بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شیراز

دانشکده علوم

پایان‌نامه دکتری در رشته فیزیک (نظری)

جواب های بدون افق در گرانش لاولاک و روش جمله متقابل

توسط:

ندا بستانی

استاد راهنما:

پروفسور محمد حسین دهقانی

مهر ۱۳۸۷

به نام خدا

جواب های بدون افق در گرانش لاولاک و روش کانترترم

به وسیله‌ی:

ندا بستانی

پایان نامه

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

در رشته‌ی:

فیزیک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر محمد حسین دهقانی ، استاد بخش فیزیک (رئیس کمیته) ....

دکتر نعمت الله ریاضی، استاد بخش فیزیک ....

دکتر نادر قهرمانی ، استاد بخش فیزیک ....

دکتر مهدی جهانمیری، استادیار بخش فیزیک ....

دکتر حمید رضا سپنجی، استاد بخش فیزیک دانشگاه شهید بهشتی تهران ....

آبان ۱۳۸۷

تقدیم به

همسر مهربانم نعیم

سپاسگزاری

یگانه معبود بی‌همتا را شکرگزارم که به واسطه الطاف بی‌پایانش امکان پشت سر گذاردن این دوره‌ی تحصیلی را برای من فراهم آورد.

پس از آن برخود فرض می‌دانم که از صمیم قلب از پدر و مادر عزیزم به عنوان اولین معلمانم که در تمام طول تحصیلم محرک و مشوق سرسخت من بوده‌اند و همچنین از همکاری، صبر و بردباری همسر مهربانم تقدیر و تشکر نمایم.

همچنین از تلاش های تمامی اساتید عزیز بخش فیزیک دانشگاه شیراز، بخصوص استاد راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر دهقانی که در طی دوران تحصیلم در این بخش از هیچگونه همکاریی دریغ نورزیدند و همواره از راهنمایی‌های ارزشمندشان بهره برده‌ام، تشکر می‌نمایم.

همچنین از اعضای محترم کمیته دفاع آقایان دکتر ریاضی، دکتر قهرمانی، دکتر جهانمیری و دکتر سپنجی استاد محترم دانشگاه شهید بهشتی که در روند اجرای این پایان نامه بر من منت گذارده‌اند و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر حسینی فرزاد کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

جواب های بدون افق در گرانش لاولاک و روش جمله متقابل

به وسیله‌ی:

ندا بستانی

در این پایان نامه ابتدا جمله تانسوری کنش مرزی که باعث خوش تعریف شدن کنش گرانش می شود را ارائه خواهیم نمود. این کنش مرزی تعمیم کنش مرزی گیبنس- هاوکینگ، که باعث خوش رفتار شدن کنش اینشتین می باشد، برای گرانش لاولاک است. سپس با استفاده از تعریف براون و یورک از تانسور انرژی – تکانه شبه موضعی، این تانسور را برای گرانش لاولاک معرفی می کنیم. همچنین جملات متقابل مرزی را معرفی می کنیم که کنش و در نتیجه کمیتهای پایسته مربوط به آن را برای گرانش لاولاک، در حالت خاص با مرز تخت، محدود می سازند. سپس با استفاده از فرمالیزم هامیلتونی در گرانش از لحاظ ابعادی توسعه یافته، متریک فضا- زمان هائی را به دست می آوریم که بوسیله منابع شامه ای ایجاد می شوند و فاقد افق وتکینگی می باشند. ما همچنین شامه های مغناطیسی ایستا را در گرانش لاولاک مرتبه سوم و در حضور میدان الکترومغناطیسی ماکسول مورد بررسی قرار داده وجواب های خود، که بدون افق می باشند را به حالت شامه های مغناطیسی چرخان تعمیم می دهیم. در مورد شامه های چرخان هنگامی که یک یا دو پارامتر دوران غیر صفر است، شامه حاوی بار الکتریکی خالصی است که بزرگی آن با بزرگی پارامتر دوران متناسب است، حال آنکه شامه ایستا فاقد یار الکتریکی خالص است. در ادامه با در نظر گرفتن همزمان جملات ناوردای غیر خطی میدان الکترومغناطیسی و تانسور ریمان در گرانش، کلاس جدیدی از جواب های مغناطیسی شامه ای در گرانش مرتبه سوم لاولاک- بورن- اینفلد ارائه خواهیم داد. این کلاس خاص معرف فضا زمانی با میدان مغناطیسی غیر خطی طولی است که دارای هندسه مخروطی با کسر زاویه ای δ است. خواهیم دید چنانچه پارامتر بورن- اینفلد کاهش یابد، کسر زاویه ای افزایش خواهد یافت. ما جواب خود را به حالت هائی با یک و یا چند پارامتر دوران تعمیم می دهیم و در می یابیم که این شامه حاوی بار الکتریکی خالصی است که با بزرگی پارامتر دوران متناسب است. در نهایت با استفاده از روش جمله متقابل، کمیت های پایسته فضا زمان های ارائه شده را به دست آورده و ویژگی های آنها را مورد بررسی قرار خواهیم داد. خواهیم دید که کمیت های پایسته به پارامتر بورن- اینفلد بستگی نخواهند داشت.

فهرست مطالب

فهرست شکل‌ها

[1] Slice

فصل اول

مقدمه

تئوری نسبیت عام[۲] به عنوان یک پیشرفت مفهومی عظیم، از جایگاه ویژه ای در فیزیک قرن بیستم برخوردار است. با قبول کردن اصل ناوردا بودن قوانین فیزیک[۳]، محققان ناچار به پذیرش فضا- زمان[۴] به عنوان یک منی فولد[۵] دینامیکی شدند و از این رو مطالعات مفاهیم هندسه غیر اقلیدوسی[۶] بوسیله ریاضی دانانی چون ریمان[۷]، وارد عرصه فیزیک شد. کاربرد هندسه در فیزیک، در تئوری های پیمانه ای[۸] نیز نقش موثری را ایفا می کند. امکان نمایش تئوری های پیمانه ای به صورت اتصالات[۹] روی کلاف های فیبری[۱۰]، نمونه ای از آن کاربردها است.

نمونه های اخیر تئوری پیمانه ای، در تعامل شدیدی با اصول مکانیک کوانتومی می باشند. کشف اینکه تئوری های پیمانه ای غیر آبلی[۱۱] باز بهنجارش پذیرند[۱۲]، این امکان را فراهم می

[2] General Relativity
[3] Invarience of the Law of Physics
[4] Space- Time
[5] Manifold
[6] Non- Euclidean
[7] Reimann
[8] Gauge Theories
[9] Connections
[10] Fiber Bundles
[11] Non- Abelian
[12] Renormalisable

آورد که نیروهای الکترومغناطیس، هسته ای ضعیف و هسته ای قوی را بر حسب جملاتی از یک تئوری واحد کوانتومی و یا به عبارتی مدلی استاندارد از فیزیک ذرات[۱۳]، در نظر بگیریم.
کوانتش گرانش بسیار سخت به نظر می رسد، از این رو یک هدف اساسی در فیزیک نظری یافتن تئوری کوانتومی سازگار با گرانش است. رهیافت کانونی کوانتش نسبیت عام، به یک تئوری بازبهنجارش ناپذیر[۱۴] منتهی می شود. تاکنون تلاشهای بسیاری برای حل این مشکل صورت پذیرفته است. تئوری ریسمان[۱۵] پیشنهاد ذرات بسیط[۱۶] را در زمینه تخت مطرح می کند. مدلهای ریسمان همانند سایر میدانها، گراویتونها[۱۷] را نتیجه می دهد.
گرانش کوانتومی حلقه ای[۱۸] یکی از تئوری های غیر وابسته به زمینه است که بر اساس اصول نسبیت عام پی ریزی شده است. با استفاده از متغیرهای اشتکار[۱۹] می توان رفتار گرانش را به مثابه یک تئوری پیمانه ای[۲۰] توجیه کرد. لیست تئوری های پیشنهادی کوانتومی کردن گرانش تمام نشدنی به نظر می رسد. یکی از طرح های پیشنهادی بسیار برجسته استفاده از ابعاد بالاتر است. علاقه به ابعاد بالاتر به مطالعه تئوری ریسمان بر می گردد. در دهه ۱۹۲۰ توجه مردم برای ساختن یک میدان پیمانه ای به ابعاد بالاتر جلب شد، که از نمونه های آن می توان به تلاشهای کالوزا- کلاین اشاره کرد. آنها با محدود کردن بعد پنجم بر روی یک دایره به میدان نوع فوتونی[۲۱] دست یافتند. همگی ما با سه بعد فضایی و یک بعد زمانی آشنایی داریم، اما تئوری ریسمان به ما می گوید که بایستی به سراغ شش یا هفت بعد غیر از این نیز بود. می دانیم که تانسور اینشتین تنها در چهار بعد کاملترین ترکیبی است که معادلات مرتبه دوم میدان را نتیجه می دهد و لذا برای رفتن به ابعاد بالاتر از چهار، بایستی معادله اینشتین را اصلاح کرد.

گرانش با انحنا بالاتر[۲۲]

تغییر و تصحیح معادله اینشتین را در بسیاری از متن های پیشین می توان یافت، از جمله روش جمله متقابل[۲۳] در نسبیت عام برای از بین بردن تکینگی ها، تئوری تانسور اسکالر در زمینه های تورمی[۲۴] و جملاتی که در تئوری ابرگرانش[۲۵] ظاهر می شوند.

[13] Standard Model of Particle Physics
[14] Non- Renormalisable
[15] String
[16] Extended
[17] Gravitons
[18] Loop Quantum Gravity
[19] Ashtekkar
[20] Gauge Theory
[21] Photon- Type Field
[22] Higher Curvature Gravity
[23] Counterterm

تئوری گرانش بازبهنجارش پذیر نیست. لاگرانژین دارای یک جفت شدگی[۲۶] با بعد منفی، متناسب با $\mathrm{M}^{-2}_{\text{پلانک}}$ است. هر جمله خود- برهمکنش[۲۷] گراویتون i ، تعداد $N_i\Delta-$ به درجات واگرایی ظاهری[۲۸]، D ، اضافه می کند، بطوریکه N_i تعداد رئوس و۲- =[جفت شدگی] = Δ می باشد.

نمودارهای فاینمن[۲۹] با لوپ های بسته داخلی، شامل انتگرالهایی هستند که بر روی تکانه به شکل $\int_0^\infty dkk^{D-1}$ ، چنانچه $D>0$ باشد، واگرا می شوند. نسبیت عام بر روی یک حلقه بازبهنجارش پذیر است، ولی از آن جائیکه $N_i\Delta-$ کمیتی مثبت است، در هر مرتبه از گسترش حلقه، واگرایی های بیشتری نمود می یابد. از این رو لازم است که واگرایی ها بوسیله بازبهنجارش تعداد نامحدودی از پارامترها جذب گردند. متعاقباً هیچ کدام از برهمکنش های آنها نیز بازبهنجارش پذیر نیستند. با جفت شدگی به ماده یا هر چیز دیگر مسأله واگرایی ها از این نیز بدتر می شود. همچنین در ابعاد بالاتر از چهار، $\Delta=-(d-2)$ می باشد و مشکلات از این قبیل رخ خواهد داد.

یک تئوری باز بهنجارش ناپذیر کاندید مناسبی برای تئوری نهایی محسوب نمی شود. یک رهیافت ساده به کوانتومی کردن گرانش، اضافه کردن هر گونه جمله، هر چند غیر گرانشی، از روی تقارن سیستم است (مانند جملات متقابل)، که در این حالت در انرژی های بالا، تئوری غیر قابل استفاده می گردد. زیرا در چنین حالتی تعداد نامحدودی از پارامترهای ناشناخته خواهیم داشت. تئوری های باز بهنجارش ناپذیر را می توان به عنوان تئوری های موثر میدانی[۳۰] به حساب آورد. به طور مثال با شروع کردن از الکترودینامیک کوانتومی[۳۱] وانتگرال گیری بر روی الکترون – پوزیترون یک تئوری باز بهنجارش ناپذیر برای پراکندگی فوتون- فوتون بدست خواهد آمد [۱]. به طور مشابه گرانش می تواند به عنوان حد انرژی پائین[۳۲] یک پدیده ناشناخته تئوری کوانتومی محسوب شود که ممکن است در حد انرژی پلانک بسیار متفاوت به نظر برسد.

تئوری های گرانشی گوناگونی با جملات انحنای مرتبه دوم[۳۳]، در راستای باز بهنجارش کردن گرانش در چهار بعد معرفی شده اند [۲]. کنش کلی زیر با جملات انحنای مرتبه دوم از آن نوع است:

---

24 Inflation
25 Super- Gravity
26 Coupling
27 Self-Interaction
28 Superficial degree of divergence
29 Feynman Diagrams
30 Effective Field Theories
31 Quantum Electrodynamics
32 Low Energy Limit
33 Curvature Squared Terms

$$\int_M (\beta_1\sqrt{-g}R+\beta_2 L_2)d^d x,$$
$$L_2=\sqrt{g}(R_{\mu\nu\lambda\sigma}R^{\mu\nu\lambda\sigma}+aR_{\mu\nu}R^{\mu\nu}+bR^2)$$

جمله مرتبه دوم، دارای ثابت جفت شدگی بدون بعد، $\beta_2=4-d$ می باشد که در چهار بعد صفر می باشد. متعاقباً انتظار می رود که جملات خود برهمکنش گراویتون آن نیز در ۴ بعد باز بهنجارش پذیر باشند، که این خود انگیزه ای برای مطالعه این قبیل تئوری های مربعی[۳۴] است. موارد زیر دو تا از مهمترین اصول فیزیکی مشتق شده از تئوری های میدان های کوانتومی هستند:

۱- ترکیب گوس بونه: باز بهنجارش پذیر نیست ولی به عنوان یک تئوری موثر انرژی پایین قابل قبول می باشد، علاوه بر اینکه فضای مینکوفسکی نیز پایدار است.

۲- سایر ترکیبات با انحنای مربعی که در چهار بعد بازبهنجارش پذیر می باشند، و عامل ظهور گوست ها می باشند که تئوری را غیر فیزیکی می سازند.

در ۴ بعد، ترکیب گوس بونه به طور موضعی مشتق کامل است و بنابر این درجات آزادی موضعی را تغییر نمی دهد. با یادآوری انتگرال مسیر[۳۵] که به کوانتش منتهی می شود، این ترکیب را می توان به عنوان یک وزن وابسته به هندسه[۳۶] در انتگرال تابعی[۳۷] در نظر گرفت. در ابعاد بالاتر، اگرچه جمله جنبشی مشتق کامل است، ولی جمله گوس بونه در خود-برهمکنش گراویتون شرکت می کند. قابل ذکر است که در ابعاد بالاتر، جمله گوس- بونه تنها جمله ای از جملات انحنای مرتبه دوم است که شامل متریک و مشتقات آن می باشد ولی باعث ظهور گوست ها نمی شود، از این گذشته ذره حاوی[۳۸] عیناً همانند ذره در نسبیت عام، ذره بدون جرم با اسپین ۲ می باشد.

اصلاح و تعمیم نسبیت عام کاری بس ارزنده به نظر می رسد. فیزیک گرانش جدید ممکن است راه حل مناسبی برای بسیاری مسائل از جمله مشکل ثابت کیهانشناسی، مشکل ماده تاریک، انرژی تاریک، سیاهچاله ها و مسائل مربوط به آنها از جمله یکانی بودن و آنتروپی داشته باشد [۳].

در میان تئوری های با انحنای بالا، تئوری لاولاک[۳۹] که تعمیم خاصی از نسبیت عام است از اهمیت ویژه ای برخوردار است [۴، ۵]. کنش اینشتین- هیلبرت[۴۰] بسط ابعادی مشخصه اویلر[۴۱]

[34] Quadratic Theories
[35] Path Integral
[36] Topology-dependent Weight
[37] Functional Integral
[38] Particle Content
[39] Lovelock

دو بعدی است. به طور مشابه جمله گوس- بونه به مشخصه ۴ بعدی اویلر مربوط است و در نهایت کنش کلی لاولاک مجموع جمله هایی است که از پیوستگی ابعادی مراتب بالاتر مشخصه اویلر از هر بعد زوج، به دست می آیند. صرفنظر از ثابت کیهانشناسی، سایر جملات لاولاک تنها در ابعاد بالاتر از چهار صفر نیستند.

چنانچه ما در جستجوی حد انرژی پایئن تئوری کوانتومی گرانش در ابعاد بالا، مانند تئوری ریسمان، باشیم که از ویژگی های آن یکانی بودن و تخت بودن در خلاء است، جمله گوس بونه طبیعی ترین انتخاب است. این جمله مرتبه دوم در حد انرژی پایین کنش موثر تئوری ریسمان، ظاهر می شود [۶، ۷، ۸]، همچنین در محدود سازی[۴۲] کلابی- یاو[۴۳] تئوری M [۴۴]در شش بعد نیز می توان آن را یافت. مرجع [۹] و مراجع موجود در آن را ملاحظه فرمائید. ویباچ[۴۵] در [۱۰]، جمله مربعی گوس-بونه را در قالب تئوری ریسمان و با توجه به ویژگی فاقد گوست بودن آن در فضای مینکوفسکی، مورد بحث قرار داده است. قابل ذکر است که این تئوری در سایر زمینه های کامل[۴۶] نیز فاقد گوست می باشد [۱۱]. چنانچه صرفاً جمله های گرانشی خالص مد نظر باشند، سایر ترکیبات با انحنای مرتبه دوم را بایستی کنار گذاشت [۳، ۷]، گرچه سایر میدان های جفت شده با گرانش را نیز در مسائل مختلف بایستی در نظر گرفت. برای مرور دقیق اصلاحات ریسمانی در کنش های گرانشی مراجع [۱۲، ۱۳] و مقدمه مرجع [۱۴] را ملاحظه فرمائید. برای مشاهده مباحث دیگر در مورد جملات مراتب بالاتر انحنا به مراجع [۹، ۱۵، ۱۶، ۱۷] مراجعه فرمائید به طور کلی جملات مکعبی انحناء[۴۷] و مراتب بالاتر در انتشارگر شرکت نمی کنند و جمله لاولاک مکعبی نیز در این زمینه استثناء نیست.

کشف شمس الدین[۴۸] [۱۸] مبنی بر این که، تئوری های لاولاک با تئوریهای پیمانه ای چرن-سیموس[۴۹] از گروههای پیمانه ای دوسیته[۵۰] و آنتی دوسیته[۵۱] هم ارزند، توجه های بسیاری را به خود بر انگیخت [۱۹]. امروزه فضا زمان های آنتی دوسیته بسیار مورد توجه اند. یکی از دلایل علاقه به این فضا زمان ها این است که رابطه تنگاتنگی بین ابرگرانش (حد انرژی پایین تئوری ریسمان) در $(n+1)$ بعد فضا زمان مجانبا آنتی دوسیته و تئوری میدان های کانفرمال[۵۲]

---

[40] Einestein- Hilbert Action
[41] Euler Characteristics
[42] Compactification
[43] Calabi- Yau
[44] M- Theory
[45] Zwiebach
[46] Exact Backgrounds
[47] Curvature Cubed
[48] Chamseddin
[49] Chern- Simos
[50] DeSitter
[51] Anti-deSitter
[52] Conformal Field Theory

(CFT) بر روی مرز n بعدی ، وجود دارد که به تناظر [AdS/CFT] معروف است. در تئوری کلاسیک گرانش، یکی از راه های ایجاد فضا زمان آنتی دوسیته اضافه نمودن جملات مراتب بالاتر انحنا به سمت چپ معادله اینشتین می باشد. جدای از هر چیز، تئوری لاولاک به عنوان یک تئوری ریاضی که در ارتباط بسیار نزدیکی با هندسه است، حائز اهمیت و توجه است.

تئوری لاولاک نمایشگر سناریوی جذابی از نتایج اصلاحات گرانشی با توجه بـه حـضور جمـلات مراتب بالاتر انحنا در کنش می باشد و به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است سـیاهچاله های با ابعاد بـالاتر در گـرانش لاولاک مـورد بحـث قـرار گرفتـه [۱۱، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳] و بـه تعدادی از پرسش ها در مورد آنتروپی سیاهچاله ها پاسـخ داده شـده اسـت [۲۴، ۲۵]. در پـنج بعد، سیاهچاله های با تقارن استوانه ای توسط بولوار- دزر ارائه شده [۱۱] و ویژگی هـای مهـم آن به اختصار مورد مطالعه قرار گرفته اسـت [۲۶]. سـیاهچاله هـای بـا بـار NUT در گـرانش گوس- بونه و در گرانش گوس- بونه- ماکسول به ترتیب در مراجع [۲۷] و [۲۸] مـورد مطالعـه قرار گرفته اند.

تعدادی از متریک های کیهانشناسی مورد بررسی قرار گرفته است [۲۹، ۳۰، ۳۱]. به طور خاص ترکیبات لاولاک، نقش بسیار مهمی در مطالعه کیهانشناسی جهان شامه ای[53] دارند. مطالعه تعدادی از جملات با انحنای بالا و همچنین میدانهای ریسمانی همچون دیلاتون[54] و مدولی[55] به نتیجه های گوناگون و جذابی منجر شده است.

کارهای ارزنده فراوان گوناگونی در زمینه گرانش لاولاک ارائه گردیده است. به عنوان مثال، دو کلاس جدید از جواب های چرخان لاولاک مرتبه دوم و ترمودینامیک آن جوابها در مراجع [۳۲، ۳۳] مورد مطالعه قرار گرفته و زمینه را برای ارائه جواب های کامل ایستا در گرانش مرتبه سوم لاولاک مهیا ساختند [۳۴] .جواب های باردار چرخان شامه سیاه در گرانش مرتبه سوم لاولاک و تاثیرات جمله لاولاک مرتبه سوم در کنار میدان اسکالر بر کیهانشناسی را می توان به ترتیب در مراجع [۳۵] و [۳۶] یافت. ارتباط خاص بین گرانش لاولاک و جهان های شامه ای توسط کیم[56]، کایا[57] و لی[58] مورد بررسی قرار گرفته است [۳۷،۳۸]، همچنین ادغام جهان شامه ای در گرانش خاص لاولاک نیز مورد مطالعه قرار گرفته است[۳۹،۴۰].

با توجه به اینکه مطالعه نقص های توپولوژیک، در متریک های مختلف بسیار جالب توجه است، در این پایان نامه به بررسی نقص های توپولوژیک در گرانش لاولاک می پـردازیم. در بـین ایـن نقص ها، ریسمانهای کیهانی یکی از جالب توجه ترین موضـوعات کیهانـشناسی بـه شـمار مـی روند. ریسمانهای کیهانی در واقع به منزله پلی بین فیزیک ابعاد بسیار کوچـک و فیزیـک ابعـاد

[53] Brane- World Cosmology
[54] Dilaton
[55] Moduli
[56] Kim
[57] Kyae
[58] Lee

بزرگ محسوب می شوند. آنها توسط برخی از تئوری های متحد[59] از برهمکنش های ذره ای پیش بینی شدند و چنانچه واقعیت داشته باشند، می توانند پاسخگوی پاره ای از سئوالات، در بزرگترین مقیاس های جهان کنونی باشند. منشأ این ریسمانها می تواند گذارهای فاز در مراحل اولیه پیدایش جهان باشد و به همین دلیل نقش مهمی در شکل گرفتن ساختارهای اولیه و اساسی دارند [۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴]. مقالات مختلفی در زمینه ریسمانهای کیهانی نوشته شده اند که فضا زمانهای مورد استفاده جملگی دارای هندسه مخروطی و بدون افق هستند [۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰]. ویتن در [۵۱] نشان داد که ریسمانهای کیهانی، که به ریسمانهای کیهانی ابر رسانا موسومند، مشابه با ابررساناها رفتار می کنند و برهمکنش های جالبی با میدانهای مغناطیسی اخترفیزیکی دارند؛ همچنین این ریسمانها قادر به تولید میدانهای مغناطیسی قوی اخترفیزیکی نیز می باشند[۵۲]. جواب های ایستای با تقارن استوانه ای گرانش اینشتین در چهار بعد، در مرجع [۵۳] ارائه شده است. جواب های ایستای مشابه در قالب تئوری ریسمان را می توان در [۵۴] یافت. کلیه این جواب ها [۵۳، ۵۴]، فاقد افق بوده و دارای هندسه مخروطی می باشند. گسترش این جواب ها به حالت هایی که شامل میدان الکترومغناطیسی می باشند، نیز انجام پذیرفته است [۵۵، ۵۶] .جوابهای بدون افق در گرانش گوس – بونه همراه با میدان الکترومغناطیسی ماکسول در مرجع [۵۷] ارایه شده است. همچنین گسترش این جواب ها به گرانش مرتبه سوم لاولاک و به همراه میدان مغناطیسی طولی و زاویه ای مورد بررسی قرار گرفته است [۵۸]. در سه بعد جواب های مغناطیسی چرخان در مرجع [۵۹] و جواب های مربوط به گرانش برانس- دیکی[60] در مرجع [۶۰] آورده شده اند. گسترش این جواب ها در حضور دیلاتون[61] و میدان الکترومغناطیسی بورن- اینفلد را می توان در مرجع [۶۱] یافت. در این پایان نامه تعمیم به ابعاد بالاتر ریسمانهای کیهانی که شامه های کیهانی خواهند بود را مورد مطالعه قرار خواهیم داد. کیهانشناسی شامه ای (که با تئوری ریسمان در توافق کامل است) پیشنهاد می کند که، ماده و بر همکنش های پیمانه ای بر روی شامه ای که خود، در ابعاد بالاتر فضا- زمان غوطه ور است، محاط می شود در حالی که گرانش و میدان های مربوط به آن می توانند به ابعاد بالاتر بروند [۱۱۰، ۱۱۱].

روش جمله متقابل

[59] Unified Theories
[60] Brans- Dicke
[61] Dilaton

تاکنون چگالی انرژی- تکانه موضعی مربوط به میدان گرانشی معرفی نشده است. دلیل آن این است که این عبارات تنها به متریک و مشتق اول آن وابسته اند که همواره در نقطه ای از مختصات به طور موضعی تخت، صفر می باشد. در عوض، می توان از تعریف تانسور تنش شبه موضعی[۶۲]، که به طور موضعی بر روی مرز فضا- زمان تعریف می شود، بهره گرفت. با در نظر گرفتن کنش گرانشی به عنوان تابعی از متریک مرزی $\gamma_{\mu\nu}$ ، براون[۶۳] و یورک[۶۴]، تانسور شبه موضعی تنش[۶۵] فضا- زمان را به صورت زیر تعریف کردند [۴۰]:

$$T^{\mu\nu} = \frac{2}{\sqrt{-\gamma}} \frac{\delta I_{grav}}{\delta \gamma_{\mu\nu}} \qquad (1-1)$$

تانسور به دست آمده هنگامی که مرز به بی نهایت میل می کند، واگرا می گردد. همواره می توان جملات مرزی را، بدون اینکه تاثیری بر معادلات حرکت داشته باشند، به کنش اضافه کرد. در جهت به دست آوردن تانسور تنش محدود، براون و یورک، مسئله محدود سازی به روش کم کردن زمینه[۶۶] را مطرح کردند. در این روش مرز مورد نظر را در یک فضای زمینه غوطه ور[۶۷] می کنند. این روش از چند نظر دچار اشکال است، به عنوان نمونه، اینکه همیشه ممکن نیست که مرز دلخواهی با هندسه ذاتی دلخواه را در یک فضایی زمینه غوطه ور کرد. از طرف دیگر کمیت های پایائی که با استفاده از این روش به دست می آیند به متریک زمینه بستگی دارند که در نتیجه یکتائی کمیت های پایا مخدوش می شود.

روشی که ما در این پایان نامه برای غلبه بر واگرائی ها بر می گزینیم، از تطابق میان یک نظریه گرانشی در یک فضا زمان مجانباً آنتی دوسیته $(n+1)$ بعدی و یک نظریه میدان کوانتومی[۶۸] که روی مرز n بعدی تعریف می شود، استنتاج می شود [۴۱، ۴۲]. بر اساس این تطابق، رابطه (۱-۱) می تواند به عنوان مقدار انتظاری تانسور تنش در (CFT) محسوب شود.

$$\langle T^{\mu\nu} \rangle = \frac{2}{\sqrt{-\gamma}} \frac{\delta I_{eff}}{\delta \gamma_{\mu\nu}} \qquad (2-1)$$

واگرائی هائی که در اثر میل دادن مرز به بی نهایت ظهور می کنند، در واقع همان واگرائی های استاندارد ماورابنفش تئوری میدانهای کوانتومی می باشند. این واگرائی ها به آسانی با اضافه

[62] Quasilocal
[63] Brawn
[64] York
[65] Stress Tensor
[66] Background Subtraction
[67] Embed
[68] CFT

کردن جملاتی موضعی تحت عنوان جملات متقابل بر طرف خواهند شد. این جملات تنها به هندسه ذاتی مرز وابسته بوده و یکبار و برای همیشه تعریف می شوند. این روش برای نخستین بار در [۴۳] مورد بررسی قرار گرفت و تا کنون در مقالات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است [۴۴، ۴۵، ۴۶].

در این پایان نامه ما در جستجوی جوابهای بدون افق در گرانش لاولاک می باشیم. انگیزه ما برای ساختن چنین فضا زمان هایی، تعبیر این فضا زمان ها به عنوان ریسمانهای کیهانی می باشد. از آنجا که منشأ این ریسمانها به روزهای اولیه پیدایش کیهان، زمانی که انحنا بسیار زیاد بوده است باز می گردد، انتخاب گرانش انحنا بالاتر نسبت به گرانش اینشتین طبیعی به نظر می رسد. محاسبه کمیت های پایای این فضا زمان ها به شیوه جمله متقابل، از جمله اهداف ما در این رساله می باشد و از این رو تانسور انرژی- تکانه را در گرانش لاولاک و در حالت خاص با مرز تخت محاسبه خواهیم نمود. بررسی تاثیر جملات لاولاک و نیز تاثیر غیر خطی بودن میدان الکترومغناطیسی بر برخی ویژگی های فضا- زمان، از جمله بر کسر زاویه ای[۶۹] از جمله انگیزه های ما از نوشتن این رساله به شمار می آید.

اکنون ساختار رساله ای که پیش روست را ارائه می کنیم:

در فصل دوم به اختصار گرانش اینشتین و گرانش لاولاک را مورد مطالعه قرار خواهیم داد. می دانیم که وردش کنش اینشتین نسبت به تانسور متریک خوش رفتار نیست، از این رو ابتدا به معرفی کنش مرزی گیبونس- هاوکینگ که در راستای خوش رفتار کردن، به کنش اینشتین اضافه می شود پرداخته و سپس شکل تانسوری جملات سطحی که کنش کلی لاولاک را خوش رفتار می کند را ارائه خواهیم داد.

کنش و کمیت های پایای وابسته به آن، هنگامی که مرز به بینهایت می رود واگرا می شوند. از این رو فصل سوم به معرفی روش جمله متقابل جهت محاسبه کنش محدود و کمیت های پایسته گرانش لاولاک با مرز تخت، اختصاص دارد.

فضا زمان هائی که در این رساله مورد بررسی قرار خواهیم داد، دارای مرز بدون انحنا می باشند. در واقع خواهیم دید که پاسخ هائی را که به دست می آوریم در بعضی حالات می توانند همچون شامه بدون افق تعبیر شوند که تعمیمی از ریسمانهای کیهانی می باشند. از این رو در فصل چهارم به معرفی ریسمان های کیهانی خواهیم پرداخت. در این فصل ابتدا، مفاهیمی به اختصار از تقارن و شکست خود به خودی تقارن مطرح کرده وسپس به بررسی میدان گرانشی یک ریسمان کیهانی و ویژگی های آن می پردازیم.

در فصل پنجم، ابتدا به ذکر خلاصه ای از دینامیک هندسی و فرمالیزم هامیلتونی پرداخته و سپس جواب های D بعدی مجانبا آنتی دوسیته ای را در گرانش بعدأ توسعه یافته و در ابعاد

[69] Deficit Angle

زوج و فرد معرفی می کنیم. ما ویژگی های این جواب ها را مورد بحث قرار داده و کمیات پایسته آنها را به روش جمله متقابل محاسبه خواهیم کرد.

در فصل ششم، با حل معادلات میدان گرانش لاولاک مرتبه سوم به همراه میدان ماکسول، کلاس جدیدی از جواب های ایستای بدون افقی را به دست خواهیم آورد که مولد میدان مغناطیسی طولی می باشند. ما این جواب ها را به حالتی از فضا زمان هائی با یک و یا چند پارامتر دوران، گسترش می دهیم. سپس کلاس دیگری از جواب های فاقد افق مولد میدان مغناطیسی زاویه ای، را ارائه خواهیم داد. در پایان این فصل با استفاده از روش جمله متقابل کمیات پایا را محاسبه می کنیم. ما همچنین چگالی بار الکتریکی شامه را در حالت چرخش و یا بوست محاسبه خواهیم کرد.

در فصل هفتم، همچنان خود را به گرانش لاولاک مرتبه ۳ محدود می کنیم ولی نظریه ماکسول را به نظریه بورن- اینفلد تعمیم می دهیم. در این فصل نیز جواب های بدون افق مولد میدان مغناطیسی طولی را در حالت های ایستا و چرخان ارائه داده، سپس کمیت های پایسته و ویژگی های آنها را مورد بحث و بررسی قرار می دهیم. تحقیق در مورد اثرات غیر خطی بودن میدان الکترومغناطیسی و نیز تاثیر جملات لاولاک بر کسر زاویه ای فضا زمان را در بخش های پایانی این فصل مورد بررسی قرار می دهیم.