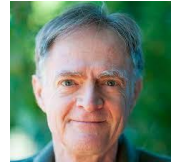


# تغییر اقلیم و دشواری گذار به انرژی نوگشت‌پذیر

ریچارد هاینبرگ<sup>۱</sup>



ترجمه‌ی محسن صفاری



<sup>1</sup> Richard William Heinberg

روزنامه نگار و نویسنده‌ی آمریکایی که تاکنون ۱۳ کتاب در موضوعات اقتصادی، زیست‌محیطی و انرژی نوشته است. کتاب «پایان رشد» او به ترجمه‌ی محمد حسین قادری از سوی انتشارات دنیای اقتصاد منتشر شده است.

با وجود همه‌ی سرمایه‌گذاری‌ها و ایجاد تأسیسات در انرژی نوگشت‌پذیر (تجدیدپذیر)، برون‌داد واقعی گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است. رشد اقتصادی عامل عمده‌ی این افزایش است: در حالی که عرضه‌ی انرژی‌های نوگشت‌پذیر در سالیان اخیر گسترش یافته است، مصرف جهانی انرژی رشدی بادکنکی داشته و نیاز افزوده‌ی آن از سوخت فسیلی تأمین شده است. هرچه اقتصاد جهانی بیشتر رشد می‌کند، جایگزینی سوخت فسیلی برای انرژی نوگشت‌پذیر، به‌جای آن که تنها افزوده‌ای بر آن باشد، دشوارتر می‌شود.

ایده‌ی برتری ارادی در رشد اقتصادی برای به حداقل رساندن تغییر اقلیم، نه تنها برای کشورهای ثروتمند که مردم آنها نرخ مصرفی بیش‌ازحد دارند، بلکه حتی بیش از آن برای کشورهای فقیرتر، که وعده‌ی فرصت «توسعه» به آنها داده شده، نفرینی سیاسی است.

با این همه، این کشورهای ثروتمند هستند که در گذشته مسئول ایجاد بخش بسیار بزرگی از برون‌دادهای (گازهای گلخانه‌ای) بوده‌اند (برون‌دادهایی که اکنون در حال تغییر اقلیم‌اند)؛ راست آن‌که، این کشورها به‌طور عمده با فعالیت‌های صنعتی‌ای ثروتمند شده‌اند که محصولات جانبی آنها برون‌دادهای کربنی بوده‌اند. اینک، فقیرترین ملت‌های جهان در حال تجربه‌ی بدترین تأثیرات تغییر اقلیمی هستند که ثروتمندترین ملت‌های جهان ایجاد کرده‌اند.<sup>۲</sup> دیگر تداوم بهره‌کشی از زمین، منابع و نیروی کار کشورهای کم‌تر صنعتی شده، هم‌چنین اجتماعات استثمار شده در خودِ کشورهای ثروتمند، برای پابرجا داشتن شیوه‌های زندگی و انتظارات رشد بیشتر به‌سود کمینه‌ی ثروتمند، نه پاینده و نه عادلانه است.

تمنای مصرف بیشتر، در چشم‌انداز مردم کشورهای کم‌تر صنعتی شده، تمنایی طبیعی است که عادلانه به نظر می‌رسد. اما برآورده شدن چنین تمنایی به معنای رشد اقتصادی بیشتر و دشوارتر شدن جایگزینی سوخت فسیلی با سوخت‌های نوگشت‌پذیر

<sup>۲</sup> نگاه کنید به گزارش سال ۲۰۲۲ کمیته‌ی بین‌دولتی سازمان ملل در تغییر اقلیم (IPCC):

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

در سطح جهان خواهد بود. کشور چین نمونه‌ی خوبی در این چيستان است: در چند دهه‌ی گذشته پرجمعیت‌ترین ملت جهان صدها میلیون نفر از مردم خود را از فقر بیرون کشید، اما در این فرایند این کشور به بزرگ‌ترین تولیدکننده و مصرف‌کننده‌ی زغال‌سنگ در جهان تبدیل شد.

## دوراهه‌ی ناگزیر مواد (معدنی)

هم‌چنین، نیاز فزاینده به مواد معدنی و فلزات دشواری بزرگی در گذار جامعه از سوخت فسیلی به سوخت نوگشت‌پذیر ایجاد می‌کند. بانک جهانی، آژانس بین‌المللی انرژی، صندوق بین‌المللی پول و «مکنزی و کمپانی»<sup>۳</sup> همه در دو سال گذشته گزارش‌هایی برای هشدار در مورد این دشواری فزاینده منتشر کرده‌اند. در چنین گذاری مقادیر بسیار زیادی مواد معدنی و فلزات نه‌تنها برای ساخت صفحه‌های خورشیدی و توربین‌های بادی بلکه هم‌چنین برای ساخت باتری‌ها، خودروهای برقی و تجهیزات صنعتی نو که به جای سوخت‌های کربنی با برق کار می‌کنند، مورد نیاز خواهد بود. هم اکنون نشانه‌هایی از کمیابی فزاینده‌ی برخی از این مواد دیده می‌شوند: بنابر نوشته‌ی «هم‌اندیشی اقتصادی جهان»<sup>۴</sup> در سال‌های اخیر میانگین هزینه‌ی تولید مس بیش از ۳۰۰ درصد افزایش یافته است، در حالی که درجه‌ی خلوص سنگ معدن مس ۳۰ درصد کاهش یافته است.

ارزیابی‌های خوش‌بینانه<sup>۵</sup> از دشواری مواد معدنی برآورد می‌کنند که ذخیره‌های جهانی این مواد برای یک بار ساختن دستگاه‌های نو و زیربنای مورد نیاز کافی باشند (با پیش‌فرض برخی جایگزینی‌ها، برای نمونه لیتیم مورد نیاز باتری‌های برقی سرانجام

<sup>۳</sup> McKinsey and Company شرکت جهانی مشاوره‌ی مدیریت.

<sup>۴</sup> World Economic Forum

<sup>۵</sup> نگاه کنید به:

<https://untoday.org/mark-jacobson-by-alexis-issaharoff/>

با عناصر فراوان‌تری مانند آهن جایگزین شود). اما پس از پایان عمر مفید نسل نخست این دستگاه‌ها و زیربنایها و نیاز به جایگزینی آنها چه باید کرد؟

## اقتصاد چرخشی: ۶ یک سراب

با توجه به نکات پیش‌گفته، دلبستگی ناگهانی و گسترده‌ای به ایجاد اقتصادی چرخشی به وجود آمده است، اقتصادی که در آن همه چیز به شیوه‌هایی پایان‌ناپذیر بازیافت شود. اما بازیافت، همان‌گونه که نیکلاس جورجسکو روگن در اثر پیش‌تاز خود در مورد گشتاور کشف کرده است،<sup>۷</sup> در پایان همواره ناکامل است و نیاز به مصرف انرژی دارد. بیشتر مواد معدنی در هر چرخه‌ی استفاده فرسایش می‌یابند و برخی از آنها در فرایند بازیافت تبدیل به پسماند می‌شوند.

یک تحلیل مقدماتی در فرانسه در مورد گذار انرژی، با فرض بیشینه‌ی بازیافت امکان‌پذیر، دریافته است که بحران عرضه‌ی مواد معدنی را می‌توان تا سه سده عقب انداخت. اما آیا اقتصاد چرخشی که خود وعده‌ای کلان و هدفی دور است، به‌هنگام سرمایه‌رسد تا برای تمدن صنعتی مهلتی ۳۰۰ ساله فراهم کند؟ آیا، به‌وارونه، تلاش دیوانه‌وار ما برای ساخت بیشترین دستگاه‌های انرژی نوگشت‌پذیر در کوتاه‌ترین زمان ممکن موجب تهی‌سازی معادن مواد حیاتی مورد نیاز نخواهد شد؟

اگر برآوردهای بدبینانه درست باشند، امکان رخ دادن پیامد پسین بیشتر خواهد بود. سایمون میشو از سازمان نقشه‌برداری فنلاند<sup>۸</sup> دریافته است که، «ذخیره‌های جهانی مواد به‌اندازه‌ای نیستند که برای ساخت نظامی صنعتی با سوخت نوگشت‌پذیر نافسیلی کافی باشند... کشف ذخیره‌های معدنی بسیاری از فلزات در حال کاهش بوده است. درجه‌ی خلوص سنگ معدن بسیاری از فلزات صنعتی در طول زمان پایین‌تر

<sup>۶</sup> نظامی اقتصادی که هدف آن کمینه کردن پسماندها و بیشینه کردن استفاده از منابع است

<sup>۷</sup> The Entropy Law and Economic Process

<sup>۸</sup> Finnish Geological Survey

آمده و در نتیجه محصول فراوری شده کاهش یافته است. پیامد این کاهش خلوص، افزایش مصرف انرژی استخراج مواد به ازای تولید هر واحد فلز بوده است.<sup>۹</sup> هم‌اکنون، بهای انواع فولاد در حال بالا رفتن است و کمبود عرضه‌ی لیتیم، برای تولید به‌شدت فزاینده‌ی باطری، تنگنایی ایجاد کرده است. حتی ماسه در حال کمیاب شدن است: تنها دانه‌بندی‌های معینی از ماسه برای بتن (برای ساختمان توربین‌ها) یا سیلیکان (حیاتی در ساخت صفحه‌های خورشیدی) مناسب‌اند. ماسه، همراه با آب، بیش از هر ماده‌ی دیگری در جهان مصرف می‌شود و برخی از دانشمندان اقلیم‌شناس این مساله را چالشی کلیدی برای پایداری در سده‌ی جاری دانسته‌اند.<sup>۱۰</sup> ماسه، چنان‌که انتظار می‌رفت، همراه با تهی شدن ذخیره‌ها، در حال تبدیل شدن به نقطه‌بحران جغرافیای سیاسی است. در چنین شرایطی، به‌تازگی چین، به منظور فلج کردن توانایی تایوان در تولید دستگاه‌های نیمه‌رسانا مانند تلفن‌های موبایل، صادرات ماسه به این کشور را ممنوع کرده است.

## کاهش اندازه‌ی مصرف برای کاهش خطر بحران

در عصر سوخت فسیلی، اقتصاد جهانی به نرخ‌های همواره فزاینده‌ی استخراج و سوخت زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی وابسته بود. عصر انرژی نوگشت‌پذیر (اگر به‌راستی به‌وجود آید) برپایه‌ی استخراج گسترده‌ی مواد معدنی و فلزات برای صفحه‌های خورشیدی، توربین‌ها، باطری‌ها، و دیگر زیرساخت‌هایی برپا خواهد شد که در پایان عمر مفید خود نیاز به جایگزینی دارند.

<sup>۹</sup> نگاه کنید به:

[https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/16\\_2021.pdf](https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/16_2021.pdf)

<sup>۱۰</sup> دیده‌بان جهانی ماسه، وابسته به سازمان ملل، برآورد کرده است که مصرف ماسه در دو دهه‌ی اخیر سه‌برابر شده و به ۴۰ تا ۵۰ میلیارد تن در سال رسیده است. انتظار می‌رود این روند افزایشی در سال‌های آینده نیز ادامه یابد. نگاه کنید به:

<https://unepgrid.ch/en/activity/sand>

این دو عصر اقتصادی خطرات متفاوتی را دربر دارند: نظام سوخت فسیلی خطر تهی‌سازی منابع و آلودگی را داشته است (به‌ویژه آلودگی کربنی در جو که تغییرات اقلیمی را ایجاد کرده است)؛ هم‌چنین، نظام انرژی‌های نوگشت‌پذیر خطر تهی‌سازی منابع (ناشی از استخراج مواد معدنی و فلزات) و آلودگی (ناشی از دور ریختن صفحه‌های خورشیدی، توربین‌ها، باطری‌های ازکارافتاده و فرایندهای گوناگون تولید) را خواهد داشت، اما با کاهش آسیب‌پذیری برای تغییر اقلیم. روی‌هم‌رفته تنها راه کم‌تر کردن خطر، کاهش اندازه‌ی اجتماعی پاینده‌ی مصرف انرژی و مواد خواهد بود — اما شمار بسیار کمی از سیاست‌سازان و سازمان‌های طرفدار اقلیم به دنبال چنین امکانی هستند.

### تغییر اقلیم بازدارنده‌ی کوشش‌ها برای مبارزه با تغییر اقلیم

چالش‌های مالی، سیاسی و مادی برای گذار انرژی، با همه‌ی دل‌سردکنندگی، تنها سدهای پیش‌روی نیستند. تغییر اقلیم خود نیز این گذار را، که قرار است وظیفه‌ی پیش‌گیری از این تغییر را به عهده گیرد، مختل می‌کند.

در تابستان سال ۲۰۲۲، چین شدیدترین موج گرما در شش دهه‌ی گذشته را تجربه کرد. این موج گرما منطقه‌ی گسترده‌ای، از مرکز استان سیچوان تا جیانگ‌سو، را دربر گرفت؛ دمای منطقه‌ای که بیشتر مواقع تا چهل درجه بالا می‌رفت، در هیجدهم اوت در چونگ‌کینگ به ۴۵ درجه رسید. در همان زمان، خشکسالی سبب بحران در نیروی برق شد و شرکت برتر باطری‌سازی در جهان، شرکت فناوری کانتیمپورری آمپرکس،<sup>۱۱</sup> را ناچار کرد کارخانه‌های تولیدی خود در استان سیچوان را در آن شرایط ببندد. با بسته شدن این کارخانه‌ها، عرضه‌ی قطعات حیاتی به کارخانه‌های تسلا و تویوتا به‌طور موقت انجام نشد.

بنا به پژوهشی که در فوریه‌ی ۲۰۲۲ در نشریه‌ی آب منتشر شد، خشکسالی‌ها (که شدت و تناوب آن‌ها با تغییر اقلیم در حال افزایش است) می‌توانند چالش‌هایی برای

نیروگاه‌های برق‌آبی در ایالت‌های مونتانا، نوادا، نگزاس، آریزونا، کالیفرنیا، آرکانزاس و اوکلاهاما ایجاد کنند.

در همین حال نیروگاه‌های اتمی فرانسه، که برای خنک شدن به آب رود راین وابسته‌اند، ناچار بارها بسته‌اند. اگر آبی که از نیروگاه‌ها به رودخانه می‌ریزد خیلی گرم باشد نتیجه‌ی آن از بین رفتن زندگی آبیان است. بنابراین، در جریان تابستان سوزان ۲۰۲۲، شرکت چند ملیتی الکتریسیته‌ی فرانسه نه تنها در منطقه‌ی رود راین، بلکه در منطقه‌ی دومین رودخانه‌ی بزرگ فرانسه در جنوب آن کشور یعنی رود گرون، کار این نیروگاه‌ها را کاهش داد. روی‌هم‌رفته، بازدهی نیروگاه‌های اتمی فرانسه در تابستان ۲۰۲۲ نزدیک به ۵۰ درصد پایین آمد. خشکسالی‌های مشابه و تعطیلی‌ها در رابطه با گرما در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ نیز روی دادند.

باران شدید یا سیل هم می‌توانند برای نیروگاه‌های برق‌آبی و هسته‌ای خطرآفرین باشند. هم‌اکنون، برقی که این نیروگاه‌ها روی‌هم‌رفته تولید می‌کنند در سطح جهانی برابر با حدود یک‌چهارم برق تولیدی به وسیله‌ی نیروگاه‌های بادی و خورشیدی آلودگی کربنی ایجاد می‌کند. در مارس ۲۰۱۹، به‌دنبال توفند ایدای،<sup>۱۲</sup> سیل شدیدی در آفریقای جنوبی و غربی جاری شد و با آسیب‌رسانی به دو نیروگاه بزرگ برق‌آبی در مالای سبب خاموشی در بخش‌هایی از کشور برای روزهای متوالی شد.

هم‌چنین، توربین‌های بادی و صفحه‌های خورشیدی وابسته به آب‌وهوا هستند و از این‌رو در برابر تغییرات شدید آب‌وهوایی آسیب‌پذیرند. روزهای سرد، ابری و کمابیش بدون باد، برای مناطقی که به‌طور عمده وابسته به انرژی نوگشت‌پذیرند، روزهایی دشواری‌آفرینند. توفان‌های ناگهانی به صفحه‌های خورشیدی آسیب می‌زنند و دماهای بالا بازدهی این صفحه‌ها را کاهش می‌دهند. توفندها و فراتاخت‌های توفان می‌توانند مزارع بادی<sup>۱۳</sup> برون‌کرانه‌ای<sup>۱۴</sup> را از کار اندازند.

---

12 Cyclone Idai

13 Wind farms

14 Offshore

گذار از سوخت فسیلی به انرژی نوگشت‌پذیر مبارزه‌ی دشواری پیش‌رو دارد. با این همه این تغییر، استراتژی جایگزین موقت اساسی‌ای برای ادامه‌ی تأمین برق، دست‌کم در سنج‌های کم، در شرایطی است که تمدن به‌طور ناگزیر از انبار تهنی‌شونده‌ی نفت و گاز روی‌گردان شود. جهان برای ارتباطات، مالیه، و برای نگهداری از دانش فنی، علمی و فرهنگی چنان به نیروی برق وابسته شده که اگر قرار باشد برق به‌زودی و برای همیشه قطع شود امکان دارد میلیارد‌ها نفر از مردم جان سپارند و بازماندگان نیز از نظر فرهنگی درمانده شوند. در اساس، ما برای فرودی مهارشده و ایمن از پرواز نفتی نیازمند انرژی‌های نوگشت‌پذیریم. اما واقعیت ناگوار در شرایط کنونی، و در آینده‌ی پیش‌بینی‌پذیر، این است که گذار انرژی خوب پیش نمی‌رود و چشم‌اندازهای کلی تیره‌اند.

برای فرود از پرواز فسیلی، به‌جای رؤیاهای نابخردانه برای فراوانی ابدی مصرف با تکیه بر انرژی‌هایی متفاوت از سوخت فسیلی، به‌طرحی واقع‌گرایانه نیاز داریم. در شرایط جاری، تداوم پافشاری بر رشد اقتصادی، که ریشه در سیاست دارد، سدِ راه بیان حقیقت و برنامه‌ریزی جدی برای چگونگی زیست خوب با مصرف کمتر است.

پیوند با منبع اصلی:

<https://socialistproject.ca/2022/11/renewable-energy-transition-is-failing/>