

## کاربرد روش توزیع برای مطالعه لایه‌های نور گونه در نسبیت عام

صمد خاکشورنیا<sup>۱</sup> و رضا منصوری<sup>۲</sup>

۱. مرکز تحقیقات هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، تهران- ایران

۲. دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران- ایران

(دریافت مقاله: ۸۴/۳/۵ ؛ پذیرش: ۸۳/۴/۱۶)

### چکیده

اتصال دو متریک فضا - زمان مختلف از طریق یک مرز مشترک یا ابرسطح، کاربردهای فراوانی در نسبیت عام و کیهانشناسی دارد. به طور نمونه می‌توان از مطالعه روی ساختار داخلی سیاهچاله‌ها، دینامیک حبابها و دیواره‌های حوزه که دو فاز همزیست مختلف را در مدل‌های تورمی کیهانشناسی از یکدیگر جدا می‌سازند، کرم چاله‌ها و تغییر نشانگان در نسبیت عام، دینامیک نواحی فروچگال و فراچگال در ساختار بزرگ مقیاس عالم، و بالاخره نظریه اخیر که عالم ما یک شامه  $(3+1)$  بعدی واقع در یک فضا - زمان با ابعاد بالاتر است، نام برد. اتصال دو متریک در این نوع مسائل اغلب با ناپیوستگی مشتقات متریک در دو طرف مرز یا ابر سطح جداکننده همراه است. این ناپیوستگی به نوبه خود منجر به تکینگی از نوع تابع دلتا در تانسور انحنای ریمانی بر روی مرز می‌شود. اگر مرز جداکننده دو متریک یک ابر سطح زمان گونه (یا فضا گونه) باشد، تنها بخش ریچی از تانسور انحنای ریمانی تکین است و این تکینگی به تانسور انرژی - تکانه ماده روی ابرسطح ارتباط داده می‌شود. در این صورت مرز جداکننده دو متریک لایه نازک نامیده می‌شود. اما اگر ابرسطح جداکننده نورگونه باشد، هر دو بخش ریچی و وایل تانسور انحنای ریمان روی مرز تکین هستند. درحالی که تکینگی در تانسور ریچی همچنان با تانسور انرژی - تکانه ماده روی ابرسطح نورگونه مرتبط است، تکینگی در تانسور وایل به وجود امواج گرانشی ضربه‌ای تعبیر می‌شود. روش استاندارد برای شرح لایه‌های زمان گونه (یا فضا گونه) استفاده از تقریب لایه نازک اسرائیل است که در آن پرش در تانسور انحنای عرضی از میان لایه با محتویات انرژی - تکانه روی لایه متناسب است. در این روش معادله اتصال دو متریک از طریق لایه، برحسب مختصات ذاتی روی لایه داده می‌شود و لذا می‌توان مختصات در فضا - زمان دو طرف لایه را به دلخواه، مستقل از یکدیگر، و به طور طبیعی منطبق بر تقارنهای خاص هر فضا - زمان اختیار نمود. چنین آزادی در انتخاب مختصات دو طرف لایه کاربرد وسیع این روش را که فرمولبندی نهایی آن توسط اسرائیل انجام گردید، سبب شده است. بعدها باراباس و اسرائیل این فرمولبندی را برای لایه‌های نور گونه توسعه دادند. رهیافت معادل دیگری موسوم به روش توزیع برای مطالعه لایه‌های نازک وجود دارد که به خصوص برای هندسه‌های پیچیده توصیه شده است. اما این روش مستلزم پیش ساخت مختصات سراسری فضا - زمان به طور پیوسته روی لایه است، آن چنان که در آن چهار - متریک فضا - زمان روی لایه پیوسته شود. تاکنون از این روش برای بررسی دینامیک لایه‌های زمان گونه (یا فضا گونه) با تقارنهای کروی و استوانه‌ای استفاده شده است. در این مقاله در چارچوب روش توزیع برای یک لایه نور گونه غوطه‌ور در فضا - زمان با تقارن کروی یک تبدیل مختصات که در آن چهار متریک فضا - زمان پیوسته شود، جستجو شده و نشان داده می‌شود که معادلات اتصال حاصله با نتایج حاصل از روش باراباس - اسرائیل همانند هستند.

واژه‌های کلیدی: نسبیت عام، لایه‌های نور گونه، روش توزیع.

مقاله کامل در بخش انگلیسی همین شماره مجله به چاپ رسیده است.