پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

شماره مقاله : ۱۷

مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

آنتروپی تصحیح یافته بکنشتاین-هاوکینگ در حضور میدان کملئون

امین صالحی [۱]، فاطمه پارساجو [۲]

[۱] دانشگاه لرستان

چکیده

.سیاهچاله ها را می توان به عنوان سیستم های ترمودینامیکی در نظرگرفت که ازقوانین ترمودینامیکی مشخصی موسوم به قوانین ترمودینامیک سیاهچاله ها تبعیت می کنند آنتروپی بکنشتاین_هاوکینگ نقش مهمی در کیهان شناسی ایفا می کند. دراین مقاله نشان می دهیم که میدان های کملئونی چگونه می توانند به عنوان میدان های اسکالر نقش انرژی تاریک را ایفا کنند.حضور این میدان ها باعث ایجاد یک جمله ی برهم کنشی درمعادلات تصحیح یافته فریدمن می شود.که این جمله آهنگ انتقال انرژی بین ماده وانرژی تاریک را نشان می دهد.نتایج ,فاز کنونی انبساط شتابدار کیهان را به خوبی نشان می دهد.

مقدمه:

بسیاری از آزمایش های کیهانی مانند مشاهدات و اطلاعات بدست آمده از ابرنواخترهای نوع I [1],ساختار بزرگ مقیاس و تابش پس زمینه ی کیهانی نشان می دهد که جهان دارای انبساط شتابدار است.منبع اصلی برای این انبساط شتابدار به عنوان انرژی تاریک (DE)مطرح شده است که دارای فشار منفی است.انرژی تاریک به عنوان جزء برتر جهان حال حاضراست به طوری که ۷۳٪جهان را انرژی تاریک,۲۳٪ماده تاریک و تنها ٤٪ماده باریونی معمولی فرا گرفته است.ساده ترین مثال ها برای انرژی تاریک,میدان اسکالر و ثابت کیهان شناسی است[2] .دراین مقاله میدان کملئون را به عنوان میدان اسکالر بررسی میکنیم.

مدل تصحیح یافته ی آنتروپی

آنتروپی تصحیح یافته بکنشتاین-هاوکینگ یک سیاهچاله ازعبارت (1) بدست می آید:

$$S=\frac{A}{4G}+\alpha\ln\frac{A}{4G}+\beta\frac{4G}{A} \qquad (1)$$

در چارچوب متریک FRWمعادلات فریدمن [3]بصورت اصلاح شده زیر (معادلات 2,3)درمی آیند.اگر G=1و k=0,1,-1 **که به ترتیب برای نشان دادن جهان تخت ,بازوبسته به کارمی رود.**

$$H^2+\frac{k}{a^2}+\frac{\alpha G}{2\pi}\left(H^2+\frac{k}{a^2}\right)^2-\frac{\beta G^2}{3\pi^2}\left(H^2+\frac{k}{a^2}\right)^3=\frac{8\pi G}{3}\rho_{eff} \qquad (2)$$

$$2\left(\dot{H}-\frac{k}{a^2}\right)\left(1+\frac{\alpha G}{\pi}\left(H^2+\frac{k}{a^2}\right)-\frac{\beta G^2}{\pi^2}\left(H^2+\frac{k}{a^2}\right)^2\right)=-8\pi G\left(\rho_{eff}+P_{eff}\right) \qquad (3)$$

اگر میدان اسکالری به ρدر عبارت $\dot{\rho}_m+3H\rho=0$ پیوست شود,بنابراین معادله به عبارت زیر تبدیل می شود:

$$(\dot{\rho_m f})+3H(1+\gamma)\rho_m f=(1-3\gamma)\rho_m\dot{f_\varphi} \qquad (4)$$

مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

برای حالت ماده ی تاریک سرد Vرا برابر صفر قرار می دهیم.وبنابراین P_{eff} و ρ_{eff} در معادله ی (2) و(3) برابر با عبارتهای زیر می باشند:

$$\rho_{eff}=\rho_m f+\frac{1}{2}\dot{\varphi}^2+V \qquad (5)$$

$$P_{eff}=\frac{1}{2}\dot{\varphi}^2-V \qquad (6)$$

دراینجا fرا بصورت نمایی در نظر گرفته ایم وφ همان میدان اسکالر کمئون می باشد

$$f = e^{\lambda\varphi}, V = e^{\delta\varphi}$$

ما دراین مقاله می خواهیم بهترین مقدار را برای ضریب کوپل شدگی λبدست آوریم.بدین منظور از پارامترهای زیر استفاده میکنیم.

$$\Omega_k = \frac{k}{a^2H^2}$$

$$\Omega_r = \frac{8\pi\rho_r}{3H^2}$$

$$\Omega_m = \frac{8\pi\rho_m}{3H^2}f$$

$$\Omega_D = \frac{\dot{\varphi}^2}{6H^2}$$

با مشتق گیری ازاین عبارات نسبت به$y=\ln a$ داریم:

$$\frac{d\Omega_k}{dy} = -2\Omega_k - 2\Omega_k\frac{\dot{H}}{H^2}$$

$$\frac{d\Omega_r}{dy} = -4\Omega_r - 2\Omega_r\frac{\dot{H}}{H^2}$$

$$\frac{d\Omega_D}{dy} = -6\Omega_D - 2\Omega_D\frac{\dot{H}}{H^2} - \frac{\delta\sqrt{6}}{u}\Omega_D{}^{\frac{1}{2}}.z - \sqrt{6}\Omega_m\Omega_D{}^{\frac{1}{2}}\lambda$$

$$\frac{d\Omega_m}{dy} = -3\Omega_m - 2\Omega_m\frac{\dot{H}}{H^2} + \sqrt{6}\lambda\Omega_m\Omega_D^{\frac{1}{2}}$$

درمعادلات ازرابطه های زیر استفاده شده است:

$$z = \frac{V}{3H^2}$$

$$\frac{\dot{H}}{H^2} = \frac{(3\Omega_m + 4\Omega_r + 6\Omega_D)(1+\Omega_k)}{2(1+\Omega_k - 2\alpha u^2(1+\Omega_k)^2 - 3\beta(1+\Omega_k)^3u^4} + \Omega_k$$

$$\frac{du}{dy} = u\frac{\dot{H}}{H^2}$$

از نتایج بدست آمده از این روابط میتوانیم نمودار پارامتر موثر حالت براساس انتقال به سرخ را رسم کنیم(شکل۱).در رسم این نمودار ازعبارت زیر استفاده شده است:

$$w_{eff} = -1 - \frac{2}{3}\frac{\dot{H}}{H^2}$$

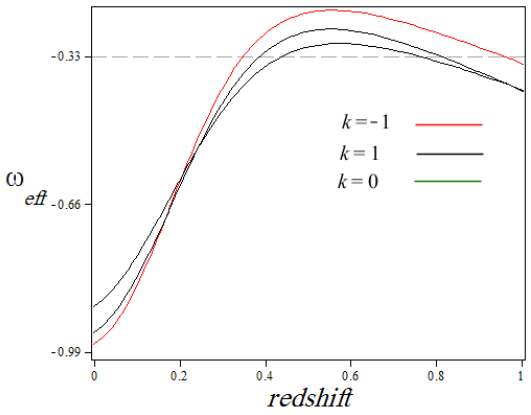
تحت تاثیر میدان کملئون و با استفاده از روابط (4) و(5) و(6) یک جمله ی خود برهم کنشی به وجود می آید که با Q نشان می دهیم.

$$(\rho_m \dot{f}) + 3H\rho_m f = Q$$

$$\rho_\varphi^{\cdot} + 3H(\rho_{eff} + P_{eff}) = -Q \qquad (7)$$

دراثبات عبارت (7) ازعبارت زیر استفاده شده است:

$$\ddot{\varphi} + 3H\dot{\varphi} = -\dot{V} - \rho_m \dot{f}$$



شکل۱: نمودار پارامتر موثر حالت (w) برحسب انتقال به سرخ

جدول۱ : مقادیر α و β و λ برای k=0,1,-1

k	λ	β	α
۰	-۰,۹۵	-۱/۱	-۱/۱
۱	-۰/۹۵	-۰/۸	-۰/۹
-۱	-۱	-۱/۲	-۱/٤

نتیجه گیری

دراین مقاله به بررسی آنتروپی تصحیح یافته بکنشتاین _هاوکینگ درحضور میدان کملئون پرداختیم.با توجه به شکل جفت شدگی میدان کملئون با ماده,یک جمله خود برهم کنشی به علت حضور میدان کملئون در معادلات ظاهر می شود.ضریب کوپل شدگیλ را که هم رفتار پتانسیل نمایی کملئون و هم شدت برهم کنش میدان های کملئونی را نشان می دهد را بااستفاده از داده های کیهانی ۵۵۷ابرنواختر نوع I تعیین کرده ایم.برای سه حالت k=0,1,-1بهترین مقدار را برای این پارامتر(λ) بدست آورده ایم.لازم به ذکر است که در مدل های دیگر (غیر کملئون) معمولا جمله ی برهم کنشی را به صورت مستقیم وارد معادلات می کنند,در صورتی که دراین نوع برهم کنش به علت حضور میدان های کملئون,جمله ی برهم کنشی خود به خود در معادلات ظاهر می شود.ما دراین مقاله بهترین مقدار را برای αوβ در عبارت آنتروپی تصحیح یافته برای سه حالت k=0,1,-1بدست آوردیم.

مرجع‌ها

[1] .Riess, A. G., and Supernova Search Team Collaboration. "1998 Astron."*arXiv preprint astro-ph/**9805201*** 116: 1006.
[2].Peebles, P. James E., and Bharat Ratra. "The cosmological constant and dark energy." *Reviews of Modern Physics* **75.2** (2003): 559.
[3] Alexander friedmann,The friedmann equations,*General Relativity Cosmology and classical Gauge Theories*;**January 27**,1999
[4]. Farajollahi, Hossein, and Amin Salehi. "Dynamics of the self-interacting chameleon cosmology." *Astrophysics and Space Science* **338.2** (2012): 375-380.