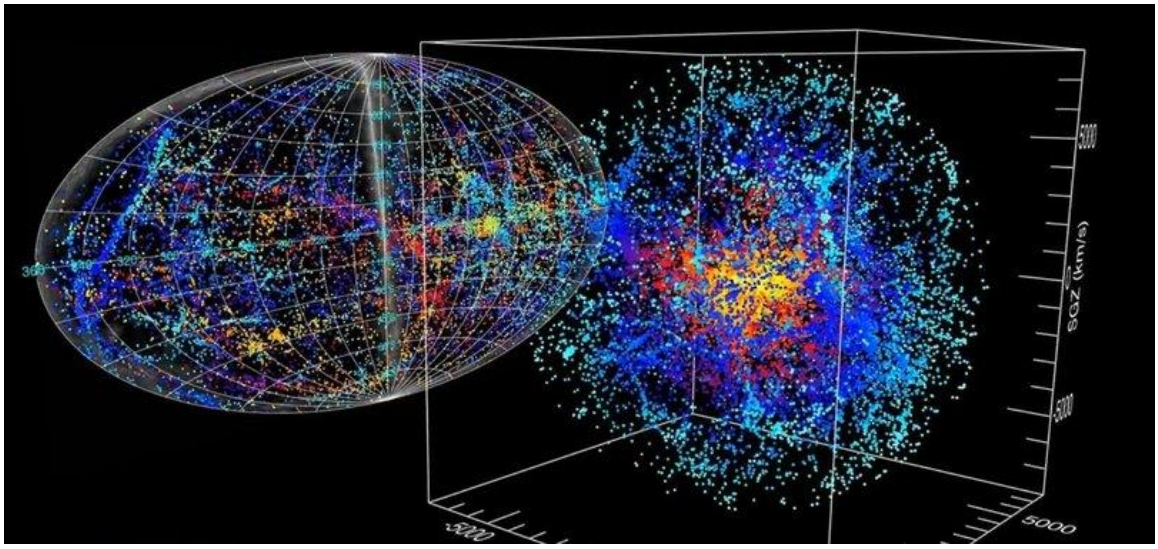
دکتر حسن بلوری

برلین، ۲۰۲۳/۱۱/۰۹

آیا کیهان سه‌بُعدی است؟



Is the universe three dimensional?[1]

“The 3D map, which was created after collecting and analysing data from the skies for decades, shows how the universe has changed and expanded over 11 billion years, according to a statement released on the university's website. (Published July 21.2020)
Over 100 astrophysicists contributed to the map and the work resulted in at least 23 academic papers posted to the arXiv pre-print server along with the map.”[1]

آیا کیهان سه‌بُعدی است؟ اگر آری، علت آن چیست؟ پرسشی که کمتر به آن پرداخته می‌شود و این در حالیست که نظریه‌های علمی هیچ اظهار نظری در اینباره نمی‌کنند و نمی‌توانند بکنند. چراکه این نظریه‌ها خود بر مبنای برداشت ما از سه‌بُعدی بودن فضا بنا شده‌اند! از این‌رو تنها امکانِ پاسخ به پرسش سرگفت، اندازه‌گیری و واکاوی داده‌ها از کیهان است.[۲]

فشرده

ما انسان‌ها فضا را سه‌بُعدی درمی‌یابیم و بر این اساس هر مکانی را با سه ویژگی (ارتفاع، طول و عرض) توصیف می‌کنیم. این وضع باعث شده کیهان را نیز ساختاری سه‌بُعدی تلقی کنیم. آیا واقعن چنین است؟ پاسخ را به یقین نمی‌دانیم و نظریه‌های علمی نیز هیچ کمکی به ما نمی‌کنند. چراکه این نظریه‌ها خود بر پایه برداشت ما از سه‌بُعدی بودن فضا بنا شده‌اند. حتا نظریه بسیار موفق نسبیت عام اینشتین نیز، با فضای سه‌بُعدی، در شکل فضازمانِ چهاربُعدی بنا شده است. ما ساختار کیهان را آنگونه ارزیابی می‌کنیم که توان و تجربه ما اجازه می‌دهد. پرُواضح است که هیچ ایرادی به این شیوه وارد نیست. چراکه غیز از این هم امکان دیگری نداریم. به قول اینشتین تنها امکان واقعی برای خواندن کتاب طبیعت، یعنی درک واقعیت‌های جهانِ هستی، اندازه‌گیری کمیت‌های آن و بررسی روابط میان آنها در چارچوب یک نظریه علمی است و دیگر هیچ و ما این کار را انجام می‌دهیم. با این حال هنوز مطمئن نیستیم که کیهان واقعن سه‌بُعدی است. علت چیست؟ چگونه می‌توان دریافت که فضای کیهان چند بُعدی است؟ آیا نیاز به نظریه جامع‌تری است؟

بنابر پژوهش‌های پائول ارنِفست (Paul Ehrenfest) فیزیکدان اتریشی (۱۸۸۰-۱۹۳۳) از سال ۱۹۱۷در فضایی با بیشتر از سه بُعد نه مدار سیارات و نه اتم‌ها می‌توانند پایدار باشند.[۲] به بیان دیگر، طبق بررسی‌های ارنفست کیهان با بیش از سه بُعد پایدار نیست.

"برای فضاهایی با بُعدهای کمتر از سه بُعد ـ یعنی به شکل سطح و خط ـ جرالد جیمز ویترو (Gerald James Whitrow) ریاضیدان و کیهان‌شناس انگلیسی (۱۹۱۲-۲۰۰۰) استدلال می‌کند (۱۹۵۵) که این بُعدها اجازه‌ی شکل‌گیری موجودات پیچیده‌ی زنده را نمی‌دهند. به این دلیل که در این حات‌ها برای مثال مسیرهای عصبی نمی‌توانند از یکدیگر عبور کنند."[۲]

در این مقاله می‌کوشیم پاسخ به پرسش چند بُعدی بودنِ کیهان را با بررسی و ارزیابی یافته‌های سال‌های اخیر دریابیم.

پیشگفتار

در ابتدای مقاله[۳] تحت عنوان "علّیتِ سرنوشت‌ساز" آمده است:

"ما برای بیان رخدادهای طبیعی همواره، خواسته یا ناخواسته، از مقولهٔ فضازمان استفاده می‌کنیم. بی‌آن‌که بگوئیم و یا اصولا بدانیم فضازمان چیست. آیا در چنین حالتی ما مجاز هستیم یافته‌های خود را علمی به نامیم؟ به عبارت دیگر، آیا علمی دانستن یافته‌هایمان مفروض بر وجود فضازمان نیست؟ ما با چه بُرهانی فضازمان را بستر نظریه‌های بنیادی انگاشته‌ایم؟ در حالیکه می‌دانیم فیلسوفان و دانشمندان بسیاری در طول قرن‌ها سعی در شناخت فضازمان کرده‌اند بدون آنکه به نتیجه مطلوب دست یابند. به‌نظرم پاسخ به این پرسش‌ها از یک طرف نیاز به درک درست از شکل‌گیری دستگاه ادراک‌مان و مقوله فضا و زمان در آن در طول فرگشت، تکامل، دارد و از طرف دیگر به ارائه یک نظریه علمی متکی بر منطق ریاضی و منطبق با یافته‌های نظریه کوانتوم، نظریه نسبیت عام و ارائه راه حل برای رفع کاستی‌های آنها."[۳]

با در نظرگرفتن نکات ذکر شده می‌توان این پرسش را مطرح کرد که آیا کیهان واقعن سه‌بُعدی است و اگر آری، چرا و علت آن چیست؟ پرسشی که همچون چیستی فضا و زمان نظر فیلسوفان و دانشمندان را از دوران‌های دور به خود جلب کرده است.

در طول بیش از ۲۵ قرن گذشته تلاش‌های زیادی برای توضیح سه‌بُعدی بودن کیهان شده است. به‌نظر، اولین نوشته (مکتوب) در باره‌ی ساختار کیهان از ارسطو فیلسوف یونانی (۳۲۲-۳۸۴ ق. م.) تحت عنوان "در مورد آسمان" (تصویر ۲) است.[۴]

تصویر ۲: شواهدی برای شکلِ کروی سطحِ آب. دست خط، وین، کتابخانه ملی اتریش[۴]

ارسطو: در کتاب نامبرده می‌نویسد: "جهان (عالم هستی) و تمامی چیزهای شدنی توسط سه عدد تعریف می‌شوند: پایان، وسط و آغاز (عدد جهانی سه‌گانه)."[۵]

گالیله: در کتاب مشهوری که گالیلئو گالیله، اخترشناس و فیزیکدان ایتالیلیی (۱۶۴۲-۱۵۶۴) در سال ۱۶۳۲ تحتِ عنوانِ 'دیالوگ در باره‌ی دو سیستم اصلی جهانی، بطلمیوسی و کوپرنیک' منتشر کرد، توضیح می‌دهد که از یک نقطه بیش از ۳ خط عمود برهم نمی‌گذرند.[۶] منظور محور مختصات دکارتی در سه بُعد است، یعنی طول، عزض و ارتفاع.

تذکر: آلبرت اینشتین در سال ۱۹۵۲، یعنی ۳ سال پیش از مرگ در پیشگفتاری ۶صفحه‌ای (!) برای نسخه آمریکاییِ کتابِ گالیله، آن را گنجینه‌ای برای هر فرد علاقمند به تاریخ فکری غرب و تاثیراتش بر توسعه اقتصادی و سیاسی آن می‌داند.[۶]

کانت: پس از انتشار کتاب 'اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی' از جانب ایزاک نیوتن (۱۶۴۲-۱۷۲۶/۲۷) ریاضی و فیزیکدان انگلیسی در سال ۱۶۸۷ و آشنایی امانوئل کانت با آن از جمله با قانون جاذبه نیوتن (نیروی کشش اجسام برابر است با عکس مربع فاصله آنها، یعنی $\frac{1}{r^2}$) "تلاش بی‌برآیندی (بی‌ثمری) نمود تا نشان دهد که فضای سه‌بُعدی از قانون جاذبه نیوتن قابل استنتاج است. (اما) در حقیقت، حدس کانت نه تنها قابل اثبات است بلکه می‌توان آن را به فضاهای n-بُعدی نیز گسترش داد (با نیروی جاذبه $\frac{1}{r^{n-1}}$)."[۵] (r فاصله اجرام از یکدیگر)

سوال: چرا فضا برایمان سه‌بُعدی می‌نماید؟

یک امکان برای پاسخ به این سوال، بررسی ویژگی‌های فضا در بُعدهای مختلف و مقایسه رویدادها در آنها با آن چه از فضای سه‌بُعدی می‌شناسیم، یعنی به شیوه‌ی "قیاس" یا 'بُرهانِ خلف' است. و امکان دیگر اندازه‌گیری و واکاوی داده‌ها از کیهان است.

کیهانِ (فضایِ) یک‌بُعدی

کیهان (فضای) یک‌بُعدی یا "دنیای یک‌بُعدی" از خط تشکیل شده است که در حالت خاص می‌تواند یک خط مستقیم باشد. نقطه در "دنیای یک‌بُعدی"، گونه، نوع، تیره (genre) آن محسوب می‌شود. نقطه، فقط دو جهت عقب و جلو را می‌شناسند و مفهوم‌های بالا، پائین، راست و چپ برایش بی‌معنا و ناشناخته شده است. در دنیای یک‌بُعدی تبادل اطلاعات فقط بین تیره‌های (نقطه‌های) همجوار ممکن است. در نتیجه شکل‌گیری ساختارهای پیچیده در دنیای یک‌بُعدی نشدنی است.

کیهانِ (فضایِ) دوبُعدی

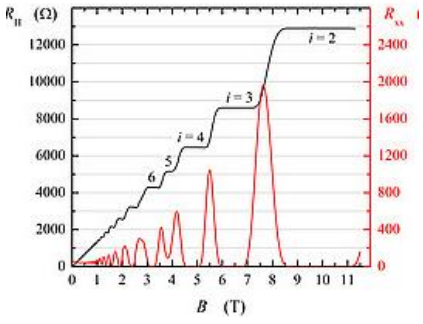
در سال۱۹۸۴ آلکساندر دیودنی (Alexander K Dewdney) ریاضیدان و دانشمند علوم رایانه، اهل کانادا (متولد ۱۹۴۱ در لندن) پس از انتشار مقالاتی در باره‌ی کیهانِ دوبُعدی، کتابی را تحت عنوان 'کیهان تخت' (The Planiverse) منتشر کرد که در آن "قوانین فیزیکی، شیمیایی از جمله جدول شیمیایی با ۱۶ عنصر و بیولوژیکیِ کیهان تخت را بررسی و همراه با طرح‌ها، اصول و عملکرد ماشین‌های دوبُعدی، از کانال‌ها تا ماشین‌های بخار را شرح می‌دهد."[۹] بررسی‌های رایانه‌ای دیودنی نتایج پژوهش‌های جرالد جیمز ویترو را تایید کرد. به این معنا که در کیهانِ دوبُعدی شکل‌گیری موجود هوشمند ناممکن است. با این حال دیودنی "دستگاهی دوبُعدی را برای حل این مسئله پیشنهاد کرد که امکان عبور تکانه‌های عصبی بدون تداخل را می‌دهد. این امکان شکل‌گیری مغز پیچیده مشابه مغز انسان را به وجود می‌آورد. اما به دلیل وقفه‌های زیاد در تکانه‌های عصبی، کندتر کار می‌کند."[۹]
بررسی سیستم‌های فیزیکیِ دوبُعدی به مثابه ساختارهایی یا فرایندهایی از کیهانِ دوبُعدی در بخش‌های مختلف علوم تجربی سبب درک بهتر ما از این سیستم‌ها و ایجاد تکنیک‌ها و ابزار جدید شده است که در زیر به دو نمونه از آنها می‌پردازیم.

دنیای دوبُعدی‌ها

۱. اثر کوانتومی هال: در سال ۱۹۸۰ کلاوس فون کلیتزینگ (Klaus von Klitzing) فیزیکدان آلمانی (۱۹۴۳*) موفق به کشف 'اثر کوانتومی هال' (Quantum Hall effect) شد.[۱۰] 'اثر کوانتومیِ هال' نسخهِ کوانتیزه شده‌ی 'اثر هال' (اثر کلاسیک هال) است. کلاوس فون کلیتزینگ به خاطر این کشف موفق به دریافت جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۸۵ شد.

'اثر هال'[۱۰] را ادوین هربرت هال (Edwin Herbert Hall) فیزیکدان آمریکایی (۱۸۵۵-۱۹۳۸) در سال ۱۸۷۹ کشف کرد. این اثر می‌گوید: "اگر جریان برق از یک رسانا در جهت عمود بر میدان مغناطیسیِ یکنواخت اعمال شده عبور کند، رسانا دارای اختلاف پتانسیل میان رخ‌های عمود بر جهت جریان برق و میدان مغناطیسی خواهد شد."[۱۱]

نسخه‌ی کوانتیزه شده‌ی 'اثر هال' در سیستم‌های الکترونی دوبُعدی که در معرض دماهای پایین (جدود ۴ کلوین) و میدان‌های مغناطیسی بالا (در آزمایش کلیتزینگ تا ۴۰ تسلا) قرار می‌گیرند قابل مشاهده است. در واقع 'اثر کوانتومی هال' خود را در سطوحی که الکترون‌ها به‌عنوان یک گاز الکترونی دوبُعدی قابل توصیف هستند، نشان می‌دهد.[۱۲]

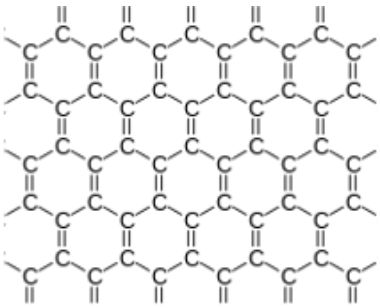


تصویر۲: ولتاژ هال و طولی ساختارِ ناهمسانِ GaAs به‌عنوان تابعی از میدان مغناطیسی B در دمای T = ۰/۳ K [۱۳]

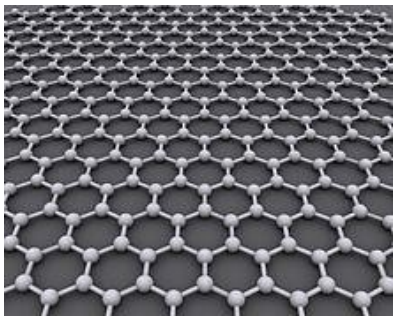
تعریف مفهومِ مقاومت هال: "مقاومتِ هال (R_H Hall resistance) به معنای نسبت ولتاژِ هال به شدت جریان برق برابر با $R_H = \frac{h}{\nu e^2}$ است."[۱۲و۱۳] یعنی، در سیستم‌های الکترونی دوبُعدی در دماهای پایین و میدان‌های مغناطیسی بالا رسانایی برخی از مواد فقط به‌صورت جهشی (پلکانی) افزایش می‌یابد (تصویر۲)، چرا که ν در عبارت مزبور برابر با مقادیری مانند ۱ ؛ ۲ ؛ ۳ و یا مقادیر کسری است (e بارالکتریکی؛ h ثابت پلانک).

۲. گرافین (Graphene):

گرافین ماده دوبُعدی سازمان‌یافته‌ای است از شبکه‌های شش ضلعی معمولیِ بهم‌گره‌خورده از یک لایه ساده (با ضخامت حدود ۰/۳ نانومتر، یعنی حدود ۳میلیونم سانتیمتر) از اتم‌های کربن (carbon ؛ تصویر۳ و۴). این ماده به‌خاطر پیوندهای بسیار قوی میان اتم‌های کربن فوق‌العاده سخت و در عین حال انعطاف‌پذیر است. گرافین حدود ۲۰۰برابر بیشتر از فولاد در برابر پارگی مقاوم است. گرافین هادی الکتریکی و همچنین رسانندگی گرمایی بسیار خوبی است. نقطه ذوب گرافین در بیش از ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد است.



تصویر۳: فرمول ساختاری ظرفیت گرافین[۱۴]



تصویر۴: مدل گرافین[۱۴]

اولین مقاله در باره‌ی ساختار گرافیت به‌ویژه گرافین را فیلیپ راسل والاس (Philip Russel Wallace) فیزیکدان کانادایی (۱۹۱۵-۲۰۰۶) در سال۱۹۴۷ منتشر کرد. پس از آن تلاش فراوان برای ساختن گرافین شد. "اما ساختارهای بی‌نهایت گسترده و همه‌جا مسطح و کاملن دوبُعدی به دلیل یک قضیه ریاضی (قضیه مرمی ـ واگنر) به وضوح از نظر ترمودینامیکی ناپایدار می‌نمود. ار این‌رو بسیار غیرمنتظره بود زمانی که کنستانتین سرگویچ نووسلف (Konstantin Serguéievich Novosiólov) فیزیکدان روسی ـ انگلیسی (۱۹۷۴*) و آندره کنستانتین گایم (Andre Konstantin Geim) فیزیکدان هلندی متولد روسیه (۱۹۵۸*) و همکارانشان در سال ۲۰۰۴ از تهیه کریستال‌های گرافین آزاد و تک‌لایه خبر دادند و جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۰ را از آنِ خود کردند."[۱۵] این موفقیت عملن نشان داد که قضیه‌ی مرمین ـ واگنر نمی‌تواند کاملن درست باشد، قضیه‌ای که می‌گوید: "در دنیای یک‌بُعدی و دوبُعدی در دماهای بالای صفرِ مطلق برای سیستم‌هایی با تقارنِ پیوسته و همکنشی‌های (تعاملات) کوتاه‌بُرد، هیچ شکستِ خود به خودی از تقارن وجود ندارد."[۱۶]

کیهان (فضاهایی) با بیش از سه‌بُعد

در ریاضیات مفهومی داریم به نام 'فضای هیلبرت' (Hilbert Space). این مفهومِ انتزاعی (abstract) مفهوم 'فضای اقلیدسی' را به فضاهایی با تعداد بُعدهای زیاد، حتا بی‌نهایت، تعمیم و گسترش می‌دهد. دیوید هیلبرت (۱۸۶۲-۱۹۴۳) ریاضیدان معروف آلمانی سهم بزرگی در پایه‌گذاری مفهوم فضاهای انتزاعی داشت. فضاهای هیلبرت، به‌شکل فضای بی‌نهایت‌بُعدی توابع، از اوایل قرن بیستم در ریاضیات و فیزیک (برای مثال در فیزیک کوانتوم) مطرح است.

روشن است که موضوع ما در اینجا بحث در باره‌ی فضاهای انتزاعی نیست. با این حال لازم است گفته شود که در نظریه ریسمان‌ها نه تنها چهار بُعد نظریه نسبیت بلکه همه بُعدهای آن واقعی تصور می‌شوند. و این در حالیست که هیچ یک از بُعدهای اضافی نظریه ریسمان‌ها، یعنی سوای جهار بُعد نظریه نسبیت، تاکنون به اثبات نرسیده‌اند.

ما تنها در نظریه نسبیت و نظریه کوانتوم صحبت از چهاربُعد نمی‌کنیم بلکه با یاری همین نظریه‌ها کیهان را نیز چهاربُعدی تصور می‌نماییم. البته ما آگاهیم که یکی از آن چهاربُعد را بُعد زمان تشکیل می‌دهد. در اینجا لازم بذکر این نکته است که بین بُعد زمان و بُعد فضا یک تفاوت اساسی وجود دارد. اینکه بُعد زمان یک بُعد کیفی است و سه بُعد فضا بُعدهای کمی. با این حال هردوی آنها در نظریه‌های جدید، بعکس آن چه از فیزیک نیوتنی می‌شناسیم، نه مجزا از هم بلکه درهم‌تنیده (یکپارچه) در نظر گرفته می‌شوند. ما براحتی می‌توانیم نشان دهیم که فیزیک نیوتنی از نظریه نسبیت عام برای سرعت‌های

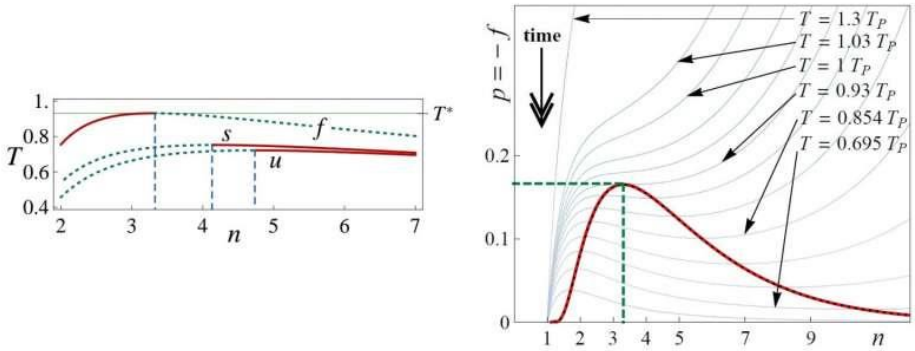
پائین در شکلِ یک نظریه مرزی قابل استنتاج است. به عبارت دیگر، لازمه‌ی صحت داشتن نظریه‌ها با بیش از سه بُعد آنست که نظریه‌های با بُعد کمتر را به‌صورت حالت مرزی دربرداشته باشند؛ در آنها مستتر باشند.[۱۷]

آیا کیهان سه‌بُعدی است؟

در جستجوی پاسخ به این پرسشِ می‌کوشیم ۱. آن را در رابطه با علم ترمودینامیک (قانون دوم ترمودینامیک، انرژی آزاد) بررسی کنیم. ۲. رویدادهای احتمالی در بُعدهای بیشتر و کمتر از سه بُعد را با آن چه از فضای سه‌بُعدی می‌شناسیم مقایسه نمائیم. ۳. نتایج اندازه‌گیری و واکاوی داده‌ها از کیهان در سال‌های اخیر را در نظر گیریم.

۱. در ارتباط با ترمودینامیک: این پرسش که آیا کیهان سه‌بُعدی است و اگر آری دلیل آن چیست، پرسشی است که از دیرباز توجه فیلسوفان و دانشمندان را به خود جلب کرده است. در مقاله[۱۸] از سال ۲۰۱۵ در اینباره آمده است که سه‌بُعدی بودن کیهان می‌تواند ریشه در قانون دوم ترمودینامیک[۱۹] (آنتروپی، جهت زمان) داشته باشد. در علم ترمودینامیک کمیتی داریم به نام 'انرژی آزاد'. به‌معنای: "میزانِ کارِ مفیدِ قابلِ دستیابی در فرایند دمای ثابت و سیستم ترمودینامیکی بسته که با حرف A برگرفته از کلمه آلمانی Arbeit نشان داده می‌شود و از رابطهٔ $A = U - TS$ که در آن U انرژی درونی سیستم در مقیاس ژول، T دمای سیستم در مقیاس کلوین و S آنتروپی سیستم در مقیاس ژول بر کلوین است، بدست می‌آید."[۲۰].

در مجله‌ی فیزیک EPL[۲۱] که با مقالات آن پیش از انتشار دقیق بررسی می‌شوند، مقاله‌ای در ماه فوریه سال ۲۰۱۶ در رابطه با ترمودینامیک و سه‌بُعدی بودن کیهان منتشر شد که خلاصه آن عبارت است از: "در یک کیهان پُر از پرتو (تشعشع) می‌توان چگالی انرژی آزاد را به‌عنوان نوعی فشار بر کل فضا که تابع دمای کیهان و تعداد بُعدهای آن است تلقی کرد. پژوهشگران بر این باورند که کیهان پس از انفجار بزرگ شروع به سرد شدن کرده و چگالی انرژی آزاد آن در دمای بسیار بالا و در اولین و بالاترین مقدار "یخ زده" است. یعنی، زمانی که کیهان فقط کسری از ثانیه پیشینه (قدمت) داشت و تعداد بُعدهای فضایی نزدیک به ۳ بود. در واقع ایده اصلی این است که فضای سه‌بُعدی در مقطع "یخ زدن" چگالی انرژی آزاد شکل گرفته و همین مانع انتقال فضای سه‌بُعدی به بُعدهای دیگر شده است. به این دلیل که قانون دوم ترمودینامیک اجازه‌ی انتقال به بُعدهای بالاتر را فقط زمانی که دما بالاتر از این مقدار بحرانی باشد می‌دهد و نه پائین‌تر از آن (تصویر ۲)."[۲۲]



تصویر ۲: زمانی که کیهان پس از انفجار بزرگ شروع به خنک شدن کرد، چگالی انرژی آزاد در دمای بسیار بالا به اولین و بالاترین مقدار رسیده بود.[۲۲]

۱.۲. در مقایسه با بیشتر از سه‌بُعد: پیشتر گفتیم که طبق پژوهش‌های پائول ارنفست در فضایی با بیش از سه بُعد نه مدار سیارات و نه اتم‌ها پایدار هستند. به عبارت دیگر، وجود انواع جاندار و بیجان و سیارات همه سخن از پایدار بودن مدار اتم‌ها و سیارات در طول زمان بسیار طولانی دارند.[۷و۸] به این معنا که الکترون‌های مدار اتم‌ها نه توان فرود آمدن (سقوط) به هسته اتم را دارند و نه امکان رها شدن از چنبره‌ی آن. مشابه همین حالت در مورد سیارات صادق است، یعنی سیارات نیز نه توان سقوط به ستاره‌ای که دور آن می‌چرخند را دارند و نه توان دور شدن از آن.

۲.۲. در مقایسه با کمتر از سه‌بُعد: در مورد فضاهایی با کمتر از سه بُعد (خط و سطح) گفتیم که جرالد جیمز ویترو استدلال نمود (۱۹۵۵) که این بُعدها اجازه شکل‌گیری موجودات زنده‌ی پیچیده را نمی‌دهند. به این دلیل که در این نوع فضاها مسیرهای عصبی نمی‌توانند از یکدیگر عبور کنند.

۳.۲. در مقایسه با بُعد پنجم، مدل راندال ـ ساندرام: در سال ۱۹۹۹ لیزا راندال (Lisa Randall) فیزیکدان آمریکایی

(۱۹۶۲*) و رامان ساندرام (Raman Sundrum) فیزیکدان هندی ـ آمریکایی (۱۹۶۴*) "با یک رویکرد ریاضی برای توصیف واحد از نیروهای اساسی در کیهان با معرفی یک بُعد پنجمِ اضافی مدلی به‌عنوان فضا ـ زمان ـ خمیده، بطور مشخص به‌عنوان 'فضازمان پاد ــ دو ـ سیتر'[۲۳] (Anti-de-Sitter)، پیشنهاد کردند. در این مدل دو غشاءِ (Brane) چهاربُعدی وجود دارد. یکی از این دو با کیهان قابل مشاهده (مرئی) مطابقت می‌کند و دیگری با بُعد پلانک[۲۳] که توسط بُعد پنجم از آن جدا و پنهان است. اما از طریق نیروی گرانشی با اولی همکنش (تعامل) دارد."[۲۵] در واقع این دو فیزیکدان بر آن بودند از این طریق نشان دهند که "چرا نیروی گرانش در مقایسه با نیروی الکتریکی بین پروتون و الکترون در یک اتم هیدروژن حدود $۱۰^{۳۹}$ مرتبه ضعیف‌تر است. اگر کیهان ما در فضایی با بُعدهای بالاتر تعبیه و تمام کنش و واکنش‌ها به جز گرانش به سه بُعد محدود شده باشد، در این‌صورت گرانش به بُعدهای باقی‌مانده "نشت می‌کند"[۲۵].

۴.۲. در مقایسه با میدان یکپارچه تصویری شمُتزر: در بررسی‌های ارنست شمُتزر (Ernst Schmutzer)، فیزیکدان آلمانی (۲۰۲۲ـ۱۹۳۰) با هدف توسعه نسبیت عام اینشتین با یک بُعد فضایی اضافی، یعنی در فضازمان پنج‌بُعدی، تحت عنوانِ 'نظریه میدان یکپارچه تصویری' (Projektive Einheitliche Feldtheorie)، که در کتابی[۲۶] با همین عنوان منتشر کرده نشان می‌دهد که بُعد پنجم جنب میدان گرانش و میدان الکترومغناطیسم باعث ایجاد یک میدانِ اسکالرِ جرم‌دارِ (اسکالون) اضافی می‌شود (میدانِ نرده‌ای مانند میدانِ هیگز). شمُتزر معتقد است از این طریق می‌توان هم انبساط سریع کیهان (انرژی تاریک) را توصیف کرد و هم نشان داد که مسئله‌ی تکینگی در نظریه نسبیت عام برطرف می‌شود و آغاز کیهان نه با یک اانفجار بزرگ بلکه به شکل یک شروع "ملایم" بوده است. "به دلیل آنکه اثر مورد انتظارِ میدان جدید بر زمین اندک است، لذا برنامه‌های کاربردی بر کیهان‌شناسی و اخترفیزیک متمرکز هستند. در مدل کیهانی، کنار اثر ماده باریونی و فوتون‌ها یک گاز "اسکالون" با اثر دافع نیز حضور دارد."[۲۷]

۵.۲. در مقایسه با نظریه ریسمان‌ها با۱۰بُعد فضا: در نظریه ریسمان‌ها با ۱۱بُعد (۱۰بُعد فضا و ۱بُعد زمان) تصور می‌شود که سوای سه بُعد فضای شناخته شده، بقیه بُعدهای فضایی به شکل "درهم‌تنیده" یا "جمع شده" هستند. البته در این نظریه نیروی گرانش همواره به‌عنوان یکی از ۴ نیروی اساسی فیزیک در نظر گرفته شده است. یکی از اهداف اولیه‌ی نظریه ریسمان‌ها وحدت نیروهای پایه‌ای در کیهان بوده و می‌باشد. اما آن چه این نظریه را بویژه مورد سؤال قرار می‌دهد تعداد غیرقابل تصور احتمال حالات ممکن آن برابر با $۱۰^{۵۰۰}$، یعنی ۱۰ و به دنبال آن ۵۰۰ صفر(!!) است. بدون شک این وضعیت جستجو و ارائه پاسخ درست (؟) از میان چنان انبوحی از امکانات را عملن غیرممکن می‌کند.

۳. نتیجهٔ ۱۰ها سال تلاش: "نقشه سه‌بُعدی کیهان که پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها تهیه شده است، نشان می‌دهد که چگونه کیهان طی۱۱ میلیارد سال تغییر کرده و گسترش یافته (منبسط شده) است. طبق گزارش منتشر شده در صفحه انترنتی دانشگاه به تاریخ ۲۱ جولای ۲۰۲۰، بیش از ۱۰۰ اخترفیزیکدان در تهیه آن همکاری کرده‌اند. این کار منجر به حداقل ۲۳ مقاله‌ی علمی (دانشگاهی) و ارسال آن به آرشیو سِرور پیش‌چاپ همراه با نقشه شده است."[۱]

مراجع

1. https://www.anews.com.tr/world/2020/07/20/scientists-release-largest-ever-3d-map-of-universe

2. https://scilogs.spektrum.de/das-zauberwort/warum-ist-das-universum-dreidimensional/

3. Hassan Bolouri, Crucial causality

۳. حسن بلوری، 'علّیت سرنوشت‌ساز'، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه ژوئن سال ۲۰۲۱

4. https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cber_den_Himmel

5. https://www.spektrum.de/news/wie-viele-dimensionen-hat-das-universum/1915645

6. Galileo Galile, Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das Ptolemätische und das Kopernikaische, B. G. Teubner Stuttgart, 1982

7. Hassan Bolouri, The concept of matter in Philosophy and Science

۷. حسن بلوری، ’مفوم ماده در فلسفه و علم‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه می سال ۲۰۲۰

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

۸. حسن بلوری، ’تقارن: کلید شناخت کیهان‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه مارچ سال ۲۰۲۰

9. Alexander Keeewatin Dewdney, The Planiverse: Computer Contact with a Two-Dimensional World, 1984

11. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_Hall_effect

10. https://de.wikipedia.org/wiki/Quanten-Hall-Effekt

11. https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%AB%D8%B1_%D9%87%D8%A7%D9%84

12. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_Hall_effect

13. https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt2/fb-26/ag-262/der-quanten-hall-widerstand.html

14. https://de.wikipedia.org/wiki/Graphen

15. https://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%AF%D8%B1%D8%A7%D9%81%DB%8C%D9%86

16. https://de.wikipedia.org/wiki/Mermin-Wagner-Theorem

17. Ernst Schmutzer, Projektive Einheitliche Feldtheorie mit Anwendungenin Kosmologie und Astrophysik, Wissenschaftl.Verlag Harri Deutsch, 1. Auflage, Frankfurt am Main, 2004

18. https://arxiv.org/abs/1502.01843

19. Hassan Bolouri, Entropic gravity; Thermodynamics of spacetime

۱۹. حسن بلوری، ’گرانش آنتروپیک؛ ترمودینامیکِ فضازمان‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، اکتبرِ سال ۲۰۲۳

20. https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%86%D8%B1%DA%98%DB%8C_%D8%A2%D8%B2%D8%A7%D8%AF_%D9%87%D9%84%D9%85%D9%88%D9%84%D8%AA%D8%B2

21. J. Gonzalez-Ayala, R. Cordero and F. Angulo-Brown. “Is the (3+1)-d nature of the universe a thermodynamic necessity?”

22. https://phys.org/news/2016-05-space-three-dimensional.html

23. Hassan Bolouri, Is our universe a hologram?

۲۳. حسن بلوری. ’آیا کیهان یک هولوگرام است؟‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه سپتامبر سال ۲۰۲۳

24. Hassan Bolouri, The day without yesterday, graininess of the space and time, string theory

۲۴. حسن بلوری، ’روزِ بدونِ دیروز، نظریه ریسمان‌ها‘، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه ژوئن سال ۲۰۲۱

25. https://de.wikipedia.org/wiki/Randall-Sundrum-Modell

26. Ernst Schmutzer, Projektive Einheitliche Feldtheorie mit Anwendungen in Kosmologie und Astro- physik, Neues Weltbild ohne Urknall?, Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 1.Auflage 2004

27. https://pro-physik.de/buecher/projektive-einheitliche-feldtheorie