

علم و جامعه

تماشای مهبانگ از تلویزیون



حسن فتاحی*

● هرکس بخواهد برنامه‌ای تلویزیونی درباره مهبانگ بسازد با مشکل بزرگی مواجه می‌شود. شما مهبانگ را در تلویزیون چگونه نشان می‌دهید؟ در آغاز صفحه مانیتور به طور کامل سیاه است. نقطه‌ای از نور ناگهان در مرکزش ظاهر می‌شود. نور از مرکز شروع به فوران می‌کند. ابرهای چرخان گازی دیده می‌شوند و آن ابرها آرام‌آرام تبدیل به ککهکشان می‌شوند.

مشکل این نسخه تلویزیونی از مهبانگ این است که حتی واژه «مهبانگ» تصویر فریبنده‌ای از آغاز کیهان می‌آفریند. اشتباه مهم این است که هم کلمه و هم تصاویر این‌طور وانمود می‌کنند که مهبانگ انفجاری از یک توده بزرگ ماده در میان فضای خالی بوده است. اولین خطا این است که کیهان در جایی از حالت مهبانگ آغاز شده است؛ بنابراین آنجا نمی‌تواند خالی از ماده باشد، اما درواقع اگر دنباله‌ای از وقایع را از زمان فعلی تا زمان مهبانگ پی بگیریم، پیش از مهبانگ هیچ چیزی وجود نداشته است. نه زمان و نه فضا و نه هیچ چیز دیگری. کلمه‌ای قبل از مهبانگ به تنهایی هیچ معنایی ندارد. مثل جرم، انرژی، ماده، کیهان و... خود واژه مهبانگ را نخستین‌بار کیهان‌شناس شهیر بریتانیایی، فرد هویل ابداع کرد. او از مخالفان نظریه مهبانگ بود و طرفدار نظریه حالت پایدار. مورد دیگر ایجادشده این تصویر اشتباه، این‌گونه است که اگر کیهان شامل مقدار زیادی ماده در میان فضای خالی است، باید به‌طور چشمگیری ناهمگن باشد. این در حالی است که هایل تلویحا نشان داد کیهان همگن است و روی هر ککهکشانی زندگی کنیم تقریبا تعداد یکسانی از ککهکشان‌ها را خواهیم دید.

مهبانگ، به قول وینستون چرچیل تفسیر پیچیده افسانه‌ای است که پاورچین‌پاورچین درون یک معما خیزده است. آغاز عالم در یک تصور بغرنج غلط، عبارت است از مختصری ریاضیات، فیزیک نظری پردرخت و تصور فلسفی پنهان‌شده در آن. اما تصویر درستی که می‌توانیم از مهبانگ در تلویزیون ببینیم، چیست؟

اولین تصویر در دهه ۱۹۶۰ توسط دو مهندس آزمایشگاه تلفن بل، واقع در نیوجرسی، به نام‌های آرنو پنزیاس و رابرت ویلسون نمایان شد. آنها موظف بودند منابع تداخل‌های رادیویی را شناسایی کنند. پنزیاس و ویلسون با بهره‌گیری از یک آنتن شبوری‌شکل توانستند بسیاری از منابع آشکار پرازیت را شناسایی کنند. باوجوداین پس از شناسایی منابع پرازیت، دریافتند هنوز مقداری پرازیت باقی مانده است. منبع این پرازیت باقیمانده یک معما بود و شدت آن به طور قابل‌توجهی ثابت. روزها و شب‌ها گذشت تا اینکه مقداری از پرازیت حذف شدند. ثبات سیگنال هم برخی حدس‌های معمولی نجومی نظیر خورشید را حذف کرد. پنزیاس و ویلسون به‌قدری گیج شده بودند که حتی فکر می‌کردند این پرازیت‌ها به دلیل لانه‌کردن کبوترها روی آنتن شبوری‌شکل باشد.

معما توسط اخترشناسان دانشگاه پرینستون حل شد. آنها اخیرا نشان داده بودند که در مدت اولین صدهزار سال اولیه پس از مهبانگ، کیهان مملو از گاز داغ بود. دمای گاز تقریبا به اندازه دمای سطح خورشید بود و بنابراین مانند خورشید، گاز فوتون‌های مرئی گسیل می‌کرد. به سبب انبساط کیهان در مدت ۱۳٫۷ میلیارد سال انرژی فوتون‌ها به آهستگی فروکش می‌کند. گاز داغ زمانی سرد می‌شود که منبسط شود. اخترشناسان پرینستون محاسبه کرده بودند که در حال حاضر این تابش‌ها که امروزه با نام «تابش زمینه کیهانی» می‌شناسیم، در طول موج رادیویی هستند. آنها به‌سرعت دریافتند پرازیت‌های رادیویی همعکاونه کشف‌شده توسط پنزیاس و ویلسون در حقیقت تابش‌های پیش‌بینی‌شده نظریه مهبانگ هستند.

یکی از روابط بین وقایع بیش از ۱۳ میلیارد سال قبل و زندگی روزانه ما روی زمین چیزی است که در اتاق نشیمن هر کسی رخ می‌دهد. هنگامی که تلویزیون بین پسامد کانال‌های مختلف تنظیم می‌شود، منابع پرازیت زمینی آشکار می‌شود که به آن الگوی استاتیکی گفته می‌شود. اما درصد بسیار اندکی از پرازیت مشاهده‌شده در تلویزیون ناشی از تابش زمینه کیهانی است که پنزیاس و ویلسون کشف کردند و به‌خاطر آن جایزه نوبل فیزیک را از آن خود کردند. رادیوتلسکوپ جعبه‌ای‌شکل که در اتاق نشیمن همه وجود دارد، هرچند اندک، اما تابشی از میلیاردها سال پیش را برایمان آشکار می‌کند. این تابش امروزه تمام کیهان ما را پر کرده است، حتی اتاقی که شما در آن نشسته‌اید اما یادداشت‌ار می‌خوانید. این تابش حتی روی زمین که منابع مصنوعی تابش وجود دارد بسیار برمعناست. در کیهان این تابش برایمانده از مهبانگ سایر چیزها را در خود غوطه‌ور کرده و انرژی آن ۲۰ برابر بیش از انرژی نور مرئی گسیل‌شده توسط تمام ستارگان کیهان است.

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



عطا کالیراد*

برده نخست: دانشگاه کمبریج، ۱۹۵۹

۶۰ سال پیش، در هفتم ماه می ۱۹۵۹ میلادی، چارلز پرسی اسنو (۱۹۰۵ – ۱۹۸۰)، سخنرانی‌ای در دانشگاه کمبریج ایراد کرد که بعدها تحت عنوان دو فرهنگ و انقلاب علمی^۱ به چاپ رسید. اسنو در این سخنرانی به دغدغه‌ای می‌پردازد که به گفته خودش مدت‌ها ذهنش را به خود مشغول کرده بود: پیدایش دو فضای فکری متمایز در مغرب‌زمین. تجربه شخصی اسنو در شکل‌گیری چنین دغدغه‌ای نقش اساسی داشت چراکه او دکترای خود در رشته فیزیک را از دانشگاه کمبریج اخذ کرده بود و در عین حال، ادبیی بود که به نگاشتن رمان می‌پرداخت. به سبب علم‌ورز بودن و نویسندگی، اسنو به مسئله جالبی برخورد: «روزهای زیادی می‌گذشت که طی آن ساعات کاری را با علم‌ورزان می‌گذراندم و شب‌هنگام هم‌نشین ادیان بودم. [...] در سبب رفت‌وآمد در میان این دو گروه یک مسئله ذهنم را به خود مشغول کرد، مسئله‌ای که مدت‌ها بعد آن را دو فرهنگ نامیدم. چنین می‌نمود که پیوسته در میان دو گروه که از منظر هوش و نژاد هم‌سگ بوده واز منظر جایگاه اجتماعی نیز چندان تفاوتی با یکدیگر نداشتند [...] در رفت‌وآمد؛ دو گروهی که تقریبا هیچ ارتباطی بینشان برقرار نبود». چیزی که اسنو می‌پرسید این بود که چگونه می‌توان نسبت داد؟ اسنو از جی.اچ. هاردی^۲ (۱۸۷۷-۱۹۴۷)، ریاضی‌دان شهیر بریتانیایی، نقل می‌کند که «با متوجه شده‌ای که واژه روشنفکر این روزها چگونه به کار می‌رود؟ ظاهرا تعریفی تازه از این واژه رواج یافته و این تعریف، رادرفورد^۳، ادینگتون^۴، دیراک^۵، آدrian^۶ و مرا شامل نمی‌شود. کمی عجیب به نظر می‌رسد». آنچه هاردی را آشفته‌کرده بود، استفاده از برجسب روشنفکر برای اشاره به متفکران به جز علم‌ورزان بود. از نظر اسنو، روشنفکران -گروهی که همه عالمان منهای علم‌ورزان را شامل می‌شود- علم‌ورزان را خوش بین و ناگاه از رخ‌های واقعی انسان می‌انگارند. اسنو به‌درستی تمایز میان حقیقت شرایط زندگی انسان و تلاش برای بهبود این شرایط را شرح می‌دهد: «همه ما منزوی هستیم و همه در تنهایی از دنیا می‌رویم و از این سرنوشت گریزی نیست، اما جنبه‌های بسیاری از وضعیت فعلی ما حاصل تقدیر نیست که نشود در برابرش خروشی و انسانیت ما در گروهی چنین خروشی است». از این منظر، آنچه علم در پیش‌روی ما قرار می‌دهد، امید‌کودکنه به بهبود شرایط نیست، بلکه امکان بهبود این شرایط است. اما تفاوت دیگری که اسنو میان علوم دقیق و ادبیات و در معنای وسیع‌تر آن علوم انسانی، یعنی بستر روشنفکران مورد نظر او، می‌بیند روند دگرگونی این دو سپهر است؛ علم در بهترین حالت دارای سازوکارهایی است که ایده‌هایی را به نقد کشیده و آنها را بهبود می‌بخشند. در حالی که عقاید روشنفکران لزوما دستخوش چنین چالش‌های نظام‌مندی نمی‌شود.

از این‌رو، روند دگرگونی علم با سرعتی دوچندان رخ می‌دهد. شاید در وهله نخست چنین تمایزی میان علم (ساینس) و علوم انسانی و ادبیات ساده‌انگارانه پنداشته شود؛ مگر نه آنکه فلاسفه پسامدرن سرشت فرهنگی فرایندهای علمی را هویدا کرده‌اند؟ اسنو نیز چنین ساده‌انگار نیست، چراکه فرهنگ علمی را حقیقتا فرهنگ در معنای انسان‌شناختی می‌انگارد: «اعضای این فرهنگ نیازی به فهم کاملی از یکدیگر نداشته و غالبا نیز چنین فهمی رایج نیست: زیست‌شناسان اغلب درک

مبهمی از فیزیک معاصر دارند اما دیدگاه‌ها، معیارها، الگوهای رفتاری، رویکردها و پیش‌فرض‌های مشترک بین اعضای این فرهنگ برقرار است». آنچه عجیب می‌نماید، تضاد فرهنگ سنتی روشنفکری در قیاس با فرهنگ علمی است؛ در زمانه اسنو فرهنگ علمی به‌سرعت در حال گسترش بود و علم‌ورزان بیشتر و بهتر را رمز آفرینش را هویدا می‌کردند، اما سرشته امور در دست روشنفکرانی بود که همچنان در قالب سنتی فرهنگ می‌اندیشیدند. دو قطبی‌شدن جامعه متفکران به دو قطبی‌شدن دامنه مطالعات این دو گروه نیز می‌انجامد: علم‌ورزان کمتر وقت خواندن رمان و داستان و نمایش‌نامه و امثال آن را داشته و زبان افرادی که در چارچوب غیرعلمی فرهیخته به شمار می‌آیند، نیز در پاسخ به پرسشی به‌غایت ساده از جانب اسنو ناتوان است: «یکی، دو مرتبه برانگیخته شده و از این جمع پرسیدم که چه تعداد می‌توانند قانون دوم ترمودینامیک را توضیح دهند. پاسخ سرد و منفی بود. اما پرسش من معادل علمی این است که آیا هرگز اثری از شکسپیر را خوانده‌اید؟» از منظر اسنو، روشنفکری، به‌ویژه در انگلستان، ست اغیا بود و از این‌رو دیدگاه این گروه به پیشرفت علم و فن که در قالب انقلاب صنعتی متبلور شد، بیشتر هراس بود تا امیدواری. هراساک‌بودن یا امیدبخشی پیشرفت علم و فناوری به جایگاه یک فرد بستگی دارد: از بالا، چنین پیشرفت‌هایی چندان دلچسب نمی‌نماید و حتی به نوستالژی بازگشت به گذشته معصومانه‌ای را دامن می‌زند؛ آنچه در آثاری همچون «والدن» اثر هنر ثورو (۱۸۱۷-۱۸۶۲) می‌توان یافت. از پایین به بالا اما، برای پرشمار افرادی که بی‌نام و نشان در تعداد صفحات سنکین تاریخ از میان رفته بودند، آشکار بود انقلاب صنعتی بهتر از آن روندی است که پیش‌تر قالب بود. یکی از جنبه‌های فرهنگ علم‌ورزی، سرعت‌بخشی به دگرگونی‌های اجتماعی تمدن است: «انسان‌ها دیگر تاب تحمل یک نسل در انتظار دگرگونی را ندارند». زبیزی، جالب اسنو در آن بود که دریافت فناوری به خودی خود بسیار آسان است: «فناوری شاخه‌ای از تجربه انسانی است که مردمان می‌توانند بیاموزند و نتایجی قابل‌پیش‌بینی به دست آورند. [...] به نحوی باورکرده‌ایم که فناوری کم و بیش نوعی هنر غیرقابل انتقال است. [...] برای صنعتی‌کردن تمامی یک کشور بزرگ، مانند چین امروزی، تنها آموزش علم‌ورزان، مهندسان، و تکنیسین‌ها به تعداد لازم کافی است. [...] انقلاب علمی در مقیاس جهانی نخست و مهم‌تر از همه نیازمند سرمایه است؛ همه قسم سرمایه از جمله سرمایه مایشینی».

برده دوم: از دوفرهنگی تا چندفرهنگی

سخنرانی اسنو از جنبه‌هایی به نظر غربی می‌نماید. آیا یک ادیب یا تاریخ‌دان باید از قانون دوم ترمودینامیک آگاه باشد؟ آیا علم‌ورز باید دیکتز یا فردوسی خوان باشد؟ اگر پرسش ابتدایی دو فرهنگ را صرفا نقدی بر منابع و کتبی که روشنفکران و علم‌ورزان مطالعه می‌کنند تصور کنیم، آنکه این سخنرانی را باید در دامن انبوه‌های از ارجحیسی که به شکلی چنین سطحی به موضوع پرداخته‌اند، رها کنیم. آشکار است اسنو بیش از آنکه به دامنه دانش روشنفکران و علم‌ورزان و ناهم‌پوشانی این دامنه‌ها اشاره کند، به روش‌شناسی می‌پردازد؛ روشنفکرانی که از منظر اسنو تنها علم‌ورزان را در‌خور برجسب «روشنفکر» یا «متفکر» نمی‌دانند، بلکه روش علم را ضرورتا روشی مناسب برای فهم پدیده‌های طبیعی نمی‌بینند. چنین رویکردی را می‌توان در بسیاری از آثار ادبی یافت. ژورژرودت به‌خوبی چنین علم‌سنجری را در قالب شعری می‌ریزد: «افسانه‌ای که طبیعت به همراه دارد چه شیرین است -فکر مداخله‌گر ما- آشکار چشم‌نواز طبیعت را بی‌فواره می‌کند - به منظور کالبدشکافی به قتل می‌رسانیم».

در نخستین اپرا از چرخه حلقه نیپلونگ^۷، ریکارد واگنر صنعت را چنان دون می‌پندارد که آن را به پست‌ترین

علم

آیا خطابه «چارلز پرسی اسنو» در باب ظهور دو فرهنگ متمایز در میان نخبگان پس از گذشت بیش از نیم قرن همچنان موضوعیت دارد؟

نژاد در داستان اسطوره‌ای خود وامی‌گذارد و آن را مشابه جادوی پلید به تصویر می‌کشد که به واسطه آن آلبریش پلید طلای پاک رودخانه راین را به حلقه و تاجی بدل می‌کند و با گذاشتن آن تاج وردی می‌خواند و از نظرها ناپدید می‌شود و لرزه بر اندام عوام می‌افکند: «به‌راس! از سیاه تاریکی!». اسنو چنین رمانتیمی را زاده رفاه می‌پندارد چراکه در نبود علم و صنعت، کیفیت زندگی چنان پایین خواهد بود که اجازه هنروری را جز به تعداد معدودی از خواص نخواهد داد. از این منظر، علم ساختار سنتی جامعه را از میان می‌برد چراکه علم‌ورز به سبب آموزش و نه جایگاه اجتماعی، تربیت می‌شود؛ البته تاروپودی سنتی جانانه مقاومت کرده و می‌کند. علم دارای دو هدف است: فهم جهان و کنترل آن. اسنو به درستی درمی‌یابد پیشرفت علمی نیازمند سرمایه‌یست و از این رو نوعی مسئله مرغ و تخم‌مرغ پیش‌روی کشورهای توسعه‌یافته است: چگونه می‌شود که درجه‌ای از صنعت دست یافت که بتوان سرمایه‌تولید کرد تا پس از انباشت سرمایه به علم‌ورزی پرداخت و به مدد آن دوچندان توسعه یافت؟ پیش‌بینی اسنو در خصوص پیشرفت علمی چین که در آن زمان در گيوداد صنعتی‌شدن بود، شاید بیش از آنچه تصور می‌کرد درست از آب درآمد؛ چین تنها تا منظر پیشرفت علمی و صنعتی به گرد پای غرب رسید، بلکه در شماری از حوزه‌ها، به ویژه فناوری‌های مخابراتی، تا حدی از غرب پیشی گرفته است و این پیش‌گرفتن چنان غرب را به وحشت انداخته که آمریکا اکنون دست به دامن ابزارهای سیستمی است؛ گروه‌هایی که ناخواسته در موارد بسیاری هم‌نظر می‌شوند و دیگر چالش عقاید خود را از سوی افراد خارج از چنین خوشه‌های نمی‌پذیرند. (اگر اخیرا تلاش کرده باشید نادرستی عقاید شخصی را در حوزه‌ای که در آن تخصص دارید در شبکه‌های اجتماعی هویدا کنید مطمئنا با پایداری چنین خوشه‌هایی آشنایی پیدا کرده‌اید.) تاکید اسنو بر سواد علمی و ادبی در چنین بستری بیش از پیش اهمیت می‌یابد چراکه دیگر ناهم‌پوشانی فرهنگ‌های فکری محدود به نخبگان و دانشگاهیان نیست؛ تمامی افراد جامعه در کوتاه‌مدتی در فرهنگ‌های مجازی متمایز خود، با باورها و «حقایق» مخصوص به خود، جای خواهند گرفت. شاید تنها راه دوری از ویران‌شهری، گسترش سواد علمی باشد.

۱- Charles Percy Snow
2- The Two Cultures and the Scientific Revolution
3- Intellectual
4- Godfrey Harold Hardy
۵- ارنست رادرفورد (۱۸۷۱-۱۹۳۷)؛ فیزیک‌دان شهیر نیوزیلندی که پدر فیزیک هسته‌ای انگاشته می‌شود.
۶- ارنور استنلی ادینگتون (۱۸۸۲-۱۹۴۴)؛ منجم، فیزیک‌دان و ریاضی‌دان انگلیسی که یکی از نخستین شواهد در تأیید نظریه نسبیت عام را برپرسی کسوف ۱۹۱۹ارانه کرد.
۷- پاول دیراک (۱۹۰۲-۱۹۸۴)؛ یکی از برجسته‌ترین فیزیک‌دانان قرن بیستم.
۸- ادگار آدریان (۱۸۸۹ – ۱۹۷۷)؛ برنده جایزه نوبل فیزیولوژی در ۱۹۳۲ به همراه چارلز شرینگتون به سبب پژوهش در باب کارکرد باخته عصبي.
9- Walden; or, Life in the Woods, 1854
10- Der Ring des Nibelungen
11- Habt Acht! Vor dem nachtllichen Heer. (Das Rheingold, Scene 3).
12- The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined
13- Violence
«پژوهشگر زیست‌شناسی تکاملی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی



نقاشی «آهنگار ن مدرنیته» (۱۹۷۴) در مؤسسه تحقیقات هسته‌ای آکادمی ملی علوم اوکراین / Hryhorii Pryshetko و HalynaZubchenko

علم‌ورزان در برابر عالمان

افق‌های نو

حیات پیچیده و قارچ‌های باستانی



ترجمه: منصور نقی‌لو

● قارچ‌های فسیل‌شده به دلیل ماهیت ظریف و تجزیه‌شونده‌شان خیلی نادر هستند. تا به امروز، قدیمی‌ترین فسیل قارچی مربوط به ۴۵۰ میلیون سال پیش است؛ یعنی زمانی که گیاهان از دریا به خشکی آمدند. به گزارش بیگ‌بنگ، یکی از معروف‌ترین قارچ‌های فسیل‌شده که به آن زمان تعلق دارد، پروتوتاکسیت‌ها هستند که می‌توانند تا هشت متر ارتفاع داشته باشند. همین باعث شده بود که آن را به اشتباه یک درخت در نظر بگیرند. اما بررسی‌های دقیق قبلی از ساعت مولکولی قارچ به کمک روش‌های مبتنی بر دی‌ان‌ای نشان داد که احتمالا قارچ‌ها خیلی زودتر از حد تصور و بین ۷۶۰ میلیون تا ۱۰۰۶ میلیارد سال پیش فرگشت یافته باشند. ساختارهای نخ‌مانند و هاگ‌های قارچ‌های فسیل‌شده که قدمتی چندمیلیاردساله دارند، گویای آن است که قارچ‌ها قبل از گیاهان توانستند خشکی را اشغال کنند. این فسیل‌ها در سنگ‌هایی یافت شده که زمانی بخشی از مصب رودخانه بودند. چنین محیط‌هایی به دلیل آب‌های غنی از مواد مغذی، مکان‌های مناسبی برای رشد قارچ‌ها به شمار می‌روند. محتوای کم‌اکسیژن و مواد معدنی بالا و شوری زیاد این زیستگاه‌های ساحلی باستانی توانست شرایط بسیار خوبی برای حفظ مولکول‌های سخت‌کیتین فراهم کند که درون دیواره‌های سلولی قارچ‌ها تعبیه شده‌اند. این شرایط باعث شد که آنها در برابر شرایط نامساعد، تجزیه نشوند.

اگرچه مشخص نیست که آیا قارچ‌های باستانی تازه‌کشف‌شده در مصب رودخانه زندگی می‌کردند یا با رسوبات به خشکی راه یافته‌اند، اما قارچ‌ها از یک سری ویژگی‌های متمایز برخوردارند که فقط در قارچ‌های امروزی دیده می‌شود. هاگ‌ها و لوله‌های نخ‌مانند (نخینه) که به طور شفاف تعریف شده‌اند می‌توانند به قارچ در کاوش محیط کمک کنند. دیواره سلول‌ها نیز از دو لایه ساخته شده است. در حقیقت، سخت است که بین قارچ‌های امروزی و قارچ‌های باستانی تمایز ایجاد کرد. این کار به نظر کارشناس و مطالعات دقیق بستگی دارد.

همان‌طور که می‌توانید از منشا باستانی قارچ‌ها حدس بزنید، آنها نقشی کلیدی در شکل‌دهی به زیست‌کره زمین در طول چند میلیارد سال گذشته داشتند. نخستین گیاهانی که ۵۰۰ میلیون سال گذشته در خشکی ظاهر شدند، شرکات صمیمانه‌ای با قارچ‌ها برقرار کردند. این گیاهان ابتدایی که فاقد ریشه بودند، نیاز به این دانشنده که قارچ‌ها درون آنها رشد کرده و در قسمت‌های بیرونی گسترش پیدا کنند. در فرایندی که تحت عنوان هوازدگی زیستی شناخته می‌شود، نخینه‌های قارچ اسیدهای آلی را ترشح کردند تا سنگ‌ها را تجزیه کرده و مواد مغذی درون آنها را استخراج کنند. در عوض، گیاهان مواد مغذی تولیدشده را از این انرژی فوتوسنتز در اختیار قارچ‌ها قرار دادند. تبادل منابع میان گیاهان ابتدایی و قارچ‌ها زمینه‌ساز رشد، فرگشت و تنوع‌پذیری گیاهان زمین شده و گونه‌ها، جوامع و اکوسیستم‌های پیچیده‌تری را به ارمغان آورد. این فرایند هنوز هم به صورت یک هنجار در حال اجراست. بیش از ۹۰ درصد گیاهان خشکی با یک شریک قارچی رابطه دارند و برخی هم به‌طور کامل برای بقا به کمک قارچ‌ها نیاز دارند.

افزایش همزیستی گیاهان خشکی و قارچ‌ها اثرات شگرفی هم بر اتمسفر ما داشت. حالا با دسترسی فراوان به عناصر انرژی که منشا معدنی دارند، گیاهان به سازوکارهای کارآمدتری برای قفوسنتز دست پیدا کردند تا از این انرژی استفاده کنند؛ برای مثال، با کنترل بهتر حرکت کربن دی‌اکسید و آب به برگ‌ها و خروجشان. بیش از میلیون‌ها سال این جذب فراینده کربن دی‌اکسید باعث افزایش غلظت اکسیژن شده و با این شرایط، زمینه برای پیدایش حیات جانوری بسیار پیچیده و بزرگ فراهم شد.

در بررسی اینکه قارچ‌ها احتمالا ۵۰۰ میلیون سال قبل از گیاهان در زمین رشد یافتند، باید به شواهد و قراین فسیلی استناد کرد، زیرا پرسش‌های اساسی درباره آغاز این سفر همزیستی مطرح می‌کند. قبلا فرض بر این بود که گیاهان به‌طور هم‌زمان با قارچ‌های آبی به خشکان راه پیدا کردند، اما اکتشاف جدید این احتمال را مطرح می‌کند که خشکی‌های زمین شاید به مدت صدها میلیون سال آمادگی لازم را برای حیات گیاهی موفقیت‌آمیز داشته است. ما می‌دانیم که قارچ‌ها نقش کلیدی در تبدیل زمین‌های بایر و خشک به خاک‌های حاصلخیز و غنی از کربن داشتند.

اکنون چالش مهم پیش‌روی دانشمندان این است که با قطعیت مشخص کنند آیا این قارچ‌های باستانی منشا زمینی/خشکی داشتند یا خیر. دانشمندان همچنین باید جایگاه قارچ‌ها را در درخت فرگشتی حیات تعیین کنند. با تمرکز بیشتر بر یافتن قارچ‌های فسیل، درک ما از فرگشت بیوسفر ابتدایی دچار تحول خواهد شد. نکته واضح این است که ما بدون قارچ‌ها وجود نداشتیم. قارچ‌ها نقشی حیاتی در حفظ اکوسیستم سالم سیاره ما ایفا کرده‌اند.

www.theconversation.com