زندگی چیست و موجود زنده کدام است؟

پرسش‌های ماندگار و بی‌پاسخ

«حیات چیست؟» این پرسشی است که سالیان دراز بشر به آن فکر کرده است، بدون آنکه جواب کامل و بی‌نقصی برای آن حاصل شود. هرچند هنوز هم زیست‌شناسان نتوانسته‌اند تعریف جامعی برای حیات بیابند، «اروین شرودینگر»، فیزیک‌دان، از زاویه‌ای دیگر به آن نگاه کرد. وی در یک‌رشته سخنرانی که سال ۱۹۴۳ در شهر دوبلین ایراد کرد، به بررسی حیات از دیدگاه یک فیزیک‌دان پرداخت. مجموعه این سخنرانی‌ها درنهایت در کتابی با عنوان «حیات چیست؟» منتشر شد. این کتاب بسیار مهم و تأثیرگذار بود، برای مثال، بعدها «رابرت روزن»، زیست‌شناس و فیلسوف، کتابی با نام «زندگی» نوشت که به‌نوعی ادامه «حیات چیست؟»، محسوب می‌شود. ۵۰ سال پس از انتشار کتاب حیات چیست شرودینگر، ۱۲ نفر از دانشمندان در حوزه‌های مختلف دراین‌باره سخنرانی کردند که آن‌هم در سال ۱۹۹۶ منتشر شد. اکنون و پس از گذشت ۷۲ سال از انتشار آن کتاب، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، سمیناری با عنوان «حیات چیست؟ چشم‌انداز قرن ۲۱» را در تاریخ ۱۲ و ۱۳ آبان گذشته برگزار کرد. این پژوهشگاه، هدف از برگزاری اولین گردهمایی در حوزه فلسفه زیست‌شناسی را بررسی مسئله حیات و چشم‌انداز آن در قرن حاضر، بیان کرده است، به این امید که سخنرانی‌های این دوره شروعی در جهت هرچه بیشتر نزدیک‌شدن محققان جامعه علمی کشورمان در علوم مختلف، به منظور بررسی مسئله حیات باشد. در ادامه خلاصه‌ای از چند سخنرانی این همایش را با هم می‌خوانیم.

مهدی صادقی
استاد ژنتیک پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

«حیات چیست؟» یکی از مهم‌ترین پرسش‌های بشر در هزاران سال گذشته بود. اکنون این سؤال مطرح می‌شود با توجه به پیشرفت‌هایی که در یک قرن اخیر در زیست‌شناسی صورت گرفته است، آیا تغییری در نگرش ما نسبت به پاسخ این پرسش پدید آمده یا خیر؟ این سمینار هم برای بررسی همین موضوع شکل گرفته است. همان‌گونه که می‌دانید، پرسش «حیات چیست؟» فقط به زیست‌شناسی مربوط نمی‌شود، بلکه بسیاری از دانشمندان و حوزه‌های علمی دیگر نیز به این موضوع فکر می‌کنند. در این همایش نیز افراد مختلف از زاویه دید متفاوتی به این موضوع نگاه می‌کنند. با توجه به پیچیدگی این موضوع انتظار داریم حتی از یک زاویه خاص نیز افراد مختلف، تصویرهای متفاوتی را مشاهده کنند یعنی حتی ممکن است چند زیست‌شناس هم در پاسخ به این پرسش، اتفاق‌نظر نداشته باشند. این سمینار به مناسبت هفتادودومین سال انتشار کتاب «حیات چیست؟» «اروین شرودینگر» برگزار می‌شود. جذابیت و اهمیت این کتاب، نه‌فقط به دلیل پاسخی بود که «شرودینگر» به این پرسش داد، بلکه دلیل دیگر هم دارد. «شرودینگر» به‌دلیل دستاوردهای فیزیکی‌اش و به‌ویژه ارائه رابطه‌ای برای ذرات بنیادی نامدار است، اما چنین فردی به بررسی پیچیده‌ترین پدیده جهان یعنی حیات می‌پردازد و همین موضوع بر اهمیت و جذابیت کتاب می‌افزاید. در هر صورت، عاملی که پاسخ به پرسش «حیات چیست» را دشوار می‌کند، فقط عوامل متمایزکننده موجودات زنده و غیرزنده نیست، بلکه پرسش اصلی این است چگونه ذراتی که در همه‌جای جهان وجود دارد، در اجتماع با هم رفتاری تازه و خلاف جریان فیزیکی غالب جهان از خود بروز می‌دهند، رفتاری که درواقع جریانی برخاسته از نظم است. درواقع در جهان موجودات زنده، نظمی را مشاهده می‌کنیم که تکرار می‌شود درحالی‌که در جهان غیرزنده هیچ مجموعه‌ای از ذرات نیست که چنین رفتاری داشته باشد. ما جریانی از نظم به بی‌نظمی را در موجودات غیرزنده می‌بینیم و این پرسش را برای ما به وجود می‌آورد اگر این اتم‌ها و مولکول‌ها، هم در موجودات غیرزنده و هم موجودات زنده وجود دارد، چرا رفتار این ذرات در موجودات زنده و غیرزنده متفاوت است. پاسخ به این پرسش است که موضوع حیات و ویژگی‌های آن را دشوار می‌کند.

«شرودینگر» کتاب خود را با طرح این موضوع آغاز می‌کند که همه قوانین فیزیکی، آماری هستند، برای مثال، زمانی که بی‌نظمی حرارتی موادی را که در اطراف ما وجود دارد، بررسی می‌کنیم، می‌بینیم این مواد به دلیل داشتن تعداد زیاد اتم‌هاست که این قوانین از خود نشان می‌دهند وگرنه با تعداد کم اتم‌ها، نمی‌توان یک قانون فیزیکی استخراج کرد. اما اگر تعداد اتم‌ها بسیاربسیار زیاد باشد، یک نظم آماری در این مجموعه دیده می‌شود. به‌همین‌دلیل به نظر می‌رسد برای اینکه یک موجود زنده بتواند هم برای حیات درونی خود و هم برای ارتباط با دنیای بیرون، از مزایای قوانین تقریبا دقیق استفاده کند، باید ساختار درشتی داشته باشد که از تعداد بسیاربسیار زیاد اتم‌ها تشکیل شده باشد وگرنه اگر تعداد اتم‌ها کم باشد، چنین قوانینی شامل آن نمی‌شود. میزان دقت قانون‌های فیزیکی با کاهش تعداد اتم‌ها کم می‌شود، به‌همین‌دلیل برای افزایش دقت قانون، باید تعداد اتم‌ها بسیاربسیار زیاد شود. «شرودینگر» بر این باور بود اگرچه یک سلول تعداد زیادی اتم دارد، اما تعداد بسیار کوچکی از اتم‌ها، نمی‌توانند قوانین آماری را به شکل دقیق بروز دهند ولی همین‌ها نقش بسیار مهمی در رویدادهای قانونمند صورت‌گرفته در موجود زنده ایفا می‌کنند. در سال ۱۹۴۳ که «شرودینگر» سخنرانی کرد، درکی از ژن به مفهوم امروزی آن وجود نداشت و با توجه به درکی که از ماده ژنتیکی که در آن زمان وجود داشت، «شرودینگر» نیز مانند بقیه دانشمندان آن زمان، ماده وراثتی را چیزی درون کروموزوم می‌دانست ولی البته دقیقا هم نمی‌دانستند دی‌ان‌ای است یا پروتئین. «شرودینگر» به دنبال دانستن دو موضوع بود؛ اول اینکه اندازه ژن‌ها چقدر است و دیگر اینکه چرا ژن‌ها تداوم دارند و دائمی هستند؟ در آن زمان با توجه به اندازه کروموزوم‌ها و نتیجه پژوهش‌های سیتوژنتیک که انجام شده بود و تعداد ژن‌هایی که حدس می‌زدند روی کروموزوم وجود داشته باشد، برآورد کرده بودند حجم یک ژن حدود ۳۰۰ آنگستروم مکعب است یعنی حدود یک میلیون اتم دارد که این مقدار برای بروز رفتار قانونمندی که ما در ژن‌ها می‌بینیم، عدد کوچکی است. موضوع دیگر، جاودانه‌بودن این نظم بود که طبیعی بود با انتقال خواص وراثتی از نسلی به نسل دیگر، همین‌طور ادامه دارد و از میلیون‌ها سال پیش به ما رسیده است و به نظر می‌رسد این نظم، نظمی جاودانه باشد. البته می‌دانیم در این مدت، تغییرات کوچکی هم رخ می‌دهد و «شرودینگر» می‌دانست این تغییرات پرش‌مانند است که «جهش» نام دارد. آن موقع شرودینگر، بر این باور بود داروین که تغییرات را پیوسته تلقی می‌کرد، در اشتباه بود. وی با توجه به دیدگاه مکانیک کوآنتومی که داشت، جهش‌ها را معادل ترازهای انرژی کوآنتومی در نظر می‌گرفت و براین باور بود برای اینکه رویدادی مانند جهش خیلی کمیاب باشد، آستانه انرژی‌ای که آرایش یک ایزومر را از ایزومرهای دیگر آن جدا می‌کند، باید زیاد باشد. در آن زمان، بیشترین داده‌هایی که «شرودینگر» استفاده کرده بود، از جهش‌هایی حاصل می‌شد که با پرتوها القا می‌شدند. وی با محاسبه مقدار انرژی که یک پرتو القا می‌کند و تعداد جهش‌هایی که در یک ژن ایجاد می‌شود، برآورد کرد اندازه یک ژن نباید از چند هزار اتم بیشتر باشد ولی پرسش مهم این بود آیا یک ساختار مولکولی با چند هزار اتم می‌تواند در برابر تمایل حرکت گرمایی «نظم‌برانداز» حرکت‌های گرمایی مقاومت و نظمش را حفظ کند؟ «شرودینگر» برای پاسخ‌گویی به این پرسش و اینکه مولکولی بتواند این نظم را داشته باشد و درعین‌حال بتواند جاویدان هم باشد، ماده ژنتیکی را به عنوان یک کریستال بی‌تناوب تصور کرد.

اکنون این پرسش هم مطرح می‌شود چگونه یک ذره کوچک می‌تواند اطلاعات یا رمز بقای یک موجود را در خود داشته باشد؟ «شرودینگر» برای اینکه ثبات ماده وراثتی را با این حجم کوچکش توجیه کند و برای گریز از بی‌نظمی، مولکولی را اختراع کرد که دست‌کم تا زمان «شرودینگر» موضوع بی‌سابقه‌ای بود. این مولکول می‌بایست شاهکاری از یک نظم تمایزیافته و تحت سیطره مکانیک کوآنتومی باشد. «شرودینگر» در این زمینه می‌گوید: به نظر می‌رسد حیات رفتاری منظم و قانونمند از ماده است که انحصارا بر مبنای گرایش آن از نظم به بی‌نظمی تکیه ندارد، بلکه تا اندازه‌ای بر نظم به‌وجودآمده که حفظ می‌شود، اتکا دارد. ماده بی‌جان معمولا در نتیجه اصطکاک‌ها به سکون می‌گراید و در اثر انتقال گرما، دما در همه‌جا یکسان می‌شود و به بیشینه آنتروپی می‌رسد. یک موجود زنده به دلیل پرهیز از زوال تند و رسیدن به حالت تعادل، این‌چنین معمایی به نظر می‌رسد. همیشه چنین تصور می‌شود نیروی غیرفیزیکی و فوق‌طبیعی یا نیروی حیاتی در موجود زنده در کار است درحالی‌که یک موجود زنده، پیوسته از محیط پیرامونش آنتروپی منفی می‌کشد و در متابولیسم در حین حیات، خود را از همه آنتروپی که به‌ناچار تولید کرده، رها می‌کند یا به بیان دیگر، نظم را از پیرامونش می‌مکد. این استعداد موجود زنده در تمرکز جریانی از نظم و گریز از زوال بی‌نظمی، با حضور کریستال‌های بی‌تناوب ممکن است که بی‌تردید نمایانگر اتحاد اتمی بسیار منظم و با بالاترین درجه‌ای که می‌شناسیم، صورت گیرد». به‌هرحال، چاپ کتاب «حیات چیست؟» «شرودینگر» تأثیر بسیار زیادی روی جریان پیشروی زیست‌شناسی گذاشت؛ موضوعی که باعث می‌شود کتاب «حیات چیست؟ » همچنان کتاب مهمی باشد، پیش‌گویی حیرت‌آور «شرودینگر» از کریستال‌های بی‌تناوب است. یک دهه بعد، واتسون و گریک ساختار دی‌ان‌ای را کشف کردند که درواقع به‌نوعی تأیید پیش‌گویی «شرودینگر» بود. خود «واتسون» و «کریک» هم اقرار می‌کنند به‌شدت تحت‌تأثیر کتاب «شرودینگر» بودند. اما دیدگاه وی درباره حیات از دیدگاه ترمودینامیکی بعدها محل اختلاف بسیاری شد و بحث‌های موافق و مخالف بسیاری را برانگیخت. در ۷۰ سالی که از آن تاریخ می‌گذرد، تعریف‌های بسیار متفاوتی از حیات ارائه شد که همین کثرت تعریف‌ها (که بسیاری از آنها هم با یکدیگر ناسازگارند)، خود بیانگر آن است مشکلی در تعریف حیات وجود دارد. به گمان من، دو موضوع متفاوت در اینجا با هم آمیخته شدند که هرکدام از این تعریف‌ها باید پاسخ یکی از این پرسش‌ها باشد. پرسش اول این است که «حیات چیست؟» و پرسش دوم که ممکن است با پرسش اول آمیخته شود، این است که «موجود زنده چیست؟» این دو، پرسش‌های متفاوتی هستند. درباره پرسش حیات چیست باید گفت برخی بر این باورند این پرسش، تناقضی درون خود دارد که موجب می‌شود شاید هیچ‌گاه نتوانیم پاسخ کاملی برای آن ارائه دهیم. برخی در پاسخ به این پرسش که حیات چیست؟ می‌گویند حیات ویژگی موجود زنده است و وقتی می‌پرسند موجود زنده چیست در پاسخ می‌گویند موجود زنده، موجودی است که حیات دارد که درنتیجه می‌بینیم این‌گونه پرسش و پاسخ‌ها وارد یک دور باطل شده است. پس شاید یکی از راهکارها برای حل این معضل این باشد که پیش از اینکه تعریف کنیم حیات چیست، مشخص کنیم موجود زنده چیست؟ اما آیا تا زمانی که نتوانیم مشخص کنیم حیات چیست، می‌توانیم موجود زنده را تعریف کنیم؟ من اکنون چند تعریف از حیات را بیان می‌کنم و بعد به بررسی این موضوع می‌پردازم که چه تناقض‌هایی در این تعریف‌ها وجود دارد. طبق برخی تعریف‌ها:

- حیات به صورت سیستمی تعریف می‌شود که برای سازماندهی فعالیت‌هایش، می‌تواند اطلاعات را کسب، پردازش و ذخیره و استفاده کند.
- حیات به صورت سیستمی از اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها با تأمین پیوسته منومرها، انرژی و حفاظت تعریف می‌شود.
- حیات به صورت سیستمی، قادر به خودسازماندهی و خودهمانندسازی، تکامل از راه جهش، متابولیسم و... تعریف می‌شود.
- حیات به‌سادگی حالت ویژه‌ای است از ناپایداری سازمان‌یافته.
- حیات به شبکه‌ای از فیدبک‌های منفی یا مکانیسم‌های حفاظتی-تنظیمی که تابع فیدبک‌های مثبت بالاتر هستند (که توانایی توسعه و انبساط و تولید مثل دارند)، اطلاق می‌شود.
- حیات یک سیستم ترمودینامیکی است که ساختار مولکولی سازماندهی‌شده دارد.

اگر به این تعریف‌ها دقت کنیم، می‌بینیم (علاوه بر اشکال قبلی یعنی دور باطل) در هرکدام از این تعریف‌ها، بخشی از موجودات واقعا زنده، از شمول این تعریف خارج می‌شوند ولی درعین‌حال شامل برخی از موجودات غیرزنده می‌شود. به‌هرحال، در حالت کلی می‌توان گفت این تعریف‌ها بیش از آنکه بیان کنند که حیات چیست، به این موضوع می‌پردازند چگونه می‌توان حیات را شناخت. شاید اصلا بتوان این پرسش را این‌گونه مطرح کرد که آیا می‌توان جهان را به دو بخش زنده و غیرزنده تقسیم کرد؟ و اگر پاسخ مثبت باشد، چه ویژگی‌هایی را می‌توان یافت که این دو بخش را به‌درستی از هم متمایز کند؟ پرسش دیگری که مطرح می‌شود این است که آیا هر تعریفی از حیات باید همه جنبه‌ها و اشکال حیات را که می‌شناسیم، دربر گیرد؟ یا باید آن‌قدر گسترده باشد موجوداتی را که تاکنون نشناخته‌ایم یا موجوداتی را که ممکن است در کرات و سیارات دیگر هم باشند، دربر گیرد؟ آیا اصلا می‌توانیم چنین تعریف‌هایی ارائه دهیم؟ اینها پرسش‌هایی است که باید بیشتر به آنها فکر کرد.

لزوم تطبیق زیست‌شناسی تکاملی با مبانی علمی

فلسفه و سازوکارهای تکامل

رضا ندرلو
عضو هیأت‌علمی دانشگاه تهران

بارها این پرسش مطرح شده است که آیا زیست‌شناسی زیرمجموعه فیزیک است؟ یا شیمی؟ حتی خود زیست‌شناسانی که در زمینه ژنتیک مولکولی کار می‌کنند، اصلا دیدگاه تکاملی ندارند. دیدگاه تکاملی یعنی اینکه من در فرایند تکامل به وجود آمده‌ام. اگر من این شخصیت یا کارکرد را دارم، به‌دلیل نوع تکامل من است، نه به‌دلیل ذات خودم. اما برخی علت را درون خود موجود می‌بینند، مثل کسانی که در زمینه ژنتیک یا فیزیولوژی کار می‌کنند. مشاهده شده است کسی که در زمینه فیلوژنی یعنی بررسی روابط تکاملی بین گروه‌های مختلف موجودات زنده کار می‌کند (که برای انجام این کار باید به عمق زمان برود و فرایند تکامل را بررسی کند)، ولی در عمل می‌بینیم که پژوهش وی نتیجه مشخص و معینی ندارد و به‌اصطلاح پایانش باز است و بحثی در زمینه تکامل صورت نگرفته است. به بیان دیگر می‌بینیم پرسشی که وی روز اول برای خودش مطرح کرده بود، پرسش چرایی نبود، اگر هم در زمینه چرا بود، ناقص بود و اکنون نیز جوابش از نوع چرایی نیست. به‌همین‌دلیل وقتی مرا برای این سمینار دعوت کردند، به بروشور این سمینار توجه کردم، دیدم پرسش‌هایی را مطرح کرده است مثل اینکه آیا زیست‌شناسی یا پدیده‌های تکاملی الله‌بختکی است یا نه، هدف‌دار است؟ آیا زیست‌شناسی جزئی از فیزیک است؟ آیا انسان یا روابط اجتماعی یا صفات اجتماعی، تحت‌تأثیر تکامل‌اند یا از جایی دیگر منشأ می‌گیرند؟ یعنی مباحث بسیار پایه‌ای تکامل در اینجا مطرح شده است. اگر کسی ذره‌ای به تکامل باور داشته باشد، چنین پرسش‌هایی را مطرح نمی‌کند. خوب است که زیست‌شناسی تکاملی را با مبانی علمی تطبیق دهیم، یعنی به بررسی این موضوع بپردازیم؛ من که فلان تحقیق زیست‌شناختی را انجام می‌دهم، کار علمی می‌کنم و علم را تمام می‌کنم؟ ما باید برای تمام مباحث زیست‌شناختی، نگرش تکاملی داشته باشیم، هرچند زمانی که موضوع انسان مطرح می‌شود، اگر تمام علوم انسانی، طبیعت انسان را نشناسند، به باور من به بیراهه می‌روند. در تعریف نفس، اخلاقیات، روح و... باید به این موضوع توجه داشت. من انسانم، من از کجا آمده‌ام؟ از تکامل. تمام ژنوم من و من با تمام صفاتم به علت تکاملی پدید آمده است. تمام رفتارهای اجتماعی و اخلاقیات و... به طبیعت من مربوط می‌شود. اگر دنبال علت می‌گردیم، تکامل علت علت‌هاست. تکامل را به شکل ساده و خلاصه این‌گونه می‌توان بیان کرد:

«حیات در زمین حدود چهار میلیارد سال پیش از یک گونه اولیه و به احتمال زیاد از یک مولکول آلی پدید آمده است و در زمان و به‌تدریج به گونه‌های مختلف انشعاب پیدا کرده است. مکانیسم چنین تغییرات تکاملی در اکثر موارد و نه در همه موارد، انتخاب طبیعی بوده است». وقتی به این عبارت توجه می‌کنیم، شش مفهوم در آن، توجه ما را جلب می‌کند. از جمله حیات که موضوع همین سمینار است و تکامل. متأسفانه حیات تاکنون به شکل جامع و کامل تعریف نشده است و ما در عوض فقط ویژگی‌های موجود زنده را بیان می‌کنیم؛ یعنی می‌گوییم این موجود زنده با این مشخصات را از موجودات غیرزنده، تفکیک کنیم. پس همان‌گونه که گفتیم حیات حدود چهار میلیارد سال پیش پدید آمده و تاکنون مستقل و پایدار مانده است. ما می‌توانیم خصوصیات یا ویژگی‌هایی را برای موجودات زنده در نظر بگیریم، مثل تولیدمثل، وراثت، رشد متابولیسم و غیره. البته باید در نظر داشت این بیان از موجود زنده برای تشخیص موجود زنده در مقطع زمانی حال کفایت می‌کند ولی برای تعریف آن کفایت نمی‌کند. به بیان دیگر اگر بخواهیم از دید تکاملی و با توجه به امتداد زمانی، حیات را بررسی کنیم، این تعریف کفایت نمی‌کند. از دید تکاملی، موجود زنده نباید در فرایند تولیدمثل، عین خودش را به وجود آورد بلکه باید موجودی شبیه خودش و البته با کمی تفاوت را پدید آورد. پس موجود زنده در فرایند تولیدمثل، موجود دیگری درست همانند خودش را پدید نمی‌آورد بلکه موجودی متفاوت را پدید می‌آورد تا ادامه حیات را تضمین کند. اما اگر عین خودش را پدید آورد، انتخاب طبیعی عمل نمی‌کند و حیات به بن‌بست می‌رسد. مفهوم دومی که در این تعریف بیان شد، تکامل است. آیا می‌توان فرایند تکامل را تعریف کرد؟ شاید، بتوان و شاید هم نتوان؛ ولی چیزی که واضح است اینکه شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد تکامل اتفاق می‌افتد. برای مثال همین آنتی‌بیوتیک‌هایی که ما مصرف می‌کنیم و حتما باید دوره مصرف آن را تمام کرد؛ مکانیسم عمل تکامل را نشان می‌دهد. هنگامی که ما دوره درمان را کامل نمی‌کنیم، باکتری‌های ضعیف از بین می‌روند ولی باکتری‌های قوی‌تر همچنان زنده می‌مانند و رشد می‌کنند و باکتری‌های قوی‌تر را پدید می‌آورند.

روزنه

درباره مفهوم ناشناخته حیات

به قدمت تاریخ

هادی صمدی*

پرسش «حیات چیست؟» پرسشی بسیار قدیمی است. سقراط همیشه از افراد مختلفی که با آنها برخورد می‌کرد، پرسش‌هایی را می‌پرسید. برای مثال به یکی می‌گفت تو که سردار بزرگی هستی و شجاعانه می‌جنگی، آیا می‌توانی بگویی شجاعت چیست؟ وی همواره چنین پرسش‌هایی را مطرح می‌کرد و از پاسخ‌هایی که از افراد دریافت می‌کرد، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که حتی خود آن سردار شجاع هم نمی‌دانست شجاعت چیست یا آن دیگری نمی‌دانست معرفت چیست. پس این مخصوص بیولوژیست‌ها و زیست‌شناسان نیست که نمی‌دانند حیات و زندگی چیست. کافی است ما از فیزیک‌دانان بپرسیم که «زمان» چیست؟ به احتمال بسیار آنها هم نمی‌توانند به شکل دقیق بیان کنند که زمان چیست. من می‌خواهم درباره همین موضوع صحبت کنم. در نظر بگیرید که سقراط از زیست‌شناسان می‌پرسد حیات چیست یا موجود زنده کدام است و آنها هم پاسخ‌های بسیار متنوعی بیان می‌کنند، برای مثال یکی می‌گوید حیات می‌تواند تولیدمثل کند، دیگری می‌گوید حیات شبکه حداقلی از فرایندهای موردنیاز برای تولیدمثل است، دیگری می‌گوید حیات سیستمی خودمختار با قابلیت‌های تکاملی باز یا یک سیستم سازگارشونده منعطف و... است. شک نداشته باشید که اگر زیست‌شناس چنین پاسخ‌هایی ارائه کند، سقراط او را گیر می‌اندازد، چراکه چنین تعریف‌هایی، مشکلاتی هم دارد. شاید بهتر باشد مشخص کنیم کدام‌یک از این تعریف‌ها درست است. در این موارد، سقراط همیشه به این نتیجه می‌رسید که ما به‌درستی نمی‌دانیم آن چیزی که درباره‌اش حرف می‌زنیم، چیست؟ اکنون شاید شما بخواهید من مشخص کنم که کدام‌یک از این تعریف‌ها درست است ولی من می‌پرسم آیا پرسش «کدام‌یک از این تعریف‌ها درست است؟» پرسش درستی است؟ درستی یا صدق و کذب، یک ویژگی است که ما به گزاره‌های اخباری نسبت می‌دهیم یعنی گزاره‌هایی که خبری به ما می‌دهند اما تعاریف معمولا خبری به ما نمی‌دهند بلکه ایضاح مفاهیم می‌کنند. پس اکنون می‌توان این پرسش را مطرح کرد که کدام‌یک از این تعاریف، کامل‌تر یا کارآمدتر است؟ این پرسش به لحاظ فلسفی مقبول‌تر است. اکنون می‌خواهم مشخص کنم کدام تعریف بیشتر و بهتر از بقیه، تکلیف موارد مرزی را مشخص می‌کند. برای روشن‌شدن بیشتر بحث، دو مورد مرزی را مثال می‌زنم: ویروس‌ها و برنامه کامپیوتری «تیرا». وقتی این برنامه را روی کامپیوتر اجرا کردند، این پرسش مطرح شد که آیا تیرا، زنده است؟آیا این موجود، تمثیلی از حیات است یا در واقع حیات را بازنمایی می‌کند؟ برخی بر این باورند که حیات همین است و چیزی بیش از این نیست اما برخی دیگر می‌گفتند این فقط نوعی بازنمایی حیات است. به هر حال زمانی که ما تعریفی ارائه می‌کنیم، اگر تعریف ما تعریف کارآمدی باشد، باید بتواند تکلیف موارد حد مرزی مانند این را روشن کند. اکنون می‌توان پرسید که اصلا ما چرا به دنبال تعریف حیات هستیم؟ با نگاه تکاملی می‌توان گفت این موضوع بیانگر نوعی اعتیاد به طبقه‌بندی است و در واقع محصول فرعی آن اعتیاد به ایضاح مفاهیم است. ما همیشه دوست داریم تا جایی که امکان دارد، مفاهیمی که موضوع صحبت ما هستند، دارای تعاریف کاملا مشخص و معینی باشند؛ به بیان دیگر ما ابهام را دوست نداریم و همیشه دوست داریم بدانیم زمان و شجاعت چیست؛ البته این نکته را هم مدنظر داشته باشید که این دو مفهوم کمی متفاوت از هم هستند؛ مثلا شجاعت یک مفهوم انسان‌ساز است و اگر ما انسان‌ها نباشیم، شجاعت معنا ندارد اما بدون وجود ما زمان معنا دارد.

* استاد فلسفه علم دانشگاه آزاد

زاویه دید

رمزگشایی از ماهیت حیات

آخرین راز علم

عرفان کسرایی*

دوازدهم و سیزدهم آبان‌ماه امسال سمیناری در پژوهشکده علوم زیستی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) در تهران برگزار شد که «حیات چیست؟» نام داشت. در این سمینار که به مناسبت هفتادودومین سال انتشار کتابی با همین عنوان، اثر «اروین شرودینگر» فیزیک‌دان بلندآوازه، برگزار شد چالش‌های پیش‌روی زیست‌شناسان، فیزیک‌دانان و فیلسوفان در تبیین ماهیت حیات مورد بحث و تبادل‌نظر قرار گرفت و دیدگاه‌ها و نقطه‌نظرات گوناگون پیرامون این پرسش طرح شد. از آنجایی که کتاب «حیات چیست؟» «اروین شرودینگر» و تأثیر آن بر توسعه زیست‌شناسی مولکولی، موضوع کاری و پژوهشی‌ام بوده، برگزاری این همایش با وجود اینکه نه به‌عنوان میهمان یا سخنران به این سمینار دعوت شده بودم و نه به‌عنوان مستمع، بخت شرکت در آن را پیدا کردم، بهانه خوبی است که به مسئله تبیین حیات و همچنین تاریخچه کتاب «حیات چیست؟» بپردازیم. آیا انسان یک ماشین ترمودینامیکی است؟ آیا فیزیک به‌تنهایی قادر است چیزی را که حیات می‌خوانیم، توضیح دهد؟ تفاوت شیمی و بیوشیمی، زنده و غیرزنده در چیست و اساسا چه‌چیزی در بدن مادی یک موجود زنده هست که برای مثال در یک سنگ نیست؟ این پرسش‌ها بخشی از دغدغه‌های فلسفی یک فیزیک‌دان مشهور به نام «اروین شرودینگر» بود که دامنه نفوذ نظریاتش به‌واسطه سهم بزرگی که در توسعه مکانیک موجی و فیزیک کوانتومی داشت، گسترده‌تر از آن است که بتوان تصور کرد. از نظر تاریخی این پرسش که ماهیت زندگی چیست، شاید نام سه فیلسوف را بیش از دیگران به ذهن متبادر کند: «ارسطو»، «دکارت» و «کانت».

اگرچه دانشمندان و فلاسفه این دوره‌های تاریخی اساسا هیچ اطلاعی از مفهوم ژن و وراثت به معنای امروزی آن نداشتند و مفهوم ژنتیک تازه در سال ۱۹۰۵ ازسوی گیاه‌شناس انگلیسی، «ویلیام بتسون» و مفهوم ژن نیز ازسوی زیست‌شناس دانمارکی، «ویلهلم جوهانسون» در سال ۱۹۰۹ میلادی ابداع شد. کار «اروین شرودینگر» به‌عنوان یک فیزیک‌دان برجسته اما از جهات بسیاری با کوشش‌های فکری پیشین متفاوت بوده است. از نظر تاریخی، کتاب «حیات چیست؟» «شرودینگر» در سخنرانی او در فوریه سال ۱۹۴۵ در برابر ۴۰۰ شرکت‌کننده در کالج ترینیتی دوبلین ایرلند ریشه دارد. البته اگر بخواهیم دقیق‌تر باشیم و جرقه‌های اولیه شکل‌گیری این پرسش‌ها در ذهن وی را پی بگیریم، بهترین منبع می‌تواند کتاب اتوبیوگرافی شرودینگر با عنوان «زندگی من، جهان‌بینی من» باشد. او در این کتاب می‌نویسد: کودکی و نوجوانی من (بین سال‌های ۱۸۸۷ تا ۱۹۱۰) پیش از هر چیز تحت‌تأثیر پدرم بوده است. «شرودینگر» در دوران تحصیل به تشویق پدرش، به مطالعه نظریه‌های داروین روی آورد و بعدها هم تحت‌تأثیر سخنرانی «نیلز بوهر» با عنوان نور و زندگی قرار گرفت که در سال ۱۹۳۲ در برلین برگزار شده بود. «نیلز بوهر» در آن سخنرانی، درباره اینکه حیات به فیزیک و شیمی قابل‌تقلیل باشد، ابراز تردید کرده بود. دغدغه عمده «شرودینگر» حول دو محور اصلی بود. نخست اینکه آیا اطلاعات ژنتیکی و وراثتی در یک مولکول ذخیره می‌شود؟ دوم اینکه آیا حیات با قانون دوم ترمودینامیک و اصل افزایش آنتروپی هم‌خوانی دارد یا نه. تأثیر کتاب «شرودینگر» بر توسعه زیست‌شناسی مولکولی و به‌خصوص بر «واتسون» و «کریک» و «موریس ویلکینز» (برندگان جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی سال ۱۹۶۲)، از جهات بسیاری مورد توجه مورخان علم قرار گرفته است. «نویل سیموندز» در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر شرودینگر بر زیست‌شناسی» می‌نویسد که این تأثیر در سال‌های پس از ۱۹۵۳ پررنگ‌تر بوده است. «جیمز واتسون» ظاهرا باید پس از مطالعه کتاب شرودینگر به مفهوم ژن علاقه‌مند شده باشد. «فرانسیس کریک» در نامه‌ای مورخ ۱۲ آگوست ۱۹۵۳ خطاب به شرودینگر می‌نویسد: «من و واتسون یک‌بار درباره این با هم صحبت می‌کردیم که چگونه قدم در راه زیست‌شناسی مولکولی گذاشته‌ایم و هردو به این نتیجه رسیدیم که تحت‌تأثیر کتاب کوچک شما؛ یعنی «حیات چیست؟» بوده‌ایم». شاید بهتر بود نظر «روزالیند فرانکلین» را نیز به صورت مستند در اختیار داشتیم، اما متأسفانه نقش «فرانکلین» در تاریخ علم، هم در اعطای نوبل و هم در کشف ساختار DNA نادیده گرفته شده است. (اگرچه فرانکلین چهار سال پیش از اعطای نوبل به «واتسون» و همکارانش درگذشته بود و عملا نمی‌توانست برنده نوبل باشد). «موریس ویلکینز» نیوزیلندی که به‌همراه «واتسون» و «کریک» برنده نوبل شده بود، در اتوبیوگرافی خود با عنوان «مرد سوم ساختار DNA» می‌نویسد: «من مجذوب اندیشه‌های شرودینگر شده بودم. شرودینگر زبان فیزیک‌دانان را به کار بسته بود و این مرا به‌عنوان یک فیزیک‌دان برمی‌انگیخت تا با ثابت‌قدم‌ماندن روی کتاب او و رهیافتش به ژنتیک، راهی مسیری شوم که به‌عنوان بیوفیزیک‌دان می‌خواستم کشف کنم». البته همه فیزیک‌دانان و زیست‌شناسان نظر مثبتی به اندیشه‌های طرح‌شده «شرودینگر» در این کتاب ندارند. «ماکس دلبروک» در نامه مورخ ۱۰ اکتبر ۱۹۵۸ به «ولفگانگ پاوولی» می‌نویسد که آزمایش‌های موتاسیون او و همکارانش «نیکلای تیموفف» و «کارل تسیمر» ازسوی شرودینگر به صورت پوپولیستی مطرح شده است. «آلبرت اینشتین» پس از مطالعه این کتاب معتقد بود که هنوز پرسش‌های بی‌پاسخ فراوانی در این بحث باز مانده است. او در ۲۰ ماه می ۱۹۴۶ خطاب به «شرودینگر» می‌نویسد: «کتاب تو درباره حیات به نظر من بسیار جالب و قانع‌کننده بود». او در ادامه می‌گوید: «هنوز چیزهای بسیاری هست که رازآلود باقی مانده است». مسئله بر سر این است که «شرودینگر» از پژوهش‌های «لوریا» و «دلبروک» درباره موتاسیون بی‌خبر بود («ماکس دلبروک» و «لوریا» در سال ۱۹۶۹ بابت کشف مکانیسم تکثیر و ساختار ژنتیکی ویروس‌ها موفق به کسب جایزه نوبل شدند). «شرودینگر» از کارهای «اسوالد آوری» نیز بی‌اطلاع بود و نمی‌دانست که ژن‌ها از DNA تشکیل شده‌اند. «ماکس پروتس» برنده جایزه نوبل شیمی می‌گوید: آنچه که در این کتاب درست بود، دسته اول نبود و آنچه که دسته اول بود نیز درست نبود. شاید حق با «اینشتین» باشد که پس از مطالعه کتاب «شرودینگر» در نامه خود خطاب به او از پرسش‌های پاسخ‌داده‌نشده این کتاب سخن گفت. با وجود پیشرفت‌های سریع و خیره‌کننده فیزیک جدید در تبیین و توضیح ریزترین اجزای تشکیل‌دهنده ماده، قدم‌های ما برای ماهیت آگاهی و حیات اما بسیار کند و آهسته بوده و حتی از جهاتی هنوز در همان نقطه که «دکارت» در قرن ۱۷ میلادی ایستاده بود، متوقف شده است. آیا حیات را می‌توان با فیزیک توضیح داد؟ هنوز هیچ‌کس پاسخ این پرسش را نمی‌داند.

* پژوهشگر مطالعات علم و فناوری دانشگاه کاسل