

## چند خبر

### • جهان $1 \mu s$ پس از مه بانگ مایع بوده، نه گاز.

بنا بر نظریه‌ها ی پذیرفته شده ی فعلی، جهان حدود ۱۰ سیزده میلیارد سال پیش، با یک انفجار بزرگ، به نام مه بانگ، به وجود آمد. حدود چند میکروثانیه پس از مه بانگ، کیهان چه گونه بوده است؟ برای فهمیدن این وضعیت، پژوهش گران آزمایش ی راه انداخته اند. در این آزمایش — که از سال ۲۰۰۰ در برخورددهنده ی نسبیته ی یون ها ی سنگین<sup>۱</sup>، یا به اختصار RHIC، در آزمایش گاه ملی ی بروک هیون<sup>۲</sup> (آمریکا) در جریان است — دوبار یک از اتم ها ی کاملاً یونیده ی طلا ( $^{197}\text{Au}$ ) را به چنان سرعت ی می رسانند که هر یک از ۱۰۷ پروتون و نوترون آن ها حدود ۱۰۰ GeV انرژی داشته باشد. به این ترتیب، وقت ی دو تا از این یون ها رودرو به هم می خورند، در دست گاه مرکز تکانه (که همان دست گاه آزمایش گاه است)، در مجموع انرژی ی تقریباً ۴۰ TeV دارند. در نتیجه ی این برخورد، چیزی به وجود می آید که می توان گفت همان دو هسته ی طلا است که تقریباً به هم چسبیده اند، و ۲۵ TeV از آن ۴۰ انرژی صرف «داغ شدن» آن شده است. این گوی آتشین یا آتش گوی، تنها حدود ۵ fm (یعنی  $5 \times 10^{-15}$  m) گسترده است، چگالی اش حدود ۱۰۰ برابر چگالی ی هسته ی اتم ها است، دما ی حدود  $2 \times 10^{12}$  K است، و در زمان ی از مرتبه ی  $10^{-24}$  s هست. پس از این زمان کوتاه دیگر آتش گویی نیست، بل که تعداد ی ذره ی معمولی (ذره ها ی ثانویه) هست که از هم دور می شوند. جریان این ذره ها ی ثانویه، که آشکارسازها آن ها را ثبت می کنند، حاوی ی اطلاعات مهم ی در مورد آتش گوی است. آتش گوی، در همان عمر کوتاه اش، متشکل است از تعداد ی کوارک و گلوئون. (کوارک ها ذره های بنیادی هستند که پروتون ها و نوترون ها از آن ها ساخته شده اند، و گلوئون ها ذره های هستند که رفت و آمد آن ها بین کوارک ها باعث می شود کوارک ها به هم نیرویی به نام نیرو ی قوی ی هسته ای اعمال کنند.) جهان آغازین هم، حدود چند میکروثانیه پس از مه بانگ، متشکل است از تعداد بسیار زیاد ی کوارک و گلوئون بسیار پُرانرژی. بنا بر این، آن چه چهار گروه مستقل از فیزیک پیشه ها در RHIC مشاهده می کنند، شبیه چیزی است که حدود چند میکروثانیه پس از مه بانگ در جهان رخ داده است.

تا کنون تصور فیزیک پیشه ها این بوده که در چنین وضعیت ی، چیزی شبیه به یک گاز یونیده از

کوارک‌ها و گلوئون‌ها به وجود می‌آید، یعنی مخلوطی از کوارک‌ها و گلوئون‌ها که برهم‌کنش ضعیف‌ی دارند - این را پلاسما ی- کوارک - گلوئون می‌نامند.

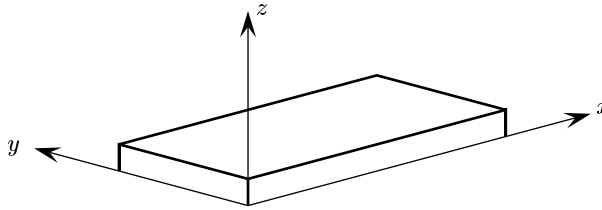
در اوایل سال - گذشته ی- میلادی، هر چهار گروه - پژوهشی در RHIC به این نتیجه رسیدند که آتش‌گوی تولید شده در RHIC «گاز» نیست، بل که بیش‌تر شبیه «مایع» ی از کوارک‌ها و گلوئون‌ها است، به این معنی که برهم‌کنش - کوارک‌ها و گلوئون‌ها در آتش‌گوی بسیار بزرگ است<sup>(3)(4)(5)(6)</sup>.

احمد شریعتی

<sup>1)</sup>Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC), <sup>2)</sup>Brookhaven National Lab <sup>3)</sup>I. Arsene *et al.* (BRAHMS collaboration): "Quark Gluon Plasma and Color Glass Condensate at RHIC? The perspective from the BRAHMS experiment.", *Nuclear Physics A*, vol. 757, pp. 1-27 (2005); <sup>4)</sup>B. B. Back *et al.* (PHOBOS collaboration): "The PHOBOS Perspective on Discoveries at RHIC", *Nuclear Physics A*, vol. 757, pp. 28-101 (2005); <sup>5)</sup>J. Adams *et al.* (STAR collaboration): "Experimental and Theoretical Challenges in the Search for the Quark Gluon Plasma: The STAR Collaboration's Critical Assessment of the Evidence from RHIC Collisions", *Nuclear Physics A*, vol. 757, pp. 102-183 (2005) <sup>6)</sup>K. Adcox *et al.* (PHENIX collaboration): "Formation of dense partonic matter in relativistic nucleus-nucleus collisions at RHIC: Experimental evaluation by the PHENIX collaboration", *Nuclear Physics A*, vol. 757, pp. 184-283 (2005).

• میدان - مغناطیسی جریان - گرما را منحرف می‌کند!

نور ی از یک ماده ی- هم‌گن در نظر بگیرید (شکل - ۱). اگر وجه‌ها ی-  $x = 0$  و  $x = L$  را، به ترتیب، به دو منبع - گرمایی ی- گرم و سرد وصل کنیم، یک جریان - گرمایی، در جهت - مثبت  $x$  در نوار به وجود می‌آید، طوری که دما ی- هر نقطه از نوار تنها به  $x$  - آن نقطه بسته‌گی خواهد داشت. اکنون فرض کنید یک میدان - مغناطیسی در جهت  $z$  اعمال کنیم. آیا این میدان - مغناطیسی بر توزیع - دما تأثیر دارد؟ قاعدتاً، اگر رساننده‌گی ی- گرمایی ی- ماده ای که نوار از آن ساخته شده ناشی از حرکت - الکترون‌ها یا حفره‌ها باشد، یعنی ناشی از ذرات ی باردار، اعمال - میدان - مغناطیسی می‌تواند بر رساننده‌گی ی- گرمایی ی- ماده تأثیر بگذارد، و توزیع - دما تغییر خواهد کرد. اما فرض کنید نوار یک کانی ی- تیربیوم گالیوم<sup>(1)</sup> باشد ( $Tb_3Ga_5O_{12}$ ). این ماده نارسانا است، و رساننده‌گی ی- گرمایی ی- آن ناشی از حرکت - فنون‌ها است، یعنی ناشی از ارتعاش‌ها ی- شبکه ی- بلوری. پژوهش‌گران ی در فرانسه<sup>(2)</sup> نور ی از این جنس را تا 5 K سرد کرده اند، و در حضور - یک میدان - مغناطیسی ی-  $4 T \sim$



شکل 1: اگر نواری که در شکل نشان داده شده رسانا باشد، و دو وجه  $x = 0$  و  $x = L$  آن به اختلاف پتانسیل وصل باشند، یک جریان الکتریکی در جهت  $x$  به وجود می‌آید. اعمال یک میدان مغناطیسی در جهت  $z$  بر این جریان اثر می‌کند، و باعث می‌شود وجه‌ها  $y = 0$  و  $y = b$  اختلاف پتانسیل داشته باشند. پژوهش‌گران ی مدعی شده‌اند که اگر نوار از جنس  $Tb_3Ga_5O_{12}$  باشد، و دو وجه  $x = 0$  و  $x = L$  به چشمه‌ها ی گرمایی ای با دماها ی 5 K و 1 K وصل باشند، و یک میدان مغناطیسی ی 4 T در جهت  $z$  اعمال شود، یک گرادیان دما در جهت  $y$  به وجود خواهد آمد.

دو سر آن را در اختلاف دما ی 1 K قرار داده‌اند، و دیده‌اند که در این وضعیت توزیع دما تابع  $y$  است. این اثر بسیار شبیه به اثر هال است، که در آن رساننده گی ی الکتریکی در یک نوار، در حضور میدان مغناطیسی ناهم‌گن می‌شود. توضیح ی که این گروه برای این ناهم‌گنی می‌دهند این است که میدان مغناطیسی بر یون‌ها ی تریوم اثر می‌گذارد، و پراکنده گی ی فنون‌ها از این یون‌ها ی مغناطیسی، به میدان مغناطیسی بسته گی دارد. احمد شریعتی

<sup>1</sup>terbium gallium garnet, <sup>2</sup>C. Strohm, G. L. J. A. Rikken, P. Wyder: "Phenomenological Evidence for the Phonon Hall Effect", *Physical Review Letters*, vol. 95, 155901 (2005).

• باز هم تأیید ناوردایی ی لرنس و نسبیت خاص.

سال 2006، برای نسبیت خاص با خبرها ی خوش ی آغاز شد. ناوردایی ی لرنس با دقت بیش‌تری تأیید شد<sup>1</sup>، و رابطه ی معروف  $E = mc^2$  با دقت  $4 \times 10^{-7}$  تأیید شد<sup>2</sup> (ص ۱۲ را ببینید).

آزمودن اعتبار نسبیت خاص در مقیاس‌ها ی کوچک فضایی و زمانی ارزش بسیار زیادی دارد. زیرا، از یک طرف نسبیت عام می‌گوید که در مقیاس‌ها ی فضایی و زمانی ی کوچک، نسبیت خاص معتبر است؛ از طرف دیگر مدل استاندارد ذرات بنیادی هم، که نظریه ای است کوانتمی – برای تمام برهم‌کنش‌ها جز گرانش – کاملاً در چارچوب نسبیت خاص است، یعنی کاملاً

به ناوردایی ی-لُرنِتس وفادار است. به بیان فِتی‌تر، تمام جمله‌ها ی-لاگرانژی ی-مدل استاندارد لُرنِتس‌ناوردا است. یک ی از چیزهایی هم که به ارزش آزمون اعتبار ناوردایی ی-لُرنِتس می‌افزاید این است که در بسیاری از نظریه‌ها ی-ریسمان هم نقض ناوردایی ی-لُرنِتس پیش‌بینی می‌شود.

برای آزمون اعتبار ناوردایی ی-لُرنِتس ابتدا باید چارچوب ی نظری داشته باشیم تا بتوانیم آزمایش‌هایی طراحی، و نتیجه ی-آنها را تفسیر کنیم. چارچوب ی که در یکی دو دهه ی-گذشته تثبیت شده این است که جمله‌هایی که ناقض ناوردایی ی-لُرنِتس اند به لاگرانژی ی-مدل استاندارد بیفزاییم<sup>(3)</sup> و اثر آنها را مطالعه کنیم<sup>(4)</sup> (جمله‌هایی که می‌توان افزود بسیار زیاد اند). پس از این کار، باید با استفاده از لاگرانژی ی-این گسترش مدل استاندارد، پدیده‌هایی را پیش‌بینی کرد و در آزمایش‌گاه به دنبال آنها گشت.

اخیراً گروه ی فرانسوی از رصدخانه ی-پاریس<sup>(5)</sup>، با استفاده از یک ساعت اتمی ی-این رصدخانه، آزمونی طراحی کرده اند و انجام داده اند که دو نتیجه ی-بسیار مهم دارد. یک ی این که حد ی را که پیش‌تر رو ی-چند تا از این پارامترها ی-لُرنِتس نقض کن گذاشته شده بوده به میزان بسیار زیادی (11 و 13 مرتبه ی-بزرگی) پایین‌تر می‌آورد، و دوّم این که روی چند پارامتر دیگر هم برای نخستین بار حد می‌گذارد. تمام این حدها می‌گویند که نقض ناوردایی ی-لُرنِتس، اگر هم باشد، بسیار بسیار کوچک است. اساس کار این گروه تغییری است که افزودن جمله‌ها ی-لُرنِتس نقض کن در طیف اتمی پیش‌بینی می‌کند<sup>(6)</sup>. آن چه این گروه انتخاب کرده تغییری است که در طیف اتم  $^{133}\text{Cs}$  پیش‌بینی می‌شود.

احمد شریعتی

<sup>1)</sup>Peter Wolf, Frédéric Chapelet, Sébastien Bize, and André Clairon: "Cold Atom Clock Test of Lorentz Invariance in the Matter Sector", to appear in *Physical Review Letters*, vol. 96 (2006) arXiv:hep-ph/0601024, <sup>2)</sup>Simon Rainville et al.: "A direct test of  $E = mc^2$ ", *Nature*, vol. 438, 22 Dec 2005, pp. 1096-1097. <sup>3)</sup>D. Colladay and V. Alan Kostelecký: "Lorentz-violating extension of the standard model", *Physical Review D*, vol. 58, 116002 (23 pp) 1998; <sup>4)</sup>V. Alan Kostelecký, Charles D. Lane: "Constraints on Lorentz violation from clock-comparison experiments", *Physical Review D*, vol. 60, 116010 (17 pp) 1999; R. Bluhm, V. A. Kostelecký, C. D. Lane, N. Russell: "Probing Lorentz and CPT violation with space-based experiments", *Physical Review D*, vol. 67,

• ادعای تازه در مورد انرژی تاریک.

کشف انبساط کیهان به این نحو بوده است که منجمین توانسته اند «شمع‌های استاندارد» در کیهان تشخیص بدهند، یعنی اشیاء ی که درخشندگی ی ذاتی ی آن‌ها معلوم باشد. با سنجش روشنایی ی ظاهری ی این شمع‌ها ی استاندارد می‌توان فاصله ی این اشیاء را سنجید. سنجیدن سرعت دور شدن هم با تعیین انتقال به سرخ این اشیاء ممکن است. به این ترتیب بود که ادوین هابل<sup>1)</sup> متوجه شد که کیهان در حال انبساط است. در 1998 گروه ی از منجمین با استفاده از دسته ای خاص از ابرنواخترها به عنوان شمع‌ها ی استاندارد، مدعی شدند که انبساط کیهان فزاینده است، و از آن‌جا نتیجه گرفتند که بیش تر کیهان انباشته از چیزی موسوم به «انرژی تاریک است» (ر.ک. گاما، ش ۱، صص ۵۶ تا ۵۹).

اخیراً منجم ی به نام برادلی شفر<sup>2)</sup>، در 207 مین نشست انجمن نجوم آمریکا<sup>3)</sup> مدعی شده که اولاً می‌توان از دسته ای خاص از فوران‌گرها ی گاما به عنوان شمع‌ها ی استاندارد استفاده کرد؛ ثانیاً او با استفاده از اطلاعات مربوط به 52 تا از این فوران‌گرها با اطمینان 97% می‌گوید که انرژی ی تاریک از میه‌بانگ به این طرف تغییر ماهیت داده است؛ به این ترتیب که ابتدا نیرویی جاذبه به وجود می‌آورده است، و در 10<sup>10</sup> سال گذشته به مرور دافعه شده است<sup>4)</sup>.

به این ادعا واکنش‌ها ی مختلف ی شده است. خبرنگارها موضوع را داغ کرده اند. بسیاری از منجمین در امکان استفاده از فوران‌گرها ی گاما به عنوان شمع‌ها ی استاندارد شک دارند. اما ضمناً گروه ی از منجمین و کیهان‌شناس‌ها خبر را مهم می‌دانند.

احمد شریعتی

<sup>1)</sup> Edwin Hubble, <sup>2)</sup> Bradley Schaefer, <sup>3)</sup> 207<sup>th</sup> meeting of the American Astronomical Society, 8-12 January 2006. <sup>4)</sup> Robert Irion: "Astronomers Push and Pull Over Dark Energy's Role in Cosmos", *Science*, vol. 311, 20 Jan 2006.

• روش‌ها ی نوین ساختن ویلن.

چند قرن است که ساختن ویلن مطابق یک روال سنتی ی بسیار دقیق است، روال ی باقی مانده از زمان ویلن‌سازها ی بزرگ ی مثل سترادیویاریوس<sup>1)</sup> و گواریری<sup>2)</sup> در نیمه ی دوم قرن هفدهم. ویلن‌ها یی که خود سترادیویاریوس و گواریری ساخته اند، امروزه قیمت‌ها یی نجومی دارند، و بسیاری از نوازنده‌ها ی بزرگ، اگر بتوانند، از این ویلن‌ها استفاده می‌کنند. به گفته ی نوازنده‌ها و موسیقی‌پیشه‌ها، کیفیت صدا ی این ویلن‌ها با ویلن‌ها یی که ویلن‌سازها ی دیگر ساخته اند فرق

دارد. بیش از سه قرن است که ویلن‌ها یِ سترادیواربوس و گواریزی «استاندارد» ویلن‌سازی را تعیین کرده‌اند، به این معنی که موسیقی‌پیشه‌ها و نوازنده‌ها یِ بزرگ صدا یِ هر ویلن یِ نویی را با صدا یِ این ویلن‌ها یِ خوب یِ قدیمی مقایسه می‌کنند. ویلن‌سازها برا یِ آن که ویلن‌ها یی که می‌سازند چنان صداها یی داشته باشند می‌کوشند از مواد و روش‌ها یی استفاده کنند که امثال یِ سترادیواربوس به کار می‌بردند، با همان اندازه‌ها و نسبت‌ها.

در چند سال یِ اخیر، گروه یِ از ویلن‌سازها یی که به روش‌ها یِ سنتی مسلط‌اند، و ضمناً علاقه به نوآوری دارند، از علم یِ آکوستیک کمک گرفته‌اند تا طرح‌ها یِ جدید یِ ارائه کنند. تعداد یِ از این ویلن‌سازها، اخیراً در سی‌وسومین نشست یِ سالانه یِ «جامعه یِ ویلن یِ آمریکا»<sup>(3)</sup> گرد یِ هم آمدند تا در باره یِ طرح‌ها یِ نو صحبت کنند. این طرح‌ها یِ نو، شکل‌شان نو است، از مواد یِ نو (مثلاً فیبرها یِ کربنی) یا چوب‌ها یی نامعمول در صنعت یِ ویلن‌سازی (مثلاً چوب یِ بالسا) ساخته شده‌اند، بسیار سبک‌تر از ویلن‌ها یِ معمولی هستند، و به گفته یِ کسان یِ که صدا یِ آن‌ها را شنیده‌اند، کیفیت یِ صدا یِ آن‌ها فوق‌العاده است. جوزف کیرتین<sup>(4)</sup>، یک یِ از این ویلن‌سازها، در سپتامبر یِ گذشته به خاطر یِ طرح‌ها یِ جدید اش، یک پژوهانه یِ 500 000 دلاری (برای یِ پنج سال) از «بنیاد یِ جان و کاترین مک آرتور»<sup>(5)</sup> گرفت<sup>(6)</sup>. (پژوهانه‌ها یِ بنیاد یِ مک آرتور در هر سال به کسان یِ داده می‌شود که نوآوری‌ها یی علمی و تکنولوژیک دارند. هدف از دادن یِ این پژوهانه‌ها حمایت از نوآوری‌ها یِ برجسته است.)

ساخت یِ سازی مثل یِ ویلن با طرح و مواد یِ نو مسئله یِ ساده ای نیست. نکته این جا است که وقت یِ نوازنده صدا یی با ساز در می‌آورد، این صدا از تمام یِ ساز بر می‌خیزد، نه فقط از سیم‌ها یِ مرتعش. اگر صدا یِ یک ساز را تحلیل یِ فوریه کنیم، می‌بینیم که حتاً برا یِ یک نُت یِ ساده، طیف یِ فوریه یِ بسیار گسترده ای دارد. شکل یِ دقیق یِ این طیف یِ فوریه است که صدا یِ ساز را مشخص می‌کند. کوچک‌ترین دست‌کاری ای در مواد یِ تشکیل‌دهنده و شکل یِ ساز، این طیف را عوض می‌کند. برا یِ ساختن یِ ویلن‌ها یِ نو، مشکل این است که ابتدا باید دقیقاً فهمید که ویلن‌ها یِ خوب یِ خوب به اذعان یِ نوازنده‌ها و موسیقی‌پیشه‌ها — هنگام یِ نواختن دقیقاً چه‌گونه به نوسان در می‌آیند و طیف یِ فوریه شان چیست. آکوستیک‌پیشه‌ها در یکی دو دهه یِ اخیر در این زمینه پیش‌رفت‌ها یِ خوب یِ کرده‌اند، به طوری که امروز می‌توان در آزمایش‌گاه کیفیت یِ ساز را سنجید. پس از این که مشخصه‌ها یِ ساز یِ خوب تعیین شد، باید سازی جدید طراحی شود که با آن که از مواد یِ دیگر ساخته شده، و شکل یِ متفاوت دارد، صدا یی که تولید می‌کند، دست‌کم برا یِ گوش یِ نوازنده‌ها و موسیقی‌پیشه‌ها، همان صدا یی باشد که سازها یِ «کلاسیک» می‌دهند. ضمناً، این شکل یِ متفاوت



(ب)



(الف)

شکل 2: (الف) طرح جدید ویلن، از جوزف کیرتین. جنس صفحه‌ی بالایی‌ی این ویلن از چوب درخت بالسا است، که بسیار سبک است. توجه کنید که دو شکاف‌ی که در بالا‌ی ویلن هست به شکل کلاسیک  $f$  نیستند. (ب) طرح آزمایشی‌ی خرک ویلن، از جوزف کیرتین. هرچند شاید به نظر نرسد، اما خرک نقش بسیار مهم‌ی در ارتعاش‌ها‌ی ویلن دارد.

چندان هم نباید متفاوت باشد، زیرا باید اندازه‌ی سیم‌ها، کشش سیم‌ها، اندازه‌ی دسته و شکل عمومی‌ی ساز طور‌ی باشد که نوازنده‌ها‌ی که با سازها‌ی متداول نواختن را یاد گرفته‌اند، بتوانند آن را بنوازند. اگر نه، ساز در همان نخستین امتحان شکست می‌خورد. این کار بسیار سخت‌ی است که گروه‌ی از ویلن‌سازها‌ی امروز موفق به انجام آن شده‌اند.

حُسن استفاده از مواد نو و طرح‌ها‌ی نو این است که کم‌تر آسیب‌پذیراند، و کار با آن‌ها راحت‌تر است. ضمناً ارزان‌تر تمام می‌شوند. این باعث می‌شود ویلن‌ها‌ی بسیار خوش‌صدایی با قیمت‌ها‌ی بی بسیار کم‌تر از ویلن‌ها‌ی قدیمی در دسترس نوازنده‌ها قرار گیرد، و این تحول بسیار بزرگی در موسیقی خواهد بود.

<sup>1)</sup> Antonio Stradivari (Antonius Stradivarius) (1644?-1737), <sup>2)</sup> Giuseppe Guarneri (1687?-1745), <sup>3)</sup> Violin Society of America ([www.vsa.to](http://www.vsa.to)), <sup>4)</sup> Joseph Curtin, <sup>5)</sup> John D. and Cathrerine T. MacArthur Foundation ([www.macfound.org](http://www.macfound.org)), <sup>6)</sup> A. Cho: "String Theory Meets Practic as Violinmakers Rethink Their Craft", *Science*, vol. 310, 2 Dec 2005, pp. 1414-1415.