

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

## مقایسه توابع ترکش حاصل از مدل بازترکیب و توابع ترکش پارامتربندی شده در تقریب مرتبه دوم

ضمیری، لیلا؛ خرمیان، علی؛ رستمی، سعیده

دانشگاه فیزیک، دانشگاه سمنان، سمنان

### چکیده

در این مقاله ابتدا توصیفی از توابع ترکش ارائه کردیم و سپس با معرفی توزیع رگبارهای پارتونی، فرآیند ترکش را در غالب مدل بازترکیب توصیف کردیم. در نهایت با استفاده از توابع ترکش پایون در مدل بازترکیب و با استفاده از نرم افزار Mathematic توابع ترکش پارامتربندی شده جدید پایون را در تقریب مرتبه دوم (NLO) بدست آوردیم که در مقایسه با فرم قبلی پارامتربندی شده، تطبیق بسیار بهتری با توابع ترکش در مدل بازترکیب دارند.

## A comparison between Fragmentation Functions from Recombination Model & parametrized Fragmentation Functions in next-to-leading order

Zamiri, Leila; Khorramian, Ali; Rostami, Saeideh

Faculty of Physics, University of Semnan, Semnan

### Abstract

In this paper first we have presented the fragmentation functions and then explaining of shower parton distributions, we have described the fragmentation process in the framework of recombination. Finally by using the fragmentation functions of pion in recombination model and using Mathematica, we have parametrized the new fragmentation functions of pion in next-to-leading order which render a better fit of fragmentation functions in framework of recombination in comparison with older parametrization.

PACS No. (13)

در برخورد یون‌های سنگین نامناسب به نظر می‌رسد [۱-۳]. به جای ترکش، بازترکیبی پارتون‌ها است که به نظر می‌آید در فرآیندهای هادرونی شدن مناسب باشد، مخصوصاً زمانی که فرآیند شامل پارتون‌های نرم است.

### فرمول‌بندی توابع ترکش در مدل بازترکیب

آنچه در واقع ترکش نامیده می‌شود توصیف فرآیند هادرونی-شدن نیست، بلکه پارامتری کردن تجربی بخشی از فرآیند است که به صورت تابع ترکش  $D(x)$  معرفی می‌شود که کسر تکانه  $x$  از

### مقدمه

در برخوردهای هادرونی و هسته‌ای در انرژی‌های بالا، توصیف نظری فرآیند در تکانه‌های عرضی  $p_T$  زیاد در دو بخش بیان می‌شود. اول، یک پراکندگی سخت از پارتون‌ها و دوم ترکش پارتون پراکنده شده به هادرون آشکارسازی شده است. قسمت اول در QCD اختلالی قابل محاسبه است، در حالی که قسمت دوم منجر به توابع ترکش می‌شود که به صورت تجربی اندازه‌گیری می‌شوند. توابع ترکش بیان‌کننده احتمال تبدیل پارتون غیرقابل رویت به هادرون قابل رویت هستند. اخیراً این روند مکانیزم تولید ذرات

دریای سبک (شگفت) تولید شده از یک گلوئون آغازین استفاده می‌شود. ماتریس رگبار  $S_i^j$  دارای فرم زیر است

$$S_i^j = \begin{pmatrix} K & L & L_s \\ L & K & L_s \\ L & L & K_s \\ G & G & G_s \end{pmatrix}, \quad i = u, d, s, g, j = u, d, s. \quad (3)$$

که  $K = K_{NS} + L$  و  $K_s = K_{NS} + L_s$ . پادکوارک‌های  $\bar{u}$ ,  $\bar{d}$ ,  $\bar{s}$  دارای ساختار یکسانی هستند و مانند  $u$ ,  $d$ ,  $s$  بیان‌کننده دریا هستند.

### تابع بازترکیب (RF)

تابع بازترکیب (Recombination Function) احتمال بازترکیب شدن کوارک‌ها و پادکوارک‌های رگباری را بیان می‌کند و به مجذور تابع موج مزون (مثلاً پایون) بستگی دارد که ساختار آن در فضای تکانه در مدل ولون توصیف شده است [۶] و [۷]. همان‌طور که ساختار پروتون توسط پراکندگی ناکشسان ژرف قابل بررسی است و توزیع ولون‌های آن می‌تواند از توابع توزیع پارتون بدست آید [۸]، تابع بازترکیب برای پایون با استناد بر توزیع پارتون‌ها در پایون توسط فرآیند دریل‌یان [۹]، بررسی می‌شود. تابع بازترکیب برای  $\pi$  برابر است

$$R(x_1, x_2, x) = \frac{x_1 x_2}{x^2} \delta\left(\frac{x_1}{x} + \frac{x_2}{x} - 1\right). \quad (4)$$

که تابع  $\delta$  پایستگی تکانه کوارک و پادکوارک بازترکیبی را حفظ می‌کند. توجه آنکه متناظر با فرآیندهای ترکش مختلف، توابع  $D(x)$  مختلف وجود دارد. کوارک‌های سبک  $u$ ,  $d$ ,  $\bar{u}$ ,  $\bar{d}$  و گلوئون را تصور کنید. همه آن‌ها می‌توانند به پایون ترکش شوند. برای کاهش آن‌ها به سه تابع ترکش لازم، سه نوع از توابع ترکش  $D_G^\pi$ ,  $D_S^\pi$ ,  $D_V^\pi$  را که به ترتیب متناظر با ترکش کوارک ظرفیت، دریا و گلوئون است در نظر بگیرید. اگر رابطه ۱ به ترکش کوارک دریا به پایون محدود شود تابع ترکش آن به صورت زیر می‌باشد

$$xD_S^\pi(x) = \int_0^1 \frac{dx_1}{x_1} \frac{dx_2}{x_2} L(x_1) L\left(\frac{x_2}{1-x_1}\right) R_\pi(x_1, x_2, x). \quad (5)$$

در رابطه‌ی بالا، آرگومان دومین تابع  $L$  بیان‌کننده قید تکانه است. یعنی اگر یک رگبار پارتونی دارای کسر تکانه  $x_1$  باشد، آن‌گاه کسر

یک هادرون را در یک جت پارتونی حمل می‌کند. هدف فرمول-بندی فرآیند ترکش در مدل بازترکیب است که برای انجام آن نیازمند به توصیف و اندازه‌گیری توزیع رگبار پارتونی و یا SPD (Shwer Parton Distribution) هستیم [۴].

رگبارهای پارتونی می‌توانند با یکدیگر بازترکیب شده تا هادرون‌ها را تشکیل دهند. رگبارهای پارتونی می‌توانند با پارتون‌های حرارتی که متعلق به جت نیستند هم بازترکیب شوند. فرآیند اخیر، در گستره‌ی  $p_T$  های متوسط  $1 \text{ GeV} < p_T < 3$ ، از اهمیت زیادی برخوردار است [۵]. در مدل بازترکیب فرمول کلی برای فرآیند هادرونی شدن عبارت است از

$$xD(x) = \int_0^1 \frac{dx_1}{x_1} \int_0^1 \frac{dx_2}{x_2} F_{q\bar{q}}(x_1, x_2) R(x_1, x_2, x), \quad (1)$$

که  $F_{q\bar{q}}(x_1, x_2)$  توزیع جفت شده‌ای از یک کوارک  $q$  در کسر تکانه  $x_1$  و یک پادکوارک  $\bar{q}$  در کسر تکانه  $x_2$  و  $R(x_1, x_2, x)$  تابع بازترکیب (RF) برای تشکیل یک مزون در تکانه  $x$  است.  $xD(x)$  رگبار پارتون‌های ایجاد شده از یک پارتون سخت اولیه را نشان می‌دهد.  $F_{q\bar{q}}$  به صورت زیر فاکتوربندی می‌شود

$$F_{q\bar{q}}(x_1, x_2) = S_i^q(x_1) S_i^{\bar{q}}(x_2), \quad (2)$$

که  $S_i^q(x_1)$  بیان‌کننده توزیع رگبار پارتون  $q$  با کسر تکانه  $x_1$  در رگبار تولید شده از یک پارتون سخت  $i$  است.

### توزیع رگبار پارتونی (SPD)

پارتون سخت  $i$  در تکانه  $k$  یک رگبار پارتونی تولید می‌کند. از آنجائیکه رگبارهای پارتونی مختلفی با توجه به نوع پارتون اولیه  $i$  وجود دارد، از  $S_i^j$  برای بیان ماتریس SPD برای  $j \rightarrow i$  استفاده می‌شود. اگرچه  $i$  می‌تواند  $u$ ,  $d$ ,  $s$ ,  $\bar{u}$ ,  $\bar{d}$ ,  $\bar{s}$  و گلوئون باشد،  $j$  تنها می‌تواند کوارک و پادکوارک باشد و نه گلوئون. پارتون‌های دریا در رگبار توسط تبدیلات گلوئون‌ها به جفت‌های کوارک-پادکوارک اشباع می‌شوند. از  $K_{NS}$ ، برای نمایش کوارک ظرفیت در رگبار، از  $L(L_s)$ ، برای نمایش کوارک‌های دریای سبک (شگفت) تولید شده از یک کوارک اولیه و از  $G(G_s)$  برای نمایش کوارک‌های

جدول ۲: ضرایب پارامتری معادله (۱۰) از [۱۱].

	A	a	b	c	d
$K_{NS}$	۰/۳۳۳	۰/۴۵	۲/۱	۵	۰/۵
L	۱/۸۸۱	۰/۱۳۳	۳/۳۸۴	-۰/۹۹۱	۰/۳۱
G	۰/۸۱۱	-۰/۰۵۶	۲/۵۴۷	-۰/۱۷۶	۱/۲

حال با جاگذاری ضرایب پارامتری جدول ۲ در رابطه ۱۰ و همچنین تابع بازترکیب در روابط ۵، ۶ و ۷ می‌توان توابع ترکش مزون پایون را در مدل بازترکیب بدست آورد [۱۱] و [۱۲].

### پارامتربندی توابع ترکش مزون پایون

در این مقاله برازش دیگری از توابع ترکش مزون پایون در مدل بازترکیب صورت پذیرفته است که به معادلات پارامتری جدیدی از توابع ترکش پایون منجر می‌شود. بدین صورت که با استفاده از توابع ترکش مزون پایون در مدل بازترکیب یعنی معادلات ۵، ۶ و ۷ با استفاده از نرم افزار Mathematica معادلات پارامتری با ضرایب جدیدی در مرتبه NLO حاصل می‌شوند که برازش بهتری از داده‌ها را در مقایسه با ضرایب موجود در [۱۱] به خصوص برای ترکش کوارک ظرفیت و کوارک دریا به پایون در مدل بازترکیب نشان می‌دهند.

در مورد ترکش کوارک ظرفیت، کوارک دریا و گلوئون به مزون پایون به ترتیب روابط پارامتری زیر بدست آمدند که ضرایب پارامتری این روابط را در جدول ۳ مشاهده می‌کنید

$$D_V^\pi(x) = ax^{-b}(1-x)^c(d+x+x^{0.5})^f, \quad (11)$$

$$D_S^\pi(x) = ax^{-b}(1-x)^c(d+x-x^{0.5})^f, \quad (12)$$

$$D_G^\pi(x) = ax^{-b}(1-x)^c(d+x+x^{0.5})^f. \quad (13)$$

جدول ۳: پارامترهای معادلات (۱۱-۱۳) در  $Q^2 = 100 \text{ GeV}^2$ .

	a	b	c	d	f
$D_V^\pi(x)$	۰/۶۴۵	۰/۴۲۴۶	۲/۸۰۴۱	۰/۱۶۳	۰/۳۶۲۵
$D_S^\pi(x)$	۲/۱۴۴۶	۰/۷۴۹۴	۳/۶۳۰۳	۱	۲/۹۲۶۳
$D_G^\pi(x)$	۰/۷۳۶۳	۱/۱۱۲	۲/۶۷۹۲	۱	۰/۰۰۴۵

تکانه برای بازترکیبی دیگر رگبار پارتونی از  $1-x_1$  تجاوز نمی‌کند و تنها می‌تواند کسری از مقدار متوسط  $x_2/1-x_1$  باشد.

اگر پارتون اولیه یک گلوئون باشد، آن‌گاه از  $D_G^\pi(x)$  برای بیان ترکش گلوئون به پایون استفاده می‌شود که به فرم زیر است

$$xD_G^\pi(x) = \int_0^1 \frac{dx_1}{x_1} \frac{dx_2}{x_2} G(x_1)G\left(\frac{x_2}{1-x_1}\right)R_\pi(x_1, x_2, x). \quad (6)$$

و اگر پارتون اولیه کوارک ظرفیت باشد آن‌گاه داریم

$$xD_V^\pi(x) = \int_0^1 \frac{dx_1}{x_1} \frac{dx_2}{x_2} \{K_{NS}(x_1), L(x_2)\}R_\pi(x_1, x_2, x), \quad (7)$$

که در اینجا:

$$\begin{aligned} \{K_{NS}(x_1), L(x_2)\} &\equiv \frac{1}{2} [K_{NS}(x_1)L\left(\frac{x_2}{1-x_1}\right) \\ &+ K_{NS}\left(\frac{x_1}{1-x_2}\right)L(x_2)]. \end{aligned} \quad (8)$$

این معادلات منجر به سه SPD مجهول  $K_{NS}$ ،  $L$ ،  $G$  می‌شوند. چون توابع ترکش (FF's) خود توسط برازش داده‌های آزمایشگاهی به دست آمده‌اند [۱۰]. توابع ترکش تا تقریب NLO به شکل پارامتری زیر نمایش داده می‌شوند

$$D_k^h(x) = Nx^\alpha(1-x)^\beta(1+x)^\gamma. \quad (9)$$

که پارامترها برای  $Q^2=100 \text{ GeV}^2$  در جدول ۱ برای  $k = S, V, G$  و  $h = \pi$  آورده شده است. همچنین با استفاده از رابطه پارامتربندی می‌توان روابط جبری مربوط به SPD ها را که به فرم زیر است بدست آورد [۱۱]

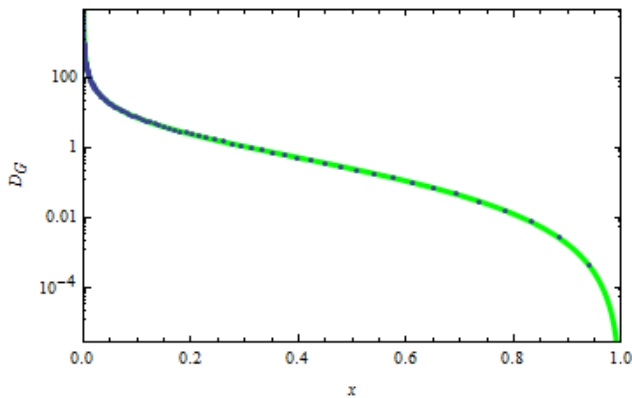
$$S_i^j = Az^a(1-z)^b(1+cz^d). \quad (10)$$

جدول ۱: پارامترهای معادله (۹) در  $Q^2 = 100 \text{ GeV}^2$  از [۱۱].

	N	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
$D_S^\pi(x)$	۲/۷۲۳۶	-۰/۷۳۴	۳/۳۸۴	-۵/۴۷۱
$D_V^\pi(x)$	۰/۲۸۹۸	-۰/۰۴	۱/۶۰۸	-۰/۱۱۱
$D_G^\pi(x)$	۰/۷۳۴۵	-۱/۱۱۲	۲/۵۴۷	-۰/۵۴۱

## نتیجه گیری

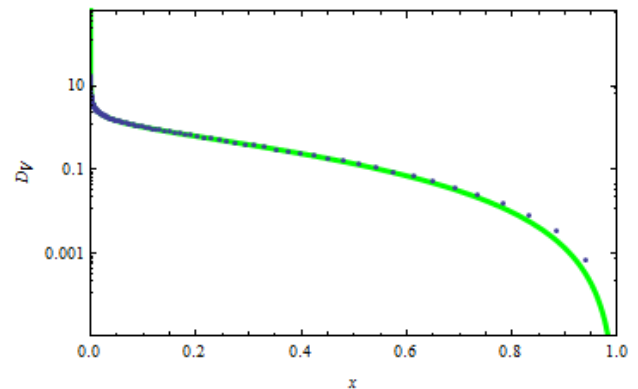
به منظور بررسی توابع ترکش در مدل بازترکیب در ناحیه غیراختلالی، مزون پایون را مورد مطالعه قرار دادیم که روابط پارامتری جدیدی در مرتبه NLO حاصل شد که تطبیق بسیار بهتری با توابع ترکش در مدل بازترکیب دارند. در شکل ۱، ۲ و ۳ توابع ترکش بدست آمده را به صورت نقطه چین و توابع ترکش حاصل از مدل بازترکیب را به صورت منحنی رسم کردیم. معادلات پارامتری ۱۱، ۱۲ و ۱۳ به طور مجزا ترکش کوآرک ظرفیت، دریا و گلوئون به پایون را به فرم پارامتری توصیف می-کنند.



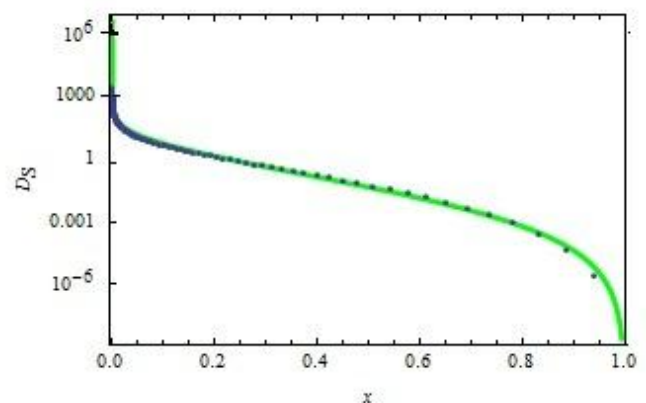
شکل ۳: تابع ترکش حاصل از مدل بازترکیب (منحنی) و همچنین تابع ترکش حاصل از معادله پارامتری (۱۳) (نقطه چین).

## مرجع ها

- [۱] R. C. Hwa and C. B. Yang, Phys. Rev. C 67, 034902 (2003).  
 [۲] Greco, C. M. Ko, & P. Levai, Phys. Rev. Lett. 90, 203302 (2003).  
 [۳] R. J. Fries, B. Muller, C. Nonaka & S. A. Bass, Phys. Rev. Lett. 90, 202303 (2003).  
 [۴] R. C. Hwa and C. B. Yang, Nucl. Phys., 0401001v3 (2004).  
 [۵] R. C. Hwa and C. B. Yang, Nucl. Phys., 0403072v1 (2004).  
 [۶] R. C. Hwa, Phys. Rev. D 22, 1593 (1980).  
 [۷] R. C. Hwa and C. B. Yang, Phys. Rev. C 66, 025205 (2002).  
 [۸] R. C. Hwa and C. B. Yang, Phys. Rev. C 66, 025204 (2002).  
 [۹] P. J. Sutton, A. D. Martin, R. G. Roberts, and W. J. Stirling, Phys. Rev. D 45, 2349 (1992).  
 [۱۰] M. Soleymaninia, A. N. Khorramian, S. M. Mosavinejad & F. Arbabifar, Phys. Rev. D 88, 054019 (2013).  
 [۱۱] R. C. Hwa and C. B. Yang, hep-Ph 0312271v2 (2004).  
 [۱۲] J. Binnewies, B. A. Kniehl and G. Kramer, Z. Phys. C 65, 471 (1995).



شکل ۱: تابع ترکش حاصل از مدل بازترکیب (منحنی) و همچنین تابع ترکش حاصل از معادله پارامتری (۱۱) (نقطه چین).



شکل ۲: تابع ترکش حاصل از مدل بازترکیب (منحنی) و همچنین تابع ترکش حاصل از معادله پارامتری (۱۲) (نقطه چین).

# SID



سرویس های  
ویژه



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی

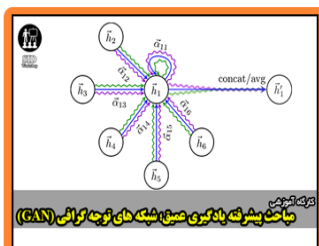


عضویت در  
خبرنامه



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی