تابع ساختار قطبیده عرضی

طاهری منفرد، سارا[۱]؛ خرمیان، علی[۲،۱]؛ حدادی، زهرا[۲]

[۱] پژوهشکده فیزیک ذرات و شتابگرها، پژوهشگاه دانش های بنیادی (IPM) ، تهران

[۲] گروه فیزیک دانشگاه سمنان، سمنان

چکیده

به خاطر داشتن سهم قابل توجهی از داده‌های قطبیده در ناحیه پیش مجانبی، برای استخراج دقیق‌ترین فرم برای تابع توزیع کوارک و گلوئون، استفاده از QCD اختلالی به تنهایی قابل اطمینان نیست و درنظر گرفتن تصحیحات جرم هدف و محاسبه تاثیر پیچشهای مرتبه بالا در سطح مقطع در چارچوب ضرب بسط عملگری بسیار مهم است. در این مقاله، تاثیر درنظر گرفتن این تصحیحات را در تابع ساختار g_2 بررسی می‌کنیم.

مقدمه‌ای بر توابع ساختار قطبیده

در پراکندگی ناکشسان ژرف لپتون-نوکلئون با یک جریان الکترومغناطیسی، دو تابع ساختار اسپینی $g_{1,2}(x,Q^2)$ در نوکلئون قابل مطالعه هستند. $g_1(x,Q^2)$ به ساختار اسپینی نوکلئون وابسته است و در سال‌های اخیر کاملا مورد بررسی قرار گرفته شده است. $g_2(x,Q^2)$ در فرآیندهایی که مربوط به نوکلئون‌های قطبیده به صورت عرضی هستند حضور دارد.

تحلیل تئوری تابع ساختار g_2

در مدل کوارک-پارتون (QPM)، تابع ساختار قطبیده g_1 مقیاسی از سهم کوارک‌ها در اسپین نوکلئون را مشخص می‌کند. تحلیل QCD اختلالی در تقریب NLO اطلاعاتی را درباره نقش گلوئون در اسپین کلی نوکلئون بیان می‌کند. پیش‌بینی QPM برای g_2 مقدار صفر است. QCD اختلالی مقداری غیرصفر را از طریق رابطه Wandzura-Wilczek

$$g_2^{ww}(x,Q^2) = -g_1(x,Q^2) + \int_x^1 \frac{g_1(y,Q^2)}{y}dy \qquad (۱)$$

برای آن پیش‌بینی می‌کند [۱]. این رابطه تحت تصحیحات جرم هدف معتبر باقی می‌ماند. علاوه بر این g_2 شامل سهم‌های غیراختلالی پیچشهای مرتبه بالا، مانند همبستگی کوارک-کوارک و کوارک-گلوئون، است. فرم کامل g_2 در چارچوب ضرب بسط عملگری به صورت

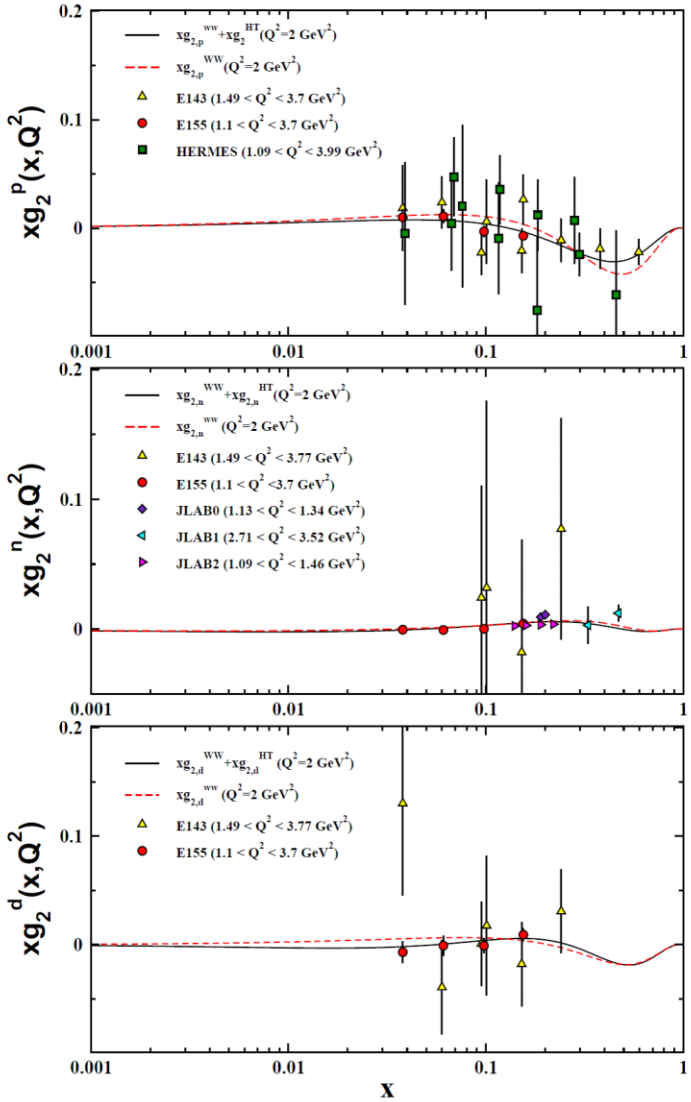
$$g_2(x,Q^2) = g_2^{ww}(x,Q^2) - \int_x^1 \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{m}{M}h_T(y,Q^2) + \xi(y,Q^2)\right)\frac{dy}{y} \qquad (۲)$$

بیان می‌شود. در اینجا $h_T(x,Q^2)$، تابع توزیع قطبیده عرضی در twist-2 است که به خاطر نسبت (m/M) که همان جرم کوارک به نوکلئون است، سهم قابل اغماضی دارد. سهم twist-3 $\xi(y,Q^2)$ از برهم‌کنشهای چند پارتونی غیراختلالی

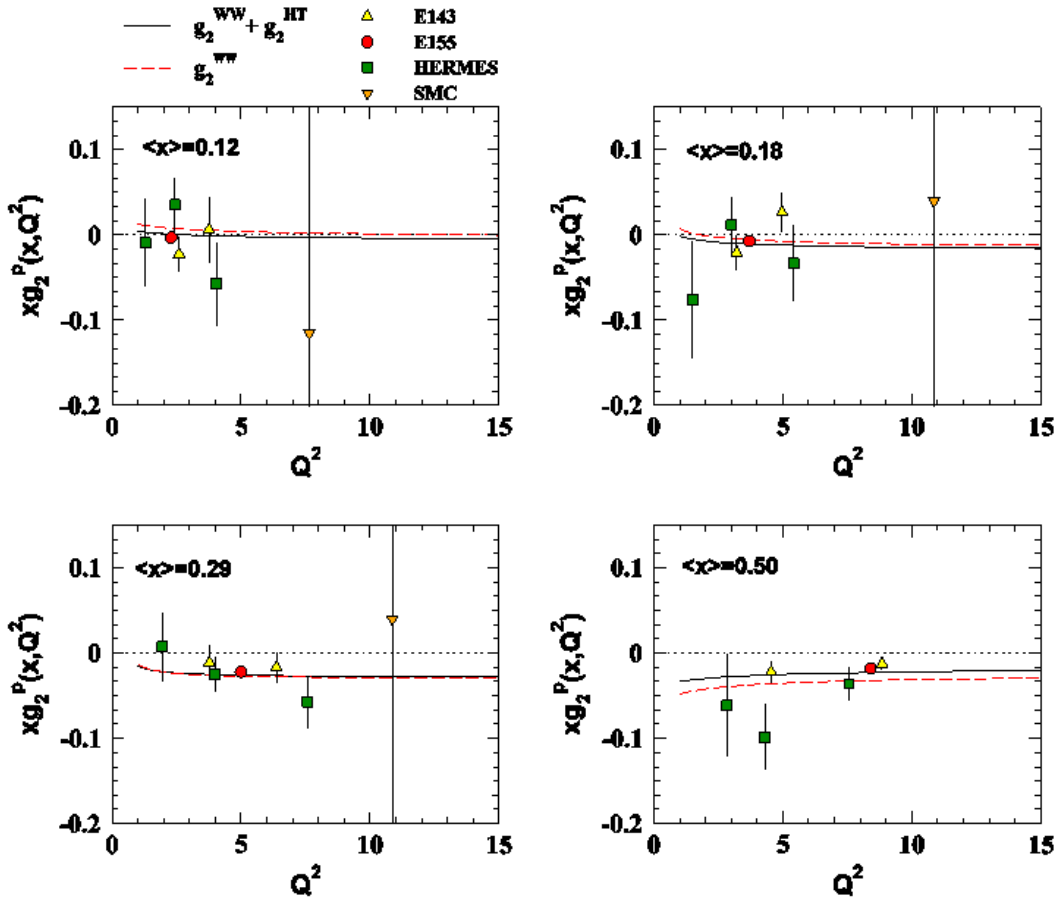
سرچشمه می‌گیرد. در نتیجه هر اختلافی بین $g_2(x,Q^2)$ و $g_2^{WW}(x,Q^2)$ ناشی از سهم HT است. این ویژگی منحصر به فرد g_2 است که در آن سهم HT با توان معکوس Q^2 از بین نمی‌رود و به اندازه سهم twist-2 اهمیت دارد. نکته دیگر این است که تاثیر جرم نوکلئون‌ها در QPM قابل توصیف نیست. نظریه OPE که بر مبنای QCD است قادر به ارائه فرمالیزم مناسبی برای توصیف این سهم است.

فرمالیزم انجام برازش

در طرح فعلی برای نخستین بار با در نظر گرفتن داده‌های g_2 در فرایند برازش، دقت محاسبات را بالاتر بردیم. همچنین، تاثیر TMCs و HT را بر تابع ساختار قطبیده بررسی کردیم. در شکل ۱ منحنی‌ها رفتار g_2 پروتون، نوترون و دوترون را همراه با داده‌های E143 [۲]، E155 [۳]، HERMES [٤] و JLAB [٥] برحسب تابعی از x و در مقیاس انرژی $Q^2=2\ GeV^2$ نشان می‌دهند. تابع ساختار g_2^p بر حسب Q^2 در شکل ۲ همراه با داده‌های تجربی ارائه شده‌است.



شکل ۱ : تابع ساختار قطبیده عرضی پروتون، نوترون و دوترون به عنوان تابعی از x در در $Q^2=2\ GeV^2$.



شکل ۲ : تابع ساختار قطبیده عرضی پروتون به عنوان تابعی از Q^2 در x های مختلف.

نتیجه‌گیری

با افزایش دقت آزمایش‌های پراکندگی ناکشسان ژرف افزایش دقت ابزارهای تئوری ضروری به نظر می‌رسد. در فعالیت‌های پژوهشی اخیر با درنظر گرفتن تاثیر این تصحیحات، برازشی را روی تمام داده‌های g_1 و g_2 انجام داده و به مقایسه نتایج پرداختیم. مدل ما سازگاری خوبی با بقیه مدل‌های پدیده‌شناسی و داده‌های آزمایشگاهی دارد. برای کسب اطلاعات بیشتر درباره جزئیات محاسبات ما به مرجع [٦] رجوع کنید.

مرجع‌ها

1. Ali N. Khorramian, S. Atashbar Tehrani, S. Taheri Monfared, F. Arbabifar, F. I. Olness, Phys. Rev. D83 (2011) 054017.
2. K. Abe *et al.* [E143 collaboration], Phys. Rev. D **58** (1998) 112003 [arXiv:hep-ph/9802357].
3. P. L. Anthony *et al.* [E155 Collaboration], Phys. Lett. B **553**, 18 (2003) [hep-ex/0204028].
4. A. Airapetian *et al.*, Eur. Phys. J. C **72**, 1921 (2012) [arXiv:1112.5584 [hep-ex]].
5. K. M. Kramer [Jefferson Lab E97-103 Collaboration], AIP Conf. Proc. **675**, 615 (2003).
X. Zheng *et al.* [Jefferson Lab Hall A Collaboration], Phys. Rev. C **70**, 065207 (2004) [nucl-ex/0405006]. K. Kramer *et al.*, Phys. Rev. Lett. **95**, 142002 (2005) [nucl-ex/0506005].
6. S. Taheri Monfared *et al.*, *will be published in* *the Journal Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei*.