیهای بالا خیلی کوچک هستند.

طبق این مدل، ۱۲ لپتون، ۳٦ کوارک، ۱۲ عنصر واسطه، یک بوزون هیگز و در کل ٦۱ ذرهٔ بنیادی در طبیعت پیش بینی شده است.

الف) کوارکها

به طور کلی ماده از دو نوع فرمیون بنیادی به نام کوارکها و لپتونها بوجود آمده است که در $۱۰^{-۱۷}$ متر بدون ساختار و شبه نقطه‌ای هستند. کوارکها بارهای الکتریکی $+\frac{2}{3}|e|$ و $-\frac{1}{3}|e|$ را حمل می‌کنند و در شش طعم ظاهر می‌شوند، جدول ۱-۱ را ببینید.

جدول ۱-۱ کوارکها.

طعم	نماد	زیبایی B	دلربایی C	شگفتی S	ایزواسپین I	مولفهٔ سوم ایزواسپین I_3	اسپین	بار $\frac{Q}{\lvert e\rvert}$	جرم $(\frac{GeV}{c^2})$
پایین	d	0	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	0.3
بالا	u	0	0	0	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	0.3
شگفت	s	0	0	−1	0	0	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	0.6
دلربا	c	0	+1	0	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1.25
تر	b	−1	0	0	0	0	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	4.25
سر	t	0	0	0	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	176

همانطوریکه از جدول مشاهده می‌شود کوارکهای u و d سبک و تقریباً دارای جرم برابرند به صورتی که در زیر نشان داده می‌شود پروتونها و نوترونها از کوارکهای u و d بوجود آمده‌اند و در نتیجه، برابری نزدیک جرم‌های پروتون و نوترون بیان کنندهٔ تساوی تقریبی جرم‌های کوارک‌های u و d می‌باشد و از طرف دیگر آنها در برهم کنشهای قوی با دیگر کوارکها یکسان عمل می‌کنند و در برهم کنشهای الکترومغناطیسی و بار الکتریکی با یکدیگر اختلاف دارند، به این خاطر کوارکهای u و d گاهاً به عنوان یک دوتایی ایزواپسین در نظر گرفته می‌شود (با $I=\frac{1}{2}$ و مولفهٔ سوم $I_3=\frac{1}{2}$ برای u و $I_3=-\frac{1}{2}$ برای d). به کوارک s یک عدد کوانتمی داخلی به نام شگفتی با مقدار S = -1 و به کوارک c، کوانتمی دلربایی با مقدار C = +1 و برای کوارک b عدد کوانتمی زیبایی با مقدار B = -1 و برای کوارک t عدد کوانتمی سر با مقدار T = +1 نسبت داده می‌شود. به هر طعم کوارک در جدول ۱-۱ یک عدد کوانتمی جدید به نام رنگ نسبت داده می‌شود و مطابق آن هر طعم کوارک در سه رنگ

قرمز، آبی، سبز یافت می‌شود، چون هر طعم دارای مقادیر یکسان از بار رنگ (قرمز – آبی – سبز) است. طعم‌های گوناگون کوارک d، u، s، c، b و t به طور یکسان بر هم کنش قوی خواهند داشت.

ب) لپتونها

لپتونها بارهای الکتریکی کامل، صفر یا $\pm|e|$ حمل می‌کنند و در شش نوع ظاهر می‌شوند، این ذرات در برهم کنشهای قوی شرکت نمی‌کنند و برای هر لپتون یک پادلپتون وجود دارد. جدول ۱-۲ را ببینید.

جدول ۱-۲ لپتونها.

لپتون	نماد	جرم $(\frac{GeV}{c^2})$	بار $\frac{Q}{\lvert e\rvert}$	اسپین
الکترون	e^-	5.109906×10^{-4}	-1	$\frac{1}{2}$
نوترینو – الکترون	ν_e	$<1.8\times10^{-8}$	0	$\frac{1}{2}$
میونان	μ^-	0.10565839	-1	$\frac{1}{2}$
نوترینو – میونان	ν_μ	$<2.5\times10^{-4}$	0	$\frac{1}{2}$
تاو	τ^-	1.7841	-1	$\frac{1}{2}$
نوترینو – تاو	ν_τ	$<3.5\times10^{-2}$	0	$\frac{1}{2}$