

مدل انرژی تاریک گوس بونه چاپلین گاز

اسما علائی^۱، عبدالحسین خدام محمدی^۲

^۱ گروه فیزیک دانشگاه بوعلی سینا، همدان

چکیده

در این پژوهش، بازسازی مدل گاز چاپلین معمولی و تعمیم یافته با مدل انرژی تاریک گوس بونه و گوس بونه تعمیم یافته انجام گردیده است. به کمک آن، میدان اسکالر و پتانسیل مربوطه در هر مدل را به دست آوردیم و به کمک تست مربع صوت در هر مدل شرط مناسب را برای آن که انرژی تاریک در زمینه کیهان باقی بماند، به دست آوردیم.

Gauss Bonnet Chaplygin Gas Model Of Dark Energy

Asma alaei¹, abdolhosein-khodam mohammadi²

^{1,2}Department of Physics, buali-sina university, hamedan

In this paper, we reconstruct chaplygin gas model and its modification with Gauss Bonnet dark energy model and its modification. By using it, potential scalar and potential proportional to it, is be obtained and by testing squared speed, we obtain a limit for dark energy that can be stay in background of universe and do not waste.

امروزه عامل بوجود آورنده شتابدار بودن انبساط کیهان، انرژی تاریک می باشد [۱]. به تازگی گراند مدلی را با عنوان گوس بونه معرفی کرده که چگالی انرژی تاریک برحسب ناوردای ϵ بعدی گوس بونه و تعمیم آن نوشته شده است [۲]. گاز چاپلین سیال کاملی است که تحت عنوان متحد کننده انرژی تاریک و ماده تاریک معرفی می شود [۳]. چگالی انرژی تاریک گوس بونه تعمیم یافته به صورت روبرو تعریف می شود: [۲]

$$\rho_{\Lambda} = \gamma H^4 + \lambda H^2 \dot{H} \quad (1)$$

در غیاب ماده، با ساده سازی و حل معادله فریدمان در یک کیهان تخت

$$H(x)^2 = \frac{3}{\gamma\kappa} + \left(H_0^2 - \frac{3}{\gamma\kappa} \right) e^{\left(\frac{-2\gamma x}{\lambda} \right)} \quad (2)$$

به دست خواهد آمد. از معادله پایستگی و با استفاده از معادله (۱) می توانیم پارامتر معادله حالت را بصورت زیر بدست آوردیم:

$$\omega = -\frac{1}{3} \frac{e^{\left(\frac{-2\gamma x}{\lambda} \right)} (2\gamma - 3)(H_0^2 \alpha \kappa - 3) - 9\lambda}{\lambda \left(3 + e^{\left(\frac{-2\gamma x}{\lambda} \right)} (H_0^2 \alpha \kappa - 3) \right)} = -\frac{1}{3} \frac{(2\gamma - 3)(H_0^2 \alpha \kappa - 3)(1+z)^{\left(\frac{2\gamma}{\lambda} \right)} - 9\lambda}{\lambda \left(3 + (H_0^2 \alpha \kappa - 3)(1+z)^{\left(\frac{2\gamma}{\lambda} \right)} \right)} \quad (3)$$

توجه به این نکته مهم است که این رابطه گذار از کویتنس به فانتوم را می تواند بدهد. اگر $\gamma = \lambda = 24\alpha$ باشد، انرژی تاریک گوس بونه تعمیم یافته به انرژی تاریک گوس بونه تبدیل خواهد شد. گاز چاپلین تعمیم یافته سیال کاملی است با معادله حالت $P = -\frac{A}{\rho^{\delta-1}}$ که p و ρ به ترتیب فشار و چگالی انرژی و A یک ثابت مثبت است و $1 \leq \delta \leq 2$. جایگذاری معادله حالت گاز چاپلین در قانون پایستگی انرژی $\rho_{\Lambda} + 3H(1 + \omega_{\Lambda})\rho_{\Lambda} = 0$ ، چگالی انرژی گاز چاپلین تعمیم یافته بصورت $\rho = \left(A + B e^{-3\delta x} \right)^{\frac{1}{\delta}}$ محاسبه می شود که B ثابت انتگرال گیری است [۳].

$$\left\{ \begin{array}{l} P_\phi = \frac{1}{2} \dot{\phi}^2 - V(\phi) = \frac{-A}{(A + Be^{-3\delta x})^{\frac{\delta-1}{\delta}}} \quad (\xi) \\ \rho_\phi = \frac{1}{2} \dot{\phi}^2 + V(\phi) = (A + Be^{-3\delta x})^{\frac{1}{\delta}} \quad (\epsilon) \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V(\phi) = \frac{2A + Be^{-3\delta x}}{2(A + Be^{-3\delta x})^{\frac{\delta-1}{\delta}}} \quad (6) \\ \dot{\phi}^2 = \frac{Be^{-3\delta x}}{(A + Be^{-3\delta x})^{\frac{\delta-1}{\delta}}} \quad (7) \end{array} \right.$$

اگر $\delta = 2$ باشد گاز چاپلین تعمیم یافته به گاز چاپلین تبدیل خواهد شد. با مساوی قرار دادن چگالی انرژی گوس بونه با چگالی انرژی گاز چاپلین، ضریب B بر حسب A به دست خواهد آمد. با مساوی قرار دادن پارامتر معادله حالت گوس بونه و معادله حالت گاز چاپلین نیز ضریب A حاصل می شود. بنابراین با قرار دادن A و B در روابط پتانسیل اسکالر و انرژی جنبشی برای گاز چاپلین و استفاده از رابطه $\phi' = \frac{\dot{\phi}}{H}$ ، به دست خواهد آمد و با انتگرال گیری بر حسب متغیر ϕ ، x حاصل خواهد شد و پتانسیل را بازسازی خواهیم کرد [۲].

$$B = e^{6x} \left\{ 576\alpha^2 \left[\left[\frac{1}{8\alpha\kappa} + \left(H_0^2 - \frac{1}{8\alpha\kappa} \right) e^{-2x} \right]^2 - \left(\frac{1}{8\alpha\kappa} + \left(H_0^2 - \frac{1}{8\alpha\kappa} \right) e^{-2x} \right) \left(H_0^2 - \frac{1}{8\alpha\kappa} \right) e^{-2x} \right] - A \right\} \quad (8)$$

$$A = \frac{3}{64} \frac{\left[e^{-2x} (8H_0^2 \alpha \kappa - 1) + 2 \right]^2 - 1}{\alpha^2 \kappa^4} \quad (9) \quad , \quad \phi = -\sqrt{\frac{2}{\kappa}} \tanh^{-1} \left(\sqrt{\frac{e^{2x} + 8H_0^2 \alpha \kappa - 1}{8H_0^2 \alpha \kappa - 1}} \right) \quad (10)$$

$$V(\phi) = -\frac{1}{8} \frac{2 \cosh \left(\frac{\phi}{\sqrt{\frac{2}{\kappa}}} \right)^2 - 3}{\alpha \kappa^2} \quad (11)$$

مطابق قسمت گذشته ضرایب A ، B و همچنین پتانسیل اسکالر را برای گاز چاپلین تعمیم یافته و گوس بونه محاسبه می کنیم:

$$A = \frac{1}{(8\alpha\kappa^2)^\delta} \left(3 + e^{-2x} (8H_0^2 \alpha \kappa - 1) \right) \left(3 \left(1 + e^{-2x} (8H_0^2 \alpha \kappa - 1) \right) \right)^{\delta-1} \quad (12)$$

$$B = -e^{3\delta x} \left[-\left(\frac{3}{8} \frac{1 + e^{-2x} (8H_0^2 \alpha \kappa - 1)}{\alpha \kappa^2} \right)^\delta + A \right] \quad (13)$$

پتانسیل و میدان اسکالر برای این حالت برابر قسمت قبل شد. حال گاز چاپلین و گوس بونه تعمیم یافته را در نظر گرفته و محاسبات را انجام می دهیم:

$$B = \frac{e^{6x} \left(9 \left(e^{\frac{2\gamma x}{\lambda}} \left(H_0^2 \gamma \kappa - 3 \right) + 3 \right) + A \gamma^2 \kappa^4 \right)}{\gamma^2 \kappa^4} \quad (14) \quad , \quad v(\phi) = -\frac{3 \left(\gamma \cosh \left(\frac{\phi}{\sqrt{\frac{2}{\kappa}}} \right) \right)^2 - 3\lambda \cosh \left(\frac{\phi}{\sqrt{\frac{2}{\kappa}}} \right) + 3\lambda}{\gamma \kappa^2 \lambda} \quad (15)$$

$$A = - \frac{3 \left((2\gamma - 3\lambda) e^{-\frac{4\gamma x}{\lambda}} (H_0^2 \gamma \kappa - 3)^2 - 6(\gamma - 3\lambda) e^{-\frac{4\gamma x}{\lambda}} (H_0^2 \gamma \kappa - 3) - 27\lambda \right)}{\gamma^2 \kappa^4 \lambda} \quad (16)$$

$$\phi = - \sqrt{\frac{2\gamma}{\lambda \kappa}} \tanh^{-1} \left(\sqrt{\frac{3e^{\frac{2\gamma x}{\lambda}} + H_0^2 \gamma \kappa - 3}{8H_0^2 \gamma \kappa - 3}} \right) \quad (17)$$

مشابه گذشته، گاز چاپلین تعمیم یافته و گوس بونه تعمیم یافته را بررسی می کنیم:

$$A = - \frac{\left[3 \left(3 + e^{\frac{2\gamma x}{\lambda}} (H_0^2 \gamma \kappa - 3) \right) \right]^{\delta-1} \left[e^{-\frac{2\gamma x}{\lambda}} (H_0^2 \gamma \kappa - 3) (2\gamma - 3\lambda) - 9\lambda \right]}{(\gamma \kappa^2)^{\delta} \lambda} \quad (18)$$

$$B = -e^{-3\delta x} \left[(-3)^{\delta} \left(\frac{3 + e^{-\frac{2\gamma x}{\lambda}} (H_0^2 \gamma \kappa - 3)}{\gamma \kappa^2} \right) + A \right] \quad (19)$$

رفتار میدان اسکالر مشابه قسمت قبل می باشد. برای مدل گوس بونه مربع سرعت صوت انرژی تاریک برابر $v^2 = -\frac{1}{3}$ می باشد که مدل مناسبی نمی باشد. زیرا v^2 باید مثبت باشد تا انرژی تاریک در زمینه کیهان باقی بماند و میرا نشود [۴]. برای گوس بونه تعمیم یافته، مربع سرعت صوت انرژی تاریک برابر $v^2 = \frac{2\gamma - 3\lambda}{3\lambda}$ خواهد شد. برای مثبت شدن v^2 باید رابطه $\gamma > \frac{3}{2}\lambda$ برقرار باشد.

نتیجه گیری

در این مقاله اولاً نشان داده شد که می توان حل دقیقی برای مدل گوس بونه چاپلین گاز برای پتانسیل و میدان اسکالر به دست آورد که این به ندرت در مدل های دیگر داده شده و ثانیا با تحلیل مربع سرعت صوت انرژی تاریک نشان دادیم که بر خلاف گوس بونه معمولی، مدل تعمیم یافته گوس بونه از این نظر که مربع سرعت صوت انرژی تاریک برای مقادیری از پارامترهای مدل مثبت است، مدلی مناسب می باشد.

مرجع ها

- [1] E.J. Copeland, M. Sami, and S. Tsujikawa, **Int. J. Mod. Phys. D** **15**, 1753 (2006).
- [2] L.N. Granda, arXiv:1308.6565v1 [gr-qc].
- [3] M. Malekjani, A. Khodam-Mohammadi, **Int. J. Mod. Phys. D** **20**, 281 (2011).
- [4] Y. S. Myung, **Phys. Lett. B** **652**, 223 (2007); K. Y. Kim, H. W. Lee, Y. S. Myung, **Phys. Lett. B** **660**, 118 (2008)