

دولت و راهبردهای سیاست صنعتی سبز: جایگاه کشورها در زنجیره ارزش جهانی و نقش عدم قطعیت فناوریانه

دکتر مرتضی رجوعی

دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری، دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران.

Mortezarojui@imamreza.ac.ir

دکتر هومن جباری

دکتری مدیریت سیاست گذاری بازرگانی، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری، دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول).

Hooman.jabbari@imamreza.ac.ir

شماره ۱۱۰ / زمستان ۱۴۰۴ (جلد دوم) / صص ۷۸-۱۰۱
چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره هشتم)

چکیده

احیای سیاست صنعتی در دهه اخیر، به ویژه در صنایع نوظهور کم کربن انتظارات مسلط در ادبیات علوم اجتماعی را به چالش کشیده است. برخلاف نظریه‌هایی که مداخله‌گرایی صنعتی را عمدتاً مختص دولت‌های متمرکز می‌دانند یا برای انواع مختلف سرمایه‌داری الگوهای متمایزی از سیاست نوآوری قائل‌اند، تجربه‌های اخیر نشان می‌دهد که اقتصادهای لیبرال نیز به ابزارهای مداخله‌گرایانه متوسل شده‌اند، در حالی که برخی اقتصادهای هماهنگ‌شده از سازوکارهای بازارمحور بهره گرفته‌اند. این مقاله استدلال می‌کند که تنوع راهبردهای سیاست صنعتی سبز را نمی‌توان صرفاً با ارجاع به نوع رژیم سیاسی یا سنت نهادی توضیح داد؛ بلکه این راهبردها در سطح بخشی و در مواجهه با چالش‌های مشخص توسعه صنعتی شکل می‌گیرند. در این راستا، چارچوبی نظری ارائه می‌شود که دو بُعد را از یکدیگر متمایز می‌کند: (۱) جهت‌گیری سیاست (هدفمند در برابر باز) و (۲) عاملان اصلی هدایت‌کننده تصمیم‌گیری‌های مالی و فناوریانه (دولت‌محور در برابر شرکت‌محور). نشان داده می‌شود که انتخاب راهبرد سیاستی تابع دو متغیر کلیدی است: سطح عدم قطعیت فناوریانه و موقعیت صنعت داخلی در زنجیره‌های ارزش جهانی، اعم از نوظهور یا بالغ بودن زنجیره و تازه‌وارد یا مستقر بودن صنعت داخلی. تحلیل تطبیقی موارد چین، اتحادیه اروپا، بریتانیا و ایران حاکی از آن است که ترکیب این دو متغیر به الگوهای متمایزی از مداخله صنعتی می‌انجامد. در شرایطی که صنایع در موقعیت حاشیه‌ای زنجیره ارزش قرار دارند و عدم قطعیت فناوریانه بالاست، مداخلات دولت‌محور یا سیاست‌های اعلامی بدون مسیر فناوریانه تثبیت‌شده محتمل‌تر است؛ در مقابل، در صنایع بالغ‌تر یا با موقعیت تثبیت‌شده‌تر، ابزارهای بازتر و شرکت‌محور شیوع بیشتری دارند.

واژگان کلیدی: راهبرد سیاستی؛ سیاست صنعتی سبز؛ عدم قطعیت فناوریانه؛ زنجیره ارزش جهانی؛ حکمرانی صنعتی.

مقدمه

در سه دهه گذشته، اقتصاد سیاسی جهانی به تدریج تحت تأثیر مجموعه‌ای از تحولات کلان اقتصادی و ژئوپلیتیکی دگرگون شده است. ظهور چین جریان‌های تولید و تجارت جهانی را بازآرایی کرده و هم‌زمان الگویی جایگزین از سازمان‌دهی اقتصاد را به نمایش گذاشته است. آزادسازی محدودیت‌های تجاری و جریان‌های سرمایه، فراملی شدن فزاینده زنجیره‌های ارزش را تقویت کرد؛ زنجیره‌هایی که بخش قابل توجهی از آنها از مسیر چین عبور کردند (گریفی، ۲۰۱۸). در همین حال، پارادایم نئولیبرالی که این تحولات را تسهیل کرده بود، در پی بحران‌های پیاپی اقتصادی و مالی

تضعیف شد (بلایت، ۲۰۱۳، مک‌نامارا و نیومن، ۲۰۲۰). افزون بر این، تغییرات اقلیمی از یک مسئله صرفاً زیست‌محیطی به یکی از اولویت‌های اصلی سیاست و اقتصاد جهانی تبدیل شده است. هیچ عرصه‌ای بیش از ظهور سیاست صنعتی سبز بازتاب‌دهنده این دگرگونی‌ها نیست. حوزه‌ای که زمانی عمدتاً به اقتصادهای دیرصنعتی‌شده به‌ویژه در شرق آسیا نسبت داده می‌شد، در دهه اخیر شاهد احیای سیاست صنعتی حتی در اقتصادهای پیشرفته بوده است. صنایع انرژی پاک به سرعت به بخش‌هایی راهبردی با ظرفیت رشد بالا در اقتصاد جهانی بدل شده‌اند. چین اکنون در بخش‌های کلیدی زنجیره‌های ارزش این صنایع موقعیت مسلطی دارد؛ وضعیتی که نگرانی سیاست‌گذاران در سایر مناطق جهان را برانگیخته است. در پاسخ، دولت‌ها با توسل به سیاست‌های صنعتی سبز می‌کوشند جایگاه اقتصادهای خود را در صنایع جهانی انرژی پاک آینده تثبیت کنند. این مداخلات، با بازآرایی زنجیره‌های ارزش و ایجاد کانون‌های جدید تنش تجاری، به بازشکل‌دهی نظم اقتصادی جهانی انجامیده‌اند. درک این چشم‌انداز نوین ژئوپلیتیکی مستلزم ابزارهای تحلیلی تازه‌ای برای تبیین نقش دولت در بازآرایی فناوری و انرژی جهانی است. الگوهای کنونی کنش دولت به‌سادگی در چارچوب نظریه‌هایی که بر سنت‌های ملی سیاست‌گذاری اقتصادی یا دوگانه دولت‌گرا/لیبرال استوارند، قابل تبیین نیستند. سیاست صنعتی سبز نظریه‌هایی را به چالش می‌کشد که سیاست صنعتی را عمدتاً مختص دولت‌های متمرکز و سلسله‌مراتبی با رویکردهای مداخله‌گرایانه (هدایت‌گرانه) به حکمرانی اقتصادی می‌دانستند (امسدن، ۱۹۸۹؛ جانسون، ۱۹۸۲). برای مثال، بریتانیا که اغلب به‌عنوان نمونه‌ای از اقتصاد بازار لیبرال معرفی می‌شود در سال‌های اخیر سیاست‌های صنعتی هدفمند و دولت‌محور برای تحقق اهداف کربن‌زدایی خود اتخاذ کرده است. در مقابل، چین و دیگر اقتصادهای شرق آسیا که مدت‌ها الگوی سیاست صنعتی دولت‌محور تلقی می‌شدند، در برخی حوزه‌ها تصمیم‌گیری‌های کلیدی مالی و فناورانه را به شرکت‌ها واگذار کرده‌اند. در نتیجه، با همگرایی دولت‌ها بر مجموعه‌ای ناهمگن از ابزارهای سیاست صنعتی از دولت‌محور تا شرکت‌محور تمرکز صرف بر ویژگی‌های ملی برای تبیین الگوهای سیاستی کفایت نمی‌کند و بُعد بخشی سیاست‌گذاری به مسئله‌ای محوری بدل شده است. این تحول با یافته‌های ادبیات «انواع سرمایه‌داری» نیز فاصله می‌گیرد؛ ادبیاتی که استدلال می‌کند اقتصادهای بازار هماهنگ و لیبرال در الگوهای متمایزی از نوآوری و سیاست صنعتی تخصص دارند (می و شیدلیک، ۲۰۲۱؛ میلن، هرمان و فابر، ۲۰۱۷). این آثار امتداد پژوهش‌هایی‌اند که نشان می‌دادند نهادهای سیاسی، اقتصادی و فرهنگی سبک‌های ملی متمایزی از نوآوری و توسعه صنعتی تولید می‌کنند (دابین، ۱۹۹۴؛ کاتزنشتاین، ۱۹۸۵). همچنین، مطالعات اقتصاد سیاسی تغییرات اقلیمی به بررسی نقش سیاست صنعتی در شکل‌دهی ائتلاف‌های حامی گذار انرژی پرداخته‌اند (بریتز، میلدنبرگر و استوکس، ۲۰۱۸؛ کولگان، گرین و هیل، ۲۰۲۱؛ فینیکان، ۲۰۲۲؛ لویس، ۲۰۱۴؛ مک‌کلینگ و همکاران، ۲۰۱۵؛ استوکس، ۲۰۲۰). این پژوهش‌ها به‌خوبی توضیح می‌دهند چرا دولت‌ها به سیاست صنعتی سبز روی می‌آورند برای تسریع تغییر فناورانه، خلق منافع سیاسی داخلی و پاسخ به ائتلاف‌های اجتماعی. با این حال، چگونگی انتخاب راهبردهای متفاوت سیاستی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

در ایران نیز توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان راهبردی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و ارتقای امنیت انرژی افزایش یافته است. با وجود ظرفیت‌های قابل توجه در حوزه خورشیدی و بادی، سهم این منابع در سبد انرژی کشور محدود باقی مانده و توسعه آنها نیازمند سیاست‌گذاری راهبردی و بلندمدت است. اسمعیلی اردکانی و شکری (۱۴۰۲)، نشان می‌دهند که مسیر گذار انرژی ایران تا افق ۲۰۵۰ تحت تأثیر ظرفیت نهادی، وابستگی ساختاری به نفت و گاز و فقدان نقشه راه منسجم قرار دارد. این وضعیت اهمیت بررسی راهبردهای سیاست صنعتی سبز در ایران را دوچندان می‌کند.

این مقاله رویکردی نظری برای تبیین راهبردهایی ارائه می‌دهد که دولت‌ها برای جای‌دهی شرکت‌های داخلی در زنجیره‌های ارزش جهانی برمی‌گزینند. استدلال ما آن است که سیاست‌ها صرفاً بازتاب ویژگی‌های کلان‌نهادی نیستند،

بلکه پاسخ‌هایی خلاقانه به چالش‌های مشخص توسعه صنعتی در سطح بخشی‌اند. راهبردهای سیاست صنعتی را نمی‌توان بر یک طیف ساده دولت‌گرا/لیبرال ترسیم کرد، زیرا اغلب ترکیبی از ابتکار دولت و واگذاری تصمیم‌گیری به شرکت‌ها را دربر می‌گیرند. ما نشان می‌دهیم که گزینه‌های سیاستی در دو بُعد اصلی تنوع می‌یابند: ۱. جهت‌گیری سیاست: هدفمند در برابر باز؛ ۲. عامل هدایت تصمیم‌گیری: دولت‌محور در برابر شرکت‌محور. استدلال می‌کنیم که جایگاه دولت‌ها در این فضای سیاستی به دو عامل بستگی دارد: سطح عدم قطعیت فناورانه در بخش مربوطه و موقعیت صنعت داخلی در زنجیره ارزش جهانی. در شرایط عدم قطعیت بالا، سیاست‌های باز و اکتشافی محتمل‌ترند، زیرا ترسیم مسیر فناورانه قطعی دشوار است. در مقابل، زمانی که فناوری‌ها و ساختار زنجیره ارزش تثبیت شده‌اند، دولت‌ها می‌توانند سیاست‌های هدفمندتری اتخاذ کنند. همچنین، زمانی که هدف ایجاد زنجیره‌های ارزش نوپا در داخل کشور است، نقش دولت در هماهنگی سرمایه‌گذاری و تصمیم‌های فناورانه پررنگ‌تر می‌شود. اما در صنایع بالغ، که ادغام در زنجیره‌های ارزش جهانی هدف اصلی است، واگذاری تصمیم‌گیری به شرکت‌ها و اتکا به سازوکارهای رقابتی محتمل‌تر خواهد بود. بر این اساس، مقاله با تمرکز بر چالش‌های توسعه صنعتی در سطح بخشی، روایتی ارائه می‌دهد که ساختارهای نهادی و عاملیت سیاست‌گذاران را به‌طور هم‌زمان در نظر می‌گیرد و امکان فهم پویایی‌های نوین سیاست صنعتی سبز را فراهم می‌سازد.

پیشینه پژوهش

ادبیات سیاست صنعتی همانند بخش مهمی از ادبیات علوم سیاسی عمدتاً بر نظریه‌های ساختاری و سطح دولت تمرکز داشته و سیاست‌گذاری را در چارچوب نهادهای ملی تبیین کرده است. نخستین موج مطالعات در این سنت، بر الگوی «دولت توسعه‌گرا» در شرق آسیا تأکید داشت. این دولت‌ها با هدف رسیدن به سطوح بالای صنعتی‌شدن، بازارهای سرمایه داخلی را برای کنترل تخصیص اعتبار محافظت می‌کردند، موانع ورود ایجاد می‌کردند تا شرکت‌ها به مقیاس اقتصادی دست یابند، و از طریق الگوبرداری، حمایت هدفمند و تنبیه عملکرد ضعیف، «قهرمانان ملی» پرورش می‌دادند (امسدن، ۱۹۸۹؛ اوانز، ۱۹۹۵؛ جانسون، ۱۹۸۲؛ وید، ۱۹۹۰). پژوهش‌های بعدی کوشیدند نقش نهادهای سیاسی و اقتصاد کلان را در شکل‌دهی به انتخاب‌های سیاست صنعتی توضیح دهند (دابین، ۱۹۹۴؛ هال و ساسکایس، ۲۰۰۱). با این حال، تمرکز این رویکردها بر سطح ملی موجب شد محرک‌های بخشی سیاست صنعتی کمتر مورد توجه قرار گیرد؛ در نتیجه، در شرایطی که دولت‌ها از ترکیب‌های متنوع ابزارهای بخشی استفاده می‌کنند، قدرت تبیینی این نظریه‌ها محدود می‌شود. نظریه‌های موجود در توضیح چشم‌انداز جدید سیاست صنعتی با سه تحول ساختاری عمده مواجه‌اند: ۱. تبدیل تغییرات اقلیمی به مسئله‌ای اقتصاد-سیاسی؛ ۲. گشایش فضای ایدئولوژیک پس از تضعیف نئولیبرالیسم؛ ۳. صعود چین در زنجیره‌های ارزش جهانی.

نخست، تغییرات اقلیمی از مسئله‌ای صرفاً هزینه‌زا برای دولت‌ها به فرصتی اقتصادی بازتعریف شد (آلن و مک‌کلینگ، ۲۰۲۱). فروپاشی رژیم کیوتو و کاهش چشمگیر هزینه‌ها در زنجیره‌های ارزش خورشیدی و بادی نشان داد که سیاست‌های صرفاً مبتنی بر بازار کافی نیستند و مسیرهای فناوری‌محور اهمیت یافته‌اند (کالن‌وارد و ویکتور، ۲۰۲۰؛ ویکتور، ۲۰۱۱). همچنین بحران مالی ۲۰۰۸ ایمان به ارتدوکسی اقتصادی لیبرال را تضعیف و فضا را برای مداخله فعال‌تر دولت فراهم کرد (بلائیث، ۲۰۱۳). دوم، چین با بهره‌گیری از سیاست صنعتی توانست موقعیت‌های قدرتمندی در زنجیره‌های ارزش جهانی انرژی پاک کسب کند. در بخش‌های کلیدی، اقتصادهای پیشرفته دریافتند که به‌جای حفظ برتری فناورانه، ناگزیر از «جبران عقب‌ماندگی» در برابر چین‌اند. راهبرد بادی بریتانیا، اتحاد باتری اروپا، قانون کاهش تورم ایالات متحده، اتحاد باتری کره و سایر ابتکارات باید در این زمینه تفسیر شوند. این اقدامات واکنشی به تسلط چین

در زنجیره‌های ارزش بادی، خورشیدی، معدن و خودروهای الکتریکی بوده‌اند (کندی، ۲۰۱۸؛ لوئیس، ۲۰۱۴؛ نام، ۲۰۲۱). در عین حال، چین در طراحی ابزارهای سیاست صنعتی نیز نوآوری کرد و از الگوی صرفاً متمرکز فاصله گرفت. این کشور در کنار هدایت دولتی، از سیاست‌های نوآوری شرکت‌محور و مکانیسم‌های مبتنی بر بازار بهره برد. بخشی از این تحول واکنشی به محدودیت‌های تحمیل‌شده از سوی سازمان تجارت جهانی بود. کشورها برای انطباق با قواعد تجارت جهانی، سیاست صنعتی را در قالب‌های جدیدی از جمله حمایت‌های تحقیق و توسعه، اعتبارات صادراتی و ابزارهای بازارمحور پیگیری کردند (آگاروال و اونت، ۲۰۱۴). این تحولات انگیزه‌ای گسترده برای توسل به سیاست صنعتی سبز در کشورهای مختلف ایجاد کرد. رویکردهای جدیدتر در ادبیات توسعه صنعتی، روایت دقیق‌تری از این وضعیت ارائه می‌دهند. این سنت بر «آزمایش نهادی» تأکید دارد و نشان می‌دهد دولت‌ها از طریق فرآیندهای یادگیری و اصلاح تدریجی، سیاست‌هایی طراحی می‌کنند که لزوماً به مداخله مستقیم گسترده منتهی نمی‌شود (هاوسمن، رادریک و سیبل، ۲۰۰۸؛ رادریک، ۲۰۰۷؛ سیبل و ویکتور، ۲۰۲۲).

در ایران نیز پژوهش‌ها نشان داده‌اند که موفقیت سیاست‌های انرژی به شدت وابسته به ظرفیت‌های نهادی و ساختار اقتصادی است. بررسی موانع نفوذ فناوری‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد توسعه انرژی‌های خورشیدی، بادی و زیست‌توده با موانع اقتصادی، نهادی و سیاسی-حقوقی مواجه است و بدون اصلاح این بسترها، سیاست‌های حمایتی به نتایج پایدار منتهی نمی‌شوند (اوربانی و همکاران، ۲۰۲۱). بر اساس این سنت تجربه‌گرایانه، سیاست صنعتی فرآیندی پویا و مبتنی بر یادگیری است. دولت‌ها در درون محدودیت‌های سیاسی و اقتصادی عمل می‌کنند، اما از طریق خلاقیت، انتخاب راهبردی و سازوکارهای آزمایشی، ترکیب‌های متفاوتی از ابزارهای سیاستی را به کار می‌گیرند (برنزیتز، ۲۰۰۷؛ هاوسمن، رادریک و سیبل، ۲۰۰۸؛ مک‌لینگ و نام، ۲۰۲۲؛ سیبل و ویکتور، ۲۰۲۲). این رویکرد توضیح می‌دهد که چرا به جای شکاف ساده میان اقتصادهای پیشرفته و در حال توسعه، شاهد تنوع بخشی در سیاست صنعتی هستیم.

چارچوب نظری این مقاله بر همین رویکرد تجربه‌گرایانه استوار است. ما با تفکیک دو بُعد اصلی، گونه‌شناسی‌ای از فضای سیاستی ارائه می‌کنیم: ۱. جهت‌گیری سیاست: هدفمند در برابر باز؛ ۲. ابتکار عمل سیاستی: دولت‌محور در برابر شرکت‌محور. این ابعاد از سه جریان فکری الهام گرفته‌اند: نخست، مطالعات مربوط به اشکال جدید سیاست صنعتی رقابتی در شرق آسیا (چن و ناتون، ۲۰۱۶؛ فیلدز، ۲۰۱۲)؛ دوم، تلاش برای عبور از دوگانه سیاست صنعتی/نوآوری (میلن، هرمان و فابر، ۲۰۱۷)؛ و سوم، تأکید بر اشکال مشارکتی سیاست صنعتی که در آن دولت و صنعت در فرآیند تعاملی همکاری می‌کنند (سیبل و ویکتور، ۲۰۲۲). بر این مبنای، در بخش بعدی نشان می‌دهیم که چگونه سطح عدم قطعیت فناورانه و موقعیت صنعت داخلی در زنجیره ارزش جهانی، دولت‌ها را در این فضای دویعدی جایابی می‌کند.

جهت‌گیری سیاست چیست؟

در بُعد نخست چارچوب نظری، میان سیاست‌های صنعتی هدفمند و سیاست‌های صنعتی باز تمایز قائل می‌شویم. سیاست هدفمند با تعیین اهداف دقیق عملکردی، استقراری یا هزینه‌ای هدایت می‌شود. چنین سیاستی مستلزم آن است که دولت از اطلاعات نسبتاً دقیق درباره مسیرهای فناورانه، ساختار بازار و ظرفیت‌های صنعتی برخوردار باشد (اوانز، ۱۹۹۵). در تجربه توسعه مبتنی بر جبران عقب‌ماندگی، دولت‌ها با اتکا به دستاوردهای اقتصادهای پیشرو، معیارهای عملکردی مشخصی تعیین می‌کنند و از طریق مشوق‌ها و سازوکارهای انضباطی، شرکت‌ها را به تحقق آنها وادار می‌سازند. در نمونه کلاسیک کره جنوبی، دولت با الگوبرداری از موفقیت ژاپن، معیارهای فناورانه تعیین کرد و از طریق اهداف صادراتی، انضباط شرکتی را اعمال نمود (امسدن، ۱۹۸۹). نمونه معاصر این نوع سیاست را می‌توان در یارانه‌های خودروهای الکتریکی چین مشاهده کرد. دولت چین با تعیین معیارهای مشخص فناورانه، مشخص کرد کدام فناوری‌ها برای دریافت

مشوقها واجد شرایطاند. برای مثال، فهرستی از باتری‌های ساخت داخل با استانداردهای معین منتشر شد تا تنها خودروهایی که از این فناوری‌ها استفاده می‌کنند مشمول حمایت دولتی شوند (کندی، ۲۰۱۸). در این نوع سیاست، دولت نه تنها اهداف را تعیین می‌کند، بلکه مسیرهای مطلوب فناورانه را نیز مشخص می‌سازد. در مقابل، سیاست‌های باز بر کاوش در فضای فناورانه و نهادی تمرکز دارند. در این حالت، دولت از تعیین اهداف کمی یا مشخصات فناورانه دقیق خودداری می‌کند، زیرا مسیرهای برتر هنوز نامشخص یا محل مناقشه‌اند. سیاست‌های باز ممکن است در قالب مشوق‌های عمومی طراحی شوند که نوآوری بخشی را بدون تجویز شکل دقیق آن تشویق می‌کنند (کمپ و نور، ۲۰۱۷؛ اورنستون، ۲۰۱۳). همچنین دولت می‌تواند نهادی با مأموریت گسترده برای تحریک توسعه یک اکوسیستم صنعتی ایجاد کند، بی‌آنکه اهداف تولیدی یا فناورانه مشخصی تعیین کرده باشد. در چنین شرایطی، سیاست صنعتی بیشتر ماهیتی اکتشافی دارد و بر یادگیری، آزمایش و انطباق تدریجی تکیه می‌کند. در عمل، این بُعد ماهیتی کاملاً دوگانه ندارد، بلکه بر یک پیوستار قرار می‌گیرد. دولت‌ها ممکن است در ابتدا اهداف کمی و مشخصات فناورانه دقیقی تعیین کنند، اما با افزایش عدم قطعیت یا تغییر شرایط بازار، به سمت معیارهای بازتر حرکت کنند. برعکس، سیاست‌های باز نیز می‌توانند پس از تثبیت مسیرهای فناورانه به سیاست‌های هدفمندتر تبدیل شوند. بنابراین، جهت‌گیری سیاست بازتابی از میزان قطعیت دولت نسبت به مسیر توسعه صنعتی و توانایی آن در تعریف معیارهای عملکردی است.

چه کسی ابتکار عمل را بر عهده می‌گیرد؟

راهبرد صنعتی معاصر دیگر صرفاً متمرکز و بالا به پایین نیست. در نمونه‌های کلاسیک شرق آسیا، دولت‌ها سرمایه‌گذاری را از طریق بانک‌های توسعه‌ای هدایت می‌کردند و پروژه‌ها را در قالب برنامه‌های پنج‌ساله سامان می‌دادند (امسدن، ۱۹۸۹). در آن الگو، دولت نه تنها اهداف را تعیین می‌کرد، بلکه مسیرهای فناورانه و تخصیص منابع را نیز مستقیماً کنترل می‌نمود. با این حال، سیاست صنعتی معاصر اشکال متنوع‌تری به خود گرفته است. در برخی موارد، ابتکار پروژه‌ها و تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری به شرکت‌ها واگذار می‌شود و دولت بیشتر نقش تنظیم‌گر یا پشتیبان مالی را ایفا می‌کند (فلیپه، ۲۰۱۵). از این‌رو، بُعد دوم چارچوب نظری ما به این پرسش می‌پردازد که چه کسی تصمیم‌گیری‌های کلیدی فناورانه و مالی را در سیاست صنعتی هدایت می‌کند؟ ما برای تحلیل این بُعد، سه آرایش کلی از تقسیم کار میان دولت و بخش خصوصی را متمایز می‌کنیم. اول، سیاست صنعتی دولت‌محور، در الگوی دولت‌محور، نهاد‌های دولتی نقش فعالی در هدایت سرمایه‌گذاری، هماهنگی زنجیره‌های ارزش، تعیین اولویت‌های فناورانه و شکل‌دهی پروژه‌ها دارند. دولت ممکن است: سرمایه‌گذاری را مستقیماً از طریق بانک‌های توسعه‌ای یا صندوق‌های عمومی هدایت کند؛ مأموریت‌های مشخصی برای شرکت‌ها تعریف نماید؛ یا با تعیین معیارهای سخت‌گیرانه، شرکت‌ها را به اجرای برنامه‌های توسعه‌ای ملزم کند. در این حالت، مشوق‌های مالی و نظارتی قوی برای همسو کردن رفتار شرکت‌ها با اهداف دولت وجود دارد. شورا‌های مشورتی یا سازوکارهای مشارکتی عمدتاً برای گردآوری اطلاعات و بهبود اجرای سیاست به کار می‌روند، نه برای واگذاری تصمیم‌گیری راهبردی. دوم، سیاست صنعتی شرکت‌محور، در الگوی شرکت‌محور، ابتکار پروژه‌ها و تصمیم‌های فناورانه و سرمایه‌گذاری عمدتاً در اختیار بخش خصوصی است. دولت چارچوب کلی سیاستی یا مشوق‌های مالی و مقرراتی را فراهم می‌کند، اما در انتخاب فناوری‌ها یا تخصیص پروژه‌ها مداخله مستقیم نمی‌کند. در این چارچوب، دولت می‌تواند از سازوکارهای بازار برای ایجاد انضباط رقابتی استفاده کند؛ راهبردی که در برخی اقتصادهای شرق آسیا مشاهده شده است (چن و ناتون، ۲۰۱۶؛ فیلدز، ۲۰۱۲). در چنین مواردی، رقابت و قرار گرفتن در معرض بازارهای جهانی به‌عنوان ابزار انتخاب و پالایش فناورانه عمل می‌کند. گرچه ممکن است این نوع مداخله کمتر «دولت‌گرا» به نظر برسد، اما همچنان در تعریف سیاست صنعتی می‌گنجد، زیرا هدف آن بازآرایی ساختار یک صنعت یا ارتقای جایگاه آن در زنجیره

ارزش جهانی است. سوم، سیاست صنعتی مشارکتی، الگوی مشارکتی است که در آن دولت و شرکت‌ها به‌طور مشترک اهداف، راهبردها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری را تدوین می‌کنند. در این مدل، سازوکارهای نهادی واسطه—مانند شوراها، راهبردی یا سازمان‌های هماهنگ‌کننده—نقش مهمی در تسهیل جریان دوسویه اطلاعات و یادگیری جمعی دارند. چنین نهادهایی در برخی سیاست‌های صنعتی اروپایی مشاهده شده‌اند (نون و سیبرایت، ۱۹۹۵؛ اورنستون، ۲۰۱۳). در این حالت، نه دولت به‌طور کامل هدایت‌کننده است و نه شرکت‌ها کاملاً مستقل؛ بلکه فرآیندی تعاملی و مبتنی بر مذاکره شکل می‌گیرد.

برای عملیاتی‌سازی این بعد، ما بررسی می‌کنیم که چه کسی تصمیمات سرمایه‌گذاری و فناوری را اتخاذ می‌کند و چه کسی پیشنهادات خاص برای اقدام را ارائه می‌دهد. در موارد دولت‌محور، این موارد توسط یک برنامه یا ابتکار راهبردی روشن یا توسط یک سازمان دولتی هدایت می‌شوند. در موارد مشارکتی، جایی که ایجاد ایده و سرمایه‌گذاری مشترک است، ما ارزیابی می‌کنیم که آیا مجامع مشارکتی و تصمیمات توسط صنعت یا دولت کنترل می‌شوند تا مکان دقیق در فضای سیاستی تعیین شود.

ترکیب این دو بعد به ما امکان می‌دهد راهبردهای مختلف برای جای‌گیری شرکت‌ها در زنجیره‌های تأمین جهانی را ترسیم کنیم (شکل ۱). گزینه‌ها از چارچوب‌های سیاست صنعتی هدفمند و دولت‌محور - مشابه موارد کلاسیک توسعه‌یافتگان دیر هنگام تا ابزارهای سیاست صنعتی باز و شرکت‌محور که از فرآیندهای اکتشافی حمایت می‌کنند و در آنها تصمیمات عمدتاً توسط بخش خصوصی گرفته می‌شود، متغیر است. اما مهم این است که آنها شامل سایر امکانات میانی نیز می‌شوند. چنین نتایج میانی شامل اقدامات سیاست صنعتی باز و اکتشافی است که در آنها با این حال تصمیمات کلیدی توسط دولت اتخاذ می‌شود، و اقدامات سیاست صنعتی هدفمندی که در آنها با این حال شرکت‌ها تصمیمات سرمایه‌گذاری را اتخاذ کرده و انتخاب‌های فناورانه را هدایت می‌کنند.

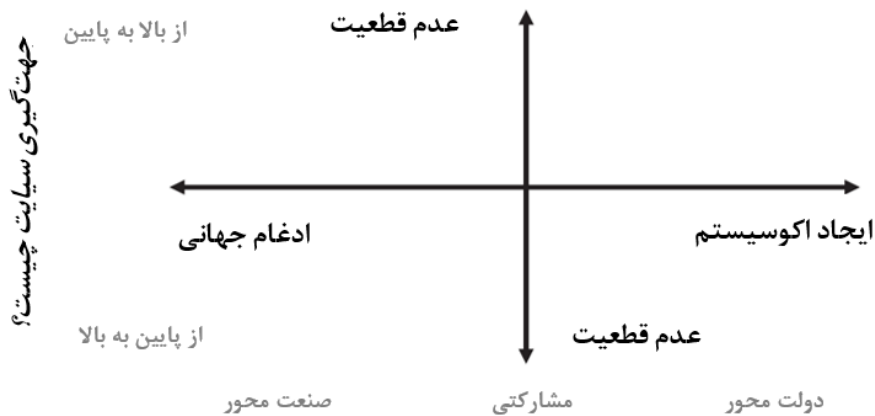
راهبردهای سیاست صنعتی سبز

چرا دولت‌ها یک راهبرد را برای سیاست صنعتی سبز به جای دیگری دنبال می‌کنند؟ ما با سیاست‌گذارانی آغاز می‌کنیم که به دنبال تقویت اقتصاد داخلی خود از طریق راهبردهای بخشی هستند. انتخاب دنبال کردن سیاست صنعتی در زمینه اقلیم به عنوان یک امر برون‌زا در نظر گرفته می‌شود. در زمینه اقتصاد جهانی کنونی، این به معنای حمایت از شرکت‌های خود برای رهبری شکل‌گیری یا ورود به زنجیره‌های ارزش جهانی است.

در این وظیفه، سیاست‌گذاران حل‌کنندگان خلاق مسئله هستند که تحت محدودیت‌های سیاسی داخلی و جهانی کار می‌کنند. سیاست‌گذاران با شرکت‌ها، کارشناسان و سازمان‌های جامعه مدنی برای شناسایی راه‌حل‌های سیاستی که هم از نظر سیاسی و هم از نظر فنی قابل اجرا هستند، همکاری می‌کنند. در دوران نئولیبرال، این تلاش توسط محدودیت‌های ایدئولوژیک مهار شده بود، اما بسیاری از دولت‌ها همچنان سیاست‌های فعالی را دنبال می‌کردند. با تضعیف یا حذف این محدودیت‌ها، ویژگی‌های خود بخش می‌تواند توسعه سیاست را شکل دهد. سیاست‌گذاران که به دلیل پاسخ به تغییرات اقلیمی و رقابت با چین به حرکت درآمده‌اند، اکنون راه‌هایی برای اقدام خلاقانه می‌یابند. هنگامی که آنها بدون محدودیت‌های ایدئولوژیک این کار را انجام می‌دهند، باید با شرایط خاصی که در صناعی که به دنبال ایجاد یا تغییر آنها هستند، دست و پنجه نرم کنند.

ما دو ویژگی بخشی برجسته را برجسته می‌کنیم: عدم قطعیت و موقعیت جهانی صنعتی که دولت در تلاش برای تقویت آن است. هنگامی که عدم قطعیت کم است، دولت‌ها می‌توانند اهداف و معیارهای روشنی برای هدایت اقدام تعیین کنند. هنگامی که عدم قطعیت زیاد است، آنها تمایل به استفاده از راهبردهای باز دارند که نتایج فناورانه یا استقراری را مشخص

نمی‌کنند. هنگامی که دولت‌ها به دنبال ایجاد زنجیره‌های تأمین و اکوسیستم‌های صنعتی هستند، نقش فعالی در هماهنگی شرکت‌ها و ایجاد سرمایه‌گذاری ایفا می‌کنند. هنگامی که هدف آنها ادغام شرکت‌ها در زنجیره‌های تأمین جهانی است، تصمیمات سرمایه‌گذاری و فناوری را به شرکت‌ها واگذار می‌کنند (مکلینگ و همکاران، ۲۰۱۵). شکل ۱ یک نمای کلی از این استدلال را ارائه می‌دهد.



چه کسی ابتکار عمل را به دست
شکل (۱): گونه های سیاست صنعت سبز

عدم قطعیت: ناشناخته‌های فناورانه و اجتماعی-اقتصادی

اولین عنصر از زمینه راهبردی، نیاز به دست و پنجه نرم کردن با عدم قطعیت است. سیاست‌های صنعتی، به ویژه آنهایی که هدفشان ایجاد صنایع کم‌کربن یا خالص-صفر است، در مواجهه با عدم قطعیت درباره تحولات فناورانه و اجتماعی-اقتصادی آینده شکل می‌گیرند (هیوز، استراچن و گراس، ۲۰۱۳؛ سیبل و ویکتور، ۲۰۲۲). عدم قطعیت‌های فناورانه ناشناخته‌هایی درباره این هستند که کدام راه‌حل‌ها به طور کارآمد و قابل اعتماد عمل خواهند کرد.

عدم قطعیت‌های اجتماعی-اقتصادی ناشناخته‌هایی درباره این هستند که کدام راه‌حل‌ها در چشم‌اندازهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کارساز خواهند بود (گیلز و همکاران، ۲۰۱۷). اینها با هم ترکیب می‌شوند تا ناشناخته‌های مهمی را پیرامون این موضوع تولید کنند که کدام فناوری‌ها احتمالاً در مقیاس تجاری کار می‌کنند، آن فناوری‌ها به کدام بازارهای پایین‌دستی تغذیه می‌کنند، و چگونه رقابت بین فناوری‌ها و مسیرهای گذار با توجه به سیاست و ترجیحات مصرف‌کننده رقم خواهد خورد. این اشکال عدم قطعیت، انتخاب جهت‌گیری سیاستی هدفمند یا باز را شکل می‌دهند. در موارد کلاسیک شرق آسیا، عدم قطعیت در مورد اینکه کدام سیستم‌های فناورانه باید ایجاد شوند، کم بود؛ ژاپن و کره در حال الگوبرداری از فناوری‌ها و زنجیره‌های تأمین موجود در غرب بودند (امسدن، ۱۹۸۹؛ جانسون، ۱۹۸۲).

در چنین مواردی، دولت‌ها تشخیص می‌دهند یا می‌آموزند که یک رویکرد هدفمند امکان‌پذیر و احتمالاً مؤثر است. برخی از زنجیره‌های تأمین در گذار انرژی، مانند زنجیره‌های مواد معدنی حیاتی، به اندازه کافی بالغ هستند که بتوان آنها را هدف‌گیری کرد. در مقابل، در مرز فناورانه، جایی که عدم قطعیت زیاد است، دولت‌ها نمی‌توانند الگوبرداری کنند. تعیین اهداف دشوار است و احتمالاً به وظیفه مورد نظر بی‌ربط هستند. در چنین موقعیتی، دولت‌ها می‌توانند ابزارهای باز را که به عنوان فرآیندهای جستجو عمل می‌کنند، به کار گیرند. سیاست‌های صنعتی در مرز فناورانه، فضای امکان را از طریق تحقیق و آزمایش کاوش می‌کنند (سیبل و ویکتور، ۲۰۲۲). به بیان تحلیلی، هرچه عدم قطعیت درباره اینکه کدام

فناوری‌ها می‌توانند شرکت‌های داخلی را در صنایع جهانی موفق جای دهند بیشتر باشد، احتمال انتخاب راهبردهای باز نیز افزایش می‌یابد.

موقعیت جهانی: ایجاد زنجیره‌های تأمین داخلی و ادغام جهانی

دومین عنصر تعیین‌کننده راهبرد سیاست صنعتی سبز، موقعیت جهانی صنعت داخلی در نسبت با زنجیره‌های تأمین و زنجیره‌های ارزش جهانی است. پرسش محوری این است: آیا صنعت مورد نظر در کشور نوپا است یا بالغ؟ و آیا زنجیره ارزش جهانی آن صنعت در مرحله شکل‌گیری قرار دارد یا در مرحله بلوغ و تثبیت؟ پاسخ به این پرسش‌ها پیامدهای مستقیمی برای نوع مداخله دولت دارد. ایجاد صنایع نوپای کم‌کربن یا خالص-صفر به‌ویژه در شرایطی که زنجیره‌های تأمین داخلی هنوز شکل نگرفته‌اند مستلزم راهبردهایی فعال، هماهنگ و مشارکتی است. نخست، ایجاد بازارهای جدید در بازه‌ای زمانی کوتاه مستلزم هم‌راستاسازی سیاست‌های فشار از سمت عرضه (مانند حمایت از تحقیق و توسعه و ظرفیت تولید) و کشش از سمت تقاضا (مانند یارانه مصرف، استانداردگذاری یا مقررات خرید دولتی) است (نمت، ۲۰۰۹). بدون این ترتیب‌بندی زمانی و نهادی، سرمایه‌گذاری‌های اولیه ممکن است به بازار مؤثر متصل نشوند.

دوم، پژوهش‌ها نشان می‌دهد که فناوری‌های پیچیده تولیدی و ساخت، اغلب در قالب خوشه‌های منطقه‌ای توسعه می‌یابند که نیازمند حمایت نهادی و زیرساختی دولت هستند (برگر، ۲۰۱۳؛ پیوره و سیبل، ۱۹۸۴). شکل‌گیری چنین خوشه‌هایی مستلزم سرمایه‌گذاری مکمل در مهارت، زیرساخت، تأمین مالی و نهادهای واسط است. در این وضعیت، وظیفه اصلی دولت هماهنگی است. برای مثال، ایجاد یک زنجیره تأمین کامل خودروهای الکتریکی داخلی معمولاً نیازمند: ایجاد انگیزه برای ورود شرکت‌های جدید در حلقه‌های مختلف زنجیره تأمین؛ هماهنگی میان شرکت‌های خصوصی در سطوح بالادستی و پایین‌دستی؛ توسعه زیرساخت‌های شارژ و شبکه و ایجاد پایگاه‌های تحقیق و توسعه برای حمایت از تجاری‌سازی فناوری‌های نوظهور است. چنین مأموریتی مستلزم نقش فعال و سازمان‌دهنده دولت است. بنابراین، زمانی که هدف ایجاد یا بازسازی زنجیره‌های تأمین داخلی باشد، راهبردهای دولت‌محور محتمل‌ترند.

در مقابل، زمانی که صنعت داخلی نسبتاً بالغ است یا زنجیره ارزش جهانی آن تثبیت شده، دولت می‌تواند راهبرد متفاوتی اتخاذ کند: تقویت رقابت به‌منظور ادغام در زنجیره‌های ارزش جهانی. این بینش از ادبیات اصلاحات بازار در کشورهای توسعه‌گرای شرق آسیا الهام گرفته است (چن و ناتن، ۲۰۱۶؛ فیلدز، ۲۰۱۲). در کشورهایی مانند تایوان، کره جنوبی و چین، دولت‌ها از آنچه می‌توان «سیاست صنعتی رقابتی» نامید استفاده کردند: یعنی به‌کارگیری گزینشی فشارهای بازار برای شکل‌دهی به صنایع.

در این رویکرد، دولت چارچوب نهادی و انگیزشی را تعیین می‌کند اما تصمیم‌های مشخص درباره سرمایه‌گذاری، انتخاب فناوری یا اولویت‌بندی بازارها به شرکت‌ها واگذار می‌شود و رقابت چه میان شرکت‌های داخلی و چه در برابر رقبای خارجی به‌عنوان سازوکار یادگیری و ارتقا عمل می‌کند. برای نمونه، چین با ایجاد یک بازار بزرگ داخلی برای خودروهای الکتریکی، جریان نقدی شرکت‌های منتخب را تقویت کرد و در عین حال اجازه داد نشانه‌های بازار، فرآیند یادگیری و پالایش فناوری را در سطح صنعت هدایت کند. در اینجا، دولت مسیر کلی را تعیین می‌کند، اما رقابت، تخصیص نهایی منابع را شکل می‌دهد.

به‌طور کلی زمانی که هدف ایجاد زنجیره‌های تأمین داخلی کامل باشد، به‌ویژه در صنایع نوپا، دولت‌ها به سمت ابزارهای دولت‌محور و هماهنگ‌کننده گرایش می‌یابند. زمانی که هدف ادغام یا ارتقای موقعیت در زنجیره‌های ارزش جهانی بالغ باشد، سیاست‌های شرکت‌محور و رقابت‌محور محتمل‌ترند. دولت‌ها تنها زمانی می‌توانند با اتکا به رقابت عمل کنند که

زیرساخت‌های صنعتی، خوشه‌های منطقه‌ای و ظرفیت‌های تولیدی تا حدی شکل گرفته و به‌طور مؤثر در حال فعالیت باشند. در چنین شرایطی، سیاست‌های شرکت‌محور می‌توانند به صنایع اجازه دهند در سطح داخلی و بین‌المللی مقیاس‌پذیر شوند.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با هدف توسعه نظریه و ترسیم فضای امکان سیاست‌گذاری صنعتی سبز طراحی شده است؛ فضایی که فراتر از رویکردهای کلاسیک هدفمند و دولت‌محور قرار می‌گیرد و بخش عمده‌ای از ادبیات موجود سیاست صنعتی را شکل داده‌اند. منطق طراحی تحقیق بر این فرض استوار است که انتخاب راهبردهای سیاست صنعتی سبز نه صرفاً در سطح ملی، بلکه در سطح بخشی و در پاسخ به ویژگی‌های خاص هر بخش شکل می‌گیرد. از این رو، هدف مطالعه تبیین تنوع راهبردهای سیاست صنعتی سبز از طریق نشان دادن نقش عدم قطعیت بخشی و موقعیت جهانی صنایع در زنجیره‌های تأمین است. در مقابل تبیین‌های جایگزینی که بر ایدئولوژی‌های اقتصادی (مانند مطلوب یا نامطلوب بودن مداخله دولت) یا نهادهای سطح ملی (متمرکز در برابر غیرمتمرکز بودن سیاست‌گذاری اقتصادی) تأکید دارند، این مقاله استدلال می‌کند که چنین رویکردهایی برای فهم موج جدید سیاست صنعتی سبز ناکافی‌اند. دلیل اصلی آن است که دولت‌های واحد به‌طور فزاینده‌ای از راهبردهای متفاوت و حتی متعارض در بخش‌های مختلف، و گاه درون یک بخش واحد استفاده می‌کنند. حتی در مواردی که ایدئولوژی یا نهادها دامنه انتخاب سیاست را محدود می‌کنند، دولت‌ها همچنان از درجه‌ای از فضای مانور راهبردی برخوردارند (جورج و بنت ۲۰۰۵؛ گرینگ ۲۰۰۷؛ رگین و اشنایدر ۲۰۱۱).

برای توسعه نظریه، از راهبرد انتخاب مورد هدفمند استفاده شده است؛ به‌گونه‌ای که موارد انتخاب‌شده کل فضای سیاستی پیشنهادی را پوشش دهند و هم تنوع افقی (بین کشورها) و هم تنوع عمودی (درون کشورها) را بازنمایی کنند. مطابق با ادبیات روش‌شناسی مقایسه‌ای، این طراحی امکان شناسایی سازوکارهای علی را از طریق مقایسه موارد «کم‌ترین احتمال» و «موارد منفی» فراهم می‌کند. موارد تجربی شامل کشورهای دارای سنت‌های متفاوت سیاست‌گذاری اقتصادی هستند: اقتصادهای بازار لیبرال (ایالات متحده و بریتانیا)، یک دولت با سابقه سیاست صنعتی دولت‌محور (چین)، و اتحادیه اروپا که اگرچه به‌طور تاریخی حافظ نظم لیبرال بوده، اما به تدریج در حال توسعه ابزارها و نهادهای مداخله‌گرایانه است. با این حال، مقاله نشان می‌دهد که این دسته‌بندی‌های ملی برای تبیین سیاست صنعتی سبز معاصر کفایت ندارند. برای تقویت این استدلال، دو مورد از هر کشور انتخاب شده است تا نشان داده شود که چگونه حوزه‌های قضایی مشابه از راهبردهایی با جهت‌گیری‌ها و سطوح متفاوت ابتکار عمل دولت و شرکت‌ها استفاده می‌کنند (مک‌نامارا ۲۰۲۳).

ترکیب موارد به‌گونه‌ای طراحی شده است که هر یک از چهار نوع ایده‌آل سیاست صنعتی در فضای تحلیلی مقاله را شامل شود: سیاست‌های هدفمند، سیاست‌های باز، سیاست‌های دولت‌محور و سیاست‌های شرکت‌محور. افزون بر این، یک مورد منفی از اتحادیه اروپا نیز گنجانده شده است تا محدودیت‌های نهادی و سیاسی چارچوب‌های موجود روشن‌تر شود و نظریه اصلاح گردد. در نهایت، برای پیوند دادن چارچوب نظری با زمینه کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای وابسته به منابع، مورد ایران نیز به جدول تحلیلی افزوده شده است. این مورد نشان می‌دهد که چگونه عدم قطعیت بالا، وابستگی ساختاری به سوخت‌های فسیلی و محدودیت‌های نهادی، دولت را به سمت ترکیبی از سیاست‌های باز اما عمدتاً دولت‌محور سوق داده است؛ بدون آنکه به شکل‌گیری اکوسیستم صنعتی پایدار در انرژی‌های تجدیدپذیر بینجامد. بدین ترتیب، ایران به‌عنوان موردی تحلیلی برای گسترش دامنه نظریه فراتر از اقتصادهای پیشرفته و شرق آسیا عمل می‌کند (گرینگ، ۲۰۰۷). جدول ۱ را ببینید.

جدول (۱): خلاصه موارد مورد مطالعه

کشور	بعد قالب	مورد	عامل کلیدی و هدف راهبردی
چین	جهت گیری / عمودی	اعتبارات دوگانه (۲۰۲۲)	عدم قطعیت بالا: گذار از عقب نشینی به رقابت در مرز فناوری خودروهای الکتریکی
	جهت گیری / عمودی	یارانه های خودروهای الکتریکی (۲۰۰۹)	عدم قطعیت پایین: هدف گذاری برای هم سطح شدن با رهبران غربی
اتحادیه اروپا	جهت گیری / عمودی	اتحاد باتری (۲۰۱۸)	عدم قطعیت پایین: عقب نشینی راهبردی از چین در زنجیره تأمین شناخته شده
	جهت گیری / عمودی	پلتفرم فناوری (۲۰۲۲)	عدم قطعیت بالا: رقابت در مرز فناوری خودروهای الکتریکی
بریتانیا	ابتکار عمل / افقی	ذخیره سازی کربن (۲۰۲۰)	یکپارچگی جهانی: صنعت بالغ با نیاز به حفظ رقابت پذیری
	ابتکار عمل / افقی	انرژی بادی فراساحلی (۲۰۱۳)	موقعیت جهانی نوپا: ایجاد اکوسیستم داخلی
ایالات متحده	ابتکار عمل / افقی	مؤسسه تحقیقات گاز (۱۹۷۶)	صنعت نوپا: ایجاد اکوسیستم کامل ملی
	ابتکار عمل / افقی	برنامه وام (۲۰۰۸)	یکپارچگی جهانی: تجاری سازی و مقیاس سازی شرکتها
اتحادیه اروپا	مورد منفی	استراتژی هیدروژن (۲۰۲۳)	محدودیت نهادی: ناتوانی در اعمال مداخله دولت محور لازم
ایران	ترکیبی / دولت محور	سیاست های انرژی های تجدیدپذیر (دهه ۱۴۰۰)	عدم قطعیت بالا + وابستگی به نفت و گاز: نبود اکوسیستم صنعتی و نقشه راه پایدار

یافته های پژوهش

سیاست صنعتی سبز در چشم انداز تطبیقی

موارد نشان می دهند که سیاست صنعتی صرفاً توسط بوروکراسی های دولتی متمرکز و سلسله مراتبی با رویکردهای مداخله گرایانه به اداره اقتصاد داخلی انجام نمی شود. برخی دولت های سنتاً دولت گرا از مشوق های مبتنی بر بازار استفاده می کنند، و اقتصادهای بازار لیبرال از سیاست های صنعتی دولت محور استفاده می کنند. آنها همچنین نشان می دهند که سیاست گذاران سیاست هایی را طراحی می کنند که با چالش های توسعه صنعتی که در بخش با آن مواجه هستند، سازگار است. با این حال، تحت عدم قطعیت و با انواع فشارهای نهادی و گروه های ذی نفع که بر فرآیند تأثیر می گذارند، انتخاب های سیاست صنعتی از پیش تعیین شده نیستند. آنها نمایانگر عاملیت و کار سیاست گذاران هستند.

چین: سیستم اعتبار دوگانه و یارانه های خودروهای الکتریکی

چین برای ایجاد یک صنعت رقابتی خودروهای الکتریکی داخلی از طیفی از ابزارهای سیاست صنعتی استفاده کرده است. در این بخش، بر دو مرحله متمایز تمرکز می کنیم: (۱) نظام یارانه های هدفمند با الزامات فناورانه سخت گیرانه که از سال ۲۰۰۹ آغاز شد، و (۲) نظام اعتبار دوگانه که از سال ۲۰۱۷ به تدریج جایگزین یارانه ها شد. این گذار سیاستی نشان دهنده

حرکت از یک سیاست صنعتی بسیار هدفمند به یک چارچوب بازتر و مبتنی بر رقابت است؛ تحولی که می‌توان آن را بازتاب تغییر سطح عدم قطعیت فناورانه و اجتماعی-اقتصادی در صنعت خودروهای الکتریکی چین دانست. از دهه ۱۹۸۰، ایجاد یک زنجیره تأمین خودروی رقابتی داخلی هدفی مرکزی در سیاست صنعتی چین بوده است. دولت مرکزی با تشویق سرمایه‌گذاری‌های مشترک میان شرکت‌های خارجی و داخلی، به دنبال انتقال فناوری و ارتقای ظرفیت‌های تولیدی بود. با ظهور خودروهای الکتریکی، دولت برقی‌سازی حمل‌ونقل را فرصتی برای کاهش وابستگی به خودروسازان جهانی و تقویت تولیدکنندگان مستقل داخلی تلقی کرد (کندی، ۲۰۱۸). نظام یارانه‌ای که از سال ۲۰۰۹ به صورت آزمایشی در برخی شهرها اجرا شد، شامل الزامات فنی دقیق درباره چگالی انرژی باتری، استانداردهای ایمنی و مصرف انرژی بود. برای واجد شرایط بودن جهت دریافت یارانه، خودروها باید از باتری‌های تولیدکنندگانی استفاده می‌کردند که در «فهرست سفید» دولت قرار داشتند—فهرستی که عمدتاً شامل شرکت‌های داخلی بود (شورای بین‌المللی حمل‌ونقل پاک، ۲۰۱۹). این سیاست عملاً نوعی حمایت فناورانه هدفمند ایجاد می‌کرد و امکان الگوبرداری از فناوری‌های پیشرو خارجی را فراهم می‌ساخت. در این مرحله، عدم قطعیت فناورانه نسبتاً محدود بود، زیرا هدف اصلی «رسیدن به رهبران جهانی» از طریق تقلید و ارتقای تدریجی استانداردهای فنی بود. با نزدیک شدن شرکت‌های چینی به مرز فناوری جهانی در حوزه باتری، شرایط تغییر کرد. رقابت دیگر صرفاً حول معیارهای فنی تثبیت‌شده شکل نمی‌گرفت، بلکه به طراحی مدل‌های متنوع، استراتژی‌های تجاری و ترجیحات مصرف‌کنندگان گسترش یافت. در نتیجه، عدم قطعیت اجتماعی-اقتصادی افزایش یافت و تعیین الزامات دقیق فناورانه برای دولت دشوارتر شد. در این بستر، نظام اعتبار دوگانه در سال ۲۰۱۷ معرفی شد (کندی، ۲۰۱۸).

این نظام که توسط وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین اداره می‌شود، خودروسازان را ملزم می‌کند درصد مشخصی از فروش سالانه خود را به خودروهای انرژی نو اختصاص دهند. سهم اعتباری از ۱۰ درصد در سال ۲۰۱۹ آغاز شد و تا سال ۲۰۲۳ به ۱۸ درصد افزایش یافت (کندی، ۲۰۱۸). برخلاف یارانه‌های پیشین، این سیاست فناوری خاصی را تجویز نمی‌کرد، بلکه با اعطای اعتبارات بیشتر به خودروهای با برد بالاتر یا مصرف انرژی کمتر، چارچوبی انگیزشی ایجاد می‌کرد. بر اساس برآوردها، این الزامات به معنای سهم واقعی حدود ۳ درصد از کل فروش خودرو در سال ۲۰۱۹ و ۴ درصد در سال ۲۰۲۰ بود (شورای بین‌المللی حمل‌ونقل پاک، ۲۰۱۸). نظام اعتبار دوگانه سازوکار بازارمحوری را وارد سیاست صنعتی کرد: شرکت‌هایی که بیش از سهم الزامی تولید می‌کردند، می‌توانستند اعتبار مازاد خود را به دیگران بفروشند؛ شرکت‌هایی که عقب می‌ماندند، ملزم به خرید اعتبار یا مواجهه با محدودیت تولید بودند. برخی تولیدکنندگان چینی خودروهای خود را زیر قیمت تمام‌شده عرضه می‌کردند و از فروش اعتبار برای رسیدن به سودآوری استفاده می‌کردند. گشودن نظام اعتباری به شرکت‌های خارجی مانند تسلا نیز رقابت فناورانه را تشدید کرد و از عقب‌ماندگی تولیدکنندگان داخلی جلوگیری نمود (یانگ، ۲۰۲۱).

در مجموع، گذار از یارانه‌های تجویزی به نظام اعتبار دوگانه را می‌توان بازتابی از تغییر در سطح عدم قطعیت و ارتقای ظرفیت‌های فناورانه داخلی دانست. در مرحله نخست، سیاست هدفمند و الگوبرداری محور مناسب بود؛ در مرحله دوم، با افزایش عدم قطعیت درباره ترجیحات بازار و مدل‌های تجاری، ابزارهای بازتر و شرکت‌محورتر کارآمدتر شدند. این تحول نشان می‌دهد که جهت‌گیری سیاست صنعتی در چین نه صرفاً محصول ایدئولوژی، بلکه تابع شرایط بخشی و موقعیت رقابتی در اقتصاد جهانی بوده است.

اروپا: اتحاد باتری اروپا و پلتفرم فناوری و نوآوری

در واکنش به تسلط چین بر بازار خودروهای الکتریکی و به‌ویژه بر ارزشمندترین جزء آن‌ها یعنی باتری‌ها، اتحادیه اروپا مجموعه‌ای از ابزارهای سیاست صنعتی را برای ایجاد یک زنجیره تأمین داخلی باتری به کار گرفت. در این بخش، بر دو

ابتکار مکمل تمرکز می‌شود که هر یک به نوع متفاوتی از چالش‌های سیاستی پاسخ می‌دهند: اتحاد باتری اروپا که هدف آن بازتولید یک زنجیره تأمین داخلی در شرایط عقب‌ماندگی فناورانه است؛ پلتفرم فناوری و نوآوری اروپا در حوزه باتری‌ها که به توسعه فناوری‌های نسل بعدی در مرز دانش می‌پردازد. هر دو راهبرد مبتنی بر رویکردی مشارکتی و دولت‌محور هستند، اما از نظر جهت‌گیری سیاستی متفاوت‌اند. در چارچوب نظری مقاله، اتحاد باتری اروپا نمونه‌ای از سیاست هدفمند در شرایط عدم قطعیت نسبتاً پایین‌تر است، در حالی که پلتفرم فناوری و نوآوری اروپا بیانگر سیاست باز در مواجهه با عدم قطعیت بالا در مرز فناوری است (جدول ۱). در سال ۲۰۲۰، اتحادیه اروپا برای نخستین بار از چین به‌عنوان بزرگ‌ترین بازار خودروهای الکتریکی جهان پیشی گرفت (اژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۲۱). با این حال، فاقد یک صنعت باتری داخلی رقابتی بود؛ در حالی که باتری‌ها بالاترین سهم ارزش افزوده را در خودروهای برقی دارند. اروپا در تحقیق و توسعه و ظرفیت تولید باتری از ژاپن، کره جنوبی و چین عقب بود. در پاسخ، کمیسیون اروپا در سال ۲۰۱۷ «اتحاد باتری اروپا» را به‌عنوان ابتکار اصلی سیاست صنعتی خود راه‌اندازی کرد (کمیسیون اروپا، ۲۰۲۱). این ابتکار یک سیاست صنعتی هدفمند و مشارکتی است که به دنبال: جای‌گیری شرکت‌های اروپایی در کل زنجیره تأمین باتری؛ ایجاد ظرفیت تولید در قلمرو اتحادیه اروپا؛ و کاهش وابستگی به تأمین‌کنندگان غیراروپایی است.

برآورد کمیسیون اروپا نشان می‌داد که بازار باتری اتحادیه اروپا تا سال ۲۰۲۵ به ۲۵۰ میلیارد یورو در سال خواهد رسید (کمیسیون اروپا، ۲۰۱۸). برای تصاحب این بازار، سرمایه‌گذاری حدود ۲۰ میلیارد یورو جهت ساخت ۱۰ تا ۲۰ کارخانه عظیم (گیگافکتوری) ضروری تشخیص داده شد. انتخاب رویکرد هدفمند در این مورد از آن جهت ممکن بود که هدف سیاستی—ایجاد زنجیره تأمین داخلی—به‌وضوح قابل تعریف و در اقتصادهای دیگر قابل مشاهده بود. بنابراین، سطح عدم قطعیت فناورانه نسبتاً پایین‌تر و امکان الگوبرداری نهادی فراهم بود. اتحاد باتری اروپا کمیسیون اروپا، بانک سرمایه‌گذاری اروپا، دولت‌های ملی، مؤسسات تحقیقاتی و بیش از ۵۰۰ بازیگر صنعتی را گرد هم آورد. ابزارهای مالی مورد استفاده شامل: وام‌های بانک سرمایه‌گذاری اروپا؛ بودجه تحقیق و توسعه از صندوق نوآوری اروپا؛ حمایت مستقیم بودجه اتحادیه و چارچوب «پروژه‌های مهم با منافع مشترک اروپایی» بود.

در این چارچوب، کمیسیون اروپا محدودیت‌های مربوط به کمک‌های دولتی را برای پروژه‌های راهبردی از جمله صنعت باتری تعلیق کرد. دو پروژه بزرگ باتری در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ به ترتیب با ۳.۲ و ۲.۹ میلیارد یورو تأمین مالی شدند. نتیجه این سیاست هدفمند آن بود که تا سال ۲۰۲۱ ساخت ۱۵ کارخانه باتری لیتیوم-یون در اروپا آغاز شد. برای مثال، استارت‌آپ سوئدی نورث ولت توانست با استفاده از وام بانک سرمایه‌گذاری اروپا سرمایه‌گذاری خصوصی بیشتری جذب کند (ویس، ۲۰۱۹). همچنین سرمایه‌گذاری مشترک شرکت نفتی توتال و گروه خودروسازی گروه PSA با حمایت ۱.۳ میلیارد یورویی فرانسه و آلمان دو کارخانه بزرگ را راه‌اندازی کرد (پارنل، ۲۰۲۰). بانک سرمایه‌گذاری اروپا همچنین از سرمایه‌گذاری شرکت کره‌ای ال جی چم در لهستان حمایت مالی کرد (بانک سرمایه‌گذاری اروپا، ۲۰۲۰). در چارچوب نظری مقاله، اتحاد باتری اروپا نمونه‌ای از سیاست صنعتی هدفمند در شرایط عقب‌ماندگی نسبی است؛ جایی که هدف سیاستی روشن، قابل مشاهده و قابل تقلید است.

در مقابل، پلتفرم فناوری و نوآوری اروپا در حوزه باتری‌ها بر توسعه فناوری‌های نسل بعدی باتری متمرکز است. این پلتفرم بازیگران تحقیق و توسعه صنعتی و سازمان‌های پژوهشی را برای تعریف یک دستورکار تحقیقاتی اروپایی گرد هم می‌آورد (کمیسیون اروپا، ۲۰۲۲الف). برخلاف اتحاد باتری اروپا، این ابتکار: فناوری خاصی را تجویز نمی‌کند؛ اولویت‌های پژوهشی را از طریق کارگروه‌های مشارکتی تعریف می‌کند؛ و فراخوان‌های باز برای پیشنهادها، تحقیقاتی در حوزه شیمی باتری، مواد و فرایندهای تولید منتشر می‌کند (کمیسیون اروپا، ۲۰۲۲ب). در این حوزه، سطح عدم قطعیت فناورانه بالا است. مشخص نیست کدام فناوری—حالت جامد، نسل‌های جدید لیتیوم-یون یا فناوری‌های کاملاً نو—در

بلندمدت غالب خواهد شد. بنابراین، سیاست صنعتی در اینجا به جای تعیین مسیر، به ایجاد یک چارچوب باز برای کشف مسیرهای فناورانه می‌پردازد.

بریتانیا: جذب و ذخیره‌سازی کربن و باد فراساحلی

بریتانیا در راستای جای‌گیری شرکت‌های خود در زنجیره‌های تأمین خالص-صفر جهانی، راهبردهای صنعتی مشخصی برای باد فراساحلی، هیدروژن و جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن تدوین کرده است (دولت بریتانیا، ۲۰۱۳؛ ۲۰۲۱الف؛ ۲۰۲۱ب). در اینجا بر دو حوزه باد فراساحلی و CCUS تمرکز می‌شود که اگرچه از نظر سطح عدم قطعیت فناورانه شباهت دارند، اما از حیث موقعیت جهانی صنعت داخلی و در نتیجه نقش دولت در سرمایه‌گذاری و هماهنگی تفاوت اساسی نشان می‌دهند. در هر دو حوزه، فناوری‌ها و نقش آن‌ها در گذار خالص-صفر تا حد زیادی تثبیت شده‌اند و امکان تعیین اهداف کمی استقرار وجود دارد. بنابراین، سطح عدم قطعیت فناورانه «قابل مدیریت» است. با این حال، تفاوت کلیدی در این است که در باد فراساحلی، صنعت داخلی در زمان تدوین راهبرد نوپا بود، در حالی که در ذخیره‌سازی کربن، صنعت هدف نفت و گاز دارای زنجیره‌های تأمین بالغ و شرکت‌های تثبیت‌شده بود. این تفاوت ساختاری، به تنوع در ابزار سیاستی انجامید (جدول ۱).

راهبرد صنعتی ۲۰۱۷-۱۸ بریتانیا، ذخیره‌سازی کربن را به‌عنوان یک اولویت ملی معرفی کرد و هدف آن را ایجاد امکان استقرار در مقیاس طی دهه ۲۰۳۰، مشروط به کاهش هزینه‌ها، اعلام نمود (دولت بریتانیا، ۲۰۱۸). در سال ۲۰۱۹ هدف کمی «جذب ۱۰ میلیون تن CO₂ در سال تا ۲۰۳۰» تعیین شد (دولت بریتانیا، ۲۰۲۰)، و در راهبرد خالص-صفر ۲۰۲۱ این هدف به ۲۰-۳۰ میلیون تن افزایش یافت، همسو با توصیه‌های کمیته تغییرات اقلیمی (دولت بریتانیا، ۲۰۲۱ب). این اهداف با ابزارهای زیر پشتیبانی شدند: صندوق ۱ میلیارد پوندی برای توسعه چهار خوشه منطقه‌ای ذخیره‌سازی کربن؛ طراحی سازوکارهای درآمدی برای مدل‌های کسب‌وکار؛ صندوق زیرساخت جذب و ذخیره‌سازی کربن برای تأمین مالی پروژه‌ها از طریق فرآیند رقابتی. با وجود تعیین اهداف و ایجاد چارچوب حمایتی، دولت تصریح کرده است که ابتکار عمل سرمایه‌گذاری باید عمدتاً در اختیار بخش خصوصی باشد (دولت بریتانیا، ۲۰۲۲). این رویکرد تا حدی ریشه در ملاحظات سیاسی دارد، زیرا حمایت از ذخیره‌سازی کربن ممکن است به‌عنوان تداوم حمایت از صنعت نفت و گاز تعبیر شود (ائتلاف سبز، ۲۰۱۲؛ کرن و همکاران، ۲۰۱۶).

اما در چارچوب نظری مقاله، عامل تعیین‌کننده جایگاه ساختاری صنعت است: صنعت نفت و گاز بریتانیا دارای زنجیره تأمین بالغ، تخصص مهندسی و زیرساخت‌های قابل تطبیق است. نقشه راه زنجیره تأمین دولت تصریح می‌کند که هدف، قرار دادن شرکت‌های بریتانیایی «در خط مقدم بازارهای جهانی ذخیره‌سازی کربن» و توانمندسازی آن‌ها برای رقابت در پروژه‌های بین‌المللی است (دولت بریتانیا، ۲۰۲۱ب). در نتیجه، سیاست ذخیره‌سازی کربن بریتانیا نمونه‌ای از راهبرد مشارکتی اما شرکت‌محور در صنعتی بالغ است؛ دولت چارچوب و انگیزه ایجاد می‌کند، اما انتخاب‌های فناورانه و سرمایه‌گذاری عمدتاً توسط شرکت‌ها انجام می‌شود.

در مقابل، در حوزه باد فراساحلی، دولت نقش بسیار فعال‌تری ایفا کرد. در زمان آغاز راهبرد، صنعت داخلی نوپا بود و فاقد اکوسیستم کامل زنجیره تأمین. بنابراین، ایجاد ظرفیت داخلی نیازمند هماهنگی، سرمایه‌گذاری مستقیم و مدیریت فعال دولت بود. سرمایه‌گذاری در این بخش از طریق: موافقت‌نامه‌های اجاره دریایی؛ و سازوکار «قرارداد مابه‌التفاوت» هدایت شد. قرارداد مابه‌التفاوت با تضمین حداقل قیمت برق بادی، ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش داده و تعهد مالی قابل توجهی از سوی دولت ایجاد می‌کند. نقش محوری در این راهبرد بر عهده املاک کراون بود نهادی عمومی که مدیریت اراضی و دارایی‌های تاج را بر عهده دارد و به خزانه‌داری گزارش می‌دهد. این نهاد: تأمین مالی اولیه پروژه‌ها را انجام داد؛ دارایی‌ها را در قالب سرمایه‌گذاری‌های مشترک مدیریت کرد؛ و به‌عنوان هماهنگ‌کننده عملیاتی صنعت عمل نمود. در مراحل

اولیه، املاک کراون بزرگترین سهم (۱۰۰ میلیون پوند از بسته ۴۵۰ میلیون پوندی) را در برنامه‌های تحقیق و توسعه، استقرار و توسعه زنجیره تأمین ایفا کرد (کرن و همکاران، ۲۰۱۴).
تنها در سال ۲۰۲۰-۲۱ ارزش پرتفوی دریایی آن به ۴.۱ میلیارد پوند رسید (کراون، ۲۰۲۰). این نهاد با برخورداری از تخصص سرمایه‌گذاری و مدیریت دارایی، عملاً نقش یک آژانس توسعه صنعتی چابک را ایفا کرد (برزنیتر و همکاران، ۲۰۱۸). استفاده مجدد از چنین نهادی نشان‌دهنده اهمیت کارآفرینی سیاستی و بهره‌گیری خلاقانه از نهادهای موجود است (کالیانپور و نیومن، ۲۰۱۷).

موسسه تحقیقات گاز ایالات متحده و برنامه‌های وام وزارت انرژی

توسعه شکست هیدرولیکی برای گاز شیل موردی است که در آن از یک مشارکت عمومی-خصوصی مشارکتی برای هدایت یک رویکرد باز به ایجاد فناوری‌های جدید و هماهنگ کردن توسعه یک زنجیره تأمین داخلی استفاده شد. در حالی که ادغام گاز طبیعی در سیستم‌های انرژی واقعاً خالص-صفر دشوار خواهد بود، ما آن را در مجموعه موارد اقلیمی قرار می‌دهیم. تا سال ۲۰۱۶، به عنوان یک راه‌حل کم‌کربن، با انتشار بسیار کمتر از تولید برق با زغال‌سنگ که جایگزین آن شد، در نظر گرفته می‌شد (به عنوان مثال، کاخ سفید ۲۰۱۶). برای بسیاری، ایالات متحده به عنوان یک مورد کم‌ترین احتمال برای این ادعا عمل می‌کند که دولت‌ها بر روی مجموعه وسیعی از سیاست‌های صنعتی همگرا هستند. با این حال، مورد گاز طبیعی نشان می‌دهد که ایالات متحده سابقه طولانی در سیاست صنعتی در بخش انرژی دارد. سیاست صنعتی برای توسعه صنعت شکست هیدرولیکی یک راهبرد باز، اما دولت‌محور برای ایجاد یک اکوسیستم داخلی برای یک صنعت نوپا بود. عدم قطعیت بالا بود، زیرا چشم‌انداز تولید گاز طبیعی و استفاده مصرف‌کننده هنوز ناشناخته بود. ما مورد گاز طبیعی را با برنامه‌های وام وزارت انرژی ایالات متحده مقایسه می‌کنیم، که باز و شرکت‌محور هستند، زیرا آنها به دنبال ایجاد شرکت‌های داخلی لایق از ادغام در زنجیره‌های تأمین جهانی هستند (جدول ۱) در حوزه‌های فناوری بسیار نامطمئن.

در طول بحران انرژی دهه ۱۹۷۰، ایالات متحده به دنبال تقویت زنجیره‌های تأمین انرژی داخلی بود. در این زمینه، دولت با صنعت مشارکت کرد تا موسسه تحقیقات گاز را در سال ۱۹۷۶ ایجاد کند. موسسه تحقیقات گاز یک مشارکت عمومی-خصوصی بود که توسط کمیسیون تنظیم مقررات انرژی فدرال مأموریت یافته و با هزینه اضافی بر روی خطوط لوله بین‌ایالتی گاز طبیعی تأمین مالی می‌شد. بودجه سالانه آن در اواسط دهه ۱۹۸۰ به ۲۰۰ میلیون دلار رسید و در طول دهه ۱۹۹۰ در همان سطح باقی ماند (ترمبی، ۲۰۱۵). میلیاردها دلار از پول عمومی را صرف تحقیق، توسعه و نمایش مشارکتی و بسیار قابل مشاهده برای توسعه گاز طبیعی کرد. این موسسه انواع پروژه‌های تحقیقاتی را در سراسر زنجیره تأمین از بازیافت بهبودیافته نفت گرفته تا حمل و نقل گاز و لوازم خانگی و سیستم‌های ساختمانی تأمین مالی کرد (اوانس، ۱۹۹۱). موسسه تحقیقات گاز مأموریت روشنی برای توسعه راه‌حل‌هایی برای صنعت گاز داشت، اما دولت معیارها و اهدافی برای بخش تعیین نکرد. رویکرد باز بود زیرا درگیر جستجوی راه‌حل‌های فناورانه و اجتماعی-اقتصادی نامطمئن در سراسر زنجیره تأمین بود. این یک نهاد مشارکتی بود زیرا اگرچه بودجه عمومی را به کار می‌گرفت، ماراتون، آرامکو و شل همگی در هیئت مدیره آن حضور داشتند. پروژه‌ها با مشارکت مالی بازیگران صنعتی تأمین می‌شدند (ترمبس، ۲۰۱۵). این تأمین مالی مشترک به این معنی بود که فرآیند و تصمیمات سرمایه‌گذاری بین نهادهای عمومی و مشاغل خصوصی مشترک بود.

موسسه تحقیقات گاز رویکرد زنجیره تأمین کامل را در پیش گرفت. این موسسه همه چیز را از سر چاه تا مصرف‌کننده تأمین مالی کرد، از جمله آزمایش‌های حفاری، توسعه لوازم خانگی و کمپین‌های بازاریابی (وایزمن، ۲۰۱۵). برای مثال، از

سال ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۲، موسسه تحقیقات گاز مرکز فناوری لوازم گازی را در بتلی تأمین مالی کرد (لاکلین، ویور و براون، ۱۹۹۳). این مرکز تحقیقاتی را در مورد اجاق‌ها، فرها، آبگرمکن‌ها، کوره‌ها و توسعه زیرساخت‌ها انجام داد. این نوع کار دقیق برای توسعه بازار و کاهش هزینه‌های لازم برای رقابتی کردن لوازم گازی با جایگزین‌های برقی ضروری بود. داستان گاز طبیعی معمولاً به عنوان شرح حالی از جورج میچل (یرگین، ۲۰۲۱)، کارآفرینی که اولین بار ترکیبی از شکست "آب نازک" و حفاری افقی را برای دسترسی به ذخایر شیل تجاری‌سازی کرد، ارائه می‌شود. با این حال، میچل از کار موسسه تحقیقات گاز بهره‌مند شد و از پیشینیان آن، برنامه شیل‌های گازی شرقی آموخت. برنامه شیل‌ها ۱۸۵ میلیون دلار برای حفاری ۳۵ چاه آزمایشی هزینه کرد و پیشگام استفاده از حفاری افقی شد (وایزمن، ۲۰۱۵). مطالعه این داده‌ها به میچل اجازه داد نتیجه بگیرد که شیل بارنت، که مدت‌ها غیرقابل استخراج تلقی می‌شد، می‌تواند سودآور باشد (وایزمن، ۲۰۱۵).

میچل سپس برای تضمین زمین و حقوق معدنی در شیل اقدام کرد. تنها پس از آنکه میچل مواضع قابل توجهی در بازار حقوق به دست آورد، به موسسه تحقیقات گاز نزدیک شد تا توجه زیادی را به برنامه خود جلب نکند. پس از سال ۱۹۹۱، میچل از نزدیک با موسسه تحقیقات گاز همکاری کرد، که در تأمین مالی اولین چاه او در شیل بارنت مشارکت داشت. در اواخر دهه ۱۹۹۰، میچل و موسسه تحقیقات گاز به ترکیبی از شکست هیدرولیکی و حفاری افقی دست یافتند که مقادیر زیادی گاز را با هزینه کم بازیابی می‌کرد. به دلیل ماهیت عمومی این همکاری‌ها، هیچ حمایت ثبت اختراعی برای سنتز فناوریانه توسعه یافته وجود نداشت (کاهوی، گهمان و لی، ۲۰۱۲).

استراتژی میچل سود بردن از افزایش ارزش حقوق زمین و افزایش قیمت گاز بود. این استراتژی از سایر سیاست‌های فدرال نیز بهره‌مند شد: ایجاد شبکه خط لوله ملی تحت اختیار کمیسیون تنظیم مقررات انرژی فدرال، آزادسازی قیمت گاز، و قوانین ملایم برای حقوق اکتشاف که اقدام زودهنگام را تشویق می‌کرد (وایزمن، ۲۰۱۵).

موسسه تحقیقات گاز را با حمایت وزارت انرژی ایالات متحده از انرژی‌های تجدیدپذیر و خودروهای الکتریکی از طریق برنامه‌های وام آن مقایسه کنید، که به یک چالش بسیار متفاوت توسعه صنعتی می‌پردازد. بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۲۰، وزارت انرژی سه صندوق وام را مدیریت می‌کرد: یکی برای فناوری‌های جدید انرژی، یکی برای خودروها، و یکی برای قبایل هندی به رسمیت شناخته شده فدرال. مجموعاً این صندوق‌ها بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۲۰ مبلغ ۳۵.۶۹ میلیارد دلار وام و تضمین وام صادر کردند (دپارتمان انرژی، ۲۰۲۱).

در این تکرار اولیه دفتر برنامه‌های وام، رویکرد باز و شرکت‌محور بود. شرکت‌های خصوصی با درخواست برای تضمین وام یا تأمین مالی کم‌هزینه که توسط خزانه‌داری پشتیبانی می‌شد، ابتکار عمل را به دست می‌گرفتند. الزامات واجد شرایط بودن برای برنامه، اهداف بخشی خاصی را تعیین نکرده و به روی طیفی از گزینه‌های فناوریانه باز بودند. برای مثال، جریان پروژه انرژی تجدیدپذیر و کارآمد به دنبال تأمین مالی فناوری‌های جدید برای یکپارچه‌سازی شبکه، سوخت‌های زیستی، تبدیل زباله به انرژی، ارتقاء تولید برق و پروژه‌های بهره‌وری انرژی بود. حتی صندوق تولید وسایل نقلیه با فناوری پیشرفته، که بخش خودرو را هدف قرار می‌داد، تنها نیاز داشت که خودروها بهره‌وری سوخت را ۲۵٪ نسبت به خط پایه سال ۲۰۰۵ بهبود بخشند یا با سوخت‌های جایگزین، استاندارد بهره‌وری سوخت ۷۵ مایل بر گالن یا معادل آن را برآورده کنند. اینها استانداردهای فناوری سختگیرانه یا راهبردی نبودند. ارزیابی برنامه شامل شاخصی برای انتشار گازهای گلخانه‌ای اجتناب شده توسط وام‌ها است، اما فراتر از آن، برنامه به وضوح هدف‌گیری نشده بود.

تفاوت در موقعیت صنعتی به توضیح این تفاوت‌ها کمک می‌کند. در مورد شکست هیدرولیکی، ایالات متحده یک موسسه بزرگ تحقیق، توسعه و نمایش به کار گرفت زیرا نیاز به ایجاد یک زنجیره تأمین و اکوسیستم کامل برای گاز طبیعی داشت. مداخله دولت برای تسریع هم عرضه و هم تقاضا ضروری بود. با این حال، هدف‌گیری به دلیل عدم قطعیت در

مورد اندازه کل بازار قابل دسترس، مفید یا ممکن نبود. علاوه بر این، نوآوری برای بهبود رقابت پذیری در هر مرحله از سر چاه تا مصرف کننده مورد نیاز بود که منجر به استفاده از جستجوهای باز شد. برنامه‌های وام، در مقابل، برای ایجاد اکوسیستم طراحی نشده بودند. آنها برای حمایت از شرکت‌های داخلی که تحقیق و توسعه موفقی انجام داده بودند اما هنوز نمی‌توانستند سرمایه مالی را تأمین کنند، با کمک به آنها در پیشبرد تجاری سازی، ایجاد شدند. حمایت از تجاری سازی، تحقیقات انرژی پیشرو در جهان را پیش می‌برد و مالکیت فکری آمریکایی را در زنجیره‌های تأمین نوظهور جای گیری می‌کرد. تمایل به پیشبرد صنایع رقابتی جهانی در این زمینه، استفاده از یک راهبرد شرکت محورتر را توضیح می‌دهد.

سیاست صنعتی سبز پس از قانون کاهش تورم

قانون کاهش تورم ایالات متحده اهمیت چارچوب‌های نظری را نشان می‌دهد که به خلاقیت سیاست‌گذاران در جهانی از امکان پذیری سیاسی باز هستند. قانون کاهش تورم پاسخ‌های راهبردی را در بسیاری از حوزه‌های قضایی برانگیخته است (دیویس و جان، ۲۰۲۲). پاسخ اتحادیه اروپا به قانون کاهش تورم یک مورد منفی را معرفی می‌کند زیرا با انتظارات نظریه‌های ما در تضاد است. با برجسته‌سازی نقش نهادها در محدود کردن توانایی دولت‌ها برای پاسخگویی راهبردی به عدم قطعیت و موقعیت زنجیره تأمین، شرایط دامنه را اصلاح کرده و به متوازن کردن تنش‌های بین عاملیت و ساختار در نظریه کمک می‌کند.

در سال ۲۰۲۰، به نظر مشکوک می‌رسید که ایالات متحده یک سیاست صنعتی جهان گیر با اهداف و نقشه‌های راه محکم در ۲۷ بخش، که با اقدامات مالی قدرتمند پشتیبانی می‌شود، ایجاد کند (دپارتمان انرژی، ۲۰۲۳). ابزارهای اصلی در قانون کاهش تورم، اعتبارات مالیاتی سخاوتمندانه‌ای را در زمینه‌های حیاتی ایجاد کرده و ۴۰۰ میلیارد دلار اختیار وام برای دفتر برنامه‌های وام وزارت انرژی فراهم می‌کنند، که اکنون نقش مشارکتی تر و فعال تری نسبت به قبل از سال ۲۰۲۰ ایفا می‌کند. در مورد هیدروژن، برای مثال، قانون کاهش تورم ۳ دلار به ازای هر کیلوگرم ارائه می‌دهد، که می‌تواند هزینه تولید را به زیر صفر برساند (مولدر، ۲۰۲۳). وزارت انرژی از ۸ میلیارد دلار از قانون زیرساخت دوحزبی برای ایجاد قراردادهای طرف تقاضای هدفمند برای تطبیق با فشار عرضه ایجاد شده توسط اعتبارات مالیاتی استفاده خواهد کرد. پس از یک واکنش منفی اولیه قوی، اتحادیه اروپا پاسخ‌های راهبردی در تعدادی از زمینه‌ها ترتیب داده است (دی کارلو و اشمیتز ۲۰۲۳؛ مک نامارا ۲۰۲۳).

با این حال، فشارهای ساختاری و نهادی مانع از آن شده است که اتحادیه اروپا در هر بخش پاسخی را توسعه دهد، از جمله یک راهبرد فعال هیدروژن. در حالی که در مورد اندازه سهم هیدروژن در یک اقتصاد خالص-صفر عدم قطعیت وجود دارد، واضح است که هیدروژن کم کربن برای جایگزینی منابع موجود هیدروژن مبتنی بر فسیل و جایگزینی گاز طبیعی در صنایع سنگین (به ویژه فولاد و کود) مورد نیاز است. این درجه از قطعیت به اتحادیه اروپا اجازه داد تا یک هدف هیدروژنی تعیین کند: تولید ۱۰ میلیون تن و واردات ۱۰ میلیون تن تا سال ۲۰۳۰ (کمیسون اروپا، ۲۰۲۲). با این حال، علیرغم نیاز به ایجاد یک اکوسیستم کامل برای هیدروژن، اتحادیه اروپا هنوز پاسخی دولت محور به قانون کاهش تورم ترتیب نداده است.

کمیسون اروپا در حال حاضر برنامه‌ریزی می‌کند تا از هیدروژن با یک مکانیسم یارانه منفعل ساخته شده در سیستم تجارت انتشار حمایت کند (روتار، سویلیچی و پلوتکا، ۲۰۲۳). به اصطلاح قراردادهای مابه‌التفاوت کربن برای هیدروژن، شکاف بین قیمت هیدروژن کم کربن و هیدروژن خاکستری را که پس از عوارض کربن باقی می‌ماند، پوشش می‌دهد. به این ترتیب، تنها یک ابزار منفعل را فراهم می‌کند که در آن شرکت‌ها تصمیمات سرمایه‌گذاری را اتخاذ می‌کنند که به

طور خودکار یارانه دریافت می‌کنند. نهاد اجرایی گونه‌ای از اتحاد باتری است که در بالا ذکر شد، با این تفاوت که اتحاد هیدروژن بسیار کمتر فعال است. اتحاد هیدروژن یک "خط لوله پروژه" متشکل از ۷۵۰ پروژه دارد، اما این صرفاً یک فهرست اولویت‌بندی نشده است که توسط هیدروژن اروپا، یک گروه صنعتی بزرگ، ارائه شده است. تنها مقادیر کمی از منابع مالی برای حمایت از هیدروژن در دسترس قرار گرفته است.

نظریه ما یک راهبرد هدفمند با نقش بزرگ دولت برای کمک به ایجاد اکوسیستم هیدروژن را انتظار دارد. با این حال، در عمل، انتظار می‌رود تصمیمات سرمایه‌گذاری عمدتاً شرکت‌محور باشد و حمایت مالی دولت حداقل بوده است. چرا؟ کمیسیون اروپا، که مأموریت سیاست صنعتی در سطح قاره را دارد، یک نهاد فدرال ضعیف است. قدرت تعیین دستور کار و بودجه کمی دارد. ایجاد یک سیاست صنعتی جدید مستلزم ایجاد یک اجماع دشوار است. بنابراین، اتحادیه اروپا از یک ابزار سیاستی موجود، سیستم تجارت انتشار، برای پاسخ به قانون کاهش تورم استفاده می‌کند. این ایده‌آل نیست زیرا نیاز به قرار دادن یک یارانه در یک بازار کربن دارد، که برای شرکت‌محور بودن طراحی شده است. به طور خلاصه، نهادهای اتحادیه اروپا به راحتی با سیاست صنعتی سازگار نیستند، اگرچه ظرفیت به طور فعال در حال ایجاد است و همکاری اروپایی ممکن است دوباره جهان را شگفت‌زده کند (ام سی نامارا، ۲۰۲۳). این به تعیین شرایط دامنه استدلال کمک می‌کند، زیرا محدودیت‌های ویژگی‌های بخشی در هدایت نتایج را هنگامی که نهادها و ساختارهای سیاسی به راحتی قابل تطبیق نیستند، نشان می‌دهد.

ایران: انرژی خورشیدی و بادی در سایه وابستگی فسیلی

در سال‌های اخیر، مطالعات علمی نشان داده‌اند که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، علی‌رغم ظرفیت‌های طبیعی قابل توجه در حوزه خورشیدی و بادی، با چالش‌های ساختاری عمیقی مواجه است که مانع از شکل‌گیری یک سیاست صنعتی سبز منسجم شده‌اند. برای مثال، بررسی جامع روند توسعه فتوولتائیک در ایران نشان می‌دهد که با وجود شدت تابش خورشیدی بالا و تدوین برنامه‌هایی برای افزایش ظرفیت تولید برق تجدیدپذیر، سهم این منابع در سبد برق کشور همچنان بسیار ناچیز باقی مانده است و بیش از ۹۹ درصد برق کشور از منابع فسیلی تأمین می‌شود (عباسپور و همکاران، ۱۳۹۸). این مطالعه نشان می‌دهد که موانعی همچون ناپایداری مقررات، پیچیدگی فرآیندهای اداری، عدم قطعیت در قراردادهای خرید تضمینی و دشواری تأمین مالی، موجب کاهش انگیزه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی شده‌اند. از منظر چارچوب نظری این پژوهش، چنین وضعیتی بیانگر آن است که اگرچه ابزارهای «هدفمند دولتی» (مانند تعرفه خرید تضمینی) وجود دارند، اما به دلیل ضعف نهادی و بی‌ثباتی سیاستی، این ابزارها نتوانسته‌اند به ایجاد یک مسیر فناورانه مشخص و پایدار منجر شوند.

همچنین تحلیل نظام‌مند موانع نفوذ فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی نشان می‌دهد که مهم‌ترین موانع توسعه این فناوری‌ها در کشور، در درجه نخست اقتصادی و مالی، و سپس نهادی و سیاسی-قانونی هستند (عریانی و همکاران، ۱۴۰۱). این یافته اهمیت بعد «کیفیت حکمرانی و هماهنگی نهادی» را برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که سیاست صنعتی سبز در ایران نه صرفاً با مسأله فناوری، بلکه با مسأله انسجام نهادی و قابلیت اجرایی دولت مواجه است. در چارچوب مقاله حاضر، این وضعیت را می‌توان به‌عنوان نمونه‌ای از سیاست‌هایی دانست که در سطح اعلامی واجد جهت‌گیری هستند، اما در سطح اجرا، به دلیل ضعف سازوکارهای هماهنگی، به سمت الگوی «باز اما کم‌اثر» میل می‌کنند.

در تحلیل سیاست‌های انرژی ایران نیز مقالات علمی اشاره دارند که ابزارهای سیاستی متنوعی از جمله تضمین خرید برق تجدیدپذیر، تسهیلات مالی و برنامه‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو تعریف شده‌اند. هرچند این

ابزارها نشان دهنده تلاش برای ورود به سیاست صنعتی سبز هستند، مطالعات تاکید دارند که عدم ثبات مقررات و فقدان طرح‌های طولانی‌مدت مانع از تحقق کامل اهداف شده است. افزون بر این، مرور سیاست‌های انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران نشان می‌دهد که وابستگی تاریخی اقتصاد به درآمدهای نفت و گاز، همراه با قیمت‌گذاری یارانه‌ای انرژی، انگیزه‌های گذار ساختاری را تضعیف کرده است (سلیمانی، ۱۴۰۰). این وابستگی ساختاری نه تنها منابع مالی دولت را به صادرات فسیلی گره زده، بلکه موجب شده است صنایع پایین‌دستی انرژی پاک در زنجیره ارزش جهانی جایگاه محدودی داشته باشند. بنابراین، ایران در زنجیره ارزش فناوری‌های سبز عمدتاً در موقعیت حاشیه‌ای قرار دارد و هنوز نتوانسته است در بخش‌هایی مانند تولید تجهیزات پیشرفته خورشیدی یا توربین‌های بادی به مزیت رقابتی پایدار دست یابد. از منظر تحلیلی، این موقعیت ساختاری در زنجیره ارزش جهانی می‌تواند توضیح دهد که چرا سیاست صنعتی سبز در ایران بیشتر ماهیتی واکنشی و محدود داشته و کمتر به سمت راهبردهای تهاجمی برای ارتقای جایگاه فناورانه حرکت کرده است. بررسی‌های علمی دیگر نیز بر چالش‌های ساختاری، نهادی و سیاسی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران تاکید دارند. پژوهش‌های تجربی نشان می‌دهند که حتی با وجود پتانسیل بالا برای توسعه انرژی‌های خورشیدی و بادی، کشورهای نفت‌محور مانند ایران به دلیل وابستگی به سوخت‌های فسیلی، مقررات حمایتی ناکافی، و محدودیت‌های سرمایه‌گذاری نتوانسته‌اند انتقال قابل توجهی به فناوری‌های نوین داشته باشند، مگر اینکه چالش‌های نهادی و سیاستی به طور جدی مورد توجه قرار گیرد (حاجی مینه و رضایی راد، ۲۰۲۴).

برخی پژوهش‌ها نیز به چشم‌انداز فرصت‌های توسعه انرژی پاک در ایران پرداخته‌اند. برای مثال، اسمعیلی اردکانی و شکری (۱۴۰۱) اشاره می‌کنند که ظرفیت‌های جغرافیایی مناسب و منابع انسانی می‌تواند موجب تقویت نقش انرژی تجدیدپذیر در اقتصاد ایران شود، به شرط آنکه چارچوب سیاستی منسجم، تضمین سرمایه‌گذاری بلندمدت و اصلاح ساختار نهادی به طور مؤثر در دستور کار قرار گیرد. بررسی‌های دیگر نیز نشان می‌دهند که خروج از اقتصاد مبتنی بر انرژی فسیلی و حرکت به سوی انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند پیامدهای مثبت اقتصادی و محیط‌زیستی داشته باشد. پژوهش‌های حوزه انرژی کشور نشان می‌دهد که توسعه انرژی‌های پاک نه تنها به بهبود امنیت انرژی کمک می‌کند، بلکه فرصت‌های فناوری، اشتغال و توسعه صنعتی جدید را نیز ایجاد می‌کند؛ هر چند این تحولات مستلزم سازوکارهای سیاستی پایدار و مشارکت فعال بخش خصوصی است. (زاهدی و همکاران، ۲۰۲۲)

در مجموع، شواهد علمی نشان می‌دهد که سیاست صنعتی سبز در ایران در وضعیتی میانه قرار دارد: از یک سو، ابزارهای دولتی برای حمایت از تجدیدپذیرها وجود دارند؛ از سوی دیگر، ضعف نهادی، بی‌ثباتی مقرراتی و وابستگی ساختاری به اقتصاد فسیلی مانع از شکل‌گیری یک مسیر فناورانه هدفمند و پایدار شده‌اند. این وضعیت، در چارچوب نظری مقاله حاضر، ایران را در خانه‌ای قرار می‌دهد که ترکیبی از «ابتکار دولت‌محور محدود» و «جهت‌گیری نسبتاً باز و غیرمتمرکز» است؛ الگویی که با مواردی مانند چین یا اتحادیه اروپا تفاوت معناداری دارد و اهمیت متغیرهای ساختاری و نهادی را در انتخاب راهبرد سیاست صنعتی سبز برجسته می‌کند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش نشان داد که بازگشت سیاست صنعتی در حوزه گذار سبز را نمی‌توان صرفاً با ارجاع به نوع رژیم سیاسی، سنت‌های سرمایه‌داری یا ایدئولوژی دولت‌ها توضیح داد. برخلاف انتظارات ادبیات کلاسیک «انواع سرمایه‌داری» یا «دولت توسعه‌گرا»، هم دولت‌های لیبرال و هم دولت‌های متمرکز از ترکیب‌های متفاوتی از ابزارهای هدفمند و باز، و سازوکارهای دولت‌محور و شرکت‌محور استفاده کرده‌اند. بر این اساس، مقاله استدلال کرد که انتخاب راهبرد سیاست صنعتی سبز تابع دو متغیر کلیدی است: سطح عدم قطعیت فناورانه و موقعیت کشور در زنجیره ارزش جهانی آن صنعت.

تحلیل موردی چین نشان داد که کاهش تدریجی عدم قطعیت فناوریانه در صنعت خودروهای برقی، به گذار از یارانه‌های هدفمند و تجویزگرایانه به ابزارهای بازتر و مبتنی بر بازار انجامید. در مقابل، اتحادیه اروپا در صنعت باتری، با توجه به موقعیت نوپای خود در زنجیره ارزش و نگرانی از عقب ماندگی فناوریانه، به سمت راهبردی دولت محور و هماهنگ کننده حرکت کرد. بریتانیا نیز نشان داد که حتی در یک اقتصاد لیبرال، ابزارهای سیاستی بسته به جایگاه صنعت در ساختار داخلی و جهانی متفاوت می‌شوند؛ جذب و ذخیره سازی کربن در پیوند با صنعت بالغ نفت و گاز، الگویی متفاوت از باد فراساحلی به عنوان صنعتی نوظهور را رقم زد.

افزودن مورد ایران به تحلیل، اهمیت متغیرهای ساختاری و نهادی را بیش از پیش برجسته می‌کند. ایران با وجود ظرفیت‌های طبیعی گسترده در حوزه انرژی خورشیدی و بادی، به دلیل وابستگی تاریخی به سوخت‌های فسیلی، ضعف انسجام نهادی و محدودیت‌های مالی و فناوریانه، نتوانسته است مسیر سیاست صنعتی سبز هدفمند و پایدار ایجاد کند. در این مورد، اگرچه ابزارهایی مانند خرید تضمینی برق تجدیدپذیر وجود دارند، اما بی‌ثباتی مقرراتی و ضعف اجرایی مانع از تبدیل آن‌ها به یک مسیر فناوریانه تثبیت شده شده است. ایران در زنجیره ارزش جهانی فناوری‌های سبز عمدتاً در موقعیتی حاشیه‌ای قرار دارد و همین امر، همراه با عدم قطعیت بالا و محدودیت نهادی، به شکل گیری الگویی انجامیده که می‌توان آن را «ابتکار دولت محور محدود با جهت گیری نسبتاً باز» توصیف کرد. این الگو نشان می‌دهد که حتی وجود ابزارهای رسمی سیاستی، بدون ظرفیت نهادی و جایگاه ساختاری مناسب، لزوماً به ارتقای صنعتی منجر نمی‌شود.

در مجموع، یافته‌های این پژوهش تأکید می‌کنند که سیاست صنعتی سبز را باید در تقاطع عدم قطعیت فناوریانه، موقعیت در زنجیره ارزش جهانی، و ظرفیت نهادی داخلی تحلیل کرد. چارچوب پیشنهادی نه تنها می‌تواند تفاوت میان موارد بررسی شده را توضیح دهد، بلکه ظرفیت پیش‌بینی نیز دارد؛ در صنایعی با عدم قطعیت بالا و موقعیت حاشیه‌ای در زنجیره ارزش، انتظار می‌رود سیاست‌ها یا دولت محور و تجویزگرایانه باشند یا به دلیل ضعف نهادی، در سطح اعلامی باقی بمانند؛ در مقابل، در صنایعی با عدم قطعیت کمتر و موقعیت تثبیت شده‌تر، ابزارهای بازتر و مبتنی بر بازار محتمل تر خواهند بود. این نتیجه گیری پیامد مهمی برای اقتصادهای در حال توسعه دارد. گذار سبز صرفاً به اعلام اهداف اقلیمی یا طراحی ابزارهای حمایتی محدود نمی‌شود؛ بلکه مستلزم ارتقای ظرفیت نهادی، تثبیت سیاست‌ها، و تعریف راهبردی روشن برای ارتقای جایگاه در زنجیره ارزش جهانی است. بدون این عناصر، سیاست صنعتی سبز به جای آنکه به موتور تحول ساختاری تبدیل شود، به مجموعه‌ای از مداخلات پراکنده و کم اثر فروکاسته خواهد شد.

منابع

- ✓ حاجی مینه، رحمت، ابراهیم رضایی راد، (۱۴۰۳)، «آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در سیاست انرژی ایران»، انرژی آینده، دوره ۳، شماره ۳، صص ۱-۱۳.
- ✓ زاهدی، ر، زاهدی، ا، احمدی، ا، (۱۴۰۲)، مطالعه استراتژیک سیاست انرژی‌های تجدیدپذیر، بهینه سازی‌ها و پایداری در ایران، پایداری، دوره ۱۴، شماره ۴، صص ۲۴۱۸.
- ✓ سلیمانی، س، (۱۴۰۰)، مروری بر سیاست‌های انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. پایداری، دوره ۱۳، شماره ۱۳، صص ۷۳۲۸.
- ✓ عریانی، ب، کو، ی، رضانی، س، شفیع، ع، (۱۴۰۰)، موانع نفوذ فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر: چشم انداز در ایران، انرژی تجدیدپذیر، شماره ۱۷۴، صص ۹۷۱-۹۸۳.
- ✓ علی، اسمعیلی اردکانی، مرتضی، شکری، (۱۴۰۲)، اقتصاد سیاسی انرژی‌های تجدیدپذیر و سناریوهای آینده ایران در چشم انداز گذار انرژی ۲۰۵۰، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره ۱۲، شماره ۴۵، صص ۱۱-۳۹.

- ✓ Allan, Bentley B., and Jonas O. Meckling. 2021. "Creative Learning and Policy Ideas: The Global Rise of Green Growth." *Perspectives on Politics* 21 (2): 443–61.
- ✓ Aggarwal, Vinod K., and Simon J. Evenett. 2014. "Do WTO Rules Preclude Industrial Policy? Evidence from the Global Economic Crisis." *Business and Politics* 16 (4): 481–509.
- ✓ Amsden, Alice H. 1989. *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. New York: Oxford University Press.
- ✓ Berger, Suzanne. 2013. *Making in America: From Innovation to Market*. Cambridge, MA: MIT Press.
- ✓ Berk, Gerald, and Dennis Galvan. 2009. "How People Experience and Change Institutions." *Theory and Society* 38 (6): 543–80.
- ✓ Block, Fred. 2008. "Swimming against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States." *Politics and Society* 36 (2): 169–206.
- ✓ Blyth, Mark. 2013. *Austerity: The History of a Dangerous Idea*. New York: Oxford University Press .
- ✓ Breetz, Hannah, Matto Mildenerger, and Leah Stokes. 2018. "The Political Logics of Clean Energy Transitions." *Business and Politics* 20 (4): 492–522.
- ✓ Breznitz, Dan, Darius Ornston, and Steven Samford. 2018. "Mission Critical: The Ends, Means, and Design of Innovation Agencies." *Industrial and Corporate Change* 27 (5): 883–96.
- ✓ Breznitz, Dan. 2007. *Innovation and the State: Political Choice and Strategies for Growth in Israel, Taiwan, and Ireland*. New Haven, CT: Yale University Press.
- ✓ Cahoy, Daniel R., Joel Gehman, and Zhen Lei. 2012. "Fracking Patents: The Emergence of Patents as Information-Containment Tools in Shale Drilling." *Michigan Telecommunications and Technology Law Review* 19 (2): 279–330.
- ✓ Chen, Ling, and Barry Naughton. 2016. "An Institutionalized PolicyMaking Mechanism: China's Return to Techno-Industrial Policy." *Research Policy* 45 (10): 2138–52.
- ✓ Colgan, Jeff D., Jessica F. Green, and Thomas N. Hale. 2021. "Asset Revaluation and the Existential Politics of Climate Change." *International Organization* 75 (2): 586–610.
- ✓ Crown Estate. 2020. "Offshore Wind Operational Report 2020." <https://www.thecrownestate.co.uk/media/3792/offshore-windoperational-report-1.pdf>.
- ✓ Crown Estate. 2021. "Integrated Annual Report and Accounts 2020/21." [https://www.thecrownestate.co.uk/annual-report-2021./](https://www.thecrownestate.co.uk/annual-report-2021/)
- ✓ Cullenward, Danny, and David G. Victor. 2020. *Making Climate Policy Work*. Medford, MA: Polity Press.
- ✓ Davies, Christian, and Song Jun-a. 2022. "South Korea Complains of Growing Friction with US Over High-Tech Trade." *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/9074c4ce-61f6-45c1-823f84efe2af4d3e>.
- ✓ Department of Energy, Loan Programs Office. 2021. "Stability in a Year of Uncertainty: Annual Portfolio Status Report Fiscal Year 2020." <https://www.energy.gov/lpo/articles/fy2020annual>
- ✓ Department of Energy. 2023a. "U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap." <https://www.hydrogen.energy.gov/library/roadmaps-vision/clean-hydrogen-strategy-roadmap>.
- ✓ DepartmentofEnergy.2023b."BipartisanInfrastructureLaw:Additional Clean Hydrogen Programs (Section 40314): Regional Clean Hydrogen Hubs." <https://oced-exchange.energy.gov/Default.aspx#FoaId8e15135b-a033-47ca-9c7a-ebf2e5771a41>.
- ✓ Dewey, John. 1921. *Human Nature and Conduct*. New York: Modern Library.

- ✓ Di Carlo, Donato, and Luuk Schmitz. 2023. "Europe First? The Rise of EU Industrial Policy Promoting and Protecting the Single Market." *Journal of European Public Policy* 30 (10): 2063–96.
- ✓ Dobbin, Frank. 1994. *Forging Industrial Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ✓ EIB. 2020. "Poland: Electric Vehicle Battery Production in Europe Gets Boost Thanks to EIB Loan of €480 Million to LG Chem Wrocław Energy." <https://www.eib.org/en/press/all/2020-088electric-vehicle-battery-production-in-europe-gets-boost-thanks-toeib-loan-of-eur480-million-to-lg-chem-wroclaw-energy-in-poland>.
- ✓ European Commission. 2018. "Speech by Vice-President for Energy Union Maroš Šefčovič at the Industry Days Forum on the Industry-led initiative on batteries / the EU Battery Alliance." https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_18_1168.
- ✓ European Commission. 2021. "European Battery Alliance." https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/europeanbattery-alliance_en.
- ✓ European Commission. 2022a. "The Platform and Its Governance." https://energy.ec.europa.eu/topics/research-technology-and-innovation/batteries-europe/platform-and-its-governance_en.
- ✓ European Commission. 2022b. "Working Groups and Task Forces." https://energy.ec.europa.eu/topics/research-technology-and-innovation/batteries-europe/working-groups-and-task-forces_en.
- ✓ European Commission. 2022c. "Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions REPowerEU Plan." COM/2022/230 Final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM>
- ✓ Evans, James M. 1991. "Overview of Gas Research Institute Environmental Research Programs. Gas Research Institute." https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/23/058/23058355.pdf.
- ✓ Evans, Peter B. 1995. *Embedded Autonomy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- ✓ Felipe, Jesus, ed. 2015. *Development and Modern Industrial Policy in Practice: Issues and Country Experiences*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- ✓ Fields, Karl J. 2012. "Not of a Piece: Developmental States, Industrial Policy, and Evolving Patterns of Capitalism in Japan, Korea, and Taiwan." In *East Asian Capitalism: Diversity, Continuity, and Change*, eds. Andrew Walter and Xiaoke Zhang, 46–67. Oxford: Oxford University Press.
- ✓ Finnegan, Jared. 2022. "Institutions, Climate Change, and the Foundations of Long-Term Policymaking." *Comparative Political Studies* 55 (7): 1198–235.
- ✓ Geels, Frank W., Benjamin K. Sovacool, Tim Schwanen, and Steve Sorrell. 2017. "The Socio-Technical Dynamics of Low-Carbon Transitions." *Joule* 1 (3): 463–79.
- ✓ George, Alexander L., and Andrew Bennett. 2005. *Case Studies and Theory Development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- ✓ Gereffi, Gary. 2018. *Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ✓ Gerring, John. 2007. "Is there a (Viable) Crucial-Case Method?" *Comparative Political Studies* 40 (3): 231–53.
- ✓ Golden, John M., and Hannah J. Wiseman. 2015. "The Fracking Revolution: Shale Gas as a Case Study in Innovation Policy." *Emory Law Journal* 64 (4): 955–1040.
- ✓ Green Alliance. 2012. "The CCS Challenge: Securing a Second Chance for UK Carbon Capture and Storage." <https://greenalliance.org.uk/wp-content/uploads/2021/11/The-CCS-challengesecuring-a-2nd-chance-for-UK-CCS.pdf>.
- ✓ Hall, Peter, and David Soskice. 2001. *Varieties of Capitalism*. Oxford: Oxford University Press.

- ✓ Hausmann, Ricardo, Dani Rodrik, and Charles F. Sabel. 2008. "Reconfiguring Industrial Policy: A Framework with an Application to South Africa." Policy Brief.
- ✓ Hughes, Nick, Neil Strachan, and Robert Gross. 2013. "The Structure of Uncertainty in Future Low Carbon Pathways." Energy Policy 52: 45–54.
- ✓ ICCT. 2018. "China's New Energy Vehicle Mandate Policy." https://theicct.org/sites/default/files/publications/China-NEV-mandate_ICCT-policy-update_20032018_vF-updated.pdf.
- ✓ ICCT. 2019. "China Announced 2019 Subsidies for New Energy Vehicles." https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_China_Nev_Subsidy_20190618.pdf.
- ✓ IEA. 2021. "Trends and Developments in Electric Vehicle Markets." <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/trends-anddevelopments-in-electric-vehicle-markets>.
- ✓ Johnson, Chalmers. 1982. MITI and the Japanese Miracle. Stanford, CA: Stanford University Press.
- ✓ Kalyanpur, Nikhil, and Abraham Newman. 2017. "Formover Function in Finance: International Institutional Design by Bricolage." Review of International Political Economy 24 (3): 363–92.
- ✓ Katzenstein, Peter J. 1985. Small States in World Markets: Industrial Policy in Europe. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- ✓ Kemp, René, and Babette Never. 2017. "Green Transition, Industrial Policy, and Economic Development." Oxford Review of Economic Policy 33 (1): 66–84.
- ✓ Kennedy, Scott. 2018. "China's Risky Drive into New-Energy Vehicles." Report, Center for Strategic & International Studies. <https://www.csis.org/analysis/chinas-risky-drive-new-energy-vehicles>.
- ✓ Kern, Florian, Adrian Smith, Chris Shaw, Rob Raven, and Bram Verhees. 2014. "From Laggard to Leader: Explaining Offshore Wind Developments in the UK." Energy Policy 69: 635–46.
- ✓ Kern, Florian, James Gaede, James Meadowcroft, and Jim Watson. 2016. "The Political Economy of Carbon Capture and Storage: An Analysis of Two Demonstration Projects." Technological Forecasting and Social Change 102: 250–60.
- ✓ Lewis, Joanna I. 2014. "Industrial Policy, Politics and Competition: Assessing the Post-Crisis Wind Power Industry." Business and Politics 16 (4): 511–47.
- ✓ Locklin, D. W., B. A. Weaver, and V. J. Brown. 1993. "GRI's Gas Appliance Technology Center Activities at Battelle. Final report, 1986–1992". PB-94-112489/XAB.
- ✓ May, Christian, and Michael Schedelik. 2021. "Comparative Capitalism and Innovation Policy." Journal of Economic Policy Reform 24 (4): 456–71.
- ✓ McNamara, Kathleen R., and Abraham L. Newman. 2020. "The Big Reveal: COVID-19 and Globalization's Great Transformations." International Organization 74 (S1): E59–77.
- ✓ McNamara, Kathleen R. 2023. "Transforming Europe? The EU's Industrial Policy and Geopolitical Turn." Journal of European Public Policy. doi:10.1080/13501763.2023.2230247
- ✓ Meckling, Jonas, Nina Kelsey, Eric Biber, and John Zysman. 2015. "Winning Coalitions for Climate Policy." Science 349 (6253): 1170–1.
- ✓ Meckling, Jonas, and Jonas Nahm. 2022. "Strategic State Capacity: How States Counter Opposition to Climate Policy." Comparative Political Studies 55 (3): 493–523.
- ✓ Meelen, Toon, Andrea M. Herrmann, and Jan Faber. 2017. "Disentangling Patterns of Economic, Technological and Innovative Specialization of Western Economies." Research Policy 46 (3): 667–77.
- ✓ Mulder, Brandon. 2023. "US Green Hydrogen Costs to Reach Sub-Zero under IRA." S&P Global. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest->

- news/energy-transition/092922-us-greenhydrogen-costs-to-reach-sub-zero-under-ira-longer-term-price-impactsremain-uncertain.
- ✓ Nahm, Jonas. 2021. *Collaborative Advantage: Forging Green Industries in the New Global Economy*. New York: Oxford University Press.
 - ✓ Nemet, Gregory F. 2009. "Demand-Pull, Technology-Push, and Government-Led Incentives for Non-incremental Technical Change." *Research Policy* 38 (5): 700–9. Neven, Damien, and Paul Seabright. 1995. "European Industrial Policy: The Airbus Case." *Economic Policy* 10 (21): 313–58.
 - ✓ Ornston, Darius. 2013. "Creative Corporatism: The Politics of High Technology Competition in Nordic Europe." *Comparative Political Studies* 46 (6): 702–29.
 - ✓ Parnell, John. 2020. "A Battery Giant Is Born: Total and Groupe PSA Launch New European Manufacturer." *Greentech Media*, September 4. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/a-battery-giant-is-born-total-and-groupe-psa-launch-newcompany>.
 - ✓ Piore, Michael J., and Charles F. Sabel. 1984. *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. New York: Basic Books.
 - ✓ Ragin, Charles C., and Garrett Andrew Schneider. 2011. "Case Oriented Theory Building and Theory Testing." In *The SAGE Handbook of Innovation in Social Research Methods*, eds. Michael Williams and W. Paul Vogt, 150–66. London: Sage.
 - ✓ Rodrik, Dani. 2007. *One Economics, Many Recipes*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
 - ✓ Rodrik, Dani. 2014. "Green Industrial Policy." *Oxford Review of Economic Policy* 30 (3): 469–91.
 - ✓ Rotar, Alexandra, Allison Soilihi, Maciej Plotka. 2023. "The State of EU and UK Hydrogen Regulations." *Morgan Lewis*. <https://www.morganlewis.com/pubs/2023/06/the-state-of-eu-and-ukhydrogen-regulations>.
 - ✓ Sabel Charles F., and David G. Victor. 2022. *Fixing the Climate*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
 - ✓ Stokes, Leah C., and Hannah L. Breetz. 2018. "Politics in the U.S. Energy Transition: Case Studies of Solar, Wind, Biofuels and Electric Vehicles Policy." *Energy Policy* 113: 76–86.
 - ✓ Stokes, Leah Cardamore. 2020. *Short-Circuiting Policy*. New York: Oxford University Press.
 - ✓ Trembath, Alex. 2015. "Interview with William Burnett, Formerly of the Gas Research Institute." *Breakthrough Institute*. <https://thebreakthrough.org/issues/energy/interview-with-williamburnett-formerly-of-the-gas-research-institute>.
 - ✓ United Kingdom. 2013. "Offshore Wind Industrial Strategy: Business and Government Action." HM Government. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/243987/bis-13-1092-offshore-windindustrial-strategy.pdf.
 - ✓ United Kingdom. 2020. "The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution." Policy Paper. HM Government. <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-greenindustrial-revolution>.
 - ✓ United Kingdom. 2021a. "Net-Zero Strategy: Build Back Greener: Her Majesty's Government." Policy Paper. HM Government. <https://www.gov.uk/government/publications/netzero-strategy>.
 - ✓ United Kingdom. 2021b. "CCUS Supply Chains: A Roadmap to Maximise the UK's Potential." HM Government. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60953f3a8fa8f56a39f3615e/ccus-supply-chains-roadmap.pdf>.

- ✓ United Kingdom. 2022. "CCUS Investor Roadmap: Capturing Carbon and a Global Opportunity." HM Government. [https:// assets.publishing.service.gov.uk/media/60953f3a8fa8f56a39f3615e/ccus-supply-chains-roadmap.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60953f3a8fa8f56a39f3615e/ccus-supply-chains-roadmap.pdf).
- ✓ Vaish, Esha. 2019. "EIB Lends Northvolt 350 Million Euros for Europe's Largest Battery Project." Reuters, May 15. [https:// www.reuters.com/article/us-northvolt-electric-eibidUSKCN1SL201./](https://www.reuters.com/article/us-northvolt-electric-eibidUSKCN1SL201/)
- ✓ Victor, David G. 2011. The Collapse of the Kyoto Protocol and the Struggle to Slow Global Warming. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- ✓ Wade, Robert. 1990. Governing the Market. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- ✓ White House. 2016. "United States Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization." [https://unfccc.int/sites/default/ files/mid_century_strategy_report-final_red.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/mid_century_strategy_report-final_red.pdf). Yang, Zeyi. 2021. "How China's Quasi-Carbon Market for Electric Vehicles Works." Protocol.