

مقاله نامه بیست و دومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۱-۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۴)

پارامتر خاموشی جت با نقض ابرمقیاس در دمای متناهی

حشمتیان، سارا

^۱ گروه علوم مهندسی، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بویین زهرا، بویین زهرا

چکیده

در این مقاله از دوگانگی پیمانانه ای/گرانشی برای مطالعه رفتار پارامتر خاموشی جت در متریک پس‌زمینه با نقض ابرمقیاس در دمای متناهی، استفاده می‌کنیم. در توصیف دوگان، خاموشی جت با پارامتر ثابت موجود در نمای یک حلقه ویلسون الحاقی ارتباط دارد. متریک پس‌زمینه تحت تبدیلات مقیاس لیفشیتز تعمیم یافته هموردا و در عین حال دارای یک شکل کلی با نقض ابرمقیاس است.

مقدمه

به دلیل کاربردهای گسترده دوگانگی پیمانانه ای/گرانشی، تعمیم‌هایی از متریک دوگان با نظریه‌های میدان پیشنهاد شده است. یکی از این تعمیم‌ها، استفاده از متریک‌هایی است که ناوردایی مقیاس دارند، در حالی که هم‌مدیس فضاها لیفشیتز هستند [۱]. این پس‌زمینه‌ها شامل یک پارامتر دینامیکی لیفشیتز و یک پارامتر ابرمقیاس هستند. چنین متریک‌هایی در ابتدا برای توصیف سیستم‌های ماده چگال و سپس برای جواب‌های نظریه ریسمان مورد استفاده قرار گرفتند [۲].

به واسطه پدیده محبوسیت کوارک‌ها، با افزایش فاصله بین جفت کوارک-پادکوارک، پدیده هادرونی شدن و خلق بیشتر جفت‌های کوارک-پادکوارک اتفاق می‌افتد که این جفت‌ها به صورت جت از پلاسما خارج می‌شوند. بعضی از این جت‌ها توسط محیط واسطه کند می‌شوند و انرژی از دست می‌دهند که به این پدیده، خاموشی جت گفته می‌شود. در توصیف دوگان، خاموشی جت با پارامتر ثابت موجود در نمای یک حلقه ویلسون الحاقی ارتباط دارد [۳]. در اینجا رفتار پارامتر خاموشی جت را به صورت عددی بر حسب دمای هاوکینگ پس‌زمینه، پارامتر لیفشیتز و پارامتر ابرمقیاس بررسی می‌کنیم.

مقاله نامه بیست و دومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۱-۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۴)

پارامتر خاموشی جت در دمای متناهی

پارامتر خاموشی جت در توصیف هولوگرافیک، با استفاده از حلقه ویلسون متصل کننده دو خط نور گونه به صورت زیر محاسبه می شود،

(۱)

که در آن C یک حلقه ویلسون مستطیلی بی اثر است که توسط یک دو قطبی سنگین $q\bar{q}$ در امتداد مخروط نوری تشکیل می شود. پارامتر خاموشی جت توسط رابطه زیر داده می شود،

(۲)

که در آن $S_I = S - S_0$ است. در اینجا S کنش نامبو-گوتو برای ریسمان بنیادی، S_0 خود انرژی حاصل از جرم دو کوارک مجزا و S_I کنش منظم شده جهان سطح ریسمان است. برای محاسبه پارامتر خاموشی جت، از جواب سیاهچاله پس زمینه زیر استفاده می کنیم،

(۳) d

که در آن $\beta = \frac{z-1}{z-2}$ و $\gamma = \frac{z+\frac{3}{2}(2-\theta)}{2-z}$ است.

در اینجا از پیمانانه استاتیک $\tau = x^- (0 \leq x^- \leq L^-)$ و $\sigma = x^2 (-\frac{L^-}{2} \leq x_2 \leq \frac{L^-}{2})$ استفاده می کنیم. متریک القایی ریسمان بنیادی را به شکل زیر محاسبه می کنیم،

(۴)

با جایگذاری معادله حرکت برای r در کنش نامبو-گوتو در حد E های کوچک، و بسط معادله تا مرتبه پیشرو کنش ریسمان را به شکل زیر می نویسیم،

(۵)

این کنش واگراست و برای حذف این واگرایی باید جرم سکون دو کوارک آزاد $(S_0 = \frac{L^-}{\sqrt{2\pi\alpha'}} \int_{r_{\min}}^{r_b} dr b^2(r) \sqrt{\frac{f(r)-1}{f(r)}})$ را از آن کم کنیم. بنابراین کنش منظم شده جهان سطح ریسمان به صورت زیر به دست می آید،

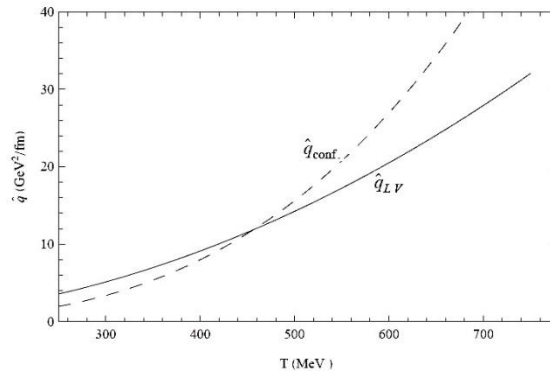
مقاله نامه بیست و دومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۱-۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۴)

(۶)

و در نهایت رابطه زیر را برای پارامتر خاموشی جت به دست می آوریم،

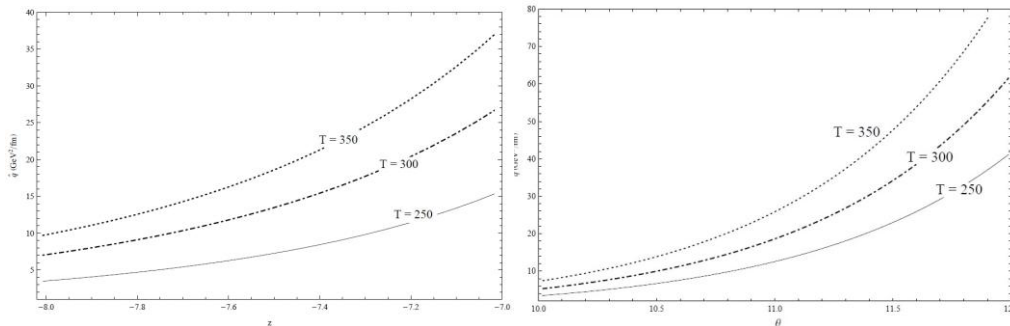
(۷)

برای مقایسه نتایج خود با نتایج حالت همدیس و داده های تجربی و مطالعه رفتار پارامتر خاموشی جت در پس زمینه شامل نقض ابرمقیاس، \hat{q}_{LV} را برای حالت $z = -8$ و $\theta = 10$ و همچنین q_{conf} را به صورت عددی بر حسب دمای سیاهچاله در شکل (۱) رسم می کنیم.



شکل ۱: \hat{q}_{LV} به صورت تابعی از دما برای پس زمینه با دمای متناهی $\theta = 10$ و $z = -8$ (خط ممتد) و برای مورد همدیس (خط چین)

سپس پارامتر خاموشی جت را به صورت تابعی از پارامتر نقض ابرمقیاس θ به ازای مقادیر متفاوت T و مقدار ثابت پارامتر لیفشیتز ($z = -8$) به صورت عددی در شکل (۲ سمت راست) رسم نموده ایم. با توجه به این نمودار مشاهده می شود که با افزایش θ و T مقدار \hat{q}_{LV} افزایش می یابد. همچنین \hat{q}_{LV} را به صورت تابعی از پارامتر لیفشیتز در شکل (۲ سمت چپ) به صورت عددی به ازای مقادیر مختلف T و مقدار ثابت پارامتر نقض ابرمقیاس $\theta = 10$ رسم نموده ایم. همانند حالت قبلی، در اینجا \hat{q}_{LV} یک تابع صعودی نسبت به z است.



مقاله نامه بیست و دومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۱-۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۴)

شکل ۲. پارامتر خاموشی جت به صورت تابعی از θ به ازای مقادیر مختلف دما و مقدار ثابت $z = -8$ (راست) و پارامتر خاموشی جت به صورت تابعی از z به ازای مقادیر مختلف دما و مقدار ثابت $\theta = 10$ (چپ).

در این مقاله رفتار پارامتر خاموشی جت \hat{q}_{LV} در متریک پس زمینه هم وردا تحت تقارن مقیاس لیفشیتز تعمیم یافته در دمای متناهی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده شد. نمودار $\hat{q}_{LV} - T$ را برای $z = -8$ و $\theta = 10$ در شکل (۱) رسم نمودیم که به صورت کیفی شبیه نتایج به دست آمده در مراجع [۴] است.

در $T_c \cong 250 \text{ MeV}$ ، $\hat{q}_{LV} \cong 3.56 \text{ GeV}^2/\text{fm}$ به دست می آید که بزرگتر از \hat{q}_{conf} است. با افزایش دما، \hat{q}_{LV} به \hat{q}_{conf} نزدیک شده و در $T \cong 460 \text{ MeV}$ با \hat{q}_{conf} مساوی می شود. سپس با افزایش بیشتر دما، \hat{q}_{LV} کمتر از \hat{q}_{conf} می شود. با توجه به مقادیر عددی برای پارامتر خاموشی جت در می یابیم که در بازه $300 < T < 500$ ، نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از داده های RHIC که $\bar{q} \cong 5 - 15 \text{ GeV}^2/\text{fm}$ سازگار است [۵].

مرجع ها

- [1] K. Narayan, "On Lifshitz scaling and hyperscaling violation in string theory", Phys. Rev. D 85 (2012) 106006; K. Balasubramanian and K. Narayan, "Lifshitz spacetimes from AdS null and cosmological solutions", JHEP 08 (2010) 014.
- [2] E. Shaghoulian, "Holographic Entanglement Entropy and Fermi Surfaces", JHEP 01 (2012) 125.; M. Alishahiha and H. Yavartanoo, "On Holography with Hyperscaling Violation", JHEP 11 (2012) 034.
- [3] E. Caceres and A. Guijosa, "On drag forces and jet quenching in strongly couple plasmas", JHEP 12 (2006) 068; F. D'Eramo, H. Liu and K. Rajagopal, "Transverse Momentum Broadening and the Jet Quenching Parameter, Redux", Phys. Rev. D 84 (2011) 065015; K. B. Fadafan, H. Liu, K. Rajagopal and U. Achim Wiedemann, "Stirring Strongly Coupled Plasma", Eur. Phys. J. C 61 (2009) 553.
- [4] R. G. Cai, S. Chakraborty, S. He and L. Li, "Some aspects of QGP phase in a hQCD model", JHEP 02 (2013) 068; U. Gursoy, E. Kiritsis, G. Michalogiorgakis and F. Nitti, "Thermal Transport and Drag Force in Improved Holographic QCD", JHEP 12 (2009) 056.
- [5] K. J. Eskola et al., "The Fragility of High-pT Hadron Spectra as a Hard Probe", Nucl. Phys. A 747 (2005) 511; A. Dainese, C. Loizides and G. Paic, "Leading-particle suppression in high energy nucleus-nucleus collisions", Eur. Phys. J. C 38 (2005) 461.

مقاله نامه بیست و دومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۱-۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۴)