

نویس راسل ونمودارش



حسن فتاحی

● نمودار ایچ-آر در اخترفیزیک سستاره‌ای نام دو دانشمند را یک می‌کشد: آبنار هرتسپرونگ دانمارکی و هنری نوریس راسل. هنری نوریس در خانواده‌ای آمریکایی‌تبار در ۲۵ اکتبر ۱۸۷۷، برابر با سوم آبان ۱۲۵۶ مقارن با عصر ناصری در نیویورک به دنیا آمد. پدرش کشیش یا کاردار کلیسای پروتستان و مادرش الیزا، بانویی بود که در ریاضیات جایزه‌ای کسب کرده بود. نوریس در خاطراتش نوشته است وقتی پنج سال داشت مادرش و مادر بزرگش گذر زهره را به او نشان داده بودند. نوریس جوان با نمره‌های بسیار عالی، فراتر از حد انتظار دبیرستان را به اتمام رساند و وارد دانشگاه پرینستون شد. او در دانشگاه هم خوش درخشید و با رتبه ممتاز دانش‌آموخته شد. هنری راسل در سال ۱۹۰۰ از پایان‌نامه دکترایش با سرپرستی یکی از نامورترین اخترشناسان آن زمان، چارلز یونگ، دفاع کرد. استاد راهنمای او از پیشگامان طیف‌سنجی خورشید بود. بعد از دکترا او به دانشگاه کمبریج انگلستان نقل‌مکان کرد. در آنجا مشغول تدریس و تحقیق بود. مدتی هم مدیر رصدخانه دانشگاه بود تا اینکه در سال ۱۹۱۲ استاد تمام نجوم در پرینستون شد. در کمبریج همکار ریاضی‌فیزیک‌دان و اخترشناس نامور، جورج داروین بود. جورج داروین که افتخار دریافت لقب سر را داشت، یکی از فرزندان چارلز داروین معروف، طبیعی‌دان مبدع نظریه تکامل است. جورج داروین اولین اخترشناسی بود که پیشنهاد نظریه جداشدن ماه از زمین را ارائه داد. راسل یکی از پیشگامان استفاده از فیزیک اتمی برای تجزیه و تحلیل ستارگان بود. به همین دلیل، هم او را یکی از بنیان‌گذاران اخترفیزیک نوین می‌شناسند. راسل شرایط فیزیک و ترکیب شیمیایی جو ستارگان را بررسی کرد و فرمولاتی نسبی عناصر را تخمین زد. نام راسل با نمودار ایچ-آر هم گره خورده که در راستای پژوهش‌های او درباره اخترفیزیک ستاره‌ای و تحول شیمیایی ستارگان است. در بازه زمانی‌ای که در کمبریج حضور داشت، روی اختلاف‌منظر ستارگان برای انداز هایدگیری فواصل کارهای مهمی انجام داد.

راسل به دانشگاهی که از آن دانش‌آموخته شده بود، بازگشت؛ دانشگاه صاحب‌نام پرینستون. می‌توان گفت او بخش‌قابل‌توجهی از عصر علمی خود را در همین دانشگاه صرف تحقیق کرده است. راسل معتقد بود آینده نجوم نه در جمع‌آوری داده‌های بی‌انتها که در حل سؤالات مهم نظریه بر رصد در تقاهم یا تقابل با هم هستند. او در پرینستون این اقبال را داشت که از اجتماع‌های برجمعیت برخی رصدخانه‌های آن زمان که بسیار ابزارمحور بودند، دور بماند و روی نظریه‌هایش کار کند. در دوره‌ای که راسل ریاست رصدخانه دانشگاه پرینستون را بر عهده داشت، رصدخانه به لحاظ فناوری پیشرفت ملموسی نداشت، اما راسل توانست چند دانشجوی محدود، ولی به‌شدت اثربخش را تربیت کند؛ اخترشناسانی که هر یک به‌تنهایی برای نجوم آن زمان آمریکا اعتبار و وزنه‌ای به شمار می‌رفتند. معروف‌ترین دانشجوی دکترا ی راسل، هارلو شیلی بود. او در سال ۱۹۱۳ یعنی ۲۰ سال قبل از تبسی

دانشگاه تهران در ایران، دکترای نجوم گرفته و به رصدخانه دانشگاه هاروارد می‌پیوندد. دانشجوی نامور دیگر راسل دونالد منزل است که دقیقاً ۱۰ سال بعد از شیلی دکترا گرفت و همچون شیلی به رصدخانه دانشگاه هاروارد پیوست. او در سال ۱۹۵۲ مدیر رصدخانه دانشگاه هاروارد شد. راسل اسپتزر یکی دیگر از دانشجویان خوش‌نام راسل است که در سال ۱۹۳۸ دکترایش را از پرینستون دریافت کرد. ردیای تأثیرات راسل را در روش پژوهش و کیفیت کار دانشجویانش، درحالی‌که از استادان شاخص اخترفیزیک شده بودند، به‌راحتی می‌توان یافت. هارلو شیلی استادش را «نایب» توصیف کرده و اخترشناس بریتانیایی راسل را در زمان خودش برجسته‌ترین اخترفیزیک‌دان نظریه‌پرداز خطاب کرده است. راسل مدتی را به پژوهش درباره تحول ستارگان و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی ستارگان گذراند. همچنین روی ستارگان دنبولایی کارهای خوبی انجام داد. نتیجه همه پژوهش‌های او جرقه‌ای را در ذهن او زد که کمی زودتر از وی در ذهن اخترشناس دانمارکی، آبنار هرتسپرونگ پدیدار شده بود. ستارگان با رنگ‌های گوناگون تابندگی‌های متفاوتی دارند و برخی از ستارگان از الگوی حاکم بر ستارگانی که در حالت تعادل دمایی‌اند، تبعیت نمی‌کنند. او -نموداری مهم را ابداع کرده بود؛ همان نموداری که راهگشای فهم تحول ستارگان است؛ از تولد تا مرگ. توزیع ستارگان روی این نمودار دستاورد مشترک راسل و هرتسپرونگ بود. بعد از سال‌های دهه ۲۰ میلادی، وقتی فیزیک‌دان هندی، مغاندا ساها، نظریه تعادل یونش را ارائه کرد، توجه راسل به سمت تحلیل آن در تحول ستارگان جلب شد و مقالات مهمی منتشر کرد. راسل یک دانشمند آزاداندیش مسیحی بود که معتقد بود علم و دین با هم در تضاد نیستند. او در ۷۹ سالگی چشم از جهان فروبست.

«**عضو هیئت‌تحریریه فصلنامه نقد کتاب علوم محض و کاربردی**



آیا صنایع می‌توانند خورشید را به خدمت خود درآورند؟

نگاهی به روند به‌کارگیری صنعتی انرژی خورشیدی

خورشید به میزان زیاد برخوردارند می‌توان سیستم تولید بخار خورشیدی را به عنوان یکی از گزینه‌های بازیافت مجدد نفت دانست. شاید به همین خاطر باشد که مسئولان کویتی چنین مناقصه‌ای را با ظرفیت صد مگاوات حرارتی برای منطقه نفتی Ratqa در شمال کویت تعریف کرده‌اند. راعد شریف مشاور ارشد شرکت نفت کویت است. او در یک مصاحبه اشاره داشته که این سیستم بخار خورشیدی برای تولید سه هزار بشکه بخار در روز است که حدوداً معادل یک میلیون بشکه در سال خواهد شد و از ۱۱ شرکت معتبر در زمینه ساخت متمرکزکننده‌های خورشیدی خواسته شده است که پیشنهادهای خود را ارسال کنند و در زمینه نوع تکنولوژی، دست این شرکت‌ها باز است. فقط نکته حائز اهمیت آن است که این متمرکزکننده‌ها باید با سیستم‌های بازیافت مجدد نفت و نیز با شرایط آب‌وهوایی شدیداً گرم این کشور همخوانی داشته باشد. باید توجه داشت که کویت ۷۵ میلیارد دلار به توسعه مخازن نفت سنگین خود در شمال این کشور اختصاص داده است و می‌خواهد تا سال ۲۰۲۲ قادر باشد روزانه ۲۷۰ هزار بشکه نفت از این مخازن استخراج کند. برای چنین تولیدی باید روزانه ۹۰۰ هزار بشکه آب را به نقطه جوش رساند که این یعنی ۱۹ گیگاوات حرارت که باید از خورشید گرفته شود. ابتدا شرکت Solalite که در زمینه متمرکزکننده‌های سهموی تخصص دارد، در نوامبر ۲۰۱۵ برنده مناقصه اولین سیستم بازیافت مجدد نفت خورشیدی شد که ظرفیت آن شش مگاوات حرارتی بود و روزانه ۳۰۰ بشکه بخار تولید می‌کرد، ولی بعداً شرکت نفت کویت تصمیم گرفت که مناقصه‌ای برای تولید سه هزار بشکه بخار جایگزین مناقصه قبلی کند. باید توجه داشت که گاز طبیعی صرفه‌جویی‌شده در این پروژه را می‌توان سه تا سه‌وینم دلار به ازای هر میلیون بی‌بی‌یو ارزش‌گذاری کرد. بخش نفت کویت بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی در این کشور است و آمار بیانگر آن است که تا سال ۲۰۳۰ مصرف داخلی نفت این کشور حدود یک‌سوم از تولید را شامل خواهد شد که این موضوع شدیداً بر درآمد‌های این کشور تأثیر خواهد داشت. البته پیش از این در سال ۲۰۱۱ کارشناسان شرکت Glasspoint اولین سیستم بازیافت مجدد نفت خورشیدی را به صورت تجاری در ایالت کالیفرنیا با ظرفیت ۳۰۰ کیلووات راه‌اندازی کرده بودند. در ادامه نیز کارشناسان این شرکت در سال ۲۰۱۳ این سیستم را با ظرفیت هفت مگاوات حرارتی، در کشور عمان راه‌اندازی کردند و در حال حاضر این کشور در نظر دارد پروژه Mirah را به ظرفیت یک گیگاوات به انجام رساند تا ضرب برداشت نفت از چاه‌های عمان را از ۱۱ درصد به ۳۳ درصد برساند. باید یادآور شد که سایت‌های استخراج نفت سنگین خود به کار گیرد. شرکت نفت کویت در نظر دارد از سیستم تولید بخار اشباع باشد یعنی به بخار فوق اشباع نیازی نیست چون چاه‌های نفت را خراب خواهد کرد و از این رو سیستم باید برای مدایی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد طراحی شود. البته بهره‌برداران چاه‌های نفتی انتظار دارند در این تأسیسات تولید بخار، از آب کثیف حاصل از استخراج نفت نیز استفاده مجدد شود. جالب است بدانید در حال حاضر در کالیفرنیا روزانه ۳۷۰ هزار بشکه

صنعت نفت به دنبال انرژی جایگزین

کشور کویت اخیراً شرایط مناقصه‌ای برای ساخت متمرکزکننده‌های خورشیدی (CSP) را با هدف تولید بخار، نهایی کرده است و می‌خواهد این سیستم را در سایت‌های استخراج نفت سنگین خود به کار گیرد. شرکت نفت کویت در نظر دارد از سیستم تولید بخار خورشیدی برای بازیافت مجدد نفت (EOR) از چاه‌های قدیمی خود استفاده کند چون در حال حاضر برای این کار از تزریق گاز طبیعی استفاده می‌کند و با این کار می‌تواند این گاز طبیعی خود را صادر و درآمد کسب کند. این موضوع قبلاً در کشور عمان نیز مسبوق به سابقه است. در مناطقی از جهان که از تابش مستقیم



امیر رحمانی

ری کورزوایل در کتاب «چگونه یک ذهن بسازیم»، تئوری خود درباره ساختار و عملکرد نئوکورتکس را تشریح می‌کند. او که خود از بزرگان و پیشگامان هوش مصنوعی به شمار می‌رود، تأکید می‌کند که این تئوری درحال‌حاضر تنها تئوری موجود است که با تمام شواهد به‌دست‌آمده مطابقت دارد. اساس تئوری این است که قشر نئوکورتکس در مغز، توالی خطی از الگوها را شناسایی و ذخیره می‌کند. حتی اگر اطلاعات دریافتی دوبعدی باشند (نظیر یک تصویر)، فهرستی از عناصر کلیدی ذخیره خواهد شد که هر عنصر، خود مجموعه‌ای از الگوها است. هیچ تصویر، فیلم یا صدایی در مغز ما ضبط نمی‌شود. مغز ما با



آیا صنایع می‌توانند خورشید را به خدمت خود درآورند؟

نگاهی به روند به‌کارگیری صنعتی انرژی خورشیدی

نفت سنگین تولید می‌شود که این مقدار نفت نیازمند یک میلیون و ۴۰۰ هزار بشکه بخار در روز است. عمان نیز تا سال ۲۰۲۲ به پنج گیگاوات حرارت از طریق انرژی خورشیدی نیازمند است تا بتواند پروژه‌های بازیافت نفت خورشیدی را راهبری کند. **صنایع غذایی هنوز جذاب است**

در یکی از کاربردهای این سیستم شرکت Sunvapor باهمکاری شرکت Horizon Nutتوانست یک سیستم حرارت خورشیدی ۵۰کیلوواتی را در یک کارخانه فراوری بسته در کالیفرنیا راه‌اندازی کند. این دو شرکت در حال حاضر فعالیت خود را برای تولید بخار خورشیدی به منظور استفاده در فرایندهای مختلف صنایع غذایی مثل پاستوریزاسیون، خشک‌کردن و برشته‌کردن توسعه داده‌اند. **صنعت سیمان، نیازمند کاهش هزینه‌ها**

در فرایند تولید سیمان نیاز است دمای مواد معدنی به حدود هزارو ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد تا کلسیناسیون کامل شود. پیش از این تصور بر این بود رسیدن به این دماها نیازمند سوزاندن مقادیر قابل توجهی از انواع سوخت است و با انرژی خورشیدی رسیدن به آن میسر نیست، ولی به‌تازگی مرکز هوافضای آلمان (DLR) مطالعه چگونگی جایگزینی انرژی خورشیدی به جای سوخت‌های فسیلی در فرایند تولید سیمان را پذیرفته است. شاید این از آن جهت باشد که سیمان یکی از پرمصرف‌ترین مواد مصرفی در جهان است و دیگر آنکه با این جایگزینی می‌توان از حجم بالایی از آلودگی‌ها کاست. ضمناً در تولید آهک و سفسات‌ها نیز از فرایند کلسیناسیون استفاده می‌شود یعنی این سه صنعت به‌شدت به این فرایند نیاز دارند و مصرف سوخت در آن حدود دوسوم کل مصرف سوخت این نوع کارخانه‌ها را دربر می‌گیرد. طبق آمار، صنعت سیمان مسئول ۹ درصد انتشار جهانی کربن دی‌اکسید است. نیمی از این کربن دی‌اکسید مربوط به واکنش‌های شیمیایی رخ‌داده در فرایند کلسیناسیون است و نیمی دیگر ناشی از سوخت‌های فسیلی مصرف‌شده است. با کلن با استفاده از شیب‌ساز خورشیدی و یک راکتور دوار آزمایشاتی بین ماه دسامبر ۲۰۱۸ و ژانویه ۲۰۱۹ با استفاده از نور طبیعی و نور مصنوعی انجام شد، ولی نباید از یاد برد در این روزهای زمستانی ساعات محدودی برای تابش خورشید وجود داشته است. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده است می‌توان مواد را با استفاده از انرژی خورشیدی به دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رساند که این‌دما برای فرایند کلسیناسیون حیاتی است. این پروژه زیرمجموعه‌ای از پروژه‌های گروهِ SolPART است که به‌وسیله ۱۰ شریک اروپایی حمایت می‌شود و پروژه‌های آن از اوایل سال ۲۰۱۶ آغاز شده است و

تئوری الگوشناسی ذهن

نگاهی به تئوری «ری کورزوایل» درباره ساختار و عملکرد نئوکورتکس

ساختاری بسیار همگن و یک‌دست دارد؛ یک ساختار شطرنجی که ستون‌هایی از نورون‌ها به‌طور منظم در کنار یکدیگر چیده شده‌اند. لایه‌های زیرین در هر ستون، اطلاعات سنسوری را دریافت می‌کنند و لایه‌های بالاتر، مفاهیم انتزاعی را پردازش می‌کنند. یکسان‌بودن این ساختارها در نواحی مختلف مغز نشان می‌دهد که قشر مغز از الگوریتم‌های مشابهی برای پردازش اطلاعات استفاده می‌کند و فرقی نمی‌کند که اطلاعات از سیستم بینایی ارسال شده باشد یا سیستم شنوایی یا سایر منابع. این خود یکی از دلایل انعطاف‌پذیری (پلاستیسیته) فوق‌العاده مغز است. اگر ناحیه‌ای از قشر مغز که برای تحلیل اطلاعات بینایی به کار می‌رود آسیب ببیند، ناحیه دیگری که قبلاً برای پردازش اطلاعات صوتی به کار می‌رفته می‌تواند به خدمت گرفته شود که با کمی تمرین و ممارست، همان وظیفه را کمابیش به انجام خواهد رساند. یکی دیگر از باورهای رایج درباره

از طریق برنامه Horizon 2020 در اتحادیه اروپا راهبری می‌شود. نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد این روش ابتکاری فقط برای کشورهایی مناسب است که خورشید و مواد اولیه تولید سیمان را در نزدیکی هم داشته باشند و مثلاً به جز در کشورهای جنوب اروپا در دیگر کشورهای این قاره به‌صرفه نیست.

یک چال‌دو به خودمان

هرگاه موضوع استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران مطرح می‌شود، می‌توان صدای افرادی را شنید که معتقدند به دلیل ارزان‌بودن مواد سوختی در کشور نیازی به این انرژی‌ها نیست. به نظر می‌رسد موضوع هزینه‌ها و نیز آلودگی‌های به‌وجودآمده از احتراق مواد سوختی شرایط را به گونه‌ای رقم زده است که دیگر این‌گونه اظهارات را برنمی‌تابد. البته تحریم‌های اعمال‌شده بر کشور ما نیز به شرایط فوق افزوده شده است به این معنی که باید به هر نحو ممکن از مصرف داخلی مواد سوختی کاست. تجربه دیگر کشورهای تولیدکننده نفت نیز حکایت از تأیید این موضوع دارد. به نظر می‌رسد وزارتخانه‌های صمت و نفت باید مطالعه‌ای را برای شناخت واحدهای هدف برای استفاده از انرژی خورشیدی در فرایندهای تولید (و به‌ویژه تولید بخار) خود انجام دهند چون بسیاری از واحدهای این وزارتخانه‌ها در مناطق گرم و کویری کشور قرار دارند که انرژی خورشیدی به‌وفور در دسترس است. در مناطق نفت‌خیز جنوب و در پروژه‌های بازیافت مجدد نفت و نیز در واحدهای مختلف پتروشیمی و پالایشگاه‌ها و حتی نیروگاه‌ها می‌توان پتانسیل‌هایی برای جایگزینی مستقیم محصولات نفتی و سوخت‌ها (یا به عنوان سیستم کمکی) یافت. البته شاید شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت نیز بتواند وارد کارزار شده و پتانسیل صنایع مختلف در این خصوص را احصا کند. با توجه به نیاز شدید صنایع مختلف به آب برای فرایندهای خود، می‌توان از دستگاه‌های تبخیرکننده خورشیدی نیز برای شیرین‌سازی آب‌های مختلف بهره برد چون سیستم‌های غشایی شیرین‌سازی آب نیازمند غشاهای وارداتی است که ممکن است واردات آنها نیز با مشکلاتی مواجه شود. بر این اساس است که می‌توان مدعی بود توانسته‌ایم تهدیدها را به فرصت تبدیل کنیم (علاقه‌مندان می‌توانند در این‌باره به مقاله «بررسی روند جهانی نمک‌زدایی از آب برای صنایع» روزنامه «شرق» مورخ ۱۳۹۸/۲/۱۲ مراجعه کنند). از سوی دیگر، صنعت سیمان کشورمان از پراکندگی مناسبی در سطح کشور برخوردار است و می‌توان از این پراکندگی به نحو مناسب بهره برد. یعنی در کارخانه‌های مستقر در شهرهای دارای تابش مناسب خورشید، اقدام به استفاده از این نعمت خدادادی کرده و برای کلسیناسیون یا پیش‌گرم‌کردن مواد خام سیمان از آن استفاده کرد و در کنار آن با کاهش مصرف سوخت فسیلی از انتشار گاز کربن دی‌اکسید نیز کاست. در این‌باره می‌توان امکانات مراکز پژوهشی مرتبط با سیمان را برای یافتن راهکارهای هم‌خوان با انرژی خورشیدی به‌کار گرفت تا کشور بتواند قوی‌تر وارد بازار جهانی برق‌تای این کالا شود.



همه‌چیز درباره تارهای کیهانی



ترجمه: منصور نقی‌لو

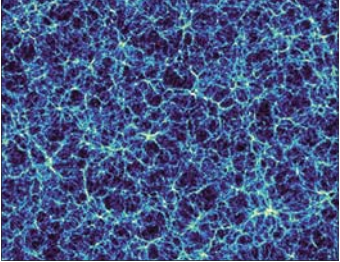
● «پاول ام. ساتر»، اخترفیزیک‌دان دانشگاه ایالتی اوهایو که کتابی هم با عنوان «جایگاه انسان در کیهان» به رشته تحریر درآورده، در این مطلب درباره «تارهای کیهانی» نوشته است. به گزارش یک‌بنگ، اگر کمی درباره خارج از سامانه خورشیدی خردمان را حتی خوشه‌های ستاره‌ای و کهکشان‌ها تأمل کنیم، شاهد ظهور الگوی حیرت‌برانگیزی در بزرگ‌ترین مقیاس‌ها خواهیم بود.

وقتی آن‌قدر بر فضای بیرونی زود کنید تا اینکه همه کهکشان‌ها به صورت نقاط ریزی از نور دیده شوند، با یک تار مواجه خواهید شد. طناب‌های طولیل و نازکی از کهکشان‌ها که گستردگی‌شان به میلیون‌ها سال نوری می‌رسد. این گرهِ‌های عظیم، فشرده و متراکم از هزاران کهکشان را خوشه نامیده‌اند. دیواره‌های ضخیم و وسیع و صفحات کهکشان‌های بیشتر را نیز به اصطلاح «تار کیهانی» می‌نامند. تار کیهانی بزرگ‌ترین الگوی موجود در طبیعت است که به‌طور کامل کیهان را پر می‌کند. این تار به عنوان یک ساختار عظیم و وسیع به شمار می‌آید، اما در عین حال، گویی رشته‌هایی شکسته و ظرف آن را تشکیل داده‌اند. در میان دیواره‌ها و گرهِ‌های این تار، فضاهای خالی و بزرگ کیهانی‌سی قرار دارند. این فضاها که ۲۰ میلیون تا صدها میلیون سال نوری گسترده‌ای دارند، به پایان‌های کیهان معروف هستند که تقریباً عاری از ماده‌اند. به لحاظ حجم، قسمت اعظم کیهان فضای خالی است؛ به عبارت دقیق‌تر «هیچ چیز». اما وقتی نوبت به بررسی مسائل کیهانی می‌رسد، این «هیچ چیز» بسیار قدرتمند جلوه کرده و درک ما را با مشکل روبرو می‌کند. اگرچه تار کیهانی بزرگ، پیچیده و مهم‌آور است، اما سرچشمه‌های عجیبی دارد و داستان حیات آن هم ملال‌آور است. مدت‌ها پیش (یعنی تقریباً ۱۳٫۸ میلیارد سال گذشته)، هیچ تار کیهانی‌ای وجود نداشت. خبری از کهکشان‌ها و ستاره‌ها نبود. فقط عناصر اساسی کیهان وجود داشتند؛ ماده تاریک، هیدروژن، هلیوم و آتا، اندکی از لیتیوم. همه اینها مثل شیرینی که از فروشگاه می‌خرید، همگن بودند و تا حدود زیادی به صورت یک‌نواخت در سرتاسر کیهان پراکنده شدند. اما تفاوت‌های اندکی هم در برخی مناطق وجود داشت. برخی نقاط دارای تراکم بیشتری بودند. برخی نقاط از تراکم کمتری بهره می‌بردند و نقاط متراکم‌تر هم تراکم گرانثی نسبتاً بیشتری در مقایسه با نقاط کم‌تراکم داشتند. بنابراین آن نقاط سنگین‌تر بر همسایه‌های خود فشار آورده، بزرگ‌تر و از گرانش قوی‌تری هم بهره‌مند شدند. این فرایند تداوم پیدا کرد. ماده به بسته‌های متراکم و چگال گسترش پیدا کرد و در آنجا زمینه‌ساز پیدایش نخستین ستارگان، کهکشان‌ها و خوشه‌ها شد. این ماده باید از جایی آمده باشد. با رشد و تکامل تار کیهانی، قسمت‌های تاریک خالی شدند و اثری از ماده در آنها پیدا نمی‌شد.

فسیل‌های کیهان

البته این فضاهای خالی به‌طور کامل تهی نیستند. چند کهکشان کوتوله پراکنده و کم‌نور وجود دارد که در پیرامون این نواحی تهی شتاور هستند. ماده تاریک و هیدروژن توانستند حیات را در آن نواحی گسترده تاریک و تهی به ارمغان بیاورند. اما در هر صورت، این فضاها تاریک و تهی از ماده هستند و به دلیل همین تهی‌بودن، این فضاها با یک چیز پر شده‌اند: انرژی تاریک. این همان نامی است که دانشمندان به انبساط/گسترش شتاب‌دار کیهان داده‌اند. ما از ماهیت واقعی انرژی تاریک خبر نداریم، اما حدس و گمان ما این است که انرژی تاریک با خلا فضا-زمان ارتباط دارد؛ هر جا خلا باشد، انرژی تاریک هم هست. به لحاظ فنی، در اتافی که این مطلب را می‌خوانید، انرژی تاریک وجود دارد و در بسته‌های کوچک خلا در درون و میان اتم‌ها گسترده است. اما انرژی تاریک چندان قدرتمند نیست و وجود هر چیز دیگری بر آن سایه می‌اندازد؛ مثل ماده، تابش، جوارب‌های کثیف در گوشه خانه و هر چیز دیگر. ما انرژی تاریک را تجربه نمی‌کنیم، زیرا محیط‌مان مملو از وسایل و دستگاه است. هیچ چیزی در فضاهای خالی وجود ندارد که با انرژی تاریک رقابت کند؛ یعنی این مکان‌ها دقیقاً همان جایی هستند که انرژی تاریک نقش خود را ایفا می‌کند. انبساط شتاب‌دار کیهان در خود این فضاهای خالی روی می‌دهد. پس اگر می‌خواهید اطلاعاتی درباره انرژی تاریک به دست بیاورید، باید به همین فضاهای خالی نگرید.

www.space.com



این تصویر شبیه‌سازی‌شده از ساختار بزرگ‌مقیاس کیهان، نشان‌دهنده تار وسیع کیهانی از کهکشان‌ها و همچنین فضاهای گسترده، خالی و تاریک کیهان است.