دکتر حسن بلوری برلین، ۲۰۲۱٫۰۷٫۳۰

**روزِ بدونِ دیروز**

**دانه دانه بودنِ فضا و زمان**

**نظریه ریسمان‌ها**



**The day without yesterday, graininess of the space and time, string theory1**

**فشرده**

"مقوله‌هائی که مفید بودن خود را در رده‌بندی چیزها به اثبات رسانده‌اند چنان بسهولت بر ما تسلط می‌یابند که خاستگاه زمینی‌‌‌‌شان را فراموش می‌کنیم و آنها را به‌عنوان داده‌های غیرقابل تغییر می‌پذیریم. سپس به آنها به‌عنوان "ضروریات تفکر"، "پیشینیِ داده شده" [آپریوری] و غیره مُهر تایید می‌زنیم. چنین خطاهایی معمولا مسیر پیشرفت علمی را برای مدت طولانی غیرقابل عبور می‌کند. به‌هیچ‌وجه کار بیهوده‌ای نیست تمرین ‌کنیم مقوله‌های رایج را موشکافی نمائیم و نشان دهیم که توجیه و سودمند بودن آنها به چه شرایطی بستگی دارد، چگونه در جزئیات از تجربه حاصل شده‌اند."۲ و۳ (سخنان هشدار دهنده‌ی اینشتین در سوگنامهٔ ارنست ماخ)

یکی از آن مقولات مفید که بر تاروپود ما نفوذ کرده و ما را در چنبره‌ی خود دارد مقوله‌ی فضازمان است. توجیه این مقوله، شرایط و محدوده‌ی اعتبار آن چیست؟ مقوله‌ی فضازمان تا چه مقیاسی با اصل علیت که برای علوم طبیعی حیاتی می‌‌باشد همآهنگ است؟ فیزیکدانانِ نظریه ریسمان‌ها پاسخ به این پرسش‌ها را در‌گرو شناختِ کیهانی به بزرگی۳۵–۱۰متر!! می‌بینند. اما آیا آنها امکان راست‌آزمائی نظریه‌ی خود را دارند؟ و آیا نظریه ریسمان‌ها پاسخی به مسئله‌ی وحدت نیروهای بنیادی، نظریه نسبیت و نظریه کوانتوم، است؟ پرسش‌هائی که مایلم در این مقاله پس از پیش‌گفتاری به آنها بپردازم.

**تذکر**: سلسله مقالات ارائه شده در باره‌ی فضازمان (گرانش‌ِ کوانتومی) بنحوی نگاشته شده‌اند که مستقل از هم قابل مطالعه می‌باشند. پیشتر:

\* در مقاله ’خاستگاه فضا و زمان‘۴ ایده‌ی مرتبط با نظریه نسبیت، نظریه کوانتوم و ترمودینامیک را بررسی و به آماری بودن فضازمان برمبنای قوانین ترمودینامیک پرداختیم.

\* در مقاله ‘کوانتای فضا و زمان‘۵ ایده‌ی فضازمان در فرم بافتاری را تحت عنوان *گرانش کوانتومی حلقه* بررسی کردیم و گفتیم که در این‌ مدل فضا نه پس‌زمینه‌ی رخدادها بلکه ابژکتی محسوب می‌شود دینامیکی (دربرگیرنده‌ی زمان) که از قوانین نظریه کوانتوم پیروی می‌کند.

\* در مقاله ’فضازمانِ اَبَرسَیّال‘۶ ایده‌ی فضازمان با ویسکوزیته قابلِ اغماض را بررسی کردیم و گفتیم که در این‌جا فضازمان شکل‌گرفته از اثراتِ ذراتِ کوانتومی آن تصور می‌شود که در کوچکترین سطح به واحدهای ناپیوسته (کوانتومی) در مقیاس پلانک (حدود۳۵–۱۰متر) تقسیم شده است.

\* در مقاله ’علیتِ سرنوشت‌ساز‘۷ ایده‌ی ’مجموعهِ علّی‘، تعداد قابل شماری از عناصر تشکیل دهنده‌ی فضازمان، را که در میان مدل‌های ارائه شده برای توضیح چیستی فضازمان از منطقی ساده برخوردار است بررسی کردیم.

**پیش‌گفتار**

ما در تلاش برای توجیه و تعیین شرایط و محدوده‌ی اعتبار مقوله‌ی فضازمان راهی جز بهره‌جوئی از دادهای علمی و بکارگیری توصیه‌ی ماکس بورن، فیزیکدان نظری آلمانی و دوست دیرینه‌ی اینشتین، نداریم. بورن می‌نویسد:

"به آن کس که می‌خواهد هنر پیش‌بینی علمی را بیاموزد توصیه می‌کنم که اعتماد به فکر مجرب نکند بلکه زبان رمزی طبیعت را از اسناد طبیعت، یعنی از واقعیت‌های تجربی، بخواند."۸

داده‌های علمی کنونی ما بطور عمده شامل دو نظریه‌ی بزرگ از قرن بیستم، یعنی نظریه نسبیت و نظریه کوانتوم، می‌شود که هر دو دارای کاستی‌هائی هستند: نظریه نسبیت (نسبیت عام) تنها تا مرز تکینگی، یعنی تا مرز چگالی‌های بسیار بالا برای مثال در سیاه‌چاله‌ها و یا تا نزدیکی مهبانگ معتبر است. و نظریه کوانتوم (مدل استاندارد ذرات بنیادی) برای مثال پاسخگوی جرم نوترینو‌ها نیست.

داده‌های علمی ذکر شده در اصل بر پایه‌ی تعداد اندکی از یافته‌ها بنا شده‌اند که در عمل مرز شناخت کنونی ما را تعیین می‌کنند، یافته‌هائی از اوایل قرن گذشته که عبارتند از: کشف ماکس پلانک در سال ۱۹۰۰ *کوانتومی بودن انرژی* که در ادامه منجر به پدید آمدن نظریه‌ی جهانشمول به نام نظریه کوانتوم گردید و سه کشف آلبرت اینشتین *اثر فوتوالکتریک* در سال‌ ۱۹۰۵. اثر فوتوالکتریک نشان می‌دهد که نه تنها پرتوزائی بلکه جذب انرژی نیز برای مثال از جانب فلزات بصورت کوانتومی است*؛ نظریه نسبیت خاص* در سال ۱۹۰۵ که در آن سرعت نور به‌عنوان سرعت مطلق و حداکثر در طبیعت، به‌عنوان یک قانون طبیعی، نقش تعیین کننده دارد. از این‌رو گاهن این نظریه را نظریه سرعت مطلق نیر می‌نامند. و در سال ۱۹۱۵ *نظریه نسبیت عام،* که در آن نیروی گرانشی در شکل هندسه‌ی فضازمانِ چهاربعدیِ پیوستار توصیف می‌شود.

از ترکیبِ کشف‌های نامبرده و نظریه‌های مربوطه می‌توان کوچکترین رابطه علّیِ معنادارِ فضا و زمان، به اصطلاح دنیای کوانتومی، دنیای پلانک، در مقیاس‌های ۳۵–۱۰متر، زمان کوانتومی ۴۴–۱۰ثانیه (با درنظرگرفتن سرعت نور حدود سیصد‌هزار کیلومتر در ثانیه)، چگالی پلانک ۳g/cm۹۳ +۱۰× ۱,۳ و دمای پلانک K ۳۲ +۱۰ × ۱,۴ (K علامت اختصاری اندازه دما در کلوین) را بدست آورد. در واقع این کمیت‌ها بیانگر آنند که فضا و زمان در چنان اندازه‌هائی دیگر نه بشکل پیوسته بلکه گسسته ـ در تضاد با فضازمانِ پیوسته‌ در نظریه نسبیتِ عام اینشتین ـ می‌با‌شند. به بیان دیگر، در این مقیاس‌ها می‌توان از "دانه ‌دانه بودن"۹ فضا و زمان سخن گفت.

در "روز بدون دیروز"۹، در نزدیکی مهبانگ، در اندازه‌های پلانک، فاز اولیه‌ی کیهان و در سیاه‌چاله‌ها ما با سیستم‌های کاملا کوانتومی سر و کار داریم. در عین حال ما هیچ چیز خاصی از این‌گونه سیستم‌ها که صحت آن را به اثبات رسانده باشیم نمی‌شناسیم. از این‌رو فزیکدانان نظری تلاش می‌کنند با بررسی ایده‌ها و نظریه‌های مختلف، از ‌جمله نظریه ریسمان‌ها، راه حلی برای توصیف دنیای پلانک و فاز آغازین کیهان پیدا کنند. برای این منظور لازم است هرچه بیشتر به آنچه در طبیعت هست، ساختارهای مادّی و شکل‌گیری آنها از ذرات بنیادی توسط نیروهای اساسی، توجه نمائیم. به گفته ماکس بورن: "زبان رمزی طبیعت را از اسناد طبیعت، یعنی از واقعیت‌های تجربی، بخوانیم."۸ لذا لازم است در این‌جا کوتاه به ذرات و نیروهای بنیادی بپردازیم تا در ادامه با آگاهی بیشتر در باره‌ی نظریه ریسمان‌ها اظهار نظر کنیم.

**ذرات بنیادی**

ساختارها از ذراتی با نام‌های الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده‌اند. پروتون‌‌ها و نوترون‌ها به نوبه خود از کوارک‌ها (یک ذره بنیادی) تشکیل شده‌اند. یک پروتون از دو کوارک u و یک کوارک d و یک نوترون از دو کوارک d و یک کوارک u و گلوئونی (یک ذره بنیادی) که بین کوارک‌ها (به‌مثابه پیوند‌دهنده) مبادله می‌شود تشکیل شده‌اند. (تصویر۲و۳). از این ذرات هسته اتم‌ها و اتم‌‌ها، عناصر شیمیائی، و از اتم‌ها مولکول‌ها و از مولکول‌ها ساختارهای مادّی شکل می‌گیرند.

  

 تصویر۲: ساختار کوانتومی پروتون۱۰ تصویر۳: ساختار کوانتومی نوترون۱۱

ذرات توسط نیروهای اساسی که در زیر به آنها می‌پردازیم با یکدیگر اندرکنش دارند. اندرکنش ذرات از طریق تبادل ذراتی به نام بوزون صورت می‌گیرد.

بوزن‌ها دو نوع هستند: بوزون‌های ساده مانند فوتون‌ها و بوزون‌های مرکب مانند مزون‌ها. بوزون‌ها ذراتی هستند با عدد اسپین درست (Eigendrehimpuls, spin). اسپین یک خاصیت کوانتومی ذرات زیراتمی است و معادل کلاسیک ندارد. ذرات بوزون‌ از اصل طرد پاولی\* پیروی نمی‌کنند، یعنی چندین بوزون می‌توانند همزمان در یک حالت کوانتومی باشند.

ذراتی که از اصل طرد پاولی\* پیروی می‌کنند فرمیون نامیده می‌شوند. فرمیون‌ها از عدد اسپین نیم ـ درست مانند ½ و یا ½۱ برخوردار می‌باشند مثال بارز آن الکترون (یک ذره بنیادی)‌ با اسپین ½ ± است. دو الکترون که حداقل در یکی از مشخصاتشان، مانند جهت اسپین ½+ و یا ½-، با هم اختلاف داشته باشند می‌توانند در یک حالت کوانتومی قرارگیرند. فرمیون می‌تواند یک ذره بنیادی مانند الکترون و یا یک ذره‌ی مرکب مانند پروتون با اسپین ½ و جرمی ۱۸۳۷برابر جرم الکترون و یا یک نوترون با اسپین ½ و جرمی اندکی بیشتر از جرم پروتون باشد.

\* اصل طرد پاولی: "اصل طرد پاولی بیان می‌‌کند که هیچ دو الکترونی، یا بطور کلی هیچ دو فرمیون مشابهی، نمی‌توانند حالت کوانتومی یکسانی داشته باشند؛ (مثلا بطور همزمان در یک مکان باشند). این اصل برای درک پدیده‌های مختلف، از ذرات بنیادی گرفته تا ساختار ستاره‌ها، نقش اساسی ایفا می‌کند. اصلی هست که بنا به آن، هیچ دو الکترونی در اتم وجود ندارند که مجموعه اعداد کوانتومی آنها مشابه باشند."۱۲

فرمیون‌ها در اصل شامل دو بخش می‌شوند: کوارک‌ها و لپتون‌ها:

کوارک‌ها، همانگونه که پیشتر ذکر شد به‌عنوان ذرات بنیادی جزء اساسی تشکیل دهنده‌ی پروتون‌ها و نوترون‌ها می‌باشند. لپتون‌ها نیز جزو ذرات بنیادی محسوب می‌شوند و معروفترین آنها ذره الکترون است. عناصر شیمیائی از این ذرات شکل می‌گیرند. برای مثال، یک ذره الکترن با بار الکتریکی منفی با یک پروتون با بار الکتریکی مثبت می‌توانند اولین عنصر شیمیائی از جدول عناصر به نام اتم هییدروژن با علامت اختصاری 1H (پروتیوم، Protium) را که از نظر الکتریکی خنثی می‌باشد تشکیل دهند. چنانچه در کنار ذره پروتون به‌عنوان هسته اتم یک یا دو ذره نوترون قرارگیرد شاهد ایزوتوپ‌های دیگر این عنصر شیمیائی به نام‌های دوتریوم (Deuterium, D) 2H و تریتیوم (Tritium, T) 3H هستیم.

از عناصر شیمیائی و اندرکنش آنها با یکدیگر توسط نیروهای اساسی، با واسطه بوزون‌ها، ساختارهای مادّی بیشمار میکروسکوپی و ماکروسکوپیِ مشاهده شده در کیهان شکل‌گرفته و می‌گیرند.

**نیروهای بنیادی**

نیروهای اساسی شناخته شده در طبیعت عبارنتد از نیروی گرانش، نیروی الکترومغناطیسی، نیروی ضعیف و نیروی قوی. نیروهای اساسی یا بنیادی به نیروهائی گفته می‌شود که قابل توصیف با نیرو یا نیروهای دیگر نیستند.

*نیروی گرانش*: نیروی گرانش ضعیف‌ترین نیرو از چهار نیروی ذکر شده است. در عین حال این نیرو در سطح کیهانی تعیین کننده‌ترین نیرو است. نیروی گرانش همواره در صحنه حضور دارد و دامنه تاثیر آن نامحدود محسوب می‌شود. این نیرو عملا در ساختار اتم‌ها و هسته‌اتم‌ها نقشی ندارد. نیروی گرانش نسبت مستقیم با جرم دارد، یعنی هرچه جرم بیشتر باشد نیروی گرانش نیز بیشتر است و بعکس. این نیرو در چگالی‌های بالا سبب خمیدگی شدید و حتا ایجاد حفره در ناحیه فضازمانِ مربوطه می‌شود. نیروی گرانش همانند همه نیروهای اساسی در فیزیک از طریق تبادل ذرات‌ بوزون‌ و در اینجا توسط ذره فرضی کوانتومی به نام گراویتون صورت می‌گیرد. بنابر‌این فرض، حامل نیروی گرانش گراویتون است. گراویتون ذره‌ای فاقد جرم ساکن، دارای سرعت نور و اسپین ۲ ( spin, Eigendrehimpuls) تصور می‌شود. پادذره‌ی گراویتون ذره گراویتون است، یعنی ذره گراویتون از نظر الکتریکی خنثی می‌باشد. نیروی گرانش بر تمام ذراتی که جرم دارند تاثیر می‌کند و چیزی نمی‌تواند مقابل آن حائل شود و یا آن را جذب کند. این نیرو را نمی‌توان به نیروی دیگری تبدیل کرد. منشاء میدان گرانش از لحاظ ظاهر تانسور متقارن مرتبه ۲ (تانسور انرژی ـ تکانه۱۳) می‌باشد. تابش گرانشی (امواج گرانشی) توسط معادلات میدانی نسبیت عام اینشتین توصیف می‌شود. قدرت نسبی نیروی گرانش، نسبت به نیروی قوی، حدود ۴۱–۱۰بار ضعیف‌تر است!

 *نیروی الکترومغناطیسی*: نیروی الکترومغناطیسی نسبت به نیروی قوی حدود ۲–۱۰بار ضعیف‌تر است. این نیرو بین ذرات باردار الکتریکی اثر می‌کند و در پیوند و انسجام ساختارها، اتم‌ها و ملکول‌ها، نقش بسیار تعیین کننده‌ دارد. دامنه‌ی تاثیر این نیرو نامحدود محسوب می‌شود. نیروی الکترومغناطیسی بعکس نیروی گرانش قابل جذب است و می‌توان مقابل آن حائل ایجاد نمود. نیروی الکترومغناطیسی دارای دو بار الکتریکی مثبت و منفی است. هر یک از این بارهای الکتریکی در حالت سکون در اطراف خود میدانی را به نام میدان الکتریکی شکل می‌دهند و در حرکت (شتاب) میدان الکترومغناطیسی را که ترکیبی از میدان الکتریکی و مغناطیسی (معادلات ماکسول) است بوجود می‌آورند. منشاء نیروی الکترومغناطیسی بارهای الکتریکی می‌باشند. نیروی الکترومغناطیسی از طریق تبادل بوزون‌ها صورت می‌گیرد. حامل نیروی میدان الکترومغناطیسمی ذره فوتون (ذره نور) فاقد جرم ساکن، دارای سرعت نور و اسپین ۱ می‌باشد.

نیروی گرانش و نیروی الکترومغناطیسی به دلیل دامنه‌ی وسیع تاثیر‌شان نیروهای ماکروسکوپی نامیده می‌شوند. در مقابل دو نیروی دیگر، یعنی نیروی ضعیف و نیروی قوی به دلیل دامنه کوتاه تاثیرشان از آنِ نیروهای میکروسکوپی محسوب می‌شوند. محدوده‌ی تاثیرگذاری دو نیروی اخیر به ترتیب عبارتند از ۱۸–۱۰متر و ۱۵–۱۰متر.

*نیروی ضعیف*: نیروی ضعیف یا نیروی هسته‌ای ضعیف نسبت به نیروی قوی حدود ۱۵–۱۰بار ضعیف‌تر است. یعنی، نیروی هسته‌ای ضعیف تنها در محدوده‌ی بسیار کوتاه عملکرد دارد. نیروی ضعیف تنها نیرو از چهار نیرو اساسی است که امکان شکل‌گیری ساختارها (bound states) را نمی‌دهد. بعکس این نیرو مسئول واپاشی هسته‌ای است، به‌ویژه واپاشی ذره بتا $β$ که در آن یک نوترون n به یک ذره‌ی پروتون p، یک ذره‌ی الکترون e و یک ذره‌ی پادنوترینو $\overbar{ν}$ تبدیل می‌شود. نیروی ضعیف نیز توسط تبادل بوزون‌ها صورت می‌گیرد. حامل نیروی ضعیف ذراتی به نام‌های W+ W- , با جرم‌ حدود g ۲۲–۱۰ $×$ ۱٫۴۳ و ذره Z0  با جرم حدود g ۲۲–۱۰ $×$ ۱٫۶۳ (حدود ۹۰بار سنگین‌تر از پروتون) و اسپین ۱ می‌باشند.

در دهه شصت قرن گذشته فیزیکدانان نظری سلام۱۴، گلاشو۱۵ و واینبرگ۱۶ توانستند دو نیروی الکترومغناطیسی و ضعیف هسته‌ای را بطرز نظری به ادغام برسانند.در دهه هفتاد همان قرن صحت این نظریه بطور تجربی نشان داده شد. ادغام دو نیروی ذکر شده به یک نیرو به نام *نیروی الکتروضعیف* در محدوده‌ی انرژی‌ GeV ۱۰۰ عملی می‌باشد. وحدت دو نیرو از چهار نیروی بنیادی قدم بزرگی در یکپارچه‌سازی نیروهای اساسی که آرزوی دیرینه‌ی فیزیکدان‌ها هست می‌باشد. به احتمال قدم بعدی وحدت نیروی الکتروضعیف با نیروی قوی خواهد بود.

*نیروی قوی*: نیروی قوی یا نیروی هسته‌ای قوی قوی‌ترین نیرو بین چهار نیروی اساسی است\*\* و تنها درمحدوده‌ی هسته‌ی اتم عمل می کند. در بخش *ذرات بنیادی* گفتیم که پروتون‌ها و نوترون‌ها از ذرات بنیادی به نام کوارک‌ها تشکیل شده‌اند که از طریق مبادله‌ی ذره بنیادی دیگری به نام گلوئون‌ها بهم پیوند داده می‌شوند. در ادامه گفتیم که پروتون‌ها ذراتی هستند با بارالکتریکی مثبت. از آن‌جا که بارهای الکتریکی مثبت (و بارهای الکتریکی منفی) به دلیل حضور نیروی الکتروستاتیک یکدیگر را دفع می‌کنند می‌باید نیروی قوی، قوی‌تر از نیروی الکتروستاتیک باشد تا اصولا شکل‌گیری هسته‌ی اتم امکان‌پذیر باشد. یعنی، برای انسجام ذرات هسته اتم در فضای ناچیزی بشعاع حدود ۱۵–۱۰متر و نیروی رانشی الکتروستاتیک بالا نیاز به نیروئی قوی‌تر است که هم نیروی رانشی را خنثی و هم میان ذرات پیوندی قوی (انرژی هسته‌ای) ایجاد نماید. ذرات حامل نیروی قوی، گلوئون‌ها، جرمی برابر با صفر و اسپین ۱ دارند.

\*\*.ما کمیت نبروی قوی را برابر با ۱ دانستیم و نیروهای دیگر را نسبت به آن سنجیدیم.۱۷ در بعضی از منابع از جمله در ویکی پدیا فارسی، دانشنامه آزاد قدرت نسبی نیروها نسبت به نیروی گرانش که قدرت آن برابر با ۱ در نظر گرفته شده ارائه می‌گردد. در این‌ حالت: نیروی گرانش برابر با ۱، نیروی ضعیف نسبت به نیروی گرانش ۱۰۲۵بار و نیروی الکترومغاطیسی ۱۰۳۶ بار و نیروی قوی ۱۰۳۸بار قوی‌تر است.۱۸

 **برون‌یابی (extrapolate)**

داده‌های علمی به ما می‌گویند که کیهان نه تنها در حال حاضر (با شتاب بیشتر) بلکه در گذشته نیز همواره در حال انبساط بوده است. یعنی، در گذشته‌های بسیار دور بسیار کوچکتر بوده و زمانی چنان کوچک بوده که حتا نظریه نسبیت عام (فضازمان پیوسته اینشتین) نیز توان تشریح آن را ندارد و لازم می‌نماید که از نظریه کوانتوم (فضا و زمان دانه ‌دانه‌ای) بهره‌جوئیم. نظریه کوانتوم شکل‌گیری کیهان اولیه را از هیچَ کوانتومی۱۹ متصور است. مرحله‌ای که به نام بیگ‌بنگ یا انفجار بزرگ معروف است. چرائی انفجار بزرگ و "تلنگری" که سبب آن گشته (اگر چنین باشد) برایمان روشن نیست. چرا که داده‌های علمی کنونی ما حداکثر تا اندازه‌های پلانک (بصورت علت و معلولی) پاسخگو هستند. درست از اینجا، یعنی در اندازه‌های ۳۵–۱۰متر و ۴۴–۱۰ثانیه (!!)، هست که پژوهش‌گران نظریه ریسمان‌ها سعی دارند کیهان کوانتومی، دنیای پلانک، را در۱۰ یا ۱۱ بُعد تشریح و از این راه نیروی گرانش را با نیروهای بنیادی دیگر به ادغام برسانند. اما این کار بسیار دشواری است. به این علت که نیروی گرانش در سیستم شتابدار، یعنی فضازمان خمیده و متغیر، و نیروی‌های‌ الکتروضعیف و قوی در سیستم‌های عاری از شتاب، یعنی در فضازمان تخت و نامتغیر، تصور می‌شوند. ریشه‌ی این دوگانگی، همان‌گونه که پیشتر گفتیم، در آنست که نیروی گرانش در ساختارهای کوانتومی، هسته اتم‌ها و اتم‌ها، عملا نقشی ندارد. نظریه ریسمان‌ها از جمله برآن است که این دوگانگی را با یاری مقوله ریسما‌ها حل کند.

**در بارهٔ نظریهٔ ریسمان‌ها**

ابژکت‌های بنیادین:

ابژکت‌های (اشیاءِ) بنیادین علم فیزیک، مدل ذرات نقطه‌‌ای می‌باشد. در مقابل ابژکت‌های (اشیاءِ) بنیادین نظریه ریسمان‌ها، مدل‌های ریسمان‌های باز و بسته (ارتعاشات فضازمان) می‌باشند (تصویر۴).



تصویر۴: جهان‌های مدلِ‌ ذره، ریسمانِ باز و ریسمانِ بسته در فضازمان۱

نظریه ریسمان‌ها:

نظریه ریسمان‌ها، تشریح برهم‌کنشی ریسمان‌ها با یکدیگر است که در اندازه‌های بزرگ شبیه ذرات نقطه‌ای در علم فیزیک ذرات می‌شوند. نظریه ریسمان‌ها می‌خواهد توضیحی برای ذرات بنیادی و نیروهای بنیادی میان آنها باشد. هدف نظریه‌پردازان ریسمان‌ها یکسان‌سازی علم فیزیک است. آنها تلاش می‌کنند با استفاده از ایده‌ی ریسمان‌ها از یک طرف به وحدت نیروهای بنیادی دست یابند و از طرف دیگر کل علم فیزیک را بر اساس آن‌ بنا نموده و از این طریق نظریه‌ای ارائه دهند که بشود در بستر آن تمامی پدیده‌های کیهان را توضیح داد.

ابَرریسمان‌‌ها:

گفتیم که بوزون‌ها ذرات حامل نیروهای بنیادی و فرمیون‌ها حامل ذرات مادّه هستند. حال چنانچه بشود با یاری خانواده‌ای از ذرات نظریه‌ای یکتا ارائه نمود که فرقی بین بوزون‌ها و فرمیون‌ها قائل نباشد، یعنی این دو را همسان بداند، در این‌صورت آن را نظریه ابرریسمان یا نظریه ریسمان ابَرمتقارن (حداقل با ۱۱بُعد) می‌نامند.

واقعیت‌های تجربی:

تمامی تلاش‌ها (آزمایش‌ها) برای اثبات بُعدهای اضافی در نظریه ریسمان‌ها تاکنون به نتیجه نرسیده است! البته این گفته به معنای آن نیست که نظریه ریسمان‌ها می‌باید نادرست باشد. به این خاطر که این نظریه به پدیده‌هائی از آغاز کیهان در مقیاس‌های کوانتومی‌، ۳۵–۱۰متر و ۴۴–۱۰ثانیه، می پردازد که اثبات‌شان بسیار دور از امکانات (کنونی) ما می‌باشد. نظریه ریسمان‌ها نتوانسته است پس از گذشت بیش از نیم قرن چیزی را در علم فیزیک به اثبات برساند. در همین رابطه لازم است گفته شود، همه‌ی آزمایش‌ها برای نمایش دانه دانه بودن فضا و زمان که بنابر نظریه ریسمان‌ها در بُعدهای اضافی فشرده شده‌اند (نهفته‌اند) به نتیجه نرسیده است. مضافا این که بر مبنای اصل علیت نمی‌توان به پرسش‌هائی مانند ’تانگری" که منجر به مهبانگ شده باشد چه و چگونه بوده است و یا "پیش از مهبانگ چه بود‘ پرداخت.

نقدِ نظریه ریسمان‌ها:

 نظریه ریسمان‌ها مورد تایید همه فیزیکدان‌ها نمی‌باشد. به این نظریه نقد‌های زیاد و تندی شده است. بعضی از منتقدین بدرستی باور می‌دارند که این نظریه پس از گذشت ده‌ها سال نشان داده که هیچ نوع کاربردی فیزیکی ندارد. کارلو روولی،Carlo Rovelli ، در ابن‌باره می‌گوید: „It does not work, therefor let’s develop it further.“1

و روبرت لافاین، Robert Laughlin برنده‌ی جابزه نوبل، معتقد است که نظریه ریسمان‌ها نتیجه غم‌انگیز یک سیستم باور قدیمی است. او می‌‌گوید:

“Far from a wonderful technological hope for a greater tomorrow, string theory is the tragic consequence of an obsolete belief system.”1

**مراجع**

1. https://de.wikipedia.org/wiki/Stringtheorie

2. Albert Einstein in: Thomas Filk, Modelle von Raum und Zeit, Skript zur Vorlesung, Uni. Freiburg, Version vom 21. Dezember 2011

3. Albert Einstein: http://einstein-virtuell.mpiwg-berlin.mpg.de/VEA/SC-1816523987\_MOD355385129\_SEQ-1995633991\_SL1224646756\_de.html

4. Hassan Bolouri, The origin of space and time

۴. حسن بلوری، ’خاستگاه فضا و زمان‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی زبان، ماه مارچ سال ۲۰۲۱

5. Hassan Bolouri, The quanta of space and time

۵. حسن بلوری، ’کوانتای فضا و زمان‘،منتشر شده درسایت‌های فارسی زبان، ماه آوریل سال ۲۰۲۱

6. Hassan Bolouri, Superfluid spacetime

۶. حسن بلوری، ’فضازمان ابَرسَیّال‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی زبان، ماه می سال ۲۰۲۱

7. Hassan Bolouri, Crucial causality

۷. حسن بلوری، ’علیت سرنوشت‌ساز‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی زبان، ماه ژوين سال ۲۰۲۱

8. Max Born, Experiment und Theorie in der Physik, Physik Verlag, Mosbach/Baden, 1969, S. 37-38; Experiment and Theory in Physics, King’s College in Newcastle-upon-Tyne, 1943

9. Harald Lesch: https://www.youtube.com/watch?v=CXgsLbbSkoU

10. <https://de.wikipedia.org/wiki/Proton>

11. <https://de.wikipedia.org/wiki/Neutron>

12. Wikipedia farsi

۱۲. ویکی‌پدیا فارسی، دانشنامه آزاد، اصل طرد پاولی

13. Hassan Bolouri, Symmetry: the key to recognizing the cosmos

۱۳. حسن بلوری، ’تقارن: کلید شناخت کیهان‘، منتشر شده در سایت های فارسی زبان، ماه مارچ سال ۲۰۲۰

14. A. Salam, Ward, J. C. (1959), “Weak and electromagnetics”, Nuovo Cimento, 11 (4)

15. S. Glashow (1959). “The renormalizability of vector meson interactions”, Nucl. Phys. **10**

16. S. Weinberg (1967), “A Model of Leptons”, Phys. Rev. Lett. 19 (21), 1264-66

17. Walter Greiner, Berndt Müller, Gauge Theory of Weak Interaction, Band 13, Springer, 2000, S. 2; Eichtheorie der schwachen Wechselwirkung, Band 8, 2. Auflage. Verlag Hari Deutsch, 1995, S. 1

18. Wikipedia farsi

۱۸. ویکی‌پدیا فارسی، دانشنامه آزاد، نیروهای بنیادی

19. Hassan Bolouri, Why is there something rather than nothing?

۱۹. حسن بلوری، ’چرا به‌جای هیچ، چیزی وجود دارد؟‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی زبان، آوریل سال ۲۰۲۰