



پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

(مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات)

دفاع از رساله دکتری

جنبه‌های غیراختلالی آمارِ افت و خیزهای اولیه کیهانی

سینا هوشنگی

استاد راهنما: محمدحسین نامجو

چکیده: سیاه‌چاله‌های اولیه به‌عنوان نامزدی مهم برای ماده تاریک و همچنین توضیحی برای منشأ برخی از امواج گرانشی مشاهده شده، از اهمیت ویژه‌ای در کیهان‌شناسی معاصر برخوردارند. مهم‌ترین منبع تشکیل این سیاه‌چاله‌ها، افت‌وخیزهای بزرگ ایجاد شده در دوره تورم کیهانی است. با این حال، روش‌های اختلالی متداول که برای محاسبه آمار این افت‌وخیزهای اولیه به کار می‌روند، ممکن است منجر به تخمین‌های نادرست در محاسبه فراوانی سیاه‌چاله‌های اولیه شوند. این رساله به بررسی دقیق و جامع روشی غیراختلالی برای توصیف افت‌وخیزهای بزرگ در دوره تورم می‌پردازد. در ابتدا، مفهوم تورم غیرجاذب معرفی می‌شود که می‌تواند منجر به تولید اختلالات بزرگ با احتمال کم اما غیرصفر در دوره تورم کیهانی شود. سپس، صورت‌بندی δN به‌عنوان ابزاری کارآمد برای توصیف غیراختلالی افت‌وخیزهای اولیه مورد بحث قرار می‌گیرد. به‌ویژه محدودیت‌ها و پیش‌فرض‌های صورت‌بندی δN و همچنین نحوه استفاده از آن برای افت‌وخیزهای بسیار بزرگ به‌صورت دقیق بررسی می‌شود. در ادامه، مجموعه‌ای از مدل‌های تورمی مورد بررسی قرار می‌گیرند که در آن‌ها توصیف غیراختلالی آمار افت‌وخیزهای بزرگ تفاوت معناداری با محاسبات اختلالی نشان می‌دهد. این تفاوت به‌ویژه در دم تابع توزیع افت‌وخیزهای اولیه مشهود است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که رفتار غیرخطی اختلالات انحنای مدل‌های تورمی می‌تواند منجر به شکل‌گیری دم‌های غیرگوسی در توزیع احتمال شود که در محاسبات اختلالی دیده نمی‌شود. این یافته‌ها اهمیت استفاده از روش‌های غیراختلالی در مطالعه تشکیل سیاه‌چاله‌های اولیه را برجسته می‌سازد و نشان می‌دهد که تقریب‌های خطی معمول ممکن است در پیش‌بینی دقیق فراوانی این اجرام کافی نباشند.

زمان: سه‌شنبه ۲۷ شهریور ۱۴۰۳ ، ساعت ۱۴

مکان: اتاق سمینار پژوهشکده ذرات



Institute for Research in Fundamental Sciences

Institute for Studies in Theoretical Physics and Mathematics (IPM)

PhD Defence Session

Non-perturbative Aspects of the Statistics of Primordial Cosmic Fluctuations

Sina Hooshangi

Supervisor: Mohammad Hossein Namjoo

Abstract: Primordial black holes (PBHs) hold significant importance in modern cosmology as a possible candidate for dark matter and as potential explanations for the origin of some observed gravitational waves. The prominent source for the formation of these black holes is the large fluctuations generated during the cosmic inflation. However, conventional perturbative methods used for calculating the statistics of these primordial fluctuations may lead to inaccurate estimates of the abundance of the PBHs. This dissertation presents a comprehensive examination of a non-perturbative method for describing large fluctuations during the inflationary period. At first, the concept of non-attractor inflation is introduced, which can potentially produce large perturbations with low but non-zero probability during cosmic inflation. Subsequently, the δN formalism is discussed as an effective tool for non-perturbative treatment of primordial fluctuations. The δN formalism's underlying assumptions and potential subtleties arising from large fluctuations will be examined in detail. Then, we analyze a set of inflationary models in which the non-perturbative treatment of fluctuation shows significant differences from perturbative calculations. This difference is particularly evident in the tail of the probability distribution of primordial fluctuation. The results of this research indicate that the non-linear behavior of curvature perturbations in inflationary models can lead to non-Gaussian tails in the probability distribution function, which is not present in perturbative calculations. These findings highlight the importance of employing non-perturbative methods in studying PBH formation and demonstrate that conventional linear approximations may not be sufficient for accurately predicting the abundance of these objects.

Date-Time: Tuesday, September 17th, 2024 (Shahrivar 27th, 1403) - 14:00

Location: Particles Seminar room, School of Astronomy