مطالعه تابع ساختار پروتون با استفاده از تابع توزیع گلوئون

غلامرضا برون، فریبا تیموری

گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه

چکیده

با استفاده از تحول تابع توزیع گلوئون در مرتبه اول، فرمولی برای تابع ساختار پروتون بهطور مستقیم از تابع توزیع گلئون بدست آوردیم که مشابه با روش M M Block [1] است. در این محاسبات به یک معادله درجه دوم غیرهمگن برای تابع ساختار پروتون برحسب تابع توزیع گلوئون رسیدیم و نتایج بدست آمده را با داده های پارامتری GJR مقایسه کردیم که نتایج قابل قبول حاصل شد.

مقدمه

معادلات DGLAP [2-4] ابزار مهمی برای بررسی تحول تابع ساختار پروتون و تابع توزیع گلوئون در x و Q^2 های مختلف می باشد که x مقیاس بیورکن و Q^2 چاربردار اندازه حرکت در پراکندگی ناکشسان عمیق است . اندازه‌گیری تابع ساختار پروتون $F_2(x,Q^2)$ بوسیله فرایند پراکندگی ناکشسان عمیق در x های پایین، چگالی و توزیع اندازه حرکت پارتون-ها را در درون هادرون بررسی می‌کند .در x های کوچک تابع توزیع گلوئون در درون هادرون نافذ است و افزایش تابع ساختار پروتون در در x های کوچک که بصورت تجربی نیز مشاهده می‌شود حاکی از افزایش در تابع توزیع گلوئون است .در فرآیندهای معمول تابع توزیع پارتون بازای $Q_0{}^2$ معین وجود دارد و با استفاده از معادلات تحول DGLAP تابع ساختار را در Q^2 های مختلف بسط می‌دهیم.

روش محاسبات

شکل استاندارد معادله تحول تابع توزیع گلوئون بصورت زیر است:

$$\frac{\partial G(x,Q^2)}{\partial \ln Q^2}=\frac{\alpha_s}{2\pi}\int_x^1\frac{dz}{z^2}\left[P_{Gq}\left(\frac{x}{z}\right)F_2^S(z,Q^2)+P_{GG}\left(\frac{x}{z}\right)G(z,Q^2)\right]$$

با صرف نظر کردن از سهم F_2^{NS} رابطه بالا را می‌توان به شکل زیر ساده کرد:

$$\frac{\partial G(x,Q^2)}{\partial \ln Q^2}=\frac{\alpha_s}{2\pi}\left\{\frac{48}{5}\int_x^1\frac{dz}{z^3}\left[z^2+(z-x)^2F_2\ (z,Q^2)+12\frac{1}{z}(z-x)(z^2+x^2)G(z,Q^2)\right]\right.$$

$$\left.+12\int_x^1\frac{dz}{z^2}\frac{\frac{x}{z}}{(1-\frac{x}{z})_+}G(z,Q^2)\right\}+\frac{25}{3}G(x,Q^2)$$

با حل معادله اساسی فوق و انجام ساده‌سازی به رابطه زیر می‌رسیم:

$$\frac{4\pi\,\partial G(x,Q^2)}{\alpha_s\;\partial \ln Q^2}=\frac{48}{5}\int_x^1\frac{dz}{z^3}\Big[z^2+(z-x)^2F_2\;(z,Q^2)-\frac{41}{3}G(x,Q^2)+12\int_x^1 dz\left(\frac{x^2}{2z^2}-\frac{2x}{z}-\frac{x^3}{3z^3}\right)\frac{\partial G(z,Q^2)}{dz}\Big]+12\int_x^1 dz\ln\left(\frac{z}{z-x}\right)\frac{\partial G(z,Q^2)}{dz}+12\int_x^1\frac{dz}{z}G(z,Q^2)$$

با معرفی:

$$f_2(x,Q^2)=\frac{4\pi\,\partial G(x,Q^2)}{\alpha_s\;\partial \ln Q^2}+\frac{41}{3}G(x,Q^2)-12\int_x^1 dz\left(\frac{x^2}{2z^2}-\frac{2x}{z}-\frac{x^3}{3z^3}\right)\frac{\partial G(z,Q^2)}{dz}-12\int_x^1 dz\ln\left(\frac{z}{z-x}\right)\frac{\partial G(z,Q^2)}{dz}-12\int_x^1\frac{dz}{z}G(z,Q^2)$$

بطوریکه:

$$f_2(x,Q^2)=\frac{48}{5}\int_x^1\frac{dz}{z^3}\Big(z^2+(z-x)^2F_2\;(z,Q^2)\Big)$$

با سه بار مشتقگیری از طرفین روابط اخیر به یک معادله درجه دوم برای تابع ساختار پروتون دست پیدا نمودیم.

$$x^2\frac{\partial^2F_2\;(x,Q^2)}{\partial x^2}-2x\frac{\partial F_2\;(x,Q^2)}{\partial x}+4F_2\;(x,Q^2)=\mathcal{F}(x,Q^2)$$

که $\mathcal{F}(x,Q^2)$ بصورت زیر است.

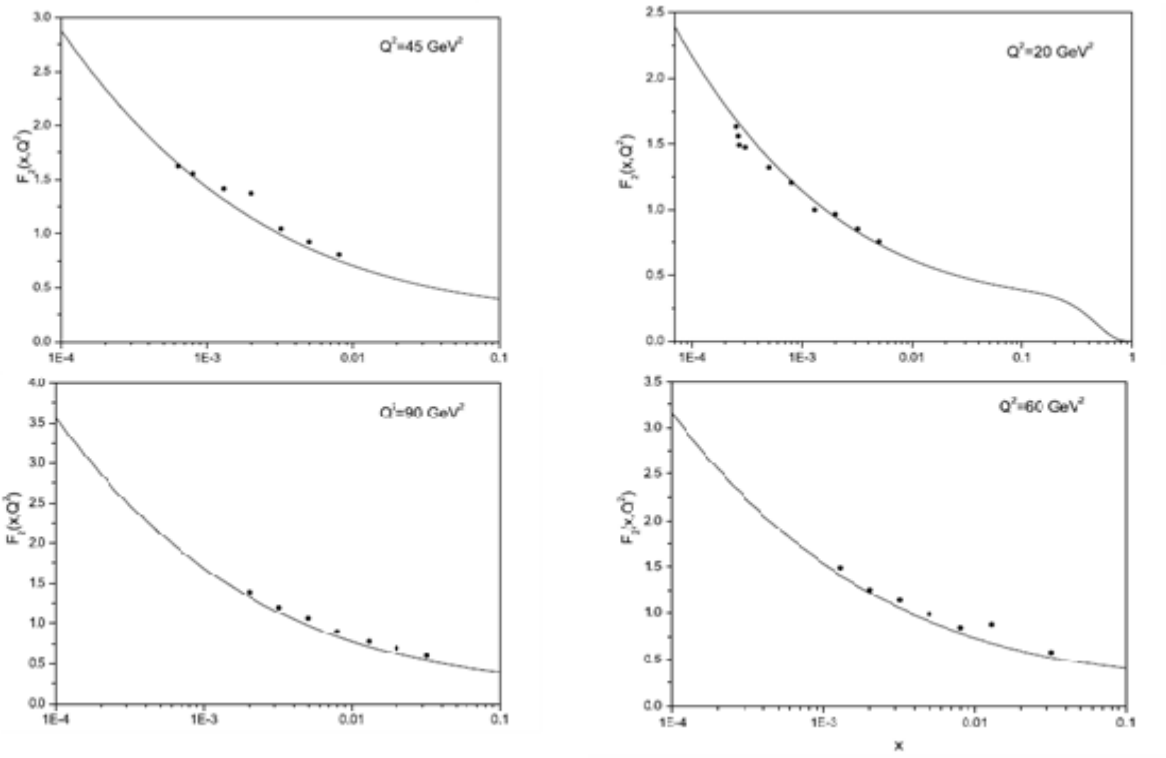
$$\mathcal{F}(x,Q^2)=\frac{5\pi}{12\alpha_s}x^3\frac{\partial^4G(x,Q^2)}{\partial x^3\;\partial \ln Q^2}+\frac{125}{144}x^3\frac{\partial^3G(x,Q^2)}{\partial x^3}-\frac{5}{4}x^2\frac{\partial^2G(x,Q^2)}{\partial x^2}+\frac{5}{2}x\;\frac{\partial\;G(x,Q^2)}{\partial x}-\frac{5}{2}G(x,Q^2)-\frac{5}{4}x^3\ln x\frac{\partial^3G(x,Q^2)}{\partial x^3}-\frac{5}{4}x^3\frac{\partial^3}{\partial x^3}\int_x^1 dz\frac{\partial\;G(z,Q^2)}{\partial z}\ln(z-x)$$

و در نهایت تابع ساختار پروتون بصورت زیر است*[3]* :

$$F_2\;(x,Q^2)=\frac{2}{\sqrt{7}}\int\frac{x^{3/2}}{x'^{5/2}}sin\left(\frac{\sqrt{7}}{2}ln\left(\frac{x}{x'}\right)\right)\mathcal{F}(x,Q^2)\,dx'$$

که تابع بدست آمده برای تابع ساختار پروتون را با دادهای حاصل از روش های پارامتری *GJR* مقایسه نمودیم که به نتیجه مطلوبی دست پیدا کردیم. نمودارهای زیر داده‌های محاسبه شده در این مقاله را با روش پارامتری *JR G [4]* برای Q^2 مختلف نشان می‌دهد.

مقایسه دادهای بدست آمده ما با روش پارامتری *GJR* برای Q^2 مختلف



شکل -1: مقایسه دادهای بدست آمده در این مقاله با روش پارامتری *GJR* برای Q^2 مختلف، دایره های توپر نتایج محاسبه شده و خطوط ممتد نتایج حاصل از روش پارامتری است.

نتیجه‌گیری

در این کار توانستیم با حل معادلات جفت شده ی آلتارلی پاریزی به یک معادله ی درجه ی دوم برای تابع ساختار پروتون دست پیدا کنیم که با مقایسه با دادهای حاصل از روش پارامتری *JRG* به نتیجه ی مطلوبی رسیدیم.

مراجع

[1]. M. M. Block, et al., *Phys. Rev D* 77, 094009 (2008).

[2]. Dokshitzer Yu L, *Sov Phys. JETP*, **46**, 094009 (1977).

[3]. Altarelli G and Parisi G, *Nucl. Phys. B*, **15**, 438 (1977).

[3] Gribov V N and Lipatov L N, *Nucl. Phys. B*, **15**, 438 (1972).

[5]. B. Rezai, G. R. Boroun and Fariba Teimoury, *Phys. Scr*, **86**, 015101 (2008).

[6]. Gluck M, et al., *Eur. Phys. J. C*, **53**, 355 (2008).