

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

# بررسی اثر داده‌های پراکندگی ناکشسان عمیق نیمه فراگیر در تحلیل QCD تابع ساختار قطبیده

اربابی‌فر، فاطمه<sup>۱</sup>؛ خرمیان، علی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>دانشکده فیزیک، دانشگاه سمنان، سمنان

## چکیده

در این مقاله علاوه بر داده‌های DIS فراگیر از داده‌های SIDIS (DIS نیمه فراگیر) در تحلیل QCD تابع ساختار قطبیده نوکلئون نیز استفاده شده که این امر سهم به سزایی در افزایش دقت جهت تعیین توابع توزیع قطبیده داشته است. در این محاسبات با انتخاب فرم جدید برای توابع توزیع پارتون‌ها در مقیاس اولیه  $Q_0^2$  به بررسی تابع ساختار قطبیده نوکلئون خواهیم پرداخت و اثر شکست تقارن ناشی از استفاده از داده‌های جدید را روی توابع توزیع قطبیده بررسی خواهیم کرد. نتایج بدست آمده با داده‌های تجربی و سایر مدل‌ها توافق خوبی دارند.

## The study of semi inclusive deep inelastic scattering data effect on the QCD analysis of polarized structure function

Arbabifar, Fatemeh<sup>1,2</sup>; Khorramian, Ali<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Physics, Semnan University, Semnan,

<sup>2</sup> School of particles and accelerators, Institute for Research in Fundamental Science (IPM), P.O. Box 19395-5531, Tehran, Iran

## Abstract

In this paper we use SIDIS data in addition to DIS data in the QCD analysis of polarized structure functions which improve the precision of polarized parton distribution determination. In this calculation, by choosing new parton distributions parameterization at input scale  $Q_0^2$ , we study polarized structure function of the nucleon and we investigate the effect of symmetry breaking, caused by new data addition, on polarized parton distribution functions. The results are in good agreement with the experimental data and other models.

PACS No. (13)

از دیدگاه پدیده‌شناسی، در بسیاری از این تحلیل‌ها تنها اثر داده‌های پراکندگی ناکشسان عمیق قطبیده فراگیر (DIS) روی توابع توزیع قطبیده در حالت تقارن  $\bar{u}=\bar{d}=\bar{s}$  مورد بررسی قرار گرفته است که با توجه به اضافه شدن داده‌های جدید پراکندگی ناکشسان عمیق نیمه فراگیر (Semi Inclusive Deep Inelastic Scattering) در سال‌های اخیر، تشخیص و جداسازی پادکوارک‌های دریا از یکدیگر و شکست تقارن SU(2) و SU(3) در تعیین توابع توزیع قطبیده‌ی پادکوارک‌ها بصورت جداگانه امکان‌پذیر شده‌است.

## مقدمه

یکی از آزمایشات مهم در فیزیک انرژی‌های بالا، پراکندگی ناکشسان عمیق قطبیده یا DIS (Deep Inelastic scattering) است که همواره نقش مهمی را در شناخت ما از QCD و ساختار نوکلئون ایفا می‌کند و انتشار داده‌های جدید در زمینه DIS قطبیده در سال‌های اخیر، امکان انجام تحلیل دقیقی روی تابع ساختار قطبیده را فراهم می‌کند و اخیراً نیز تحلیل‌هایی روی این موضوع انجام گرفته است [۱-۴].

$$g_1^p(N, Q^2) = \frac{1}{2} \sum_q e_q^2 \left\{ \left( 1 + \frac{\alpha_s}{2\pi} \Delta C_q^N \right) [\delta q(N, Q^2) + \delta \bar{q}(N, Q^2)] + \frac{\alpha_s}{2\pi} 2\Delta C_g^N \delta g(N, Q^2) \right\}, \quad (3)$$

که در اینجا  $\alpha_s(Q^2)$  ثابت جفت‌شدگی در مرتبه NLO و  $\Delta q(N, Q^2)$ ،  $\Delta \bar{q}(N, Q^2)$  و  $\Delta g(N, Q^2)$  مممت توابع توزیع پارتون‌های قطبیده هستند.

از آنجا که در تحلیل حاضر بر آن شدیم که از داده‌های  $A_1$  جهت دقت بیشتر برای داده‌های DIS استفاده کنیم با توجه به تعریف

$$A_1(x, Q^2) = \frac{g_1(x, Q^2)}{F_1(x, Q^2)}, \quad (4)$$

باید تابع ساختار غیرقطبیده محاسبه شده توسط گروه‌های تجربی،  $F_1(x, Q^2)$ ، را نیز در محاسبات اعمال کنیم. رابطه

$$F_1(x, Q^2) = \frac{(1 + \gamma^2)}{2x(1 + R(x, Q^2))} F_2(x, Q^2), \quad (5)$$

همان تابع ساختار غیرقطبیده است که برحسب متغیر جنبشی  $\gamma$ ،  $R$  و تابع ساختار  $F_2(x, Q^2)$  تعریف می‌شود. در این محاسبات ما از تابع ساختار تجربی ارائه شده در مرجع [۸] استفاده کرده و تعاریف متغیرهای جنبشی نیز در مرجع [۲] به تفصیل آمده است. برای داده‌های SIDIS از کمیت اندازه‌گیری شده  $A_{1N}^h$  استفاده می‌کنیم

$$A_{1N}^h(x, Q^2) = \frac{g_{1N}^h(x, Q^2)}{F_{1N}^h(x, Q^2)}, \quad (6)$$

که در آن

$$2g_1^h(x, z, Q^2) = \sum e_q^2 \left\{ \Delta q(x, Q^2) D_q^h(z, Q^2) + \frac{\alpha_s(Q^2)}{2\pi} [\Delta q \otimes \Delta C_{qq} \otimes D_q^h + \Delta q \otimes \Delta C_{gq} \otimes D_g^h + \Delta g \otimes \Delta C_{qg} \otimes D_q^h] (x, z, Q^2) \right\}, \quad (7)$$

و

$$2F_1^h(x, z, Q^2) = \sum e_q^2 \left\{ q(x, Q^2) D_q^h(z, Q^2) + \frac{\alpha_s(Q^2)}{2\pi} [q \otimes C_{qq} \otimes D_q^h + q \otimes C_{gq} \otimes D_g^h + g \otimes C_{qg} \otimes D_q^h] (x, z, Q^2) \right\}, \quad (8)$$

(۷)

در تحلیل حاضر برای نخستین بار از جدیدترین داده‌ها در این زمینه [۵-۷] استفاده شده و اثر لحاظ کردن آنها در تحلیل QCD به دقت مورد بررسی قرار می‌گیرد و با نتایج تحلیل‌های قبلی (بدون استفاده از این داده‌ها) مقایسه خواهد شد.

## تحلیل QCD

فرم پارامتری که به هر کدام از پارتون‌ها در مقیاس ورودی  $Q_0^2 = 1\text{GeV}^2$  اختصاص داده از قرار زیر است

$$\begin{aligned} x\delta u_v &= N_{u_v} \eta_{u_v} x^{a_{u_v}} (1-x)^{b_{u_v}} (1 + c_{u_v} \sqrt{x} + d_{u_v} x) \\ x\delta d_v &= N_{d_v} \eta_{d_v} x^{a_{d_v}} (1-x)^{b_{d_v}} (1 + c_{d_v} \sqrt{x} + d_{d_v} x) \\ x\delta \bar{u} &= N_{\bar{u}} \eta_{\bar{u}} x^{a_{\bar{u}}} (1-x)^{b_{\bar{u}}} (1 + d_{\bar{u}} x) \\ x\delta \bar{d} &= N_{\bar{d}} \eta_{\bar{d}} x^{a_{\bar{d}}} (1-x)^{b_{\bar{d}}} (1 + c_{\bar{d}} x) \\ x\delta s &= x\delta \bar{s} = N_s \eta_s x^{a_s} (1-x)^{b_s} (1 + d_s x) \\ x\delta g &= N_g \eta_g x^{a_g} (1-x)^{b_g} (1 + d_g x), \end{aligned} \quad (9)$$

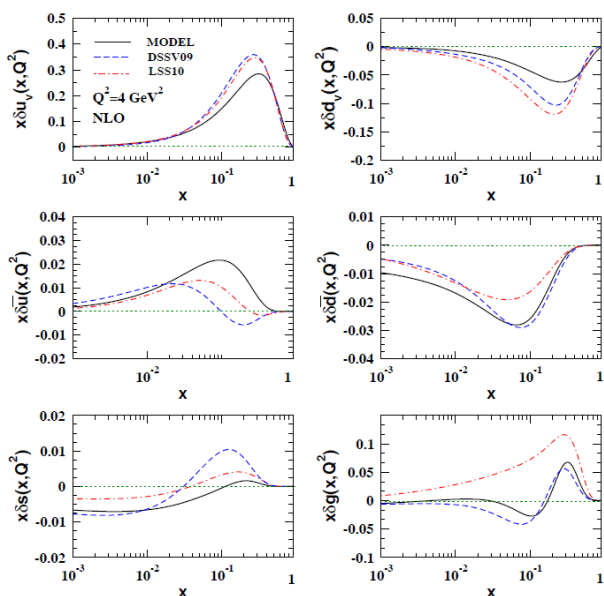
که در اینجا  $A_i$  ثابت نرمال سازی است و طوری انتخاب می‌شود که  $\eta_i$  اولین مممت  $\delta q_i(x, Q_0^2)$  باشد.

از آنجا که محاسبات در فضای  $x$  و نوشتن انتگرال ضرب پیچشی در آن بسیار وقت‌گیر بوده و احتمال اشتباه در آن زیاد است برای آسان‌تر شدن محاسبات روی معادلات تحول QCD آنها را به فضای ملین می‌بریم، تبدیل ملین برای توابع توزیع پارتون‌ها برای آرگومان مختلط  $N$  بدین صورت است

$$\begin{aligned} M[\delta f_i(x, Q_0^2)](N) &= \int_0^1 x^{N-2} x \delta f_i(x, Q_0^2) dx \\ &= \eta_i A_i (1 + c_i \frac{N-1+a_i}{N+a_i+b_i}) B(N-1+a_i, b_i+1), \end{aligned} \quad (10)$$

حال سهم اختلال مرتبه دوم در تابع ساختار قطبیده را می‌توان توسط توابع توزیع قطبیده و ضرایب ویلسون  $\Delta C_i^N$  در فضای ملین توصیف کرد [۴]

همانطور که ملاحظه شد توابع توزیع پارتون‌ها و تابع ساختار قطبیده در تقریب NLO برای نوکلئون محاسبه شدند که این کار با اعمال شکست تقارن SU(2) و SU(3) و با اضافه کردن داده‌های SIDIS علاوه بر داده‌های DIS قطبیده صورت گرفته است. در این رویکرد سهم پارتون‌های  $\bar{u}$  و  $\bar{d}$  از اسپین پروتون به ترتیب مثبت و منفی شده که نسبت به حالت تقارن (هر دو منفی) دقیق‌تر شده است و همچنین توزیع پارتون  $s = \bar{s}$  و گلوئون نیز دارای یک تغییر علامت حوالی  $x=0.1$  و  $x=0.2$  شده اند که در حالت تقارن مشاهده نشده بود. در شکل ۱ توابع توزیع قطبیده در حالت شکست تقارن با نتایج بدست آمده توسط سایر گروه‌ها که از شکست تقارن استفاده کرده اند مقایسه شده است. در شکل ۲ توابع ساختار قطبیده پروتون، نوترون و دوترون نشان داده شده و با توابع ساختار حاصل از مدل بدون شکست تقارن [۴] و داده‌های تجربی مقایسه شده است. شکل ۳ مقایسه توابع توزیع قطبیده را در حالت تقارن [۴] و شکست تقارن نشان می‌دهد که تغییراتی که در بالا به آن اشاره شده در شکل کاملاً مشهود است.



شکل ۱: توابع توزیع قطبیده بر حسب X در مقایسه با مدل‌های دیگر.

برحسب توابع توزیع پارتون‌های قطبیده و غیرقطبیده، ضرایب تصحیح و توابع ترکش تعریف می‌شوند. در تحلیل پیش رو ما از دقیق‌ترین توابع توزیع پارتونی غیرقطبیده موجود که در مرجع [۹] ارائه شده و همچنین از توابع ترکش ارائه شده در مرجع [۱۰] به استفاده کردیم و تعاریف ضرایب تصحیح نیز در مرجع [۱] به تفصیل آمده است.

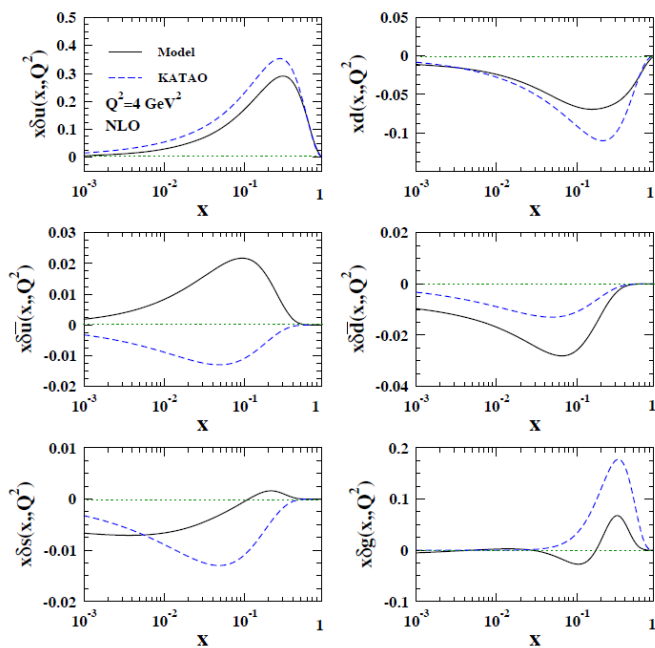
از آنجا که داده‌های قطبیده هنوز از دقت کافی برای تعیین توابع توزیع برخوردار نیستند از قیده‌های فیزیکی برای کنترل رفتار توابع توزیع استفاده کردیم و برخی از پارامترها را ثابت کرده یا با پارامترهای دیگر برابر گرفتیم [۱۱]. در نهایت شکل نهایی  $g_1(N, Q^2)$  شامل ۱۸ پارامتر مجهول است. با قرار دادن ممن  $g_1(N, Q^2)$  در رابطه (۳) و با استفاده از معادلات تحول [۴] برای یافتن توابع در انرژی ارائه شده در داده‌های تجربی می‌توان عملیات برازش را انجام داده و تابع ساختار قطبیده را استخراج کرد. از نظر آماری مهمترین داده‌های تجربی که در این آنالیز استفاده شده مربوط به گروه‌های EMC, E143, SMC, HERMES و E155 [۴] برای DIS و SMC, HERMES و گروه‌های COMPASS [۵-۷] برای SIDIS است. برای بدست آوردن بهترین نتیجه و محاسبات خطا از رابطه زیر برای تعیین  $\chi^2$  مؤثر استفاده می‌کنیم

$$\chi^2_{global} = \sum_n \omega_n \chi_n^2 \quad (8)$$

$$\chi_n^2 = \left( \frac{1 - N_n}{\Delta N_n} \right)^2 + \sum_i \left( \frac{N_n A_{1,i}^{data} - A_{1,i}^{theor}}{N_n \Delta A_{1,i}^{data}} \right)^2$$

برای انجام فرآیند برازش از برنامه MINUIT استفاده می‌کنیم و در نهایت مجهولات توابع توزیع و در نهایت فرم پارامتری آنها تعیین می‌گردد [۵]. در این محاسبات مقدار  $\chi^2_n$  برابر ۳۲ تا ۱۲۶۰ بدست آمد که برای ۱۰۷۳ درجه آزادی تعریف شده است و بیانگر مورد قبول بودن فرآیند برازش انجام گرفته است.

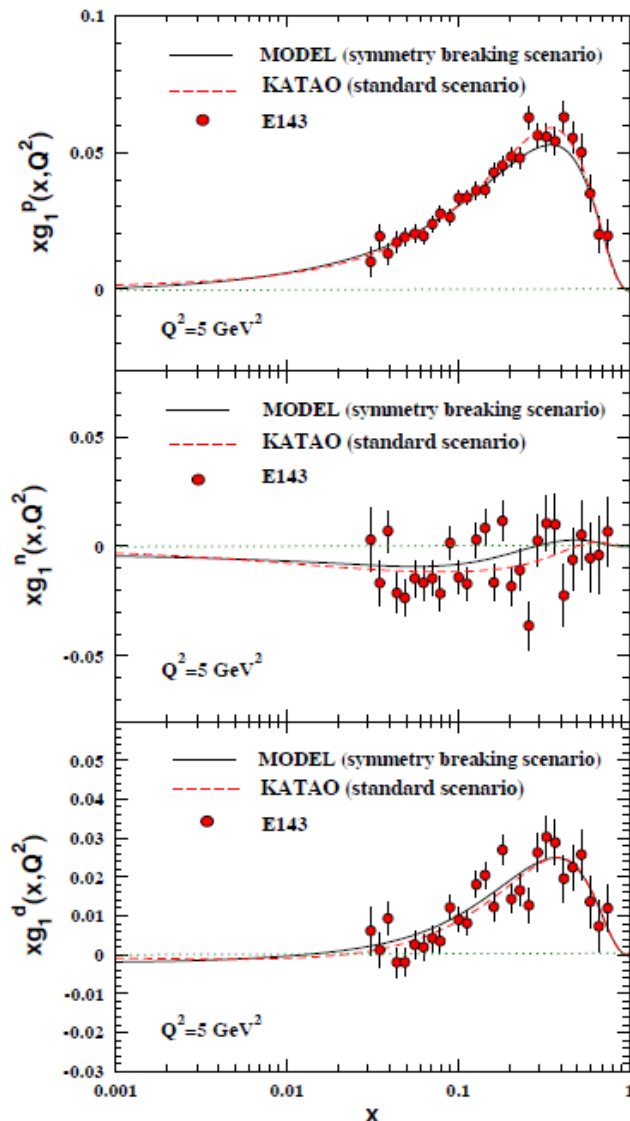
### نتیجه گیری و مقایسه مدل‌ها



شکل ۳: توابع توزیع قطبیده حاصل از مدل شکست تقارن در مقایسه با مدل بدون شکست تقارن KATAO [۴].

### مرجع ها

[۱] D. de Florian *et al.*, *Phys. Rev. D* **80** (2009) 034030.  
 [۲] J. Blumlein and H. Bottcher, *Nucl. Phys. B* **636** (2002) 225.  
 [۳] M. Gluck, *et al.*, *Phys. Rev. D* **63**, 094005 (2001).  
 [۴] A. Khorramian, *et al.*, *Phys. Rev D* **83** (2011) 054017.  
 [۵] [HERMES Collaboration], *Phys. Rev. D* **71** (2006) 012003.  
 [۶] [COMPASS collaboration], *Phys. Lett. B* **693** (2010) 227.  
 [۷] [Spin Muon Collaboration (SMC)], *Phys. Rev. D* **56** (1997) 5330.  
 [۸] M. Arneodo *et al.* (NMC Collaboration), *Phys. Lett. B* **364** (1995) 107.  
 [۹] H. Khanpour, *et al.*, *J. Phys. G* **40**, (2013) 045002.  
 [۱۰] D. de Florian, *et al.*, *Phys. Rev. D* **75**, 114010 (2007).  
 [۱۱] F. Arbabifar, Ali. N. Khorramian, S. Atashbar Tehrani, *XIV Advanced Research Workshop on High Energy Spin Physics (DSPIN-11) Proceedings*, (2011) 41-44.



شکل ۲: تابع ساختار قطبیده پروتون، نوترون و دوترون بر حسب x در مقایسه با داده های تجربی و مدل استاندارد بدون شکست تقارن KATAO [۴].

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی  
تربیه آموزشی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها  
دوره آموزشی

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله  
تربیه آموزشی

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله