دکتر حسن بلوری

برلین، ۲۰۲۳/۰۸/۰۳

آیا کیهان یک سیاه‌چاله است؟

و ما در یک سیاه‌چاله زندگی می‌کنیم؟

تصویر بخشی از کیهان گرفته شده در جولای ۲۰۲۳ توسط تلسکوپ "اقلیدس" با ماموریت تحقیق روی ماده تاریک و انرژی تاریکِ کیهان[۱]

Is the universe a black hole?

آیا ما در یک سیاه‌چاله به نام کیهان با شعاع مشاهده شدهٔ ۴۵ میلیارد سال نوری، با جرم $۱۰^{۵۳}$ کیلوگرم و چگالی $۴/۷ \cdot ۱۰^{-۳۰}$ گرم در سانیمترمکعب زندگی می‌کنیم؟

فشرده

آیا کیهان یک سیاه‌چاله است و ما در یک سیاه‌چاله زندگی می‌کنیم؟ اگر چنین باشد، سیاه‌چاله‌های ریز و درشتِ موجود در این سیاه‌چاله‌ی "مادر" چه معنایی، چه فرم‌هایی و چه ویژگی‌هایی دارند؟ آیا می‌توان به شرط صحت داشتن "جهان‌های موازی" آنها را نیز سیاه‌چاله دانست؟

بی‌شک فانتازی آدمی اجازه‌ی تصور بسیاری چیزها را می‌دهد. اما به راستی تا چه اندازه می‌توان چنان تصوراتی را واقعی تلقی کرد؟ روشن است که ما تنها زمانی چیزی را واقعی می‌دانیم که برای آن شواهد عینیِ و تجربی کافی ارائه کنیم. آیا چنین شواهدی برای سیاه‌چاله بودن کیهان وجود دارند؟

برای حضور سیاه‌چاله‌های ریز و درشت در کیهان شواهدی را در اختیار داریم و از نظر تئوری هم قادریم اشکال و ویژگی‌های آنها را برشمریم. اما در مورد سیاه‌چاله‌ی "مادر" (کیهان) هیچ نشانه‌ی عینی که دال بر سیاه‌چاله بودنش باشد نمی‌شناسیم، جز آنکه با ایجاد نوعی رابطه بین انفجار بزرگ، جرم کیهان و افق کیهان‌شناسی، مدعی آن باشیم. بی‌شک اثبات چنین رابطه‌ای نیازمند شناخت کافی از افق رویداد کیهانی که سیاه‌چاله تصورش می‌کنیم است. اما از چنین رابطه‌ای جز حدس و گمان چیزی نمی‌دانیم. در مورد "کیهان‌های موازی" حتا از واقعی بودن آنها اطلاع نداریم چه برسد به سیاه‌چاله بودنشان. تصور "جهان‌های موازی" ناشی از نوعی برداشت از نظریه کوانتوم است که لزومن نباید عینیت داشته باشد.

در این مقاله می‌خواهم پس از پیشگفتاری کوتاه، مفهوم‌های سیاه‌چاله، افق رویداد، افق رویدادِ سیاه‌چاله، افق کیهان‌شناسی و افق رویداد کیهانی را تعریف کنم. و سپس اشکال مختلف سیاه‌چاله‌ها و ویژگی‌های آنها را برشمرم تا در ادامه به رابطه‌ی بین افق کیهان‌شناسی و جرم (چگالی) کیهان بپردازم، رابطه‌ای که شاید بتوان آن را نشانی هرچند ناکافی برای سیاه‌چاله بودن کیهان دانست. در پایان مایلم نکاتی را هم در رابطه با نظریه نسبیت عام، شعاع افق رویداد و پدیده‌ی انتقال به سرخ و همچنین انتقال به سرخ بر اثر انبساط کیهان را توضیح دهم.

پیشگفتار

"ستارگانِ سیاه" ایده‌ای بود که در پایان قرن هجدهم جان میچل (۱۷۹۳-۱۷۲۴) فیلسوف طبیعی و زمین‌شناس انگلیسی و پیر سیمون لاپلاس (۱۸۲۷-۱۷۴۹) ریاضیدان و فیزیکدان فرانسوی در باره‌ی آن مطالبی نوشتند. اما این نوشته‌ها مورد توجه قرارنگرفت. در سال ۱۹۱۵ آلبرت اینشتین با ارائه‌ی نظریه نسبیت عام به این ایده یک چارچوب نظری تحسین‌آمیزی بخشید ـ با معادلاتی معروف به معادلات گرانشی اینشتین. یک سال بعد کارل شوارتزشیلد (۱۹۱۶-۱۸۷۳) منجم و فیزیکدان آلمانی این معادلات را برای یک حالت ساده، یعنی برای یک "نقطه"ی جرم‌دار (برای مثال یک ستاره که از فاصله‌ی دور به شکل یک "نقطه" جلوه می‌کند) حل کرد. او از این طریق موفق به نشان دادن فضازمانی متقارن با شعاعی که اکنون به شعاع شوارتزشیلد معروف است شد. این شعاع برای جسمی با جرم M برابر با $r_s = M \cdot 1{,}485 \cdot 10^{-27}\ m/kg$ است. از آن زمان تاکنون فیزیکدان‌ها موفق به ارائه‌ی صدها نمونه دیگر از حل دقیقِ معادلات اینشتین شده‌اند از جمله برای اجرام در حال چرخش مانند ستارگان.

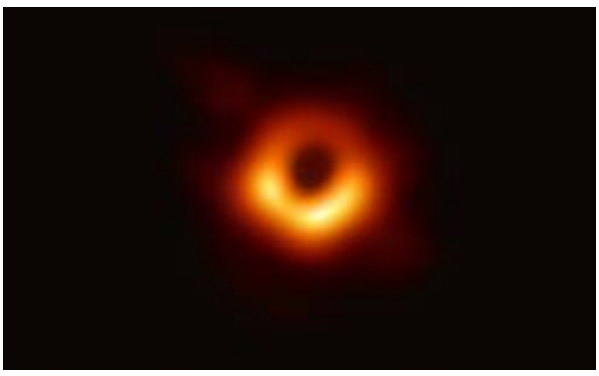
مفهوم سیاه‌چاله

تراکم بسیار بالای مادّه در بخش‌هائی از کیهان باعث شکل‌گیری فرم‌ها و حالت‌های نامتعارفِ مادّه مانند سیاه‌چاله‌ها می‌شود. سیاه‌چاله یا حفره‌ی سیاه به ناحیه‌ای از فضازمان گفته می‌شود که از ماده‌ی بشدت بهم‌فشرده، چگالی بسیار بالا، تشکیل شده و نیروی گرانشی آن چنان بالاست، یعنی انحنای فضازمان آن چنان شدید است، که امکان گریز هیچ چیزی از داخل آن حتا نور را هم نمی‌دهد.[۲و۳] سیاه‌چاله‌ها در رابطه با نوع مکانیسم شکل‌گیریشان دارای فرم و ویژگی‌های خاص هستند. علمی که توان توصیف چنین اجرامی را دارد، نظریه نسبیت عام اینشتین است. نظریه‌ای که می‌گوید چنانچه بشود برای مثال کل جرم خورشید با شعاع ۷۰۰۰۰۰کیلومتر را در فضائی به شعاع ۳کیلومتر متراکم کرد، تبدیل به یک سیاه‌چاله می‌شود. همین‌طور است چنانچه کل جرم کره زمین با شعاع ۶۴۰۰کیلومتر در فضائی به شعاع ۱سانتی‌متر متراکم شود. در باره‌ی تعداد سیاه‌چاله‌ها در کیهان در مقاله‌ی[۲] می‌خوانیم:

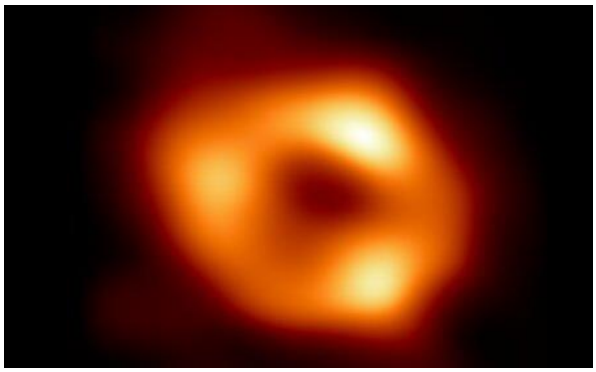
"کهکشان ما بیش از ۱۰۰میلیارد ستاره دارد. از این تعداد حدود ۱۰۰میلیون به اندازه‌ای بزرگ هستند که می‌توانند به سیاه‌چاله تبدیل شوند. در کیهان بیش از ۱۰۰میلیارد کهکشان وجود دارد. در مرکز هر یک از این کهکشان‌ها یک سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرم وجود دارد. چنانچه کهکشان راه شیری را به‌عنوان معیاری متوسط برای کهکشان‌ها در نظر بگیرم، در این‌صورت حدود ۱۰میلیاردمیلیارد ستاره در کیهان هست که می‌توانند به سیاه‌چاله تبدیل شوند. به این تعداد می‌باید ۱۰۰میلیارد سیاه‌چاله‌های کلان‌جرم کهکشان‌ها را نیز اضافه نمود. تاکنون تعداد ناچیزی از سیاه‌چاله‌ها کشف شده‌اند."[۴]

و در جای دیگر همان مقاله‌ی[۲] آمده است:

"سیاه‌چاله‌های کلان‌جرم حدود ۱۰۰هزار تا ۱۰میلیارد جرم خورشید و شعاع شوارتزشیلد حدود ۱۵۰هزار کیلومتر تا ۳۰میلیارد کیلومتر را دارند. نزدیک‌ترین سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرم به منظومه شمسی در مرکز کهکشان راه شیری قرار دارد. معروف‌ترین سیاه‌چاله‌ای که تصویر آن به‌عنوان اولین تصویر از یک سیاه‌چاله در تاریخ ۱۰آوریل ۲۰۱۹ منتشر شد سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرم کهکشان M87 است"[۲] (تصویر۲).



تصویر۲: اولین تصویر از یک سیاه‌چاله[۵]



تصویر۳: اولین تصویر از سیاه‌چاله در مرکز کهکشان راه شیری[۶]

تصویر۲: سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرمِ کهکشانM87 با شعاع شوارتزشیلد حدود۱۹میلیاردکیلومتر را که از محاسبه‌ی تصویرهای رادیوئی، گرفته شده توسط تلسکوپ افقِ رویداد، به‌دست‌آمده است را نشان می‌دهد.[۵] در تاریخ ۱۲می ۲۰۲۲ تصویر

سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرم در مرکز کهکشان ما به نام Sagittarius A* (تصویر۳) منتشر شد. این سیاه‌چاله با قطر ۲۴میلیون کیلومتر و جرمی حدود ۴٫۳میلیون جرم خورشید در فاصله‌ی ۲۷هزار سال نوری از ما قرار دارد.

مفهوم افق رویداد

"افق رویداد (event horizon) در نظریه نسبیت عام به مرزی در فضازمان گفته می‌شود که رویدادهای فراتر از آن برای ناظری که این طرف مرز قرار دارد قابل مشاهده نیستند."[۷] در واقع افق رویداد مرز بین امکان تبادل انفورماسیون و روابط علّی در سوی ناظر و فقدان آنها با آن سوی مرز است. این وضعیت حاصل از ساختار فضازمان در اطراف سیاه‌چاله و قوانین فیزیک، به‌ویژه سرعت نور، می‌باشد. با این حال افق رویداد را نباید یک مرز فیزیکی تصور کرد، چراکه هیچ ناظری نمی‌تواند عبور و زمان عبور از آن را تعیین کند. بزرگی و شکل افق رویداد تنها تابع جرم (چگالی)، تکانه‌ی زاویه‌ای (angular momentum) و بارالکتریکی داخل سیاه‌چاله است.

در اخترفیزیک (astrophysics) که به بررسی سرشتِ فیزیکی کیهان و اجرام آن مانند ستارگان و کهکشان‌ها و شناسایی فضای بین آنها پرداخته می‌شود، افق رویداد به مرزی گفته می‌شود که فراتر از آن، رویدادها توان اثرگذاری بر روی ناظر در این سو را ندارند. از دید ناظر، زمان برای هر شئ‌ای که به افق رویداد نزدیک می‌شود، گسترش (بسط،اتساع) می‌یابد. در نتیجه به‌نظر حرکت آن رو به کاهش دارد و هیچ‌وقت هم به‌طور کامل از افق رویداد عبور نمی‌کند.

مفهوم افق رویداد سیاه‌چاله

مرز بیرونی ناحیه سیاه‌چاله، افقِ رویداد (و یا آنگونه که استیون هاوکینگ می‌گفت "افق ظاهری") نامیده می‌شود. افق رویداد مرز غیرقابل نفوذ، حتا برای نور، از داخل سیاه‌چاله به بیرون را تشکیل می‌دهد. مرزی که از نگاه نظری کاملن مشخص ولیکن به‌طرز عملی، یعنی برای منجمان، کمتر تعیین شده است.

افق رویداد سیاه‌چاله سطحِ متشکل از مجموعه‌ای از پرتوهای نورِ خروجیِ شعاعی است که نه توان فرار از سیاه‌چاله را دارند و نه توان افتادن به داخل آن را.[۵]

گرچه سیاه‌چاله‌ها سیاه و لذا نامرئی هستند اما کنش و واکنش‌های نیروی گرانشی آنها با ماده‌ی پیرامونی بیان از حالت نامتعارف فضازمان در ناحیه‌ی مربوطه دارد. در اینجا همان‌گونه که پیش‌تر گفتیم کمیت تعیین کننده و شکل دهنده‌ی سیاه‌چاله‌ها و با آن افق رویداد، چگالی بسیار بالای ماده است و نه الزامن مقدار ماده.[۲]

بنابر نظریه کوانتوم در ناحیه‌ی افقِ رویداد امکان شکل‌گیری ذرات و پاددرات وجود دارد. ذرات و پاددراتِ به وجود آمده می توانند در دو جهت مخالف، یکی به درون سیاه‌چاله و دیگری به بیرون از افق رویداد حرکت کنند.

طبق نظریه‌ی استفن هاوکینگ امکان "تبخیر" سیاه‌چاله‌ها توسط ذرات کوانتومی، اشعه حرارتی، که به آن اشعه هاوکینگ نیز گفته می‌شود، وجود دارد. در صورت تایید تجربی این نظریه معنای آن این خواهد بود که ۱. سیاه‌چاله‌ها به‌شکل ایده‌آل سیاه نیستند ـ صرف‌نظر از اینکه اصولن جسم سیاه رنگ تمام عیار وجود ندارد. و ۲. آنها جرم خود را در طول زمان بسیار طولانی، بستگی به مقدار جرم سیاه‌چاله دارد، از دست می‌دهند. هرچه سیاه‌چاله بزرگتر باشد "تبخیر" آن کندتر است.

مفهوم افق کیهان‌شناسی

افق کیهان‌شناسی به فاصله‌ی طی شده توسط ذراتی مانند ذرات نور (فوتون‌ها) در طول عمر کیهان تا رسیدن به ناظر گفته می‌شود. یعنی، حداکثر فاصله که برای ناظر قابل مشاهده است. وجود و ویژگی‌های افق کیهان‌شناسی تابع مدلی می‌باشد که برای کیهان‌شناسی در نظر گرفته شده است. برای مثال نور گسیل شده از زمان انبساط کیهان در مدل بیگ بنک (انفجار بزرگ) زمان کافی تا رسیدن به ما را داشته است. با فرض اینکه کیهان همسانگرد[۸] است، فاصله تا لبه‌های کیهانِ مشاهده‌پذیر تقریباً در همه جهات یکسان است. یعنی، کیهان شکل کروی دارد و هر ناظری خود را در مرکز آن می‌بیند که ممکن است با مرکز زمین همپوشانی داشته یا نداشته باشد.[۹]

مفهوم افق رویداد کیهانی

"در کیهان‌شناسی، افق رویداد کیهانِ مشاهده‌پذیر، به بزرگترین فاصله هم-حرکتی (یا 'فاصله‌ی همراه') گفته می‌شود که نور منتشر شده*کنونی* از آن فاصله قادر است در آینده به ناظر برسد. این با مفهوم افق ذره متفاوت است که نمایانگر بیشترین فاصله‌ای است که از آن فاصله، نوری که در*گذشته* منتشر شده، قادر است به ناظر در زمان مورد نظر برسد.

برای رویدادهایی که فراتر از این فاصله رخ می‌دهند، نور زمان کافی برای رسیدن به ناظر را نداشته، حتی اگر در آغاز شروع کیهان منتشر شده باشد. توسعه افق ذره برحسب زمان، بستگی به ماهیت انبساط کیهان دارد. اگر انبساط مشخصه‌های ویژه‌ای داشته باشد، بخش‌هایی از کیهان هیچ‌وقت مشاهده‌پذیر نخواهد بود، فرقی نمی‌کند که ناظر چقدر منتظر ورود نور از آن نواحی باشد. مرزی که رویدادهای فراتر از آن قابل مشاهده نیستند، افق رویداد نامیده می‌شود و نمایانگر حداکثر گسترهٔ افق ذره‌ای است.

فاصله‌ی همراه به‌معنای فاصله بین اشیاء است که انبساط کیهان را درنظرنمی‌گیرد (هرچند ممکن است این فاصله به دلایل دیگری مانند جابجایی کهکشان در درون یک خوشه‌ی کهکشانی تغییر کند). ... افق رویداد کیهانی، یک افق رویداد واقعی است، زیراکه بر روی تمام سیگنال‌ها از جمله امواج گرانشی که با سرعت نور حرکت می‌کنند اثرگذار است.

مثال مدل کیهانِ بدون افق رویداد، کیهانی است که ماده یا تشعشع برآن غلبه یافته است. مثال مدل کیهانِ دارای افق رویداد، کیهانی است که ثابتِ کیهانی[۱۰] بر آن چیره شده باشد.[۱۱]

اشکال مختلف سیاه‌چاله‌ها

سیاه‌چاله‌ها را می‌توان بر حسب جرم و پروسه‌ی شکل‌گیری و یا بر حسب مشخصات فیزیکی‌شان تقسیم‌بندی نمود. در اینباره در مقاله‌ی 'مفهوم ماده در تراکم‌های بسیار بالا'[۲] در بحش *انواع سیاه‌چاله‌ها* می‌خوانیم:

"۱. تقسیم‌بندی سیاه‌چاله‌ها برپایه جرم و پروسه‌ی شکل‌گیری‌شان (در ارتباط با نیروی گرانشی و نیروهای دیگر):

- ریزسیاه‌چاله‌ها (Micro black holes): کوچکترین و یا نخستین سیاه‌چاله‌ها به سیاه‌چاله‌هائی با جرم حدود جرم کره‌ی ماه و شعاع شوارتزشیلد حدود ۰،۱ mm گفته می‌شود.

- سیاه‌چاله‌های ستاره‌وار (Stellar black holes): با جرمی حدود ۱۰جرم خورشید و شعاع شوارتزشیلد حدود ۳۰ کیلومتر.

- سیاه‌چاله‌های جرم متوسط (Intermediate-mass black holes): دارای جرمی حدود هزار برابر جرم خورشید و شعاع شوارتزشیلد حدود هزارکیلومتر.

- سیاه‌چاله‌های کلان جرم (Supermassive black holes): با جرمی حدود ۱۰۰هزار تا ۱۰میلیارد جرم خورشید و شعاع شوارتزشیلد حدود ۱۵۰هزار کیلومتر تا ۳۰میلیارد کیلومتر. نزدیک‌ترین سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرم به منظومه شمسی در مرکز کهکشان راه شیری با جرمی حدود ۴,۳میلیون جرم خورشید به نام Sagittaris A* قرار دارد.

۲. تقسیم‌بندی سیاه‌چاله‌ها برپایه مشخصات فیزیکی (جرم، بارالکتریکی و تکانه‌ی زاویه‌ای):

- سیاه‌چاله‌های بدون بارالکتریکی و بدون چرخش؛ قابل تشریح با متریک شوارتزشیلد؛ شکل افق رویداد: کروی.
- سیاه‌چاله‌های بدون بارالکتریکی ولیکن چرخنده؛ قابل تشریح با متریک کِر؛ شکل افق رویداد: بیضی چرخشی.
- سیاه‌چاله‌های با بارالکتریکی و بدون چرخش؛ قابل تشریح با متریک رایسنر-نُردستروم؛ شکل افق رویداد: کروی متقارن.
- سیاه‌چاله‌های با بارالکتریکی و چرخنده؛ قابل تشریح با متریک کِر-نیومن." ؛ شکل افق رویداد: متقارن محوری."[۲]

افق کیهان‌شناسی و جرم کیهان

در آغاز مقاله این پرسش را مطرح کردیم که آیا کیهان یک سیاه‌چاله است و ما در یک سیاه‌چاله زندگی می‌کنیم؟ این پرسش شاید بی‌معنا به‌نظر آید. اما با توجه به توضیحات بالا از آنجمله اینکه کیهانِ قابل مشاهده نه تنها حدود ۱۰۰میلیارد کهکشان که هر یک حدود ۱۰۰میلیارد ستاره بلکه ماده تاریک و انرژی تاریک (؟) را شامل می‌شود و شعاع یک سیاه‌چاله متناسب با جرم (چگالی) آن است، می‌توان حدس زد که مقدار جرم مربوطه برای یک سیاه‌چاله می‌باید قطری حدود $۱۰^{۲۳}$ کیلومتر یا ۱۰میلیارد سال نوری را داشته باشد. البته با درنظرگرفتن ماده تاریک و انرژی تاریک (؟) بیش از ۱۰میلیارد سال نوری. این اندازه نزدیک به کمیت شناخته شده از کیهان، حدود ۱۳٫۸میلیارد سال نوری، است.[۱۲] به عبارت دیگر:

"می‌توان گفت که جرم کیهان در شعاع هابلی (فاصله‌ای که در آن سرعت یک کهکشانِ دور به دلیل انبساط کیهان درست به اندازه‌ی سرعت نور است) همان مقدار است که جرم یک سیاه‌چاله در همان شعاع. و این نشان از احتمال سیاه‌چاله بودن کیهان دارد."[۱۲] با این حال، همان‌گونه که در آغاز مقاله ذکر شد، این نوع "استدلال‌ها" برای سیاه‌چاله بودن کیهان که در بعضی از منابع به آنها استناد می‌شود، کافی به‌نظر نمی‌رسد.

نظریه نسبیت عام و شعاع افق رویداد

مهم است بدانیم که در نظریه نسبیت عام، شعاع افق رویداد، یعنی فاصله‌ی مرکز یک دایره از محیط آن و یا فاصله‌ی مرکز یک کره از سطح آن، برابر با آنچه از فضای اقلیدسی می‌شناسیم نیست. در اینجا شعاع افق رویداد برابر است با مساحت کره‌ی مربوطه. و این برای مثال در مورد فضای اقلیدسی (فضای صاف، ناخمیده) با شعاع r برابر است با سطح کره، یعنی $4\pi r^2$.

ما می‌دانیم که فضازمان در نظریه نسبیت عام خمیده است، لذا می‌باید در اینجا فاصله‌ی شعاع از مرکز تا سطح کره بیش از فاصله‌ای باشد که از فضای اقلیدسی می‌شناسیم. به عبارت دیگر، فاصله‌ی سطوح دو کره از هم در میدان گرانشی با شعاع r_1 و r_2 بزرگتر از تفاوت این دو شعاع در فضای اقلیدسی است.[۱۳] از این رو لازم است این امر مهم را همواره در تعیین شعاع افق رویداد سیاه‌چاله‌های گوناگون در نظر داشته باشیم.

نظریه نسبیت عام و انتقال به سرخ

در مقاله‌ی[۱۴] تحت عنوان 'قوانین طبیعی و انبساط کیهان' در بخش 'تعریف و چرایی انتقال به سرخ' می‌خوانیم:

"تعریف انتقال به سرخ: انتقال به سرخ (red shift) به پدیده‌ای گفته می‌شود که در آن امواج الکترومغناطیسیِ ارسال شده از یک جرم با دور شدن از گیرنده (ناظر) و یا گیرنده از منبعِ انتشار، امواج (فرستنده) به‌سمتِ طولِ موج سرخ می‌رود.
چرایی انتقال به سرخ: انتقال به سرخ می‌تواند یک و یا همزمان چند علت داشته باشد. علت‌هایی که که سبب انتقال به سرخ می‌شوند عبارتند از: ۱. انتقال (جهشِ) کوانومی ۲. حرکتِ منبع انتشار امواج نسبت به ناظر (و یا بعکس) ۳. انحنای فضازمان (اندازه‌ی نیروی گرانش) و ۴. انبساط کیهان."[۱۴]
در مقاله‌ی نامبرده چهار علت ذکر شده توضیح داده شده است. اما ما در اینجا تنها به علت ۳. یعنی، انحنای فضازمان در رابطه با نسبیت عام را یادآور می‌شویم:

"انتقال به سرخ می‌تواند ناشی از حضور نیروی گرانش باشد. برای مثال بسامد (فرکانس) یک ذره‌ی فوتون که از یک منبع گرانشی دور می‌شود به دلیل کاهش انرژی به قسمت سرخِ طیف می‌رود. بعکس با نزدیک شدن ذره‌ی فوتون به مرکز گرانش انرژی آن افزایش می‌یابد و بسامد بسوی بخش آبیِ طیف می‌رود. این رفتار از طریق قانون پایستگی انرژی (قانون بقاء انرژی) قابل توضیح است.[۱۴] و اینشتین آن را در سال ۱۹۱۱ پیش‌بینی کرده بود.[۱۵و۱۶]

در واقع انتقال به سرخ با دور شدن ار مرکز نیروی گرانش رخ می‌دهد. به این معنا که بسامد ذره (فوتون) با دور شدن از مرکز گرانش مدام کمتر (کوچکتر) می‌شود. عکسِ این حالت در مورد انتقال به آبی صادق است، یعنی وقتی فوتون به مرکز نیروی گرانش نزدیک می‌شود.
مقدار انتقال به سرخ نسبت مستقیم با نیروی گرانش دارد. هر چه نیروی گرانش قوی‌تر باشد، مانند نیروی گرانش ستارگان نوترونی و یا سیاه‌چاله‌ها، به‌همان میزان نیز انتقال به سرخ ذره موقع دور شدن از آنها بیشتر است (و بعکس)."[۱۴]

انتقال به سرخ بر اثر انبساط کیهان

"انتقال به سرخ می‌تواند بر اثر انبساط کیهان رخ دهد. برای مثال یک موج الکترومغناطیسی آزاد را در نظرمی‌گیریم. بدیهیست که طول موج آن با انبساط فضا گسترش (بسط) می‌یابد. یعنی، بسامد آن در طیف به‌سوی سرخ می‌رود. هرچه انبساط فضا بیشتر باشد به‌همان میزان نیز بسط امواج الکترومغناطیسی زیادتر است و بسامد آنها در طیف بیشتر به طرف سرخ می‌رود.

توجه ذاریم که نوع انتقال به سرخ بر اثر انبساط کیهان متفاوت از انتقال به سرخِ بر اثر اثر- دوپلر است. در اثر- دوپلر مسئله بر سر سرعت نسبی ابژکت‌ها (فرستنده و گیرنده) نسبت به یکدیگر است. در حالیکه در انتقال به سرخ بر اثر انبساط کیهان، گسترش کل کیهان، مدنظر می‌باشد. در اینجا امواج آزاد از آنجمله امواج الکترومغناطیسی همسو با انبساط کیهان گسترش می‌یابند. اما چگونه می‌توان دریافت که انتقال به سرخ از طریق انبساط کیهان صورت می‌گیرد و نه توسط اثر- دوپلر؟ پیش‌تر به این پرسش در مقاله‌ی[۱۴] پاسخ داده‌ایم:

برای ابژکت‌های کیهانی که نسبت به یکدیگر بیش از ۳۲۶ سال نوری از هم فاصله دارند اثر-دوپلر قابل چشم‌پوشی است، یعنی تعیین کننده در این حالت انبساط کیهان می‌باشد. آنچه در بالا در باره‌ی بسط (اتساع) زمان در انتقال به سرخ بر اثر نیروی گرانش گفته شد در انتقال به سرخ بر اثر انبساط کیهان نیز صادق است. به این دلیل که امواج ارسال شده‌ی بعدی

می‌باید به علت انبساط کیهان مسیر طولانی‌تری را طی کنند. از این‌رو طول موج آنها بیشتر شده و بسامدشان در طیف به طرف سرخ می‌رود."[۱۴]

سخن پایانی:

شناخت ما از کیهان به دلایل مختلف ذکر شده از جمله و به‌ویژه بی‌اطلاعی از منشاء و همچنین از آینده‌ی کیهان[۱۷] و محدود بودن سرعت انتقال انفورماسیون به سرعت امواج الکترومغناطیسی و امواج گرانشی کامل نیست. از این‌رو منشِ علمی از ما می‌طلبد: نباید بیشتر از آن گفت که می‌توان گفت. چراکه در غیراین‌صورت بیم آن می‌رود که با سوگیری‌های نادرست و دور از واقعیت‌های عینیِ و تجربه‌پذیر گرفتار شبه علم زدگی شویم. تلاش برای ایجاد رابطه بین افق کیهانِ مشاهده‌پذیر و جرم آن به‌عنوان استدلال برای سیاه‌چاله بودن کیهان بسیار وسوسه‌انگیز و جسورانه است. بی‌تردید بدون داده‌های کافی و اثبات تجربی روابط بین آنها در چارچوب یک نظریه علمی نمی‌توان از سیاه‌چاله بودن کیهان سخن گفت.

مراجع

1. https://science.orf.at/stories/3220576/

2. Hassan Bolouri, White hole, Wormhole, Black hole

۲. حسن بلوری، 'مفهوم ماده در تراکم های بسیار بالا'، منتشر شده در سایت های فارسی زبان، ماه اوت سال ۲۰۲۰

3. Hassan Bolouri, Centaurus A

۳. حسن بلوری، 'سازوکارها'، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه سپتامبر سال ۲۰۲۰

4. NASA: Hubble Site: How many black holes are there?

5. https://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzes_Loch#/media/Datei:Black hole essier87crop_max_res.jpg

6. https://www.eso.org/public/germany/news/eso2208-

7. https://de.wikipedia.org/wiki/Ereignishorizont

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

۸. حسن بلوری، 'تقارن ـ کلید شناخت کیهان'، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه مارچ سال۲۰۲۰

9. https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D9%87%D8%A7%D9%86_%D9%82%D8%A7%D8%A8%D9%84_%D9%85%D8%B4%D8%A7%D9%87%D8%AF%D9%87

10. https://de.wikipedia.org/wiki/Kosmologische_Konstante

11. https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%81%D9%82_%D8%B1%D9%88%DB%8C%D8%AF%D8%A7%D8%AF

12. https://www.spektrum.de/frage/ist-das-universum-ein-schwarzes-loch/1756410

13. https://de.wikipedia.org/wiki/Ereignishorizont#Schwarzschild-Radius

14. Hassan Bolouri, Natural laws and expansion of the universe

۱۳. حسن بلوری، 'قوانین طبیعی و انبساط کیهان'، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه سپتامبر سال ۲۰۲۲

15. https://www.leifiphysik.de/astronomie/kosmologie/grundwissen/kosmologische-rotverschiebung

16. Claus Kiefer, Der Quantenkosmos, S. Fischer Verlag, Frankfurt/Main, 2. Auflage, 2009

17. Hassan Bolouri, Quantum Cosmos: The Origin of the Universe

۱۷. حسن بلوری، 'کیهان کوانتومی، منشاء هستی'، منتشر شده در سایت‌های فارسی‌زبان، ماه ژوئیه سال ۲۰۲۳