مجلۀ پژوهش فیزیک ایران، جلد ۱۰، شمارۀ ۴، زمستان ۸۹

انقباض گرانشي يك لاية نور گونه با تقارن كروي در نسبيت عام

صمد خاکشورنیا

پژوهشکدة تحقیقات و توسعة راکتورها و شتابدهنده‌ها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته اي، تهران، ایران

پست الکترونیکي: skhakshour@aeoi.org.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۱/۱۸ ؛ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۳)

چکیده

اتصال دو متریک به یکدیگردر نسبیت عام، اغلب با ناپیوستگي مشتقات متریک در دو طرف مرز یا ابر سطح جداکننده، همراه است. این ناپیوستگي به نوبة خود منجر به تکینگي از نوع تابع دلتا در تانسور انحناي ریماني بر روي مرز مي شود. اگر مرز جداکنندة دو متریک یک ابر سطح زمان گونه (یا فضا گونه) باشد، تنها بخش ریچي از تانسور انحناي ریماني تکین است و این تکینگي به تانسور انرژي- تکانة ماده روي ابرسطح ارتباط داده مي‌شود. در این صورت مرز جداکنندة دو متریك، لاية نازك نامیده مي‌شود. اما اگر ابرسطح جداکننده، نورگونه باشد، در حالت کلي هر دو بخش ریچي و وایل تانسور انحناي ریمان روي مرز تکین هستند. درحالي که تکینگي در تانسور ریچي همچنان با تانسور انرژي- تکانه ماده روي ابرسطح نورگونه مرتبط است. تکینگي در تانسور وایل به وجود امواج گرانشي ضربه‌اي تعبیر مي‌شود. روش استاندارد براي شرح لایه‌هاي زمان گونه (یا فضا گونه) در نسبیت عام، استفاده از تقریب لاية نازک ایسرائیل است که در آن پرش در تانسور انحناي عرضي از میان لایه با محتویات انرژي-تکانه روي لایه متناسب است. در این روش معادلة اتصال دو متریک از طریق لایه، برحسب مختصات ذاتي روي لایه داده مي شود و لذا مي توان مختصات در فضا-زمان دو طرف لایه را به دلخواه، مستقل از یکدیگر، و به طور طبیعي منطبق بر تقارن‌هاي خاص هر فضا-زمان اختیار نمود. چنین آزادي در انتخاب مختصات دو طرف لایه کاربرد وسیع این روش را که فرمول‌بندي نهایي آن توسط ایسرائیل انجام گردید، سبب شده است. بعدها بارابس- ایسرائیل فرمول بندي ایسرائیل را براي لایه هاي نور گونه توسعه دادند. لایه هاي نور گونه داراي کاربرد هاي متنوع در نسبیت عام و کیهانشناسي است. از جمله مي‌توان از مدلسازي براي انقباض گرانشي و نیز ساختار داخلي سیاهچاله‌ها، ساخت مدل‌هاي کلاسیك براي پدیده‌هاي کوانتمي مرتبط با فیزیك سیاهچاله‌ها نظیر تابش هاوکینگ و نیز آنتروپي سیاهچاله، بررسي محدودیت‌ها روي تابش گرانشي ناشي از ریسمان‌هاي کیهاني و کرم چاله ها به‌عنوان یك لاية نازك، و برخورد دو لایه نور گونه با تقارن کروي به‌عنوان یك مدل براي مطالعة برهمکنش بین ماده و میدان گرانش، نام برد. در این مقاله با استفاده از روش بارابس- ایسرائیل، انقباض گرانشي یک لاية نازك نور گونة کروي با فضا-زمان تخت واقع در داخل لایه و فضا-زمان وایدیا با بار الکتریکي در خارج آن، مطالعه مي‌شود. نتایج حاصله نشان مي‌دهد که انقباض این لایه که تنها با چگالي انرژي سطحي مشخص مي‌شود، بدون انتشار امواج گرانشي ضربه‌اي، همراه است. انرژي گرانشي و انرژي الکترومغناطیسي با علامت‌هاي مخالف و با وابستگي متفاوت نسبت به شعاع لایه، در بیان حاصله براي چگالي انرژي لایه، وارد مي‌شوند. لذا به ازاي مقدار مشخصي از شعاع لایه، چگالي انرژي روي لاية در حال انقباض، صفر خواهد شد. در این حالت، به منظور جلوگیري از بروز چگالي انرژي منفي روي لایه، انقباض لایه در این شعاع متوقف شده و پس از آن لایه شروع به انبساط مي‌نماید.

واژه‌هاي کلیدي: نسبیت عام، لاية نور گونه، انقباض گرانشي

مقالۀ کامل در جلد انگلیسی مجله با همین شماره به چاپ رسیده است.