DOI: doi.org/10.61450/joci.FA.v3iTC6FA.186

چکیده

بر اساس آخرین نظریات کیهان‌شناسی، جهانی که با بیگ‌بنگ آغاز به انبساط کرده است، یک جهان همگن و همسانگرد می‌باشد که تاکنون انبساط آن ادامه دارد. طبق گفتهٔ کیهان‌شناسان، بر مبنای این اصل جهان دارای مرکزِ مکانیِ ویژه‌ای نیست و با توجه به هندسهٔ خاصی که برای آن در نظر گرفته می‌شود، هر نقطه در فضا می‌تواند مرکز کیهان تلقی شود. از طرفیِ نقطهٔ انفجار بیگ‌بنگ در این دیدگاه صرفا از لحاظ زمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد، نه از نقطه نظر مکان. کیهان‌شناسان بیان می‌کنند که بهترین درک کنونی ما از منشاء و تکامل جهان، مطابق مدل استاندارد کیهان‌شناسی Standard Model of Cosmology (SMC) است که به عنوان مدلِ لامبدا- ماده تاریک سرد General Relativity (GR) نیز شناخته می‌شود. این مدل بر مبنای دو نظریهٔ اصلی فیزیک یعنی نسبیت عام (ΛCDM) Λ–Cold Dark Matter و مدل استاندارد فیزیک ذرات Standard Model of Particle Physics (SMPP) استوار است. از نظریهٔ نسبیت عام برای درک اینکه چگونه انبساط جهان تحت تأثیر ماده و انرژی موجود در آن است، استفاده می‌شود و گرانش، انحنای فضا-زمانی است که ناشی از حضور جرم و انرژی می‌باشد. همچنین در این نظریه می‌توان از یک کمیت بدون بُعد برای مقایسه زمان تجربه شده توسط ناظرانِ مختلف در یک میدانِ گرانشی استفاده کرد. این کمیتِ بدون بُعد اغلب به عنوان عامل اتساع زمان (فاکتور لورنتس با نماد (γ) گاما)، نشان داده می‌شود. به موازات این نظریه، مدل استاندارد فیزیک ذرات نیز توصیف کنندهٔ ذرات بنیادیِ تشکیل دهندهٔ ماده و سه نیروی الکترومغناطیسی، هسته‌ای قوی و هسته‌ای ضعیف است که بر فعل و انفعالات این ذرات حاکم می‌باشند. فیزیکدانان در این مدل نه تنها زمان را اغلب به صورت معکوس انرژی با واحد گیگا الکترون ولت (GeV) بیان می‌کنند بلکه از آن به عنوان چارچوبی برای درک رفتار انواع ذرات در جهان اولیه نیز استفاده می‌کنند. به موازات این نظریات، کیهان‌شناسی شعوری با معرفی مدل کیهان کروی، نوع مرکزیت مکانی که در مدل استاندار کیهان‌شناسی بر مبنای اصل همسانگردی بیان شده است را به چالش می‌کشد؛ به طوریکه این دیدگاه در این مدلُ جایگاه ویژه‌ای برای کهکشان راه شیری و به دنبال آن کرهٔ زمین قائل می‌شود و این جایگاه را با توجه به نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها و رصدهایی که از اعماق کیهان صورت گرفته است، تطابق می‌دهد. در این دیدگاه، زمان به دو دستهٔ زمان طولی و زمان عرضی تقسیم‌بندی می‌شود و نوع زمانی که در نظریهٔ نسبیت به صورت فضا-زمان چهاربُعدیِ درهم‌تنیده تعریف شده است، به عنوان نیروی زمان آنتروپیایی که از زیرشاخه‌های زمان عرضی است، معرفی می‌شود و آن را با این سوال که با توجه به تعاریف ارائه شده در فیزیک ذرات بنیادی و یا نظریهٔ نسبیت، زمان را بُعد درنظر بگیریم یا کمیت؟ به چالش می‌کشد. کیهان‌شناسی شعوری بیان می‌کند که کیهان و تک‌تک اجزاء آن شامل اصل عدم قطعیت طاهری است و آنها را به عنوان مَجاز با توجه به تعاریفی که مطابق این اصل ارائه می‌دهد، تلقی می‌کند. این اصل را می‌توان از زوایای مختلفی مورد بررسی قرار داد که در این مبحث از نقطه نظر زمان به آن پرداخته شده است. از طرفی اصل عدم قطعیت (ط) منجر به ارائه نظریاتی همچون مرکزیت زمانی ذرات، پیوستگی زمانی و عدم قطعیت زمان برحسب جایگاه خاصِ ناظرِ انسانی می‌شود؛ به طوریکه انسان به عنوان ناظر در معنادار کردن این مفاهیم نقش اساسی ایفا می‌کند.

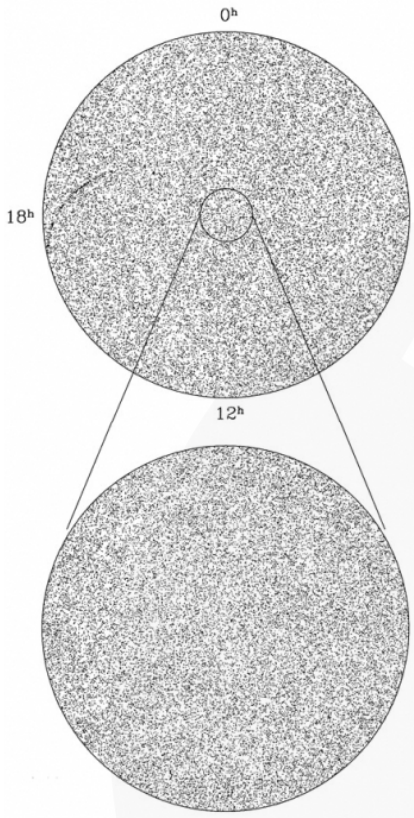
کلیدواژه‌ها: زمان طولی – زمان عرضی– نیروی زمان آنتروپیایی– عدم قطعیت طاهری(ط) – مرکزیت عام ذرات –پیوستگی زمان – عدم قطعیت زمان

ناظر و مرکزیت عام ذرات

مقدمه

بر اساس مدل استاندارد کیهان‌شناسی یا (ΛCDM)، تخمین زده می‌شود که جهان با یک بیگ‌بنگ در حدود ۱۴ میلیارد سال پیش آغاز شده و از آن زمان تاکنون در حال گسترش می‌باشد. مطابق این دیدگاه، اگر از کیهان‌شناسان بپرسیم مرکز کیهان کجاست؟ پاسخ می‌دهند که همه جا و هیچ کجا.

به عبارتی این مدل بیان می‌کند که هیچ مرکزی برای گسترش فضا در کیهان وجود ندارد و مطابق اصل همسانگردی، هر نقطه‌ای که از آن زاویه جهان مشاهده شود، می‌تواند مرکز کیهان تلقی شود.[1] (شکل ۱)

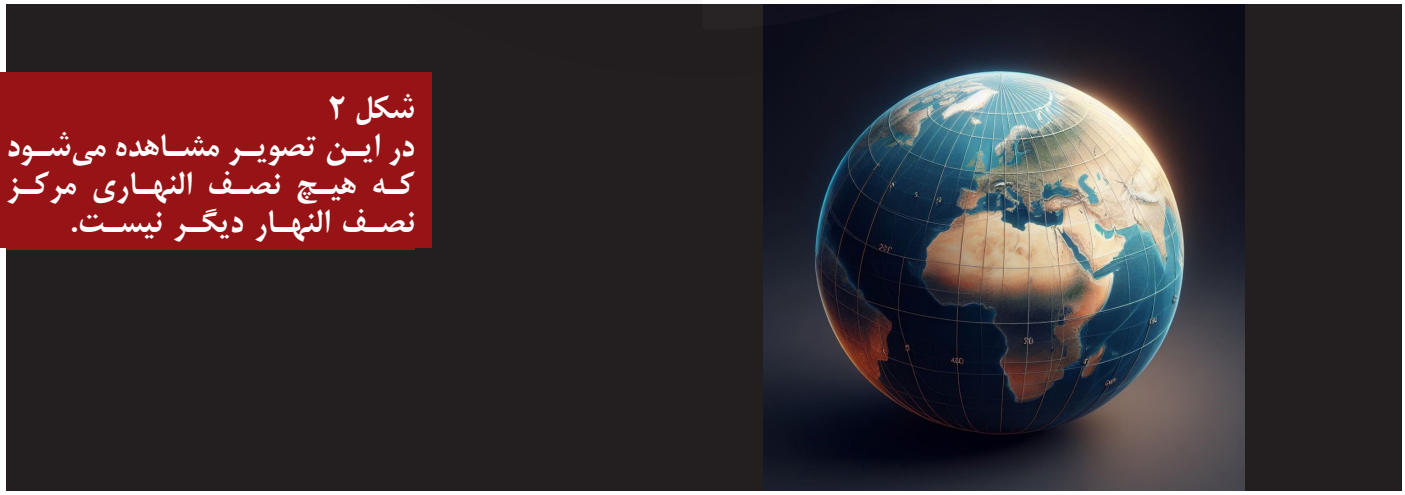


شکل ۱
جهان بزرگ مقیاس: نقاط شکل بالا موقعیت درخشان‌ترین منابع رادیویی را نشان می‌دهند که از نیمکرهٔ شمالی قابل مشاهده است و شکل پایین تعداد قابل مقایسه‌ای از منابع کم‌نور را در ۱۵ درجه از قطب شمال نشان می‌دهد. از دیدگاه کیهان‌شناسان همسانگردی این دو شکل در آسمان تأیید می‌کند که جهان از نظر مکانی در بزرگترین مقیاس‌ها همگن است.

Reprinted with permission from [Ref: doi: 10.1073. pnas.96.9.4756] Copyright (1999) National Academy of Sciences, U.S.A

برای توضیح بیشتر در این زمینه، می‌توان از مثال نصف النهارهای کرهٔ زمین استفاده کرد. بدین صورت که در کرهٔ زمین، هیچ نصف النهاری به نصف النهار دیگر ارجحیت ندارد و تک‌تک آنها می‌توانند مرکز نصف النهارهای دیگر در سطح این کره باشند. (شکل ۲)

با درنظر گرفتن این مثال، مطابق مدل استاندارد کیهان‌شناسی، هیچ ذره‌ای در جهان نسبت به ذرات دیگر جایگاه ویژه‌ای ندارد. به عبارتی، دیدگاه غالب این است که طبق مشاهدات و تفاسیر رصدی که صورت گرفته و همچنین با توجه به شکل هندسی خاصی که کیهان‌شناسان بر جهان قائل هستند، یافته‌ای وجود ندارد که نقطه‌ای را مرکزی‌تر یا خاص‌تر از نقطهٔ دیگر نشان دهد. اما از طرفی دیگر طی بررسی‌ها و تحقیقات محققان در این زمینه، اخیرا رصدهایی صورت گرفته که اصل همسانگردی را به چالش کشیده است که در نظریهٔ چرخش کیهان مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



شکل ۲
در این تصویر مشاهده می‌شود که هیچ نصف النهاری مرکز نصف النهار دیگر نیست.

مرکزیت ذرات از نگاه کیهان‌شناسی شعوری

شکل هندسی کیهان

به موازاتِ مدل‌های مختلفی که توسط نظریه‌پردازان ارائه شده است، کیهان‌شناسی شعوری مدل جدیدی برای شکل هندسی کیهان و تفسیر وقایع آن ارائه می‌دهد. مطابق این مدل، نه تنها کیهان مسطح نیست بلکه کروی بوده و دارای پوسته‌ای از جنس Taheri Absolute Matter (TAM) به نام پوستهٔ کیهانی می‌باشد که این کره را احاطه و ایزوله کرده است. TAM، نوع جدیدی از ماده به نام ماده مطلق طاهری است که برای اولین بار توسط این دیدگاه تعریف شده است. عملکرد پوسته نیز بدین‌گونه است که با تجزیه از داخل به سمت درون کیهان، همواره در حال ماده‌زایی و آزاد سازی فضا است که این عمل نه تنها واگرد فضا را که همراه با تولید اجرام جدید کیهانی است منجر می‌شود بلکه مرتباً باعث کاهش ضخامت و افزایش سطح پوسته شده و مدام بر حجم این کره افزوده می‌شود. (شکل ۳) به عبارتی این دیدگاه بیان می‌کند که تمامی اجزاء کیهان همانند: امواج، اجرام، فضا و زمان، گرانش و ... توسط پوسته احاطه و ایزوله شده است. درنتیجه مرکزیت مکانی ذرات در این مدل با توجه به شکل کروی کیهان جایگاه ویژه‌ای پیدا می‌کند که در نظریهٔ مرکز کیهان به آن پرداخته خواهد شد.

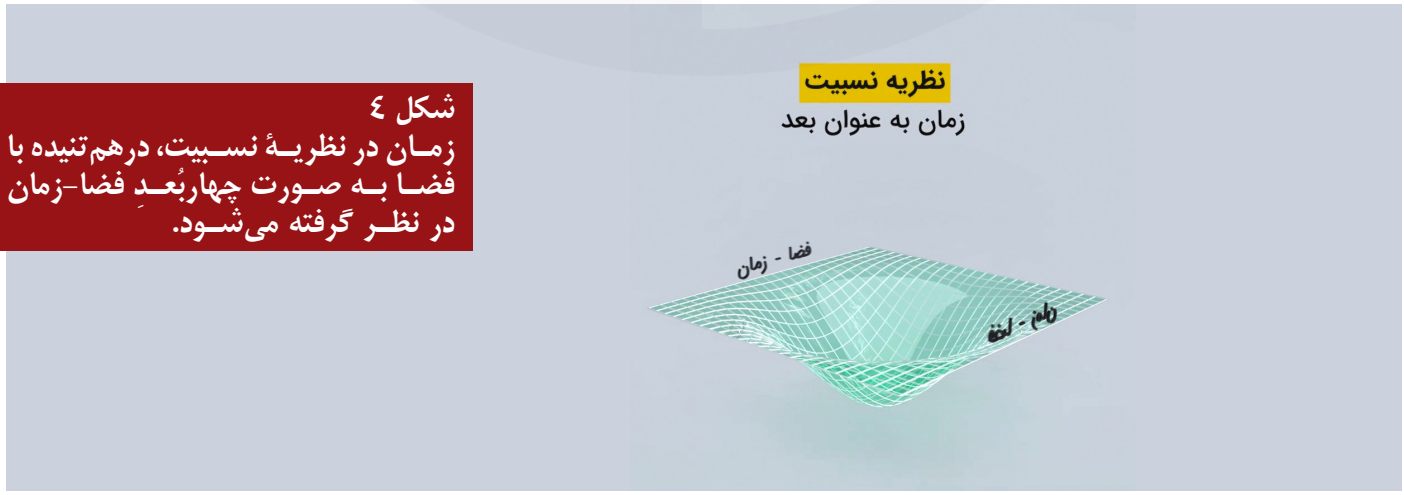
شکل ۳
مطابق مدل کیهان کروی، تولید انواع ماده و انرژی و همچنین آزادسازی توری‌های فضا به درون کیهان، حاصل تجزیهٔ TAM درنقش پوستهٔ کیهان است.

نگاهی متفاوت به مرکزیت ذرات درکیهان

و اما از زاویه‌ای دیگر، کیهان‌شناسی شعوری فرضیهٔ جدیدی از مرکزیت ذرات را مطرح می‌کند که وابسته به شکل هندسی کیهان نیست و با هر نوع مدلی که تاکنون توسط نظریه‌پردازان ارائه شده است مطابقت دارد. طبق این فرضیه، هر ذره می‌تواند مرکز کیهان تلقی شود، اما نه از نقطه نظر اصل همسانگردی کیهان‌شناسی رایج و یا از نظر مکانی، بلکه از نقطه نظر زمان.

زمان و مکان در کیهان

زمان کمیتی است آشنا، اما تعریف و درک آن ساده نیست. با وجود سیستم اندازه‌گیریِ نسبتاً ثابتِ زمان، دیدگاه‌های مختلفی همچون علم، فلسفه، دین و هنر هرکدام تعاریف متفاوتی از آن را ارائه داده‌اند. با اینکه زمان‌سنج ها بر اساس ثانیه، دقیقه و ساعت، لحظات را به نمایش درمی‌آورند، اما اساس این واحدها در طول تاریخ تغییر کرده است. به طوریکه امروزه ثانیه‌های زمان، با ارتعاشات دقیقِ اتم سزیم ۱۳۳ در حالت عادی تعریف می‌شود. [۲] همچنین مطابقِ تلاش های مینکوفسکی ریاضیدان که پیشنهاد فضا-زمان چهاربُعدی را مطرح کرد که بعدها در نظریه نسبیت انیشتین تکمیل گردید، زمان به عنوان بُعدچهارم شناخته شده و بر حسب کاربرد دارای تعاریف پیچیده می‌باشد. [۳] (شکل۴)



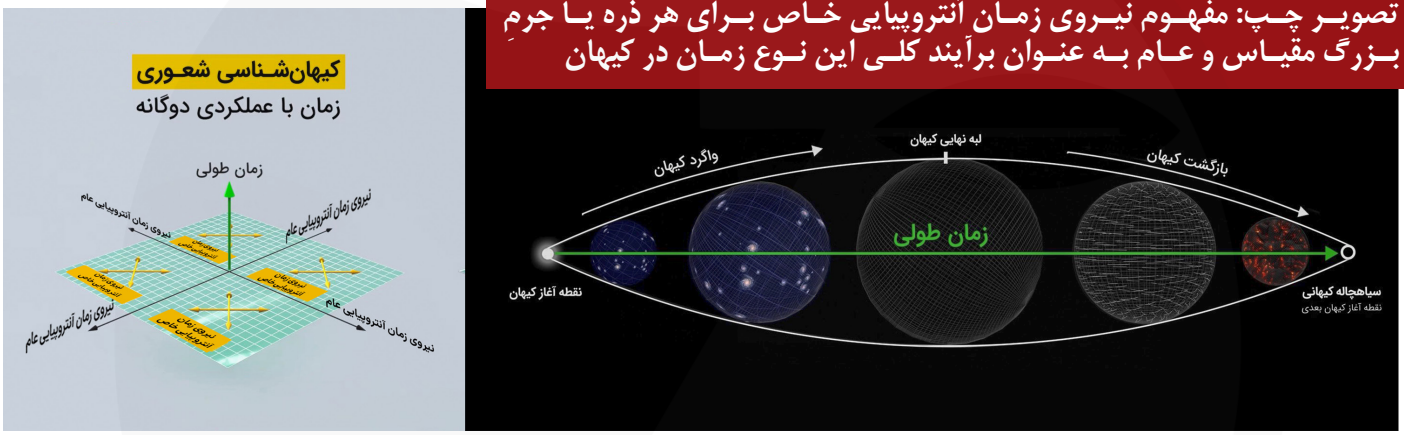
شکل ٤
زمان در نظریهٔ نسبیت، درهم‌تنیده با فضا به صورت چهاربُعدِ فضا-زمان در نظر گرفته می‌شود.

مفاهیم گذشته، حال و آینده نیز در فیزیک، اغلب در رابطه با پیشرفت رویدادها مورد بحث قرار می‌گیرند؛ با این تعریف که گذشته به رویدادهایی اشاره دارد که قبلاً رخ داده‌اند یا حالت‌هایی که قبلاً وجود داشته‌اند. حال، لحظه‌ای است که گذشته را از آینده جدا می‌کند و در نهایت آینده به رویدادهایی اشاره دارد که هنوز رخ نداده‌اند یا حالت‌هایی که هنوز وجود ندارند. توجه به این نکته ضروریست که این تعاریف بسته به زمینه یا تفاسیر خاص در فیزیک می‌توانند متفاوت باشند. به عنوان مثال، در نظریه نسبیت، مفاهیم گذشته، حال و آینده به دلیل نحوهٔ ارتباط مکان و زمان می‌توانند پیچیده‌تر تعریف شود.[۴]

اما از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری، زمانی که در نظریهٔ نسبیت به عنوان بُعد چهارم شناخته می‌شود، زیرشاخهٔ زمان عرضی به نام نیروی زمان آنتروپیایی معرفی می‌شود. در کل، خودِ مقولهٔ زمان از این دیدگاه به دو نوع زمان طولی، یعنی زمانی که بدون تاثیر وقایع در کیهان از یک شوکِ بزرگ تا شوکِ بزرگ بعدی همواره رو به جلو می‌رود و هیچگاه صفر یا بی‌نهایت نمی‌شود و زمان عرضی، که دارای زیرشاخه‌هایی همچون نیروی زمان آنتروپیایی خاص، نیروی زمان آنتروپیایی عام و انواعی از زمان‌های دیگر است، تقسیم‌بندی می‌شود. (شکل ۵)

از این دیدگاه زمان منتج از خودِ جرم بوده و در راستای اضمحلالِ آن به صورت نیرو در جهتِ عکسِ گرانش، از مرکز جرم به سمتِ بیرون اعمال می‌شود و به عنوان بُعدِ درهم‌تنیده در ابعاد فضا شناخته نمی‌شود.

شکل ۵
تصویر راست: مفهومی از زمان طولی طی دوران زندگی کیهان.
تصویر چپ: مفهوم نیروی زمان آنتروپیایی خاص برای هر ذره یا جرمِ بزرگ مقیاس و عام به عنوان برآیند کلی این نوع زمان در کیهان



با توجه به تعاریف ارائه شده، کیهان‌شناسی شعوری اینچنین بیان می‌کند که بدون زمان، توصیف وقایع بی‌معنی است. یعنی در کیهان وجود همهٔ اجرامِ بزرگ و کوچک، از ایجاد تا اضمحلالِ کامل مدیون اعمال نیروی زمان می‌باشند. بدین صورت که نیروی زمان آنتروپیایی که رابطهٔ مستقیم با میزان گرانش جرم دارد و زیر شاخهٔ زمان عرضی به حساب می‌آید، همراه با واگرد فضا یا همان افزایش حجم کیهان، با اعمال نیرو در جهت عکس نیروی گرانش به همهٔ انواع جرم، به مرور باعث واپاشی و تجزیهٔ آنها شده و در نهایت تغییر ماهیت آنها را سبب می‌شود که خود این امر یکی از دلایلی است که باعث می‌شود اجزاءِ تشکیل دهندهٔ کیهان دارای تنوع بسیار بالایی باشند.

از طرفی مکان در کیهان، مختصاتی است ناشی از وجود فضا گرانش-زمان. بدین صورت که اولا بدون فضا بستری برای ایجاد مختصات وجود نخواهد داشت. ثانیا بدون گرانش نیز ابعاد طول و عرض و ارتفاع و یا همان شکل و خمیدگی محور مختصات و حتی مبداء آن قابل تعریف نخواهد بود. به بیانی دیگر مکان در فضا رابطهٔ مستقیم با گرانش دارد و بدون آن فاصلهٔ بین دو نقطه بی‌معنی می‌باشد. همین قاعده برای زمان نیز حاکم است. یعنی با توجه به اینکه ماهیت زمان و آشکارسازی آن وابسته به جرمی است که با نیروی گرانش همراه است، درنتیجه بدون آن نه تنها فاصلهٔ بین دو نقطه مفهوم پیدا نمی‌کند بلکه خود مکان در یک نقطه منجمد شده و حرکت و سرعتی نیز وجود نخواهد داشت. این امر به نوبهٔ خود منجر به بی‌معنی شدن محور مختصات خواهد شد. به بیانی، فاصله و موقعیت بین دو نقطه در فضا، بدون زمان مشخص نمی‌شود. (شکل ۶)

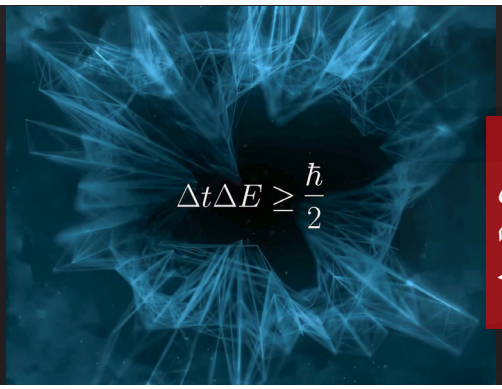
در کل می‌توان نتیجه گرفت که از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری، جرم به واسطهٔ نیروی گرانش آشکارساز زمان است. این موضوع به نحوی در نسبیت خاص نیز نشان داده شده که زمان بر امواج الکترومغناطیسی که با سرعت نور حرکت می‌کنند، صفر است. بنابراین بدون جرم، زمان بی‌معنی خواهد بود.

شکل ٦
رابطهٔ بین گرانش، زمان و مکان از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری

زمان به عنوان بُعدِ درهم‌تنیده در فضا یا به عنوان یک کمیت؟

در فیزیک غیر نسبیتی، زمان یک کمیت اسکالر بوده و همانند دیگر کمیت‌های بنیادین همچون طول، جرم یا بار الکتریکی که فقط دارای اندازه هستند، بیان می‌شود.[۵۶] اما در فیزیک ذرات، زمان اغلب به صورت انرژی در واحدهای طبیعی در نظر گرفته می‌شود که در این واحدها برای جلوگیری از محاسباتِ پیچیده به جای مقادیر ثابت پلانک و سرعت نور، عدد ۱ جایگزین می‌شود. به عبارتی زمان، معیاری برای سنجش انرژی بوده و به جای تیک تاک ساعت، همانند طول، جرم و تکانه بر حسب انرژی (گیگا الکترون ولت GeV) بیان می‌شود.[۷۸] سیستم واحدهای طبیعی به طور گسترده در زمینه‌های دیگر نیز همانند فیزیک هسته‌ای، اخترفیزیک و یا تئوری‌های مربوط به گرانش کوانتومی استفاده می‌شود.

فیزیکدانان برای بیان زمان بر حسب انرژی، اصلی به نام تحلیل دیمانسیونی را به کار می‌برند. یعنی در سیستم واحدهای طبیعی، چونکه واحدِ ثابتِ کاهیدهٔ پلانک ($\hbar$) معادل با انرژی در زمان و سرعت نور (c) معادلِ طول در زمان می‌باشد، درنتیجه می‌توانیم زمان را بر حسب $\frac{1}{\text{انرژی}}$ بیان کنیم. به عبارتی وقتی زمان بر حسب GeV بیان می‌شود، منظور این است که واحد زمان، معکوس انرژی است.[۹] (شکل ۷)

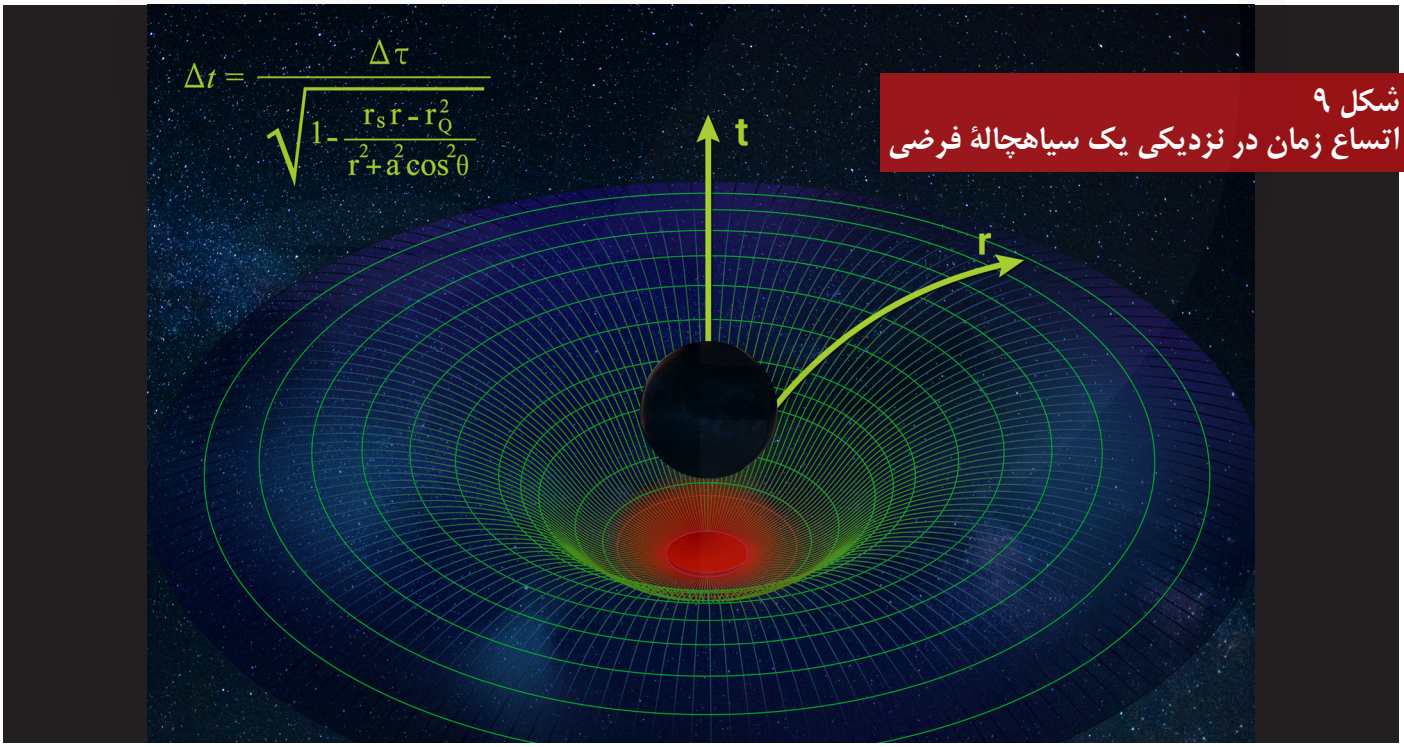


شکل ۷
یکی از مواردی که زمان را بر حسب معکوس انرژی می‌توان بیان کرد، معادله اصل عدم قطعیت هایزنبرگ می‌باشد که از این معادله در فیزیک ذرات استفاده می‌شود.

در نظریهٔ نسبیت نیز زمان به دو دلیل، یعنی اتساع زمان و مفهومی به نام زمان مناسب (Proper time)، بسته به چارچوبِ مرجعِ ناظر متفاوت اندازه‌گیری می‌شود.[۱۰] چارچوب مرجع به دو نوع اینرسی (در حال حرکت) و سکون تقسیم‌بندی شده و اساساً چارچوبی است که ناظر در آن، حرکت و یا ویژگی‌های اجسام همانند توصیفِ موقعیت، سرعت و ... را مشاهده و اندازه‌گیری می‌کند. چارچوب‌های مرجعِ مختلف می‌توانند دیدگاه‌های متفاوتی را در مورد یک موقعیت ارائه دهند.[۱۱] (شکل ۸)

شکل ۸
تفاوت در اندازه‌گیری توسط ناظر در حالِ سکون نسبت به ناظرین در حالَ حرکت

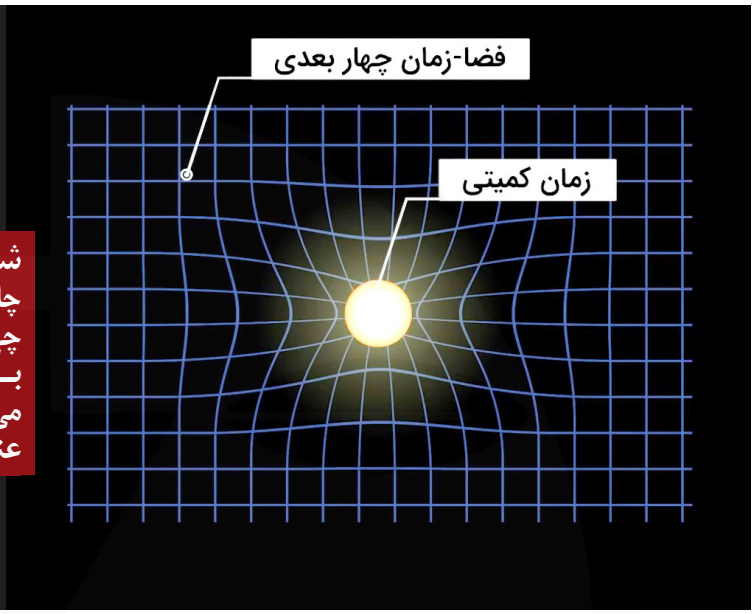
مفهوم اتساع زمان، تفاوت در زمان سپری شده است که توسط دو ساعتِ مجزا، اندازه‌گیری می‌شود. این اختلال در اندازه‌گیری یا به دلیل سرعت نسبی بین آنها (نسبیت خاص) و یا به دلیل اختلاف پتانسیل گرانشی بین مکان آنها است (نسبیت عام). یعنی برای ناظری که در چارچوب مرجعِ اینرسی قرار دارد، تیک‌تاک ساعت کندتر از ناظری که در چارچوبِ مرجعِ در حال سکون است، اندازه‌گیری می‌شود. از طرفی اندازه‌گیری زمان در نظریهٔ نسبیت برای یک جسم در فضا به سرعت و محیط گرانشی آن بستگی دارد. یعنی هر چه جسمی با سرعت بیشتر حرکت کند و یا توسط نیروی جاذبه، بیشتر کشیده شود، زمان برای آن جسم کندتر اندازه‌گیری می‌شود.[۱۲،۱۳] (شکل ۹)



شکل ۹
اتساع زمان در نزدیکی یک سیاهچالهٔ فرضی

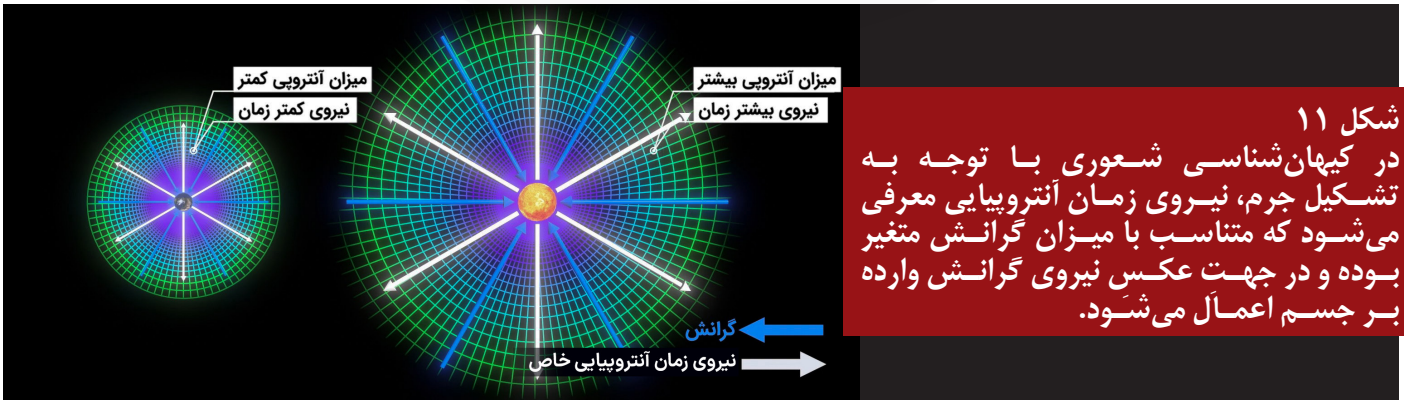
زمان مناسب نیز زمانی است که از وضعیت یک جسم نسبت به چارچوبِ مرجع آن تبعیت می‌کند. برای بیان ساده‌تر این موضوع تصور کنید ساعتی دارید که همه جا با خود حمل می‌کنید. زمانی را که ساعت شما در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد همان زمان مناسب شماست.[۱۴]

با این اوصاف با توجه به اینکه در فیزیکِ ذرات، زمان بر حسب معکوس انرژی بیان می‌شود و یا اینکه در نظریهٔ نسبیت، می‌توان از یک کمیتِ بدونِ بُعد به عنوان عامل اتساع زمان برای مقایسهٔ زمانِ تجربه شده توسط ناظرانِ مختلف در یک میدان گرانشی استفاده کنیم؛ کیهان‌شناسی شعوری این سوال را مطرح می‌کند که اگر یک ذره در مقیاس کوانتومی یا اجسام بزرگ مقیاس همانند یک سیاهچاله، که هر کدام برای خود یک سیستم محسوب می‌شوند را در بستر چهاربُعدی فضا-زمان در نظر بگیریم، با توجه به اینکه زمان به صورت کمیت برای تک‌تک آنها محاسبه می‌شود، در نهایت این پارادوکس پیش نمی‌آید که زمان را برای خود این اجرام، بُعد در نظر بگیریم یا کمیت؟ (شکل ۱۰)



شکل ۱۰
چالش: چگونه مفهوم کلی زمان که به عنوان بُعد چهارم درهم‌تنیده در فضا در نظر گرفته می‌شود با زمانی که در هر ذره که به عنوان کمیت محاسبه می‌شود، ادغام شده و زمان برای کل این سیستم به عنوان بُعد تفسیر می‌شود؟

این نوع تفسیر از زمان که به عنوان بُعد چهارم در فیزیک رایج مدنظر است، نشان می‌دهد که ظاهرا نسبت به این مقوله تناقضی وجود دارد. به این دلیل که زمان منتج از جرم و نیروی گرانش حاصل از آن است، نه به عنوان بُعدی که در ابعاد فضا درهم‌تنیده بوده و در لحظات اولیهٔ بیگ‌بنگ به وجود آمده باشد. در مدل کیهان کروی، در سیاهچالهٔ کیهانی یا همان نقطهٔ آغازین کیهان، زمان به عنوان نیروی آنتروپیایی با توجه به وجود گرانش غیر قابل تصور TAM، قبل از انفجار یا همان شوک بزرگ وجود داشته و مقدار آن رو به بینهایت بوده است. همچنین این دیدگاه، زمان حاکم برای اجرام در هر مقیاسی را به عنوان یک نیروی آنتروپیایی که به صورت برداری می‌باشد تعریف کرده و بیان می‌کند که این نوع نیرو در تک‌تک ذرات و یا اجسام بزرگ مقیاس کیهانی وجود داشته و دارای جهت و مقدار می‌باشد. یعنی نیروی زمان، عکسِ نیروی گرانش وارده بر هر جرم، در راستای اضمحلال آن عمل می‌کند. در واقع از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری، نیروی زمان آنتروپیایی برای تمامی اجرام، متناسب با میزان جرم و نیروی گرانشی آنها است. شایان ذکر است که این نیرو برای هر موج الکترومغناطیسی با هر فرکانسی به خاطر عدم وجود جرم در آنها، صفر بوده و برای فضای بدون استرس نیز قابل تعریف نمی‌باشد. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱
در کیهان‌شناسی شعوری با توجه به تشکیل جرم، نیروی زمان آنتروپیایی معرفی می‌شود که متناسب با میزان گرانش متغیر بوده و در جهت عکس نیروی گرانش وارده بر جسم اعمال می‌شود.

جایگاه ناظر در فیزیک کوانتوم و کیهان‌شناسی شعوری

ناظر در فیزیک کوانتوم

در فیزیک کوانتوم، ناظر به دلیل پدیده‌ای که به عنوان اثر مشاهده‌گر (Observer effect) شناخته می‌شود، نقش اساسی ایفا می‌کند. مطابق این اثر، عمل مشاهده، رفتار ذرات مشاهده شده را تغییر می‌دهد. یعنی هنگامی که یک ناظر، ویژگی خاصی از یک ذره را اندازه‌گیری می‌کند، عملاً تابع موج آن را در هم فرو می‌ریزد و باعث می‌شود که ذره حالت معینی به خود بگیرد. این امر به دلیل ماهیت موج مانند ماده است. به این معنی که ذرات می‌توانند در چندین حالت به طور همزمان وجود داشته باشند. [۱۵،۱۶] اصطلاح "مشاهده‌پذیر" در فیزیک کوانتومی معنایی خاصی به دست آورده است که به یک عملگر هرمیتی (Hermitian operator) اشاره می‌کند که نشانگر یک اندازه‌گیری است. در تعریف عملگر هرمیتی می‌توان گفت که ابزاری ریاضی است که در فیزیک کوانتوم استفاده می‌شود و تضمین می‌کند که نتایج اندازه‌گیری‌ها درست مانند آنچه در دنیای واقعی مشاهده می‌شود، اعداد واقعی هستند. این نکته حائز اهمیت است که مشاهده‌گر یا خود اندازه‌گیری صرفاً یک فرآیند فیزیکی می‌باشد؛ یعنی فرقی نمی‌کند که ناظر، یک دستگاه باشد یا یک انسان.[۱۷] (شکل ۱۲)

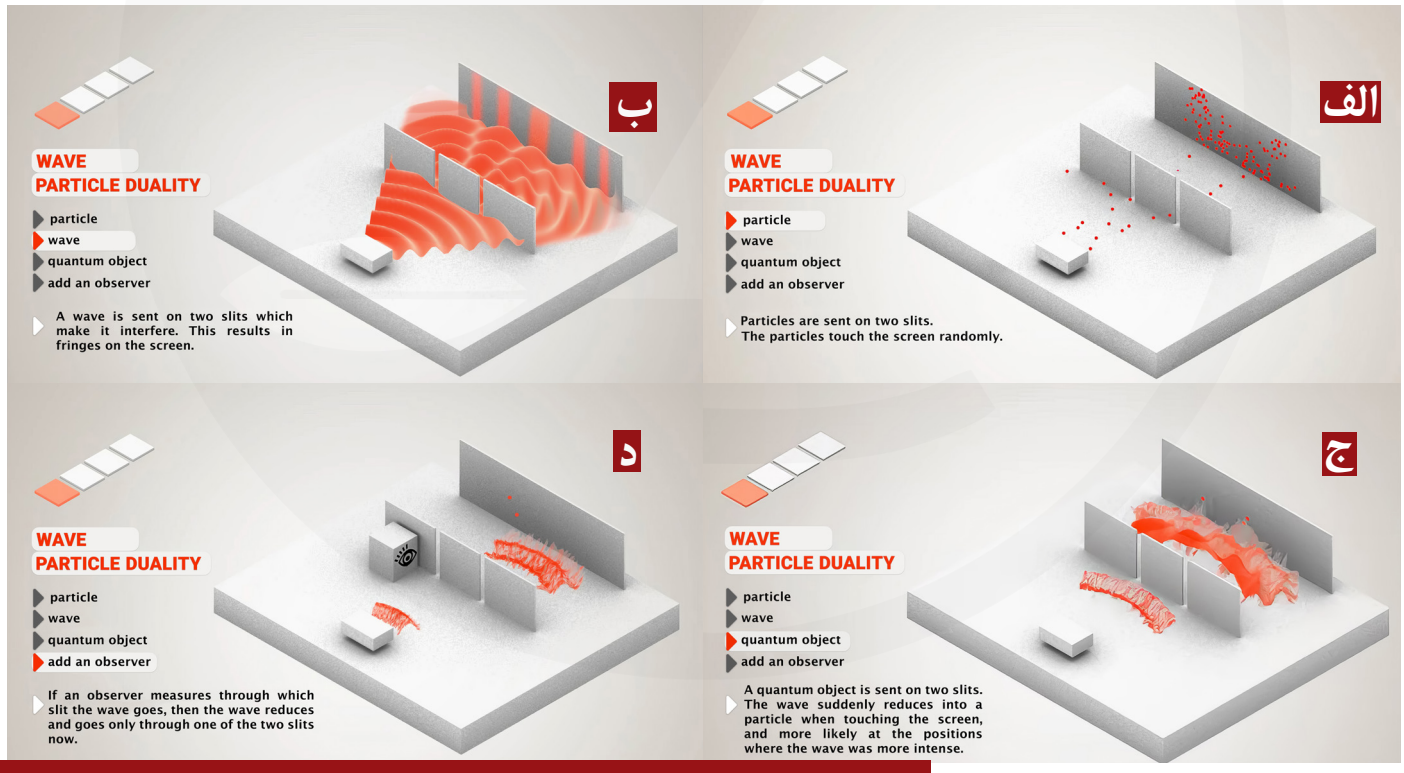
توضیحات شکل ۱۲:

الف – ذرات به سمت شکافها شلیک می‌شوند و به صورت تصادفی در پردهٔ آشکارساز، ظاهر می‌شوند.

ب – امواج به سمت دو شکاف ارسال می‌شوند و پس از تداخل باهم در پرده، آشکار می‌شوند.

ج –شیء کوانتومی به سمت دو شکاف فرستاده می‌شود. موج در حین لمس صفحه به طور ناگهانی به ذره تبدیل می‌شود. این تبدیل به احتمال زیاد در جاهایی است که تداخل امواج شدیدتر است.

د– اگر ناظری اندازه‌گیری کند که موج از کدام شکاف عبور می‌کند، آنگاه موج تقلیل یافته و تنها از یکی از دو شکاف عبور خواهد کرد و در پردهٔ آشکار ساز به صورت ذره به نمایش درمی‌آید.



شکل ۱۲
پدیدهٔ اثر مشاهده‌گر در آزمایش دوشکاف یانگ

Unknown. [@Runswithscissors111]. (2013, February 17). Quantum Physics made simple - Wave-Particle Duality Animation [Video]. YouTube. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=Xmq_FJd1oUQ&t=10s [Wave-particle duality]. Source: http://www.toutestquantique.fr

توجـه بـه ایـن نکتـه ضـروری اسـت کـه اثـر مشـاهده‌گر را می‌تـوان در بسـیاری از حوزه‌هـای فیزیـک یافـت و معمـولاً می‌تـوان اثـر آن را بـا اسـتفاده از ابزارهـای مختلـف یـا تکنیک‌هـای مشـاهده بـه حداقـل رساند. یـک مثـال قابـل توجـه از اثـر مشـاهده‌گر در مکانیـک کوانتومـی همـان طـور کـه در شـکل ۱۲ نیـز نشـان داده شـده اسـت، آزمایـش معـروف دو شـکاف یانـگ می‌باشـد. [۱۸]

ناظر در کیهان‌شناسی شعوری

از دیـدگاه کیهان‌شناسـی شـعوری، جایـگاه و تعریـف ناظـر محـدود بـه دنیـای کوانتـوم و یـا چارچوبـی کـه در ایـن حیطـه بـرای آن در نظـر گرفتـه شـده اسـت، نیسـت. بـه طوریکـه در کیهـان دو نـوع ناظـر قابـل تعریـف اسـت : ۱- ناظـر عـام ۲- ناظـر خـاص. (شـکل ۱۳)

۱- ناظـر عـام بـه تمـام اجـزاء تشـکیل دهنـدهٔ کیهـان اطـلاق می‌شـود کـه شـامل مـاده و انـرژیِ معمولـی از بنیادی‌تریـن ذرات تـا بزرگتریـن ساختارها و یـا حتـی مـاده و انـرژی تاریـک اسـت. بـه عبارتـی ایـن نـوع ناظـر شـامل همـهٔ موجـودات زنـده و غیـر زنـده می‌باشـد کـه همـواره بـا محیـط اطـراف خـود بـا توجـه بـه قوانیـن فیزیکـی حاکـم، در تعامـل هسـتند.

شکل ۱۳
تصویر راست: مفهوم ناظر عام که شامل همهٔ اجزای کیهان می‌شود.
تصویر چپ: ناظر خاص که همان انسان است و می‌تواند در مورد هر پدیده‌ای تفکر و تفسیر داشته باشد.
Credits: Pablo Carlos Budassi, CC BY-SA 4.0

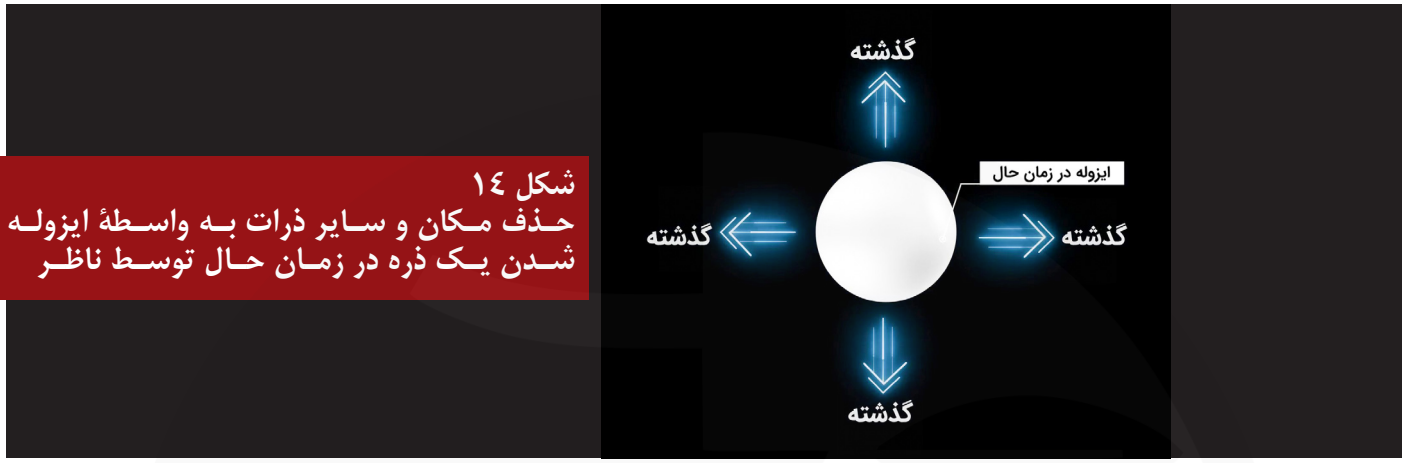
۲- ناظـر خـاص فقـط بـه انسـان اطـلاق می‌شـود کـه عـلاوه بـر داشـتن شـرایط ناظـرِ عـام، دارای توانایـی بـالای تفکـری بـوده و می‌توانـد همـهٔ وقایـع پیرامـون خـود را در هـر سـطحی مـورد تحلیـل قـرار دهـد و عـلاوه بـر جسـتجوی ماهیـتِ جـزء تـا کل اجـزاء، نتیجه‌گیری‌هـای مختلفـی از آنهـا داشـته باشـد.

عدم قطعیت طاهری

کیهان‌شناسـی شـعوری عـدم قطعیـت را بـه عنـوان یـک اصـل حاکـم بـر کل کیهـان در نظـر می‌گیـرد و بیـان می‌کنـد کـه ایـن مفهـوم بـه معنـای عـدم اطمینـان از حتمـی بـودن یـک رخـداد و یـا وجـود چیـزی اسـت. بـه عبارتـی بـر ایـن اسـاس نمی‌تـوان هیـچ پدیـده‌ای را بـه طـور قطعـی پیش‌بینـی نمـود و یـا راجـع بـه بـود و نبـود آنهـا بـا قاطعیـت نظـر داد. بنابرایـن تعریـف عـدم قطعیـت در ایـن دیـدگاه متفـاوت بـوده و بـا نـام **اصـل عـدم قطعیـت طاهـری** بـه آن پرداختـه می‌شـود. ایـن اصـل جنبه‌هـای بسـیار وسـیعی را در بـر می‌گیـرد کـه در ایـن مبحـث صرفـا از زاویـهٔ زمـان بـه آن نـگاه شـده اسـت.

در اصـل عـدم قطعیـت (ط)، جایـگاه ناظـرِ انسـانی بـا توجـه بـه تعریـف ارائـه شـده بسـیار حائـز اهمیـت اسـت و اَینچنیـن بیـان می‌شـود کـه در هـر لحظـه، فقـط یـک ذره وجـود دارد کـه نسـبت بـه سـایر ذرات در کل کیهـان دارای قطعیـت می‌باشـد. بدیـن شـکل کـه هـرگاه ناظـری، بـر فـرض یـک ذره را از لحـاظ زمانـی قطعـی درنظـر بگیـرد و یـا بـه عبارتـی اگـر آن را در زمـان حـال ایزولـه کنـد، ذرهٔ دیگـر نسـبت بـه آن از عـدم قطعیـت برخـوردار خواهـد شـد و تنهـا ذرهٔ قطعـی موجـود، ذرهٔ ایزولـه شـده خواهـد بـود. چـرا کـه تمامـی ذرات و یـا همـان اجـزاء کیهـان، نسـبت بـه ذرهٔ ایزولـه شـده در زمـان گذشـته قـرار خواهنـد گرفـت و چیـزی جـز ایـن ذره در زمـان حـال نخواهـد بـود کـه اعـلام موجودیـت کنـد. **در نتیجـه ایـن ذره بـه واسـطهٔ ایزولـه شـدن توسـط ناظـر، هـم مرکـز کیهـان خواهـد بـود و هـم تنهـا ذرهٔ کیهـان**. زیـرا از دیـد ناظـر، کل کیهـان در مفهـوم ایـن ذره خلاصـه شـده و زمـان در کل هسـتی بـرای همـهٔ اجـزاء بـه جـز ایـن ذره، ایزولـه گردیـده اسـت. همچنیـن بـدون گـذر از یـک زمـانِ مشـخص بـه زمـان بعـدی، حرکتـی از نقطـهٔ مبـداء اتفـاق نمی‌افتـد. کـه در ایـن صـورت می‌تـوان گفـت کـه مـکان، در اطـراف آن ذرهٔ ایزولـه شـده بی‌معنـی می‌شـود.

نکته اینجاست که از سویی، نقش ناظر به عنوان ایزوله کنندهٔ ذره، جزء لاینفک این فرض قرار دارد. به شکلی که ناظر می‌تواند هر ذره‌ای من جمله خود یا ذرات کوانتومی و یا حتی بزرگترین اجرام و سیستم های کیهانی را در زمان حال ایزوله کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ناظرِ انسانی تعیین کننده قطعیت و یا عدم قطعیت اجزاء کیهان و یا حتیَ خود کیهان است. از سوی دیگر، زمانِ حال از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری برابر است با یک بینهایتم واحد زمان (به طور مثال یک بینهایتم ثانیه)، که نقطهٔ گذر از گذشته به آینده تلقی می‌شود. به بیانی اگر هر ذره را در زمان حال در اختیار بگیریم به خاطر حذف گذشته از اطراف آن، ذرات دیگر را از دست خواهیم داد. (شکل ۱۴)

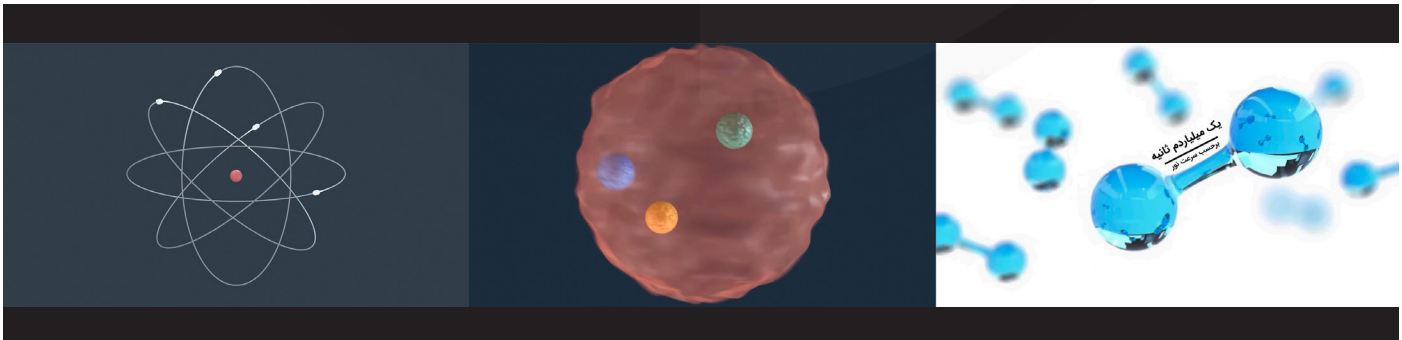


شکل ۱۴
حذف مکان و سایر ذرات به واسطهٔ ایزوله شدن یک ذره در زمان حال توسط ناظر

با توجه به این تعاریف، به این اصل طبق دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری، اصل **عدم قطعیت (ط)** گفته می‌شود. همچنین طبق این اصل نمی‌توان دو ذره را با قطعیت به طور همزمان در زمان حال قرار داد. زیرا اگر یکی از این ذرات را در زمان حال در نظر بگیریم، ذرهٔ دیگر نسبت به آن در گذشته قرار می‌گیرد و مشمول عدم قطعیت خواهد شد.

این اصل درون هر اتم نیز صادق است. یعنی اگر الکترونی را داخل یک اتم، قطعی در نظر بگیریم سایر الکترون‌ها و یا هستهٔ همان اتم از عدم قطعیت برخوردار خواهند شد. حتی اگر داخل پروتون یا نوترون کوارکی را قطعی در نظر بگیریم، سایر کوارک‌ها از عدم قطعیت برخوردار خواهند شد و این موضوع تا منفی بینهایت در درون ذرات، حتی اگر برای طی کردن فاصلهٔ بین آنها چندین میلیاردم ثانیه زمان نیاز باشد، ادامه دارد. (شکل ۱۵)

به عبارتی در صورت برقرار کردن این اصل، در هر لحظه کل کیهان فقط به اندازهٔ یک ذره قطعیت خواهد داشت که خود آن ذرهٔ ایزوله شده، کوچکترین ذرهٔ ممکن نیز محسوب می‌شود و مابقی کیهان از عدم قطعیت برخوردار خواهد شد. به بیانی مابقی کیهان به نوعی **مَجاز** به حساب خواهد آمد و بود و نبود آن تابع اصل عدم قطعیت (ط) خواهد بود.



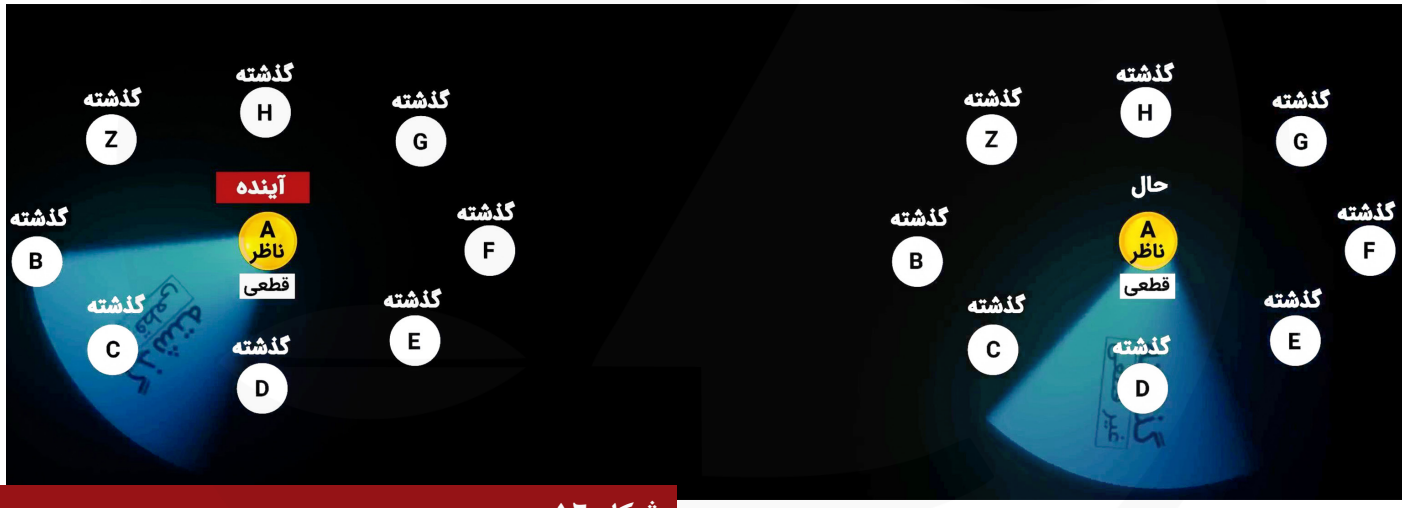
شکل ۱۵
اصل عدم قطعیت طاهری در ذرات

در کل، کیهان‌شناسی شعوری بیان می‌کند که اصل عدم قطعیت (ط) نه تنها به تک‌تک اجزاء تشکیل دهندهٔ کیهان که دربرگیرندهٔ دنیای زیر اتمی تا اندازه‌های بسیار بزرگ است تعمیم داده می‌شود، بلکه کل کیهان را نیز به عنوان یک سیستم، شامل می‌شود. یعنی در هر لحظه، کیهان متشکل از یک ذره است که دارای قطعیت می‌باشد.

برای بیان ساده‌ترِ این مفهوم، می‌توان از مثال موقعیت خورشید نسبت به کرهٔ زمین نیز استفاده کرد. خورشید ستاره‌ایست که در نزدیک‌ترین موقعیت به زمین، ۴۹۰ ثانیهٔ نوری و در دورترین موقعیت، ۵۰۷ ثانیهٔ نوری فاصله دارد. در واقع همواره ما تحولات این ستاره را که در ۴۹۰ الی ۵۰۷ ثانیهٔ قبل اتفاق افتاده و مربوط به گذشتهٔ آن است، مشاهده می‌کنیم. به عبارتی در صورت بروز هر نوع تغییر در خورشید، بعد از حدود هشت دقیقه متوجه آن می‌شویم. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که خورشید در حال حاضر برای ما به عنوان ناظر، تا زمانی که آن را مشاهده نکنیم، در عدم قطعیت قرار دارد. چراکه همانطور که قبلا نیز اشاره شد، از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری اگر هر تودهای از جرم در هر مقیاسی را به عنوان یک واحد در نظر بگیریم، قطعاً آن تودهٔ جرم در محاصرهٔ گذشته قرار دارد.

از زاویهٔ دیگر عدم قطعیت (ط) را می‌توان اینچنین نیز بیان کرد: اگر بر فرض مثال در کیهان با توجه به در نظر گرفتن تمام اجزاء، ما به عنوان ناظر، ذره‌ای فرضی به نام ذرهٔ A را نسبت به ذرات دیگر همانند B تا Z قطعی درنظر بگیریم، ذرهٔ A در عین‌حال که نسبت به ما که ناظرِ آن هستیم در زمانِ حال قرار می‌گیرد، در عین‌حال نیز نسبت به سایر ذرات B تا Z، آینده محسوب می‌شود و اینکه خود ذرات B تا Z زمان گذشته، نسبت به ذرهٔ A به حساب می‌آیند و برعکس اگر ذرات B تا Z را نسبت به ذرهٔ A قطعی در نظر بگیریم، این ذرات، نسبت به ما که ناظر آن هستیم زمان حال به حساب آمده و در عین‌حال نیز نسبت به ذرهٔ A آینده محسوب شده و خود ذرهٔ A نسبت به آنها در گذشته به شمار می‌آید. (شکل۱۶)

در نتیجه طبق این دیدگاه به صورت کلی در کیهان، موقعیت هر ذره از دید ناظری که در حالت‌های متفاوتی قرار می‌گیرد می‌تواند در زمان‌های گذشته، حال یا آینده واقع شود.

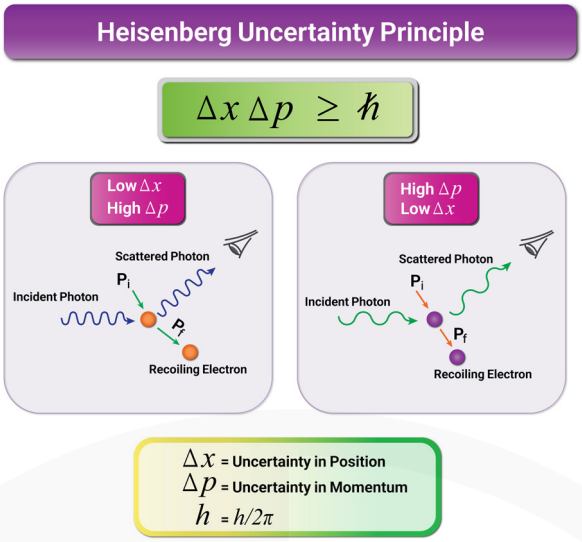


شکل ۱۶
تصویر راست: ذرات B تا Z نسبت به ذرهٔ ایزوله شدهٔ A، گذشته به حساب می‌آیند. تصویر چپ: ذرهٔ A نسبت به ذرات B تا Z، آینده محسوب می‌شود.

تفاوت اصل عدم قطعیت (ط) با عدم قطعیت هایزنبرگ

اصل عدم قطعیت (ط) با عدم قطعیت هایزنبرگ متفاوت می‌باشد. عدم قطعیت هایزنبرگ برای اولین بار در سال ۱۹۲۷ توسط ورنر هایزنبرگ (Werner Karl Heisenberg) فیزیکدان آلمانی معرفی شد و از خاصیت دوگانگی موج- ذرهٔ ماده ناشی می‌شود که مربوط به جهان زیراتمی است. یعنی برای ذراتی که دارای ماهیت ذره‌ای و ماهیت موجی می‌باشند، تعیین دقیق موقعیت و سرعت به طور همزمان امکان پذیر نخواهد بود. به بیان ساده هرچه موقعیت برخی از ذرات دقیق‌تر تعیین شود، تکانه آن نسبت به شرایط اولیه با دقت کمتری پیش‌بینی می‌شود و بالعکس.[۱۹،۲۰] (شکل ۱۷)

اما اصل عدم قطعیت (ط) نه تنها دنیای زیراتمی بلکه کل کیهان را در برمی‌گیرد و به همین دلیل می‌توان از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری به آن **اصل عدم قطعیت عام طاهری (ط)** نیز گفت.



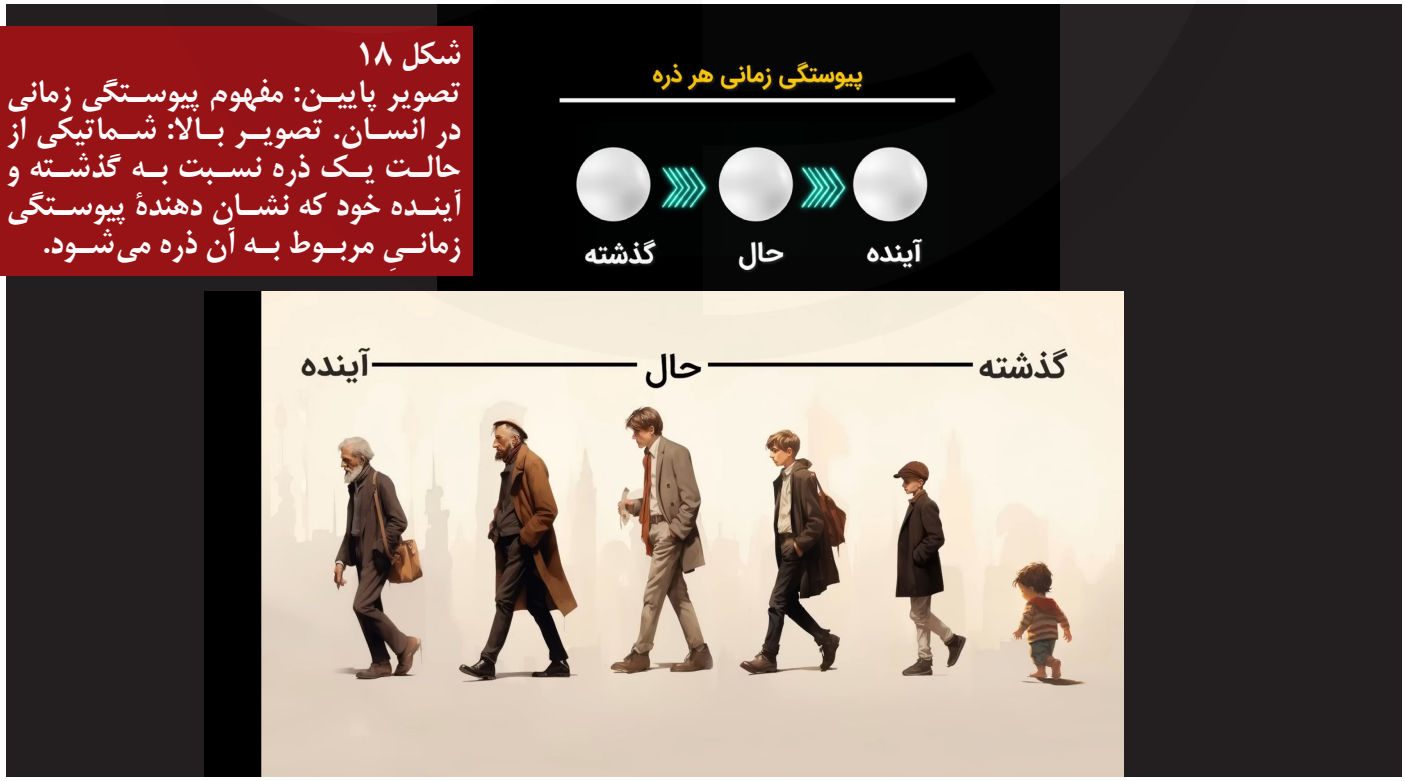
شکل ۱۷
عدم قطعیت هایزنبرگ

اصل پیوستگی زمانی

زمان پیوسته و غیرپیوسته

با توجه به عدم قطعیت (ط) اصل دیگری نیز قابل تعریف است. همان طور که قبلا بیان شد، هر ذره در کیهان بسته به موقعیت ناظر می‌تواند در گذشته، حال و یا در آینده فرض شود. حال اگر ناظری یک ذره را مطابق اصل عدم قطعیت (ط) در زمان حال ایزوله کند، آنگاه زمان برای آن ذره **غیرپیوسته** خواهد بود. چون نه تنها این ذرهٔ ایزوله شده نسبت به ذرات دیگر، گذشته و آینده به حساب نمی‌آید بلکه ذرات دیگری وجود نخواهند داشت که نسبت به آنها در یک توالی زمانی قرار بگیرد. نکته اینجاست که برای تک‌تک ذرات می‌توانیم یک پیوستگی زمانی نیز تعریف کنیم. یعنی گذر از گذشته به حال و از حال به آینده. طبق این مفهوم، هر ذره محصول گذشتهٔ خود می‌باشد که کیهان‌شناسی شعوری به این خاصیتِ رفتارِ عام در کیهان و پویایی زمان در اجزاء آن، **پیوستگی زمانی** می‌گوید. (شکل ۱۸)

بنابراین، این دیدگاه بر خلاف برخی از فرضیات فیزیکدانان که گذشته و حال و آینده را در کیهان ثابت و تغییرناپذیر می‌دانند، بیان می‌کند که زمان در کیهان منجمد نبوده و به صورت پویا در جریان است و تنها شرط غیرپیوستگی زمان برای ذرات و یا اجزاء کیهان، ایزوله کردن آنها در زمان حال توسط ناظر می‌باشد. از طرفی هر ذره به خودی خود دارای این پیوستگی زمانی است. به عبارتی طبق این دیدگاه، هر ذره، هر جاندار و هر انسانی با توجه به ویژگی پویایی زمان که یک خاصیتِ رفتاری عام در کیهان به حساب می آید، محصول گذشتهٔ خود می‌باشد.



شکل ۱۸
تصویر پایین: مفهوم پیوستگی زمانی در انسان. تصویر بالا: شماتیکی از حالت یک ذره نسبت به گذشته و آینده خود که نشان دهندهٔ پیوستگی زمانیِ مربوط به آن ذره می‌شود.

پیوستگی زمانیِ ذرات، چالشی برای مدل استاندارد کیهان شناسی

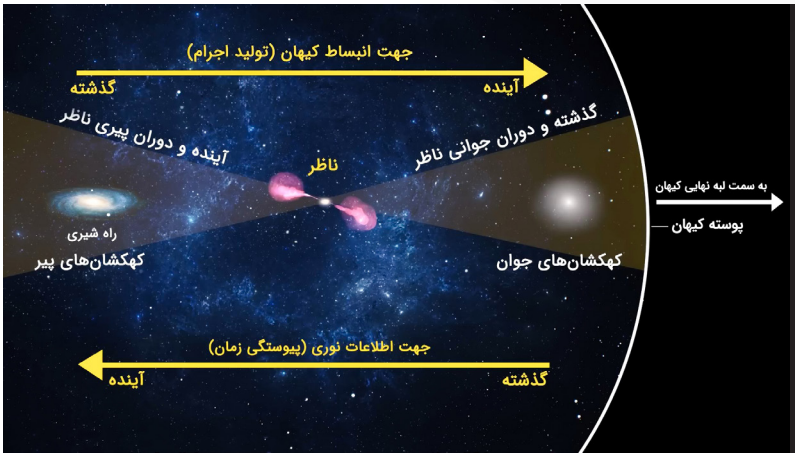
کیهان‌شناسی شعوری برای بیان مفهوم پیوستگی زمان، از مثالی استفاده می‌کند که چالشی برای مدل استاندارد کیهان‌شناسی نیز به شمار می‌آید. در این مثال ناظری را در نظر بگیرید که از میان میلیونها کهکشان کشف شده، در کهکشانی قرار دارد که سن آن از راه شیری که جزء پیرترین کهکشان‌های کیهان است، کمتر بوده و از لحاظ مکانی نیز مابین راه شیری و کهکشان‌های جوان‌تر که در اعماق کیهان قرار گرفته‌اند، واقع شده است.

حال اگر این ناظر روی همین کهکشان درنظر گرفته شده، دو طرف خود را رصد کند، مگر غیر از این است که در یک سمت، کهکشان پیرتر از خود که همان کهکشان راه شیری است و در سمت دیگر کهکشان‌های جوان‌تر از خود را رصد خواهد کرد؟ در واقع جایگاه این ناظر و نوع مشاهده، باعث در نظر گرفتن یک خط زمانی از گذشته به آینده که نشان‌دهنده سیر تحول کیهان است می‌شود. (شکل ۱۹) از طرفی نیز طول موج تابش پس‌زمینهٔ کیهانی برای این کهکشان که ناظر از روی آن در حال رصد اعماق فضاست، از یک سمت با سمت دیگر متفاوت خواهد بود که خود این امر یکی از دلایل عدم حاکم بودن اصل همسانگردی در کیهان است و همان طور که اشاره شد اخیرا شواهدی نیز این اصل را به چالش کشیده‌اند.[۲۱]

شکل ۱۹
ناظری که از یک سمت دوران جوانی کهکشان‌ها و از سمت دیگر کهکشان‌های پیر را مشاهده می‌کند. این مشاهده باعث به چالش کشیده شدن اصل همسانگردی در مدل استاندارد کیهان‌شناسی می‌شود.

آینده‌ای که با تاخیر به ما می‌رسد

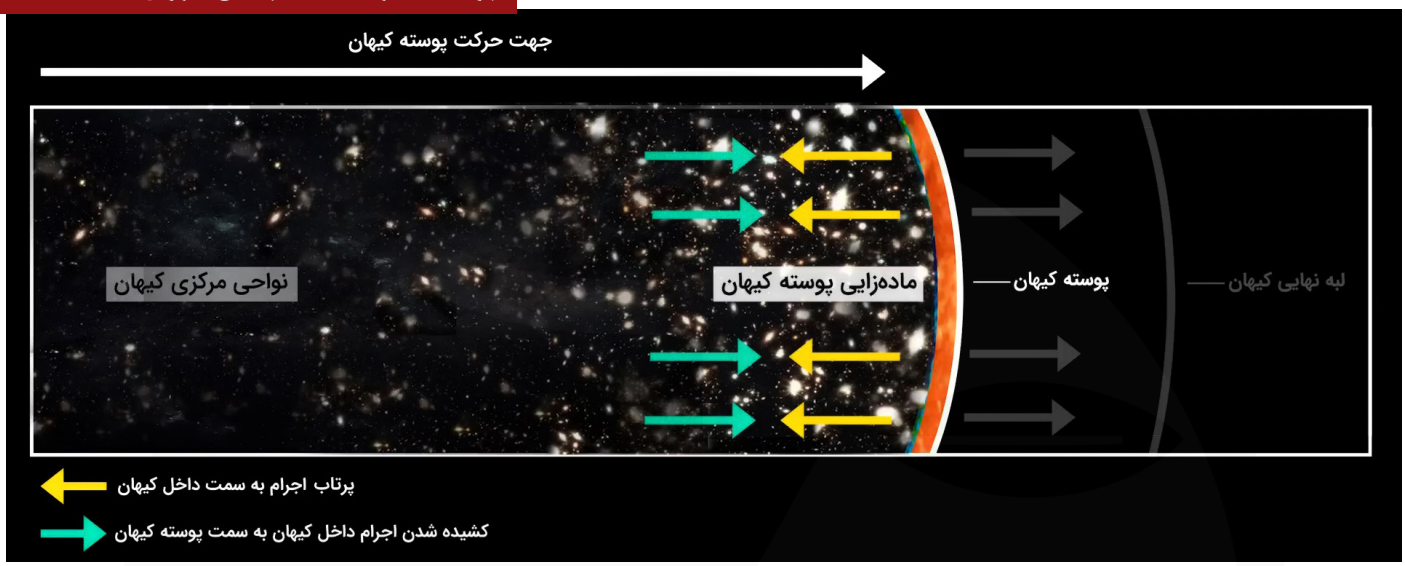
کیهان‌شناسی شعوری اظهار می‌کند که مثال بیان شده که به عنوان چالشی برای آخرین مدل بیگ‌بنگ به شمار می‌رود، نشان دهندهٔ شکل هندسی کروی کیهان و پیوستگی زمانی در اجرام توزیع شدهٔ درون آن است که به ما می‌گوید: رصد اعماق فضا و مشاهدهٔ گذشته، الزاما نشان دهندهٔ دوران جوانی و یا طفولیت کیهان نیست و در کل، جهت بردار آینده از جوانی یک کهکشان تا رسیدن به کهکشان‌های میانسال و در نهایت پیر، نشان می‌دهد که درون کرهٔ کیهان، ما در حال سیر تحول از گذشته (نواحی مربوط به کهکشان راه شیری که همان نواحی مرکزی این کره است) به سمت آینده (اعماق فضا که نواحی مربوط به پوستهٔ کیهان می‌باشد) هستیم. (شکل ۲۰)



شکل ۲۰
مدل کیهان کروی بیان می‌کند که رصد اعماق فضا و مشاهدهٔ گذشته، الزاما نشان دهندهٔ دوران جوانی و یا طفولیت کیهان نیست.

به بیان دیگر مطابق مدل کیهان کروی، این پوستهٔ کیهان است که در حال دور شدن از ما است و به موازات با تجزیهٔ پوسته، اجرام جدید تولید شده و به درون کیهان پرتاب می‌شوند. در این مدل جایگاه کهکشان راه شیری در نواحی مرکزی این کرهٔ عظیم قرار دارد که به سمت پوستهٔ کیهان در حال حرکت است. بنابراین رصد اجرام در اعماق فضا و منشاء تابش پس‌زمینهٔ کیهانی یا همان دوران نوترکیبی (Recombination epoch) نشان دهندهٔ رخدادهای در حال وقوع فعلی است و به خاطر وسعت بسیار عظیم کیهان، گذشتهٔ آن وقایع برای ما قابل مشاهده است. **(یعنی آینده‌ای که با تاخیر به ما میرسد)** (شکل ۲۱)

شکل ۲۱
تولید اجرام جدید در نواحی نزدیک به پوسته در مدل کیهان کروی



همان طور که بیان شد، با حرکت پوستهٔ کیهان به بیرون یا همان افزایش حجم جهان، تمامی اجرام نیز همزمان به دنبال آن در حال کشیده شدن بوده و به سمت لبهٔ نهایی کیهان در حال حرکت می‌باشند. مشابه این جریان، همانند حرکت شخصی است که درونِ قطارِ در حال حرکت، به سمت انتهای قطار قدم می‌زند. با وجودِ اینکهِ حرکت شخص خلاف جهت حرکت قطار می‌باشد، چون سرعت قطار بیشتر از سرعت شخص است، درنتیجه برآیندِ جهتِ حرکت و سرعتِ شخص، در جهت پیشروی حرکت قطار که رو به جلو است خواهد بود. همین امر برای اجرام تازه تولید شده توسط پوسته و یا اجرام درون کیهان نیز در حال رخ دادن می‌باشد. (شکل ۲۲) درحالی که در مدل استاندارد کیهان‌شناسی، ما از گذشتهٔ کیهان که همان بیگ‌بنگ است در حال دور شدن می‌باشیم که این گذشتهٔ در حال حاضر وجود نداشته و وقایع کیهانی از بیگ‌بنگ تا کنون، صرفا به صورت یک خط زمانی در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۲۲
مثال قطار جهت توضیح نحوهٔ تولید و پرتاب اجرام جدید کیهانی و جهت پیشروی پوستهٔ کیهان در مدل کیهان کروی

حـال اینکـه در مـدل کیهـان کـروی، کیهان‌شناسـی شـعوری بـرای کیهـان مرکـز قائـل بـوده و محـدوده‌ای را هـم بـرای ایـن مرکـز معرفـی می‌کنـد و کهکشـان راه شـیری را نیـز در نزدیکـی ایـن محـدوده در نظـر می‌گیـرد کـه ایـن موضـوع، بـا دلایـل و شـواهد رصـدی کـه در فرضیـهٔ مرکـز کیهـان بیـان خواهـد شـد، ارائـه می‌شـود. (شـکل ۲۳)

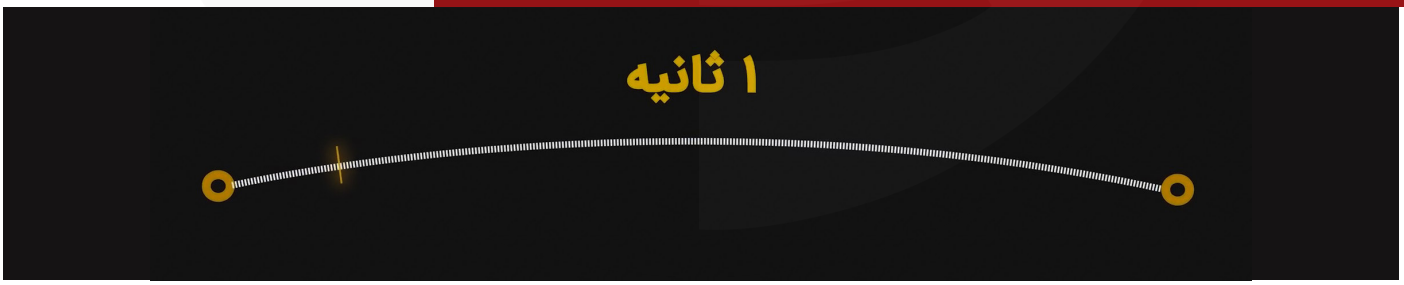
شکل ۲۳
زمیـن، مطابـق مـدل کیهـان کـروی در حوالـی مرکـزی کیهـان واقـع شـده اسـت.

عدم قطعیت زمان

در کل بـا توجـه بـه ویژگی‌هـا و جنبه‌هـای ذکـر شـده از عـدم قطعیـت (ط)، کیهان‌شناسـی شـعوری نتیجـه می‌گیـرد کـه خـود مقولـهٔ زمـان نیـز نسـبی می‌باشـد. یعنـی زمـان هـم می‌توانـد بـا توجـه بـه ناظـر پیوسـته و هـم غیرپیوسـته باشـد. بـه طوریکـه ایـن نـوع پیوسـتگی زمانـی هـم وجـود دارد و هـم وجـود نـدارد. بـه عبارتـی خـود پیوسـتگی زمانـی دچـار عـدم قطعیـت می‌باشـد.

بـه ایـن دلیـل کـه اگـر در دنیـای واقعیـت در پـی شـکار هـر لحظـه باشـیم، بلافاصلـه خـود آن لحظـه را از دسـت می‌دهیـم. چـون از دیـدگاه کیهان‌شناسـی شـعوری در عیـن حـال کـه هـر لحظـه از یـک بینهایتـم واحـد زمـان تشـکیل شـده اسـت، در عیـن حـال نیـز مـا بـه عنـوان ناظـر در دنیـای واقعـی هرگـز نمی‌توانیـم بـه آن یـک بینهایتـم کـه همـان زمـان حـال واقعـی در حـال گـذر می‌باشـد، دسترسـی داشـته باشـیم و خـود زمـان حـال نسـبی خواهـد بـود. در نتیجـه بـه نحـوی کـه بیـان شـد مـا در کیهـان، بـا اصـل عـدم قطعیـت زمـان مواجـه می‌شـویم. (شـکل ۲۴)

شکل ۲۴
ایزولـه کـردن زمـان حـال واقعـی، با توجه بـه اینکه یـک ثانیـه از بینهایـت لحظه تشـکیل شـده اسـت، در دنیای واقعـی ناممکن می‌باشـد.



نتیجه‌گیری

علـت نام‌گـذاری مرکزیـت کیهـان از زاویـهٔ زمـان بـرای یـک ذره ایـن اسـت کـه بـا در نظـر گرفتـن اصـل عـدم قطعیـت (ط)، هـم مـکان و هـم زمـان بـرای ذرات بـا توجـه بـه وضعیـت ناظـر می‌توانـد مَجـاز تلقـی شـوند. مثالـی کـه بـرای بیـان سـادهٔ ایـن فرضیـه می‌تـوان بـه کار بـرد، ایـن اسـت کـه اگـر در سیسـتمی هماننـد منظومـه شمسـی کـه قبـلا نیـز بـه آن اشـاره شـد، زمیـن را در زمـان حـال، ایزولـه کنیـم و بـه آن قطعیـت دهیـم، در ایـن صـورت سـایر اجـزای ایـن سیسـتم، تابـع عـدم قطعیـت (ط) خواهنـد بـود. بـه طوریکـه در ایـن شـرایط نمی‌توانیـم وجـود خورشـید را قطعـی بدانیـم. چراکـه ممکـن اسـت دقایقـی قبـل، خورشـید از بیـن رفتـه و هـم اکنـون وجـود نداشـته باشـد و مـا حـدود هشـت دقیقـهٔ بعـد متوجـه ایـن موضـوع شـویم. پـس در حـال حاضـر وجـود خورشـید بـرای مـا بـه عنـوان ناظـر، قطعیـت نـدارد. همیـن امـر می‌توانـد بـه کل کیهـان بـه عنـوان یـک سیسـتم نیـز بسـط داده شـود کـه ایـن موضـوع نشـانگر نسـبی بـودن کیهـان می‌باشـد. **در واقـع کل کیهـان تابـع اصـل عـدم قطعیـت (ط) اسـت.** (شـکل ۲۵)

شکل ۲۵
از دیدگاه کیهان‌شناسی شعوری کل کیهان چه اجزاء قابل مشاهده و چه غیرقابل مشاهده مَجاز بوده و شامل اصل عدم قطعیت (ط) می‌باشند.

منابع

[1] Brian Albert, R. (2019). Introductory Chapter: Standard Model of Cosmology. In R. Brian Albert (Ed.) ,*Redefining Standard Model Cosmology* (pp. Ch. 1). Rijeka :IntechOpen.

[2] Essen, L., & Parry, J. V. L. (1955). An Atomic Standard of Frequency and Time Interval: A Cæsium Resonator. *Nature*, *176*(4476), 280-282.

[3] Petkov, V. (Ed.) (2012). *Space and Time, Minkowski's Papers on Relativity.* Montreal, Quebec, Canada: Minkowski Institute Press. (The original work was published by Minkowski, H. in 1909). https://mathweb.ucsd.edu/~b3tran/cgm/Minkowski_SpaceAndTime_1909.pdf

[4] Placek, T. (2019). Past, present and future modally introduced. *Synthese*, *198*(4), 3603-3624. Springer Link.

[5] Audoin, C., & Guinot, B. (2001). *The Measurement of Time: Time, Frequency and the Atomic Clock.* Cambridge: Cambridge University Press.

[6] Lombardi, M. (2002). Fundamentals of Time and Frequency. In R. H. Bishop (Ed.), *The Mechatronics Handbook*. Boca Raton: CRC Press.

[7] NIST. (2022, April 7). *The Planck constant*. NIST. https://www.nist.gov/physics/what-planck-constant

[8] Beck, Kevin. (2023, April 14). *What is Planck's Constant?*. Sciencing. https://sciencing.com/use-plancks-constant-2378.html

[9] Avery, P. (2015, August 24). *Basic Units and Introduction to Natural Units* [Lecture notes]. https://www.phys.ufl.edu/~avery/course/4390/f2015/lectures/natural_units.pdf

[10] Impey, C. (2018). *Einstein's Monsters: The Life and Times of Black Holes*. W. W. Norton & Company.

[11] Young, H. D., & Freedman, R. A. (2019). *University Physics with Modern Physics* (15th ed.). Pearson Education.

[12] Callahan, J. J. (2000). *The Geometry of Spacetime: An Introduction to Special and General Relativity.* New York, NY: Springer.

[13] Arthur, R. T. W. (2019). Time in General Relativity. In R. T. W. Arthur (Ed.), *The Reality of Time Flow: Local Becoming in Modern Physics* (pp. 179-217). Cham: Springer International Publishing.

[14] Weinberg, S. (1972). *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity.* Wiley.

[15] Sassoli de Bianchi, M. (2013). *Observer Effect: The Quantum Mystery Demystified*. Adea Edizioni.

[16] Baclawski, K. (2018, June 11-14). *The Observer Effect*. 2018 IEEE Conference on Cognitive and Computational Aspects of Situation Management (CogSIMA), Boston, MA, USA. https://ieeexplore.ieee.org/document/8423983

[17] Rieffel, E. G., & Polak, W. H. (2011). *Quantum Computing: A Gentle Introduction*. MIT Press.

[18] Dent, Eric, The Observation, Inquiry, and Measurement Challenges Surfaced by Complexity Theory (October 4, 2013). Managing the Complex: Philosophy, Theory and Practice. 253-283, Forthcoming, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2335850 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2335850

[19] Heisenberg, W. (1927). Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik (On the Imaginable Content of Quantum Theoretical Kinematics And Mechanics). Zeitschrift für Physik, 43, 172-198. [English translation retreived from: http://www.iftucr.org/IFT/Heisenberg_files/heisenberg.pdf]

[20] Heisenberg, W. (1983). *The actual content of quantum theoretical kinematics and mechanics*. Transl. into ENGLISH from Zeitschrift fuer Phys. (West Germany), v. 43, no. 3-4, 1927 p 172-198. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration.

[21] Jones, J., Copi, C. J., Starkman, G. D., & Akrami, Y. (2023). The Universe is not statistically isotropic. *arXiv*. arXiv:2310.12859.