

# استیفن هاوکینگ<sup>۱</sup>:



## حیات در جهان

### مترجم: زهره شیشه

در این گفتگو می‌خواهم کمی درباره تکامل حیات<sup>۲</sup> در جهان و به ویژه به تکامل حیات هوشمند<sup>۳</sup> پردازم. من مجبورم که نژاد انسان را به حساب بیاورم هر چند که غالب عملکرد بشر در طول تاریخ نه تنها بسیار ابلهانه بوده بلکه کمکی به بقا هم‌نوع خود نیز محسوب نمیشود. دو سئوالی را که من به بحث آنها خواهم پرداخت از اینقرارند: احتمال وجود حیات در نقاط دیگر جهان به چه اندازه است؟ و دیگر اینکه پیشرفت حیات در آینده به چه صورتی خواهد بود؟

اینکه اشیا در طول زمان هر چه بیشتر نامنظم و نامتعین می‌شوند موضوع یک تجربه ساده است. این مشاهده می‌تواند به صورت یک قاعده و قانون ارتقا یابد که قانون دوم ترمودینامیک نامیده می‌شود. این قانون می‌گوید که مجموع بی‌نظمی و یا انترپی در جهان همواره در طول زمان در حال افزایش است. هرچند که این قانون تنها به مجموع بی‌نظمی اشاره دارد. نظم در یک جسم می‌تواند افزایش یابد و بی‌نظمی در محیط اطرافش را به مقدار بیشتری افزایش دهد. این همان چیزی است که در موجود زنده رخ می‌دهد. می‌توان حیات را به عنوان یک سیستم منظم که می‌تواند خودش را در برابر تمایل به بی‌نظمی حفظ کرده و همچنین می‌تواند خود را تکثیر کند تعریف کرد. برای اینکه سیستم بتواند به طور مستقل و منظم باقی بماند باید شکلهای منظم انرژی مثل غذا، نور خورشید، و یا

الکتریسیته را به انرژی نامنظم به صورت گرما تبدیل کند. به این طریق سیستم می‌تواند این ضرورت را برآورده سازد که همان آن که واحد نظم را در درون خود و نسل خود افزایش می‌دهد، مجموعه بی‌نظمی را افزایش دهد. یک موجود زنده معمولاً دارای دو عنصر است: مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها که به سیستم می‌گوید که چگونه خود را حفظ و تکثیر نماید، و مکانیزمی که این دستورالعمل‌ها را به اجرا درمی‌آورد. در علم زیست‌شناسی، این دو جزء را ژن‌ها و متابولیسم می‌نامند بدون اینکه این اجزاء لزوماً بیولوژیکی باشند مثلاً یک ویروس کامپیوتری که یک برنامه است که در حافظه کامپیوتر از خودش کپی درست کرده و به کامپیوترهای دیگر سرایت می‌کند. به عبارتی این با تعریف سیستم زنده که من ارائه دادم مطابقت دارد. این ویروس کامپیوتری همانند یک ویروس بیولوژیکی است ولی انحطاط‌پذیرتر است زیرا که تنها حاوی دستورالعمل‌ها و یا ژن‌هاست ولی از خودش متابولیسمی ندارد. به جای آن، متابولیسم کامپیوتر میزبان را برنامه‌ریزی می‌کند.

بعضی در این تردید دارند که بتوان ویروس‌ها را به عنوان حیات به حساب آورد چرا که آنها پارازیت هستند و نمی‌توانند مستقل از میزبانهای خود وجود داشته باشند. اما بیشتر شکل‌های حیات، از جمله خود ما، پارازیت هستند بدین معنا که تغذیه می‌کنند و برای بقا خویش وابسته به دیگر شکل‌های حیات‌اند. من فکر می‌کنم ویروس‌های کامپیوتری را باید به عنوان حیات به حساب آورد. این که ویروس کامپیوتری که تنها شکل حیات است که ما آفریده‌ایم و در اصل مخرب می‌باشد به گونه‌ای طبیعت انسان را فاش می‌کند. در مورد پیدایش حیات به هیئت خود ما (انسان‌ها) من مجبورم که بعداً به اشکال الکترونیکی حیات برگردم.

چیزی را که ما عادتاً از آن به عنوان حیات یاد می‌کنیم از زنجیره‌ای از اتم‌های کربن با تعداد اندکی از اتم‌های دیگر مانند نیتروژن یا فسفر ساخته شده است. ممکن است کسی فکر کند که حیات احتمالاً می‌تواند از بنیان‌های دیگر شیمیایی مانند سیلیسیم هم وجود داشته باشد، ولی کربن مساعدترین آنهاست، زیرا که دارای غنی‌ترین بافت شیمیایی است. برای اینکه اتم‌های کربن با تمام خصوصیات که دارا هستند وجود داشته باشند، نیاز به میزان معین و مناسبی از ثابت‌های فیزیکی مثل مقیاس کیوسی‌دی<sup>۴</sup>، بارالکتریکی، و حتی بُعد فضا-زمان است. اگر این ثابت‌ها از ارزش‌های بسیار متفاوتی برخوردار بودند، یا هسته کربن نمی‌توانست متعادل باشد و یا الکترونها به روی هسته فرو می‌ریخت. در نگاه اول، به نظر می‌رسد که جهان به طور قابل‌توجهی میزان نهاده شده باشد. شاید اینکه جهان به طور ویژه برای تولید انسان طراحی شده سندیت داشته باشد. به هر حال در مورد چنین بحثی باید محتاط بود و آنهم به دلیل آن‌چیزی که به "اصل انتروپی" معروف است. این اصل بر مبنای حقیقت خودآشکار بنا شده است که می‌گوید اگر جهان مناسب پیدایش حیات نمی‌بود، ما هم وجود نداشتیم تا از خود بپرسیم که چرا آن اینگونه میزان و مناسب است. می‌توان اصل انتروپی را در شکل قوی و ضعیف آن به کار برد. در مورد اصل انتروپیک قوی، فرض می‌شود که جهان‌های متفاوتی وجود دارند؛ هر کدام با مقادیر متفاوتی از ثابت‌های فیزیکی. این مقادیر در تعداد اندک به وجود عناصری مانند اتم‌های کربن که می‌توانند به

عنوان سنگ بنای موجود زنده عمل کنند منجر می‌گردد. از آنجائی‌که ما در یکی از این جهان‌ها زندگی می‌کنیم، نباید متعجب شویم که ثابت‌های فیزیکی اینچنین یکنواختند. چرا که اگر نبودند ما اینجا نبودیم. شکل قوی اصل انتروپیک خیلی قابل‌قبول نیست. چه معنای قابل‌استفاده‌ای می‌توان به وجود جهان‌های دیگر داد؟ و اگر آنها از جهان ما جدا هستند، چگونه چنین چیزی که در آنها اتفاق افتاده می‌توانسته روی جهان ما اثر گذارد. در عوض باید چیزی را که به عنوان اصل انتروپیک ضعیف شناخته شده را بپذیریم. که در آن می‌بایستی مقادیر ثابت‌های فیزیکی را همانطور که هستند در نظر بگیریم. اما باید ببینیم که چه نتایجی را می‌توان از این واقعیت، که حیات در این مرحله از تاریخ جهان در این سیاره (کره زمین) وجود دارد، به دست آورد.

لحظه‌ای که جهان در انفجار بزرگ<sup>۵</sup> در ۱۵ میلیارد سال گذشته آغاز شد، کربنی وجود نداشت. حرارت آنقدر بالا بود که ماده نمی‌توانست به شکل ذرات که به پروتون و نوترون نامیده می‌شوند وجود داشته باشد. در ابتدا تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر بود. هر چه جهان گسترش پیدا می‌کرد، سرد می‌شد. حدود یک دقیقه پس از انفجار بزرگ، حرارت به حدود ۱ میلیارد درجه سانتیگراد، یعنی صد برابر درجه حرارت خورشید ما، کاهش یافت. در این درجه حرارت نوترون‌ها به پروتون‌های بیشتری تبدیل شدند. اگر همه اینها اتفاق افتاده باشد، تمامی ماده موجود در جهان در انتها به ساده‌ترین عنصر (شیمیائی) هیدروژن که هسته آن تنها از یک پروتون ساخته شده است، تبدیل یافته است. به هر حال، برخی از نوترون‌ها به پروتون‌ها اصابت کرده و به هم چسبیده‌اند تا شکل ساده از عنصر بعدی یعنی هلیوم که هسته‌اش از دو پروتون و دو نوترون ساخته شده را تشکیل دهند. اما هیچ عنصر سنگینی از جمله کربن یا اکسیژن در جهان اولیه نمی‌توانست شکل گیرد. مشکل می‌توان تصور کرد که سیستم زنده‌ای تنها از هلیوم و هیدروژن ساخته شده باشد. به هر حال جهان اولیه به اندازه‌ای برای اتم‌ها داغ بود که نمی‌توانستند به هم متصل شده و به صورت مولکول درآیند.

جهان همچنان گسترش یافته و سرد شد. اما بخش‌هایی از آن به طور مختصری از مناطق دیگر متراکم‌تر بود. کشش جاذبه‌ای ماده اضافی در این مناطق از گسترش آنها می‌کاست و سرانجام آن را متوقف می‌کرد. در عوض آنها در خود فروریخته و کهکشانها و ستاره‌ها را تشکیل دادند که حدود ۲ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ آغاز شد. بعضی از ستارگان اولیه بسیار سنگینتر از خورشید ما بودند. و از خورشید ما داغ‌تر به طوریکه هیدروژن و هلیوم اولیه خود را سوزانده تا اینکه این عناصر به عناصر سنگینتری مثل کربن، اکسیژن و آهن تبدیل شدند. اینها ممکن است تنها چند میلیون سال طول کشیده باشد. پس از آن بعضی از ستارگان به شکل سوپرنواها<sup>۶</sup> منفجر شده و عناصر سنگین‌تر را به درون فضا پرتاب کردند که همان ماده خام نسل بعدی ستارگان را تشکیل دادند.

ستارگان دیگر آنقدر از ما دور هستند، که اگر سیاراتی داشته باشند که به دورشان بچرخند، ما نمی‌توانیم آنها را ببینیم. اما موجهای رادیویی متناوب معمولی بعضی از ستارگانی که پولسار<sup>۷</sup> نامیده می‌شوند دائماً قطع و وصل می‌شوند. ما یک تغییر جزئی در

اندازه تناوب موجها مشاهده می‌کنیم و این بدین معناست که سیاره‌هائی به اندازه کره زمین ما وجود دارند که به دور آنها (پولسارها) می‌چرخند. احتمال وجود حیات در این سیاره‌ها که به دور پولسارها می‌چرخند بعید به نظر می‌رسد زیرا که تمام موجودات زنده در انفجارهای سوپرنواها که منجر به پیدایش پولسارها گشته، کشته می‌شوند. اما حال که تعدادی پولسار مشاهده شده که گفته می‌شود که سیاراتی به دورشان می‌چرخند، پس ممکن است که کسر معقولی از صدها میلیارد ستارگان کهکشان ما هم دارای سیاراتی باشند. از اینرو شرایط سیاره‌ای لازم برای تشکیل حیات از نوعی که ما داریم احتمالاً از ۴ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ وجود داشته است.

منظومه شمسی ما در حدود ۵،۴ میلیارد سال پیش، در حدود ۱۰ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ از گازهای تولیدشده ممزوج از بقایای ستارگان پیشین شکل گرفته است. کره زمین اساساً از عناصر سنگین‌تر از جمله کربن و اکسیژن شکل گرفت. به طوریکه بعضی از این اتمها بعداً به شکل ملکول‌های دی‌ان‌ای<sup>۱</sup> ترکیب یافتند. دی‌ان‌ای دارای شکل مارپیچ‌های دوگانه‌ای معروفی است که توسط کریک و واتسن<sup>۲</sup> در کلبه‌ای در محل موزه جدید در کمبریج کشف شد. جفت اسیدهای هسته‌ای این دو زنجیره مارپیچی را به هم متصل می‌کنند. چهار نوع اسید هسته‌ای عبارتند از آدنین، سایتوسین، گوانین و تیمین<sup>۳</sup>. البته من نگرانم که تلفظ این نامها در دستگاه ترکیب‌کننده سخنان من بسیار خوب نباشد چرا که برای ملکول – زیست‌شناسان طراحی نشده است. یک آدنین از یک زنجیره همواره به یک تیمین از زنجیره دیگر متصل است و به همین طریق یک گوانین به یک سایتوسین از زنجیره دیگر. در نتیجه رشته اسیدهای هسته‌ای یک زنجیره منحصراً با سلسله‌ای از مکملهای خود تعریف می‌شوند. این دو زنجیره می‌توانند از هم جدا شده و هر کدام به عنوان نوارهایی برای ساختن زنجیره‌های بعدی درآیند. بدینسان ملکولهای دی‌ان‌ای می‌توانند اطلاعات ژنتیکی را که به شکل کدهایی در رشته‌های اسیدهای هسته‌ای‌شان درآمده است را تکثیر کنند. بخشهایی از این رشته‌ها همچنین می‌توانند برای ساختن پروتئین و دیگر عناصر شیمیائی مورد استفاده قرار گیرند. عناصر شیمیائی که می‌توانند دستورالعمل‌هائی که در رشته‌ها کدبندی شده‌اند را منتقل کرده و مواد خام را برای دی‌ان‌ای فراهم آورند تا خود را تکثیر کند.

ما دقیقاً نمی‌دانیم که ملکولهای دی‌ان‌ای ابتدا چگونه ظاهر شدند. احتمال اینکه ملکولهای دی‌ان‌ای به طور تغییرات اتفاقی پدیدار شده باشند بسیار اندک است. به این جهت برخی پیشنهاد می‌کنند که حیات از جای دیگری به کره زمین آمده است و اینکه بذره‌های حیات به طور پراکنده در کهکشان شناورند (در حرکتند). به هر حال نامحتمل به نظر می‌رسد که دی‌ان‌ای می‌توانسته برای مدت طولانی در تشعشعات موجود در فضا باقی بماند. و حتی اگر می‌توانست در این شرایط باقی بماند هم چندان به توضیح منشأ حیات کمکی نمی‌کرد زیرا که زمان لازم برای تشکیل کربن تنها بیشتر از دو برابر عمر زمین است.

یک احتمال این است که شکل‌گیری چیزی مثل دی‌ان‌ای، که می‌توانسته خود را تکثیر کند به حد بسیار زیادی نامحتمل می‌نماید. به هر روی، در جهانی با تعداد بی‌شمار و نامتناهی از ستارگان، می‌توان انتظار داشت که این در تعداد اندکی از منظومه‌های ستاره‌ای که از هم فاصله داشته باشند به وقوع بپیوندد. به هر حال، این واقعیت که حیات به روی زمین پدیدار شده است زیاد نامحتمل و غیرمنتظره نمی‌تواند باشد. این تنها به معنی عملی شدن اصل انتروپیک ضعیف می‌تواند باشد که می‌گوید: اگر حیات به جای کره زمین به روی سیاره دیگری پدیدار می‌شد، آنوقت ما می‌پرسیدیم که پس چرا آنجا پدید آمده است.

اگر پیدایش حیات در یک سیاره معین بسیار ناممکن باشد، می‌توان انتظار داشت که در زمان طولانی‌تری پدید آید. مشخص‌تر می‌توان انتظار داشت که حیات پدیدار خواهد شد تنها در صورتی که قبل از پایان یافتن عمر خورشید، آن بتواند به شکل حیات هوشیار مثل ما (انسانها) تکامل یافته باشد. حدود ۱۰ میلیارد سال مانده است تا خورشید به پایان عمرش برسد و کره زمین را در خود فرو کشد. شکلی از حیات هوشمند احتمالاً سفرهای فضایی را شروع کرده و قادر خواهد بود تا به ستاره دیگری بگریزد. در غیراینصورت حیات به روی کره زمین نابود خواهد شد.

فسیلی که از ۵،۳ میلیارد سال گذشته به جای مانده شکلی از حیات بر روی زمین را اثبات می‌کند. که این احتمالاً تنها ۵۰۰ میلیون سال پس از زمانی است که کره زمین به اندازه کافی سرد و پایدار شد تا حیات بتواند به روی آن تکامل یابد. اما حیات به ۷ میلیارد سال نیاز دارد تا تکامل یابد، و هنوز زمانی باقی مانده تا موجوداتی مثل ما (انسانها) بتوانند به تکامل برسند. همانند ما انسانها که قادر باشند در مورد منشا حیات کنکاش کنند. حال اگر تکامل حیات بر روی یک سیاره بسیار اندک است، پس چرا به روی زمین پدیدار شده است که در حدود یک چهاردهم زمان مورد نیاز عمر دارد (توضیح مترجم: ۵۰۰ میلیون تقسیم بر ۷ میلیارد معادل با یک چهاردهم است).

پیدایش زودهنگام حیات بروی زمین حکایت از این دارد که احتمال شکلی از حیات خودبه‌خودی در شرایط مناسب وجود داشته است. شاید شکل ساده‌تری از ارگانی که دی‌ان‌ای را به وجود آورده است. هنگامی که دی‌ان‌ای پدیدار شده می‌توانسته بسیار کارآمدتر بوده باشد به طوری که احتمالاً جایگزین فرم ابتدائی‌تر از خود شده است. ما نمی‌دانیم که این اشکال ابتدائی چه می‌توانسته باشد. یک احتمال این است که آر‌ان‌ای<sup>۱۱</sup> بوده باشد. این هم مانند دی‌ان‌ای است ولی ساده‌تر و بدون ساختمان جفت‌های مارپیچی. آر‌ان‌ای با طول کوتاهش می‌توانسته خودش را به شکل دی‌ان‌ای تکثیر کرده و در نهایت به صورت دی‌ان‌ای درآید. کسی نمی‌تواند در آزمایشگاه از اسید هسته‌ای یعنی از یک ماده غیرزنده آر‌ان‌ای را تولید کند. اما در ۵۰۰ میلیون سال که اقیانوسها بیشتر سطح زمین را پوشانده بودند احتمال زیادی داشته تا آر‌ان‌ای به طور تصادفی پدید آمده باشد.

همانطور که دی‌ان‌ای خود را تکثیر می‌کرد، خطاهای تصادفی<sup>۱۲</sup> وجود داشت. بسیاری از آنها مضر بوده و از بین رفته‌اند. برخی بی‌اثر و خنثی بوده، بدین معنی که نمی‌توانستند

تاثیری به روی عملکرد ژنها بگذارند. یکچنین خطاهائی تکامل بطئی را باعث می‌شده است که این ظاهر را در تمام دی‌ان‌ای‌ها روی داده است. و تعدادی از این اشکالات مساعد بقا انواع آنها واقع شدند. این همانی است که توسط داروین "گزینش طبیعی"<sup>۱۳</sup> نامیده شد.

پروسه تکامل بیولوژیکی در ابتدا بسیار کند بوده به طوری که ۵،۲ میلیارد سال طول کشیده است تا ابتدائی‌ترین سلولها به حیوانات چندسلولی تکامل یابند. چند میلیارد سال دیگر طول کشید تا ماهیها به خزندگان به پستانداران تکامل یابند. ولی به نظر می‌رسد که تکامل شتاب گرفته باشد. تنها ۱۰۰ میلیون سال طول کشید تا پستانداران اولیه به ما (انسانها) تکامل یابند. دلیل آن هم این است که ماهی اکثر ارگان‌های مهم انسان را دارا می‌باشد و پستانداران لزوما همه آنها را. یعنی تمام آن چیزهائی را که لازم بود تا از پستانداران اولیه مثل لمورها<sup>۱۴</sup> (میمونهای پوزه‌دار) به انسانها تکامل یابد، به طور متناسب دارا بودند.

و اما در مورد نسل انسان، در مقایسه با اهمیت در تکامل دی‌ان‌ای، تکامل به یک مرحله حساسی رسید. این همان توسعه زبان و به ویژه زبان نوشتاری بود. بدین معنا که اطلاعاتی که از یک نسل به نسل بعد منتقل می‌شود می‌تواند به غیر از انتقالات ژنتیکی که از طریق دی‌ان‌ای صورت گرفته است صورت پذیرد. در ۱۰ هزار سال گذشته و یا در طول تاریخ مستند، تغییر قابل‌کشفی در دی‌ان‌ای انسان که از طریق تکامل بیولوژیکی حاصل شده باشد پدیدار نگشته است. اما مقدار دانش و اطلاعاتی که از نسلی به نسل دیگر منتقل شده، به طور قابل‌توجهی رشد کرده است. دی‌ان‌ای انسانها محتوی تقریباً ۳ میلیارد اسید هسته‌ای است که بسیاری از کدهای اطلاعاتی در این رشته به‌درنخور و یا غیرفعال می‌باشند. در نتیجه مقدار اطلاعات قابل‌استفاده در ژنهای ما چیزی در حدود ۱۰۰ میلیارد بیت<sup>۱۵</sup> است. یک بیت از اطلاعات جواب به سؤال آری و یا نه است. یک رمان می‌تواند تا ۲ میلیون بیت اطلاعات را در خود جای دهد. بنابراین یک انسان معادل ۵۰ رمان می‌لزد اند بون<sup>۱۶</sup> است. یک کتابخانه ملی بزرگ می‌تواند تا ۵ میلیون کتاب داشته باشد و یا ۱۰ تریلیون بیت. پس اطلاعات منتقل شده از طریق کتابها ۱۰۰ هزار برابر اطلاعات منتقل‌شده از طریق دی‌ان‌ای است.

حتی مهمتر اینکه اطلاعات در کتابها می‌تواند بسیار سریعتر عوض‌شده و به روز درآید. چندین میلیون سال طول کشیده است تا از میمون به انسان تکامل یابیم و در طول این مدت اطلاعات مفید در دی‌ان‌ای شاید تنها چند میلیون بیت تغییر کرده باشد. بدین معنا که اندازه تکامل بیولوژیکی در انسانها در حدود ۱ بیت در سال می‌باشد. در عوض، ۵۰ هزار کتاب جدید تنها به زبان انگلیسی در هر سال منتشر می‌شود که ۱۰۰ میلیارد بیت اطلاعات را شامل می‌شود. قطعاً اکثریت بزرگی از این اطلاعات به دورریختنی است و استفاده‌ای برای هیچ نوعی از حیات ندارد. اما در آنصورت هم میزان اطلاعات مفید اگر نگوئیم میلیاردها برابر باز هم میلیونها برابر بیشتر از انتقال اطلاعات از طریق دی‌ان‌ای است.

این بدین معنی است که ما وارد یک فاز جدید تکاملی شده‌ایم. در ابتدا تکامل از طریق انتخاب طبیعی توسط جهشهای تصادفی جریان داشت. فاز داروینی ۳،۵ میلیارد سال به پایان رسید و ما را پدید آورد، موجوداتی که زبان را جهت تبادل اطلاعات تکامل دادند. اما در ۱۰ هزار سال گذشته و یا چیزی در این حدود ما در مرحله‌ای بوده‌ایم که می‌توان آنرا فاز انتقالی خارجی<sup>۱۷</sup> نامید. در این مدت بایگانی اطلاعات درونی که به نسل بعدی از طریق دی‌ان‌ای منتقل می‌شود، تغییر قابل‌توجهی نکرده است. اما بایگانی خارجی (اطلاعاتی) در کتاب‌ها و در دیگر اشکال ماندنی منابع (اطلاعاتی) به اندازه بسیار زیاد رشد کرده است. بعضی از مردم از واژه تکامل تنها برای انتقال داخلی ژنتیکی مادی استفاده می‌کنند و در مقابل استفاده واژه تکامل در مورد انتقال خارجی اطلاعات مخالفت می‌ورزند. ولی به اعتقاد من این دیدگاه کوتاه‌نظرانه است. زیرا که ما چیزی فراتر از ژن‌هایمان هستیم. ما احتمالاً قویتر و یا ذاتاً باهوش‌تر از اجداد غارنشین‌مان نیستیم. اما تفاوت ما با آنها دانشی است که ما طی ۱۰ هزار سال گذشته و به طور مشخص در ۳۰۰ سال گذشته، کسب کرده‌ایم. به اعتقاد من اهمیت این مطلب به حدی است که نگاه وسیع‌تری را می‌طلبد و از اینرو شایسته است که انتقال خارجی اطلاعات را به اندازه نقش دی‌ان‌ای در تکامل نژاد انسان به رسمیت بشناسیم.

مقیاس زمانی برای تکامل در دوره انتقال خارجی همان مقیاس زمانی برای کسب و انباشت اطلاعات است. که قبلاً صدها و حتی هزاران سال بود. اما در حال حاضر این مقیاس زمانی به ۵۰ هزار سال و یا کمتر تقلیل یافته است. به عبارت دیگر مغزها که ما از طریق آنها این اطلاعات را تکامل داده‌ایم تنها در مقیاس زمانی داروینی یعنی صدها و هزارها سال تکامل پیدا کرده‌اند. این مشکلاتی را به وجود می‌آورد. در قرن هجدهم گفته میشد که مردی وجود دارد که تمام کتاب‌های نوشته‌شده را خوانده است. اما امروز اگر شما روزی یک کتاب هم بخوانید، ۱۵ هزار سال طول خواهد کشید تا تمامی کتاب‌های کتابخانه ملی را تمام کنید. تازه باید حساب کنید که در طول این زمان هم کتابهای بیشماری نوشته شده‌اند.

این بدین معنی است که هیچ‌کسی نمی‌تواند صاحب بیشتر از ذره کوچکی از دانش بشری باشد. مردم ناچارند که در زمینه‌های خاص‌تر و معین‌تری تخصص پیدا کنند. و این احتمالاً در آینده یک محدودیت اساسی خواهد بود. ما به طور مشخص برای مدت طولانی نمی‌توانیم با این ضریب تصاعدی پیشرفت دانش که در ۳۰۰ سال گذشته داشته‌ایم ادامه دهیم. یک محدودیت و حتی خطر بزرگتر برای نسل‌های آینده این است که ما هنوز دارای غریزه‌های حیوانی و به طور مشخص همان انگیزه‌های تجاوزگری انسان غارنشین هستیم. تهاجم به صورت انقیاد و یا کشتن انسانهای دیگر و به تصاحب درآوردن زنان و غذای آنان تا به امروز که به عنوان تنازع بقا تعریف شده است. ولی در دوران حاضر این (غریزه تجاوزگری) ممکن است به قیمت نابودی کل نسل بشر و بقیه اشکال زندگی بر روی کره زمین تمام شود. جنگ هسته‌ای هنوز مبرم‌ترین خطر به شمار می‌رود و دیگر مسائل مانند انتشار ویروس‌هایی که از طریق مهندسی ژنتیک طراحی شده‌اند هم وجود دارند. و یا اینکه تأثیرات گلخانه‌ای<sup>۱۸</sup> که همچنان در حال ناپایداری است.

حال دیگر زمان آن نیست که ما انتظار داشته باشیم تا از طریق تکامل داروینی هوشیارتر و یا سازگارتر با طبیعت شویم. اما ما در دوران حاضر وارد فاز جدیدی شده‌ایم که می‌توان آنرا تکامل خود-طراحی‌شده<sup>۱۹</sup> بنامیم که در آن قادر خواهیم بود در دی‌ان‌ای خودمان تغییراتی به وجود بیاوریم و آنرا پیشرفته‌تر سازیم. امروزه پروژه‌های وجود دارد که تمامی سلسله دی‌ان‌ای انسان را نقشه‌برداری می‌کند و چند میلیارد دلار هزینه دارد که برای پروژه‌های با این اهمیت بسیار ناچیز است. آن زمان که ما کتاب حیات را خوانده‌ایم، شروع به تصحیح آن خواهیم کرد. در ابتدا این تغییرات به تعمیر ژنهای ناقص منحصر خواهد شد مثل بیماری مزمن ششها و دستگاه گوارشی<sup>۲۰</sup> و نقص عضله‌ای<sup>۲۱</sup>. اینها توسط ژنهای تنها کنترل می‌شوند و به همین دلیل بسیار راحت قابل‌شناسایی و تصحیح می‌باشند. خصوصیات دیگر مانند هوش<sup>۲۲</sup> احتمالاً توسط تعداد زیادی از ژنها کنترل می‌شوند و از اینرو بسیار سخت‌تر خواهیم توانست آنها را پیدا کرده و بر روی رابطه آنها با هم کار کنیم. با این حال من مطمئنم که در طول قرن آینده، مردم کشف خواهند کرد تا چگونه هوش و غریزه‌هایی مثل تجاوزگری و سلطه‌طلبی را تغییر دهند.

قوانینی در مخالفت با مهندسی ژنتیک در مورد انسان وضع شده‌اند. اما عده‌ای قادر نخواهند بود تا در مقابل وسوسه اصلاح خصوصیات انسان مثل اندازه حافظه، یا ایجاد مقاومت در برابر بیماری و یا افزایش طول عمر مقاومت کنند. زمانی که چنین انسانهای استثنائی پدید آیند، چنان معضلات عظیم سیاسی برای انسانهای غیرپیشرفته به وجود خواهد آمد که قادر نخواهند بود تا در این رقابت شرکت کنند. به احتمال زیاد آنها خواهند مرد و یا موجودات قابل‌اهمیتی نخواهند بود. در عوض نسلی از موجودات خودطراحی‌شده‌ای<sup>۲۳</sup> که خود را با شتاب دائماً فزاینده‌ای تکامل می‌دهند وجود خواهند داشت.

اگر این نسل دوباره خود را طراحی کند تا ریسک خودتخریبی را کاهش داده و یا از بین ببرد، احتمالاً آنگاه گسترش پیدا کرده و دیگر ستارگان و سیارات را به استعمار خود در خواهد آورد. به هر حال سفر فضائی بسیار طول و دراز برای بنیان شیمیائی شکل حیات مثل دی‌ان‌ای بسیار دشوار خواهد بود. طول عمر طبیعی برای چنین موجوداتی در مقایسه با زمان مسافرت کوتاه است. بر اساس تئوری نسبیت، هیچ چیزی نمی‌تواند سریعتر از نور حرکت کند و به همین دلیل سفر رفت و برگشت به نزدیکترین ستاره حداقل ۸ سال و تا به مرکز کهکشان (راه شیری) در حدود ۱۰۰ هزار سال طول خواهد کشید. این مشکل در داستانهای علمی-تخیلی با استفاده از درهم‌پیچیدگی فضا و سفر از میان ابعاد اضافی آن حل شده است. اما من فکر نمی‌کنم که اینها هرگز ممکن باشد، حتی مهم نیست که در آن زمان حیات هوشمند توانسته باشد چقدر رشد کند. در تئوری نسبیت اگر کسی بتواند با سرعتی بالاتر از سرعت نور حرکت کند، قادر خواهد بود تا به زمان گذشته هم سفر کند که این برگشتن به زمان گذشته مشکلاتی را برای مردم پدید خواهد آورد طوری که می‌توانند گذشته را تغییر دهند. همچنین می‌توان انتظار داشت تا تعداد زیادی از

توریست‌هایی را که از زمان آینده آمده‌اند را ملاقات کنیم. توریست‌هایی که آمده‌اند تا کنجکاوانه سبک جالب و قدیمی زندگی ما را ببینند.

ممکن است که از مهندسی ژنتیک برای بقای نامحدود حیات، و یا حداقل برای ۱۰۰ هزار سال، که بر مبنای دی‌ان‌ای استوار است استفاده شود. اما راه راحت‌تر که فعلاً در حد توان ماست ارسال ماشین و دستگاه است. این ماشینها باید چنان طراحی شده باشند که دارای عمر کافی برای سفر بین سیاره‌ها باشند. زمانی که آنها به ستاره جدید می‌رسند، بتوانند به روی سیاره مناسبی فرود آمده و مواد معدنی برای ساختن ماشینهای بیشتری را استخراج کنند. ماشین‌هایی را که بتوان به ستاره‌های دیگر فرستاد. این ماشینها و یا دستگاهها فرم جدیدی از حیات خواهد بود که از مولفه‌های مکانیکی و الکترونیکی تشکیل یافته‌اند و نه از ملکولهای بزرگ. و سرانجام شاید آنها بتوانند جایگزین حیات مبتنی بر دی‌ان‌ای شوند همانطور که دی‌ان‌ای جایگزین شکل ابتدایی‌تری از حیات شد.

این شکل مکانیکی حیات نیز می‌تواند خودطراحی شده باشد. بدینسان به نظر می‌رسد که دوره انتقال خارجی تکامل تنها فاصله بسیار کوتاهی، بین فاز داروینی و فاز مکانیکی و یا بیولوژیکی خودطراحی شده، خواهد بود. این در نمودار بعدی نشان داده شده است که درجه‌بندی نشده است زیرا که راهی برای نشان دادن دوره ۱۰ هزار ساله در مقایسه با میلیاردها سال وجود ندارد. اینکه فاز خودطراحی شده چه زمانی به پایان خواهد رسید خود پرسش دیگری است. ممکن است این فاز ناپایدار باشد و حیات خودش را نابود سازد و یا به یک نقطه مرگ برسد. اگر اینطور نشود، این فاز باید قادر باشد تا پایان عمر خورشید (ما) یعنی در حدود ۵ میلیارد سال با حرکت به سوی سیاره‌هایی که به دور ستارگان می‌گردند باقی بماند. بیشتر ستارگان تا ۱۵ میلیارد سال دیگر سوخته (خاموش می‌شوند) و یا کل جهان بر اساس قانون دوم ترمودینامیک به وضعیت کاملاً نامنظم خواهد رسید. اما فریدمن دایسن<sup>۲۴</sup> نشان داده است که علیرغم اینها حیات می‌تواند خود را با منبع همواره در حال کاهش انرژی منظم تطبیق داده و برای همیشه ادامه دهد.

احتمال اینکه ما در سفر و کاوش خود در کهکشان به شکل ناشناخته‌ای (جدیدی) از حیات برخورد کنیم چیست. اگر بحث در مورد مقیاس زمانی برای پیدایش حیات بر روی زمین درست باشد، پس باید ستارگان بسیاری دیگری هم باشند که حیات بر روی سیارات آنها وجود داشته باشد. بعضی از این منظومه‌های ستاره‌ای ۵ میلیارد سال قبل از کره زمین شکل یافته‌اند. پس چرا کهکشان ما نباید مملو از اشکال مکانیکی و یا بیولوژیکی خودطراحی شده باشد؟ چرا تا به حال کره زمین مورد بازدید و یا حتی مورد استعمار این موجودات قرار نگرفته است؟ من پیشنهاداتی که مبنی بر بشقاب‌پرنده‌های حاوی موجوداتی از فضاهاى دیگر باشند را به حساب نمی‌آورم. و فکر می‌کنم هر دیداری توسط موجودات دیگر کرات بسیار آشکارتر و حتی شاید بسیار ناخوشایندتر خواهد بود.

توضیح اینکه چرا ما تا به حال موجودات فضاهاى دیگر را ملاقات نکرده‌ایم چیست؟ یک احتمال اینست که بحث در مورد پیدایش حیات بر روی زمین نادرست است. شاید احتمال

پیدایش حیات به طور خودبه‌خودی بر کره زمین، با توجه به این که کره زمین تنها سیاره در کهکشان و یا در جهان قابل رویت است که در آن حیات ظاهر شده است، بسیار کم بوده باشد. احتمال دیگر می‌تواند یک احتمال منطقی حاکی از این که سیستم‌های خودزا مثل سلولها شکل‌یافته ولی بیشتر آن اشکال حیات نتوانستند به حیات هوشمند تکامل یابند، باشد. ما عادتاً فکر می‌کنیم که حیات هوشمند پی‌آمد اجتناب‌پذیر تکامل است اما اصل انتروپیک باید ما را در چنین مباحثاتی محتاط کند. احتمال قویتر این است که تکامل یک پروسه تصادفی است که هوش تنها یکی از بیشمار نتایج ممکن آن بوده است. روشن نیست که هوش قابلیت باقی ماندن طولانی مدت را داشته باشد. باکتری و دیگر ارگانیزم‌های تک‌سلولی اگر تمامی انواع دیگر حیات بر روی زمین از صحنه عمل خارج شوند به زندگی خود ادامه می‌دهند. تاییدی بر این نظریه؛ که تکامل حیات بر روی زمین بنا بر کروئولوژی تکامل ناممکن بوده است، وجود دارد. زمان بسیار طولانی، ۲،۵ میلیارد سال طول، می‌کشد تا موجودات تک‌سلولی به چندسلولی‌ها که پروسه ضروری برای رسیدن به موجودهوشمند است تکامل یابند. این کسر خوبی از کل زمان لازم است یعنی تا قبل از اینکه خورشید ما منهدم شود. از اینرو با این فرضیه که می‌گوید احتمال اینکه حیات به هوش تکامل پیدا کند اندک است، سازگار می‌باشد. در اینصورت، می‌توانیم انتظار داشته باشیم تا اشکال متعددی از حیات را در کهکشان بیابیم، اما بسیار نامحتمل است که حیات هوشمند را پیدا کنیم. راه دیگر که نمی‌توان در سیاره‌ای به مرحله حیات هوشمند رسید این است که ستاره دنباله‌دار و یا سنگ آسمانی به آن اصابت کنند. ما به تازگی برخورد ستاره دنباله‌دار شوماخر- لوی<sup>۲۵</sup> با سیاره مشتری را که در آن یک سری شهاب‌های عظیم روشنی به فضا پرتاب می‌شدند را مشاهده کرده‌ایم. اینطور تصور می‌شود که که برخورد یک جسم کوچکتر با زمین در حدود ۷۰ میلیون سال پیش باعث انقراض دایناسورها شده باشد. تعداد اندکی پستانداران اولیه باقی مانده اما موجوداتی به بزرگی انسان غالباً از بین رفتند. مشکل است که بگوئیم که چند سال یکبار چنین تصادماتی روی می‌دهد، اما یک حدس منطقی می‌تواند این باشد که چنین چیزی به طور متوسط هر ۲۰ میلیون سال رخ می‌دهد. اگر این عبارت درست باشد به این معنی خواهد بود که حیات هوشمند تنها به دلیل خوش‌شانسی توانست بر روی کره زمین تکامل یابد چرا که در عرض ۷۰ میلیون سال گذشته یک چنین تصادمات اساسی رخ نداده است. سیارات دیگر در درون کهکشان (راه شیری) که حیات بر روی آنان تکامل یافته است، احتمالاً از فرصت کافی برای اینکه موجود هوشیار بتواند به تکامل برسد برخوردار نبوده‌اند.

احتمال سوم این است که یک احتمال منطقی برای شکل‌گیری حیات وجود دارد و می‌تواند در فاز انتقال خارجی به موجود هوشمند تکامل یابد. اما در آن نقطه، سیستم بی‌ثبات شده و حیات هوشمند خود را تخریب می‌کند. این می‌تواند یک نتیجه‌گیری بسیار بدبینانه‌ای باشد که بسیار امیدوارم که درست نباشد. از این رو من چهارمین احتمال را ترجیح می‌دهم؛ در جاهای دیگر اشکال دیگر حیات هوشمند که ناظر ما هستند وجود دارند. سابقاً پروژه‌ای به نام سستی<sup>۲۶</sup> مخفف جستجو برای حیات هوشمند کرات دیگر وجود داشت که فرکانسهای رادیویی را ثبت می‌کرد تا ببیند که آیا می‌توان علائمی از تمدن دیگری دریافت کرد. من فکر می‌کنم که این پروژه علیرغم اینکه به دلیل نبود امکانات مالی فسخ شد ارزش حمایت

را داشت. اما ما همینطور که پیشرفت می‌کنیم، باید محتاطانه به مسائل بنگریم. برخورد با تمدن خیلی پیشرفته‌تر (از دیگر کرات) در زمان کنونی، ممکن است کمی شبیه به ملاقات ساکنین اصلی امریکا با کولومبوس (کاشف قاره امریکا) باشد که من فکر نمی‌کنم برای آنها خوب بوده باشد.

این همه آن مطالبی بود که باید می‌گفتم. از اینکه به من گوش دادید سپاسگزارم.

[zshisheh@hotmail.com](mailto:zshisheh@hotmail.com)

۱. Professor Stephen Hawking

۲. Life

۳. Intelligent Life

۴. QCD Scale

۵. Big Bang

۶. Supernova

۷. Pulsar

۸. DNA

۹. Crick and Watson

۱۰. Adenine, Cytosine, Guanine, and Thiamine

۱۱. RNA

۱۲. Random Errors

۱۳. Natural Selection

۱۴. Lemurs

۱۵. Bit

۱۶. Mills and Boon

۱۷. External Transmission Phase

۱۸. Green House Effect

۱۹. Self Designed Evolution

۲۰. Cystic Fibrosis

۲۱. Muscular Dystrophy

۲۲. Intelligence

۲۳. Self-designing Beings

۲۴. Freedman Dyson

۲۵. Schumacher- Levi

۲۶. SETI

تنظیم از سایت ریشه‌ها

[www.nadersani.net](http://www.nadersani.net)