بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
دانشکده علوم پایه ، گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)
گرایش: ذرات بنیادی ونظریه میدانها

عنوان:

مروری بر نظریه انیشتین – اتر

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر رضا صفاری

استاد مشاور :

جناب آقای دکتر حسین مهربان

پژوهشگر:

محمد وفاجوی دیانتی

زمستان ۱۳۹۰

تقدیم به:

قلب مهربان مادرم

بزرگواری پدرم

فداکاری و عشق همسرم

صفا وصمیمیت خواهر و برادرانم

محبت و دلگرمی خانواده همسرم

و سرانجام تقدیم به همه مردم دانش دوست و عالم پرور خطه سرسبز گیلان

سپاس و قدردانی:

بر خود لازم می دانم از راهنمایی های دوستانه و بی دریغ استاد راهنمای محترم و بزرگوارم جناب آقای دکتر رضا صفاری و استاد مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر حسین مهربان به سبب راهنماییهای ارزشمند و گره گشایشان در اتمام این پایان نامه کمال تشکر وامتنان را داشته باشم و برای این دو عزیز آرزوی سلامتی و بهروزی را دارم.در ادامه از زحمات وتوجهات جناب آقای دکتر زارع مدیر گروه محترم سپاس ویژه دارم .همچنین از زحمات جناب آقای محمدی مسئول محترم آموزش گروه فیریک دانشکده علوم پایه که همواره اینجانب از راهنمایی های ایشان بهره مند گردیدم نیز کمال قدردانی را دارم.

ضمناً از همسر مهربانم به دلیل استفاده از راهنمایی های درخور توجه ایشان در نگارش این پایان نامه و نیز ایجاد محیطی آرام و پر عشق در منزل که بی شک مهمترین دلیل اتمام این پایان نامه است سپاس و قدردانی ویژه را دارم.

بسمه تعالی

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب **محمد وفاجوی دیانتی** دانشجوی کارشناسی ارشد **فیزیک با گرایش ذرات بنیادی** و نظریه میدانها با شماره دانشجویی **۸۷۰۸۵۱۱۹۸۰۰** اعلام می نمایم که کلیه مطالب مندرج در این پایان نامه باعنوان : **مروری بر نظریه انیشتین – اتر**

حاصل کار پژوهشی خود بوده و چنانچه دستاوردهای پژوهشی دیگران را مورد استفاده قرار داده باشم طبق ضوابط ورویه جاری، آنرا ارجاع داده و در فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده ام. علاوه بر آن تاکید می نمایم که این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح،پایین تر یا بالا ارائه نشده و چنانچه در هر زمان خلاف آن ثابت شود، بدینوسیله متعهد می شوم، در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام توسط دانشگاه، بدون کوچکترین اعتراضی آنرا بپذیرم.

تاریخ وامضاء

یسمه تعالی

در تاریخ:

دانشجوی کارشناسی ارشد آقای محمد وفاجوی دیانتی از پایان نامه خود دفاع نموده و با نمره ..... بحروف..... وبا درجه ..... مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء استاد راهنما

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

****

(این چکیده به منظور چاپ در پژوهش نامه دانشگاه تهیه شده است)

نام واحد دانشگاهی : تهران مرکزی **کد واحد**: ۱۰۱	**کد شناسایی پایان نامه: ۱۰۱۳۰۲۱۹۸۸۲۰۰۲**

عنوان پایان نامه: مروری بر نظریه انیشتین – اتر

نام نام خانوادگی دانشجو: محمد وفاجوی دیانتی شماره دانشجویی: ۸۷۰۸۵۱۱۹۸۰۰ رشته تحصیلی: فیزیک ذرات بنیادی ونظریه میدانها	تاریخ شروع پایان نامه: ۱۳۸۹/۱۰/۱۰ تاریخ اتمام پایان نامه: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰

استاد راهنما: آقای دکتر رضا صفاری

استاد مشاور: آقای دکتر حسین مهربان

آدرس: رشت – خیابان مطهری – گذر فرخ – بن بست ناصر التجار- ساختمان ستاره شمال – واحد ۱۳

شماره تلفن: ۰۹۱۱۱۳۹۵۹۱۳

در سال‌های اخیر نشانه‌هایی از نقض لورنتس با رویکردهای مختلف گرانش کوانتومی وجود داشته است. همچنین فیزیک نقض لورنتس همانند یک توضیح برای مشاهده نابهنجارهای غیر منتظره از قبیل اشعه‌های کیهانی اتمسفری بالای قطع GZK ،منحنی‌های تخت چرخشی کهکشانی و انبساط شتابدار جهان پیشنهاد شده است. در این پایان نامه ما نظریه ای دیگر از گرانش که نقض لورنتس را آشکار می‌سازد مورد بررسی قرار می‌دهیم و این نظریه انیشتین- اتراست که شامل یک دسته چهار پارامتری از نظریه‌ها می باشد. جایی که یک میدان برداری واحد زمان گونه دینامیکی (اتر) با گرانش جفت شده است. به طور خاص روی میدان گرانشی ومعادلات و تاثیر آن در تصحیح نسبیت عام، شناخت میدانهای گرانشی ومعادلات حاکم ، معادلات انیشتین- اتر وبرخی از تاثیرات آن در معادلات انیشتین و در نهایت در مورد انرژی در این نظریه بصورت کاملاً اجمالی مروری خواهیم داشت و با استفاده از روش‌های شبه تانسوری توضیحی برای انرژی در نظریه انیشتین- اتر پیدا خواهیم کرد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده فارسی	۱
پیشگفتار	۲
فصل اول: نقض لورنتس	
۱-۱ مقدمه ای کوتاه بر نقض لورنتس	۳
۱-۲ نظریه انیشتین – اتر و نقض گرانش لورنتسی	۵
۱-۳ کار مرتبط روی پدیده شناسی نظریه انشتین – اتر	۹
۱-٤ نمایی کلی از پایان نامه	۱۰
فصل دوم: میدان های گرانشی	
۲-۱ مقدمه	۱۲
۲-۲ بازه های زمانی و فاصله ها	۱۳
۲-۳ ذرات دینامیکی	۱۵
۲-٤ معادلات میدان الکترومغناطیسی	۲۱
فصل سوم: معادلات میدان گرانشی	
۳-۱ مقدمه	۲٦
۳-۲ معادلات میدان انیشین	۳۳
فصل چهارم: نقش میدان برداری در تصحیح نسبیت عام	
٤-۱ مقدمه	۳۸
٤-۲ معادلات حرکت	۳۹
٤-۳ حد نیوتونی	٤۲
٤-٤ راه حل های کیهان شناختی	٤٦

فصل پنجم : انرژی در نظریه انیشتین – اتر

۵-۱ مقدمه ۵۰

۵-۲ معادلات میدان ۵۱

۵-۳ شبه تانسور واینبرگ ۵۲

۵-٤ روش لاگرانژی در شبه تانسورها ۵۵

۵-۵ فورمالیسم پایه ۵۸

فصل ششم: جمع‌بندی

٦-۱ خلاصه نتایج ٦۲

٦-۲ تأملات و راهبردهای آینده ٦۳

فهرست منابع وماخذ ٦۵

چکیده انگلیسی ٦٦

چکیده فارسی:

در سال‌های اخیر نشانه‌هایی از نقض لورنتس با رویکردهای مختلف گرانش کوانتومی وجود داشته است. همچنین فیزیک نقض لورنتس همانند یک توضیح برای مشاهده نابهنجارهای غیر منتظره از قبیل اشعه‌های کیهانی اتمسفری،بالای قطع GZK، منحنی‌های تخت چرخشی کهکشانی و انبساط شتابدار جهان پیشنهاد شده است. در این پایان نامه ما نظریه ای دیگر از گرانش که نقض لورنتس را آشکار می‌سازد مورد بررسی قرار می‌دهیم و این نظریه انیشتین- اتراست که شامل یک دسته چهار پارامتری از نظریه‌ها می باشد. جایی که یک میدان برداری واحد زمان گونه دینامیکی (اتر) با گرانش جفت شده است. به طور خاص روی میدان گرانشی ومعادلات و تاثیر آن در تصحیح نسبیت عام، شناخت میدانهای گرانشی ومعادلات حاکم ، معادلات انیشتین- اتر وبرخی از تاثیرات آن در معادلات انیشتین و در نهایت در مورد انرژی در این نظریه بصورت کاملاً اجمالی مروری خواهیم داشت و با استفاده از روش‌های شبه تانسوری توضیحی برای انرژی در نظریه انیشتین- اتر پیدا خواهیم کرد.

پیشگفتار

آیا اتر می‌تواند وجود داشته باشد و ما هنوز متوجه آن نشده باشیم؟ منظور از اتـر البتـه پیشـنهاد یـک ماده مکانیکی که تغییر حالات آن مطابق میدان‌های الکترومغناطیسی باشـد، نیسـت امـا بـرعکس یـک حالت مرجع مکانی ایستا در هر نقطه از فضا- زمان است که با فیزیک ناشناخته تعیین می‌شود. چنین چارچوبی نمی‌تواند به وسیله شرایطی مثل میدان جز و مد گرانشی ماه یا تابش دمایی میکروموج پس زمینه کیهانی تعیین شود اما برعکس می‌تواند ذاتـی و اجتنـاب‌ناپـذیر باشـد. ملاحظـات و واکاویهـای گرانش کوانتومی از راه‌های متعددی منجر به این سئوال شده‌اند اما این سئوال همچنـین بـرای اغلـب کیهان‌شناسان نیز مطرح شده است و معماهای مختلف اشاره به این دارند که شاید یک چیزی اساسی در چارچوب استاندارد نسبیتی گم شده باشد.

نقض تقارن لورنتس به وسیله تاثیرات چارچوب مرجع، در فیزیک غیر گرانشی بسـیار مـورد مطالعـه واقع شده است و در حال حاضر در گرانش کوانتومی به عنوان روزنـه‌ای محتمـل مـورد توجـه واقـع شده است. در مورد خود گرانش چه طور ؟ نسبیت عام براساس ناوردایی مکـانی لـورنتس بنـا شـده است پس اگر ناوردایی لورنتس نقض شود، نسبیت عام چه می‌شود؟ تصورش هـم از نظـر فلسـفی و هم فنی سخت است، چگونه می‌توانیم احتمالاً هموردایی عمومی را کنار بگذاریم، تقـارن گسـترده‌ای که در نهایت به وسیله تلاش مستمر انیشتین بدست آمده!؟ بنابراین در این جـا سـئوالی کـه مـا را بـه خود علاقمند می‌کند این است که آیا یک نظریه میدان موثر عموماً هموردا با یـک چـارچوب مرجـع می‌تواند طبیعت را توصیف کند؟

فصل اول: نقض لورنتس

۱-۱ مقدمه ای کوتاه بر نقض لورنتس

برای بیش از یک قرن ناوردایی لورنتس[1] فرضی اساسی در فیزیک بوده است این یک تقارن بنیادی از نسبیت خاص است که بخشی از اساس نظریه ی میدان کوانتومی را عرضه می کند. همچنین در تمام آزمایش های استاندارد نیز برقرار می باشد. در این پایان نامه پیش بینی های نوع خاصی از نظریه ای که نقض لورنتس را با گرانش جفت می کند مطالعه می کنیم. اما چرا احتمال نقض لورنتس را در نظر می گیریم ؟ یک دلیل این است که فضای با بی نهایت پارامتر هیچ وقت نمی تواند کاملاً مورد بررسی بررسی قرارگیرد و بدون آزمایش غیر منطقی است که فقط اظهار کنیم تقارن کامل است، انگیزه ی ایجاب کننده ی دیگر این است که اثرات نقض لورنتس در خیلی از راهکارهای مسائل گرانش کوانتومی نیز دیده شده است.

در نهایت مهمترین دلیل دسته هایی از مشاهدات غیر منتظره هستند که می توانند با ظهور فیزیک جدید توضیح داده شوند. برای مثال، مشاهده ی تائید نشده ی اشعه های کیهانی در اتمسفر بالای قطع گریسن- زاتسپین- کوزمین (GZK[2]) می تواند با نقص لورنتس توضیح داده شود.به علاوه نظریه هایی با میدانهای نقض لورنتس می توانند برای تخت کردن منحنی های چرخشی کهکشانی و شکل گیری ساختار بدون فرضیه ماده تاریک[3] به حساب آیند.

[1] - Lorentz
[2] - Griesen-Zatsepin-Kuzmin
[3] - Dark matter

در اثرات کوانتمی میدان برداری زمان گونه با نرم ثابت درنظر می گیریم. دریک پس زمینه کیهانی چنین میدان برداری همانند ثابت نیوتونی[٤] عمل می کند. این میدان برداری مشابه مقیاس نیوتونی درمحدوده نیوتونی است .

ناوردایی لورنتس یک نیاز اساسی درمدل استاندارد فیزیک ذرات می باشد که باآزمایشات زیادی با دقت بالا تایید شده است. با این وجود دلایل خوبی جهت تاکید بر آزمون این تقارن جهت افزایش دقت آن هم وجود دارد. به عنوان مثال پیش بینی های نظریه ریسمان[٥] که ممکن است درجهان بدون مختصات زندگی کنیم منجربه نقص ناوردایی لورنتس خواهد شد. به طور کلی توانایی های ما درآزمایش ناوردایی لورنتس با دقت بسیار بالا یک پنجره منحصر به فرد برای شناخت هرچه بهتر اثرات ناشناخته درمقیاس پلانک[٦] را فراهم می کند.

این میدانها همچنین به توضیح جنبه های دیگر کیهان شناسی از قبیل مشاهده انبساط شتاب دار جهان و ارائه آهنگ انبساط برای تورم کیهانی کمک می کند. احتمال های گوناگونی برای سرنوشت تقارن وجود دارد. اولاً تعریف ناوردایی لورنتس تنها حد کم انرژی تقارن بزرگ تر و بنیادی تر است در غیاب شواهد آزمایشی نیاز به درک عمیق مفاهیم یا اصل های فیزیکی برای روشن کردن طبیعت این تقارن وجود دارد.

مثال های محتمل از اینگونه در نقض لورنتس در بعضی از پیشنهادها برای یک نظریه گرانش کوانتومی دیده شده است. گرانش کوانتومی حلقه[٧] حالت فضا زمان نیمه کلاسیکی با ساختاری چند وجهی دارند که پراکندگی را نشان می دهند. اثرهای مشابه از فومی بودن فضا- زمان می تواند با

---

[4] - Newtonian constant
[5] - String Theory
[6] - Planck
[7] - loop Quantum Gravity

استفاده از مشاهدات کیهان شناسی انفجارهای اشعه گاما آزمایش حاصل شود. هم چنین هر کس می تواند همانند مورد مطالعه شده توسط کونز و دیگران در نظریه ام[8] یک ساختار غیر جابه جا شونده اساسی را برای فضا- زمان در نظر بگیرد که نشان می دهد نقض لورنتس برای نظریه های میدان غیر جابه جا شونده ذاتی است[۱].

یک دیدگاه محافظه کارانه توسط بعضی از نظریه پردازان ذرات نظریه ریسمان این است که تقارن لورنتس اساساً پابرجاست اما به طور خود به خود در مقیاس انرژی بزرگ شکسته می شود. در نظریه ریسمان ساموئل و کاستلکلی[9] [۲] ثابت کردند اختلال نظریه ریسمان خلاء یک مکانیزم برای نقض لورنتس است. در این وضعیت بعضی میدان ها یک مقدار چشم داشتی غیر صفر حاصل می کنند که با تقارن لورنتس حفظ نمی شود.

در نهایت ، رویکرد دیگری هم برای ایجاد موثر مدل های شکستگی تقارن انرژی پایین به منظور بررسی پدیده شناسی نقص لورنتس وجود دارد. اثر تئوری های میدان موثر می توانند بدون مشخص کردن فیزیک بنیادی شکست تقارن در انرژی های بالا نوشته شوند. مقایسه مشاهدات با یکدیگر قیدهای مهمی را حاصل می کند و اطلاعات غیر مستقیم در مورد ویژگی های فیزیک در انرژی های بالا را نیز بدست می دهد.

۱-۲ نظریه انیشتین – اتر[10] و گرانش نقض لورنتس

داستان برای نقض گرانش لورنتس متفاوت است زیرا قیدهای بحث شده در بالا به کار گرفته نمی شود و ادبیات در این حوزه نسبتاً پراکنده است اگر چه در سال های اخیر این روند روبه رشد

[8] - M-Theory
[9] -Kostelecky and Samuel
[10] - Einstein-aether theory

بوده است هم چنین از آنجایی که گرانش در انرژی های پایین ضعیف است احتمال جالبی وجود دارد که روی مرز، میدانهای نقض لورنتس با گرانش نه چندان قوی جفت شوند. مدل های گرانشی نقض لورنتس که ما در این پایان نامه مورد توجه قرار می دهیم یک نظریه کلاسیکی برداری – تانسور[11]ی گرانشی است جایی که میدان برداری واحد، زمان گونه می باشد. در مورد مکانیزم اساسی برای نقض لورنتس در اینجا بی اطلاع هستیم که آیا از گرانش کوانتومی حلقه[12] است یا از شکستگی تقارن هدف ما مطالعه با چشم داشتی محدود به قیدهای شهودی است.

میدان برداری می تواند به صورت چهار بردار سرعت یک چارچوب مرجع در سراسر فضا- زمان دیده شود بطوریکه که تقارن فزاینده مکانی در هر نقطه را می شکند. این توسط دانشمندان و محققین علم فیزیک اتر نامیده شده است. در صورتی که هیچ ربطی به مفهوم قرن ۱۹میلادی که معرف ماده سیال برای عبور موج های الکترومغناطیسی است، ندارد. چون اتر با نسبیت عام انشتین همراه است ، این نظریه را تئوری انشتین – اتر می نامند که در این پایان نامه گاهی از انشتین –اتر برای خلاصه نویسی استفاده خواهیم کرد. بمنظور حفظ هموردایی، میدان باید دینامیکی باشد. در راستای نظریه میدان جیکوبسن[13] و متینگلی[14] [۳] معادله پایین به عنوان عمومی ترین تابع ناوردای دیفرانسیلی شکل فضا – زمان متریک[15] و میدان اتری u^a که شامل جملات بالاتر ازمشتق مرتبه دوم [٤]نمی شود،معرفی نمودند:

$$S = \frac{1}{16\pi G}\int \sqrt{-g}Ld^4x \qquad (۱-۱)$$

[11]- tensor
[12] - loop quantum gravity
[13] - Jacobson
[14]- Mattingly
[15] - Metric

$$L = -R - K^{ab}{}_{mn}\nabla_a u^m \nabla_b u^n - \lambda(g_{ab}u^a u^b - 1) \qquad (۲-۱)$$

که

در این جا R اسکالر ریچی است و $K^{ab}{}_{mn}$ به صورت رابطه

$$K^{ab}{}_{mn} = c_1 g^{ab}{}_{mn} + c_2\delta^a_m\delta^b_n + c_3\delta^a_n\delta^b_m + c_4 u^a u^b g_{am} \qquad (۳-۱)$$

c_i (i=1.2. . . 4) ثابت های بدون بعد جفت شدگی و λ ضریب لاگرانژ اعمال شده به قید واحد زمان گونه است. واحدها طوری انتخاب شده اند که سرعت نور تعریف شده با متریک g_{ab} واحد باشد.نکته مهم این است که (۱-۱) تنها نظریه خلا را توصیف می کند، و فرض خواهد شد که هر ماده ای به صورت کلی با g_{ab} جفت می شود.

جیکوبسن و متینگلی اولین محققانی بودند که نظریه های بردار – تانسور گرانش را در نظر گرفتند. یک نظریه بدون عبارت C_4 در کنش یا قید واحد در اوایل ۱۹۷۰ توسط ویل[۱۶]، نوردوت[۱۷] و همکارانش ارائه شده بود.این تئوری همانند یک مدل برای مقایسه با نسبیت عام در مجموعه های میدان ضعیف و درون چارچوب به تازگی گسترش یافته پارامترهای پسانیوتونی (PPN) برای آزمایش های منظومه شمسی مورد استفاده قرار گرفت. در هر حال بدون قید واحد ، تغییرات اتر می تواند فضا گونه باشد که منجر به حالات غیر واقعی سایر ناپایداریها می شوند. در میانه ۱۹۸۰ گاسپرینی[۱۸] اولین کسی بود که بر روی یک نظریه بردار- تانسوری واحد در غالب نقض لورنتس مطالعه کرد .گاسپرینی نظریه اش را به صورت یک میدان مرجع تتراد[۱۹] $e^a_A(x)$ نوشت که A در این جا اندیس لورنتس است. میدان تتراد ، میدان های محلی لورنتس در فضا زمان منیفلد(بسلا)[۲۰] ترسیم

[16] - Will
[17] - Nordtvedt
[18] - Gasperini
[19] - tetrad
[20] - manifold

می کند.بنابراین $u^a = e^a_A u^A$ برای یک بردار لورنتس u^A واحد با توجه به متریک مینکوفسکی[21] تخت $\eta_{AB} u^A u^B = ۱$ می شود، لاگرانژین نظریه در جمله u^a مشتق هموردای لورنتس در جملات شامل ω^{AB}_a یک ارتباط اسپینی را مشخص می کند.این مدل زمانی معادل نظریه انشتین – اتر است که به صورت های g_{ab} و u^a بازنویسی می گردد. گاسپرینی در ابتدا راه حل های کیهان شناسی در مدل هایی که پارامترهای جفت شدگی وابسته به زمان اند را مطالعه کرد ویک دسته جواب با رفتار دافعه ای که به طور واضح از تکینگی مهبانگ[22] تبعیت می کردند را پیدا نمود.

مناسب است به گروه دیگری از فرمول های گرانشی نقض لورنتس که در ارتباط با نظریه انیشتین – اتر است اشاره کنیم. همانند کار ساموئل ،کاستلکلی نظریه های میدانهای موثر از ایده ای بوجود آمدند که ناوردایی لورنتس شکسته شود. به هر حال فیزیک بنیادی انرژی های بالا بعد از شکستن ناوردایی لورنتس نامشخص می شوند. هنگامی که ماده با گرانش جفت و در آرایش کیهان شناسی قرار داده شود شبه معادله ای از حالت حاصل می گردد که همانند یک ثابت کیهان شناسی عمل می کند.این نظریه هم چنین یک قانون نیروی عکس مجذوری وابسته به اسپین را پیش بینی می کند. پیش بینی های متعددی شامل مدل های موج ، دینامیک غیر خطی و اثرات وابسته به عبارت پتانسیلی که در حال سخت تر شدن و رسیدن به قید واحد است انجام شده است ،تاثیرات این بحث باید به طور کامل آزموده شود.

---

[21] - Minkowski
[22] - big bang

۱-۳ کار مرتبط روی پدیده شناسی نظریه انشتین – اتر

در طول چند سال گذشته پیشرفتهای بسیار زیاد نظری و مشاهده ای از نتایج نظریه انشتین –اتر بدست آمده است.

در [۵] کارول[۲۳] و لیم[۲۴] نشان دادند که نظریه انشتین– اتر دارای حد نیوتونی مناسب برای میدان ضعیف و محدوده سرعت پایین است. مخصوصاً آنها دریافتند که پتانسیل نیوتونی تولید شده با جرم m برابر GM/r–است. در اینجا $G_N = G(1-c_{14}/2)^{-1}$ که G ثابت ساده ظاهر شده در معادله (۱-۱) و نماد $c_{14} = c_1 + c_4$است. چون c_nهمان چیزی است که ما آنرا به عنوان ثابت نیوتون مشاهده می کنیم ، تنها قید آن $c_{14} \prec 2$ است . این یک روش استاندارد برای مقایسه سایر نظریه های گرانش با نسبیت عام در منظومه شمسی است و یک تعمیم در پتانسیل گرانش بدون بعد است.

در کیهان شناسی ، معادلات فریدمن- رابرتسون- واکر[۲۵] در مورد نظریه انشتین – اتر در مرجع [٦] قابل دسترسی است. چون اتر با چهار بردار سرعت مشاهده گرهای همسانگرد همزمانی دارند توزیع اتر در تانسور تنش ساده می شود. اثر نیروی خالص برای بازهنجارش ثابت نیوتونی $G_{COSMO} = G(1+(c_1+c_3+3c_2)/2)^{-1}$ و توزیع انحنای فضایی است. از آنجایی که مشاهدات کنونی جهان خیلی نزدیک به تخت بودن آنرا نتیجه می دهد، بازهنجارش خمش فضایی قید جدیدی را حاصل نمی کند. طیف اصلی آشفتگی ها حوالی فضا- زمان دوسیته[۲٦] و بر هم کنش های آن با یک میدان تخت توسط لیم انجام شده است. به منظور این که آیا مشاهدات پس زمینه

---

[23] - Carroll
[24] - Lim
[25] - Friedmann-Robertson-Walker
[26] - deSitter

میکروموج های کیهانی در محدوده نظریه انشتین –اتر حاصل شود تکمیل این اختلافات تا سطح آخرین پراکندگی احتمالاً باید با روش های عددی آزموده شود.

پس نظریه هایی که از تمام آزمایش های میدان ضعیف عبور می کنند ، در آزمایش های جاری میدان بزرگ نیز رد خواهند شد. پدیده شناسی نظریه انیشتین - اتر در مجموعه میدانهای قوی ، احتیاج به بدست آوردن قیدهای بیشتری می باشد.

۱-٤ نمایی کلی از پایان نامه

در این **پایان نامه** ما جنبه های پدیده شناسی نظریه انشتین – اتر را مطالعه می کنیم به طور خاص روی چگونگی تاثیر اتر در تصحیح نسبیت عام وانرژی در نظریه انیشتین – اتر مطالعه می کنیم. همچنین جهت آشنایی بیشتر با این نظریه به مقدمات آن را نیز خواهیم پرداخت.

در فصل اول بر روی نقض لورنتس و تبعات آن پرداخته شد واز اثرات ناوردایی استفاده کردیم. سپس تعریفی از نظریه انیشتین – اتر را ارائه کردیم و اثرات نقض گرانش لورنتسی را در این مورد هم به اجمال مرور کردیم.

فصل دوم به معرفی میدانهای گرانشی و روشهای بدست آوردن آن اختصاص دارد در انتهای این فصل به میدانهای الکترومغناطیسی پرداخته شده که عامل مهم تعیین کننده در نظریه انیشتین – اتر به حساب می آید و می تواند به عنوان یک مولفه تاثیر گذار بررسی گردد.

فصل سوم به باز نویسی و مرور جزئی تر معادلات میدان می پردازد و با ارائه و بدست آوردن معادله میدان انیشتین قدم بزرگی را جهت تعمیم این نظریه بدست خواهد داد.

فصل چهارم به عنوان یک کار کاملاً کاربردی در نظریه انیشتین – اتر مطرح است و با جزئیات مناسب کارهای کارول در این زمینه با اندکی اضافه کردن به جزئیات ارائه شده است و همچنین حد نیوتونی و جنبه های کیهان شناسی آن نیز لحاظ شده است.

فصل پنجم به طور خاص و گسترده انرژی در نظریه انشتین –اتر را مورد بحث قرار می دهد و از روش های شبه تانسوری برای بدست آوردن چگالی انرژی های حالتهای موج خطی شده گرانش – اتری که توسط جیکوبسون و متینگلی که در [۷] مورد بررسی قرار گرفته است استفاده می کنیم. همچنین یک عبارت برای تمام انرژی غیر خطی فضا – زمان به طور مجانبی تخت نیز بدست می آید. انتظار این که چگالی انرژی خطی شده باشد ، نا مساوی هایی که نظریه را محدود می کند حاصل می نماید. در مورد انرژی در حالت خاص بحث می کنیم .

در فصل ششم به بحث ونتیجه گیری کلی و پیامدها و پیشنهادهای آتی خواهیم پرداخت.