



رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی

امنیت اقتصادی در جهانی در حال تغییر





بسم الله الرحمن الرحيم

امنیت اقتصادی در جهانی در حال تغییر

رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی

معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

بهمن ۱۴۰۴

از طریق بستر الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادهای و نظرات اصلاحی خود را به واحد مربوطه منعکس کنید:

Economic_research@tccim.ir

مترجم:

محمد مهدی احسان‌طلب؛ پژوهشگر اندیشکده دیپلماسی اقتصادی

مواضع این گزارش، الزاماً مواضع اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران نیست.



اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران
معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی

رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی

امنیت اقتصادی در جهانی در حال تغییر



* این اثر با مسئولیت دبیرکل سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) منتشر شده است. نظرات بیان شده و استدلال‌های به کار رفته در این اثر لزوماً منعکس کننده دیدگاه‌های رسمی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیست.

* این سند و همچنین هرگونه داده و نقشه‌ای که در اینجا آمده است، هیچ گونه خدش‌های به وضعیت یا حاکمیت بر هیچ قلمرویی، تعیین حدود و مرزهای بین‌المللی و نام هیچ قلمرو، شهر یا منطقه‌ای وارد نمی‌کند.

* داده‌های آماری مربوط به اسرائیل تحت نظارت و توسط مقامات ذیصلاح اسرائیلی تهیه شده است. استفاده از چنین داده‌هایی توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی هیچ گونه خدش‌های به وضعیت بلندی‌های جولان، بیت‌المقدس شرقی و شهرک‌های اسرائیلی در کرانه باختری طبق شرایط حقوق بین‌الملل وارد نمی‌کند.

نحوه استناد به این گزارش:

OECD (2025), Economic Security in a Changing World, New Approaches to Economic Challenges, OECD Publishing, Paris,

<https://doi.org/10.1787/4eac89c7-en>.

ISBN 978-92-64-87007-9 (print)

ISBN 978-92-64-62069-8 (PDF)

ISBN 978-92-64-98994-8 (HTML)

ISSN 2707-7926 (print)

ISSN 2707-7934 (online)

Photo credits: Cover © ImageFlow/Shutterstock.com

پیشگفتار

امنیت اقتصادی کلید ثبات و رفاه کشورها و جوامع است. در طول تاریخ مدرن، اقتصادها به دنبال محافظت از زنجیره‌های تأمین حیاتی و نیازهای اساسی جمعیت خود در برابر اختلالات و تهدیدات خارجی بوده‌اند. امنیت اقتصادی همچنان یک هدف اصلی در چشم‌انداز جهانی بسیار به هم پیوسته و پیچیده امروزی است.

همانطور که این گزارش تأکید می‌کند، جنبه‌های مختلف امنیت اقتصادی، مانند تاب‌آوری زنجیره تأمین، امنیت انرژی و امنیت سایبری، به شدت در هم تنیده شده‌اند. به عنوان مثال، امنیت زنجیره‌های تأمین، از جمله انرژی، برای تضمین تأمین انرژی ایمن مهم است. امنیت انرژی به نوبه خود کلید امنیت سایبری است و خاموشی‌ها تهدیدی برای امنیت سایبری هستند. امنیت سایبری به امنیت زنجیره‌های تأمین برای ورودی‌های حیاتی خاص، مانند تراشه‌های پیشرفته و فناوری‌های دیجیتال، متکی است.

این گزارش بخشی از برنامه کاری "رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی (NAEC)" سازمان همکاری و توسعه اقتصادی است. این طرح که در سال ۲۰۱۲ تأسیس شد، با رویکردی میان‌رشته‌ای به تحلیل اقتصادی و سیاستی می‌پردازد که از طیف وسیعی از رشته‌ها بهره می‌برد و از کار تحلیلی و توصیه‌های سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به کشورهای عضو و شریک خود پشتیبانی می‌کند.

بینش‌های موجود در این گزارش بر اساس تخصص دبیرخانه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) بنا شده است. این نگرش‌ها بر اهمیت امنیت اقتصادی در زمینه درجه بالایی از عدم قطعیت ژئوپلیتیکی و ارتباطات جهانی تأکید دارند. این گزارش به تسهیل سیاست‌گذاری آگاهانه و واکنش‌های استراتژیک برای تضمین ثبات و تاب‌آوری اقتصادی در جهانی که دائماً در حال تغییر است، کمک می‌کند.



آلوارو سانتوس پیرا

اقتصاددان ارشد سازمان همکاری و توسعه اقتصادی



ماتیاس کورمن

دبیرکل سازمان همکاری و توسعه اقتصادی



تقدیر و تشکر

این گزارش به همت پرزمیسلاو کوالسکی و آندره‌آ آندرلی (مدیر تجارت و کشاورزی)؛ لوران برنات، لورن کرین، آنتون هارامبور، گای لالان، لیا سامک و آنجلا آتری (مدیر علوم، فناوری و نوآوری)؛ کیسوک ساداموری (آژانس بین‌المللی انرژی) و بنجامین کاتز، آنا نوویک، یواخیم پول و نیکولاس روسلو (مدیر امور مالی و سرمایه‌گذاری) نوشته شده است. گزارش حاضر توسط ولنتاین میلوت، ووکاش راودانوویچ و داگلاس ساترلند هماهنگ و ویرایش شده است. این گزارش از نظرات مفید آلن دو سر، آسا یوهانسون و آلوارو پیرا (مدیر اقتصاد)؛ ماریون یانسن و جولیا نیلسون (مدیر تجارت و کشاورزی) بهره برده است. جولیا کارو، گالیا داور، آلیس هولت، گای لالان، تاکاکو کیتاهارا، جری شیهان، فیلیپه سیلوا و جرمی وست (مدیر علوم، فناوری و نوآوری)؛ الیور دنک (دفتر دبیرکل) و میلوش کارپینسکی (آژانس بین‌المللی انرژی) و همچنین نمایندگان کمیته سیاست اقتصادی، کمیته تجارت، کمیته سیاست دیجیتال و گروه کاری آن در زمینه امنیت دیجیتال، کمیته صنعت، نوآوری و کارآفرینی و کمیته سرمایه‌گذاری. آنه کاترین کریستنسن کمک آماری ارائه داد. ارائه‌ها و بحث‌ها در طول "کارگاه رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی" در مورد جنبه‌های اقتصادی امنیت ملی، که در ۹ فوریه ۲۰۲۴ در سازمان همکاری و توسعه اقتصادی برگزار شد، به تدوین این گزارش کمک کرد.

فهرست مطالب

| | |
|---|-----------|
| پیشگفتار..... | ۵ |
| تقدیر و تشکر..... | ۶ |
| خلاصه اجرایی..... | ۱۳ |
| ۱. امنیت اقتصادی و آسیب پذیری ها در زنجیره های تأمین بین المللی..... | ۱۹ |
| مقدمه..... | ۱۹ |
| کارایی و وابستگی متقابل زنجیره های تأمین بین المللی..... | ۲۰ |
| زنجیره های تأمین و امنیت اقتصادی..... | ۲۲ |
| چالش های سنجش وابستگی تجاری..... | ۲۴ |
| داده های تجاری در سطح محصول چه اطلاعاتی درباره وابستگی های تجاری ارائه می دهند؟..... | ۲۵ |
| پیش بینی آثار شوک های منتقل شده از طریق زنجیره های تأمین بین المللی..... | ۳۲ |
| کاهش ریسک زنجیره های تأمین: آثار اقتصادی احتمالی سناریوهای چندپارگی تجاری ناشی از سیاست گذاری..... | ۳۷ |
| نتیجه گیری..... | ۴۱ |
| منابع..... | ۴۲ |
| ۲. تمرکز ویژه: زنجیره های ارزش نیمه رساناها..... | ۴۴ |
| نیمه رساناها یک بخش کلیدی بالادستی هستند که تولید آن عمدتاً در آسیا متمرکز است..... | ۴۶ |
| زنجیره ارزش بخش بندی شده نیمه رساناها وابستگی های متقابل میان اقتصادهای پیشرو ایجاد می کند..... | ۵۱ |
| تقویت تاب آوری زنجیره های ارزش نیمه رسانا از طریق همکاری های بین المللی: شبکه غیررسمی تبادل نیمه رسانای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)..... | ۵۳ |
| منابع..... | ۵۴ |
| ۳. تمرکز ویژه: زنجیره های تأمین مواد خام حیاتی..... | ۵۵ |



تولید مواد خام حیاتی در تعداد محدودی از مکان‌ها متمرکز است که عرضه جهانی را تحت سلطه خود دارند.....۵۵

افزایش تقاضا برای مواد خام حیاتی (CRMs) دولت‌ها را بر آن داشته تا سیاست‌های متمرکز بر این مواد را اتخاذ کنند.....۵۶

الزامات تأمین مسئولانه، وابستگی‌های تجاری و امنیت عرضه مواد خام حیاتی.....۵۹

کشورها به‌طور فزاینده‌ای ابتکارات سیاستی را برای تقویت امنیت عرضه مواد خام حیاتی اتخاذ می‌کنند.....۶۲
منابع.....۶۳

۴. ضرورت امنیت انرژی: نگرانی‌های قدیمی، چالش‌های جدید.....۶۵

مقدمه.....۶۵

امنیت انرژی و گذارهای پاک.....۶۷

گذارهای پاک به چالش‌های امنیت انرژی پاسخ می‌دهند.....۶۹

امنیت نفت همچنان در طول گذار به انرژی پاک حیاتی خواهد بود.....۷۰

صنعت نفت و گاز باید نقش خود را در گذار به کربن صفر ایفا کند.....۷۲

امنیت برق موضوعی میان‌بخشی است و از تنوع‌بخشی بهره‌مند می‌شود.....۷۳

اولویت‌بندی بهره‌وری انرژی.....۷۵

بسیج منابع مالی برای استقرار انرژی پاک، کلید پیشبرد گذار پاک و تضمین امنیت انرژی خواهد بود.....۷۹

چگونه مواد معدنی حیاتی می‌توانند آینده‌ای پاک‌تر و امن‌تر در حوزه انرژی رقم بزنند؟.....۸۱

بازاستفاده از زیرساخت‌های انرژی برای سوخت‌های کم‌کربن.....۸۳

نتیجه‌گیری.....۸۵

منابع.....۸۷

۵. مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری بین‌المللی.....۸۸

مقدمه.....۸۸

- ظهور و تحول ابزارهای امنیت سرمایه‌گذاری..... ۸۹
- در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، غربالگری سرمایه‌گذاری به رایج‌ترین ابزار برای مدیریت پیامدهای امنیتی مرتبط با سرمایه‌گذاری خارجی تبدیل شده است..... ۹۱
- دامنه کاربرد سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با امنیت ملی به‌طور قابل توجهی گسترش یافته است..... ۹۳
- بحران‌های اخیر توجه را به حساسیت بخش‌های بیشتری جلب کرده‌اند..... ۹۵
- سرمایه‌گذاری خارجی در فناوری‌های حیاتی و نوظهور..... ۹۶
- تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین..... ۹۷
- تعداد معاملات غربالگری شده در سال‌های اخیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته است..... ۹۹
- ابزارهای سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به ترویج رویه‌های مطلوب در طراحی و اجرای سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری کمک می‌کنند..... ۱۰۱
- نتیجه‌گیری..... ۱۰۱
- منابع..... ۱۰۲
۶. ایجاد ابزارهای دفاعی نیرومندتر برای آینده دیجیتال: نقش امنیت سایبری..... ۱۰۳
- مقدمه..... ۱۰۳
- امنیت دیجیتال: ابعاد اقتصادی و اجتماعی امنیت سایبری..... ۱۰۴
- مدیریت ریسک امنیت دیجیتال..... ۱۰۷
- اصول کلی..... ۱۰۹
- اصول عملیاتی..... ۱۱۰
- سیاست عمومی امنیت دیجیتال..... ۱۱۳
- امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی..... ۱۱۸
- فعالیت حیاتی چیست؟..... ۱۱۸
- اصول کلی در تنظیم مقررات بهره‌برداران فعالیت‌های حیاتی برای تقویت امنیت دیجیتال..... ۱۲۰

۱۲۶.....امنیت شبکه‌های ارتباطی

۱۲۸.....نتیجه‌گیری

۱۳۰.....منابع

فهرست جداول

جدول ۶.۱. اصول مدیریت ریسک امنیت دیجیتال سازمان همکاری و توسعه اقتصادی.....۱۰۸

فهرست اشکال

شکل ۱.۱. معیارهای شناسایی وابستگی حیاتی تجاری.....۲۵

شکل ۱.۲. تمرکز صادرات و واردات محصولات کالایی در سطح کشور.....۲۷

شکل ۱.۳. میانگین بروز تمرکز قابل توجه واردات بر اساس گروه‌بندی کشورها.....۲۹

شکل ۱.۴. تحول وابستگی‌های وارداتی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی بر اساس کشورهای صادرکننده اصلی.....۳۱

شکل ۱.۵. تحول وابستگی‌های وارداتی چین بر اساس کشورهای یا مناطق صادرکننده اصلی.....۳۲

شکل ۱.۶. بیشترین میزان مواجهه با شوک‌های زنجیره ارزش جهانی (GVC) در میان کشورها.....۳۴

شکل ۱.۷. بیشترین میزان مواجهه با شوک‌های زنجیره ارزش جهانی (GVC) در میان بخش‌های جهانی.....۳۶

شکل ۱.۸. سطح و نوسان تولید ناخالص داخلی در سناریوی زنجیره تأمین محلی.....۳۹

شکل ۲.۱. نیمه‌رساناها ورودی حیاتی برای طیفی از صنایع هستند.....۴۷

شکل ۲.۲. تولید نیمه‌رساناها بسیار بالادستی و به‌شدت متمرکز است.....۴۸

شکل ۲.۳. چین، کره و تایوان (چینی تایپه) بخش‌های مختلف صنعت نیمه‌رسانا را رهبری می‌کنند.....۴۹

شکل ۲.۴. طبقه‌بندی انواع نیمه‌رساناها.....۵۰

شکل ۲.۵. صادرات ماشین‌آلات نیمه‌رسانا از نظر جغرافیایی حتی بیش از صادرات نیمه‌رساناها متمرکز است.....۵۲

- شکل ۳.۱. سهم سه کشور تولیدکننده برتر در تولید جهانی در سال ۲۰۲۲..... ۵۶
- شکل ۳.۲. تعداد محصولات مواد خام صادر شده که مشمول حداقل یک اقدام محدودیت صادراتی هستند..... ۵۷
- شکل ۵.۱. معرفی و اصلاح سیاست‌های سرمایه‌گذاری برای حفاظت از منافع امنیت ملی..... ۹۰
- شکل ۵.۲. فراوانی نسبی سازوکارها برای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی..... ۹۲
- شکل ۵.۳. گسترش سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با منافع امنیت ملی و توسعه دامنه کاربرد آن‌ها..... ۹۴
- شکل ۵.۴. پوشش بخشی سیاست‌ها برای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی..... ۹۵
- شکل ۵.۵. فناوری‌های حیاتی و نوظهور: پوشش تحت سیاست‌های مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی..... ۹۶
- شکل ۵.۶. نهادهای حیاتی: پوشش تحت سیاست‌های مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی..... ۹۸
- شکل ۵.۷. حجم پرونده‌ها تحت سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری..... ۹۹
- شکل ۵.۸. منشأ سرمایه‌گذاران در معاملات بررسی شده..... ۱۰۰
- شکل ۶.۱. جنبه اقتصادی و اجتماعی امنیت سایبری..... ۱۰۵
- شکل ۶.۲. نمای کلی چرخه مدیریت ریسک امنیت دیجیتال..... ۱۱۱
- شکل ۶.۳. نمای کلی چارچوب..... ۱۱۴
- شکل ۶.۴. هماهنگی برای ارتقای امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی..... ۱۲۳

کادرها

- کادر ۲.۱. ابتکارات سیاستی اخیر منتخب برای تقویت عرضه نیمه‌رساناها..... ۴۴
- کادر ۳.۱. ایجاد توازن میان تأمین مسئولانه و امنیت عرضه یک ماده خام حیاتی: نمونه تانتالوم..... ۶۰
- کادر ۴.۱. تعریف و سنجش امنیت انرژی..... ۶۶
- کادر ۶.۱. مبانی امنیت دیجیتال..... ۱۰۶



اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران
معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی

خلاصه اجرایی

امنیت اقتصادی به توانایی یک کشور برای حفاظت و حفظ ثبات و رشد اقتصادی خود از طریق تقویت تاب‌آوری در برابر تهدیدهای خارجی و داخلی اشاره دارد. این مفهومی نسبتاً مبهم است که با مفهوم گسترده‌تر امنیت ملی همپوشانی دارد. پس از مجموعه‌ای از بحران‌های اقتصادی و تنش‌های ژئوپولیتیکی در دهه‌های اخیر، دامنه مخاطرات امنیت اقتصادی که مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گرفته، گسترش یافته است. این مفهوم شامل ظرفیت حفاظت از دارایی‌های کلیدی اقتصادی، حفظ زیرساخت‌های حیاتی و تضمین دسترسی به منابع اساسی مانند انرژی، غذا و فناوری می‌شود. ابعاد اصلی امنیت اقتصادی شامل حفاظت از صنایع راهبردی و زنجیره‌های تأمین و همچنین حفظ جریان‌های تجارت و سرمایه‌گذاری است. این مفهوم همچنین امنیت سایبری را در بر می‌گیرد. در اصل، امنیت اقتصادی بخشی جدایی‌ناپذیر از امنیت ملی است، زیرا یک اقتصاد نیرومند و باثبات، توان کلی یک کشور را برای دفاع از منافع خود و پیشبرد آن‌ها در محیط جهانی به سرعت در حال تغییر تقویت می‌کند.

مخاطرات امنیت اقتصادی اخیراً در مباحث عمومی برجسته شده‌اند؛ به‌ویژه با اختلال در زنجیره‌های تأمین طی همه‌گیری کووید-۱۹ و نوسانات بازارهای انرژی و کشاورزی در پی جنگ تجاوزکارانه روسیه علیه اوکراین. این اختلال‌ها در عرضه مواد خام حیاتی (CRMs)، انرژی، داروها، نیمه‌رساناها و سایر کالاها، امنیت اقتصادی، بهداشتی یا نظامی کشورها را به چالش کشید. اهمیت بسیاری از این جنبه‌ها در زمینه افزایش تنش‌های ژئوپولیتیکی، گذار سبز ضروری برای جلوگیری از پیامدهای شدید تغییرات اقلیمی، و شتاب دیجیتالی‌شدن اقتصادها بیشتر شده است. از این رو، بسیاری از دولت‌ها در حال گسترش و بررسی ابزارها و اقدامات سیاستی برای تضمین امنیت اقتصادی و راهبردی هستند. این گزارش به بررسی این مسائل فوری می‌پردازد و هم چالش‌های دیرینه و هم چالش‌های نوظهور در حوزه امنیت اقتصادی را همراه با پاسخ‌های سیاستی احتمالی، مورد تحلیل قرار می‌دهد. همچنین چندین جنبه مهم را برجسته می‌سازد:

* چندین مخاطره امنیت اقتصادی ناشی از تولید و تجارت متمرکز کالاها و فناوری‌های خاص، از جمله انرژی اولیه، نیمه‌رساناها و مواد خام حیاتی است. تمرکز بالا می‌تواند نتیجه افزایش تخصص‌گرایی باشد که به ارتقای بهره‌وری و کاهش قیمت‌ها کمک می‌کند، از جمله به دلیل صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس در تولید. با این حال، تمرکز بالا همراه با زنجیره‌های تأمین بین‌المللی طولانی‌تر و پیچیده‌تر می‌تواند زمینه‌ساز انتشار و تشدید شوک‌های خرد شود و در نتیجه مخاطرات ژئوپولیتیکی را افزایش دهد.

* افزایش مالکیت فرامرزی شرکت‌ها، از جمله شرکت‌هایی که زیرساخت‌های حیاتی را اداره می‌کنند، نیز نگرانی‌هایی درباره امنیت سرمایه‌گذاری ایجاد کرده است. در این زمینه، بسیاری از کشورها سازوکارهای بازبینی سرمایه‌گذاری را ایجاد یا به‌روزرسانی کرده‌اند.

* مخاطرات امنیت اقتصادی معمولاً به هم پیوسته هستند. اختلال در یک حوزه می تواند اثرات زنجیره ای بر حوزه های دیگر داشته باشد. این امر ناشی از وابستگی های پیچیده میان بخش های مختلف اقتصادی و همچنین اتکای فزاینده به نهادهای واسطه ای تخصصی و خدمات و زیرساخت های ارتباطی است. بنابراین، تلاش ها برای تقویت تاب آوری در یک حوزه می تواند به طور غیرمستقیم به افزایش تاب آوری در حوزه های دیگر کمک کند و این موضوع ضرورت ادامه گفت و گوها و همکاری فعال در عرصه های گوناگون امنیت اقتصادی را برجسته می سازد.

* پاسخ های سیاستی با هدف کاهش مخاطرات امنیت اقتصادی ضروری هستند. با این حال، نگرانی های موجهی وجود دارد مبنی بر اینکه اقدامات ضعیف طراحی شده می توانند بی دلیل مزایای اقتصادهای بازار و تجارت بین المللی را تضعیف کنند. بنابراین، طراحی مؤثر سیاست ها و گفت و گوهای سازنده برای ایجاد توازن میان نیازهای امنیت اقتصادی بدون از بین بردن مزایای بازارهای باز، حیاتی است.

* در حالی که دانش ما درباره مخاطرات امنیت اقتصادی در حوزه های مختلف در حال بهبود است، همچنان نیاز به داده ها و تحلیل های بیشتری وجود دارد. این موارد برای تدوین توصیه های سیاستی مبتنی بر شواهد ضروری هستند.

* در این زمینه، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و همچنین آژانس بین المللی انرژی (IEA) نقش مهمی ایفا کرده اند و همچنان به این نقش ادامه خواهند داد. تحلیل های ما درباره آسیب پذیری های زنجیره تأمین (مانند بررسی تاب آوری زنجیره های تأمین سازمان همکاری و توسعه اقتصادی)، محدودیت های صادرات مواد خام حیاتی (مانند فهرست محدودیت های صادرات مواد خام صنعتی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی)، امنیت انرژی، چارچوب ها و دستورالعمل های سیاستی برای سرمایه گذاری خارجی و امنیت دیجیتال و همچنین تبادل گروه های کارشناسی (مانند شبکه غیررسمی نیمه رساناها)، شبکه اقتصاددانان ارشد تجارت و ابتکار شبکه زنجیره های تأمین پزشکی (MEDICON) برای ارتقای تاب آوری در زنجیره های تأمین پزشکی) سهم مهمی در مباحث و طراحی سیاست ها پیرامون امنیت اقتصادی دارند.

این گزارش شامل چهار فصل است. هر فصل به مخاطرات متمایز اما به هم پیوسته ای که اقتصادهای معاصر با آنها روبه رو هستند می پردازد و مجموعه ای از رویکردهای سیاستی برای کاهش این مخاطرات را تشریح می کند.

فصل نخست بر مخاطرات ناشی از آسیب پذیری های زنجیره های تأمین بین المللی تمرکز دارد. ظهور زنجیره های ارزش جهانی (GVCs) که با کاهش هزینه های ارتباطات و انتقال داده و کاهش موانع سرمایه گذاری و تجارت خارجی از دهه ۱۹۹۰ پشتیبانی شده است، اقتصاد جهانی را دگرگون کرده است. این تحول مزایای بسیاری به همراه داشته است؛ از جمله افزایش بهره وری، کاهش قیمت ها و تنوع بیشتر کالاها، و همچنین شتاب گرفتن همگرایی درآمدی در بسیاری از اقتصادهای بازارهای نوظهور. در همین حال، وابستگی به صادرات و واردات در

سطح جهانی افزایش یافته است؛ از جمله برای انرژی و کالاهای ضروری در گذار دیجیتال و سبز، هرچند این وابستگی در میان کشورها و بخش‌های مختلف به درجات متفاوتی وجود دارد. تولید برخی کالاها نیز به شدت در شرکت‌ها و کشورهای تخصصی متمرکز شده است. زنجیره‌های ارزش جهانی طولانی‌تر و پیچیده‌تر شده‌اند. این ویژگی‌ها موجب افزایش بهره‌وری و تسهیل تنوع‌بخشی در عرضه و تقاضا می‌شوند. با این حال، ممکن است زمینه ایجاد گلوگاه‌ها و انتشار و تشدید شوک‌های خرد را فراهم کنند. همچنین می‌توانند مخاطرات ژئوپولیتیکی، از جمله اجبار اقتصادی را افزایش دهند. پژوهش‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد که اگرچه بخش عمده‌ای از صادرات و واردات جهانی همچنان به خوبی متنوع باقی مانده‌اند، اما بخش‌هایی مانند کالاهای اساسی و کشاورزی سطح بالاتری از تمرکز را نشان می‌دهند که این امر میزان آسیب‌پذیری در برابر اختلالات احتمالی را افزایش می‌دهد.

در برابر این مخاطرات، درخواست‌ها برای سیاست‌هایی با هدف کاهش وابستگی به کشورهای خاص، افزایش امنیت و بهبود تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین رو به افزایش است. تنوع‌بخشی، بازگرداندن تولید به داخل کشور یا به مکان‌های نزدیک‌تر (اصطلاحاً بازتولید داخلی و بازتولید نزدیک) و بهینه‌سازی ذخیره‌سازی، سه راهبردی هستند که بیشترین بحث پیرامون آن‌ها صورت گرفته است. با این حال، برخی از این سیاست‌ها ممکن است مزایای تجارت بین‌المللی را تضعیف کنند. همان‌گونه که در فصل نخست مورد بحث قرار گرفت، پژوهش‌های تجربی، از جمله مطالعات سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد که شوک‌های منتقل شده از طریق زنجیره‌های ارزش جهانی به‌طور متوسط تأثیرات اندکی بر سایر بخش‌ها دارند، هرچند استثناهایی نیز وجود دارد. پیوندهای متنوع و گسترده در زنجیره‌های ارزش جهانی همچنین امکان تأمین از منابع جایگزین یا فروش به مقاصد جایگزین را در هنگام وقوع شوک‌ها فراهم می‌کنند. از این رو، هنگامی که سیاست‌گذاران تغییرات راهبردی را در پاسخ به آسیب‌پذیری‌های زنجیره تأمین مدنظر قرار می‌دهند، حفظ بازارهای باز و مدیریت وابستگی‌های تجاری برای ایجاد توازن میان امنیت اقتصادی و تداوم رشد، نقشی کلیدی خواهد داشت.

فصل نخست با تمرکز ویژه بر دو زنجیره تأمین مشخص که در اقتصاد امروز حیاتی هستند پایان می‌یابد: نیمه‌رساناها (تمرکز ویژه ۱) و مواد خام حیاتی (تمرکز ویژه ۲). نیمه‌رساناها برای رشد اقتصادی و امنیت اهمیت اساسی دارند. آن‌ها برای انواع دستگاه‌های الکترونیکی، از جمله خودروها و لوازم خانگی، ضروری هستند و نقشی کلیدی در توسعه فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی ایفا می‌کنند. با این حال، زنجیره ارزش نیمه‌رساناها به شدت متمرکز است و تنها تعداد محدودی از اقتصادها قادرند در تمامی مراحل تولید برای همه انواع نیمه‌رساناها سهم قابل توجهی داشته باشند. برای نمونه، بیش از ۹۰ درصد تراشه‌های منطق پیشرفته توسط یک شرکت واحد، یعنی «TSMC» در تایوان، تولید می‌شوند و تنها سه شرکت نزدیک به ۸۰ درصد بازار نرم‌افزارهای مورد نیاز برای طراحی تراشه‌ها را در اختیار دارند. کمبود عرضه نیمه‌رساناها منجر به اختلالات قابل توجهی در زنجیره‌های

تأمین شده است، به ویژه در دوران همه‌گیری کووید-۱۹. دولت‌ها در پاسخ به این چالش‌ها در تلاش‌اند تا اکوسیستم‌های داخلی نیمه‌رسانا ایجاد کنند، وابستگی به تأمین‌کنندگان خارجی را کاهش دهند و منابع یا نهاده‌های حیاتی را متنوع سازند.

برای تقویت تاب‌آوری زنجیره‌های ارزش جهانی نیمه‌رساناها، همکاری‌های بین‌المللی، اشتراک‌گذاری اطلاعات و بهره‌گیری از بهترین رویه‌ها ضروری است. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی شبکه غیررسمی نیمه‌رساناها (SIEN) را برای ارتقای گفت‌وگوی سیاستی و شفافیت و همچنین توسعه سازوکارهای هشدار زودهنگام در برابر اختلالات زنجیره ارزش تشکیل داده است. چندین کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی سیاست‌هایی از جمله ارائه یارانه به سرمایه‌گذاری را برای توسعه اکوسیستم‌های داخلی نیمه‌رسانا اجرا کرده‌اند. با این حال، ایجاد تأسیسات جدید تولیدی تنها به حمایت مالی از شرکت‌ها وابسته نیست، بلکه به نیروی کار ماهر و زیرساخت‌های حیاتی نیز نیاز دارد. رفع کمبود جهانی استعدادهای حوزه نیمه‌رسانا مستلزم تلاش‌های تازه برای بهبود آموزش علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و همچنین تقویت همکاری‌های نزدیک‌تر میان صنعت و دانشگاه است.

مواد خام حیاتی، که در دومین تمرکز ویژه فصل نخست بررسی شده‌اند، قرار است نقش فزاینده‌ای در تولید انرژی و امنیت اقتصادی ایفا کنند، زیرا آن‌ها اجزای کلیدی انرژی سبز و فناوری‌های دیجیتال هستند. تقاضا برای مواد خام حیاتی به‌طور قابل توجهی رشد کرده و انتظار می‌رود بیش از این افزایش یابد. این مواد خام، مانند لیتیوم، کبالت، نیکل، گالیوم، تیتانیوم یا تنگستن، در طیف گسترده‌ای از کالاها از جمله باتری‌ها و نیمه‌رساناها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تقاضا برای چنین مواد معدنی در سال‌های اخیر به‌شدت افزایش یافته است که این امر ناشی از رشد تقاضا برای خودروهای برقی، پنل‌های خورشیدی و دیگر کاربردهای فناوری پاک است. با تلاش کشورها برای فاصله گرفتن از سوخت‌های فسیلی و تسریع روند کربن‌زدایی، تقاضا برای مواد معدنی حیاتی مورد نیاز در فناوری‌های سبز به‌شدت افزایش خواهد یافت. تولید مواد خام حیاتی در چند منطقه جغرافیایی محدود متمرکز است. این امر خطرات زنجیره تأمین ایجاد می‌کند و تولیدکنندگان بزرگ را به اعمال محدودیت‌های صادراتی برای حمایت از صنایع پایین‌دستی داخلی ترغیب می‌نماید. چنین محدودیت‌هایی در ۱۵ سال گذشته به‌طور قابل توجهی افزایش یافته‌اند. مطالعات موردی نشان می‌دهند که اگرچه محدودیت‌های صادراتی گاهی می‌توانند به رشد صنایع داخلی کمک کنند، این امر به زبان شرکای تجاری تمام می‌شود و ممکن است به افزایش سلطه خارجی منجر گردد. نوسان شدید قیمت مواد خام حیاتی، که می‌تواند با محدودیت‌های صادراتی تشدید شود، تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری در کل زنجیره تأمین را مختل می‌کند. از این رو، همکاری‌های بین‌المللی برای تنوع‌بخشی به منابع مواد خام حیاتی و تضمین عرضه پایدار ضروری است، در حالی که توسعه اقتصادی در کشورهای غنی از منابع نیز باید ترویج شود. ایجاد توازن میان تأمین مسئولانه و امنیت عرضه نیازمند مدیریت دقیق برای جلوگیری از اختلالات است. انجام دقت لازم (Due Diligence) مؤثر در زنجیره‌های تأمین برای

شناسایی و کاهش مخاطرات، به‌ویژه در مناطق درگیر مناقشه، حیاتی است. هرچند ابتکارهایی برای ارتقای قابلیت ردیابی و شفافیت وجود دارد، چالش‌ها به دلیل داده‌های غیرقابل اعتماد و تنش‌های ژئوپولیتیکی ادامه دارند.

فصل دوم بر امنیت انرژی تمرکز دارد؛ موضوعی دیرینه اما با چالش‌های جدید. امنیت انرژی بخشی از مفهوم گسترده‌تر امنیت ملی است و جنبه‌های فنی، اقتصادی و سیاسی را در بر می‌گیرد. این موضوع اغلب با مخاطرات کوتاه‌مدت (برای نمونه، قرار گرفتن در معرض اختلالات احتمالی در سیستم‌های انرژی) و تاب‌آوری (برای نمونه، توانایی مقاومت در برابر اختلالات) در زمینه تأمین انرژی، تبدیل، توزیع و خدمات مصرف نهایی انرژی برای منابع اصلی انرژی سروکار دارد. همچنین به مقرون‌به‌صرفه بودن انرژی نیز مربوط می‌شود.

امنیت انرژی به‌طور فزاینده‌ای در چارچوب گذار سبز مورد بحث قرار گرفته است و بر ضرورت تضمین عرضه پایدار و پایدار انرژی در محیط و چشم‌انداز به‌سرعت در حال تحول تأکید می‌کند. منابع انرژی تجدیدپذیر فرصت‌هایی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی فراهم می‌آورند. با این حال، آن‌ها چالش‌های جدیدی نیز ایجاد می‌کنند؛ از جمله وابستگی به مواد خام حیاتی که پیش‌تر ذکر شد و همچنین نوآوری‌های فناورانه برای تضمین عرضه پایدار انرژی.

برای تضمین امنیت انرژی در دوران گذار، زمانی که هم انرژی پاک و هم سوخت‌های فسیلی مورد نیاز خواهند بود، کشورها باید سرمایه‌گذاری در انرژی کم‌کربن را افزایش دهند و به‌تدریج سوخت‌های فسیلی را کنار بگذارند. اقدامات مربوط به بهره‌وری انرژی برای جلوگیری از عدم تطابق میان عرضه و تقاضا ضروری خواهند بود. سیاست‌هایی که بازسازی و بهینه‌سازی ساختمان‌ها را تشویق می‌کنند، به‌ویژه برای کاهش مصرف انرژی اهمیت حیاتی دارند. حفظ و استفاده مجدد از برخی زیرساخت‌های حیاتی سوخت‌های فسیلی نیز برای جلوگیری از اختلالات ضروری خواهد بود؛ برای نمونه، استفاده از نیروگاه‌های گازسوز برای پاسخ‌گویی به تقاضای اوج برق، و همچنین تقویت سیستم‌های برق با راهکارهای انعطاف‌پذیری شبکه مانند ذخیره‌سازی باتری و مدیریت تقاضا. کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای بسیار بالا در اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه برای پایین آوردن هزینه‌های گذار اهمیت اساسی دارد. در همین حال، رسیدگی به مخاطرات خاصی که اقتصادهای صادرکننده سوخت‌های فسیلی با آن مواجه هستند، مستلزم ترویج تنوع‌بخشی و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، هیدروژن و جذب کربن است. در نهایت، رفع اعوجاج‌های بازار (به‌ویژه یارانه‌های سوخت‌های فسیلی) و اصلاح ناکارآمدی‌های بازار برای بهره‌گیری از سرمایه‌گذاری خصوصی در جهت گذار سبز کارآمد، نقشی کلیدی خواهد داشت.

فصل سوم به تحولات اخیر در مدیریت امنیت سرمایه‌گذاری بین‌المللی می‌پردازد. مخاطرات ژئوپولیتیکی و نگرانی‌ها درباره امنیت عرضه کالاها و خدمات حیاتی موجب توجه بیشتر به سرمایه‌گذاری‌های خارجی در بخش‌های حساس شده‌اند. در این چارچوب، بسیاری از کشورها سازوکارهای بازبینی سرمایه‌گذاری را ایجاد یا

به روزرسانی کرده‌اند و دامنه کاربرد آن‌ها را برای پوشش فناوری‌های نوظهور و اطلاعات حساس گسترش داده‌اند. امنیت سرمایه‌گذاری یکی از جنبه‌های اولیه و به‌نوعی پیشگام تلاش‌های گسترده‌تر دولت‌ها برای ارتقای امنیت اقتصادی بوده و ارتباط نزدیکی با تلاش‌های اخیر برای رسیدگی به ابعاد دیگر مخاطرات دارد. ابزارهای مرتبط با سرمایه‌گذاری می‌توانند الهام‌بخش و راهنمای ابتکارات امنیت اقتصادی در حوزه‌های دیگر باشند.

فصل چهارم و پایانی بر نقش امنیت سایبری در پیشبرد شکوفایی اقتصادی و اجتماعی تمرکز دارد. دیجیتالی‌شدن شتابان اقتصادها موجب افزایش وابستگی به خدمات و زیرساخت‌های ارتباطی شده است و در عین حال آسیب‌پذیری در برابر تهدیدات سایبری و جرایم اینترنتی را نیز افزایش داده است.

امنیت سایبری برای حفاظت از فعالیت‌ها و اطلاعات حیاتی، از جمله انرژی، نظام‌های مالی، مالکیت فکری و داده‌های حساس، اهمیت اساسی دارد. نقض امنیت دیجیتال، به‌ویژه در موارد مربوط به باج‌افزارها، می‌تواند پیامدهای اقتصادی شدیدی به همراه داشته باشد؛ از جمله زیان‌های مالی و اختلال در خدمات، حتی آن‌هایی که توسط نهادهای عمومی ارائه می‌شوند. این امر همچنین می‌تواند به اعتبار ذی‌نفعان آسیب برساند. چنین وضعیتی ممکن است پیامدهای عمیقی برای اعتماد به حکمرانی عمومی، نظام‌های مالی و بهداشتی و فرآیندهای دموکراتیک در سطح کلان داشته باشد. با هرچه بیشتر درهم‌تنیده شدن اقتصادها و افزایش وابستگی آن‌ها به فناوری‌های دیجیتال و زیرساخت‌های مرتبط، سرمایه‌گذاری و اجرای تدابیر قوی امنیت دیجیتال برای حفاظت از ثبات اقتصادی، ارتقای نوآوری و تقویت اعتماد میان کسب‌وکارها و افراد ضروری است.

چارچوب سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در زمینه امنیت دیجیتال، که در فصل پایانی با جزئیات بیشتری تشریح شده است، راهبردهای کلیدی برای پرداختن به ابعاد اقتصادی و اجتماعی امنیت سایبری را ترسیم می‌کند؛ از اصول سطح بالا گرفته تا توصیه‌های سیاستی و فنی دقیق‌تر. این چارچوب شامل ایجاد فرهنگ امنیت دیجیتال برای مقابله با برخی از مخاطرات ناشی از تحول دیجیتال در عین بهره‌مندی از مزایای امنیتی آن است. همچنین این چارچوب بر تدوین راهبردهای ملی تأکید دارد که همه ذی‌نفعان (دولت‌ها، شرکت‌ها و افراد) را دربرگیرد تا آگاهی از تهدیدات سایبری افزایش یابد، ظرفیت واکنش به رخدادها تقویت شود و استانداردهای مدیریت ریسک، توسعه نیروی کار و همکاری‌های بین‌المللی ترویج گردد.

دولت‌ها می‌توانند محیطی توانمندساز برای پذیرش بهترین رویه‌های امنیت دیجیتال در میان همه ذی‌نفعان ایجاد کنند. این امر شامل ترویج رویکردی هماهنگ و جامع به امنیت دیجیتال (یعنی در سراسر چرخه عمر محصولات و خدمات)، تشویق اپراتورهای شبکه به پذیرش چارچوب‌های جامع مدیریت ریسک و ترغیب تأمین‌کنندگان به بهبود شفافیت زنجیره تأمین (برای نمونه از طریق ردیابی پیشرفته اجزا و گواهی‌نامه‌های امنیت دیجیتال) و همچنین متنوع‌سازی زنجیره‌های تأمین است.

فصل ۱

امنیت اقتصادی و آسیب‌پذیری‌ها در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی

پرژمیسواف کوالسکی و آندریا آندرنلی^۱

مقدمه

مزایای حاصل از کارایی اقتصادی مرتبط با زنجیره‌های تأمین بین‌المللی همچنان به‌طور گسترده مورد پذیرش قرار دارند. با این حال، بحث‌هایی وجود دارد درباره اینکه آیا پراکندگی بیشتر تولید در زنجیره‌های تأمین به گسترش و تشدید شوک‌های منفی اقتصادی اخیر (مانند همه‌گیری کووید-۱۹ یا حمله روسیه به اوکراین) کمک کرده است یا اینکه عاملی کاهنده در کاهش اثرات آن شوک‌ها بوده است. در این زمینه، افزایش تنش‌های ژئوپولیتیکی، گسترش مداخلات دولت‌ها در اقتصاد و تشدید رقابت بین‌المللی برای منابع طبیعی، همگی موجب تمرکز بیشتر افکار عمومی و سیاست‌گذاران بر پیامدهای بالقوه منفی وابستگی‌های تجاری شده‌اند.

احتمال برداشت‌شده از سیاسی‌سازی یا تبدیل وابستگی‌های تجاری به ابزار فشار، موجب افزایش توجه به شناسایی حوزه‌های آسیب‌پذیری شده است. این «وابستگی‌های تجاری» بالقوه را می‌توان به‌طور کلی به‌عنوان پیوندهای تجاری تعریف کرد که در صورت بروز اختلالات غیرمنتظره می‌توانند خسارت‌های شدید اقتصادی یا اجتماعی ایجاد کنند و همچنین ممکن است به‌عنوان ابزاری برای اجبار به کار گرفته شوند، امنیت ملی را به خطر اندازند و فعالیت‌های راهبردی را مختل سازند.

پس از بررسی اینکه چگونه درهم‌وابستگی زنجیره‌های تأمین بر کارایی تولید و انتقال و مدیریت شوک‌ها در اقتصاد جهانی تأثیر گذاشته است، بخش باقی‌مانده این فصل به مخاطرات امنیت اقتصادی خاص تجارت و زنجیره‌های تأمین می‌پردازد. سپس به چالش‌های کلیدی در سنجش وابستگی‌های تجاری به‌طور گسترده‌تر اشاره می‌کند و نتایج منتخب تحلیل‌های اخیر سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را ارائه می‌دهد که تلاش کرده‌اند با استفاده از داده‌ها و روش‌های تجربی مختلف، عناصر تکامل تاریخی و اهمیت اقتصادی وابستگی‌های تجاری را کمی‌سازی کنند.

^۱ Przemysław Kowalski and Andrea Andrenelli

کارایی و وابستگی زنجیره‌های تأمین بین‌المللی

ظهور زنجیره‌های تأمین بین‌المللی تحول‌آفرین بوده است. کاهش هزینه‌های ارتباطات راه دور و انتقال داده، که در اوایل دهه ۱۹۹۰ شتاب گرفت، فرصت‌های تجاری جدیدی ایجاد کرد و از طریق تخصصی‌تر شدن در سطح وظایف یا نهادهای تخصصی، بهره‌وری را افزایش داد (Baldwin, 2011). زنجیره‌های تأمین همچنین فرصت‌های جدیدی برای کشورهای کمتر توسعه‌یافته ایجاد کرده‌اند تا با مشارکت در تجارت و تولید محصولات پیشرفته از طریق ارائه نهادهای تخصصی، رشد کرده و اشتغال ایجاد کنند. سازمان‌دهی تولید در قالب زنجیره‌های تأمین موجب شد مکان‌های مختلف تولید و اقتصادهای ملی بیش از پیش درهم‌وابسته شوند. امروزه رایج است که مراحل مختلف یک فرایند تولید کالا یا خدمت (مانند طراحی، تولید، بازاریابی، ساخت، مونتاژ و توزیع) به‌صورت موازی یا متوالی در چندین موقعیت جغرافیایی انجام گیرد. شرکت‌های چندملیتی سودجو بازیگران اصلی مدیریت این فعالیت‌ها هستند و تصمیمات راهبردی درباره مکان‌های فعالیت‌های تخصصی مختلف و هماهنگی آن‌ها اتخاذ می‌کنند. درهم‌وابستگی‌ای که زیربنای این فعالیت‌هاست. بنابراین ویژگی جدایی‌ناپذیر زنجیره‌های تأمین بین‌المللی و یکی از منابع اصلی کارایی اقتصادی آن‌ها به شمار می‌رود. با این حال، درهم‌وابستگی‌های زنجیره‌های تأمین می‌توانند پیامدهای مهمی - هرچند نه همیشه ساده و مستقیم برای نحوه تأثیرپذیری اقتصادهای ملی از شوک‌ها یا رویدادهای خارجی غیرمنتظره و همچنین برای چگونگی واکنش آن‌ها به این رخدادها و تأثیرپذیری‌شان از سیاست‌های سایر کشورها داشته باشند.

* از یک سو، فعالیت‌های متنوع زنجیره‌های تأمین می‌توانند با بهره‌گیری از مجموعه‌های گسترده‌تر شرکای تجاری و بازارها، تاب‌آوری در برابر شوک‌های داخلی و خارجی را تقویت کنند و بدین ترتیب دامنه وسیع‌تری از گزینه‌ها را برای مقابله و بازیابی پس از اختلالات فراهم آورند. برای نمونه، در مواجهه با برخی اختلالات، ممکن است تغییر یک تأمین‌کننده یا پیکربندی مجدد یا جابه‌جایی تنها یک بخش از زنجیره تأمین آسان‌تر باشد تا بازسازی کامل یک صنعت. از این منظر، زنجیره‌های ارزش جهانی نیز امکان‌های جدیدی برای تنوع‌بخشی و بهبود تاب‌آوری فراهم کرده‌اند (e.g. Lafrogne-Joussier (2021), Arriola et al. (2020)).

* از سوی دیگر، با اتکای بیشتر به نهادهای و تقاضای خارجی، اقتصادهای ملی که از طریق زنجیره‌های تأمین بین‌المللی به هم پیوند خورده‌اند ممکن است در معرض شوک‌های خارجی بیشتری قرار گیرند. گاهی این میزان آسیب‌پذیری پیشاپیش دشوار است ارزیابی شود، زیرا جابه‌جایی‌های پیچیده فرامرزی نهادهای فیزیکی و ناملموس در زنجیره‌های تأمین می‌تواند پیوندهای پیچیده‌ای میان مراحل مختلف تولید ایجاد کند. این پیوندهای چندلایه و چندبعدی با وجود این، حتی نسبت به تغییرات کوچک در مقررات و هزینه‌های تجارت، حمل‌ونقل و ارتباطات حساس هستند، در حالی که همیشه به‌طور کامل شفاف یا برای شرکت‌های اصلی به‌سادگی قابل ردیابی نیستند.



تا آنجا که این روابط شامل تجارت نهاده‌های تخصصی و متمایز می‌شوند، ممکن است با اثرات قفل‌شدگی قابل توجهی برای خریداران و فروشندگان همراه باشند و بنابراین امکان تغییر به طرف جایگزین را محدود کنند (Antras and Staiger, 2012). این روابط اغلب کشورهایی را دربر می‌گیرند که دارای سطوح متفاوتی از توسعه، نهادها و نظام‌های سیاسی هستند، که این امر می‌تواند مهار شوک‌ها و هماهنگی واکنش‌ها را دشوارتر سازد.

ظهور زنجیره‌های تأمین بین‌المللی همچنین ماهیت تجارت و سیاست‌گذاری‌های مرتبط با تجارت را تغییر داده است. در مقایسه با دوران پیش از زنجیره‌های تأمین، سیاست‌های تجاری کمتر بر مذاکره برای دسترسی به بازارهای خارجی برای محصولات نهایی (کاهش موانع دسترسی به بازارهای خارجی) متمرکز بوده‌اند و بیشتر بر دسترسی به نهاده‌های رقابتی و باکیفیت و کاهش انواع مختلف هزینه‌های تجاری برای تضمین مبادله روان و چندجهته محصولات و خدمات واسطه‌ای (کاهش هزینه‌های تجاری داخلی و خارجی) تمرکز داشته‌اند (Baldwin, 2011). تصمیم‌گیری درباره مکان جغرافیایی بخش‌های خاصی از زنجیره تأمین نه تنها نسبت به هزینه‌های تجارت بین‌المللی حساس است، بلکه به انواع هزینه‌های داخلی نیز وابسته است که تحت تأثیر مقررات (مانند مجوزها)، محیط کسب‌وکار (مانند مالیات) و کیفیت زیرساخت‌ها (مانند دسترسی و هزینه انرژی، بنادر، جاده‌ها و اتصال‌پذیری) قرار دارند. از این منظر، پراکندگی زنجیره‌های تأمین دامنه آنچه را که در اصل مداخلات سیاست داخلی محسوب می‌شوند گسترش داده است، اما با این حال آثار سرریز بین‌المللی قابل توجهی به همراه دارد (نگاه کنید به: Staiger, 2022).

پیوندهای زنجیره تأمین به ندرت با رقابت کامل مشخص می‌شوند. تفاوت در قدرت بازار و قدرت چانه‌زنی بازیگران مختلف زنجیره تأمین و همچنین توزیع اغلب نابرابر منافع ناشی از مشارکت در زنجیره تأمین در بخش‌های مختلف آن، سیاست‌گذاران را برانگیخته است تا جایگاه شرکت‌های ملی را بهبود بخشند و شرایطی برای جذب سودآورترین بخش‌های زنجیره تأمین به کشور خود ایجاد کنند، به‌ویژه از طریق سیاست صنعتی. برای نمونه، دولت‌ها تلاش کرده‌اند هزینه نهاده‌های بالادستی را کاهش دهند و سودآوری شرکت‌های داخلی را از طریق اشکال دیگر حمایت دولتی افزایش دهند. این اقدامات با هدف جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در فعالیتهای پایین‌دستی مطلوب، و همچنین گسترش نفوذ در بخش‌های خاص بالادستی و پایین‌دستی زنجیره‌های تأمین صورت گرفته‌اند تا دسترسی به سرمایه و فناوری برتر یا دستیابی به جایگاه راهبردی یا اقتصادی مطلوب در زنجیره تأمین فراهم شود. حتی اگر همیشه به‌طور دقیق تعریف نشده باشند، ارتقا یا حرکت به جایگاه بالاتر در زنجیره ارزش در دهه ۲۰۱۰ به‌ویژه در اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور، یکی از اهداف سیاستی پرتکرار اعلام شده است. در آن زمان، بحث‌های سیاستی بر چگونگی بیشینه‌سازی منافع ناشی از مشارکت در زنجیره‌های تأمین متمرکز بود.

زنجیره‌های تأمین و امنیت اقتصادی

یکی از عواملی که به تمرکز بیشتر بر جنبه‌های منفی احتمالی درهم‌پیوندی و انتشار شوک‌ها در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی کمک کرده است، افزایش ادراک شده در نااطمینانی‌های ژئوپولیتیکی، سیاستی و اقتصادی است. در حالی که سنجش این پدیده‌ها پیچیده است و نتایج همیشه به‌سادگی قابل تفسیر نیستند، چند مطالعه و ابتکار سنجش اخیر شواهدی از افزایش نااطمینانی گردآوری کرده‌اند. روش‌شناسی‌ای که در ابتدا توسط بیکر، بلوم و دیویس (۲۰۱۶) توسعه یافت نشان داد که نااطمینانی سیاست اقتصادی جهانی پس از حملات تروریستی ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، در جریان و پس از بحران مالی جهانی ۲۰۰۸-۲۰۰۹، در دوران همه‌گیری کووید-۱۹، و پس از تهاجم گسترده روسیه به اوکراین در سال ۲۰۲۲ به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. بر اساس این شاخص، در چهار سال گذشته، نااطمینانی سیاستی به‌طور میانگین به‌طور قابل توجهی بالاتر از هر دوره پیشین از اواخر دهه ۱۹۹۰ بوده است. کالدارا و یاکوویلو^۲ (۲۰۲۲) برداشت ریسک مرتبط با جنگ‌ها، تروریسم و تنش‌های میان دولت‌ها و بازیگران سیاسی را اندازه‌گیری کردند و به‌طور مشابه نشان دادند که پس از حملات تروریستی ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، ریسک ژئوپولیتیکی افزایش یافت و پس از تهاجم گسترده روسیه به اوکراین در فوریه ۲۰۲۲ نیز افزایش قابل توجه دیگری رخ داد.

این محیط جدید سیاست‌گذاران را وادار می‌کند تا مفروضات سیاست اقتصادی را دوباره ارزیابی کرده و ملاحظات تازه‌ای درباره موازنه‌ها در نظر گیرند. سیاست‌گذاران با چشم‌اندازی روبه‌رو هستند که با افزایش تنش‌های ژئوپولیتیکی، نگرانی‌های فزاینده امنیت ملی - به‌ویژه در ارتباط با فناوری‌های دیجیتال - رقابت راهبردی و تلاش برای رهبری در فناوری‌های نوین، به‌ویژه در گذارهای سبز و دیجیتال، بازنگری در نقش زنجیره‌های تأمین جهانی در تضمین دسترسی به کالاها و خدمات اساسی (از جمله برای همان گذارها)، و به‌کارگیری درهم‌وابستگی‌های تجاری به‌عنوان ابزار اجبار اقتصادی مشخص می‌شود. این نیروها در مقطعی پدیدار شده‌اند که هم بحران مالی جهانی (GFC) و هم همه‌گیری کووید-۱۹ پیش‌تر موجب شده بودند دولت‌ها در چندین کشور نقش بزرگ‌تری در اقتصاد ایفا کنند، و در همان زمان بحث فزاینده‌ای در جریان است درباره اینکه قواعد بازی (از جمله قواعد سازمان تجارت جهانی) برای یک اقتصاد جهانی یکپارچه چگونه می‌توانند به‌طور مؤثر در میان کشورهایی با نظام‌های اقتصادی بسیار متفاوت عمل کنند.

در این بستر، مفهوم «امنیت اقتصادی» در میان سیاست‌گذاران برجستگی بیشتری یافته است. در حالی که امنیت اقتصادی مجموعه‌ای از مسائل را دربر می‌گیرد که فراتر از حوزه سیاست‌های تجاری و سرمایه‌گذاری هستند، این مفهوم به‌طور عمیق جامعه سیاست‌گذاری تجاری را درگیر می‌کند؛ زیرا پیوندهای اقتصادی بین‌المللی هم به‌عنوان

² Caldara and Iacoviello

عاملی برای تقویت امنیت اقتصادی (برای نمونه، از طریق امکان تنوع بخشی در عرضه و تقاضا) عمل می کنند و هم می توانند منبعی از مخاطرات برای آن امنیت باشند.

یکی از مسائل کلیدی در بحث های مربوط به امنیت اقتصادی، امنیت عرضه کالاها و خدمات حیاتی است. این موضوع بخشی از دستور کار گسترده تر برای تضمین تاب آوری زنجیره های تأمین جهانی است که نیازمند درک ماهیت و دامنه آسیب پذیری ها (به ویژه در ارتباط با تمرکز) می باشد. آسیب پذیری ها می توانند توسط طرف های ثالث برای مختل کردن عرضه کالاها و خدمات حیاتی مورد استفاده قرار گیرند و همچنین می توانند برای واداشتن طرف های آسیب پذیر به تغییر سیاست ها به کار گرفته شوند. فراتر از کالاها و خدمات حیاتی، برخی وابستگی ها به کشورهای خاص می توانند در شرایط تنش های ژئوپولیتیکی یا زمانی که کشورها یا مناطق در معرض خطر درگیری هستند، به آسیب پذیری تبدیل شوند.

این چشم انداز در حال تغییر، اندیشه هایی درباره پاسخ های سیاستی ممکن به نگرانی های امنیت اقتصادی برانگیخته است. در حالی که بحث درباره بهترین پاسخ های سیاستی همچنان ادامه دارد، تنوع بخشی در عرضه به عنوان یکی از مؤثرترین سیاست ها برای کاهش ریسک های ناشی از محیط ژئوپولیتیکی تلقی می شود. همکاری میان شرکای مورد اعتماد اهمیت دارد و می تواند به کاهش ریسک ها کمک کند. این همکاری هم به عنوان ابزاری برای تجارت جهت ایجاد منافع متقابل برای شرکای مورد اعتماد و هم برای کاهش خطر اختلال در عرضه از سوی شرکایی که کمتر قابل اعتماد تلقی می شوند، قابل مشاهده است. در چارچوب بحث گسترده تر درباره تضمین تاب آوری، مجموعه ای از رویکردهای دیگر مطرح شده است؛ از جمله افزایش شفافیت در زنجیره های تأمین، کمک به شناسایی و مدیریت ریسک - از طریق گفت و گوی عمومی - خصوصی - تلاش برای تنوع بخشی عرضه در میان شرکت ها و کشورها، و ایجاد ظرفیت تولید داخلی. برخی فناوری ها یا محصولات نیز به عنوان دارای اهمیت راهبردی تلقی می شوند و همین امر دلیل مضاعفی برای همکاری میان شرکای مورد اعتماد به منظور تضمین تولید و تجارت تاب آور این محصولات حساس به شمار می رود. این امر می تواند شامل تضمین عرضه نهاده های حیاتی، مانند مواد خام حیاتی، از طریق مقابله با محدودیت های صادراتی یا دستیابی به توافقی های تأمین با شرکای مورد اعتماد باشد (نگاه کنید به تمرکز ویژه ۲). در موارد دیگر، ممکن است به معنای توجه بیشتر به منابع و دامنه تأمین کنندگان برای محصولاتی باشد که خودشان حساس تلقی نمی شوند، اما می توانند نهاده های اساسی برای زیرساخت های حیاتی باشند.

همچنین این بحث مطرح است که آیا برخی کالاها و خدمات به قدری از نظر راهبردی، فناورانه یا به دلیل کاربردهای احتمالی نظامی مهم یا حساس هستند که کشورها بخواهند عرضه آن ها را از طریق تولید داخلی تضمین کنند. این گزینه از نظر واقع بینانه برای همه یا حتی بسیاری از کشورها - بسته به کالا یا خدمت مورد نظر

- امکان پذیر نیست؛ اما در مواردی که چنین امکانی وجود داشته باشد، می تواند مسائلی را برای بازارهای جهانی یکپارچه ایجاد کند. برای نمونه، ایجاد ظرفیت تولید داخلی (به ویژه زمانی که این تصمیم به طور تجاری توسط شرکت ها به تنهایی اتخاذ نمی شد) می تواند مستلزم حمایت دولت باشد و مسائلی را در ارتباط با تأثیر آن بر سایر کشورها (از جمله در زمینه جذب سرمایه گذاری که ممکن بود به طور معمول به جای دیگری هدایت شود) و بر رقابت در بازارهای جهانی مطرح کند.

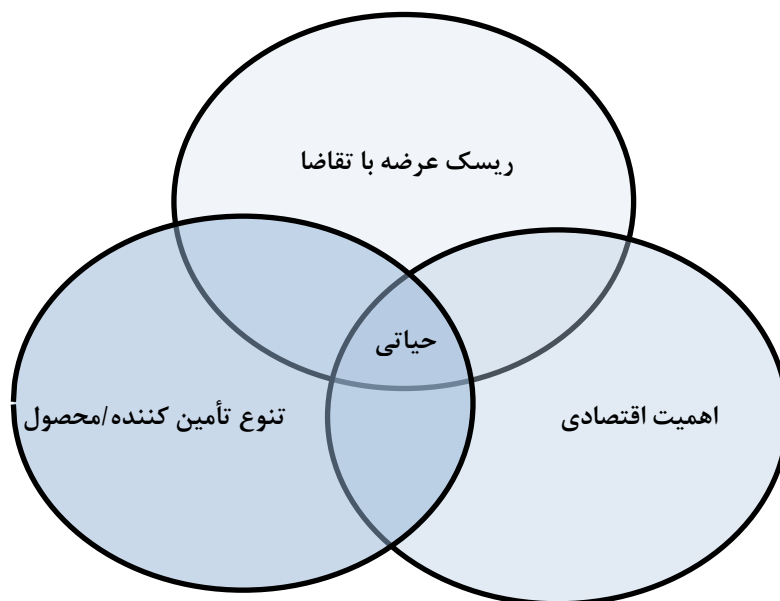
در این چشم انداز گسترده تر، سیاست گذاران با تصمیم های دشواری روبه رو هستند که نیازمند داده ها و تحلیل های جدید (مانند وابستگی های تجاری و آسیب پذیری ها) می باشد. با افزایش شمار این تصمیم ها، سیاست گذاری مبتنی بر شواهد همچنان اهمیت خود را حفظ می کند.

چالش های سنجش وابستگی تجاری

با وجود افزایش علاقه مندی به شناسایی آسیب پذیری های تجاری، دشوار است که معیارهای تحلیلی عینی ای تعیین شوند که بتوانند به طور روشن پیوندهای تجاری نگران کننده را از پیوندهای سودمند جدا کنند. این امر تا حدی به این واقعیت مربوط می شود که نگرانی های پشت بحث وابستگی های تجاری اغلب ماهیتی غیر اقتصادی دارند و آنچه از دیدگاه هایی مانند حفاظت از محیط زیست، پایداری اجتماعی یا امنیت ملی نگران کننده تلقی می شود، می تواند خاص هر کشور باشد. بنابراین، به طور فوری روشن نیست که تحلیل اقتصادی چه نقشی می تواند در رسیدگی به چنین نگرانی هایی ایفا کند. از دیدگاه اقتصادی، با این حال نگرانی هایی وجود دارد مبنی بر اینکه پاسخ های سیاستی که با هدف کاهش ریسک های مرتبط با تجارت اتخاذ می شوند، ممکن است به طور غیر ضروری منافع اقتصادی ناشی از تجارت بین المللی را تضعیف کنند یا آثار ناخواسته و پیش بینی نشده اقتصادی و غیر اقتصادی به همراه داشته باشند. بنابراین، تحلیل اقتصادی می تواند برای ترسیم تصویری جامع از ویژگی های اقتصادی پیوندهای تجاری - که می توان آن ها را به عنوان وابستگی های تجاری در نظر گرفت - مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این تحلیل می تواند به ارزیابی هزینه ها و منافع اقتصادی مرتبط با گزینه های مختلف سیاستی برای رسیدگی به وابستگی تجاری کمک کند.

ادبیات اقتصادی نوظهور نشان می دهد که وابستگی های تجاری را می توان به طور مفید به عنوان جریان های تجاری ای تعریف کرد که سه ویژگی را با هم ترکیب می کنند: ریسک بالای اختلال، اهمیت بالای اقتصادی (یا سایر اهمیت ها)، و امکان محدود برای تنوع بخشی یا جایگزینی (شکل ۱.۱). در یک تحلیل اخیر که با هدف روشن سازی تجربی موضوع وابستگی تجاری انجام شده است، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی منابع مختلف داده و چارچوب های کلیدی مدل سازی را بررسی کرده تا جریان های تجاری ای را شناسایی کند که به نظر می رسد این معیارها را برآورده می سازند و ویژگی ها و تحول آن ها را مورد مطالعه قرار دهد (Arriola et al, 2024).

شکل ۱.۱. معیارهای شناسایی وابستگی تجاری حیاتی



Source: Arriola et al. (2024), "Towards demystifying trade dependencies: At what point do trade linkages become a concern?", OECD Trade Policy Papers, No. 280, OECD Publishing, Paris.

داده‌های تجاری در سطح محصول چه اطلاعاتی درباره وابستگی‌های تجاری به ما می‌دهند؟

چندین معیار برای سنجش وابستگی تجاری بر پایه مفهوم تمرکز تجاری بنا شده‌اند؛ یعنی اتکا به تعداد محدودی تأمین‌کننده برای واردات یا تعداد اندکی بازار برای صادرات محصولات خاص. اگر واردات یا صادرات یک محصول در یک کشور تنها توسط چند شریک تأمین شود (تمرکز بالا داشته باشد)، آن کشور ممکن است در مواجهه با اختلال در عرضه یا تقاضای خارجی برای یافتن جایگزین‌ها با مشکل روبه‌رو شود. تحول داده‌های تجارت جهانی در سطح جزئیات محصول در دوره ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۱ از منظر سهم‌های تجاری و تمرکزهای تجاری مورد مطالعه قرار گرفته است. تمرکز تجاری برای امنیت اقتصادی اهمیت دارد، همان‌گونه که به‌صورت اقتصادسنجی نشان داده شده است؛ برای مثال، در زمینه اختلالات عرضه خارجی ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹، شولنوس و همکاران^۳ (۲۰۲۳) دریافته‌اند که این اختلالات در بخش‌هایی که تأمین‌کنندگان صنعتی و جغرافیایی به‌شدت متمرکز هستند، آثار منفی بزرگ‌تری دارند. در حالی که معیارها، یا ترکیب معیارها و همچنین آستانه‌های کمی مشخص برای تفکیک درجات عادی و نگران‌کننده تمرکز تجاری اغلب از یک مطالعه تا مطالعه دیگر متفاوت است، رویکرد تمرکز

³ Schwellnus et al

تجاری به‌طور گسترده برای کمی‌سازی وابستگی یا آسیب‌پذیری تجاری در ادبیات اخیر مورد استفاده قرار گرفته است (Bonneau and Nakaa, 2020; European Commission, 2022; Vicard and Wibaux, 2023;) (Berthou, Haramboure and Samek, 2024).

واردات محصولات خاص به‌طور متوسط در میان شرکای تجاری بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰، یعنی در زمان بحران مالی جهانی و سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ - یعنی در دوره پیش از نخستین مرحله تنش‌های تجاری میان ایالات متحده و چین (شکل ۱.۲) متمرکزتر شده‌اند. این امر تا حدی بازتاب‌دهنده سطوح دقیق‌تر تخصصی‌سازی در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی است که در این دوره گسترش یافت. این روند همچنین با برداشت افزایش آسیب‌پذیری‌ها در برابر شوک‌های غیرمنتظره که از طریق تجارت و زنجیره‌های تأمین بین‌المللی منتقل می‌شوند، سازگار است. افزون بر این، صادرات جهانی محصولات به‌طور متوسط متمرکزتر از واردات جهانی است، در حالی که واردات ملی محصولات متمرکزتر از صادرات ملی آن‌هاست؛ موضوعی که می‌تواند توضیح‌دهنده تمرکز بحث‌های عمومی بر وابستگی‌های عرضه یا واردات باشد. با این حال، داده‌ها نشان می‌دهند که سطح کنونی تمرکز تجاری در صادرات و واردات جهانی، در مجموع نگران‌کننده نیست و بخش‌های بزرگی از تجارت نسبتاً متنوع هستند. برای نمونه، در صادرات جهانی محصولات که به‌طور متوسط در میان کشورهای صادرکننده متمرکزتر از واردات جهانی در میان کشورهای واردکننده است، تنها حدود ۳۰ درصد از محصولات دارای سطح نسبتاً بالای تمرکز هستند، در حالی که صادرات سایر محصولات نسبتاً متنوع است. این امر نشان می‌دهد که بخش‌های بزرگی از بازارهای بین‌المللی با درجه معقولی از رقابت مشخص می‌شوند و صادرکنندگان و واردکنندگان خاص کنترل محدودی بر عرضه کل یا شکل‌گیری قیمت دارند.

این بدان معنا نیست که سطح تمرکز مشاهده‌شده برای برخی محصولات در برخی کشورها نگران‌کننده نیست، بلکه به این معناست که برای بسیاری از محصولات، بازارهای بین‌المللی در واقع گزینه‌های خوبی برای تنوع‌بخشی ارائه می‌دهند. محصولاتی با بالاترین سطح تمرکز صادرات جهانی شامل طیفی از مواد خام صنعتی (مانند قلع، سرب، مس و چوب، همچنین نگاه ویژه به مواد خام حیاتی)، مجموعه‌ای از محصولات صنایع سبک (مانند منسوجات، کفش یا پوشاک سر) و محصولات صنایع کشاورزی-غذایی (مانند الیاف، قهوه، چای و محصولات شیلات) هستند. در مقابل، محصولاتی با بالاترین سطح تنوع صادرات جهانی شامل چندین صنعت تولید پیشرفته (مانند آلومینیوم، آهن و فولاد، فلزات پایه و تولید ماشین‌آلات) می‌شوند، هرچند که این صنایع غالباً آسیب‌پذیر تلقی می‌شوند.

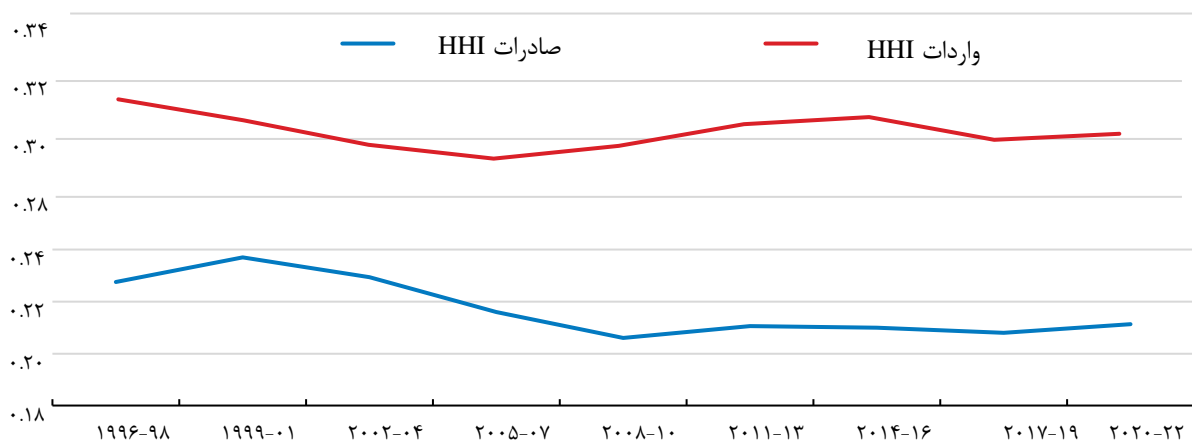
به‌طور کلی، الگوهای نامتوازن و گاه خلاف انتظار در تمرکز صادرات جهانی محصولات، عوامل متعددی را برجسته می‌سازند که تمرکز تجارت در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی را شکل می‌دهند. این عوامل شامل دسترس‌پذیری

منابع طبیعی، الگوهای مزیت نسبی و صرفه‌های ناشی از مقیاس هستند؛ اما همچنین سیاست‌های تجاری و صنعتی را نیز دربر می‌گیرند که بر هزینه‌های نسبی تولید در مکان‌های مختلف تأثیر می‌گذارند.

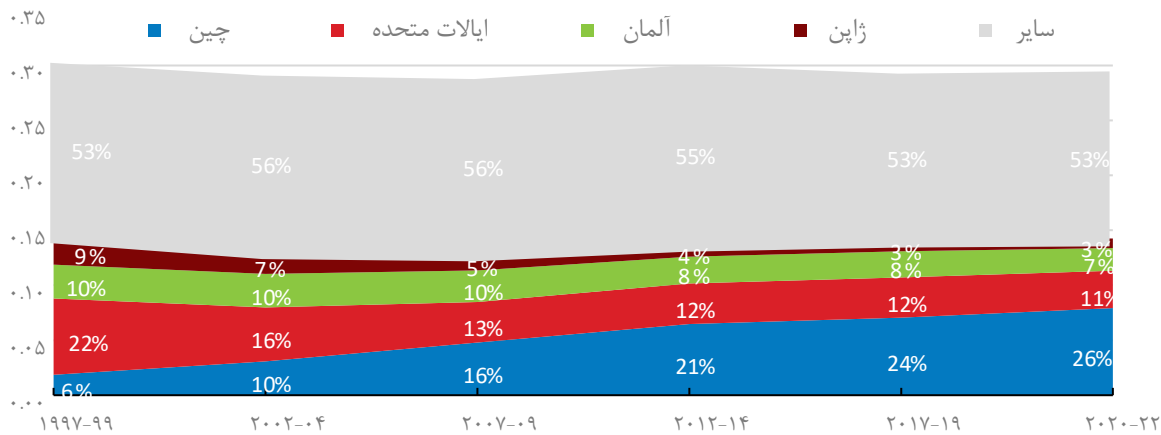
جالب است که تمرکز تجارت ملی معمولاً بالاتر از تمرکز تجارت جهانی است؛ به این معنا که کشورها معمولاً واردات خود را از تعداد کمتری شریک تأمین می‌کنند و صادرات خود را نیز به تعداد محدودی شریک ارسال می‌کنند، در حالی که در اصل امکان همکاری با شرکای بیشتری در سطح جهانی وجود دارد. این موضوع احتمالاً بازتابی از ترکیبی از عوامل طبیعی است، مانند نقش جغرافیا و هزینه‌های تجاری، به‌ویژه در زمینه زنجیره‌های تأمین بین‌المللی که تمایل دارند به‌صورت منطقه‌ای متمرکز شوند، همچنین ترجیحات و سیاست‌های کشورها. مورد اخیر، برای نمونه، در گسترش توافقات تجاری منطقه‌ای و ترجیحی آشکار شده است که به‌طور طراحی شده هزینه‌های تجاری را کاهش می‌دهند و مزایای دیگری را به شرکای تجاری منتخب اعطا می‌کنند و بدین ترتیب به تمرکز تجاری کمک می‌کنند. سیاست‌های اقتصادی راهبردی واردکنندگان و صادرکنندگان نیز می‌توانسته‌اند نقشی ایفا کنند. در سمت صادرات، افزایش کلی تمرکز واردات ملی سایر کشورها همزمان بوده است با افزایش سهم چین به‌عنوان منبع واردات (شکل ۱.۲، بخش ب).

شکل ۱.۲. تمرکز در سطح کشور برای صادرات و واردات محصولات کالایی

الف. میانگین تمرکز در سطح کشور برای صادرات و واردات در میان تمامی محصولات «HS6»



ب. سهم چین و سایر کشورها در میانگین تمرکز واردات در سطح کشور



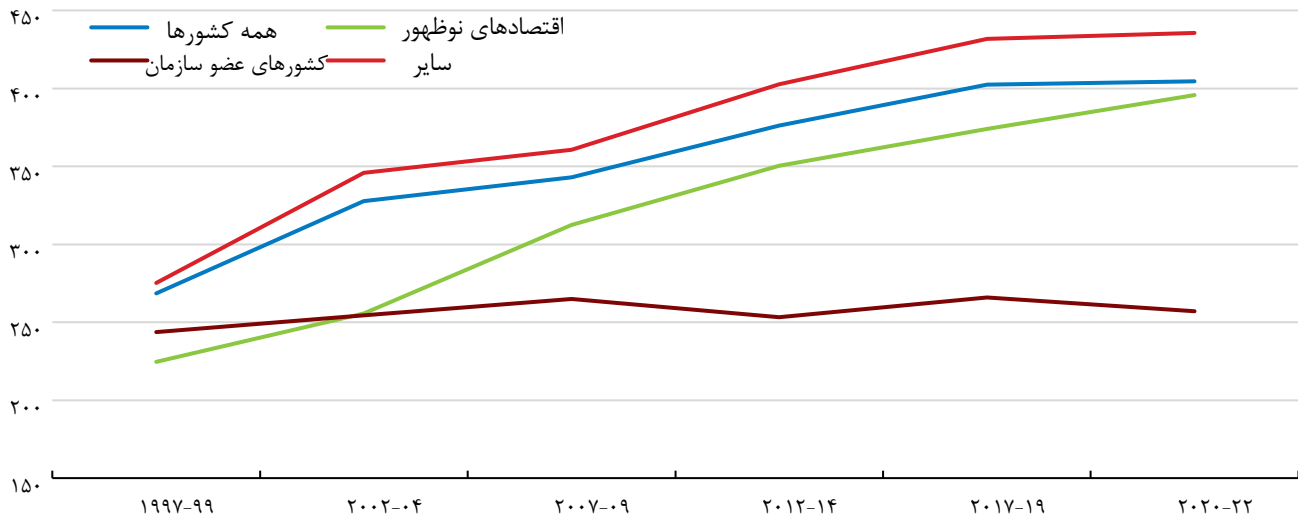
توضیح: در پانل الف، میانگین تمرکز واردات و صادرات در سطح کشور ابتدا با محاسبه شاخص تمرکز (HHI) برای هر محصول «HS6» و برای صادرات (واردات)، هر کشور صادرکننده (واردکننده) در میان تمامی واردکنندگان (صادرکنندگان) آن کشور به دست می آید، و سپس با محاسبه میانگین وزنی در میان تمامی فهرست‌های مربوط به محصولات، با وزن‌هایی برابر با ارزش صادرات (واردات) آن محصول در میان تمامی شرکا، محاسبه می‌شود. بخش ب تجزیه مقادیر شاخص «HHI» فوق را برای واردات تمامی محصولات توسط صادرکنندگان منتخب نشان می‌دهد. (برای اطلاعات بیشتر : Arriola et al, 2024).

Source: OECD calculations using the BACI data.

تعریف میزان اتکای کشورها به تعداد بسیار محدودتری از تأمین‌کنندگان (تمرکز واردات ملی) در مقایسه با آنچه اقتصاد جهانی (تمرکز صادرات جهانی) ارائه می‌دهد، به‌عنوان «تمرکز واردات قابل توجه» نشان می‌دهد که بروز کلی چنین تمرکز قابل توجهی در واردات ملی در دوره مورد بررسی رو به افزایش بوده است. این افزایش عمدتاً ناشی از اقتصادهای غیر سازمان توسعه و همکاری اقتصادی بوده، زیرا تمرکز واردات قابل توجه در کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی به‌طور متوسط تغییر چندانی نکرده است. شکل ۱.۳، بخش الف، نشان می‌دهد که تا حدی شرکت‌ها و مصرف‌کنندگان در کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی توانسته‌اند از امکانات تنوع‌بخشی ارائه‌شده توسط بازارهای بین‌المللی بهره‌مند شوند و وابستگی خود را کاهش دهند.

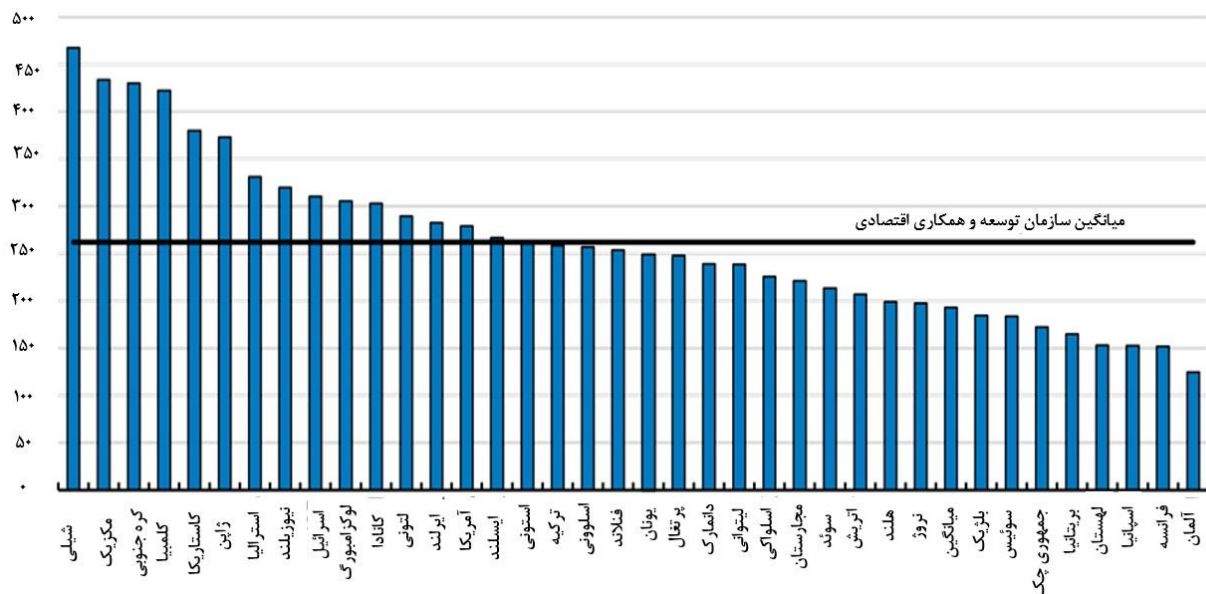
شکل ۱.۳. میانگین بروز تمرکز قابل توجه واردات بر اساس گروه‌بندی کشورها

الف. میانگین تعداد محصولات وارداتی «HS6» با تمرکز واردات قابل توجه در هر کشور



ب. تعداد محصولات وارداتی «HS6» با تمرکز واردات قابل توجه (میانگین برای دوره‌های ۱۹-۲۰۱۷ و ۲۰-۲۰۲۰)

(۲۲)



توضیح: تمرکز قابل توجه واردات در مواردی تعریف می‌شود که پیوندهای دوجانبه وارداتی در سطح محصول، دارای شاخص تمرکز «HHI» در سطح کشور باشند که بیش از دو برابر مقدار متناظر «HHI» برای صادرات جهانی است. برای محدودتر کردن دامنه موارد تمرکز قابل توجه، یک آستانه حداقلی اضافی برای شاخص «HHI» در

صادرات جهانی محصولات در نظر گرفته شده که برابر با ۰.۲ است. به این معنا که تنها محصولاتی در نظر گرفته شده‌اند که شاخص «HHI» صادرات جهانی آن‌ها حداقل ۰.۲ و شاخص «HHI» واردات در سطح کشور حداقل ۰.۴ باشد. گروه کشور «سایر» شامل تمامی کشورهای غیرعضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی است که داده‌های آن‌ها در پایگاه «BACI» موجود است. این تمرکز صرفاً جنبه تحلیلی دارد و هیچ‌گونه قضاوتی درباره روابط میان سازمان توسعه و همکاری اقتصادی یا اعضای آن با کشورهای منفرد در گروه اقتصادهای بزرگ دیگر (MOE) ندارد. گروه اقتصادهای بزرگ شامل کشورهای برزیل، چین، هند، اندونزی، روسیه و آفریقای جنوبی است (برای اطلاعات بیشتر: Arriola et al, 2024) مراجعه کنید.

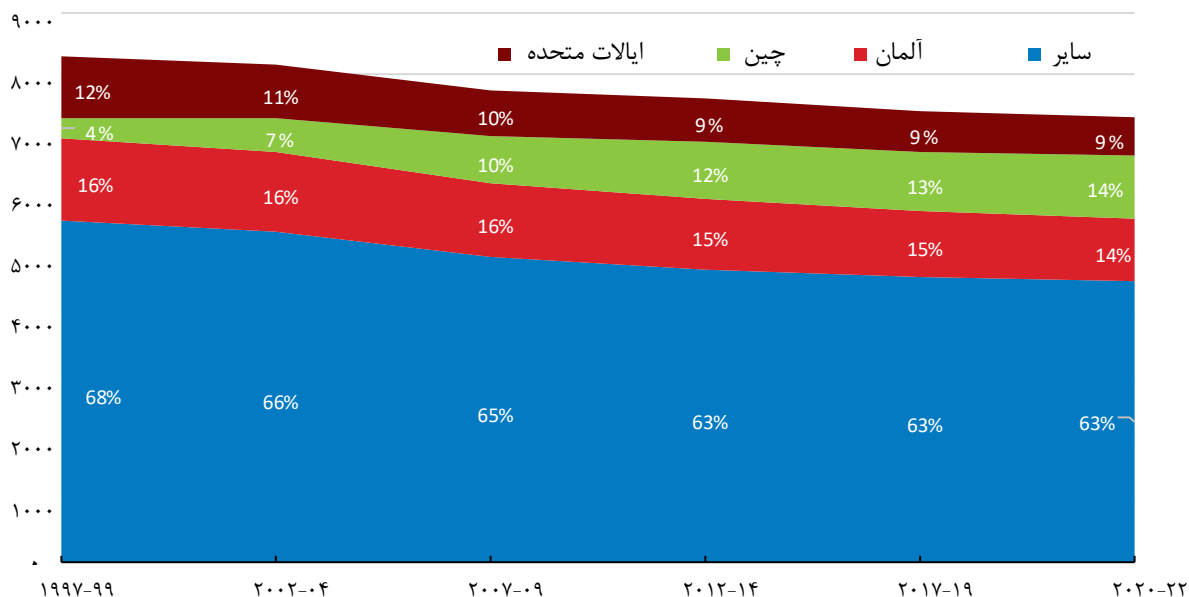
Source: OECD calculations using BACI data.

با این حال، تفاوت در سطح تمرکز قابل توجه واردات نشان می‌دهد که حتی در میان کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی نیز ظرفیت استفاده نشده‌ای برای تنوع‌بخشی بیشتر وجود دارد (شکل ۱.۳، بخش ب). برای نمونه، در کشورهایی از سازمان توسعه و همکاری اقتصادی که بالاترین امتیازها را در زمینه تمرکز قابل توجه واردات ثبت کرده‌اند، مانند شیلی، مکزیک و کره جنوبی، این امتیازها بیش از سه برابر کشورهایی با پایین‌ترین امتیازها هستند، مانند آلمان، فرانسه و ایتالیا. این که کدام شرکای تجاری طرف‌های اصلی در پیوندهای تجاری با تمرکز بالا هستند اهمیت دارد، زیرا ریسک‌های جغرافیایی، اقتصادی و ژئوپولیتیکی در میان کشورها متفاوت است. وابستگی به چین از اواخر دهه ۱۹۹۰ به‌طور قابل توجهی در تمامی کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی و مناطق آن‌ها افزایش یافته است و چین اکنون مهم‌ترین طرف تجاری در وابستگی‌های تجاری کل سازمان توسعه و همکاری اقتصادی و همچنین چندین کشور عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی به‌صورت منفرد محسوب می‌شود (شکل ۱.۴). از این رو، علاقه‌مندی به درک بهتر دلایل ظهور چین به‌عنوان منبع وابستگی‌ها وجود دارد. به‌ویژه، نقش عوامل طبیعی و عوامل مرتبط با سیاست‌ها، از جمله سیاست‌هایی که ممکن است شامل ایجاد اختلال در بازار یا اهداف غیر اقتصادی هدفمند بوده باشند، نیازمند درک دقیق‌تر است.

همزمان، وابستگی‌های تجاری اقتصادهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی به چین نیز باید در چارچوب وابستگی‌های چین به اقتصادهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی بررسی شود. سازمان توسعه و همکاری اقتصادی به‌عنوان یک گروه و همچنین چندین کشور عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی به‌صورت منفرد، طرف‌های بسیار مهم‌تری در وابستگی‌های چین محسوب می‌شوند. افزون بر این، وابستگی‌های بخشی چین که شامل کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی می‌شود، چندین صنعت را دربر می‌گیرد که در آن‌ها برخی کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی نیز به چین وابسته‌اند، و این امر ماهیت متقابل برخی از وابستگی‌های تجاری را برجسته می‌سازد (شکل ۱.۵).

شکل ۱.۴. تحول وابستگی‌های وارداتی کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی بر اساس کشورهای عمده صادرکننده

میانگین تعداد وابستگی‌های وارداتی دوجانبه در هر کشور به ایالات متحده، چین، آلمان و سایر کشورها (سهامها در برچسب‌ها)

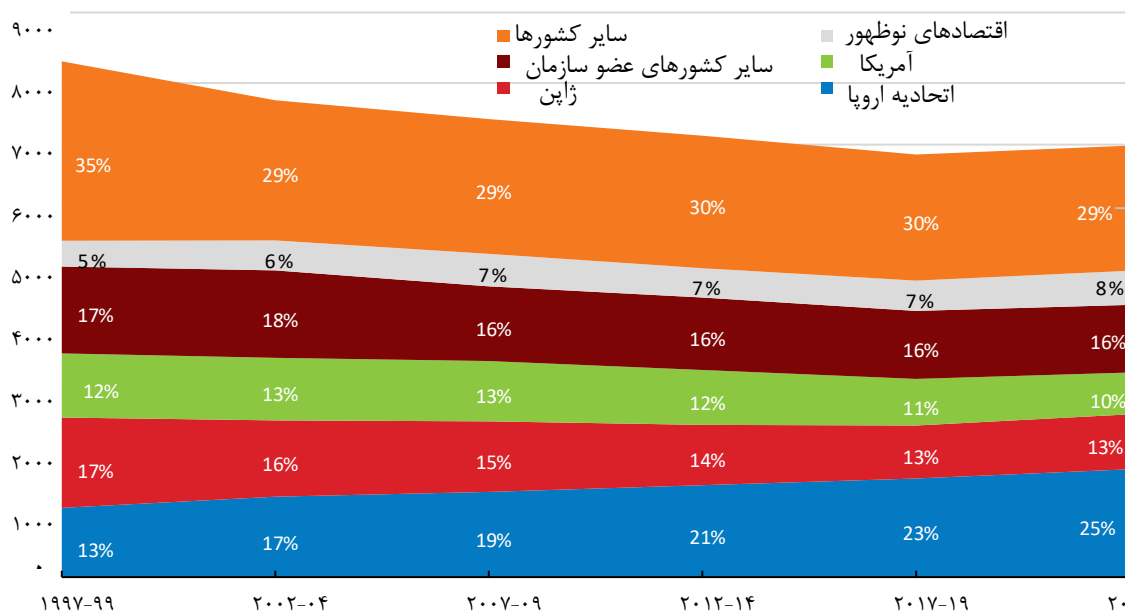


توضیح: سایر شامل تمامی کشورهای عضو و غیرعضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی است که در پایگاه داده «BACI» پوشش داده شده‌اند (برای اطلاعات بیشتر: Arriola et al, 2024).

Source: OECD calculations using the BACI data

شکل ۱.۵. تحول وابستگی‌های وارداتی چین بر اساس کشورهای یا مناطق عمده صادرکننده

میانگین تعداد وابستگی‌های وارداتی دوجانبه چین به ایالات متحده، آلمان، ژاپن، سایر کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، اقتصادهای نوظهور و سایر کشورها (سه‌م‌ها در برچسب‌ها)



توضیح: سایر کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی شامل تمامی کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی به جز ایالات متحده، ژاپن و کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی که عضو اتحادیه اروپا هستند، می‌شود. گروه اقتصادهای بزرگ دیگر شامل برزیل، چین، هند، اندونزی، روسیه و آفریقای جنوبی است. برای اطلاعات بیشتر: (Arriola et al, 2024) مراجعه کنید.

Source: OECD calculations using the BACI data.

پیش‌بینی آثار شوک‌هایی که از طریق زنجیره‌های تأمین بین‌المللی منتقل می‌شوند

در حالی که تحلیل در سطح محصول می‌تواند بینش‌های ارزشمندی درباره وابستگی تجاری ارائه دهد، میزان در معرض بودن اقتصادهای ملی نسبت به شوک‌های احتمالی به ماهیت تخصصی شدن و میزان ادغام آن‌ها در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی بستگی دارد. این ویژگی‌ها فراتر از تمرکزهای تجاری و سهم‌های دوجانبه در تجارت هستند. مدل تجارت جهانی مترو^۴ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی می‌تواند برای واکاوی برخی روابط کلی

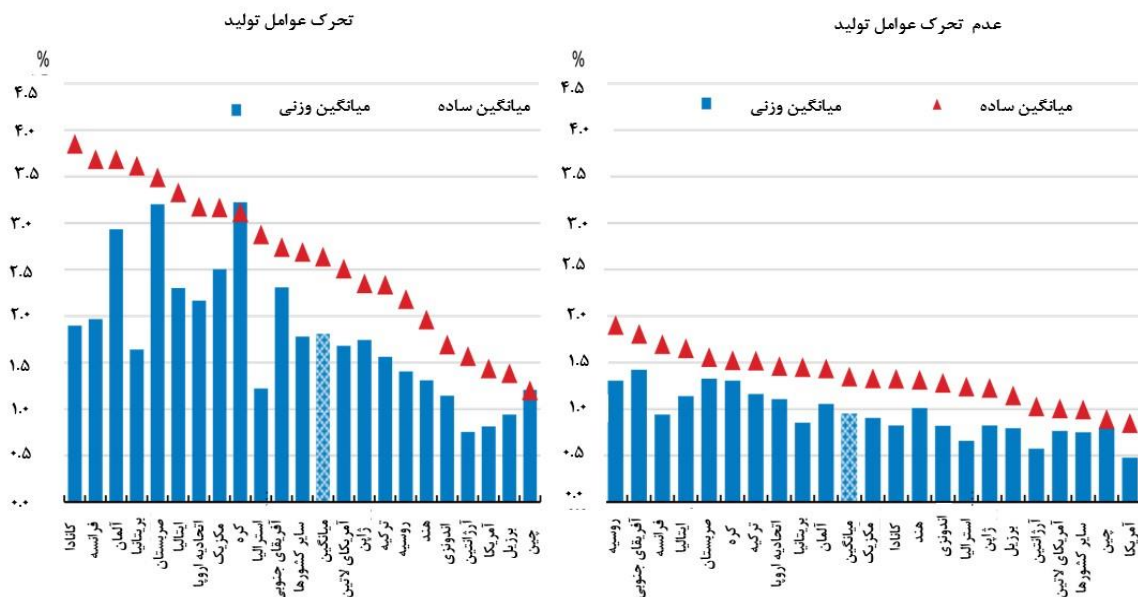


مورد استفاده قرار گیرد، با هدف کمک به تلاش‌های دولت‌ها و کسب‌وکارها جهت افزایش تاب‌آوری در برابر شوک‌ها (Arriola et al, 2020). هرچند این مدل‌سازی بر چندین فرض استوار بوده و بنابراین در استخراج پیامدهای سیاستی نیازمند رویکردی محتاطانه است، اما می‌توان چند یافته کلی و پیامدهای سیاستی را شناسایی کرد.

اختلالات تولید در بیشتر بخش‌های اقتصاد جهانی، واکنش‌های نسبتاً کوچکی در تولید سایر بخش‌ها ایجاد می‌کند. این امر نشان می‌دهد که ساختار کنونی پیوندهای داخلی و بین‌المللی و سازوکارهای تعدیل اقتصادی، تمایل دارند آثار شوک‌ها را کاهش دهند نه آنکه آن‌ها را تشدید کنند. با این حال، برخی موارد استثنایی بزرگ نیز وجود دارد که نشان می‌دهد شوک‌ها در برخی بخش‌های اقتصاد جهانی می‌توانند پیامدهای مهم‌تری به همراه داشته باشند. آثار شوک‌هایی که در سایر بخش‌های داخلی رخ می‌دهند، معمولاً بزرگ‌تر از آثار شوک‌هایی هستند که در بخش‌های خارجی اتفاق می‌افتند. دلیل این امر آن است که در بیشتر بخش‌ها، اتکا به نهاده‌ها و بازارهای خارجی برای محصولات نهایی هنوز کمتر از اتکا به نهاده‌ها و بازارهای داخلی کالا و عوامل تولید است. علاوه بر این، بازارهای بین‌المللی گزینه‌های گسترده‌تری برای تعدیل و تنوع‌بخشی نسبت به بازارهای داخلی فراهم می‌کنند. بنابراین، اختلالات تولیدی که از بخش‌های خارجی دارای پیوندهای عمودی سرچشمه می‌گیرند، همان نوع شوک‌هایی که در مرکز بحث درباره انتشار شوک‌ها در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی قرار دارند (که در این بخش به اختصار شوک‌های «GVC» نامیده می‌شوند)، به نظر نمی‌رسد منبع اصلی اختلالات باشند. در حالی که اختلالات در بخش‌های بالادستی زنجیره ارزش می‌تواند دسترسی به نهاده‌های میانی را محدود کند و کاهش تولید در بخش‌های پایین‌دستی می‌تواند تقاضا برای نهاده‌ها را کاهش دهد، بیشتر آثار، دو مرتبه بزرگی کوچک‌تر از شوک‌های اولیه هستند. پراکندگی آثار نیز کمتر از شوک‌های داخلی است. این امر بار دیگر نشان‌دهنده سطح کنونی تنوع‌بخشی و امکان‌های بیشتر برای تعدیل در زنجیره‌های ارزش جهانی (GVCs) است. طیف گسترده‌ای از سازوکارهای تعدیل اقتصادی داخلی و بین‌المللی ممکن است در جریان باشند. سیگنال‌های قیمتی که منجر به جایگزینی تأمین‌کنندگان دیگر یا بازارهای جایگزین می‌شوند، و واکنش‌های بازارهای کار و سرمایه، نقش مهمی در شکل‌دهی به واکنش‌ها نسبت به شوک‌ها ایفا می‌کنند. بنابراین، این عوامل باید بخشی از ارزیابی‌ها درباره میزان تاب‌آوری در برابر شوک‌ها و وابستگی تجاری باشند. میزان تعدیل در بازار عوامل تولید می‌تواند بر انتقال شوک‌ها تأثیر بگذارد. آثار شوک‌ها در سطح اقتصادهای ملی زمانی که عوامل تولید قادر به جابه‌جایی میان بخش‌ها نباشند (کوتاه‌مدت)، معمولاً کوچک‌تر است نسبت به زمانی که این عوامل بتوانند آزادانه جابه‌جا شوند (میان‌مدت تا بلندمدت). این امر نشان می‌دهد که اختلالات کوتاه‌مدت ممکن است اهمیت کمتری داشته باشند نسبت به اختلالاتی که مدت‌زمان بیشتری ادامه می‌یابند و فرصت بیشتری برای واکنش بازار عوامل تولید و انتقال آثار به سایر بخش‌ها فراهم می‌کنند. همچنین، این موضوع حاکی از آن است که سیاست‌های حمایت از اشتغال یا محدود

کردن جابه‌جایی سرمایه می‌توانند در برابر شوک‌های موقت نقش کاهنده ایفا کنند. در حالی که بیشتر آثار شوک‌های زنجیره ارزش جهانی بسیار کوچک‌تر از شوک‌های اولیه هستند، در بخش کوچکی از موارد عکس این موضوع صادق است، به‌گونه‌ای که واکنش‌ها بیش از سه برابر بزرگ‌تر می‌شوند. علاوه بر این، انباشت چندین شوک منفی (همان‌گونه که برای نمونه در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ رخ داد) می‌تواند پیامدهای مهم‌تری به همراه داشته باشد. آمارهایی که واکنش‌ها به چنین مجموعه‌های بسیار نامطلوبی از شوک‌ها را خلاصه می‌کنند، نشان می‌دهند که برخی بخش‌ها و کشورها ممکن است بیش از دیگران در معرض قرار گیرند. اقتصادهایی که پیوندهای عمودی قوی با اقتصادهای بزرگ خارجی دارند، معمولاً بیشتر در معرض شوک‌های زنجیره ارزش جهانی هستند؛ به‌گونه‌ای که کانادا، فرانسه، آلمان و بریتانیا در صدر رتبه‌بندی قرار دارند، در حالی که ایالات متحده، برزیل و چین به دلیل اتکای بیشتر به بازارهای داخلی کالا و عوامل تولید در بیشتر بخش‌ها، نسبتاً کمتر در معرض قرار می‌گیرند. روسیه و آفریقای جنوبی در فرض عدم جابه‌جایی عوامل تولید، به صدر فهرست کشورهایایی که بیشترین میزان در معرض قرار گرفتن را دارند، منتقل می‌شوند. دلیل این امر آن است که بخش‌هایی که این کشورها معمولاً در آن‌ها تخصص دارند، مانند نفت و زغال‌سنگ، معدن و صنایع شیمیایی، بیشتر در معرض شوک‌های خارجی قرار دارند و زمانی که نیروی کار و سرمایه قادر به مهاجرت به سایر بخش‌ها نباشند، با دشواری بیشتری در تعدیل مواجه می‌شوند (شکل ۱.۶).

شکل ۱.۶. حداکثر مواجهه با شوک‌های زنجیره ارزش جهانی (GVC) در سراسر کشورها



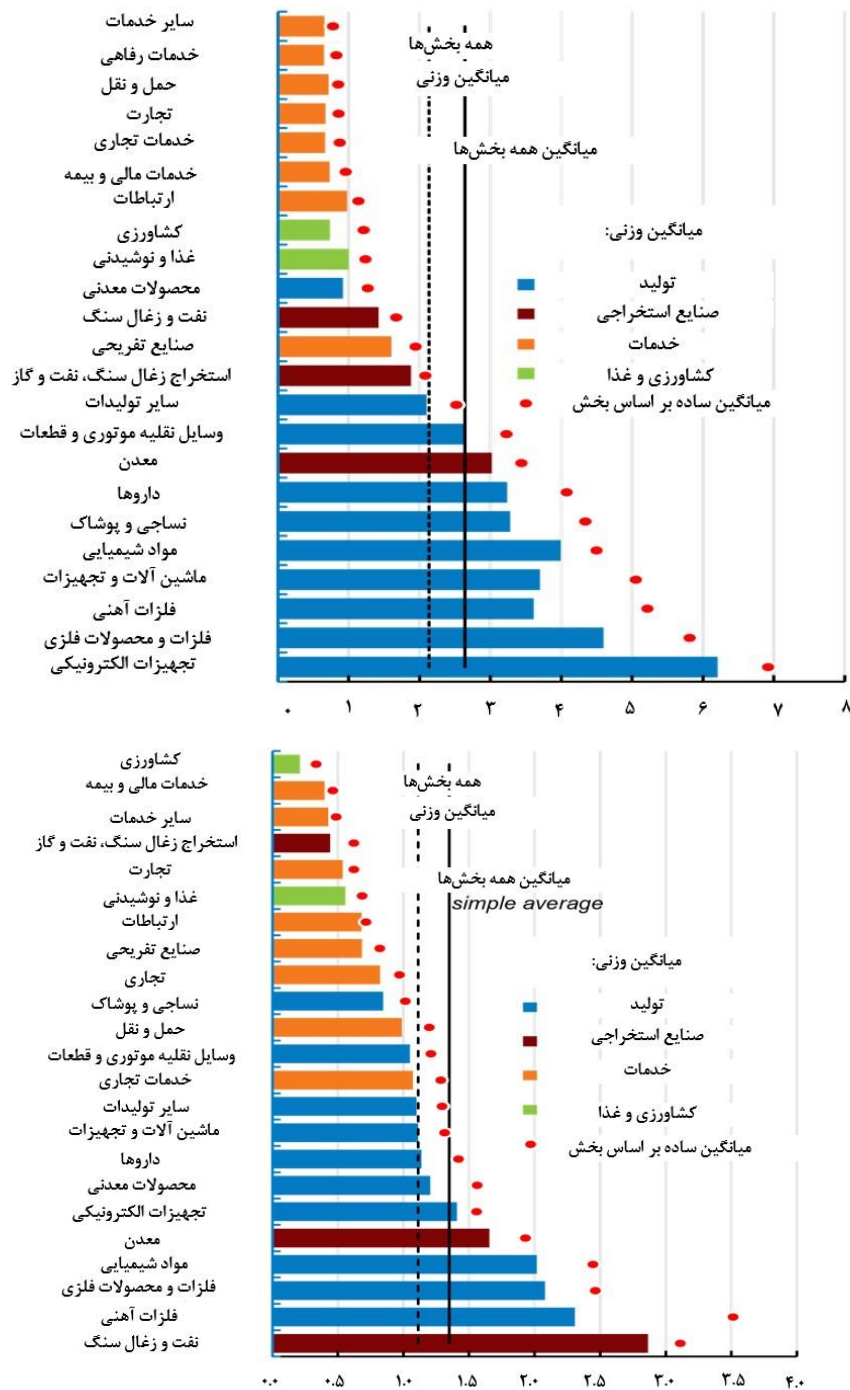
توضیح: مقادیر خروجی در نقطه شروع شبیه‌سازی به عنوان وزن برای تولید میانگین‌های وزنی استفاده می‌شوند.

Source: OECD METRO model simulations.

در میان بخش‌ها، تنوع بیشتری در شاخص‌های میزان مواجهه با شوک‌ها مشاهده می‌شود تا میان کشورها؛ و این امر نشان می‌دهد که امکان اجرای ابتکارهای بخشی برای کاهش مواجهه با شوک‌ها وجود دارد. به‌طور میانگین، بخش‌های تولیدی (Manufacturing) بسیار بیشتر از بخش خدمات و کشاورزی و غذا در معرض شوک‌های ناشی از تولید خارجی قرار دارند، زیرا هم از نظر مقصد صادرات و هم از نظر تأمین نهاده‌های واسطه‌ای بیشتر در سطح بین‌المللی فعالیت می‌کنند. به همین دلیل، تولیدات الکترونیک، فلزات غیرآهنی، آهن و فولاد، ماشین‌آلات و تجهیزات، و مواد شیمیایی از جمله بخش‌هایی هستند که بیشترین میزان مواجهه را دارند. زمانی که عوامل تولید قابلیت جابه‌جایی نداشته باشند، صنایع استخراجی و نیز بخش‌های تولیدی مرتبط با آن‌ها (مانند فلزات، آهن و فولاد، و مواد شیمیایی) به بالای رتبه‌بندی میزان مواجهه با شوک‌ها منتقل می‌شوند (مطابق شکل ۱.۷). تفاوت‌های مهمی نیز میان کشورها و بخش‌ها از نظر این که کدام شوک‌ها بیشترین سهم را در میزان مواجهه دارند وجود دارد. برای مثال، بخش خودروسازی آلمان هرچند نسبت به تولید تجهیزات الکترونیکی یا فلزات در مقایسه با زنجیره‌های ارزش جهانی کمتر در معرض شوک قرار دارد، اما در مقایسه با بخش خودروسازی ایالات متحده نسبتاً بیشتر در معرض شوک‌هاست. علاوه بر این، بخش قابل‌توجهی از این میزان مواجهه در آلمان ناشی از شوک‌هایی است که از چین سرچشمه می‌گیرند.

بخش‌های خدماتی، که در برخی کشورها سهم بزرگی از منابع نیروی کار را به خود اختصاص می‌دهند (مانند مهمان‌داری و تفریح، تجارت خردفروشی، ساخت‌وساز یا انبارداری و فعالیتهای پشتیبانی)، می‌توانند منشأ شوک‌هایی باشند که آثار نسبتاً بزرگی بر اقتصاد جهانی دارند. با این حال، این نوع شوک‌ها معمولاً از طریق محدودیت در دسترسی به نهاده‌های میانی یا کاهش تقاضا برای آن‌ها منتقل نمی‌شوند، بلکه بیشتر از طریق آثار گسترده بر کل اقتصاد داخلی و درگیر کردن بازارهای عوامل تولید عمل می‌کنند. در میان مدت تا بلندمدت، کاهش تولید در این بخش‌ها معمولاً با آزاد شدن نیروی کار و سرمایه همراه است که در بخش‌های دیگر اقتصاد به کار گرفته می‌شوند و همین امر بر سایر بخش‌ها تأثیر می‌گذارد. شوک‌ها به بخش خدمات کسب‌وکار، بخشی که پیوندهای بالادستی و پایین‌دستی قوی با بخش‌های تولیدی دارد، با انتقال کلاسیک‌تر شوک‌های عمودی خارجی از طریق زنجیره‌های ارزش جهانی مشخص می‌شوند.

شکل ۱.۷. حداکثر مواجهه با شوک‌های زنجیره ارزش جهانی در بخش‌های مختلف



توضیح: ارزش تولید در نقطه آغاز شبیه‌سازی به‌عنوان وزن برای محاسبه میانگین‌های وزنی استفاده شده است.

Source: OECD METRO model simulations

ریسک‌زدایی زنجیره‌های تأمین: اثرات اقتصادی احتمالی سناریوهای چندپارگی تجاری ناشی از سیاست‌گذاری

بحث در بخش‌های قبلی نشان می‌دهد که برخی از پیوندهای تجاری نسبتاً متمرکز به نظر می‌رسند و این ممکن است احتمال آسیب‌های اقتصادی یا سایر آسیب‌ها را در زمینه شوک‌های بزرگ و غیرمنتظره یا اجبار اقتصادی مرتبط با تجارت افزایش دهد. این امر، شایستگی نظارت بر معیارهای تمرکز تجارت و پیش‌بینی اثرات شوک‌ها و اختلالات احتمالی را تأیید می‌کند. با این حال، این امر همچنین ممکن است نشان‌دهنده فضای بیشتری برای سیاست‌گذاران باشد تا تنوع تجاری را برای کاهش ریسک برخی از پیوندهای تجاری ترغیب کنند به‌تازگی، نگرانی‌ها درباره وابستگی‌های تجاری و میزان مواجهه با شوک‌ها، نقش فزاینده سیاست‌های اقتصادی راهبردی و افزایش تنش‌های ژئوپولیتیکی منجر به موج جدیدی از درخواست‌ها برای واگسترسازی (deglobalization)، دوست‌محور کردن زنجیره تأمین (friend shoring)، نزدیک‌سازی (nearshoring)، ایجاد بلوک‌های تجاری یا بومی‌سازی دوباره تولید شده است (e.g. Arriola et al. (2020), Crowe and Rawdanowicz (2023)).

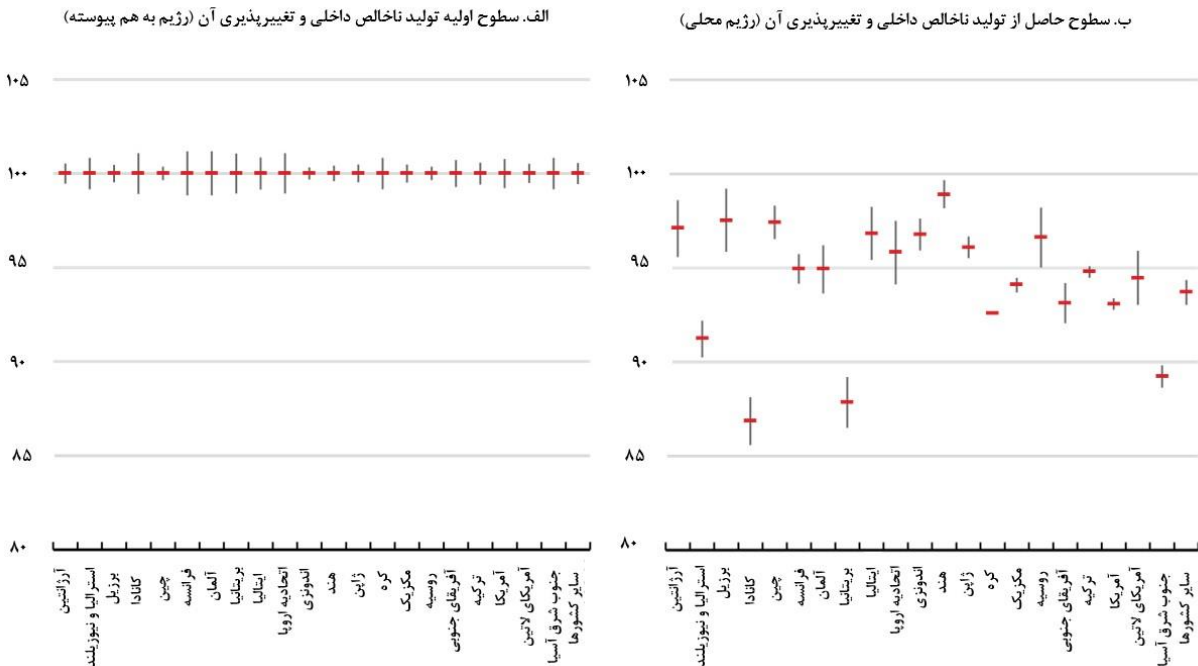
تا همین اواخر، شواهد روشنی از یک سازمان‌دهی عمده در زنجیره‌های تأمین بین‌المللی به سمت بازگشت تولید (reshoring) یا تجزیه ژئواقتصادی وجود نداشت. با این حال، ثبات نسبت تجارت جهانی به تولید ناخالص داخلی که از زمان بحران مالی جهانی ۲۰۰۸-۲۰۰۹ مشاهده شده است، نشان‌دهنده کند شدن روند جهانی‌سازی اقتصادی است. همچنین نشانه‌هایی وجود دارد مبنی بر اینکه برخی از پاسخ‌های سیاستی تازه اجرا شده یا در دست بررسی، در حال بازآرایی چشم‌انداز مقرراتی زنجیره‌های تأمین هستند و به محرک‌های کلیدی تصمیمات راهبردی بالقوه بلندمدت شرکت‌ها تبدیل می‌شوند. این موضوع را می‌توان، برای نمونه، در نتایج نظرسنجی‌های اخیر درباره راهبردهای بهبود تاب‌آوری کسب‌وکارها (e.g., Accenture (2023) and EconPol (2024)) و در تغییر جهت تجارت دوجانبه میان چین، ایالات متحده و اتحادیه اروپا، و همچنین در اهمیت فزاینده اقتصادهای ثالث (OECD, 2023) مشاهده کرد. شواهد تجربی نوظهور نشان می‌دهد که سطح نسبتاً بالایی از وابستگی متقابل تجاری وجود دارد. تا جایی که تجزیه می‌تواند شامل برهم‌زدن زنجیره‌های تأمین بین‌المللی، قطع عرضه مواد خام حیاتی و به خطر انداختن انتقال فناوری و تقسیم کار میان کشورها در سطوح مختلف توسعه باشد، هزینه‌های اقتصادی ناشی از تجزیه قابل توجه تجارت بالقوه بسیار بالا خواهد بود.

برآوردهای مبتنی بر مدل از سناریوهای احتمالی تجزیه می‌توانند آموزنده باشند، اما در نهایت به فرضیات مربوط به دامنه و ماهیت تجزیه وابسته‌اند؛ از سناریوهای افزایش اندک در موانع سیاست‌های تجاری گرفته تا ادغام منطقه‌ای تبعیض‌آمیز و حتی شکل‌گیری بلوک‌های تجاری ژئوپولیتیکی کم‌وبیش خودکفا. تحلیل‌های مبتنی بر مدل درباره هزینه‌های تجزیه پس از همه‌گیری کووید-۱۹ و به‌ویژه پس از تهاجم روسیه به اوکراین به‌طور

گسترده‌ای افزایش یافته‌اند. خلاصه‌ای از مطالعات مربوط به تجزیه تجارت پس از تهاجم روسیه که توسط صندوق بین‌المللی پول (IMF, 2023) انجام شده است، نشان می‌دهد که هزینه‌ها از کانال‌های تجاری و انتشار فناوری بین نزدیک به صفر تا ۱۲ درصد تولید ناخالص داخلی یک کشور یا منطقه متغیر است. همچنین این مطالعات حاکی از آن است که اقتصادهای در حال توسعه و بازارهای نوظهور بیشترین زیان را متحمل خواهند شد (هرچند، باز هم برآورد هزینه‌ها به شدت به فرضیات نامطمئن وابسته است).

یک تحلیل مبتنی بر مدل مترو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، که با انگیزه اختلالات اولیه زنجیره‌های تأمین ناشی از کووید-۱۹ و درخواست‌های گسترده برای بومی‌سازی زنجیره‌های تأمین در آن زمان انجام شد، تأثیرات شبیه‌سازی شده بر کارایی اقتصادی و میزان انتقال بین‌المللی شوک‌های هزینه تجاری خاص کشورها را تحت فرضیات مختلف درباره میزان باز بودن کشورها و ادغام آن‌ها در زنجیره‌های ارزش جهانی مقایسه کرد. این تحلیل نشان داد که سیاست‌هایی که ممکن است به زنجیره‌های ارزش محلی تر منجر شوند، احتمالاً از نظر کارایی پرهزینه خواهند بود و لزوماً در برابر شوک‌ها ثبات بیشتری فراهم نمی‌کنند (Arriola et al, 2020) (شکل ۱.۸). نظام اقتصادهای بومی‌شده، که مبتنی بر اجرای مجموعه‌ای از پاسخ‌های سیاستی فرضی و الگوسازی شده برای بومی‌سازی بود، جایی که همه کشورها تصمیم گرفتند میزان اتصال خود از طریق زنجیره‌های ارزش جهانی را با ترکیبی از تعرفه‌های بالاتر واردات، یارانه به تولید داخلی و اعمال محدودیت‌های بیشتر بر امکان تأمین در زنجیره‌های ارزش جهانی کاهش دهند، برآورد شده است که تجارت جهانی را بیش از ۱۸ درصد و تولید ناخالص داخلی واقعی جهانی را بیش از ۵ درصد نسبت به نظام به‌هم‌پیوسته کاهش دهد، به طوری که کشورها بسته به میزان و ماهیت ادغامشان در زنجیره‌های ارزش جهانی، بین ۱.۱ تا ۱۲.۲ درصد از تولید ناخالص داخلی خود را از دست خواهند داد. علاوه بر این، زمانی که آثار مجموعه‌ای الگوسازی شده از شوک‌های «زنجیره تأمین» مدل‌سازی شد، برخلاف برخی ادعاها در بحث عمومی درباره ریسک‌های زنجیره‌های ارزش جهانی، در نظام بومی‌شده این شوک‌ها منجر به افزایش قابل توجهی در ثبات تولید ناخالص داخلی، تولید و مصرف نسبت به نظام به‌هم‌پیوسته نشدند. در واقع، در بیش از نیمی از اقتصادها، ثبات تولید ناخالص داخلی در نظام بومی‌شده کاهش یافت. دلیل این امر آن است که باز بودن اقتصاد و تنوع جغرافیایی در منابع نهاده‌ها و مقاصد خروجی در زنجیره‌های ارزش جهانی می‌تواند امکان سازگاری با اختلالات را فراهم کند.

شکل ۱.۸. سطح و نوسان تولید ناخالص داخلی در سناریوی زنجیره تأمین بومی تر



توضیح: تمامی تغییرات در متغیرها نسبت به سطح سناریوی پایه نظام به هم پیوسته محاسبه شده‌اند که برابر با ۱۰۰ در نظر گرفته شده است. نقاط آبی، سطح پایه در رژیم مورد نظر را نسبت به پایه به هم پیوسته نشان می‌دهند و خطوط (whiskers) میانگین انحرافات ناشی از شوک‌های منفی و مثبت هزینه‌های تجاری را نمایش می‌دهند.

Source: Arriola et al. (2020[3]), "Efficiency and risks in global value chains in the context of COVID-19", OECD Economics Department Working Papers, No. 1637, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3e4b7ecf-en>.

یک مطالعه اخیر سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (Arriola et al., 2024) درباره ابعاد اقتصاد کلان وابستگی‌های تجاری، پیامدهای اقتصادی احتمالی یک سناریوی فرضی و بسیار الگوسازی شده را بررسی کرد که در آن تجارت میان سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (MOEs) به طور جزئی کاهش یافته بود. در این سناریو فرض شد که تمامی جریان‌های تجارت کالا و خدمات میان هر یک از کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و هر یک از اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به میزان ۱۰ درصد کاهش یابد (که از این پس به عنوان «شوک کاهش تجارت» یا «شوک تجاری» یاد می‌شود). سایر جریان‌های تجاری فرض شد که به طور مستقیم تحت تأثیر قرار نگیرند، اما می‌توانستند به طور غیرمستقیم تحت تأثیر واقع شوند؛ برای مثال از طریق اختلال در پیوندهای غیرمستقیم مرتبط با تجارت

اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در صورت وجود چنین پیوندهایی، یا از طریق تغییر مسیر تجارت و سایر سازگاری‌های اقتصادی.

این سناریو با استفاده از جداول داده‌های ورودی-خروجی بین‌کشوری سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (ICIO) و روش‌های تحلیل ورودی-خروجی، و همچنین مدل تجاری تعادل عمومی محاسباتی (CGE) سازمان همکاری و توسعه اقتصادی موسوم به مترو مورد بررسی قرار گرفت. هرچند این رویکردها سطوح متفاوتی از جزئیات کشور و صنعت را در نظر می‌گیرند و بر سازوکارهای مختلف سازگاری اقتصادی تأکید می‌گذارند، هر دو رویکرد داده‌های ورودی-خروجی بین‌کشوری سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و مدل تجاری تعادل عمومی محاسباتی امکان ارزیابی پیامدهای اقتصاد کلان وابستگی‌های تجاری را فراهم می‌کنند. آن‌ها همچنین دیدگاه گسترده‌تری نسبت به زنجیره تأمین اتخاذ می‌کنند و نه تنها وابستگی‌های تجاری ناشی از روابط مستقیم واردات و صادرات را در بر می‌گیرند. بلکه آن دسته از وابستگی‌هایی را نیز ثبت می‌کنند که ممکن است از پیوندهای تجاری غیرمستقیم ناشی شوند (برای مثال، زمانی که محصولی از یک کشور به کشور دیگر صادر می‌شود و در آن بخشی تولیدشده در کشور ثالث به کار رفته است). نکته مهم این است که این روش‌ها امکان تحلیل وابستگی‌های مستقیم و غیرمستقیم در بخش‌های خدماتی را نیز فراهم می‌کنند. به‌طور کلی، نتایج این تحلیل (Arriola et al, 2024) سطح بالای وابستگی متقابل تجاری میان دو گروه کشورها (و به‌ویژه میان کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و چین) را تأیید می‌کند و برخی از هزینه‌های اقتصادی مرتبط با راهبردهای در حال بحث درباره کاهش ریسک در زنجیره‌های تأمین را نشان می‌دهد:

* در سناریوی کاهش تجارت، بیشتر کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی متضرر می‌شوند؛ با این حال، تفاوت‌های قابل توجهی میان کشورها وجود دارد و آثار برآوردشده به رویکرد مدل‌سازی مورد استفاده بستگی دارد. بسته به چارچوب مدل‌سازی و کشور مورد نظر، کاهش تولید ناخالص داخلی از صفر تا حدود ۱.۷ درصد متغیر است.

* کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و بخش‌هایی که پیوندهای تجاری قوی‌تری با اقتصادهای غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی دارند، نسبت به آن‌هایی که ارتباطات بیشتری با سایر اقتصاد کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی دارند، وضعیت بدتری پیدا می‌کنند؛ در حالی که پیوندهای قوی‌تر درون سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به کاهش آثار شوک تجاری کمک می‌کند. کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در منطقه آسیا-اقیانوسیه، به‌ویژه کره جنوبی و استرالیا، بیشترین تأثیر را متحمل می‌شوند، در حالی که کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در اروپا به‌طور متوسط تحت تأثیر قرار می‌گیرند و کشورهای آمریکای شمالی عمدتاً بدون تأثیر باقی می‌مانند.

* در تمامی مناطق سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، عامل اصلی این کاهش‌های تولید ناخالص داخلی، کاهش تجارت با چین است؛ هرچند برخی کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیز در معرض وابستگی‌های قابل توجهی به سایر اقتصادهای غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی قرار دارند. این امر چندان شگفت‌انگیز نیست، زیرا چین تقریباً دوسوم کل تجارت اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی با سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را به خود اختصاص می‌دهد.

* بررسی‌ها نشان داده‌اند که شوک تجاری مورد نظر بر تولید ناخالص داخلی برخی از کشورهای اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی حتی بیش از کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تأثیر می‌گذارد. دلیل این امر آن است که پیوندهای صادرات و واردات مختل شده در این سناریو سهم بزرگ‌تری از اقتصاد در کشورهای اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را تشکیل می‌دهند.

در هر کشور، همه بخش‌های اقتصاد به یک اندازه در معرض شوک تجاری مورد نظر قرار نمی‌گیرند. فهرست صنایع بیشترین تأثیرپذیری از کشوری به کشور دیگر متفاوت است، اما به‌طور نسبتاً رایج، بالاترین سطح مواجهه در بخش اولیه اقتصاد و به‌طور مشخص در خوشه معدن و استخراج مشاهده می‌شود. دلیل این امر آن است که شوک تجاری چندین جریان مهم منابع معدنی میان اقتصادهای بزرگ غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را محدود می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل‌های تجربی اکتشافی اخیر سازمان همکاری و توسعه اقتصادی که تلاش داشتند تحول تاریخی و اهمیت اقتصادی وابستگی‌های تجاری را کمی‌سازی کنند، برخی از نگرانی‌های نهفته در بحث تجارت را نشان می‌دهد. تولید جهانی دست‌کم برخی محصولات به‌طور فزاینده‌ای متمرکز شده و بیش از پیش در اطراف برخی کشورها و مناطق تجمع یافته است. بنابراین، شوک‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی، تغییرات در سیاست‌های اقتصادی یا منازعات ژئوپولیتیکی، به‌طور منطقی می‌توانند ظرفیت بیشتری برای مختل کردن پیوندهای تجاری و ایجاد آسیب‌های اقتصادی یا اجتماعی داشته باشند. تمرکز نیز می‌تواند موجب نگرانی‌هایی درباره مسائل ناشی از سیاست‌ها در زمینه امنیت عرضه شود، مانند اجبار اقتصادی. در حالی که افزایش تمرکز تجارت ممکن است تحت تأثیر عوامل اقتصادی بازار مانند منابع طبیعی، مزیت نسبی، صرفه‌های ناشی از مقیاس یا تجزیه زنجیره‌های ارزش جهانی شکل گرفته باشد، این روند همچنین می‌تواند تحت تأثیر سیاست‌های غیربازاری و به‌ویژه حمایت‌های دولتی قرار گرفته باشد. از این‌رو، علاقه‌مندی به درک بهتر دلایل رشد تمرکز وجود دارد. به‌طور خاص، سهم عوامل طبیعی و عوامل مرتبط با سیاست‌ها — از جمله سیاست‌هایی که ممکن است شامل اعوجاج‌های بازار یا اهداف غیراقتصادی هدفمند بوده باشند — نیازمند درک دقیق‌تر است.

در حالی که تمرکز تجاری به طور متوسط افزایش یافته است، بخش‌های بزرگ، اگر نگوییم غالب از تجارت جهانی و ملی همچنان به طور کلی نسبتاً متنوع باقی مانده‌اند. همان‌گونه که در نمایه تمرکز جریان‌های تجارت جهانی نشان داده شده است، بازارهای بین‌المللی محصولات نیز عموماً با درجه‌ای معقول از رقابت و کنترل محدود بر عرضه یا شکل‌گیری قیمت توسط برخی واردکنندگان یا صادرکنندگان خاص مشخص می‌شوند. افزون بر این، تشخیص پیوندهای تجاری متمرکزی که می‌توانند مشکل‌ساز باشند از پیوندهای تجاری سودمند دشوار است. نگرانی‌های مشروعی وجود دارد مبنی بر اینکه واکنش‌های سیاستی که با هدف کاهش ریسک‌های تجاری و بهبود تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین طراحی می‌شوند، ممکن است به‌خوبی تدوین نشده باشند و به‌طور غیرضروری منافع تجارت بین‌المللی را تضعیف کنند. در این زمینه، بحث کنونی درباره کاهش ریسک در تجارت بین‌المللی نیازمند بررسی دقیق هزینه‌ها و منافع احتمالی گزینه‌های مختلف سیاستی است. روش‌های متفاوتی که برای ارائه شواهد به‌کار گرفته شده‌اند، همگی سطح نسبتاً بالای وابستگی متقابل تجاری میان کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و اقتصادهای غیرعضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (به‌ویژه میان کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و چین) را نشان می‌دهند و همچنین هزینه‌های اقتصادی بالقوه بالای ناشی از تجزیه قابل توجه تجارت را برجسته می‌سازند.

منابع:

- Accenture (2023), Resiliency in the making: Turning adversity into advantage for engineering supply, production and operations, Accenture.
- Antras, P. and R. Staiger (2012), “Offshoring and the Role of Trade Agreements”, American Economic Review, Vol. 102(7), pp. 3140–3183.
- Arriola, C. et al. (2024), “Towards demystifying trade dependencies: At what point do trade linkages become a concern?”, OECD Trade Policy Papers, No. 280, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/2a1a2bb9-en>.
- Arriola, C. et al. (2020), Efficiency and risks in global value chains in the context of Covid-19, <https://doi.org/10.1787/18151973>.
- Baker, S., N. Bloom and S. Davis (2016), Measuring Economic Policy Uncertainty, https://www.policyuncertainty.com/media/EPU_BBD_Mar2016.pdf.
- Baldwin, R. (2011), “Trade and Industrialization after Globalization’s Second Unbundling: How Building and Joining a Supply Chain Are Different and Why It Matters”, NBER Working Papers, Vol. Working Paper No.17716, <https://www.nber.org/papers/w17716>.
- Berthou, A., A. Haramboure and L. Samek (2024), “Mapping and testing product-level vulnerabilities in granular production networks”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2024/02, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9bcde495-en>.



Bonneau, C. and M. Nakaa (2020), “Vulnérabilité des approvisionnements français et européens”, Trésor-Éco n° 274, Ministère de l'Économie, Des Finances, et De La Relance, France, <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/511478e4-5fb3-48a6-afbc-edc5186be04c/files/e1968df8-f94a-4718-bbeb-992db19864e6>.

Caldara, D. and M. Iacoviello (2022), “Measuring Geopolitical Risk”, American Economic Review, Vol. 112(4), pp. 1194–1225, <https://doi.org/10.1257/aer.20191823>.

Crowe, D. and L. Rawdanowicz (2023), Risks and Opportunities of Reshaping Global Value Chains, OECD Publishing, <https://doi.org/forthcoming>.

EconPol (2024), Reconfiguration of Supply Chains: What Are the Priorities of German Firms?, https://www.econpol.eu/publications/policy_brief_56/reconfiguration-of-supply-chains.

European Commission (2022), EU strategic dependencies and capacities: second stage of in depth reviews. Commission Staff Working Document SWD (2022) 41, <https://www.europeansources.info/record/eu-strategic-dependencies-and-capacities-second-stage-of-in-depth-reviews/>.

IMF (2023), Goeconomic Fragmentation and the Future of Multilateralism, International Monetary Fund, <https://www.imf.org/en/Publications/Staff-DiscussionNotes/Issues/2023/01/11/Geo-Economic-Fragmentation-and-the-Future-of-Multilateralism-527266>.

Kowalski, P. et al. (2015), “Participation of Developing Countries in Global Value Chains: Implications for Trade and Trade-Related Policies”, OECD Trade Policy Papers, No. 179, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5js331fw0xxn-en>.

Lafrogne-Joussier, R. (2021), Supply shocks in supply chains: Evidence from the early lockdown in China, https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=16813.

Miller, R. and P. Blair (2022), Input-output analysis: foundations and extensions (3rd edition), Cambridge University Press.

OECD (2024), Risks and Resilience in Global Trade: Key Trends in 2023-2024, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1c66c439-en>.

Schwellnus, C. et al. (2023), “Global value chain dependencies under the magnifying glass”, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 142, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b2489065-en>.

Staiger, R. (2022), A World Tradeing System for the Twenty-First Century, Massachusetts Institute of Technology.

Vicard, V. and P. Wibaux (2023), EU Strategic Dependencies: A long view. CEPII Policy Brief No. 41 June 2023, http://www.cepii.fr/PDF_PUB/pb/2023/pb2023-41.pdf.

فصل ۲

تمرکز ویژه: زنجیره‌های ارزش نیمه‌رساناها

آنتون هارامبور، گی لالان، لیا سامک و آنجلا اتتری^۵

نیمه‌رساناها اجزای بنیادی فناوری دیجیتال هستند. آن‌ها نه تنها نقشی حیاتی در حوزه‌هایی مانند هوش مصنوعی (AI) و محاسبات کوانتومی ایفا می‌کنند، بلکه در طیف گسترده‌ای از محصولات روزمره نیز به کار گرفته می‌شوند. برای نمونه، یک خودروی مدرن ممکن است تا ۳۰۰۰ تراشه نیمه‌رسانا داشته باشد که همه چیز را از مدیریت باتری و تزریق سوخت گرفته تا سامانه‌های سرگرمی و اطلاع‌رسانی کنترل می‌کنند (Ewing and Boudette, 2021). کمبودهای نیمه‌رسانا که پس از همه‌گیری کووید-۱۹ رخ داد، نشان داد که دسترسی به این اجزای حیاتی امری بدیهی و تضمین شده نیست. در این زمینه، تعدادی از کشورها اخیراً ابتکارات سیاستی را برای تقویت تولید داخلی نیمه‌رساناها به کار گرفته‌اند (کادر ۲.۱).

کادر ۲.۱. ابتکارات سیاستی اخیر منتخب برای تقویت عرضه نیمه‌رساناها

قانون چیپس و علوم ایالات متحده

قانون چیپس و علوم، که در سال ۲۰۲۲ در ایالات متحده معرفی شد، با هدف تقویت رقابت‌پذیری، نوآوری و امنیت ملی آمریکا در بخش نیمه‌رساناها و همچنین افزایش نیروی کار در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) تدوین گردید. اقدامات اصلی این قانون شامل اعتبارهای مالیاتی برای سرمایه‌گذاری در تولید، تأمین مالی پژوهش و توسعه (R&D) بخشی، و تأمین مالی آموزش و مهارت‌ها است. این قانون حدود ۵۳ میلیارد دلار (معادل ۰.۲٪ تولید ناخالص داخلی) را طی پنج سال برای این اهداف اختصاص داد که شامل حدود ۳۹ میلیارد دلار مشوق برای ساخت کارخانه‌های نیمه‌رسانا و حدود ۱۳ میلیارد دلار برای حمایت از پژوهش و توسعه (R&D) و نیروی کار در این حوزه می‌شود. همچنین، این قانون اعتبار مالیاتی ۲۵٪ برای ساخت و تجهیز کارخانه‌هایی که پیش از سال ۲۰۲۷ آغاز شده‌اند فراهم کرد. برآورد می‌شود هزینه این اعتبار طی ده سال به ۲۴.۳ میلیارد دلار برسد. افزون بر این، این قانون به‌طور چشمگیری هزینه‌های مجاز برای برنامه‌های پژوهش و توسعه علمی و فناوری فدرال را که توسط چندین نهاد فدرال اداره می‌شوند افزایش داد (به میزان حدود ۱۷۴ میلیارد دلار تا سال مالی ۲۰۲۷، معادل ۰.۷٪ تولید ناخالص داخلی سال ۲۰۲۲).

قانون چیپس و علوم همچنین شامل اقداماتی برای جلوگیری از گسترش تولید نیمه‌رسانا در چین یا سایر کشورهایی است که تهدیدی برای امنیت ملی ایالات متحده محسوب می‌شوند. با استثنای محدود، این قانون دریافت‌کنندگان بودجه و اعتبارهای مالیاتی سرمایه‌گذاری را از توسعه تولید نیمه‌رسانا در کشورهایی که تهدید امنیت ملی به‌شمار می‌آیند، به‌مدت ده سال منع می‌کند. این قانون همچنین چندین مقرر مرتبط با امنیت پژوهش را در بر می‌گیرد.

⁵ Guy Lalanne, Lea Samek and Angela Attrey



همزمان، ایالات متحده اقداماتی را برای تنظیم صادرات نیمه‌رساناهای پیشرفته و تجهیزات ساخت تراشه به چین اجرا کرده است. در اکتبر ۲۰۲۲، کنترل‌های صادراتی وضع شد تا انتقال تراشه‌های پیشرفته و ابزارهای تولید به شرکت‌های چینی با ارتباطات دولتی ممنوع شود. این محدودیت‌ها در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ گسترش یافت تا شکاف‌ها را پوشش دهد، فروش به مراکز داده را محدود کند و شرکت‌های بیشتری را هدف قرار دهد.

قانون چیپس اروپا

قانون چیپس اروپا در سپتامبر ۲۰۲۳ لازم‌الاجرا شد. هدف آن تقویت تولید نیمه‌رسانا در اتحادیه اروپا، کاهش وابستگی‌های خارجی و دو برابر کردن سهم بازار جهانی اتحادیه اروپا تا ۲۰٪ در سال ۲۰۳۰ است. این قانون بر پایه یک ساختار سه‌ستونی بنا شده است: ابتکار «چیپس برای اروپا» که هدف آن حمایت از پژوهش، توسعه و نوآوری در زیست‌بوم نیمه‌رساناهای اتحادیه اروپا و بهبود گذار از «آزمایشگاه به کارخانه» است؛ ستون دوم بر بهبود امنیت عرضه تمرکز دارد و چارچوبی تازه برای جذب سرمایه‌گذاری‌های بزرگ در ظرفیت‌های تولیدی ایجاد می‌کند؛ ستون سوم به راه‌اندازی سازوکار هماهنگی میان کشورهای عضو و کمیسیون اختصاص دارد تا تحولات بازار را پیش کرده و بحران‌ها را پیش‌بینی کند. این قانون برای تأسیسات کلیدی، معافیت‌هایی از قواعد کمک‌های دولتی فراهم می‌کند، ۳.۳ میلیارد یورو (معادل ۰.۲٪ تولید ناخالص داخلی) را از منابع موجود اتحادیه اروپا به پروژه‌های مرتبط اختصاص می‌دهد که با ۲.۹ میلیارد یورو تکمیل می‌شود، و به دنبال منطقی‌سازی سرمایه‌گذاری توسط کشورهای عضو است. کمیسیون اروپا قصد دارد از طریق این قانون، ۴۳ میلیارد یورو (معادل ۰.۳٪ تولید ناخالص داخلی) از منابع عمومی و خصوصی بسیج کند که ۱۱ میلیارد یورو آن از بازتخصیص منابع موجود تأمین خواهد شد. یارانه‌های اتحادیه اروپا برای سرمایه‌گذاری در تأسیسات جدید و بی‌سابقه ارائه می‌شوند.

راهبرد ژاپن برای نیمه‌رسانا و صنعت دیجیتال

در ژوئن ۲۰۲۱، دولت ژاپن راهبرد جدیدی با عنوان «راهبرد نیمه‌رسانا و صنعت دیجیتال» اعلام کرد که هدف آن افزایش توسعه و تولید داخلی نیمه‌رساناهای پیشرفته و سایر فناوری‌های نوین حیاتی برای گذار دیجیتال و سبز بود. نسخه اصلاح‌شده این راهبرد (in June 2023) دستیابی به بیش از ۱۵ تریلیون ین فروش نیمه‌رساناهای تولید داخل تا سال ۲۰۳۰ را به‌عنوان هدف تعیین کرده است. این راهبرد بر معافیت‌های مالیاتی و یارانه‌ها برای شرکت‌هایی که در نیمه‌رساناها، مراکز داده یا سایر فناوری‌های حیاتی سرمایه‌گذاری می‌کنند تکیه دارد، اما برآورد دقیق بودجه برای این اقدامات ارائه نمی‌دهد. در چارچوب این راهبرد، ژاپن از ایجاد یک شرکت نوین تولید تراشه به نام راپیدوس (Rapidus Corp) حمایت کرد که با پشتیبانی مالی عمومی به ارزش ۳۳۰ میلیارد ین همراه بود.

این تمرکز ویژه با هدف روشن‌سازی جایگاه صنعت نیمه‌رسانا در زنجیره‌های ارزش جهانی و شناسایی برخی ویژگی‌های حیاتی زنجیره ارزش نیمه‌رسانا تدوین شده است. این مطالعه از جداول ورودی-خروجی بین‌کشوری تقویت‌شده با داده‌های نیمه‌رسانا که توسط هارامبور و همکاران (۲۰۲۳) ساخته شده‌اند بهره می‌گیرد. همراه با داده‌های تجاری بسیار دقیق، این جداول به ترسیم مراحل مختلف زنجیره‌های ارزش نیمه‌رسانا کمک می‌کنند و آسیب‌پذیری‌های بالقوه ناشی از پراکندگی این فرایند تولیدی پیچیده و گسترده را آشکار می‌سازند.



تحلیل نشان می‌دهد که صنعت نیمه‌رسانا در زنجیره‌های ارزش جهانی در موقعیتی بسیار بالادستی قرار دارد و تولید آن به شدت در چند اقتصاد کلیدی، عمدتاً در آسیا، متمرکز است. توصیف جزئی زنجیره ارزش نیمه‌رسانا نشان‌دهنده پراکندگی قابل توجه آن است؛ به گونه‌ای که کشورهای مختلف در مراحل گوناگون تولید نقش رهبری پررنگی ایفا می‌کنند. این پیکربندی، وابستگی‌های متقابل گسترده‌ای میان کشورها ایجاد می‌کند و آسیب‌پذیری‌های بالقوه‌ای را به همراه دارد. هرگونه اختلال در یکی از اقتصادهای پیشرو در این زنجیره می‌تواند به کمبودهای گسترده منجر شود و صنایع و اقتصادهای پایین‌دستی بسیاری را در سراسر جهان تحت تأثیر جدی قرار دهد. تاب‌آوری زنجیره‌های ارزش جهانی در حوزه نیمه‌رساناها می‌تواند از طریق تنوع‌بخشی بیشتر، به‌ویژه با ایجاد تأسیسات تولیدی جدید، تقویت شود. این گسترش نیازمند سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه بوده و به دسترسی به نیروی کار ماهر و زیرساخت‌های قدرتمند متکی است. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی از سیاست‌هایی برای توسعه استعدادها مرتبط با نیمه‌رسانا و رفع کمبود نیروی کار از طریق آموزش تقویت‌شده در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و همکاری میان صنعت و آموزش حمایت می‌کند. همچنین این سازمان به طراحی سیاست‌های عمومی برای پشتیبانی از صنعت نیمه‌رسانا کمک می‌کند؛ از جمله تضمین دسترسی به آب فوق‌العاده پاک، منابع انرژی مطمئن و زیرساخت‌های حمل‌ونقل مقاوم برای تولید و توزیع روان و بدون وقفه.

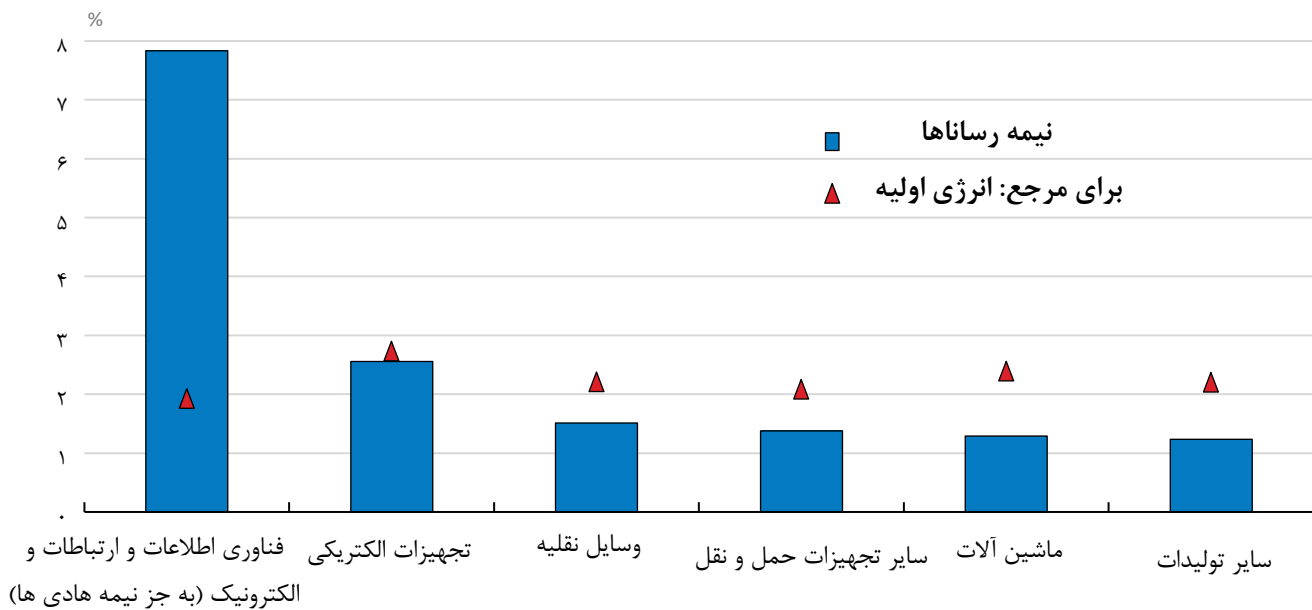
نیمه‌رساناها یک بخش کلیدی بالادستی هستند که تولید آن‌ها در آسیا متمرکز است

شاخص‌های استخراج‌شده از جداول ورودی-خروجی بین‌کشوری تقویت‌شده با داده‌های نیمه‌رسانا در سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، جایگاه منحصربه‌فرد نیمه‌رساناها را در زنجیره‌های ارزش جهانی برجسته می‌سازند. جداول ورودی-خروجی بین‌کشوری داده‌های اقتصادی دقیقی درباره ارتباطات میان صنایع و کشورها ارائه می‌دهند و تحلیل زنجیره‌های ارزش جهانی را تسهیل می‌کنند. نیمه‌رساناها ورودی‌های کلیدی برای بسیاری از صنایع هستند که تولید آن‌ها در بخش بالادستی قرار دارد و در تمامی انواع نیمه‌رساناها به شدت در آسیا متمرکز است. صنعت نیمه‌رسانا یک تأمین‌کننده حیاتی برای چندین بخش کلیدی تولیدی است (شکل ۲.۱). نیمه‌رساناها دست‌کم به اندازه انرژی اولیه در تولید بخش‌هایی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و الکترونیک، خودرو و بخش‌های تولید ماشین‌آلات اهمیت دارند. برای نمونه، تولید تجهیزات الکترونیکی به همان میزان ارزش افزوده از صنعت نیمه‌رسانا نیاز دارد که از انرژی اولیه دریافت می‌کند. تولید بخش‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و الکترونیک به‌طور ویژه به نیمه‌رساناها وابسته است؛ به گونه‌ای که سهم ارزش افزوده نیمه‌رساناها ۸٪ از تقاضای نهایی را تشکیل می‌دهد، در حالی که سهم بخش انرژی اولیه تنها ۲٪ است. این امر نشان می‌دهد که هرگونه اختلال در عرضه نیمه‌رسانا می‌تواند آثار منفی قابل توجهی بر صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات و الکترونیک داشته باشد و عرضه نیمه‌رسانا باید به اندازه (یا حتی بیشتر از) عرضه انرژی اولیه مهم تلقی شود. افزون بر این،

برخلاف انرژی، نیمه‌رساناها بسیار ناهمگون بوده و اغلب به محصول یا کاربرد خاص دستگاه الکترونیکی وابسته‌اند، که همین امر قابلیت جایگزینی آن‌ها را کاهش می‌دهد.

شکل ۲.۱. نیمه‌رساناها ورودی حیاتی برای طیفی از صنایع هستند

سه‌م ارزش افزوده نیمه‌رسانا و انرژی اولیه در تقاضای نهایی، ۲۰۱۸



توضیح: نمونه محدود به اقتصادهای پیشرو در خرید نیمه‌رساناها است: برزیل، کانادا، چین، فرانسه، آلمان، هنگ کنگ (چین)، ایرلند، ایتالیا، ژاپن، کره، مالزی، مکزیک، هلند، فیلیپین، سنگاپور، سوئیس، تایوان (چین)، تایلند، بریتانیا و ایالات متحده. انرژی اولیه شامل زغال‌سنگ، نفت و گاز است.

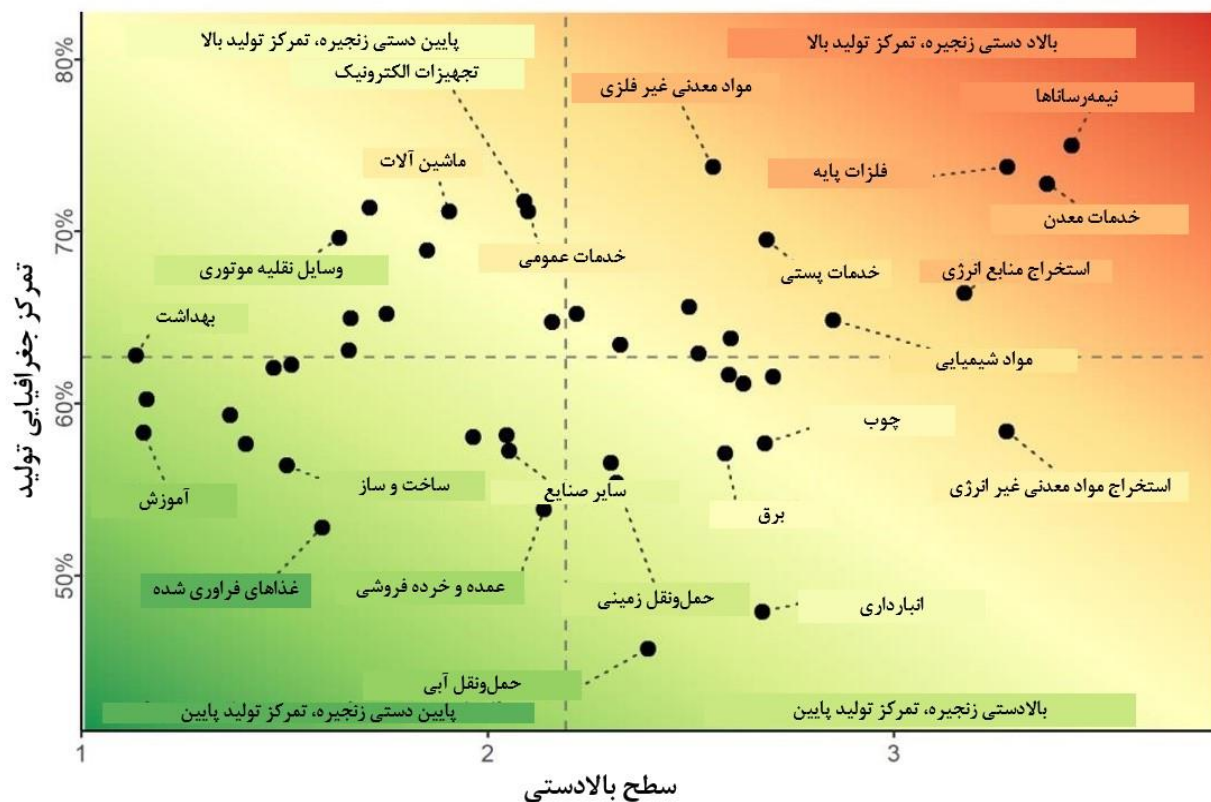
Source: Haramboure et al. (2023) based on OECD semiconductor-augmented ICIO tables.

صنعت نیمه‌رسانا بالادست‌ترین صنعت در پایگاه داده ورودی-خروجی بین‌کشوری محسوب می‌شود (شکل ۲.۲). پس از تولید، نیمه‌رساناها به‌عنوان نهاده‌های واسطه‌ای ادغام می‌شوند و می‌توانند از مراحل متعدد تولید واسطه‌ای عبور کنند تا در نهایت در محصولات مصرفی نهایی به کار گرفته شوند؛ مشابه صنایعی که مواد خام مانند معدن و فلزات پایه را تأمین می‌کنند. از آنجا که نیمه‌رساناها نهاده‌ای بسیار بالادستی هستند، هرگونه اختلال در تولید آن‌ها می‌تواند بر مجموعه گسترده‌ای از صنایع پایین‌دستی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به تراشه‌ها وابسته‌اند، تأثیر بگذارد. صنعت نیمه‌رسانا همچنین متمرکزترین صنعت از نظر جغرافیایی در جداول ورودی-خروجی بین‌کشوری تقویت‌شده با داده‌های نیمه‌رسانا است؛ به‌طوری‌که حدود ۷۵٪ از ارزش افزوده آن توسط پنج اقتصاد، که چهار مورد از آن‌ها در آسیا قرار دارند – ایجاد می‌شود (شکل ۲.۲ و شکل ۲.۳). این تمرکز قابل توجه در آسیا

ناشی از بازتوزیع تدریجی ایجاد ارزش افزوده از سال ۱۹۹۵ بوده است؛ به گونه‌ای که از ژاپن و ایالات متحده به چین، کره و تایوان (چین) منتقل شده است. این تغییر به‌طور چشمگیری هم‌زمان با اتخاذ مدل تولید «فاقد کارخانه» (fables) توسط بسیاری از شرکت‌های آمریکایی نیمه‌رسانا رخ داد؛ مدلی که در آن وظایف مربوط به ریخته‌گری و بسته‌بندی برون‌سپاری می‌شود و شرکت فاقد کارخانه بر طراحی تراشه تمرکز می‌کند. علاوه بر این، افزایش اهمیت صرفه‌های ناشی از مقیاس موجب تمرکز بیشتر صنعتی و جغرافیایی در این بخش شده است. در نتیجه، تعداد اندکی از شرکت‌های پیشرو – عمدتاً فعال در چند اقتصاد محدود – سهم بیشتری از سود این صنعت را به خود اختصاص داده‌اند (McKinsey & Company).

شکل ۲.۲. تولید نیمه‌رسانا بسیار بالادستی و بسیار متمرکز است

تمرکز (سهام پنج اقتصاد برتر در ارزش افزوده جهانی) و میزان بالادستی بودن (فاصله تا تقاضای نهایی)، ۲۰۱۸

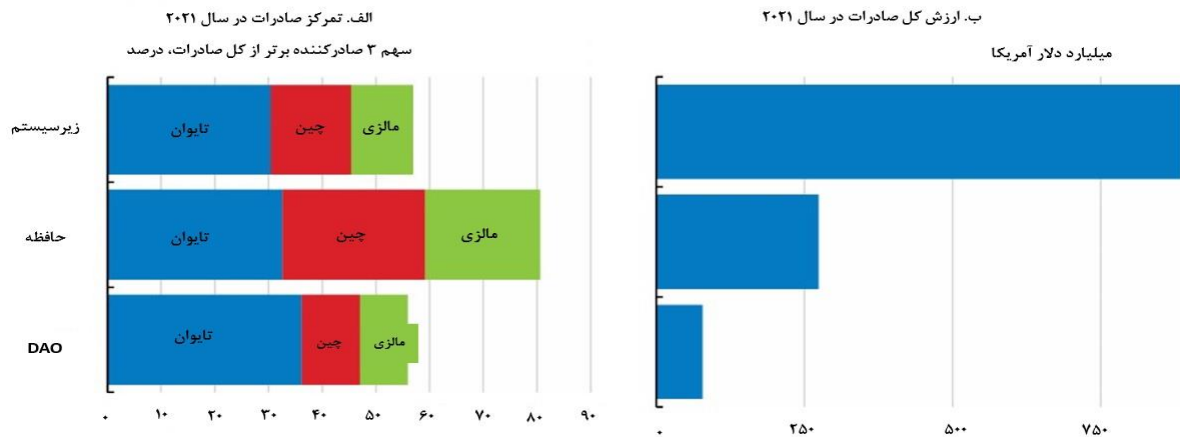


توضیح: تمرکز جغرافیایی تولید به‌عنوان سهم پنج اقتصاد برتر در ارزش افزوده جهانی یک صنعت اندازه‌گیری می‌شود. میزان بالادستی بودن یک صنعت به‌عنوان فاصله تا تقاضای نهایی سنجیده می‌شود (Antràs et al, 2012).

Source: Haramboure et al. (2023[1]) based on OECD semiconductor-augmented ICIO tables.

علاوه بر این، تراشه‌های نیمه‌رسانا متنوع هستند، اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند و با فرایندهای تولید گوناگون ساخته می‌شوند. در نتیجه، میزان تمرکز برای برخی انواع خاص نیمه‌رساناها حتی بیشتر است؛ همان‌گونه که داده‌های تجاری سال ۲۰۲۱ در شکل ۲.۳ نشان می‌دهد، که به‌طور جداگانه ارزش صادرات و میزان تمرکز تراشه‌های منطقی (Logic)، حافظه (Memory) و گسسته، آنالوگ و سایر (DAO) را اندازه‌گیری کرده است. تراشه‌های حافظه که حدود یک‌پنجم ارزش صادرات نیمه‌رساناها را تشکیل می‌دهند، تمرکز بسیار بالایی دارند؛ به‌گونه‌ای که سه کشور صادرکننده برتر – همگی واقع در آسیا، بیش از ۸۰٪ صادرات را در اختیار دارند. اگرچه سه اقتصاد صادرکننده برتر بسته به نوع نیمه‌رسانا متفاوت هستند، اما همگی در آسیا قرار دارند و بیش از ۵۵٪ صادرات تراشه‌های منطقی (Logic) و گسسته، آنالوگ و سایر (DAO) را به خود اختصاص می‌دهند. تمرکز به‌ویژه در میان پیشرفته‌ترین تراشه‌های منطقی که برای توسعه هوش مصنوعی حیاتی هستند، بسیار بالا است. بر اساس داده‌های سال ۲۰۲۲، این تراشه‌ها تنها توسط سامسونگ در کره و تی‌اس‌ام‌سی^۶ در تایوان تولید می‌شوند (BCG and SIA, 2024).

شکل ۲.۳. چین، کره و تایوان بخش‌های مختلف صنعت نیمه‌رسانا را رهبری می‌کنند



توضیح: بخش‌های نیمه‌رسانای منطقی، حافظه و گسسته، آنالوگ و سایر کالاها را تحت سرفصل‌های ۸۵۴۱ و ۸۵۴۲ در نظام هماهنگ (Harmonised Systems) گروه‌بندی می‌کنند.

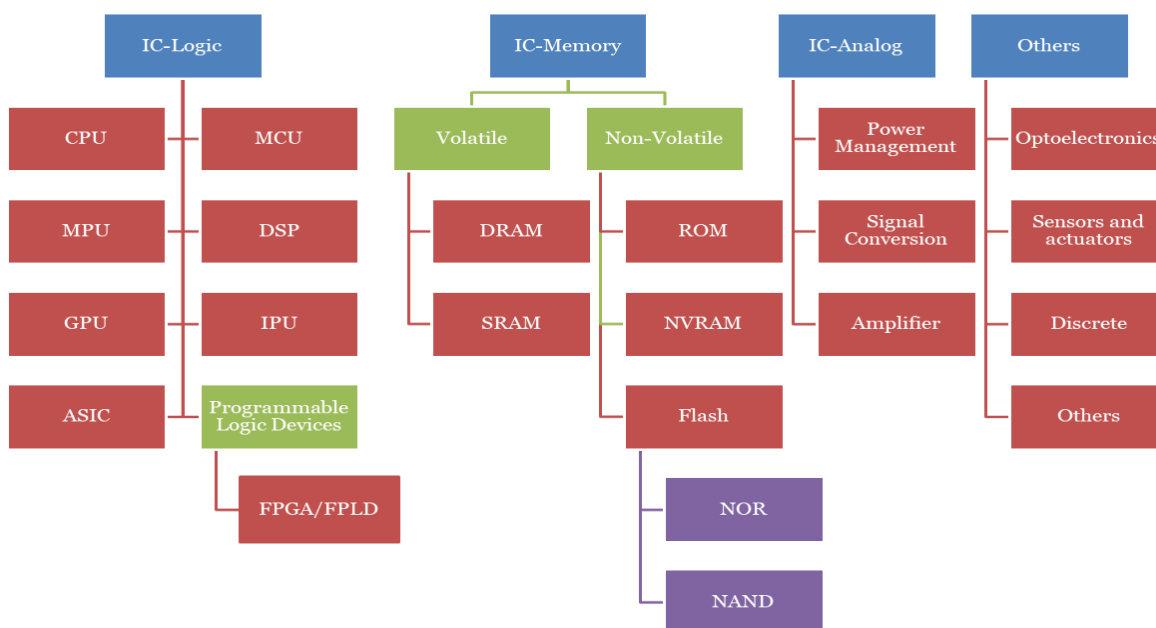
Source: Haramboure et al. (2023[1]) based on COMTRADE, and OECD calculations.

⁶ TSMC

در مجموع، این ویژگی‌ها نشان می‌دهند که اگرچه نیمه‌رساناها در صنایع بسیاری به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، تولید آن‌ها در مجموعه محدودی از اقتصادها متمرکز است. این امر یک آسیب‌پذیری مهم را برجسته می‌سازد: هرگونه اختلال در تولید نیمه‌رسانا در یک اقتصاد پیشرو می‌تواند کمبودهای گسترده‌ای را به‌وجود آورد که صنایع پایین‌دستی متنوع و اقتصادهای سراسر جهان را تحت تأثیر قرار دهد.

برای درک بهتر زنجیره ارزش پیچیده نیمه‌رساناها، از جمله گلوگاه‌های احتمالی، آسیب‌پذیری‌ها و قابلیت جایگزینی، داده‌های جامع‌تری مورد نیاز است. یک مقاله فنی از سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۲۴) طبقه‌بندی مشترکی برای انواع نیمه‌رساناها ارائه می‌دهد که چهار دسته اصلی را از یکدیگر متمایز می‌سازد: منطقی، حافظه و گسسته، آنالوگ و سایر، همچنین زیردسته‌هایی بر اساس میزان شیوع و کارکردهای خاص آن‌ها (شکل ۲.۴). این طبقه‌بندی همچنین تأسیسات فرانت‌اند (Front-end) نیمه‌رسانا را بر اساس دسته‌بندی دقیق تراشه‌های تولیدشده و فناوری‌ها و تجهیزات موجود مشخص می‌کند. این طبقه‌بندی مبنایی برای یک پایگاه داده زنده در زمینه تولید نیمه‌رسانا فراهم می‌آورد تا درک بهتری از چشم‌انداز گسترده تولید نیمه‌رسانا حاصل شود.

شکل ۲.۴. یک طبقه‌بندی از انواع نیمه‌رساناها



توضیح: «IC» به معنای «CPU؛ integrated circuit» واحد پردازش مرکزی (central processing unit)؛ «MCU» واحد میکروکنترلر (microcontroller unit)؛ «MPU» واحد ریزپردازنده (microprocessor unit)؛ «DSP» پردازنده‌های سیگنال دیجیتال (digital signal processors)؛ «GPU» واحد پردازش گرافیکی (graphics processing unit)؛ «IPU» واحد پردازش هوشمند (intelligent processing unit)؛ «ASIC» مدارهای مجتمع با کاربرد خاص (application-specific integrated circuits)؛ «FPGA» آرایه قابل‌برنامه‌ریزی در میدان (field programmable gate array)

field programmable logic (FPLD)؛ «programmable gate array» در میدان (field programmable logic) حافظه دسترسی تصادفی پویا (dynamic random-access memory)؛ «ROM» حافظه فقط خواندنی (read-only memory)؛ «SRAM» حافظه دسترسی تصادفی ایستا (static random-access memory)؛ «NVRAM» حافظه دسترسی تصادفی غیر فرار (non-volatile random-access memory)؛ «NAND» به معنای «Not And»؛ «NOR» به معنای «Not Or».

Source: OECD (2024).

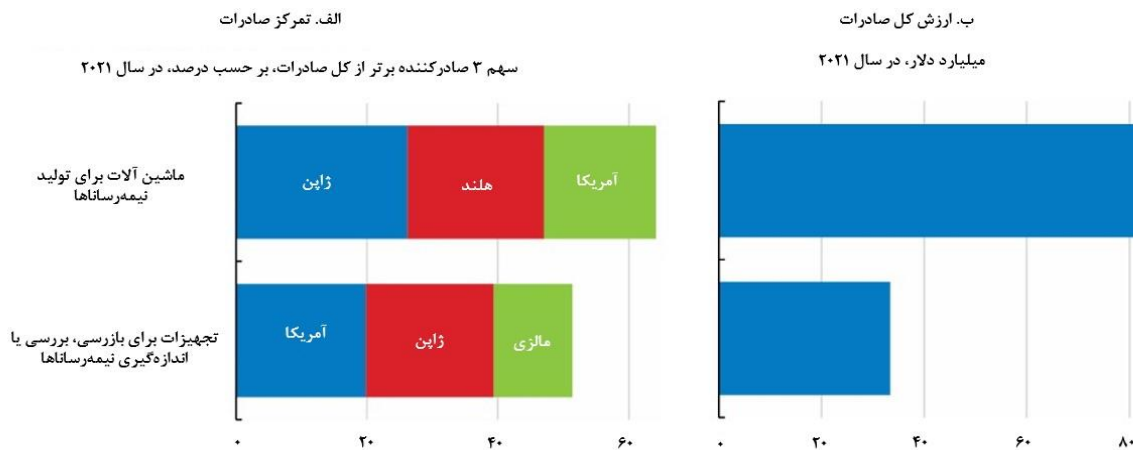
زنجیره ارزش بخش بندی شده نیمه‌رساناها وابستگی‌های متقابل میان اقتصادهای پیشرو ایجاد می‌کند

یک تعریف ساختاریافته از صنعت نیمه‌رسانا می‌تواند وابستگی‌های اساسی درون خود صنعت، همچنین ارتباط آن با نهاده‌های کلیدی، فناوری‌ها و کالاهای سرمایه‌ای ضروری برای تولید نیمه‌رسانا را روشن سازد. در جداول ورودی-خروجی بین‌کشوری تقویت شده با داده‌های نیمه‌رساناهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، صنعت نیمه‌رسانا به سه مرحله اساسی تولید تقسیم می‌شود: طراحی تراشه (chip design)، ساخت ویفر (wafer fabrication) و مونتاژ، آزمون و بسته‌بندی (assembly, test and packaging – ATP). این صنعت مجموعه‌ای متنوع از مدل‌های کسب‌وکار را به نمایش می‌گذارد؛ برخی شرکت‌ها تمامی مراحل تولید را یکپارچه انجام می‌دهند، در حالی که برخی دیگر تنها در یک مرحله تخصص دارند. کشورها نیز بر اساس مزیت‌های نسبی خود در بخش‌های متفاوتی تخصص یافته‌اند. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، شرکت‌های آمریکایی برای نمونه سهم قابل توجهی از فعالیت‌های طراحی را حفظ کرده‌اند (McKinsey and Company, 2022; BCG and SIA, 2024). این تخصص‌گرایی مکمل‌های مهمی میان اقتصادهای پیشرو ایجاد کرده است، به‌ویژه میان شرکت‌های فابلس (fables) آمریکایی و کارخانه‌های پیور-پلی فوندریز (pure-play foundries) در تایوان (McKinsey and Company, 2022).

صنعت نیمه‌رسانا تنها به سه مرحله اصلی تولید محدود نمی‌شود، بلکه وابستگی‌های آن به مراحل بالادستی نیز گسترش می‌یابد. در کنار سلطه شرکت‌های آمریکایی بر طراحی تراشه‌ها، این شرکت‌ها در فناوری‌های پشتیبان این فرایند نیز پیشتاز هستند. به‌طور مشخص، در بازار ابزارهای طراحی و خودکارسازی الکترونیک (EDA) و مالکیت فکری (IP)، شرکت‌های مستقر در آمریکا در سال ۲۰۲۰ حدود ۷۲ درصد فروش جهانی و در سال ۲۰۲۲ حدود ۶۸ درصد درآمد جهانی را در اختیار داشتند (McKinsey and Company, 2022; BCG and SIA, 2024). همچنین تمرکز قابل توجهی در صادرات مواد خام و کالاهای سرمایه‌ای مورد نیاز برای تولید و ساخت نیمه‌رساناها وجود دارد. به‌عنوان نمونه، صادرات سیلیکون به شدت متمرکز است و ایالات متحده، آلمان و چین نقش‌های اصلی را ایفا می‌کنند. داده‌های تجاری همچنین نشان می‌دهند که صادرات ماشین‌آلات برای تولید نیمه‌رساناها و ساخت

ویفرها، تمرکز بیشتری نسبت به صادرات بیشتر انواع نیمه‌رساناها دارد (شکل ۲.۵). شواهد غیررسمی حاکی از تمرکز حتی بیشتر در مورد ماشین‌آلات مورد نیاز برای تولید تراشه‌های پیشرفته (با اندازه ویژگی کمتر از ۱۰ نانومتر) است. ایالات متحده، ژاپن و مالزی در صادرات سایر ابزارهای تجهیزاتی که برای بازرسی و آزمایش نیمه‌رساناها و ویفرها استفاده می‌شوند، پیشتاز هستند. با این حال، سطح جمعیت در شکل ۲.۵ این واقعیت را پنهان می‌کند که هرچند برخی اقتصادها مانند چک، اسرائیل و هلند در زمره اقتصادهای پیشرو در تولید نیمه‌رساناها نیستند، اما در صادرات انواع تجهیزات تخصصی مورد استفاده برای تولید و بررسی نیمه‌رساناها و ویفرها پیشتاز هستند (Haramboure et al., 2023). این موضوع نشان‌دهنده یک حوزه تخصصی و توان صادراتی قابل توجه در این کشورهاست، علی‌رغم نقش کوچک‌تر آن‌ها در تولید گسترده نیمه‌رساناها.

شکل ۲.۵. صادرات ماشین‌آلات نیمه‌رسانا از نظر جغرافیایی حتی بیش از صادرات نیمه‌رساناها متمرکز است.



توضیح: نمودار سه صادرکننده برتر از کل صادرات چندین کالا در زنجیره ارزش نیمه‌رسانا را نشان می‌دهد.

Source: Haramboure et al. (2023[2]) based on COMTRADE, and OECD calculations.

اختلال‌ها بسته به بخشی از زنجیره ارزش که تحت تأثیر قرار می‌گیرد، می‌توانند آثار متفاوتی داشته باشند. اختلال در مرحله تولید ممکن است در کوتاه‌مدت پیامدهای منفی قابل توجهی بر بسیاری از صنایع داشته باشد، زیرا جایگزینی نیمه‌رساناها به‌سادگی امکان‌پذیر نیست و تنظیم عرضه فرایندی کند و پرهزینه است. افزایش ظرفیت تولید نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه کلان، زمان‌های طولانی و دسترسی به نیروی انسانی بسیار تخصصی است که به معنای کندی در تنظیم عرضه خواهد بود. برای نمونه، ساخت یک کارخانه تولید نیمه‌رساناها پیشرفته مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه‌ای در حدود ۱۰ تا ۲۰ میلیارد دلار است (Shih, 2021). در مقابل، اختلال در تأمین ماشین‌آلات

ممکن است با تأخیر بیشتری بر تولید نیمه‌رساناها اثر بگذارد. زنجیره ارزش نیمه‌رسانا با بخش‌بندی گسترده و تخصصی شدن کشورها در برخی مراحل تولید، بر اساس مزیت نسبی آن‌ها مشخص می‌شود. در نتیجه، هیچ کشوری در حال حاضر در تمامی مراحل این زنجیره مشارکت ندارد و همچنین قادر به تولید همه انواع نیمه‌رساناهاى مورد نیاز صنایع پایین‌دستی نیست. این ترکیب بخش‌بندی و تمرکز نه‌تنها اقتصادهای پیشرو در حوزه نیمه‌رسانا را در برابر آسیب‌پذیری ناشی از اختلالات احتمالی در سایر مشارکت‌کنندگان زنجیره ارزش قرار می‌دهد، بلکه سطح بالایی از وابستگی متقابل ایجاد می‌کند. این الگو به‌ویژه در تولید پیشرفته‌ترین نیمه‌رساناها اهمیت بیشتری دارد.

تقویت تاب‌آوری زنجیره‌های ارزش نیمه‌رسانا از طریق همکاری‌های بین‌المللی: شبکه غیررسمی تبادل نیمه‌رسانای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی

با افزایش تعداد اقدامات سیاستی که در سراسر جهان صنعت نیمه‌رساناها را هدف قرار می‌دهند (جعبه ۲.۱)، اشتراک‌گذاری اطلاعات، شناسایی بهترین رویه‌ها و تقویت گفت‌وگو و همکاری‌های بین‌المللی، کلید افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های ارزش نیمه‌رسانا خواهد بود. بر همین اساس، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در ژوئن ۲۰۲۳ شبکه غیررسمی تبادل نیمه‌رسانا (SIEN) را تشکیل داد و سیاست‌گذاران ارشد صنعت نیمه‌رسانا را گرد هم آورد تا تبادل اطلاعات و داده‌ها و گفت‌وگوی سیاستی را ترویج کند. شبکه نیمه‌رسانا در کنار سایر اقدامات، به پذیرش طبقه‌بندی مشترکی که پیش‌تر توضیح داده شد (۲۰۲۴) منجر شد. همچنین این شبکه در حال کار بر روی ارتقای شفافیت در بخش‌های مختلف زنجیره ارزش است تا سازوکاری برای پیش‌بینی و مدیریت اختلالات زنجیره ارزش ایجاد کند. علاوه بر این، هدف آن گردهم‌آوردن سیاست‌گذاران برای به‌اشتراک‌گذاری تجربیاتشان در زمینه سیاست‌های نیمه‌رسانا، از جمله درس‌های آموخته‌شده و بهترین رویه‌هاست. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی همچنین از طراحی سیاست‌هایی حمایت می‌کند که به شکل‌گیری زیست‌بوم‌های محلی نیمه‌رسانا کمک می‌کنند و بدین ترتیب به ایجاد زنجیره ارزش جهانی نیمه‌رسانا متنوع‌تر و مقاوم‌تر یاری می‌رسانند. با توجه به سرمایه‌گذاری قابل‌توجه مورد نیاز برای ظرفیت‌های جدید تولید، به‌ویژه در تولید تراشه‌های پیشرفته که اغلب به ده‌ها میلیارد دلار می‌رسد (Shih, 2021)، چندین کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی مشوق‌های بلندپروازانه‌ای مانند یارانه‌ها و معافیت‌های مالیاتی را برای تحریک سرمایه‌گذاری‌های صنعتی معرفی کرده‌اند.

موفقیت تأسیسات جدید تولید به‌شدت به دسترسی به نیروی کار ماهر و زیرساخت‌های حیاتی وابسته است. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی از سیاست‌هایی حمایت می‌کند که به توسعه مهارت‌ها و پرورش استعدادهاى حوزه نیمه‌رسانا کمک می‌کنند تا کمبود روزافزون نیروی کار متخصص برطرف شود (Deloitte, 2023)؛ McKinsey & Company, 2024). کمبود جهانی مهارت‌ها در حوزه نیمه‌رسانا نیازمند تلاش‌های تازه در آموزش

علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) از سنین پایین است، همراه با همکاری گسترده‌تر میان صنعت و نهادهای آموزشی برای طراحی برنامه‌های درسی مناسب در آموزش عالی و همچنین مؤسسات آموزش حرفه‌ای و فنی. در نهایت، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به طراحی سیاست‌های عمومی کمک می‌کند که از صنعت نیمه‌رسانا حمایت می‌کنند، از جمله با تضمین دسترسی به زیرساخت‌های حیاتی مانند آب، انرژی پاک و قابل‌اعتماد، و همچنین زیرساخت‌های قدرتمند حمل‌ونقل هوایی و دریایی.

منابع:

Antràs, P. et al. (2012), “Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows”, American Economic Review, Vol. 102/3, pp. 412-416, <https://doi.org/10.1257/aer.102.3.412>.

BCG and SIA (2024), Emerging resilience in the semiconductor supply chain.

Deloitte (2023), The global semiconductor talent shortage.

Ewing, J. and N. Boudette (2021), A Tiny Part’s Big Ripple: Global Chip Shortage Hobbles the Auto Industry.

Haramboure, A. et al. (2023), “Vulnerabilities in the semiconductor supply chain”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2023/05, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6bed616f-en>.

Martins Guilhoto, J., C. Webb and N. Yamano (2022), “Guide to OECD TiVA Indicators, 2021 edition”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2022/02, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/58aa22b1-en>.

McKinsey & Company (2024), How semiconductor companies can fill the expanding talent gap.

McKinsey & Company (2021), Value creation: How can the semiconductor industry keep outperforming?

McKinsey and Company (2022), Strategies to lead in the semiconductor world.

OECD (2024), “Chips, nodes and wafers: A taxonomy for semiconductor data collection”, Technical paper series OECD Publishing, Paris.

Shih, W. (2021), Why the global chip shortage is making it so hard to buy a PS5, <https://www.theverge.com/2021/8/31/22648372/willy-shih-chip-shortage-tsmc-samsung-ps5-decoder-interview> (accessed on 25 February 2022).

تمرکز ویژه: زنجیره‌های تأمین مواد خام حیاتی

پژمیشواف کووالسکی و بنجامین کاتز^۷

تولید مواد خام حیاتی در تعداد محدودی از مکان‌ها متمرکز است که عرضه جهانی را تحت سلطه خود دارند

تجارت مواد خام صنعتی برای دگرگونی اقتصاد جهانی از وضعیتی که تحت سلطه سوخت‌های فسیلی است به اقتصادی مبتنی بر فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر یا برای پیشبرد دیجیتالی‌سازی (که از این پس به‌عنوان مواد خام حیاتی «CRMs» شناخته می‌شوند) اهمیت حیاتی دارد. استخراج و فرآوری مواد خام به‌طور سنتی نه تنها از نظر جغرافیایی بلکه از نظر مالکیت نیز به‌شدت متمرکز بوده است. این امر عمدتاً به این دلیل است که توجیه اقتصادی صنعت مواد خام مستلزم آن است که استخراج و فرآوری در مکان‌هایی انجام شود که این مواد به‌طور طبیعی فراوان‌تر هستند، یا در جایی که شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی، همراه با فناوری و منابع موجود، استخراج و فرآوری را از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه‌تر می‌سازد. با این حال، این ویژگی‌های طبیعی صنعت مواد خام همچنین انگیزه‌هایی برای فعالان بازار و دولت‌ها فراهم می‌کند تا از پویایی‌های قدرت بازار برای دستیابی به اهداف اقتصادی و غیراقتصادی بهره‌برداری کنند. برای نمونه، محدودیت‌های صادراتی بر شکل‌های فرآوری‌نشده کبالت، لیتیوم و نیکل توسط برخی از تولیدکنندگان اصلی اعمال شده است، با هدف ترویج توسعه صنایع داخلی فرآوری (Andrenelli et al, 2024). سایر اشکال مداخله دولت، مانند مقررات ویژه، مالکیت دولتی، محدودیت‌های سرمایه‌گذاری و یارانه‌ها نیز در این بخش به‌طور گسترده وجود دارند. تولید و تجارت بین‌المللی مواد خام حیاتی (CRMs) به‌طور فزاینده‌ای در میان تعداد محدودی از مکان‌های استخراج و فرآوری متمرکز شده است که بخش عمده عرضه جهانی را تأمین می‌کنند (Kowalski and Legendre, 2022). برای نمونه، سه کشور برتر تولیدکننده در سال ۲۰۲۳ بیش از دو سوم تولید جهانی کبالت (۷۸٪)، لیتیوم (۹۲٪)، نیکل (۶۵٪) و عناصر نادر خاکی (۹۰٪) را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳.۱). تمرکز صادرات به‌ویژه در مورد شکل‌های فرآوری‌نشده کبالت، منگنز، بورات‌ها، کروم، منیزیم و لیتیوم قابل توجه است.

⁷ Przemysław Kowalski and Benjamin Katz

شکل ۳.۱. سهم سه کشور برتر تولیدکننده در تولید جهانی در سال ۲۰۲۲



Source: OECD based on US Geological Survey.

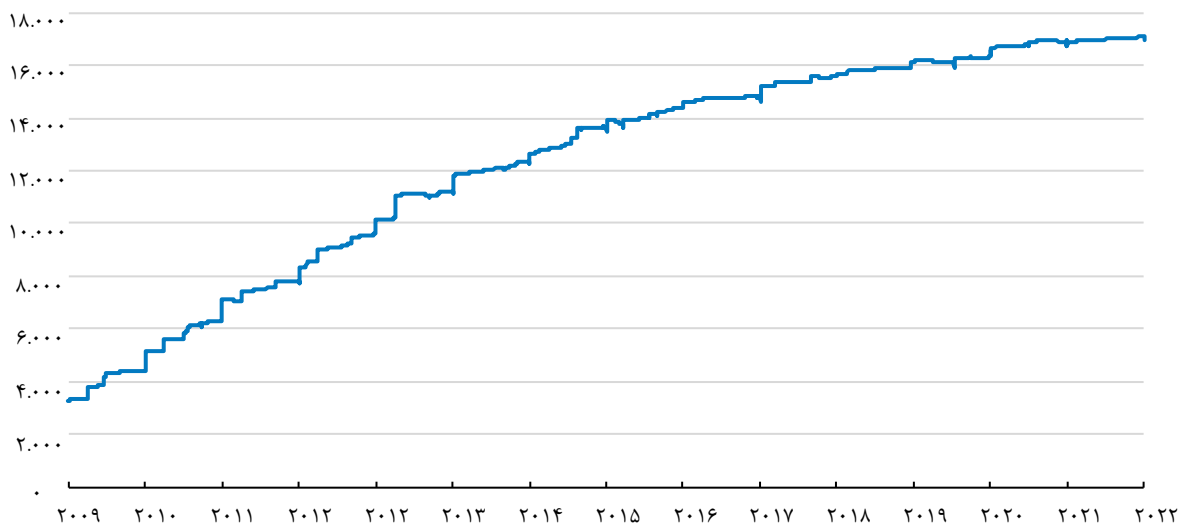
افزایش تقاضا برای مواد خام حیاتی (CRMs) دولت‌ها را بر آن داشته است تا سیاست‌های متمرکز بر این مواد را اتخاذ کنند

تقاضا برای چندین مورد از این منابع که از نظر جغرافیایی به شدت متمرکز هستند، به سرعت افزایش یافته است زیرا آن‌ها به مواد خام حیاتی برای صنایع تحول سبز و دیجیتال تبدیل شده‌اند. رشد کند ظرفیت‌های استخراج و فرآوری که نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت قابل توجه بوده و معمولاً با دوره‌های طولانی اخذ مجوز مواجه هستند، و همچنین این واقعیت که ذخایر در همه‌جا در دسترس نیستند، نشان می‌دهد که تجارت و سرمایه‌گذاری بین‌المللی همچنان نقش کلیدی در تأمین مواد خام در آینده قابل پیش‌بینی ایفا خواهند کرد. در نتیجه، سیاست‌های کشورهای تولیدکننده منفرد ممکن است همچنان اثرات سرریز بین‌المللی مهمی داشته باشند. افزون بر این، گسترش تقاضا برای مواد خام صنعتی در بستری از تنش‌های ژئوپولیتیکی فزاینده و رقابت‌های راهبردی در حال وقوع است (شکل ۳.۱).

محدودیت‌های صادرات مواد خام که با هدف حمایت از مصرف‌کنندگان داخلی پایین‌دست و به زیان مصرف‌کنندگان خارجی اعمال می‌شوند، از بحث‌برانگیزترین اشکال مداخله دولت هستند. تضعیف توجیه اقتصادی و در نتیجه کاهش تولید صنایع استخراجی داخلی، عرضه جهانی مواد مورد نظر را مختل می‌کند. افزون بر این، اگر صادرکننده سهم بزرگی از بازار را در اختیار داشته باشد، محدودیت‌های صادراتی موجب افزایش قیمت‌های بازار

جهانی می‌شوند و انگیزه‌ای برای سایر صادرکنندگان ایجاد می‌کنند تا اقدامات مشابهی را اعمال کنند، که این امر اثرات منفی بر بازارهای بین‌المللی را تشدید می‌کند. محدودیت‌های صادرات سنگ‌ها و مواد معدنی - که در اصل مواد خام واقع در بخش بالادستی زنجیره تأمین مواد خام حیاتی هستند، سریع‌تر از محدودیت‌ها در سایر بخش‌های این زنجیره افزایش یافته‌اند. این امر با روند کلی افزایش تمرکز تولید، واردات و صادرات محصولات بالادستی همبستگی دارد و به‌طور کلی با منطق حمایت از صنایع پایین‌دستی داخلی از طریق اعمال محدودیت بر صادرات محصولات بالادستی سازگار است. استفاده از محدودیت‌های صادراتی کمی، مانند ممنوعیت‌های صادرات یا سهمیه‌بندی‌ها، نیز رو به افزایش بوده است، به‌ویژه در سال‌های اخیر که در «فهرست» پوشش داده شده‌اند. قابل توجه است که میزان وقوع ممنوعیت‌های صادراتی که قوی‌ترین نوع محدودیت صادرات محسوب می‌شوند - از سال ۲۰۲۰ به‌طور چشمگیری افزایش یافته و در سال ۲۰۲۲ به پرکاربردترین نوع محدودیت صادراتی تبدیل شده‌اند.

شکل ۳.۲. تعداد محصولات مواد خام صادراتی که مشمول دست‌کم یک اقدام محدودیت صادراتی هستند



Source: OECD (2024[3]), OECD Inventory on Export Restrictions on Industrial Raw Materials.

توضیح: شمارش تمامی انواع اقدامات اعمال شده در مورد همه مواد خام تحت پوشش و در تمامی کشورهای اجراکننده، موجودی اقدامات موجود در ابتدای دوره را - همراه با افزوده‌های جدید و حذف‌ها - در نظر می‌گیرد.

افزایش استفاده از محدودیت‌های صادراتی - که هم‌زمان به‌طور فزاینده‌ای رایج و بازدارنده شده‌اند - نشان‌دهنده تأثیر روبه‌رشد این اقدامات بر بازارهای بین‌المللی و بر دسترسی و قیمت‌گذاری مواد خام صنعتی است؛ با این احتمال که اثرات منفی آن‌ها به‌صورت سرریز در طول زنجیره‌های ارزش جهانی گسترش یابد. مطالعات موردی اخیر درباره آثار اقتصادی منتخب محدودیت‌های صادرات کبالت، لیتیوم و نیکل که توسط جمهوری دموکراتیک



کنگو (DRC)، آرژانتین، زیمبابوه و اندونزی اعمال شده‌اند نشان می‌دهد که آثار مثبت داخلی (واقعی یا ادراک شده) در کشورهای استفاده‌کننده از این محدودیت‌ها احتمالاً به زیان شرکای تجاری رخ می‌دهد. ممنوعیت‌هایی که توسط جمهوری دموکراتیک کنگو و اندونزی وضع شده‌اند به نظر می‌رسد منجر به تغییر جهت قابل توجه صادرات اشکال اولیه کبالت و نیکل از بازارهای بین‌المللی به سوی فرآوری داخلی شده و با سرمایه‌گذاری در ظرفیت‌های پایین‌دستی داخلی همراه بوده‌اند که در نهایت به افزایش تولید پایین‌دستی منجر شده است. با این حال، این اقدامات از نظر میزان تأثیر نیز محدودیت‌هایی داشتند. در حالی که محدودیت‌های صادرات ممکن است نقشی در کمک به جمهوری دموکراتیک کنگو و اندونزی برای فاصله گرفتن از صادرات محصولات اولیه ایفا کرده باشند، آثار پایین‌دستی عمدتاً در مراحل بعدی و فوری فرآوری متمرکز بوده و بیشتر شامل سرمایه‌گذاران چینی می‌شده است که پیش‌تر بخش‌های بزرگی از این بخش‌های زنجیره ارزش را در اختیار داشتند. به نظر می‌رسد مالیات‌های صادراتی آرژانتین به این کشور در افزایش درآمدهای مالیاتی کمک کرده‌اند، اما در عین حال موجب کاهش صادرات نیز شده‌اند.

این مطالعات موردی همچنین برخی از سازوکارهایی را نشان می‌دهند که به سلطه چین در استخراج و فرآوری چندین ماده خام حیاتی منجر شده‌اند. سرمایه‌گذاری‌ها در بخش‌های پایین‌دستی فرآوری در جمهوری دموکراتیک کنگو و اندونزی عمدتاً تحت سلطه سرمایه‌گذاران چینی بوده است. ممنوعیت‌های صادرات لیتیوم اولیه توسط زیمبابوه نیز با اعلام افزایش سرمایه‌گذاری‌های چینی در بخش‌های پایین‌دستی همراه بوده است. چین پیش از اعمال این ممنوعیت‌ها، حضور قدرتمندی به‌عنوان مالک تأسیسات معدنی و واردکننده و فرآوری‌کننده اصلی مواد خام داشت و بنابراین سرمایه‌گذاران چینی به‌طور طبیعی نامزدهای اصلی برای مشارکت در توسعه صنایع پایین‌دستی محسوب می‌شدند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری‌ها در فعالیت‌های فرآوری پایین‌دستی بسیار گسترده بوده و به دلیل نوسان شدید قیمت کالاها، بسیار پرریسک محسوب می‌شوند. نمایندگان بخش معدن استدلال می‌کنند که مؤسسات مالی تجاری متعارف در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در تأمین مالی چنین پروژه‌های بزرگ و پرریسکی با چالش‌های بیشتری مواجه‌اند، در مقایسه با بازیگران چینی که از حمایت دولتی برخوردارند. برخی ارزیابی‌ها همچنین نشان می‌دهند که تنها بخشی از ارزش افزوده ناشی از گسترش فعالیت‌های پایین‌دستی نصیب اقتصادهای میزبان شده و برخی از این پروژه‌ها نتایج متفاوتی در حوزه محیط‌زیست، مسائل اجتماعی و حاکمیت (ESG) داشته‌اند (Andrenelli et al, 2024). افزون بر این، چنین سیاست‌هایی ممکن است سرمایه‌گذاری در بخش‌هایی را که متکی بر منابع طبیعی کشور نیستند، دلسرد و محدود سازد (Economist, 2024).

الزامات تأمین مسئولانه، وابستگی‌های تجاری و امنیت عرضه برای مواد خام حیاتی

تجربه زنجیره تأمین تانتالوم (tantalum)، تعامل پیچیده میان الزامات تأمین مسئولانه، وابستگی‌های تجاری و امنیت عرضه برای مواد خام حیاتی را نشان می‌دهد (کادر ۳.۱). توانایی شرکت‌های تأمین‌کننده مواد معدنی و برنامه‌های دقت‌نظر آن‌ها در تحلیل زنجیره‌های تأمین کاهش ریسک‌ها در صورت امکان و قطع همکاری با روابط تجاری خاص تنها در مواقع ضروری - اهمیت اساسی دارد. چنین برنامه‌های دقت‌نظر شامل ابتکاراتی از سوی صنعت، جامعه مدنی یا نهادهای دولتی هستند که شرکت‌ها را در شناسایی ریسک یا رهگیری در بخش‌های بالادستی یاری می‌کنند یا ممیزی واحدهای ذوب و پالایش را انجام می‌دهند. هنگامی که این برنامه‌ها مؤثر باشند، هدف آن‌ها کمک به شرکت‌ها در شناسایی و کاهش ریسک‌های زنجیره تأمین در مراحل اولیه - پیش از آنکه تشدید شوند یا کمک به قطع همکاری هدفمندتر در صورت بروز ریسک‌های شدیدتر است، بدون آنکه کل کشورها، مناطق یا انواع عرضه به‌طور کامل کنار گذاشته شوند. دقت‌نظر مؤثر همچنین می‌تواند بازار و تصمیم‌گیرندگان را نسبت به ریسک‌های عرضه - چه واقعی و چه بالقوه آگاه سازد. برای نمونه، شرکتی که قصد دارد ریسک تجارت غیرقانونی تانتالوم در منطقه دریاچه‌های بزرگ در آفریقای مرکزی و شرقی را ارزیابی کند، احتمالاً مشاهده خواهد کرد که نبود داده‌های قابل اعتماد و تفکیک‌شده، ارزیابی مستقل از تولید و صادرات ملی تانتالوم را تقریباً ناممکن می‌سازد. رفع چنین شکاف‌های دانشی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ هم برای کاهش ریسک‌های زنجیره تأمین و هم برای حفاظت از عرضه پایدار تانتالوم در طول زمان. دقت‌نظر همچنین می‌تواند به شفافیت بیشتر در زمینه ریسک‌های مرتبط با مالکیت ذی‌نفع معادن یا سایر نقاط زنجیره تأمین کمک کند؛ موضوعی که به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه سیاست‌گذاران نگران وابستگی‌های تجاری است. افزایش جریان‌های تجاری و رسمی‌تر شدن زنجیره تأمین تانتالوم در منطقه دریاچه‌های بزرگ - که با ظهور برنامه‌های دقت‌نظر از سال ۲۰۱۰ همراه بوده است - می‌تواند به‌عنوان نمونه‌ای آموزنده برای چگونگی ایجاد عرضه پایدارتر سایر مواد خام حیاتی با الگوهای ریسک مشابه مورد استفاده قرار گیرد. در نبود دقت‌نظر قوی، شرکت‌ها با انتخابی نامطلوب مواجه می‌شوند: از یک سو احتمال مشارکت در تأمین مالی درگیری‌ها و مواجهه با ریسک‌های مربوط به رعایت قوانین، و از سوی دیگر اختلالات تجاری. افزون بر این، نگرانی‌هایی درباره نبود شرایط برابر مطرح شده است، زیرا همه شرکت‌ها مشمول الزامات دقت‌نظر نیستند یا برای تحقق آن تلاش نمی‌کنند. با افزایش تنش‌های ژئوپولیتیکی، نقش‌آفرینی منابع طبیعی در بسیاری از درگیری‌های جهانی، و گسترش الزامات مقرراتی و بازار در زمینه رفتار مسئولانه کسب‌وکار، این چالش به‌طور فزاینده‌ای جدی‌تر خواهد شد. از این رو، تقویت محیط سیاست‌گذاری برای اجرای مؤثر دقت‌نظر می‌تواند.

برای سیاست‌گذاران جالب توجه باشد؛ به‌ویژه آن دسته که در پی جذب بهتر شوک‌های - کوتاه‌مدت و کمک به تثبیت عرضه مواد خام حیاتی از منابع متنوع در میان‌مدت و بلندمدت هستند. راهنمای دقت‌نظر سازمان همکاری



و توسعه اقتصادی برای زنجیره‌های تأمین مسئولانه مواد معدنی از مناطق درگیر مناقشه و پرریسک (که از این پس «راهنمای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی» نامیده می‌شود) نقش برنامه‌های دقت‌نظر را در تجمیع منابع و ایجاد اهرم برای حمایت از دقت‌نظر به رسمیت می‌شناسد، اما تأکید می‌کند که مسئولیت نهایی دقت‌نظر بر عهده شرکت‌های فعال در زنجیره تأمین است. در پرتو این موضوع، وضعیت کنونی ایجاد می‌کند که شرکت‌ها در اجرای دقت‌نظر فعال‌تر و متعهدتر باشند و نه صرفاً به‌صورت صوری و سطحی عمل کنند. برای نمونه، برخی واحدهای ذوب به‌جای اتکا صرف به برنامه‌های دقت‌نظر برای پالایش عرضه خود، باید از اطلاعاتی که این برنامه‌ها تولید می‌کنند استفاده کنند تا پرسش‌هایی را با تأمین‌کنندگان خود مطرح نمایند. تنها یک رویکرد فعال است که واحدهای ذوب را قادر می‌سازد درگیر شوند و در صورت لزوم، به‌صورت هدفمند قطع همکاری کنند، نه اینکه کل منطقه را کنار بگذارند. برنامه‌های دقت‌نظر، با حمایت و هدایت دولت‌ها و شرکت‌هایی که از آن‌ها استفاده می‌کنند، می‌توانند رهگیری مواد معدنی را تقویت کنند تا در برابر قاچاق مقاوم‌تر باشند. در برخی موارد، فراگیرتر، شفاف‌تر و پاسخگوتر کردن نظام حکمرانی خود این برنامه‌ها می‌تواند اعتماد ایجاد کند و مسیرهای بیشتری برای رفع کاستی‌ها فراهم آورد؛ به‌ویژه از آن‌جا که برخی از این برنامه‌ها عمدتاً توسط صنعت هدایت می‌شوند و فاقد به‌روزرسانی‌های به‌موقع در اطلاعات برنامه هستند.

کادر ۳.۱. ایجاد تعادل بین تأمین مسئولانه و امنیت تأمین یک ماده اولیه حیاتی: مثال تانتالوم

تأمین مالی درگیری‌ها، نقض حقوق بشر و خطرات حکومتی بیش از ۲۵ سال است که زمینه‌ساز تأمین تانتالوم از منطقه دریاچه‌های بزرگ آفریقا در مرکز و شرق آفریقا بوده است. تانتالوم برای صنایع الکترونیک، هوافضا و انرژی هسته‌ای جهان مهم است. اضافه شدن اخیر آن به فهرست مواد معدنی حیاتی ایالات متحده و اتحادیه اروپا، اهمیت استراتژیک تانتالوم را برجسته می‌کند. با این حال، امنیت تأمین، علیرغم خطرات بالای اختلال در مناطق تولیدکننده، هنوز هم تمایل دارد که از انتظارات تأمین مسئولانه متمایز تلقی شود. تأمین تانتالوم در منطقه‌ای مملو از درگیری و بی‌ثباتی بسیار متمرکز است. جمهوری دموکراتیک کنگو (DRC) به تنهایی ۴۱٪ از تولید معدنی را تشکیل می‌دهد. منطقه دریاچه‌های بزرگ، که جمهوری دموکراتیک کنگو بخشی از آن است، بیش از نیمی از تأمین جهانی (Padilla and Nassar, 2023) را با ۶۲٪ از تولید جهانی در سال ۲۰۲۳ (USGS, 2024) تشکیل می‌دهد.

با این حال، ممنوعیت استخراج در جمهوری دموکراتیک کنگو را می‌توان بیش‌تر به‌عنوان پاسخی به مناقشه‌های مرتبط با زنجیره تأمین تانتالوم دانست، نه بخشی ذاتی از آن. این ممنوعیت هم‌زمان با تلاش‌هایی برای قطع ارتباط میان تجارت تانتالوم و مناقشه‌ها، نقض حقوق بشر و فساد رخ داد. این تلاش‌ها در نهایت به وضع مقررات در جمهوری دموکراتیک کنگو، رواندا و ایالات متحده (و در ادامه اتحادیه اروپا)، توافق‌های منطقه‌ای میان کشورهای عضو «کنفرانس بین‌المللی منطقه دریاچه‌های بزرگ» و همچنین هنجارهای بین‌المللی در زمینه رفتار مسئولانه کسب‌وکار (RBC) مانند «راهنمای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی» منجر شد. بورس فلزات لندن (LME) نیز به‌طور مشابه، بر اساس راهنمای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی برای قلع که اغلب از همان سنگ معدن تانتالوم در منطقه دریاچه‌های بزرگ استخراج می‌شود - دقت‌نظر را الزامی می‌داند؛ افزون بر آن، برای شش فلز غیرآهنی دیگر از جمله کالاهای عمده‌ای مانند کبالت، مس و نیکل نیز چنین الزامی وجود دارد. این ابتکارات با هدف ارتقای تجارت مسئولانه در حمایت از شکوفایی و ثبات در مناطق پرریسک شکل گرفته‌اند، اما در عین حال در برخی شرایط خواستار قطع همکاری با روابط تجاری مشخص به‌عنوان آخرین راه‌حل بوده‌اند. این موارد شامل شکست در تلاش‌ها برای جلوگیری یا کاهش پیامدهای شدید؛ زمانی که پیامدهای منفی جبران‌ناپذیر باشند؛ هنگامی که چشم‌انداز معقولی برای تغییر وجود نداشته باشد؛ و زمانی که پیامدها یا ریسک‌های شدید شناسایی شوند اما نهادی که موجب آن‌هاست فوراً اقدامی برای جلوگیری یا کاهش انجام ندهد، می‌شود.

در مورد تانتالوم، تأمین مسئولانه هنگامی که به درستی اجرا شود به نظر می‌رسد به امنیت عرضه کمک می‌کند. با این حال، زمانی که شرکت‌ها الزامات تأمین مسئولانه را بدون رویکرد مبتنی بر ریسک دنبال می‌کنند، یا توانایی تمایز میان روابط تجاری مختلف را ندارند یا آن را به درستی در نظر نمی‌گیرند، خطر بروز اختلال افزایش می‌یابد. کیفیت دقت نظر در این زمینه می‌تواند تعیین‌کننده باشد؛ به‌ویژه در این‌که شرکت‌های فعال در زنجیره تأمین تا چه اندازه قادرند الزامات مقرراتی و انتظارات بازار در زمینه رفتار مسئولانه کسب‌وکار را مدیریت کنند، بی‌آنکه به قطع همکاری کلی و غیره‌د فمند روی آورند. در دوره‌ای که برنامه‌های دقت نظر پس از ممنوعیت استخراج در جمهوری دموکراتیک کنگو طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۱ ایجاد و گسترش یافتند تا شرکت‌ها بتوانند الزامات جمهوری دموکراتیک کنگو را برآورده سازند، تولید تانتالوم در منطقه دریاچه‌های بزرگ چندین برابر سطح پیش از سال ۲۰۱۰ افزایش یافت. افزون بر این، هرچند داده‌های معتبر درباره ذخایر کمیاب است و معمولاً کمتر مورد بررسی قرار گرفته و به‌طور ناقص مستند شده‌اند (Schütte and Näher, 2020; BGR, 2021)، داده‌های رسمی تولید از سال ۲۰۱۰ به بعد بهتر نشان می‌دهند که جمهوری دموکراتیک کنگو بیشترین سطح تولید مشاهده‌شده در منطقه را داشته است.

ظهور برنامه‌های دقت نظر همچنین هم‌زمان بوده است با افزایش چشمگیر سهم این منطقه از عرضه جهانی، متنوع‌تر شدن توزیع تولید رسمی در منطقه دریاچه‌های بزرگ، و دقت بالاتر داده‌های تجاری - هرچند هنوز برخی شکاف‌های مهم وجود دارد. بررسی آمار تجارت تانتالوم همچنین نشان داده است که «ساختار بازار کشورهای ذوب‌کننده که تانتالوم را از این منطقه تأمین می‌کنند، از وضعیت مونوپسونی تحت سلطه چین در دوره ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲، به سمت بازاری بین‌المللی با تمرکز کمتر در سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ تغییر یافته است» (Schütte, 2019). در میان مدت تا بلندمدت، به نظر می‌رسد دقت نظر با عرضه باثبات‌تر تانتالوم همراه باشد. این امر ممکن است ناشی از بهبود پایش و شفافیت، افزایش رسمیت و سرمایه‌گذاری، کاهش نگرانی‌های اعتباری یا کاهش احتمال محدود شدن عرضه به‌طور غیرقابل پیش‌بینی در اثر رویدادهای مرتبط با مناقشه یا اختلافات سیاسی باشد.

زمانی که شرکت‌ها قادر به کاهش مؤثر ریسک‌ها نباشند، ممکن است تشخیص دهند که ادامه مشارکت مسئولانه امکان‌پذیر نیست و ناچار شوند برای اجتناب از نقض مقررات یا انتظارات بازار در زمینه رفتار مسئولانه کسب‌وکار (RBC)، به‌طور کامل از کشورها یا مناطق خارج شوند. این وضعیت سناریویی بالقوه مخرب‌تر برای الزامات تأمین مسئولانه را نشان می‌دهد. شایان یادآوری است که در ابتدا، پس از معرفی الزامات تأمین مسئولانه توسط ایالات متحده در سال ۲۰۱۰، تأمین تانتالوم و سایر مواد معدنی توسط کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی از این منطقه به شدت کاهش یافت؛ به‌گونه‌ای که برخی آن را «تحریم عملی» توصیف کرده‌اند.

هرچند برنامه‌های دقت نظر از آن زمان به بخش جهانی تانتالوم کمک کرده‌اند تا به‌طور مسئولانه از این منطقه تأمین کنند، این برنامه‌ها با بازگشت دوباره مناقشه تحت فشار قرار گرفته‌اند و نگرانی‌ها درباره توانایی شرکت‌ها برای استفاده مؤثر از آن‌ها در کاهش ریسک‌های مرتبط در زنجیره تأمین افزایش یافته است. به‌ویژه، گسترش اخیر گروه‌های شورش و دیگر گروه‌های مسلح غیردولتی در بخش‌های وسیعی از استان شمال کیوو در جمهوری دموکراتیک کنگو، بازارهای جهانی را دوباره تحت فشار قرار داده است تا تأمین مسئولانه تانتالوم - افزون بر قلع، تنگستن و طلا را نشان دهند.

یکی از چالش‌های اصلی، نبود داده‌های قابل مقایسه و دقیق است، به‌ویژه در مورد تجارت درون منطقه‌ای در مراحل مختلف زنجیره تأمین. این مشکل با فقدان اطلاعات درباره میزان تانتالوم در تولید معدنی ترکیبی پیچیده‌تر می‌شود. «کنفرانس بین‌المللی منطقه دریاچه‌های بزرگ» مأموریت دارد پایگاه داده‌ای درباره شیوه‌های قاچاق ایجاد کند. دیپلماسی بین‌المللی می‌تواند تلاش‌ها را برای عملیاتی کردن این پایگاه داده و بهبود دسترسی عمومی به داده‌های تولید و تجارت افزایش دهد. همچنین، اقدامات دیپلماتیک و اعتمادسازی نقش محوری در پرداختن به ریشه‌های مناقشه خواهند داشت.



نگرانی‌ها درباره فشارهایی که دقت نظر در برابر افزایش مناقشه و ریسک‌های قاچاق در منطقه دریاچه‌های بزرگ با آن مواجه است، بر ضرورت پرداختن به چالش‌های موجود تأکید می‌کند (US State Dept, 2024). کنترل گروه‌های مسلح غیردولتی بر تعدادی از معادن دستی بسیار پربازده و مراکز تجاری در مناطق غنی از تانتالوم موجب شده است که برنامه‌های دقت نظر در بخش بالادستی در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ اجرای دقت نظر و تلاش‌های ردیابی را متوقف کنند. چنین قطع همکاری ممکن است تنها گزینه برای مدیریت ریسک‌ها بوده باشد، اما تجارت رسمی تانتالوم را مختل کرده و به افزایش قاچاق منجر شده است (UN Security Council, 2024). رواج قاچاق همچنین نگرانی‌هایی را درباره احتمال نفوذ مواد معدنی مرتبط با مناقشه یا سایر ریسک‌ها به کانال‌های مشروع تجارت در منطقه برانگیخته است. می‌توان تصور کرد که در کوتاه‌مدت، هرچه قاچاق بیش‌تر رونق گیرد، احتمال آن که ضعف‌های دقت نظر موجب شوک‌های تجاری شود کمتر خواهد بود، زیرا تجارت زیر پوششی از مشروعیت ادامه خواهد یافت. با این حال، این امر به تداوم عدم قطعیت در بازار منجر می‌شود، با نتایجی غیرقابل پیش‌بینی. ذوب‌کنندگان تانتالوم هم‌اکنون نسبت به امکان ادامه تأمین از منطقه دریاچه‌های بزرگ در حالی که با الزامات مقرراتی و بازار مطابقت داشته باشند، ابراز تردید کرده‌اند؛ که این خود نشانه احتمال بروز شوکی جدی‌تر است.

یک سناریو که می‌تواند خطر بروز شوک را افزایش دهد، ممکن است ناشی از پراکندگی بیشتر در تأمین از منطقه دریاچه‌های بزرگ باشد. اگر شرکت‌هایی که با فشارهای مقرراتی یا اعتباری بیشتری برای تأمین مسئولانه مواجه‌اند، از همکاری خارج شوند، در حالی که هم‌تایان یا تأمین‌کنندگان کمتر پایبند بدون توجه جدی به ریسک‌ها ادامه دهند، تمرکز بازار و آسیب‌پذیری‌های زنجیره تأمین می‌تواند افزایش یابد و قدرت چانه‌زنی شرکت‌هایی که تلاش می‌کنند مسئولانه تأمین کنند کاهش یابد. این پویایی می‌تواند رقابتی نزولی در تأمین تانتالوم و سایر مواد معدنی حیاتی ایجاد کند و همچنین رفتارهای اقتصادی اجباری مرتبط با مواد خام حیاتی مانند تانتالوم را آسان‌تر سازد.

تأکید بر استانداردهای رفتار مسئولانه کسب‌وکار که پاسخ‌های متناسب به ریسک‌ها، بهبود تدریجی و سازگار کردن اقدامات کاهش ریسک با شرایط را توصیه می‌کنند، می‌تواند به شرکت‌ها کمک کند تا بدون به خطر انداختن رقابت‌پذیری خود در مناطق پرریسک باقی بمانند. ترویج پذیرش گسترده و همکاری در زمینه‌های بین‌المللی مربوط به تأمین مسئولانه نیز برای حفظ شرایط برابر در بازار اهمیت خواهد داشت. این امر می‌تواند شامل برجسته‌سازی مزایای رفتار مسئولانه کسب‌وکار برای کشورهای تولیدکننده مواد معدنی با طیفی از پروفایل‌های ریسک، از طریق دیپلماسی در زمینه مواد خام حیاتی و ادغام مفاد مربوط به رفتار مسئولانه کسب‌وکار در توافقات‌های نوظهور و آتی درباره تأمین مواد معدنی حیاتی باشد.

کشورها به‌طور فزاینده‌ای ابتکارات سیاستی را برای تقویت امنیت تأمین مواد خام حیاتی (CRMs) اتخاذ می‌کنند

تمرکز تولید و تجارت چندین ماده خام حیاتی به‌طور فزاینده‌ای موجب نگرانی شده و دولت‌ها را به بررسی انواع پاسخ‌های سیاستی واداشته است. نخست، با توجه به این که هیچ کشوری همه مواد معدنی مورد نیاز برای همه مقاصد را در اختیار ندارد و با در نظر گرفتن پیامدهای جهانی احتمال اختلال در گذار سبز، استدلال قوی‌ای برای همکاری چندجانبه یا چندجانبه محدود در جهت مهار استفاده از محدودیت‌های صادراتی وجود دارد. از جمله، چنین راه‌حل‌های همکاری برای کاهش اثرات زیان‌بار محدودیت‌های صادراتی نیازمند درک بهتر انگیزه‌های

کشورهایی است که از این محدودیت‌ها استفاده می‌کنند، همچنین شناخت تأثیر آن‌ها بر شرکای تجاری و چگونگی آشتی دادن منافع متفاوت در قالب یک توافق چندجانبه مؤثر. دوم، چندین کشور در حال پیگیری ابتکارات سیاستی ملی، دوجانبه یا چندجانبه هستند. علاوه بر این، مشارکت‌های نوظهور بین‌دولتی - که می‌تواند بخش خصوصی را نیز دربرگیرد - مانند مشارکت امنیت مواد معدنی و مشارکت‌های دیپلماسی مواد خام اتحادیه اروپا، ابتکاراتی هستند که هدف آن‌ها تضمین تأمین پایدار مواد خام حیاتی از منابع خارجی قابل اعتماد است. یکی از عناصر نسبتاً جدید این رویکردها، اذعان صریح به این نکته است که تأمین پایدار و مقاوم مواد معدنی حیاتی باید هم‌زمان با ایجاد ارزش افزوده و توسعه اقتصادی گسترده‌تر در کشورهای غنی از منابع صورت گیرد. به‌طور کلی، افزایش سرمایه‌گذاری، از جمله در زیرساخت‌های استخراج و فرآوری و همسو با انتظارات بالا، از طریق اجرای استانداردهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در زمینه رفتار مسئولانه کسب‌وکار در بخش مواد معدنی، می‌تواند به تحقق منافع اقتصادی ناشی از ارزش افزوده بیشتر داخلی کمک کند، بدون آن‌که ثبات بازارهای جهانی به خطر بیفتد.

منابع:

Andrenelli, A. et al. (2024), Trade and domestic effects of export restrictions: insights from exploratory case studies of cobalt, lithium, and nickel, [https://doi.org/\(forthcoming\)](https://doi.org/(forthcoming)).

BGR (2021), Tantalum - Sustainability Information, https://www.bgr.bund.de/EN/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/tantal_en.html;jsessionid=14823F18901B02EE2834349369ECF9EF.internet001?nn=1548104.

De Koning, R. (2011), Conflict Minerals in the Democratic Republic of the Congo: Aligning Trade and Security Interventions, Stockholm International Peace Research Institute, <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/PP/SIPRIPP27.pdf>.

Economist (2024), The false promise of Indonesia's economy, <https://www.economist.com/finance-and-economics/2024/02/08/the-false-promise-of-indonesias-economy>.

IEA (2021), Net Zero by 2050: A roadmap for the energy sector, International Energy Agency, <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (accessed on 8 December 2021).

Kowalski, P. and C. Legendre (2023), "Raw materials critical for the green transition: Production, international trade and export restrictions", OECD Trade Policy Papers, No. 269, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c6bb598b-en>.

OECD (ed.) (2024), OECD Inventory on Export Restrictions on Industrial Raw Materials, <https://www.oecd.org/en/topics/export-restrictions-on-critical-raw-materials.html>.



Padilla, A. and N. Nassar (2023), “Dynamic material flow analysis of tantalum in the United States from 2002 to 2020”, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 190, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106783>.

Schütte, P. (2019), “International mineral trade on the background of due diligence regulation: a case study of tantalum and tin supply chains from East and Central Africa”, Resources Policy, Vol. 62, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.11.017>.

Schütte, P. and U. Näher (2020), “Tantalum supply from artisanal and small-scale mining: A mineral economic evaluation of coltan production and trade dynamics in Africa’s Great Lakes region”, Resources Policy, Vol. 69, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101896>.

UN Security Council (2024), Final report of the Group of Experts on the Democratic Republic, <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n24/118/80/pdf/n2411880.pdf>.

US State Dept. (2024), Statement of Concern Related to Certain Minerals Supply Chains from Rwanda and Eastern Democratic Republic of the Congo Contributing to the Ongoing Conflict, <https://www.state.gov/statement-of-concern-related-to-certain-minerals-supply-chains-from-rwanda-and-eastern-democratic-republic-of-the-congo-contributing-to-the-ongoing-conflict/>.

USGS (2024), Mineral Commodity Summaries 2024; Tantalum, <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-tantalum.pdf>.

ضرورت امنیت انرژی: نگرانی‌های قدیمی، چالش‌های جدید

کئیسوکه ساداموری^۱

مقدمه

آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)، نهادی مستقل در چارچوب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، در سال ۱۹۷۴ برای تضمین تأمین انرژی ایمن و مقرون‌به‌صرفه ایجاد شد. در ابتدا تمرکز اصلی بر نفت بود، اما به مرور زمان مأموریت آژانس بین‌المللی انرژی به همه انواع انرژی و فناوری‌ها گسترش یافت. آژانس بین‌المللی انرژی در مرکز گفت‌وگوی جهانی درباره انرژی قرار دارد. این آژانس تحلیل‌ها، داده‌ها، توصیه‌های سیاستی و راه‌حل‌های عملی منتشر می‌کند تا کشورها بتوانند از انرژی ایمن و پایدار بهره‌مند شوند و گذار به انرژی پاک را با امنیت پیش ببرند. مأموریت آژانس بین‌المللی انرژی برای تضمین امنیت انرژی تنها به معنای دسترسی بی‌وقفه به انرژی نیست، بلکه شامل تأمین انرژی با قیمت‌های مقرون‌به‌صرفه نیز می‌شود. مقرون‌به‌صرفه بودن انرژی مدت‌ها دغدغه‌ای مهم بوده است، اما پس از بحران جهانی انرژی ناشی از تهاجم گسترده روسیه به اوکراین، به صدر دستور کار سیاستی کشورها صعود کرد.

امروز، پنجاه سال پس از نخستین شوک نفتی که به تأسیس آژانس بین‌المللی انرژی انجامید، جهان بار دیگر با دوره‌ای از تنش‌های شدید ژئوپولیتیکی و عدم قطعیت در بخش انرژی روبه‌رو است. شباهت‌هایی میان آن زمان و امروز وجود دارد، زیرا عرضه نفت بار دیگر در کانون توجه قرار گرفته و بحران در خاورمیانه جریان دارد - اما تفاوت‌های کلیدی نیز دیده می‌شود. نظام جهانی انرژی از اوایل دهه ۱۹۷۰ به‌طور قابل‌توجهی تغییر کرده و این تغییرات سریع همچنان ادامه دارد. گذار به انرژی پاک، تنش‌های ژئوپولیتیکی و رشد تهدیدهای سایبری دامنه مفهوم امنیت انرژی امروز را گسترش داده‌اند. مسائل مربوط به امنیت انرژی به‌طور فزاینده‌ای با گذار سریع به انرژی پاک در هم تنیده می‌شوند. گذارهای انرژی فرصتی برای ایجاد نظامی ایمن‌تر و پایدارتر فراهم می‌کنند که قرار گرفتن در معرض نوسانات قیمت سوخت را کاهش داده و هزینه‌های انرژی را پایین می‌آورد، اما هیچ تضمینی وجود ندارد که این مسیر هموار باشد. گذار به نظام‌های انرژی پاک تغییری با ابعادی بی‌سابقه را رقم می‌زند و نیازمند رویکردی فعالانه از سوی دولت‌ها برای رسیدگی به ریسک‌های مرتبط با استقرار اقتصاد انرژی پاک به‌موقع

و مؤثر است. از آنجا که مفهوم امنیت انرژی چندبعدی و پیچیده است (کادر ۴.۱)، این فصل هم بر جنبه‌های سنتی امنیت انرژی و هم بر جنبه‌های مرتبط با گذار به انرژی پاک تمرکز دارد.

کادر ۴.۱. تعریف و سنجش امنیت انرژی

تضمین تأمین انرژی مقرون‌به‌صرفه برای اقتصادها و جوامع مدرن حیاتی است. انرژی نهادی کلیدی در تولید است که کارایی و مقیاس آن به میزان دسترسی و هزینه منابع انرژی وابسته است. انرژی همچنین برای بهبود سطح زندگی اهمیت دارد. انرژی امکان فراهم‌سازی خدمات اولیه را ایجاد می‌کند و به سلامت، آموزش و پیشرفت کلی جامعه کمک می‌نماید. افزون بر این، انرژی با تلاش‌ها برای مقابله با تغییرات اقلیمی نیز درهم تنیده است.

امنیت انرژی معمولاً به‌طور کلی به معنای فراهم‌سازی مقدار کافی انرژی به‌صورت قابل اعتماد و مقرون‌به‌صرفه تعریف می‌شود. آژانس بین‌المللی انرژی امنیت انرژی را به‌عنوان دسترسی بی‌وقفه به منابع انرژی با قیمت مقرون‌به‌صرفه تعریف می‌کند (IEA, 2022). آژانس انرژی هسته‌ای (NEA) نیز تعریفی از امنیت تأمین انرژی ارائه کرده است که آن را به‌عنوان تاب‌آوری نظام انرژی در برابر رویدادهای منحصربه‌فرد و غیرقابل پیش‌بینی می‌داند؛ رویدادهایی که یکپارچگی فیزیکی جریان‌های انرژی را تهدید می‌کنند یا منجر به افزایش‌های ناپیوسته قیمت انرژی می‌شوند، مستقل از مبانی اقتصادی (OECD/NEA, 2010). امنیت انرژی را می‌توان از دو چشم‌انداز زمانی متفاوت مورد تحلیل قرار داد. در کوتاه‌مدت، این موضوع عمدتاً به توانایی واکنش سریع در برابر تغییرات ناگهانی در توازن عرضه و تقاضا مربوط می‌شود. در بلندمدت، امنیت انرژی به سرمایه‌گذاری‌های به‌موقع برای تأمین انرژی متناسب با تحولات اقتصادی، تغییرات فناورانه و نیازهای زیست‌محیطی می‌پردازد. امنیت انرژی می‌تواند مسائل گسترده مرتبط با نظام‌های انرژی در سطح ملی را دربرگیرد یا به‌طور محدودتر بر محصولات انرژی خاص یا مسائل منطقه‌ای تمرکز داشته باشد. ارزیابی امنیت انرژی فرایندی پیچیده است که نیازمند تحلیل ملاحظات فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سیاسی می‌باشد.

* مسائل فنی به فناوری تولید و انتقال انرژی مربوط می‌شوند؛ فناوری‌ای که ریسک‌های فیزیکی، قابلیت جایگزینی میان منابع مختلف انرژی اولیه، همچنین نیازها و مدت‌زمان سرمایه‌گذاری را تعیین می‌کند.

* جنبه‌های اقتصادی حول سطح و نوسان هزینه‌های انرژی می‌چرخند که با مقرون‌به‌صرفه بودن انرژی و تنظیم بازار مرتبط هستند. این جنبه‌ها همچنین به تأمین مالی سرمایه‌گذاری‌های انرژی و تشویق نوآوری برای بهبود قابلیت اطمینان و مقرون‌به‌صرفه بودن و به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی می‌پردازند.

* امنیت انرژی باید در چارچوب تغییرات اقلیمی نیز مورد تحلیل قرار گیرد. رویدادهای آب‌وهوایی شدید که با گرم‌شدن زمین قرار است به‌طور فزاینده‌ای مکررتر و ویرانگرتر شوند، به‌طور مستقیم بر امنیت فیزیکی تولید و انتقال انرژی تأثیر می‌گذارند. در عین حال، سبزشازی تولید انرژی که برای مقابله با تغییرات اقلیمی ضروری است، ممکن است بر امنیت انرژی آینده نیز اثر بگذارد.

* جنبه‌های سیاسی به خطرات ناشی از بی‌ثباتی سیاسی و اجتماعی داخلی در صورت بروز اختلالات انرژی، ریسک‌های ژئوپولیتیکی مربوط به منابع انرژی وارداتی، و همچنین همکاری‌های بین‌المللی برای تقویت تاب‌آوری و پایداری تأمین انرژی مربوط می‌شوند.



آژانس بین‌المللی انرژی مدت‌هاست که کشورها را بر اساس شاخص‌های مشترک امنیت انرژی مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد و اقدامات سیاستی برای تقویت امنیت و تاب‌آوری توصیه می‌کند. این آژانس به‌طور منظم بررسی‌های اضطراری و امنیتی را در کشورهای عضو و فراتر از آن انجام می‌دهد. شاخص‌های اصلی مورد استفاده آژانس بین‌المللی انرژی برای رتبه‌بندی کشورها در عملکرد امنیت انرژی شامل مواردی در حوزه نفت و گاز است:

* وابستگی به واردات (سهام واردات در کل مصرف)

* تنوع عرضه (شاخص هرفیندال-هیرشمن)

* ذخیره‌سازی و موجودی‌ها (ظرفیت کل ذخیره‌سازی/موجودی‌ها بر حسب روزهای مصرف متوسط یا اوج تقاضا)

* تداوم عرضه و اهمیت اقتصادی (شاخص N-1؛ سهم در کل تقاضا)

برق به مجموعه‌ای اندکی متفاوت از شاخص‌ها نیاز دارد، و آژانس بین‌المللی انرژی همچنین فهرستی از شاخص‌ها را تدوین کرده است تا امنیت برق کشورها را بر اساس همان معیارها مورد ارزیابی قرار دهد:

• وابستگی به واردات (سهام واردات در کل مصرف)

• کفایت تولید

• تداوم عرضه

• قابلیت اطمینان شبکه (شاخص‌های میانگین مدت/تکرار وقفه‌های سیستم)

• ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر متغیر (VRE) (سهم انرژی‌های تجدیدپذیر متغیر در کل تولید برق)

• اهمیت اقتصادی

با توجه به تغییرات سریع در نظام برق، آژانس بین‌المللی انرژی کار بر روی یک چارچوب امنیتی مدرن، قابل فهم و قابل اجرا برای سیستم‌های برق را آغاز کرده است. این چارچوب سه عنصر اصلی امنیت را دربر خواهد گرفت: امنیت عملیاتی، کفایت سیستم، و سازوکارهای حکمرانی و بازار. آژانس بین‌المللی انرژی این عناصر را بر اساس چندین شاخص اندازه‌گیری خواهد کرد، از جمله نفوذ لحظه‌ای انرژی‌های تجدیدپذیر متغیر (VRE)، ضریب اندازه منابع حیاتی و تفاوت‌های قیمتی.

امنیت انرژی و گذارهای پاک

با تغییر جهان، چالش‌های مربوط به امنیت انرژی نیز دگرگون می‌شوند. در حالی که خطرات مربوط به دسترسی به نفت و گاز طبیعی همچنان ادامه دارند، خطرات جدیدی نیز در حال ظهور هستند. این خطرات، اگر به‌موقع و مؤثر مدیریت نشوند، می‌توانند گذارهای انرژی را به‌شدت مختل کرده و تاب‌آوری نظام‌های انرژی را تضعیف کنند. این وضعیت نیازمند رویکردهای نوین و تقویت‌شده‌ای برای امنیت انرژی است - رویکردهایی متناسب با امروز و دهه‌های پیش‌رو - تا دسترسی بی‌وقفه به انرژی مقرون‌به‌صرفه تضمین شود. همان‌طور که در گزارش آژانس بین‌المللی انرژی با عنوان «صفر خالص تا ۲۰۵۰: نقشه راه برای بخش جهانی انرژی» تأکید شده است، امنیت انرژی در مسیر دستیابی به صفر خالص اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.



تهاجم روسیه به اوکراین آزمونی جدی برای سنجش میزان تاب‌آوری نظام انرژی امروز در برابر شوک‌های ژئوپولیتیکی بود. جهش‌های قیمتی که پس از کاهش عرضه گاز از سوی روسیه رخ داد، بدون تردید بسیار آسیب‌زا بود، اما تلاش روسیه برای استفاده از عرضه گاز به‌عنوان اهرم سیاسی ناکام ماند. روسیه بزرگ‌ترین مشتری خود را از دست داد، اعتبارش را به‌عنوان صادرکننده‌ای قابل اعتماد خدشه‌دار کرد و انگیزه‌هایی برای مصرف‌کنندگان ایجاد نمود تا به جایگزین‌هایی برای گاز طبیعی بیندیشند. این بحران نشان داده است که رویدادهای ژئوپولیتیکی می‌توانند به‌طور مستقیم بر بخش انرژی تأثیر بگذارند. با این حال، این رابطه دوسویه است. دگرگونی‌ها در بازارهای انرژی نیز می‌توانند پویایی‌های ژئوپولیتیکی را شکل دهند. با پیشرفت گذار به انرژی پاک، تقاضا برای سوخت‌های مختلف و منابع برق در حال تغییر است و چشم‌انداز جهانی انرژی را به‌طور عمیق دگرگون می‌سازد. بخش عمده‌ای از دوران سوخت‌های فسیلی، ژئوپولیتیک و انرژی به‌شدت درهم‌تنیده بوده‌اند. کشورهای واردکننده مدت‌ها به صادرکنندگان برای تأمین حیاتی انرژی وابسته بوده‌اند، در حالی که صادرکنندگان نیز برای کسب درآمد به واردکنندگان اتکا داشته‌اند. این وابستگی متقابل، فراز و فرود روابط سیاسی و تجاری میان تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را رقم زده و به مدیریت این وابستگی‌های حساس کمک کرده است. با این حال، خطرات اغلب از طریق بازارهای بین‌المللی باز انرژی کاهش یافته‌اند. در ابتدا این بازارها بر نفت متمرکز بودند، اما در سال‌های اخیر دامنه آن‌ها به گاز طبیعی نیز گسترش یافته است. بازارهای کارآمد، همراه با شبکه‌های ایمنی مانند ظرفیت مازاد تولیدکنندگان کلیدی و نظام هماهنگ ذخایر نفتی آژانس بین‌المللی انرژی، به کشورها کمک کرده‌اند تا با اختلالات عرضه و تقاضا کنار بیایند. این نظام بار دیگر در سال ۲۰۲۲ ارزش خود را نشان داد، زمانی که دو مرحله آزادسازی ذخایر نفتی درست پس از تهاجم روسیه به اوکراین توسط آژانس بین‌المللی انرژی هماهنگ شد.

جهان با چالشی جدی در زمینه تغییرات اقلیمی روبه‌رو است و انرژی و اقلیم به‌طور جدایی‌ناپذیر به هم پیوند خورده‌اند. با شکسته شدن رکوردهای دمای متوسط جهانی سال به سال، ضرورت اقدام هیچ‌گاه تا این اندازه قوی و آشکار نبوده است. نظام کنونی انرژی یکی از محرک‌های اصلی گرمایش جهانی است و حدود ۷۵٪ از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد. این بدان معناست که دگرگون‌سازی شیوه تولید و مصرف انرژی امری حیاتی است، زیرا توانایی جهان برای دستیابی به اهداف اقلیمی به توانایی بخش انرژی در رسیدن به انتشار خالص صفر تا میانه قرن وابسته است. رشد سریع برخی فناوری‌های انرژی پاک از جمله خودروهای برقی، سامانه‌های فتوولتائیک خورشیدی (PV)، باتری‌ها و پمپ‌های حرارتی همچنان امکان محدود کردن افزایش دمای متوسط جهانی تا ۱٫۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سطح پیشاصنعتی را باز نگه داشته است؛ هدفی که در توافق پاریس برای جلوگیری از بدترین پیامدهای تغییرات اقلیمی تعیین شده است. با این حال، برای دستیابی به این هدف، بنا بر تحلیل آژانس بین‌المللی انرژی، پیشرفت بسیار سریع‌تر و در مقیاسی بسیار بزرگ‌تر مورد نیاز است. رویدادهای آب‌وهوایی شدید که با گرم‌شدن زمین قرار است به‌طور فزاینده‌ای مکررتر و مخرب‌تر شوند، امنیت



فیزیکی تولید و انتقال انرژی را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهند. رسیدگی به این مسئله نیازمند همکاری بین‌المللی گسترده‌تر و سطح بالاتری از بلندپروازی سیاست‌گذاران خواهد بود. دولت‌ها و صنعت باید آمادگی و تاب‌آوری خود را در برابر تهدیدهای جدید و فزاینده، مانند حملات سایبری و رویدادهای آب‌وهوایی شدید، به‌ویژه در ارتباط با زیرساخت‌های برق، تقویت کنند. ایجاد زنجیره‌های تأمین قابل اعتماد و مقرون‌به‌صرفه برای انرژی پاک و تضمین کفایت عرضه جهانی مواد معدنی حیاتی به‌منظور پاسخ‌گویی به تقاضای ناشی از گسترش فناوری‌های انرژی پاک، از عوامل کلیدی در گذارهای انرژی به شمار می‌رود.

حتی با کاهش تقاضا برای سوخت‌های فسیلی، چالش‌های امنیت انرژی همچنان باقی خواهند ماند، زیرا فرایند سازگاری با الگوهای در حال تغییر تقاضا الزاماً آسان یا روان نخواهد بود. برای نمونه، اوج‌های تقاضا که بر اساس سیاست‌های امروز مشاهده می‌کنیم، نیاز به سرمایه‌گذاری در عرضه نفت و گاز را از میان نمی‌برند، زیرا افت طبیعی در میادین موجود اغلب بسیار شدید است. در عین حال، این موضوع بر خطرات اقتصادی و مالی پروژه‌های بزرگ جدید نفت و گاز تأکید می‌کند، علاوه بر خطراتی که برای تغییرات اقلیمی دارند.

گذارهای پاک به چالش‌های امنیت انرژی پاسخ می‌دهند

خطرات سنتی مربوط به عرضه سوخت‌های فسیلی دگرگون می‌شوند، اما از میان نمی‌روند. این گذار می‌تواند برای کشورهای تولیدکننده ای که نتوانند وابستگی شدید خود به درآمدهای هیدروکربنی را کاهش دهند، بی‌ثبات‌کننده باشد. در همین حال، خطرات و وابستگی‌های ژئوپولیتیکی جدید در زنجیره‌های تأمین انرژی پاک پدیدار می‌شوند. هم خطرات سنتی و هم خطرات جدید امنیتی در نظام بین‌المللی پراکنده‌تر که با رقابت‌ها و نبود همکاری مشخص می‌شود، تشدید می‌گردند. جهان نمی‌تواند این تنش‌ها را تحمل کند اگر بخواهد در مسیر محدود کردن گرمایش جهانی به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد.

در کنفرانس تغییرات اقلیمی «COP28» که در دسامبر ۲۰۲۳ در دبی برگزار شد، نزدیک به ۲۰۰ کشور بر این دیدگاه توافق داشتند که جهان باید از سوخت‌های فسیلی فاصله بگیرد تا از بدترین پیامدهای گرمایش جهانی جلوگیری شود. با این حال، هرچند وابستگی جهان به نفت در حال کاهش است، این وابستگی همچنان ریشه‌دار باقی مانده و تقاضای نفت به رشد خود ادامه می‌دهد؛ بنابراین، اختلال در عرضه همچنان می‌تواند آسیب‌های اقتصادی قابل‌توجهی وارد کند و اثرات منفی چشمگیری بر زندگی مردم داشته باشد. تقاضا برای گاز طبیعی نیز در حال افزایش است. همچنین باید توجه داشت که سهم سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) در عرضه جهانی با گذشت زمان و کاهش تقاضای نفت افزایش می‌یابد. اما در عمل این نفوذ کاهش پیدا می‌کند، زیرا مصرف‌کنندگان به‌طور فزاینده‌ای به گزینه‌های بالغ انرژی پاک با قیمت‌های رقابتی دسترسی دارند. افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید انرژی نه تنها موجب کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود، بلکه به امنیت انرژی نیز

کمک می‌کند. شوک انرژی ناشی از تهاجم روسیه به اوکراین، درک بیشتری از مسئله خودکفایی انرژی – به‌ویژه در زمینه تولید برق ایجاد کرده است. دستیابی به این هدف تنها با تضمین بیشترین سهم ممکن از تولید داخلی از منابع داخلی امکان‌پذیر است. در این میان، نگرانی‌هایی درباره تمرکز منطقه‌ای ظرفیت‌های تولید فناوری‌های انرژی پاک وجود دارد، زیرا بخش عمده‌ای از تولید انرژی تجدیدپذیر بر فناوری‌ها و مواد معدنی‌ای متکی است که تحت کنترل چین قرار دارند (نگاه کنید به تمرکز ویژه ۲). از این رو، بسیاری از کشورها در تلاش‌اند تا زنجیره‌های تأمین متنوع و مقاومی برای تولید فناوری‌های انرژی پاک، از جمله تجدیدپذیرها، ایجاد کنند. با این حال، اختلال در عرضه پنل‌های خورشیدی، برای نمونه، تا زمانی که خورشید می‌تابد بلافاصله بر تأمین برق اثر نمی‌گذارد. بنابراین افزایش تولید برق از منابع تجدیدپذیر باید به‌عنوان روشی برای تقویت خودکفایی و در نتیجه ارتقای امنیت انرژی در نظر گرفته شود. انرژی خورشیدی فتوولتائیک و بادی اکنون در بسیاری از کشورها ارزان‌ترین منبع تولید برق از نظر هزینه هم‌سطح انرژی به شمار می‌روند. با این حال، همچنان به سیاست‌های قوی‌تر برای حمایت از رشد انرژی‌های تجدیدپذیر نیاز است. تسریع روند صدور مجوزها و فراهم کردن مشوق‌های مناسب برای استقرار سریع‌تر برای همه انواع انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله نیروگاه‌های برق‌آبی انعطاف‌پذیر از مهم‌ترین اقداماتی است که دولت‌ها می‌توانند برای پاسخ‌گویی هم‌زمان به چالش‌های امنیت انرژی امروز و اهداف اقلیمی آینده انجام دهند. امنیت نفت در طول گذار به انرژی پاک همچنان حیاتی خواهد بود. یکی از فعالیت‌های اصلی آژانس بین‌المللی انرژی تضمین امنیت عرضه نفت از طریق تعیین الزامات ذخیره‌سازی نفت برای کشورهای عضو است. هر کشور عضو آژانس بین‌المللی انرژی موظف است اطمینان حاصل کند که ذخایر نفتی معادل دست‌کم ۹۰ روز واردات خالص نفت را در اختیار دارد. در صورت بروز اختلال شدید در عرضه نفت، اعضای آژانس بین‌المللی انرژی می‌توانند تصمیم بگیرند این ذخایر را به‌عنوان بخشی از یک اقدام جمعی روانه بازار کنند.

امنیت نفت همچنان در طول گذار به انرژی پاک حیاتی خواهد بود

تمرکز پایدار بر امنیت نفت پیامدی از وابستگی بخش حمل‌ونقل به نفت است (برای تأمین سوخت خودروها، کامیون‌ها، کشتی‌ها و هواپیماها)؛ وابستگی‌ای که انتظار می‌رود ادامه یابد، هرچند گذار به اقتصاد انرژی پاک با سرعت در حال پیشرفت است، فروش خودروهای برقی رو به افزایش است، بهره‌وری انرژی بهبود می‌یابد و دیگر فناوری‌های انرژی پاک به‌سرعت در حال پیشرفت هستند. بر اساس سیاست‌های کنونی، تقاضای جهانی نفت پیش‌بینی می‌شود در پایان این دهه به نقطه اوج خود برسد و سپس ثابت بماند. با این حال، تهدید ناشی از اختلال در عرضه نفت به این زودی‌ها از میان نخواهد رفت. حتی پس از آغاز کاهش تقاضا، نفت همچنان برای مدتی بخش مهمی از ترکیب انرژی جهانی باقی خواهد ماند. همچنین دلایل قانع‌کننده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد اختلال در عرضه نفت در دهه‌های آینده بیش از امروز محتمل خواهد بود. این امر ناشی از کاهش تمایل به سرمایه‌گذاری‌های بالادستی نفت در شرایط چشم‌انداز نامطمئن تقاضا، افزایش تمرکز عرضه در حوزه نفت خام و



فرآورده‌های نفتی، چشم‌انداز ژئوپولیتیکی به‌شدت نامطمئن، و مجموعه‌ای از خطرات دیگر از جمله تهدید فزاینده حملات سایبری و افزایش بسامد رویدادهای آب‌وهوایی شدید است. تحولات در بخش‌های پایین‌دستی زنجیره ارزش نفت نیز موجب افزایش مواجهه بسیاری از کشورها با ریسک‌های بازار نفت خواهد شد. در بخش پالایش، طی دهه گذشته ظرفیت قابل‌توجهی در اقتصادهای پیشرفته تعطیل شده است، به‌ویژه در اروپا که برخی پالایشگاه‌ها پس از تکمیل پالایشگاه‌های بزرگ و بسیار پیچیده در خاورمیانه و آسیا برای حفظ رقابت‌پذیری با مشکل روبه‌رو شدند. با افزایش رقابت و چشم‌انداز بسیار نامطمئن تقاضا در بازارهای اصلی، احتمال تعطیلی پالایشگاه‌های بیشتری در اقتصادهای پیشرفته وجود دارد. این امر بسیاری از کشورها را به‌طور فزاینده‌ای به واردات فرآورده‌های نفتی، مانند گازوئیل و سوخت هواپیما، وابسته خواهد کرد. در نتیجه، وابستگی بیشتر به واردات این کشورها را در برابر اختلالات بازار فرآورده‌های نفتی آسیب‌پذیرتر می‌سازد.

خطرات مربوط به امنیت نفت متعدد و گسترده‌اند و بسیار فراتر از خطراتی هستند که از تغییرات ساختاری در بازارهای جهانی نفت ناشی می‌شوند. دولت‌ها باید به‌ویژه به تهدیدهایی توجه کنند که از چشم‌انداز ژئوپولیتیکی روزبه‌روز نامطمئن‌تر، تغییرات اقلیمی و رویدادهای آب‌وهوایی شدید، و همچنین حملات سایبری ناشی می‌شوند. در سال‌های اخیر، اختلالات عرضه نفت ناشی از رویدادهایی بوده‌اند که در هر یک از این دسته‌ها جای می‌گیرند. در نهایت، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی از طریق ترویج استفاده از راهکارهای انرژی پاک، مؤثرترین شیوه برای هر دولتی به‌منظور تقویت امنیت انرژی است. گذار به اقتصاد انرژی پاک باید به‌عنوان فرصتی طلایی برای ساختن نظامی پایدارتر در حوزه انرژی تلقی شود؛ نظامی که قرار گرفتن در معرض نوسانات بازار نفت را به حداقل رسانده و احتمال شوک‌های عرضه را کاهش می‌دهد. با این حال، مسیر حرکت به سوی اقتصاد انرژی پاک ممکن است هموار نباشد. برای سال‌های آینده، اختلال در عرضه نفت همچنان می‌تواند آسیب‌های اقتصادی قابل‌توجهی ایجاد کرده و تأثیرات منفی چشمگیری بر زندگی مردم داشته باشد. بنابراین، حفظ تمرکز قاطع بر امنیت نفت و آمادگی در برابر شرایط اضطراری در طول گذارهای جهانی به انرژی پاک حیاتی خواهد بود و توانمندی‌های پاسخ اضطراری آژانس بین‌المللی انرژی همچنان نقشی اساسی ایفا خواهند کرد.

صنعت نفت و گاز باید نقش خود را در گذار به کربن خنثی ایفا کند. انتظار می‌رود تغییرات ساختاری در بخش انرژی، بر اساس سیاست‌های کنونی، تا پایان این دهه به تثبیت تقاضای نفت و گاز منجر شود. با این حال، تقاضا برای سوخت‌های فسیلی به اندازه کافی سریع کاهش نخواهد یافت تا با توافق پاریس و هدف محدود کردن افزایش دمای جهانی به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد همسو شود. اگر دولت‌ها تعهدات ملی خود در زمینه انرژی و اقلیم را به‌طور کامل و به‌موقع اجرا کنند، تقاضای نفت و گاز تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۴۵ درصد کمتر از سطح امروز خواهد بود و افزایش دما می‌تواند به ۱/۷ درجه سانتی‌گراد محدود شود. دستیابی به مسیر ۱/۵ درجه سانتی‌گراد مستلزم رسیدن به انتشار خالص صفر در بخش انرژی جهانی تا نیمه قرن است، که در این صورت مصرف نفت و گاز باید ۷۵ درصد

کاهش یابد. گزارش «صنعت نفت و گاز در گذار به کربن خنثی» آژانس بین‌المللی انرژی بررسی می‌کند که شرکت‌های نفت و گاز چگونه می‌توانند روند دستیابی به کربن خنثی را تسریع کنند و این موضوع چه پیامدهایی برای صنعتی خواهد داشت که در حال حاضر بیش از نیمی از عرضه انرژی جهان را تأمین کرده و نزدیک به ۱۲ میلیون نفر را در سراسر جهان به کار گرفته است. پیامدهای گذار به کربن خنثی یکسان نیستند؛ این صنعت طیف گسترده‌ای از بازیگران را در بر می‌گیرد، از شرکت‌های کوچک و تخصصی گرفته تا شرکت‌های ملی عظیم نفتی. هرچند توجه‌ها اغلب بر نقش شرکت‌های بزرگ بین‌المللی متمرکز می‌شود، اما این شرکت‌ها کمتر از ۱۳ درصد تولید و ذخایر جهانی نفت و گاز را در اختیار دارند.

صنعت نفت و گاز باید نقش خود را در گذار به کربن صفر ایفا کند

تا کنون، صنعت نفت و گاز نقش حاشیه‌ای در گذار جهان به نظام انرژی پاک ایفا کرده است. تولیدکنندگان نفت و گاز تنها ۱ درصد از کل سرمایه‌گذاری جهانی در انرژی پاک را به خود اختصاص داده‌اند. بیش از ۶۰ درصد این میزان نیز تنها از سوی چهار شرکت تأمین می‌شود، در حالی که امروزه هزاران تولیدکننده نفت و گاز در سراسر جهان فعال هستند. هرچند هیچ نقشه راه واحدی برای تغییر وجود ندارد، یک عنصر هست که می‌تواند و باید در همه راهبردهای گذار شرکت‌ها گنجانده شود: کاهش انتشار از عملیات داخلی صنعت. کمتر از نیمی از تولید جهانی نفت و گاز توسط شرکت‌هایی انجام می‌شود که اهدافی برای کاهش این انتشارها دارند. برای دستیابی به کاهش‌های معنادار در سراسر صنعت نفت و گاز، به ائتلافی بسیار گسترده‌تر، با اهدافی بسیار بلندپروازانه‌تر، نیاز است. تولید، حمل‌ونقل و فرآوری نفت و گاز نزدیک به ۱۵ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با انرژی در جهان را به خود اختصاص می‌دهد. این مقدار بسیار زیاد است و معادل کل انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با انرژی در ایالات متحده محسوب می‌شود. برای همسویی با سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، این انتشارها باید تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۶۰ درصد نسبت به سطح امروز کاهش یابند و شدت انتشار در عملیات جهانی نفت و گاز تا اوایل دهه ۲۰۴۰ تقریباً به صفر برسد. این‌ها معیارهای مناسبی برای اقدام در سطح صنعت در زمینه کاهش انتشار هستند، فارغ از سناریوی آینده. شدت انتشار در بدترین عملکردها در حال حاضر پنج تا ده برابر بیشتر از بهترین‌هاست. متان نیمی از کل انتشار ناشی از عملیات نفت و گاز را تشکیل می‌دهد و ده‌ها برابر قوی‌تر از دی‌اکسیدکربن در گرمایش جهانی عمل می‌کند. مقابله با نشت‌های متان اولویت اصلی است و می‌تواند با هزینه‌ای بسیار مقرون‌به‌صرفه انجام شود اما تنها اولویت نیست.

حدود ۳۰ درصد از انرژی مصرفی در یک نظام انرژی کربن‌خنثی در سال ۲۰۵۰ از سوخت‌ها و فناوری‌های کم‌انتشار تأمین می‌شود؛ فناوری‌هایی که می‌توانند از مهارت‌ها و منابع صنعت نفت و گاز بهره‌مند شوند. این موارد شامل هیدروژن و سوخت‌های مبتنی بر هیدروژن، جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن (CCUS)، انرژی بادی



فراساحلی، سوخت‌های زیستی مایع، بیومتان و انرژی زمین‌گرمایی هستند. شرکت‌های نفت و گاز هم‌اکنون در بخش بزرگی از پروژه‌های برنامه‌ریزی شده هیدروژن که از ذخیره‌سازی کربن و الکترولیز استفاده می‌کنند، مشارکت دارند. صنعت نفت و گاز در ۹۰ درصد ظرفیت ذخیره‌سازی کربن (جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن) فعال در سراسر جهان مشارکت دارد. ذخیره‌سازی کربن و جذب مستقیم کربن از هوا از فناوری‌های مهم برای دستیابی به انتشار خالص صفر هستند، به‌ویژه برای مقابله با یا جبران انتشار در بخش‌هایی که کاهش آن‌ها دشوار است. در حال حاضر، تنها حدود ۲ درصد از ظرفیت فعال انرژی بادی فراساحلی توسط شرکت‌های نفت و گاز توسعه یافته است. با این حال، برنامه‌ها در حال گسترش‌اند و مرزهای فناوری در انرژی بادی فراساحلی — از جمله توربین‌های شناور در آب‌های عمیق این بخش را به حوزه‌های قدرت صنعت نفت و گاز نزدیک‌تر می‌کند. افزون بر این، مهارت‌ها و زیرساخت‌های صنعتی، از جمله شبکه‌های خرده‌فروشی موجود و پالایشگاه‌ها، به این صنعت در حوزه‌هایی مانند شارژ خودروهای برقی و بازیافت پلاستیک مزیت می‌بخشند.

شرکت‌هایی که هدف خود را برای تنوع‌بخشی به فعالیت‌هایشان در حوزه انرژی پاک اعلام کرده‌اند، تنها کمتر از یک‌پنجم تولید کنونی نفت و گاز را شامل می‌شوند. صنعت نفت و گاز در سال ۲۰۲۳ حدود ۲۰ میلیارد دلار در انرژی پاک سرمایه‌گذاری کرده است، یعنی حدود ۲/۵ درصد از کل هزینه‌های سرمایه‌ای خود. برای تولیدکنندگانی که مسیر تنوع‌بخشی را انتخاب کرده‌اند در پی همسویی با اهداف توافق پاریس هستند، تحلیل جزئی جریان‌های نقدی آژانس بین‌المللی انرژی در سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که هدف‌گذاری معقول آن است که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۵۰ درصد از هزینه‌های سرمایه‌ای به پروژه‌های انرژی پاک اختصاص یابد؛ افزون بر سرمایه‌گذاری لازم برای کاهش انتشارهای مستقیم (حوضه ۱) و غیرمستقیم (حوضه ۲). همه شرکت‌های نفت و گاز الزامی به ورود به حوزه انرژی پاک ندارند، اما جایگزین آن کاهش تدریجی فعالیت‌های سنتی در طول زمان خواهد بود. برخی شرکت‌ها ممکن است بر این باور باشند که تخصص آن‌ها در نفت و گاز طبیعی است و تصمیم بگیرند — به‌جای به خطر انداختن سرمایه در حوزه‌های ناآشنا — دیگران بهتر می‌توانند این سرمایه را تخصیص دهند. با این حال، همسویی راهبردهای آن‌ها با گذار به کربن خنثی مستلزم کاهش فعالیت‌های نفت و گاز همراه با سرمایه‌گذاری در کاهش انتشار خواهد بود.

امنیت برق موضوعی میان‌بخشی است و از تنوع‌بخشی بهره‌مند می‌شود

سامانه‌های برق پایدار نیازمند تأمین سوخت مطمئن هستند تا بتوانند ناوگان تولید را تغذیه کنند. در بسیاری از کشورها، نیروگاه‌های گازسوز نقش حیاتی در پوشش دوره‌های اوج تقاضا ایفا می‌کنند و انعطاف‌پذیری لازم را برای پذیرش سهم‌های بیشتر انرژی بادی و خورشیدی فراهم می‌سازند. با بازیابی جهان از همه‌گیری کووید-۱۹ و مواجهه با پیامدهای حمله روسیه به اوکراین، بازارهای جهانی گاز به شدت فشرده و محدود شده‌اند. این موضوع



اثرات سرریز قابل توجهی بر سامانه‌های برق وابسته به گاز داشته است. در بسیاری از اقتصادهای نوظهور، به‌ویژه در آسیا-اقیانوسیه و آمریکای لاتین، تأمین گاز طبیعی مایع (LNG) در نبود خطوط لوله و ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز، منبع اصلی عرضه انعطاف‌پذیر گاز به شمار می‌رود که هزینه‌ها و ریسک‌های تأمین بیشتری را به همراه دارد. تولید برق با سوخت زغال‌سنگ همچنان ستون فقرات تأمین برق در بسیاری از کشورهای آسیایی است.

یکپارچه‌سازی نظام انرژی نیازمند هماهنگی قوی‌تر میان بخش‌ها و ذی‌نفعان، هم در حوزه برنامه‌ریزی و هم در عملیات است. برنامه‌ریزی سامانه برق باید سرمایه‌گذاری‌های لازم برای تضمین امنیت عرضه در دهه‌های آینده را شناسایی کند. چارچوب‌های برنامه‌ریزی یکپارچه و هماهنگ باید تولید، شبکه‌های انتقال و توزیع، تقاضا، برق‌رسانی به مصارف نهایی و وابستگی‌ها به سایر بخش‌ها را پوشش دهند. چنین چارچوب‌هایی برای شناسایی گزینه‌های مناسب سامانه برق آینده، با توجه به عدم قطعیت در تقاضا و فناوری، ضروری هستند و می‌توانند به تعیین نیاز به اتصال‌های متقابل در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی کمک کنند. با وجود پیشرفت در تمرکززدایی، سامانه‌های برق امن و به‌هم‌پیوسته ستون فقرات امنیت انرژی به شمار می‌روند. در اروپا و ایالات متحده، تجارت منطقه‌ای منبع کلیدی انعطاف‌پذیری است و کشورهای عضو اتحادیه ملل آسیای جنوب شرقی (ASEAN) برای بهبود اتصال‌پذیری نظام انرژی و تجارت انرژی تلاش می‌کنند.

مطالعات منظم کفایت و بازبینی فرضیات زیربنایی آن‌ها برای اطمینان از ثبت صحیح همه ریسک‌های قطعی و اطلاع‌رسانی به سیاست‌گذاری ضروری است. ارزیابی‌های احتمالاتی کفایت، بینش بیشتری برای سامانه‌هایی با سهم بالای انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم می‌کنند، زیرا امکان بررسی هم‌زمان بسیاری از عدم قطعیت‌ها را می‌دهند. مطالعات برنامه‌ریزی باید شامل سناریوهای «احتمال پایین – اثرگذاری بالا» باشند، از جمله سناریوهای مرتبط با رویدادهای آب‌وهوایی شدید و تهدیدهای امنیت سایبری. رویدادهای اخیر آب‌وهوایی شدید در سراسر جهان، ریسک‌های امنیت انرژی ناشی از تغییرات اقلیمی را برجسته می‌سازند. سامانه‌های برق در حال دیجیتالی شدن هستند و این روند در همه سطوح مزایایی به همراه دارد؛ از مدیریت تولید و شبکه‌ها گرفته تا ظهور قابلیت‌ها و خدمات جدید از مجموعه گسترده‌تری از منابع. با این حال، دیجیتالی شدن با افزایش ریسک‌های امنیت سایبری همراه است. یک حمله سایبری موفق می‌تواند منجر به از دست رفتن کنترل بر دستگاه‌ها و فرایندها شود و در نتیجه خسارت‌های فیزیکی و اختلال گسترده در خدمات سامانه‌های برق ایجاد کند. مجموعه‌ای غنی از ابزارها و چارچوب‌های مدیریت ریسک سایبری به کار گرفته شده است و سیاست‌گذاران نقش محوری در انتخاب و اجرای آن‌ها دارند. چه فیزیکی و چه سایبری، همه رویدادها را نمی‌توان با هزینه‌های معقول پیشگیری کرد و این امر نیازمند تحلیل هزینه - فایده است. تعیین سیاست و برنامه‌ریزی را می‌توان فرآیندی تکرارشونده دانست: اهداف سیاستی ورودی‌های کلیدی برای برنامه‌ریزی هستند و در مقابل، تمرین‌های برنامه‌ریزی اطلاعات اساسی درباره گزینه‌ها و هزینه‌های متناظر برای دستیابی به اهداف سیاستی فراهم می‌کنند. مسیر انتخاب‌شده باید میان اجرای



اقدامات پیشگیرانه (پرهزینه) و پیامدهای وقوع رویدادهای گوناگون – از قطعی‌های مورد انتظار تا رویدادهای نادر تعادل برقرار کند. در تلاش برای دستیابی به برق مقرون‌به‌صرفه و ایمن، سیاست‌گذاران باید هدف خود را افزایش تاب‌آوری قرار دهند؛ یعنی توانایی سامانه برای جذب، سازگاری و بازیابی از شوک‌های کوتاه‌مدت (بحران تأمین، حمله سایبری یا رویدادهای شدید آب‌وهوایی) و همچنین تغییرات بلندمدت و تدریجی (مانند سازگاری با نیازهای در حال تحول و الگوهای آب‌وهوایی). برنامه‌های آمادگی در برابر ریسک به شناسایی اقدامات تاب‌آوری مقرون‌به‌صرفه کمک می‌کنند. برای نمونه، تنوع بیشتر در ترکیب منابع می‌تواند تاب‌آوری در برابر ریسک‌های اجتماعی، ژئوپولیتیکی، بازار، فنی و زیست‌محیطی را تضمین کند. با درک عمیق‌تر این ریسک‌ها، دولت‌ها و نهادهای تنظیم‌گر قادر خواهند بود مشوق‌های مناسبی طراحی کنند تا شرکت‌های خدماتی در زمان مناسب در سامانه برق تاب‌آور سرمایه‌گذاری کنند.

اولویت‌بخشی به بهره‌وری انرژی

بهره‌وری انرژی (یعنی استفاده از انرژی کمتر برای دستیابی به همان نتیجه) در مرکز دستیابی به گذار مقرون‌به‌صرفه به انرژی پاک قرار دارد؛ گذاری که توسعه اجتماعی عادلانه و رشد اقتصادی را تضمین می‌کند. اقدام قاطع، بلندپروازانه و تحول‌آفرین در زمینه بهره‌وری انرژی برای بهبود تاب‌آوری، امنیت و قابلیت اطمینان سامانه‌های انرژی و همچنین ارتقای دسترسی به خدمات انرژی پایدار و مقرون‌به‌صرفه ضروری است. بدون بهبودهای بهره‌وری انرژی که از سال ۲۰۰۰ انجام شده‌اند، جهان امروز ۱۳ درصد انرژی بیشتری مصرف می‌کرد و انتشارهای کربنی مرتبط با انرژی ۱۴ درصد بالاتر بود. بیش از نیمی از صرفه‌جویی‌های انرژی حاصل‌شده به اقدامات بهره‌وری در بخش صنعت نسبت داده می‌شود، حدود یک‌سوم به بهره‌وری در ساختمان‌ها و لوازم خانگی و یک‌دهم به بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل. این بهبودهای بهره‌وری باعث کاهش قبوض انرژی خانوارها و کسب‌وکارها، افزایش رقابت‌پذیری و حمایت از ایجاد اشتغال شده‌اند.

پیشرفت در بهره‌وری انرژی همچنین امنیت انرژی و دسترسی به انرژی مقرون‌به‌صرفه و قابل‌اعتماد را تقویت کرده است. با کاهش تقاضای کلی انرژی، بهره‌وری می‌تواند وابستگی کلی به واردات سوخت‌های فسیلی را به‌طور چشمگیری کاهش دهد، تراز پرداخت‌ها را بهبود بخشد و احتمال اختلال در عرضه را کمتر کند. دستاوردهای بهره‌وری از سال ۲۰۰۰ موجب شد در سال ۲۰۱۷ نیاز به بیش از ۱۱ اگزا جول واردات سوخت فسیلی در کشورهای عضو آژانس بین‌المللی انرژی و دیگر اقتصادهای بزرگ از بین برود، که معادل ۲۰ درصد بیشتر است. کاهش واردات نفت تنها در کشورهای عضو آژانس بین‌المللی انرژی بیش از ۳۰ میلیارد دلار صرفه‌جویی به همراه داشت. با نگاه به آینده‌ای با انتشار خالص صفر تا سال ۲۰۵۰، همچنان ظرفیت‌های استفاده‌نشده قابل توجهی وجود دارد: دو برابر کردن نرخ کنونی بهبود شدت انرژی از ۲ درصد به ۴ درصد در سال تا ۲۰۳۰ به معنای اجتناب از مصرف نهایی



۹۵ گزاجول انرژی در سال است، معادل تقاضای نهایی کنونی انرژی چین. دستیابی به صرفه‌جویی سالانه ۹۵ گزاجول انرژی تا سال ۲۰۳۰ همچنین به‌طور چشمگیری امنیت انرژی را تقویت می‌کند؛ به‌گونه‌ای که از تقاضا برای نزدیک به ۳۰ میلیون بشکه نفت در روز جلوگیری می‌شود (حدود سه برابر متوسط تولید روسیه در سال ۲۰۲۱) و نیز از مصرف ۶۵۰ میلیارد مترمکعب گاز طبیعی در سال (حدود چهار برابر واردات اتحادیه اروپا از روسیه در سال ۲۰۲۱). کاهش تقاضای برق همچنین می‌تواند نیاز به سرمایه‌گذاری در ظرفیت‌های جدید تولید، زیرساخت‌های انتقال و توزیع و تأسیسات ذخیره‌سازی را از میان بردارد.

در اقتصادهای نوظهور، دستاوردهای بهره‌وری انرژی به‌ویژه برای تضمین قابلیت اطمینان و کیفیت خدمات تأمین انرژی اهمیت دارند؛ زیرا امکان می‌دهند تقاضای سرکوب‌شده کنونی بدون فشار بیش از حد بر شبکه‌های برق موجود وارد مدار شود و توسعه اقتصادی نیز امکان‌پذیر گردد. دستیابی به منافع چندگانه از اقدامات بهره‌وری انرژی در زمینه افزایش و نوسان قیمت‌های انرژی اهمیت ویژه‌ای دارد، چرا که این نوسانات بیش از همه به اقشار آسیب‌پذیر جامعه و اقتصادهای کشورهای در حال توسعه و نوظهور ضربه می‌زنند. رویکردهای مردم‌محور و فراگیر و اولویت‌بخشی به بهره‌وری انرژی ابزارهایی برای افزایش مقرون‌به‌صرفه بودن و تضمین این هستند که روند دستیابی به دسترسی همگانی به برق معکوس نشود. با پیروی از مسیر تعیین‌شده در سناریوی خالص صفر آژانس بین‌المللی انرژی، اقتصاد جهانی می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ رشد ۴۰ درصدی داشته باشد و دسترسی به برق را برای حدود ۸۰۰ میلیون نفر دیگر فراهم کند، آن هم با ۵ درصد تقاضای نهایی انرژی کمتر. در مقایسه با سناریوی سیاست‌های اعلام‌شده آژانس بین‌المللی انرژی، بهره‌وری انرژی و اقدامات مرتبط در سناریوی خالص صفر موجب کاهش سالانه ۵ گیگاتن انتشار «CO2» در سال ۲۰۳۰ خواهد شد. بیش از ۸۰ درصد این دستاوردهای اضافی بهره‌وری به صرفه‌جویی خالص هزینه برای مصرف‌کنندگان منجر می‌شود و به کاهش قبوض انرژی و کاهش اثرات نوسانات قیمت کمک می‌کند. دستیابی به صرفه‌جویی سالانه ۹۵ گزاجول (EJ) انرژی می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ به کاهش هزینه‌های انرژی خانوارها به میزان دست کم ۶۵۰ میلیارد دلار در سال کمک کند. این امر نیازمند اقدام قوی و زود هنگام در زمینه بهره‌وری انرژی تا سال ۲۰۳۰ است. دولت‌ها نقش اساسی در تضمین پیش‌بارگذاری و اولویت‌بندی اقدامات بهره‌وری انرژی دارند. با توجه به ارزش اقدام زود هنگام در بهره‌وری انرژی به‌عنوان روشی مقرون‌به‌صرفه برای تسریع پیشرفت به‌سوی اهداف خالص صفر انرژی و افزایش امنیت و تاب‌آوری انرژی، بیش از ۴۰ دولت در هشتمین کنفرانس جهانی سالانه آژانس بین‌المللی انرژی در زمینه بهره‌وری انرژی در ژوئن ۲۰۲۳ بیانیه مشترکی را امضا کردند که در آن از همه دولت‌ها و سایر بازیگران خواسته شد اقدامات خود را تقویت کنند. توصیه‌های «کمیسیون جهانی برای اقدام فوری در زمینه بهره‌وری انرژی» خواستار بسته‌های سیاستی جامع و دقیق با اهداف بلندپروازانه، راهبردهای اجرایی روشن و چارچوب‌های نظارتی قوی هستند. این توصیه‌های سیاستی می‌توانند به سرعت و در زمینه‌های مختلف اجرا شوند تا بهبود بهره‌وری انرژی در سطح جهانی را تقویت کنند.



امنیت انرژی را افزایش دهند، رشد تقاضای انرژی را جبران کنند و روند افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن را مهار نمایند. برای پیشینه‌سازی اثربخشی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، لازم است سیاست‌های موفق موجود، فناوری‌های مقرون‌به‌صرفه و مدل‌های کسب‌وکار پایدار به‌سرعت گسترش یابند و از دانش مربوط به آنچه کارآمد بوده و آنچه نبوده بهره گرفته شود. دولت‌ها نقش مهمی در این گذار ایفا می‌کنند؛ نه تنها از طریق الگو بودن، بلکه به‌عنوان مصرف‌کنندگان نهایی خدمات انرژی نیز اهمیت دارند. دولت‌ها می‌توانند این فرایند را با اجرای رویکردهای جامع دولتی که اولویت‌ها و اقدامات را همسو می‌سازد، هدایت کنند و بدین ترتیب همه مزایای بهره‌وری انرژی را به دست آورده و اثرات بیشتری محقق سازند. برای نمونه، به دلیل اهمیت بالای سرمایه‌گذاری کارآمد از نظر مصرف کلی انرژی و کیفیت زندگی، این موضوع در هند و چین با برنامه‌های ملی اقدام دولت‌ها پیش برده می‌شود.

بیشترین دستاوردهای بهره‌وری از طریق بسته‌های سیاستی جامع حاصل می‌شوند که ترکیبی از مقررات، اطلاع‌رسانی و مشوق‌ها را دربر می‌گیرند و در عین حال نوآوری، سرمایه‌گذاری و دیجیتالی‌سازی را امکان‌پذیر می‌سازند. استفاده از مقرراتی مانند استانداردهای حداقل کارایی انرژی برای حذف لوازم خانگی، تجهیزات، وسایل نقلیه و ساختمان‌های با عملکرد ضعیف از بازار و ارتقای سطح متوسط بهره‌وری، در گذشته به بزرگ‌ترین بهبودها در بهره‌وری منجر شده است. این موضوع به‌ویژه در زمینه سرمایه‌گذاری و روشنایی اهمیت دارد (تا سال ۲۰۵۰ حدود دوسوم خانوارهای جهان ممکن است دارای دستگاه تهویه مطبوع باشند و چین، هند و اندونزی در مجموع نیمی از کل تعداد را به خود اختصاص دهند). مقررات می‌تواند با برنامه‌های خرید عمده پشتیبانی شود؛ مانند برنامه «UJALA» (نور بهتر با لامپ‌های ال‌ای‌دی مقرون‌به‌صرفه برای همه) برای ۳۵۰ میلیون لامپ ال‌ای‌دی در هند که به مقرون‌به‌صرفه‌تر و در دسترس‌تر شدن فناوری‌ها کمک می‌کند. این ابتکارات روند جایگزینی فناوری‌های قدیمی و ناکارآمد را سرعت می‌بخشند. دولت‌ها همچنین می‌توانند با اجرای قوانین و مشخصات خرید سبز، همانند آنچه در اتحادیه اروپا اجرا می‌شود که استانداردهای حداقل انرژی و زیست‌محیطی را برای ساختمان‌ها و خریدهای دولتی تعیین می‌کند الگو باشند. برنامه مدیریت انرژی فدرال ایالات متحده، به‌عنوان نمونه‌ای دیگر، اهداف کاهش مصرف انرژی و آب را برای نهادهای فدرال تعیین می‌کند و با ارائه راهنمایی، آموزش و کمک‌های فنی از اجرای آن پشتیبانی می‌نماید. در اندونزی، مقررات دولتی شماره ۲۰۰۹/۷۰ همه شرکت‌هایی را که مصرف سالانه انرژی آن‌ها بیش از ۶۰۰۰ تن معادل نفت است، ملزم می‌سازد تا یک مدیر انرژی منصوب کنند، برنامه‌ای برای صرفه‌جویی انرژی تدوین نمایند، ممیزی انرژی انجام دهند و میزان مصرف انرژی خود را به دولت گزارش دهند. در حال حاضر بحث‌هایی درباره کاهش آستانه صنعتی به ۴۰۰۰ تن معادل نفت و معرفی آستانه‌های ویژه برای بخش‌های مختلف در جریان است.

اجرای مشارکت جامع ذی‌نفعان و بهره‌گیری از بینش‌های رفتاری می‌تواند تضمین کند که برنامه‌های بهره‌وری انرژی بر اساس نیازها و رفتارهای واقعی مصرف‌کنندگان نهایی طراحی شوند و همچنین گروه‌های آسیب‌پذیر



به‌طور مناسب مورد توجه قرار گیرند. سیاست‌های بهره‌وری انرژی که بینش‌های رفتاری را در مراحل طراحی و اجرا در نظر می‌گیرند، اثربخشی بیشتری داشته‌اند؛ همان‌گونه که در تقویت برچسب‌های انرژی لوازم خانگی اتحادیه اروپا مشاهده شده است. قرار دادن مردم در مرکز این اقدامات سیاستی و فراهم کردن اطلاعات بهتر همراه با روایت‌های مناسب می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای بر نگرش‌ها و باورهای عمومی که الگوهای مصرف و جابه‌جایی را شکل می‌دهند داشته باشد و تغییر رفتار ضروری را تسریع کند. علاوه بر این، بازطراحی سیاست‌ها و محصولات به‌گونه‌ای که صرفه‌جویی انرژی به گزینه پیش‌فرض تبدیل شود، انتخاب‌های مصرف‌کنندگان را ساده‌تر می‌سازد. برای نمونه، هند مقرر کرده است که دمای تنظیم‌شده پیش‌فرض دستگاه‌های تهویه مطبوع اتاقی روی ۲۴ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد؛ این امر همچنان آزادی انتخاب دما را برای مصرف‌کنندگان حفظ می‌کند، اما به‌طور پیش‌فرض موجب صرفه‌جویی می‌شود، زیرا بسیاری از مصرف‌کنندگان هرگز تنظیمات را تغییر نمی‌دهند. دولت‌ها همچنین می‌توانند بهبود بهره‌وری را از طریق سازوکارهای مالی تشویق کنند؛ از جمله تأمین مالی مستقیم محرک‌ها، سرمایه‌گذاری در ساختمان‌ها، تأسیسات و زیرساخت‌های عمومی، تأمین مالی ترجیحی و سازوکارهای مبتنی بر بازار. اقدامات بهره‌وری می‌توانند با افزایش تقاضا برای محصولات و خدمات کارآمد از طریق مجموعه‌ای از مشوق‌های مالی و غیرمالی به‌سرعت گسترش یابند، و همچنین با فراهم کردن سطح بالاتری از فعالیت‌های بازار از طریق مشوق‌های سمت عرضه مانند تأمین مالی یا مزایای مالیاتی برای تولیدکنندگان. استانداردها و برچسب‌گذاری، و مشوق‌های اختصاصی برای مصرف‌کنندگان نهایی به‌منظور جایگزینی تجهیزات، نمونه‌های مؤثری هستند. برای مثال، جایگزینی یک میلیون یخچال ناکارآمد در کلمبیا باعث کاهش هزینه‌های انرژی مصرف‌کنندگان شد، نیاز به یارانه برای خانوارهای کم‌درآمد را کاهش داد و ۱۲ هزار شغل ایجاد کرد.

گزینه‌های دیگر شامل ارتقای بهره‌وری صنعتی از طریق مشوق‌های مالی هدفمند یا برنامه‌های گسترده‌ای است که می‌توانند مجموعه‌ای از اقدامات سیاستی را ترکیب کنند. طرح «Perform, Achieve, Trade (PAT)» هند رویکردی مبتنی بر بازار برای هدایت سرمایه‌گذاری در بهره‌وری انرژی ارائه می‌دهد. این طرح یک برنامه چندمرحله‌ای است که با تعیین اهداف مصرف، به کاهش مصرف ویژه انرژی در صنایع با شدت انرژی بالا می‌پردازد و به کسب‌وکارهایی که از هدف خود فراتر می‌روند اجازه می‌دهد گواهی‌های صرفه‌جویی انرژی (ESCCerts) صادر شده را معامله کنند.

اجرای سیاست‌ها و برنامه‌های بهره‌وری انرژی باید در همه سطوح جامعه، و در سطح ملی و زیرملی صورت گیرد تا بیشترین اثرگذاری حاصل شود. برای نمونه، به‌منظور ارتقای بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها، دولت‌های محلی در مکزیک و هند اقدام‌های اجرایی لازم برای دستیابی به استانداردهای ملی را تدوین کردند. بهره‌وری انرژی می‌تواند به‌سرعت اشتغال پایدار ایجاد کند و از رشد اقتصادی بلندمدت حمایت نماید. ظرفیت ایجاد شغل در بخش‌های ساخت‌وساز و تولید وجود دارد، با فرصت‌های کلیدی در بازسازی ساختمان‌ها و برنامه‌های جایگزینی



فناوری. با بهره‌گیری از تجربه‌های بین‌المللی، برنامه‌های «Make in India» و «Made in China» بر ایجاد مشاغل تولیدی باکیفیت از طریق آموزش و توسعه ظرفیت تمرکز دارند و در عین حال کارایی لوازم خانگی را بهبود می‌بخشند و آن‌ها را برای مصرف‌کنندگان نهایی مقرون‌به‌صرفه‌تر می‌سازند. همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند به دولت‌ها کمک کند تا سیاست‌های بهره‌وری انرژی را سریع‌تر و مؤثرتر اجرا کنند. تبادل گسترده بهترین تجربه‌ها این امکان را فراهم می‌سازد که کشورها رویکردهای موفق و ناموفق در نهادینه‌سازی بهره‌وری انرژی در اقتصادهای خود را به اشتراک گذاشته و از آن‌ها بیاموزند. در این زمینه، «مرکز بهره‌وری انرژی» آژانس بین‌المللی انرژی به‌عنوان بستری برای همکاری جهانی در حوزه بهره‌وری انرژی قابل توجه است.

بسیج منابع مالی برای استقرار انرژی پاک، کلید پیشبرد گذار پاک و تضمین امنیت انرژی خواهد بود

بر اساس گزارش «سرمایه‌گذاری‌های جهانی انرژی ۲۰۲۴» آژانس بین‌المللی انرژی، سرمایه‌گذاری جهانی انرژی برای نخستین بار در سال ۲۰۲۴ از ۳ تریلیون دلار فراتر خواهد رفت که ۲ تریلیون دلار آن به فناوری‌ها و زیرساخت‌های انرژی پاک اختصاص می‌یابد. سرمایه‌گذاری در انرژی پاک از سال ۲۰۲۰ شتاب گرفته است و هزینه‌کرد در حوزه برق تجدیدپذیر، شبکه‌ها و ذخیره‌سازی اکنون بیش از مجموع هزینه‌کرد در نفت، گاز و زغال‌سنگ است.

گزارش سالانه «سرمایه‌گذاری جهانی انرژی» همواره نسبت به عدم توازن جریان سرمایه‌گذاری‌های انرژی هشدار داده است، به‌ویژه کمبود سرمایه‌گذاری در انرژی پاک در اقتصادهای بازار نوظهور و در حال توسعه (EMDE) خارج از چین. نشانه‌هایی از افزایش این سرمایه‌گذاری‌ها دیده می‌شود: بر اساس ارزیابی آژانس بین‌المللی انرژی، سرمایه‌گذاری در انرژی پاک در سال ۲۰۲۴ به حدود ۳۲۰ میلیارد دلار خواهد رسید که نسبت به سال ۲۰۲۰ بیش از ۵۰ درصد افزایش یافته است در بخش اقتصادهای بازار نوظهور و در حال توسعه خارج از چین. این رشد مشابه رشد مشاهده‌شده در اقتصادهای پیشرفته (۵۰٪+) است، هرچند کمتر از رشد سرمایه‌گذاری در چین (۷۵٪+). این دستاوردها عمدتاً ناشی از افزایش سرمایه‌گذاری در برق تجدیدپذیر است که اکنون نیمی از کل سرمایه‌گذاری‌های بخش برق را در این کشورها تشکیل می‌دهد. پیشرفت در هند، برزیل و بخش‌هایی از آسیای جنوب شرقی و آفریقا بازتابی از ابتکارهای سیاستی جدید، مناقصه‌های عمومی مدیریت‌شده و بهبود زیرساخت‌های شبکه است. سرمایه‌گذاری‌های انرژی پاک آفریقا در سال ۲۰۲۴ با بیش از ۴۰ میلیارد دلار تقریباً دو برابر میزان سال ۲۰۲۰ بوده است. با این حال، اقدامات بیشتری لازم است. در بسیاری از موارد، این رشد از پایه‌ای بسیار پایین آغاز شده و بسیاری از اقتصادهای کمتر توسعه‌یافته عقب مانده‌اند (چندین کشور با مشکلات شدید در بازپرداخت بدهی‌های سنگین مواجه هستند). در سال ۲۰۲۴، سهم سرمایه‌گذاری جهانی در انرژی پاک در اقتصادهای بازار نوظهور و در حال توسعه خارج از چین انتظار می‌رود حدود ۱۵٪ از کل سرمایه‌گذاری‌ها باقی



بماند. این میزان، چه از نظر حجم و چه از نظر سهم، بسیار کمتر از مقداری است که برای دسترسی کامل به انرژی مدرن و پاسخ‌گویی پایدار به تقاضای روبه‌افزایش انرژی لازم است. سرمایه‌گذاری در بخش برق بر روی فناوری فتوولتائیک خورشیدی پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۴ از ۵۰۰ میلیارد دلار فراتر رود و از مجموع همه منابع تولید دیگر پیشی گیرد. هرچند ممکن است رشد در سال ۲۰۲۴ به دلیل کاهش قیمت ماژول‌های خورشیدی اندکی تعدیل شود، اما انرژی خورشیدی همچنان در مرکز تحول بخش برق باقی خواهد ماند. در سال ۲۰۲۳، هر یک دلار سرمایه‌گذاری در انرژی بادی و فتوولتائیک خورشیدی ۲.۵ برابر بیشتر از یک دلار سرمایه‌گذاری در همان فناوری‌ها در یک دهه پیش خروجی انرژی ایجاد کرده است.

در سال ۲۰۱۵، نسبت سرمایه‌گذاری در برق پاک به سرمایه‌گذاری در برق سوخت‌های فسیلی بدون کاهش انتشار تقریباً ۲ به ۱ بود. در سال ۲۰۲۴، این نسبت قرار است به ۱۰ به ۱ برسد. افزایش استقرار انرژی خورشیدی و بادی باعث کاهش قیمت عمده‌فروشی برق در برخی کشورها شده است، گاهی حتی به زیر صفر، به‌ویژه در دوره‌های اوج تولید باد و خورشید. این موضوع ظرفیت درآمدزایی در بازار لحظه‌ای برای تولیدکنندگان را کاهش می‌دهد و نیاز به سرمایه‌گذاری‌های مکمل در انعطاف‌پذیری و ظرفیت ذخیره‌سازی را برجسته می‌سازد. انتظار می‌رود سرمایه‌گذاری در انرژی هسته‌ای در سال ۲۰۲۴ افزایش یافته باشد، به‌طوری‌که سهم آن (۹٪) در سرمایه‌گذاری‌های برق کم‌کربن پس از دو سال متوالی کاهش، دوباره رشد کرده است. برآورد می‌شود سرمایه‌گذاری کل در انرژی هسته‌ای در سال ۲۰۲۴ به ۸۰ میلیارد دلار رسیده باشد، یعنی تقریباً دو برابر سطح سال ۲۰۱۸ که پایین‌ترین میزان در یک دهه بود. شبکه‌های برق به گلوگاه گذارهای انرژی تبدیل شده‌اند، اما سرمایه‌گذاری در آن‌ها رو به افزایش است. پس از رکود در حدود ۳۰۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۵، انتظار می‌رود هزینه‌ها در سال ۲۰۲۴ به ۴۰۰ میلیارد دلار برسد که ناشی از سیاست‌ها و منابع مالی جدید در اروپا، ایالات متحده، چین و بخش‌هایی از آمریکای لاتین است. اقتصادهای پیشرفته و چین ۸۰٪ از کل سرمایه‌گذاری جهانی در شبکه‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. سرمایه‌گذاری در آمریکای لاتین از سال ۲۰۲۱ تقریباً دو برابر شده است، به‌ویژه در کلمبیا، شیلی و برزیل که تنها در سال ۲۰۲۳ هزینه‌ها دو برابر شد. با این حال، سرمایه‌گذاری در سایر مناطق نگران‌کننده است و در سطح پایینی باقی مانده است. سرمایه‌گذاری‌ها در ذخیره‌سازی باتری در حال افزایش‌اند و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۴ از ۵۰ میلیارد دلار فراتر روند. اما هزینه‌کرد بسیار متمرکز است؛ در سال ۲۰۲۳، به ازای هر یک دلار سرمایه‌گذاری در ذخیره‌سازی باتری در اقتصادهای پیشرفته و چین، تنها یک سنت در سایر اقتصادهای بازار نوظهور و در حال توسعه سرمایه‌گذاری شد. سرمایه‌گذاری در بهره‌وری انرژی و برق‌رسانی در ساختمان‌ها و صنعت، علیرغم چالش‌های اقتصادی، نسبتاً پایدار بوده است. با این حال، بیشتر پویایی در بخش‌های مصرف‌نمایی از حوزه حمل‌ونقل ناشی می‌شود؛ جایی که سرمایه‌گذاری در سال ۲۰۲۴ قرار است به رکوردهای جدیدی برسد (۸٪ نسبت به ۲۰۲۳)، که ناشی از فروش قوی خودروهای برقی است.

افزایش هزینه کرد در انرژی پاک بر پایه اهداف کاهش انتشار، دستاوردهای فناورانه، الزامات امنیت انرژی (به ویژه در اتحادیه اروپا) و یک عنصر راهبردی اضافی استوار است: اقتصادهای بزرگ در حال اجرای راهبردهای صنعتی جدید برای تحریک تولید انرژی پاک و تثبیت جایگاه‌های قوی تر در بازار هستند. چنین سیاست‌هایی می‌توانند منافع محلی به همراه داشته باشند، هرچند دستیابی به جایگاهی رقابتی از نظر هزینه در بخش‌هایی با ظرفیت جهانی فراوان مانند فتوولتائیک خورشیدی می‌تواند چالش برانگیز باشد. سیاست‌گذاران باید هزینه‌ها و منافع این برنامه‌ها را به گونه‌ای متوازن کنند که تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین انرژی پاک افزایش یابد و در عین حال منافع حاصل از تجارت حفظ شود. در ایالات متحده، سرمایه‌گذاری در انرژی پاک در سال ۲۰۲۴ به بیش از ۳۰۰ میلیارد دلار برآورد می‌شود، یعنی ۱.۶ برابر سطح سال ۲۰۲۰ و بسیار بیشتر از میزان سرمایه‌گذاری در سوخت‌های فسیلی. اتحادیه اروپا امروز ۳۷۰ میلیارد دلار در انرژی پاک هزینه می‌کند، در حالی که چین قرار است در سال ۲۰۲۴ نزدیک به ۶۸۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری کند؛ این امر با اتکاء به بازار داخلی بزرگ و رشد سریع در سه صنعت موسوم به سه جدید (new three) یعنی سلول‌های خورشیدی، تولید باتری‌های لیتیومی و ساخت خودروهای برقی (EV) پشتیبانی می‌شود.

چگونه مواد معدنی حیاتی می‌توانند آینده‌ای پاک‌تر و ایمن‌تر در حوزه انرژی را رقم بزنند؟

یک سیستم انرژی که با فناوری‌های انرژی پاک تغذیه می‌شود، تفاوت‌های اساسی با سیستمی دارد که بر منابع هیدروکربنی سنتی متکی است. مواد معدنی حیاتی مانند مس، لیتیوم، نیکل، کبالت و عناصر نادر خاکی اجزای ضروری بسیاری از فناوری‌های نوظهور انرژی پاک هستند - از توربین‌های بادی و شبکه‌های برق گرفته تا خودروهای برقی (نگاه کنید به تمرکز ویژه ۲). تقاضا برای این مواد معدنی به سرعت در حال افزایش است، زیرا گذار به انرژی پاک شتاب می‌گیرد.

گزارش «چشم‌انداز جهانی مواد معدنی حیاتی ۲۰۲۴» آژانس بین‌المللی انرژی نشان می‌دهد که در مسیر دستیابی به هدف اقلیمی ۱.۵ درجه سانتی‌گراد، تقاضا برای مواد معدنی حیاتی تا سال ۲۰۴۰ چهار برابر خواهد شد. نیروگاه‌های خورشیدی، مزارع بادی و خودروهای برقی به‌طور کلی برای ساخت به مواد معدنی بیشتری نسبت به همتایان مبتنی بر سوخت‌های فسیلی نیاز دارند. یک خودروی برقی معمولی شش برابر بیشتر از یک خودروی متعارف به ورودی‌های معدنی نیاز دارد و یک نیروگاه بادی فراساحلی ۱۳ برابر بیشتر از یک نیروگاه گازسوز با اندازه مشابه به منابع معدنی نیازمند است. از سال ۲۰۱۰ تاکنون، متوسط میزان منابع معدنی مورد نیاز برای هر واحد جدید ظرفیت تولید برق ۵۰ درصد افزایش یافته است، زیرا سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سرمایه‌گذاری‌های جدید رشد کرده است. تقاضا برای مواد معدنی حیاتی در سال ۲۰۲۳ رشد چشمگیری داشت؛ به طوری که تقاضا برای لیتیوم ۳۰ درصد افزایش یافت، در حالی که تقاضا برای نیکل، کبالت، گرافیت و عناصر نادر خاکی همگی بین



۸ تا ۱۵ درصد رشد کردند. کاربردهای انرژی پاک به محرک اصلی رشد تقاضا برای طیفی از مواد معدنی حیاتی تبدیل شده‌اند. خودروهای برقی جایگاه خود را به‌عنوان بزرگ‌ترین بخش مصرف‌کننده لیتیوم تثبیت کردند و سهم خود را در تقاضا برای نیکل، کبالت و گرافیت به‌طور قابل توجهی افزایش دادند. دسترس‌پذیری مواد معدنی حیاتی یکی از عوامل کلیدی تعیین‌کننده سرعت گذارهای انرژی است و همچنین عنصری حیاتی برای امکان‌پذیر ساختن عملیات پایدار در بخش‌های تولیدی به شمار می‌رود. آژانس بین‌المللی انرژی اکنون در حال بررسی این موضوع است که کشورهای عضو چگونه می‌توانند اقدامات سیاستی و بهترین رویه‌های خود را برای تضمین امنیت تأمین مواد معدنی حیاتی به اشتراک بگذارند و همچنین بر تحلیل تحولات بازار مواد معدنی حیاتی کار می‌کند تا به شفافیت بازار کمک کند.

همان‌طور که در بخش ویژه ۲ این گزارش به تفصیل آمده است، عرضه مواد معدنی حیاتی همچنان بسیار متمرکز باقی مانده و طی سه سال گذشته پیشرفت محدودی در زمینه تنوع‌بخشی حاصل شده است. در برخی موارد حتی تمرکز عرضه شدت یافته است. چین به‌طور قابل توجهی در استخراج گرافیت (۷۰٪) و عناصر نادر خاکی (۶۹٪) غالب است. سهم چین در فرآوری این دو ماده نزدیک به ۱۰۰٪ بوده و همچنین نقش کلیدی در فرآوری کبالت (۷۴٪)، لیتیوم (۶۵٪) و مس (۴۵٪) دارد. تمرکز جغرافیایی فعالیت‌های معدنی قرار است تا سال ۲۰۴۰ بیشتر شود یا در سطح بالایی باقی بماند. این سطح بالای تمرکز عرضه، خطری برای سرعت گذارهای انرژی به شمار می‌رود، زیرا زنجیره‌های تأمین و مسیرها را در برابر اختلال آسیب‌پذیرتر می‌سازد؛ چه ناشی از شرایط آب‌وهوایی شدید، چه اختلافات تجاری یا عوامل ژئوپولیتیکی. تحلیل «N-1» یک معیار معمول برای سنجش میزان تاب‌آوری هر سیستم است و آسیب‌پذیری‌های قابل توجهی را آشکار می‌سازد. اگر بزرگ‌ترین تأمین‌کننده و تقاضای آن حذف شود، عرضه موجود «N-1» برای همه مواد معدنی کلیدی گذار انرژی به‌طور چشمگیری کمتر از نیازهای واقعی خواهد بود. این وضعیت در مورد گرافیت شدیدتر است؛ جایی که عرضه موجود «N-1» تنها ۱۰٪ از نیازهای مواد معدنی «N-1» را پوشش می‌دهد که به‌طور قابل توجهی کمتر از آستانه حداقل ۳۵٪ غیرتک‌مبداً پیشنهادی در قانون مواد خام حیاتی اتحادیه اروپا است. این امر نشان می‌دهد که بدون تلاش‌های فوری برای تسریع توسعه پروژه‌ها، دستیابی به اهداف اعلام‌شده در زمینه تنوع‌بخشی بسیار دشوار خواهد بود.

کاهش قیمت‌ها خبر خوبی برای مصرف‌کنندگان و برای مقرون‌به‌صرفه بودن بوده است و هزینه‌های فناوری پاک را دوباره در مسیر نزولی قرار داده است، از جمله کاهش ۱۴ درصدی قیمت باتری‌ها در سال ۲۰۲۳. با این حال، کاهش قیمت‌ها باعث می‌شود سرمایه‌گذاری برای تضمین عرضه قابل اعتماد و متنوع برای سرمایه‌گذاران کمتر جذاب باشد. این اثر قیمتی بیشترین پیامد را برای دارندگان منابع جدید و نوظهور داشته است؛ در مورد نیکل، سه‌چهارم پروژه‌های فعال یا بالقوه‌ای که در معرض خطر هستند، خارج از سه تولیدکننده برتر قرار دارند. گزارش «چشم‌انداز جهانی مواد معدنی حیاتی» آژانس بین‌المللی انرژی شامل یک چارچوب جدید ارزیابی ریسک برای

مواد معدنی کلیدی گذار انرژی است که چهار بُعد اصلی را در بر می‌گیرد: ریسک‌های عرضه، ریسک‌های ژئوپولیتیکی، موانع در واکنش به اختلالات عرضه، و میزان مواجهه با ریسک‌های زیست‌محیطی، اجتماعی، حاکمیتی (ESG) و اقلیمی. بیشتر مواد معدنی در معرض ریسک‌های زیست‌محیطی بالا قرار دارند. برای نمونه، عملیات پالایش کنونی در مکان‌هایی انجام می‌شود که شبکه‌های برق آن‌ها معمولاً شدت کربنی بیشتری دارند و عمدتاً بر برق مبتنی بر زغال‌سنگ متکی هستند. تأمین امنیت انرژی و نیازهای کربن‌زدایی در چنین شرایطی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند.

بازاستفاده از زیرساخت‌های انرژی برای سوخت‌های کم‌کربن

در شرایط کنونی نوسان شدید قیمت‌ها در بازارهای جهانی انرژی، دولت‌ها با متنوع‌سازی مسیرها و تأمین و همچنین با امکان‌پذیر ساختن استفاده از سوخت‌های کم‌کربن در زیرساخت‌های انرژی موجود، میزان وابستگی و مواجهه خود با سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهند. تأمین سوخت‌های کم‌کربن از چندین مکان و از فناوری‌های گوناگون، امنیت عرضه را افزایش داده و در برابر شوک‌های ناشی از تقاضا و عرضه محافظت ایجاد می‌کند. ایجاد زیرساخت‌های جدید نیازمند سطح بالایی از سرمایه‌گذاری است و خطر تأخیر ناشی از ضرورت دریافت مجوزها و تأییدیه‌های مختلف را به همراه دارد. بازاستفاده از زیرساخت‌های موجود چشم‌انداز تسریع گذار انرژی را فراهم می‌کند. برای نمونه، دارایی‌های حرارتی موجود می‌توانند انعطاف‌پذیری لازم را که منابع تجدیدپذیر متغیر نیاز دارند، تأمین کنند و در کنار سایر منابع مانند انتقال، ذخیره‌سازی و پاسخگویی به تقاضا عمل نمایند، در حالی که اگر با سوخت‌های کم‌کربن به کار گرفته شوند، مزایای کاهش انتشار را نیز تضمین می‌کنند.

گازهای کم‌کربن قرار است نقش کلیدی در مسیرهای کربن‌زدایی ایفا کنند. در سناریوی «صفر خالص» آژانس بین‌المللی انرژی، گازهای کم‌کربن نزدیک به ۷۵٪ از کل سوخت‌های گازی در مصرف نهایی انرژی در سال ۲۰۵۰ را تشکیل می‌دهند و بخش عمده‌ای از سوخت‌های گازی مصرف‌شده در بخش برق را شامل می‌شوند. به نوبه خود، گازهای کم‌کربن سهم سوخت‌های گازی در مصرف نهایی کل انرژی را نزدیک به سطح امروز حفظ می‌کنند و نقش کلیدی در بخش‌های سخت‌کاهش‌پذیر، از جمله صنعت، حمل‌ونقل طولانی‌مدت و ذخیره‌سازی فصلی انرژی ایفا می‌نمایند. در بخش برق، گازهای کم‌کربن قرار است تأمین پشتیبان انعطاف‌پذیر را در سیستمی که تحت سلطه منابع تجدیدپذیر متغیر برق است، فراهم کنند.

زیرساخت‌های موجود گاز می‌توانند استقرار گازهای کم‌کربن را سرعت ببخشند؛ از طریق فراهم‌سازی دسترسی به شبکه، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و در نهایت تسهیل ادغام آن‌ها در نظام گسترده انرژی. در سطح بالادستی، میادین گاز طبیعی و میعانات، مخازن تخلیه‌شده گاز و زیرساخت‌های سطحی مرتبط می‌توانند برای ذخیره‌سازی «CO2» مورد استفاده قرار گیرند و امکان اجرای راهکارهای مبتنی بر گازهای کم‌کربن را فراهم کنند، همانند



تولید هیدروژن از متان. سیستم گسترده خطوط انتقال و توزیع گاز نیز می‌تواند برای حمل گازهای کم‌کربن بازاستفاده شود. بیومتان و متان مصنوعی به دلیل شباهت تقریباً کامل در ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی با متان متعارف، کاملاً قابل جایگزینی هستند. با این حال، آن‌ها نیازمند تدوین استانداردهایی خواهند بود تا کیفیت یکنواخت گاز در سامانه‌های گازی به‌هم‌پیوسته تضمین شود و هرگونه خطر انحراف از آن کاهش یابد. بیومتان عمدتاً به شبکه‌های توزیع تزریق می‌شود، زیرا ماهیت تولید آن غیرمتمرکز است. در بلندمدت، نفوذ بالای بیومتان در سطح توزیع، نیازمند ادغام نزدیک‌تر میان شبکه‌های انتقال و توزیع خواهد بود. ایستگاه‌های کمپرسور دوطرفه امکان جریان معکوس از شبکه توزیع به شبکه انتقال را فراهم می‌کنند، توازن روزانه را تسهیل می‌نمایند و دسترسی به بیومتان برای محل‌های ذخیره‌سازی فصلی گاز (که اغلب به شبکه انتقال متصل هستند) ایجاد می‌کنند.

در مورد هیدروژن کم‌انتشار، ترکیب آن می‌تواند یک راه‌حل موقت فراهم کند تا زمانی که سامانه‌های اختصاصی انتقال هیدروژن توسعه یابند. بسته به ویژگی‌های سامانه انتقال گاز، هیدروژن می‌تواند با نرخ ۲ تا ۱۰ درصد حجمی (H_2) بدون نیاز به تغییرات اساسی در سامانه خطوط لوله ترکیب شود. میزان تحمل شبکه‌های توزیع مبتنی بر پلیمر معمولاً بیشتر است و احتمالاً امکان ترکیب تا ۲۰ درصد را با حداقل یا حتی بدون اصلاحات در زیرساخت شبکه فراهم می‌سازد. خطوط لوله گاز طبیعی نیز می‌توانند برای توزیع هیدروژن بازاستفاده شوند. بازاستفاده از خطوط لوله می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی کم‌هزینه‌تر باشد و زمان اجرا بسیار کوتاه‌تر از ایجاد شبکه‌های جدید انتقال هیدروژن باشد. برچیدن زیرساخت‌های موجود می‌تواند موجب اختلال اقتصادی برای جوامع محلی شود که به آن برای اشتغال و درآمد وابسته هستند. بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود برای شناسایی کاربردهای جدید زیرساخت‌ها در دوران گذار می‌تواند مزایای بسیاری به همراه داشته باشد. به‌ویژه، بازاستفاده یا تبدیل زیرساخت‌های موجود امکان حفظ بخش بزرگی از ارزش زیرساخت را فراهم می‌کند، در حالی که مشاغل و پایه‌های مالیاتی در جوامعی که این زیرساخت‌ها در آن قرار دارند نیز حفظ می‌شوند. برای نمونه، شماری از کشورهای تولیدکننده نفت و گاز در حال توسعه یا در پی توسعه صنایع جذب و ذخیره کربن (CCUS)، هیدروژن و انرژی بادی فراساحلی هستند و از مهارت‌ها و دانش‌های موجود در تولید نفت و گاز از جمله فراساحلی بهره می‌گیرند. سیاست‌گذاران باید پیش از اعطای مجوز به مالکان برای بازپس‌گیری یا تخریب زیرساخت‌های موجود در کل زنجیره ارزش، فرصت‌های گسترش استقرار سوخت‌های کم‌کربن با استفاده از زیرساخت‌های انرژی امروز را ارزیابی کنند. چنین رویکرد آینده‌نگر و مردم‌محور نسبت به زیرساخت‌های انرژی موجود می‌تواند به صرفه‌جویی‌های قابل‌توجه در هزینه‌ها منجر شود و تاب‌آوری نظام انرژی را بهبود بخشد. بازاستفاده از زیرساخت‌های زغال‌سنگ همچنین می‌تواند گذار انرژی عادلانه و ایمن را تسریع کند. جذاب‌ترین دارایی در زنجیره ارزش زغال‌سنگ معمولاً نیروگاه زغال‌سنگ و زیرساخت‌های وابسته به آن است، به‌ویژه اتصال به شبکه انتقال برق. در حال حاضر بیش از ۲۰۰۰ گیگاوات ظرفیت تولید برق از زغال‌سنگ وجود دارد که می‌تواند به شیوه‌های مختلف به دارایی‌های کم‌کربن



تبدیل شود و کفایت، انعطاف‌پذیری و پایداری شبکه برق را فراهم آورد. نخستین گزینه، بازتوانی نیروگاه‌ها با فناوری جذب و ذخیره کربن است. گزینه دیگر استفاده از سوخت‌های کم‌کربن مانند زیست‌توده پایدار یا آمونیاک تولیدشده از هیدروژن تجدیدپذیر یا سوخت‌های فسیلی همراه با نیروگاه‌ها با فناوری جذب و ذخیره کربن می‌باشد. تبدیل به زیست‌توده در برخی نیروگاه‌های جهان از پیش انجام شده است و پروژه هم‌سوزی آمونیاک نیز پیشرفت خوبی داشته است، مانند نیروگاه حرارتی گرسیک در اندونزی. علاوه بر این، توسعه فناوری برای هم‌سوزی با سهم‌های بالای آمونیاک و حتی استفاده از آمونیاک به‌عنوان سوخت واحد نیز در حال پیشرفت است. زیست‌توده یک مزیت اضافی دارد؛ زیرا هنگامی که با فناوری جذب و ذخیره کربن ترکیب شود، می‌تواند نیروگاه‌های زغال‌سنگ — که در حال حاضر بزرگ‌ترین منبع انتشار (CO2) هستند را به منبع انتشار منفی تبدیل کند. دیگر گزینه‌ها مانند تبدیل به تأسیسات هسته‌ای، ذخیره‌سازی حرارتی یا ترکیبی از این دو نیز نباید نادیده گرفته شوند. تبدیل یا بازتوانی نیروگاه‌های زغال‌سنگ موجود مزایای بسیاری دارد، به‌ویژه چشم‌انداز صدور سریع‌تر مجوزها و استفاده از اتصال موجود به شبکه برق، دو گلوگاه مهم که در گذار به انرژی پاک شناسایی شده‌اند.

نتیجه‌گیری

توصیه‌های کلیدی برای تقویت امنیت انرژی در دوران گذار، زمانی که نظام‌های انرژی پاک و سوخت‌های فسیلی هم‌زمان وجود دارند و هر دو برای ارائه خدمات انرژی قابل‌اعتماد مورد نیاز هستند، عبارت‌اند از:

- همگام‌سازی گسترش طیفی از فناوری‌های انرژی پاک با کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی. سرمایه‌گذاری در انرژی پاک برای جلوگیری از بحران‌های آینده و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای حیاتی است. در سناریوی «انتشار خالص صفر تا سال ۲۰۵۰»، تا سال ۲۰۳۰ حدود ۹ دلار برای انرژی پاک هزینه می‌شود در برابر هر ۱ دلار برای سوخت‌های فسیلی. کاهش سرمایه‌گذاری در سوخت‌های فسیلی پیش از افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی پاک منجر به افزایش قیمت انرژی شده و حمایت مردم از گذار انرژی را تضعیف می‌کند.

- رسیدگی به بخش تقاضا و اولویت‌بخشی به بهره‌وری انرژی. بحران انرژی نقش حیاتی بهره‌وری انرژی و اقدامات رفتاری را در کمک به جلوگیری از عدم تطابق میان تقاضا و عرضه برجسته می‌سازد. از سال ۲۰۰۰ تاکنون، اقدامات بهره‌وری به‌طور قابل‌توجهی مصرف واحد انرژی را کاهش داده‌اند، اما سرعت بهبود در سال‌های اخیر کند شده است. سیاست‌هایی که نرخ بازتوانی ساختمان‌ها را تسریع کنند بسیار حیاتی‌اند، زیرا بیش از نیمی از ساختمان‌هایی که در سال ۲۰۵۰ مورد استفاده خواهند بود، هم‌اکنون ساخته شده‌اند.

- همکاری برای کاهش هزینه سرمایه در بازارهای نوظهور و اقتصادهای در حال توسعه. هزینه سرمایه برای یک نیروگاه فتوولتائیک خورشیدی (PV) در سال ۲۰۲۱ در اقتصادهای نوظهور کلیدی بین دو تا سه برابر بیشتر از اقتصادهای پیشرفته و چین بوده است. رسیدگی به ریسک‌های مرتبط و کاهش هزینه سرمایه در اقتصادهای

نوظهور و در حال توسعه به میزان ۲۰۰ واحد پایه، هزینه‌های تجمعی تأمین مالی برای دستیابی به انتشار خالص صفر را تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۱۵ تریلیون دلار کاهش می‌دهد.

• مدیریت بازنشستگی و استفاده محتاطانه از زیرساخت‌های موجود اهمیت زیادی دارد. برخی بخش‌های زیرساخت سوخت‌های فسیلی همچنان برای مدتی نقش حیاتی ایفا خواهند کرد، حتی در شرایط گذار سریع انرژی. این بخش‌ها شامل نیروگاه‌های گازسوز برای تأمین امنیت برق، به‌ویژه در اتحادیه اروپا که نیاز اوج به گاز طبیعی تا سال ۲۰۳۰ افزایش می‌یابد، هرچند تقاضای کلی ۵۰٪ کاهش پیدا می‌کند یا پالایشگاه‌هایی برای تأمین سوخت ناوگان باقی‌مانده خودروهای با موتور احتراق داخلی هستند. بازنشستگی برنامه‌ریزی‌نشده یا زود هنگام این زیرساخت‌ها می‌تواند پیامدهای منفی برای امنیت انرژی به همراه داشته باشد.

• رسیدگی به ریسک‌های خاصی که اقتصادهای تولیدکننده با آن مواجه‌اند ضروری است. تنوع‌بخشی برای کاهش این ریسک‌ها حیاتی خواهد بود. برخی کشورها بخشی از سودهای کلان کنونی خود از نفت و گاز را در انرژی‌های تجدیدپذیر و هیدروژن کم‌انتشار سرمایه‌گذاری می‌کنند. درآمدهای احتمالی صادرات هیدروژن جایگزین درآمدهای نفت و گاز نمی‌شود، اما انرژی‌های تجدیدپذیر کم‌هزینه و فناوری جذب، ذخیره و استفاده از کربن می‌توانند با جذب سرمایه‌گذاری در بخش‌های انرژی‌بر، منبعی پایدار از مزیت اقتصادی فراهم سازند.

• سرمایه‌گذاری در انعطاف‌پذیری برای تقویت امنیت برق ضروری است. برق قابل‌اعتماد در گذار انرژی نقش محوری دارد، زیرا سهم آن در مصرف نهایی از ۲۰٪ امروز به ۵۰٪ در سناریوی خالص صفر آژانس بین‌المللی انرژی افزایش می‌یابد. افزایش نوسان در عرضه و تقاضای برق به این معناست که نیاز به انعطاف‌پذیری تا میانه قرن در هر دو سناریو چهار برابر می‌شود. ذخیره‌سازی باتری و پاسخگویی سمت تقاضا اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کنند و هر یک یک‌چهارم نیازهای انعطاف‌پذیری در سال ۲۰۵۰ را تأمین خواهند کرد.

• تضمین زنجیره‌های تأمین متنوع و مقاوم برای انرژی پاک ضروری است. تقاضا برای مواد معدنی حیاتی در فناوری‌های انرژی پاک تا سال ۲۰۵۰ چهار برابر خواهد شد و درآمد سالانه به ۴۰۰ میلیارد دلار خواهد رسید. قیمت‌های بالا و نوسانی مواد معدنی حیاتی و زنجیره‌های تأمین بسیار متمرکز می‌توانند گذار انرژی را به تأخیر بیندازند یا هزینه آن را افزایش دهند. کاهش این ریسک نیازمند اقداماتی برای گسترش و تنوع‌بخشی منابع، همراه با بازیافت و سایر تدابیر برای تعدیل رشد تقاضا است.

• تقویت تاب‌آوری اقلیمی زیرساخت‌های انرژی ضروری است. افزایش فراوانی و شدت رویدادهای آب‌وهوایی افراطی، ریسک‌های بزرگی برای امنیت عرضه انرژی ایجاد می‌کند. تحلیل آژانس بین‌المللی انرژی از ریسک‌های چهار دارایی نمونه نشان می‌دهد که پیامد مالی بالقوه ناشی از سیلاب می‌تواند تا سال ۲۰۵۰ معادل ۱.۲٪ از کل ارزش دارایی آن‌ها باشد و در یک مورد، در صورت نبود سامانه‌های دفاعی در برابر سیلاب، چهار برابر بیشتر خواهد



بود. دولت‌ها باید این ریسک‌ها را پیش‌بینی کنند و اطمینان حاصل نمایند که سامانه‌های انرژی توانایی جذب و بازیابی از پیامدهای نامطلوب اقلیمی را دارند.

• ارائه جهت‌گیری راهبردی و رسیدگی به ناکامی‌های بازار، بدون از هم پاشیدن بازارها ضروری است. دولت‌ها باید نقش پیشرو در تضمین گذار ایمن انرژی ایفا کنند، از طریق مقابله با انحرافات بازار و همچنین اصلاح ناکامی‌های آن. با این حال، گذارهای انرژی به احتمال زیاد کارآمد نخواهند بود اگر صرفاً به صورت دستوری و از بالا به پایین مدیریت شوند. دولت‌ها باید از منابع گسترده بازار بهره‌برداری کرده و بازیگران خصوصی را برای ایفای نقش خود تشویق کنند. حدود ۷۰٪ از سرمایه‌گذاری‌های مورد نیاز در این گذارها باید از منابع خصوصی تأمین شود.

منابع:

IEA (2022), World Energy Outlook 2022, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3a469970-en>.

OECD/NEA (2010), The Security of Energy Supply and the Contribution of Nuclear Energy, Nuclear Development, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264096356-en>.

مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری بین‌المللی

آنا نوویک، یواخیم پول و نیکولاس روسلوت^۹

مقدمه

سرمایه‌گذاری خارجی برای کشورهای مبدأ و میزبان و همچنین برای جوامع، منافع به همراه دارد. این سرمایه‌گذاری به رشد، اشتغال و توسعه کمک می‌کند. با این حال، تحولات اخیر ژئواکونومیک و ژئوپولیتیک و پیشرفت‌های سریع فناوری، توجه بیشتری را به پیامدهای امنیتی برخی سرمایه‌گذاری‌های خارجی جلب کرده است. برای مدیریت این پیامدها، بسیاری از دولت‌ها، به‌ویژه در اقتصادهای پیشرفته، سیاست‌های سرمایه‌گذاری خود را تعدیل کرده‌اند.

امنیت سرمایه‌گذاری بخشی از تلاش‌های گسترده‌تر دولت‌ها برای تقویت امنیت اقتصادی است و ارتباط نزدیکی با اقدامات اخیر برای رسیدگی به ریسک‌های ناشی از تعاملات اقتصادی بین‌المللی دارد. به‌طور تاریخی، ابزارهای مرتبط با سرمایه‌گذاری در بسیاری از کشورها برای دهه‌ها وجود داشته‌اند، مدت‌ها پیش از آنکه موج اخیر نگرانی‌های مربوط به امنیت اقتصادی موجب تغییر سیاست‌ها در حوزه‌هایی مانند تاب‌آوری زنجیره تأمین و موارد مشابه شود. به‌عنوان پیشگام، ابزارهایی که برای مدیریت نگرانی‌های امنیتی در زمینه سرمایه‌گذاری توسعه یافته‌اند می‌توانند الهام‌بخش و راهنمای ابتکارات امنیت اقتصادی در حوزه‌های دیگر باشند. به‌عنوان حوزه‌ای از امنیت اقتصادی که تحولات در آن زود آغاز شده و به‌سرعت پیشرفت کرده است، امنیت سرمایه‌گذاری می‌تواند بینش‌های مهمی برای ملاحظات سیاستی در سایر حوزه‌هایی که مسائل امنیت اقتصادی در آن‌ها پدیدار می‌شوند، فراهم کند. این تجربیات ممکن است به حوزه‌هایی مانند همکاری‌های پژوهشی و تبادل بین‌المللی پژوهشگران، سرمایه‌گذاری‌های برون‌مرزی، و همچنین برخی جنبه‌های تجارت قابل انتقال باشند. این فصل روند توسعه ابزارهای امنیت سرمایه‌گذاری را بررسی می‌کند و تلاش دارد چشم‌اندازی از چگونگی تحول آن‌ها ارائه دهد. این فصل نقش مهم اصول سیاستی مورد توافق بین‌المللی مانند «راهنمای سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با امنیت ملی» سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در سال ۲۰۰۹ و یادگیری متقابل را در تدوین سیاست‌هایی که ضرورت تداوم گشودگی به سرمایه‌گذاری بین‌المللی را با اولویت فزاینده مدیریت پیامدهای امنیتی این گشودگی آشتی می‌دهند، مستند می‌سازد. تجربه‌های گردآوری‌شده در این حوزه پیشگام همچنین می‌تواند به دولت‌ها امکان دهد نیازهای نوظهور را پیش‌بینی کرده و سایر اجزای سیاست‌های جامع امنیت اقتصادی را مورد توجه قرار دهند.

⁹ Ana Novik, Joachim Pohl and Nicolás Rossetot

ظهور و تحول ابزارهای امنیت سرمایه‌گذاری

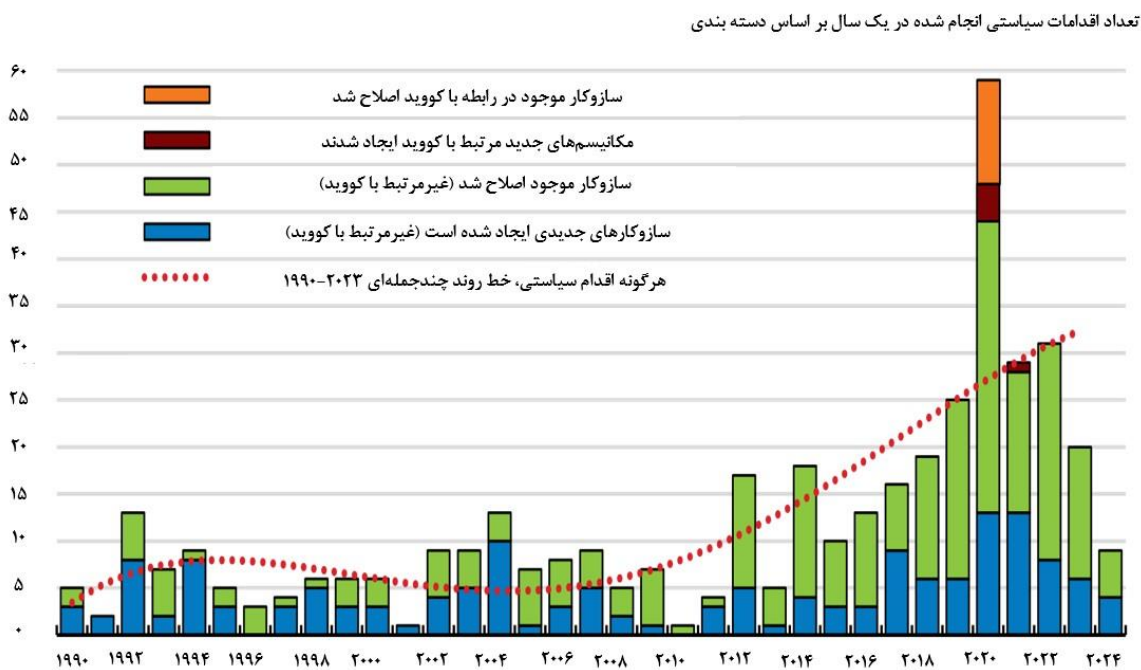
سرمایه‌گذاری خارجی در همه مراحل توسعه اقتصادی به شکوفایی کمک می‌کند و دولت‌ها تلاش چندین‌ساله خود را برای گشودن اقتصادشان به روی سرمایه‌گذاری ادامه می‌دهند. در نتیجه، موانع باقی‌مانده بر سر راه جریان‌های سرمایه بین‌المللی به تدریج کاهش یافته و امروزه محدودیت‌های اندکی برای سرمایه‌گذاری بین‌المللی باقی مانده است.

این تلاش برای گشودگی بیشتر هم‌زمان با نیاز دولت‌ها به رسیدگی به ریسک‌هایی همراه است که ممکن است با برخی سرمایه‌گذاری‌های خارجی مرتبط باشند و منافع امنیتی آن‌ها را تهدید کنند. در بیشتر موارد تا همین اواخر، سیاست‌های مدیریت این ریسک صرفاً بر روی کاغذ وجود داشتند و در اکثر اقتصادها نقش ناچیزی در عمل ایفا می‌کردند. چندین عامل در دهه گذشته موجب تغییر بی‌سابقه نگرش و سیاست در این حوزه شده‌اند. تحولات ژئوپولیتیک و ژئواکونومیک نگرانی‌ها درباره پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی را افزایش داده‌اند. نقش فزاینده سرمایه‌گذاران دولتی یا مورد حمایت دولت که در سرمایه‌گذاری بین‌المللی مشارکت دارند، برنامه‌های صریح برای کسب دانش فنی در بخش‌های حساس، رویکردهای قاطع‌تر در ابعاد اقتصادی و نظامی در برخی مناطق، و بحران‌های جهانی همگی به افزایش آگاهی نسبت به ریسک‌ها کمک کرده‌اند، زیرا پیامدهای وابستگی‌ها و آسیب‌پذیری‌ها را آشکار ساخته‌اند. افزایش آگاهی نسبت به ریسک‌ها با نشان دادن پیامدهای وابستگی‌ها و آسیب‌پذیری‌ها تقویت شده است. توسعه سریع برخی فناوری‌ها، قابلیت‌های بالقوه آن‌ها برای کاربردهای نظامی، و گسترش عظیم داده‌های حساس و شخصی نیز نگرانی‌ها را برانگیخته است که سرمایه‌گذاری‌های خارجی گاه ممکن است ریسک‌های قابل توجهی در پی داشته باشند. این ریسک‌ها شامل جنبه‌های سنتی جاسوسی و خرابکاری است که حضور خارجی در کشور می‌تواند در شرایط خاص، به‌ویژه در مناطق مرزی یا نزدیک سایت‌های حساس، آن‌ها را تسهیل کند؛ همچنین امکان خروج فناوری‌ها یا اطلاعات حساس که ممکن است توسط بازیگران مخرب مورد سوءاستفاده قرار گیرد یا توانمندی‌های نظامی کشورهای خارجی را ارتقا دهد؛ و وابستگی به برخی اقتصادهای خارجی، به‌ویژه در بخش‌های راهبردی.

بسیاری از دولت‌ها، به‌ویژه در اقتصادهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، در پرتو این تحولات موضع پیشین خود مبنی بر گشودگی تقریباً بی‌قید و شرط به سرمایه‌گذاری بین‌المللی را تعدیل کرده‌اند. آن‌ها سیاست‌های جدیدی برای مدیریت ریسک‌های امنیتی معرفی کرده و سیاست‌های موجود را به‌طور قابل توجهی تقویت کرده‌اند. حتی کشورهایی که تا چند سال پیش خود را در معرض اندکی می‌دیدند، اکنون با دقت بیشتری به پیامدهای امنیتی برخی پروژه‌های سرمایه‌گذاری خارجی می‌نگرند. این تلاش‌ها در بسیاری از اقتصادهای پیشرفته ادامه دارد، اما در سراسر حوزه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و فراتر از آن تفاوت‌های قابل توجهی

دیده می‌شود؛ به‌گونه‌ای که برخی دولت‌ها تمایل کمتری به اتخاذ تدابیر مدیریت ریسک‌های امنیتی مرتبط با سرمایه‌گذاری نشان می‌دهند. شکل ۵.۱ روند پویای تغییرات سیاستی را در ۷۲ اقتصاد پیشرفته، بازارهای نوظهور و اقتصادهای در حال توسعه نشان می‌دهد. این شکل مجموع سالانه معرفی سیاست‌های جدید و اصلاح سیاست‌های موجود برای مدیریت ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری را از سال ۱۹۹۰ به تصویر می‌کشد، شتاب قابل توجهی پس از سال ۲۰۱۴ را مستند می‌کند و پویایی مداوم سیاست‌گذاری را نشان می‌دهد. اعلام اصلاحات در اقتصادهای مشمول نمونه حاکی از آن است که روند اصلاحات دست‌کم در آینده نزدیک همچنان اهمیت خواهد داشت.

شکل ۵.۱. معرفی و اصلاح سیاست‌های سرمایه‌گذاری برای حفاظت از منافع امنیت ملی



توضیح: نمونه شامل ۷۲ اقتصاد پیشرفته، نوظهور و در حال توسعه از میان مجموعه‌ای از ۸۳ اقتصاد است. در یک سال ممکن است بیش از یک اقدام برای یک کشور محاسبه شود. یک سازوکار یا اصلاح زمانی به کووید-۱۹ مرتبط دانسته می‌شود که دولت صراحتاً توجیه معرفی آن را، دست‌کم بخشی از آن، با همه‌گیری یا پیامدهای آن بیان کرده باشد.

Source: OECD.



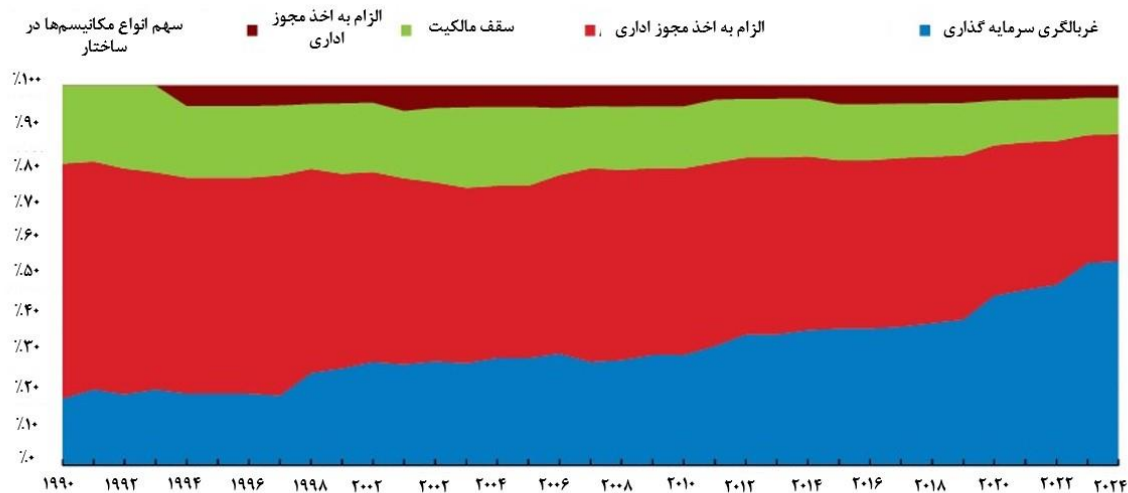
بحران‌های اخیر به درجات مختلف بر تحولات سیاست سرمایه‌گذاری خارجی ورودی تأثیر گذاشته‌اند. بحران مالی جهانی سال‌های ۲۰۰۸/۰۹ تأثیر فوری اندکی بر تحولات این حوزه داشت و در واقع، سیاست‌گذاران سرمایه‌گذاری را بیشتر درگیر مدیریت پیامدهای فوری آن بحران کرد تا رسیدگی به پیامدهای امنیتی. همه‌گیری کووید-۱۹ به نوبه خود موجب تعداد قابل توجهی تغییرات سیاستی شد که به‌طور صریح با این بحران مرتبط بودند (OECD, 2020). جنگ تجاوزکارانه روسیه علیه اوکراین نیز با برخی تغییرات سیاستی جدید در سال ۲۰۲۲ همراه بوده است، اما در مجموع تأثیر کمتری بر پویایی سیاست‌ها داشته است (OECD, 2022). احتمالاً دلیل این امر آن است که جنگ اختلالات اقتصادی کمتری را در تعداد محدودی از کشورها ایجاد کرد، سیاست‌ها پیش‌تر تقویت شده و از بحران قبلی همچنان برقرار بودند، و بخش‌های مرتبط با درگیری نظامی در بیشتر کشورها پیشاپیش تحت پوشش سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با منافع امنیت ملی قرار داشتند. تحولات سیاستی در همه کشورها به‌طور هم‌زمان رخ نداده است. در حالی که بیشتر اقتصادهای پیشرفته و عمده اقتصادهای نوظهور از سال ۲۰۱۴ سیاست‌های جدیدی معرفی کرده یا اصلاحاتی در این حوزه انجام داده‌اند، اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه از سال ۲۰۲۰ آغاز به اجرای اصلاحات مشابه کرده‌اند (برای نمونه، مولداوی، فیلیپین، آفریقای جنوبی و ویتنام). به‌عنوان مثال، اصلاحات در بوسنی و هرزگوین و مقدونیه شمالی در حال بررسی است.

در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، غربالگری سرمایه‌گذاری به رایج‌ترین ابزار برای مدیریت پیامدهای امنیتی مرتبط با سرمایه‌گذاری خارجی تبدیل شده است.

این پرسش که ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری چگونه به بهترین شکل مدیریت شوند، در حوزه‌های قضایی مختلف و در زمان‌های متفاوت پاسخ‌های گوناگونی یافته است. در دهه‌های پیشین، ابزارهای مدیریت ریسک‌های امنیتی تنوع زیادی در رویکردها داشتند و ویژگی‌های خاص خود را نشان می‌دادند. چنین ابزارهایی شامل سهام طلایی، سقف‌های مالکیت خارجی، الزامات اخذ مجوز اداری برای تملک دارایی‌های مشخص، ارزیابی‌های امنیتی هنگام تأسیس یا ثبت شرکت‌ها، و سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری هستند (OECD, 2020). علاوه بر چنین ابزارهایی که در پی مدیریت ریسک‌ها از طریق کنترل تملک دارایی‌های حساس هستند، برخی حوزه‌های قضایی الزامات صدور مجوز برای فعالیت‌های حساس (برای نمونه، ارائه برخی خدمات یا توزیع برخی محصولات)، محدودیت‌های مربوط به مشارکت در مناقصات دولتی، یا عدم صلاحیت برای دریافت کمک‌ها و یارانه‌ها به دلایل امنیتی را حفظ کرده‌اند. بسامد نسبی استفاده از ابزارهای مختلف در حال تحول است، زیرا سازوکارهای جدید به اجرا گذاشته می‌شوند و سازوکارهای قدیمی کنار گذاشته یا جایگزین می‌گردند. شکل ۵.۲ تحول توزیع نسبی چهار رویکرد رایج برای مدیریت ریسک‌های امنیتی مرتبط با سرمایه‌گذاری خارجی در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی طی سه دهه گذشته را نشان می‌دهد. این متن سلطه اولیه الزامات اخذ مجوز اداری و تا حدی سقف‌های مالکیت خارجی را مستند می‌کند. ترتیبات مربوط به سهام طلایی نقش حاشیه‌ای داشته و

همچنان نیز چنین نقشی ایفا می‌کنند. الزامات اخذ مجوز اداری و سقف‌های مالکیت خارجی در مجموع حدود سه‌چهارم کل سازوکارهای موجود در بیشتر بخش‌های دهه ۱۹۹۰ را تشکیل می‌دادند. تلاش‌های اخیر سیاست‌گذاری به کاهش نسبی سهم این نوع سیاست‌ها منجر شده است و غربالگری سرمایه‌گذاری اکنون رایج‌ترین نوع سیاست برای رسیدگی به نگرانی‌های امنیت ملی مرتبط با برخی سرمایه‌گذاری‌های بین‌المللی در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به شمار می‌رود.

شکل ۵.۲. بسامد نسبی سازوکارها برای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی



توضیح: داده‌ها مربوط به کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی است و بسامد نسبی رویکردها را نشان می‌دهد، به‌گونه‌ای که هر سازوکار به‌طور جداگانه شمارش شده است؛ «٪۱۰۰» معادل با مجموع تعداد سازوکارهای متمایز در یکی از چهار دسته موجود در یک سال معین است. یک اقتصاد ممکن است هم‌زمان چندین سازوکار داشته باشد.

Source: OECD

مبادلات بین‌المللی در چارچوب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و همچنین رهنمودهای مندرج در دستورالعمل‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی سال ۲۰۰۹ برای سیاست‌های سرمایه‌گذاری کشورهای دریافت‌کننده در ارتباط با امنیت ملی (دستورالعمل‌های ۲۰۰۹) به شباهت بیشتر در طراحی و اجرای ابزارها به‌طور کلی منجر شده است. غربالگری سرمایه‌گذاری، که به‌عنوان بررسی موردی از مجموعه‌ای از معاملات بالقوه مشکل‌زا در نظر گرفته می‌شود، به رایج‌ترین ابزار برای رسیدگی به ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری ورودی تبدیل شده است.

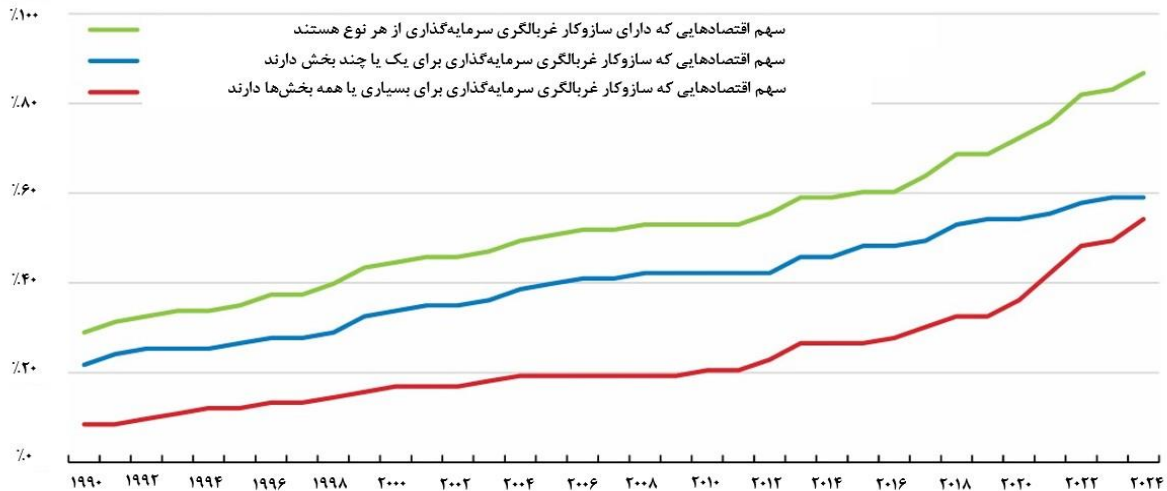
در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، تقریباً تمامی سیاست‌های سرمایه‌گذاری جدید مرتبط با امنیت ملی از رویکرد غربالگری سرمایه‌گذاری استفاده می‌کنند. بیش از چهار پنجم اعضای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اکنون سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری را اجرا می‌کنند؛ این رقم از ۵۵٪ در پایان سال ۲۰۲۰ و تنها اندکی بیش از ۴۲٪ یک دهه پیش افزایش یافته است. ترجیح برای غربالگری سرمایه‌گذاری احتمالاً تحت تأثیر توصیه‌های مندرج در دستورالعمل‌های سال ۲۰۰۹ و اصول عدم تبعیض، شفافیت، قابلیت پیش‌بینی، تناسب و پاسخگویی شکل گرفته است؛ اصولی که همچنین الهام‌بخش مقررات اتحادیه اروپا - مقرر 2019/452 (EU) پارلمان اروپا و شورای اروپا مورخ ۱۹ مارس ۲۰۱۹ در زمینه ایجاد چارچوبی برای غربالگری سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی در اتحادیه نیز بوده‌اند.

ترجیحات مربوط به استفاده از برخی ابزارها و رویکردها برای مدیریت پیامدهای امنیتی همچنان در حال تحول است. رویکردهای جدیدی معرفی می‌شوند که بازتابی از تغییرات در راهبردها و رفتار سرمایه‌گذاران، تغییر درک ریسک، و واقعیت‌های اقتصادی در حال تحول هستند. برای نمونه، بسیاری از اقتصادهای پیشرفته اکنون سازوکارهای بازبینی خود را بر ادغامها و تملک‌ها متمرکز کرده‌اند، در حالی که برخی اقتصادهای نوظهور بیشتر بر ریسک‌های امنیتی مرتبط با شرکت‌های تازه تأسیس یا ثبت‌شده تمرکز دارند.

دامنه کاربرد سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با امنیت ملی به‌طور قابل توجهی گسترش یافته است

تحولات در محیط ژئوپولیتیک و ژئواقتصادی و ارزیابی‌های در حال تغییر از منابع ریسک و نیازها نیز موجب تغییر در دامنه کاربرد سازوکارهای بازبینی سرمایه‌گذاری شده‌اند. در حالی که در دهه‌های پیشین، بیشتر این سازوکارها بخش‌محور یا محدود به چند بخش خاص بودند، سازوکارهای فرابخشی یا چندبخشی اخیراً رایج‌تر شده‌اند. سازوکارهای فرابخشی پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری در هر بخش را در نظر می‌گیرند، در حالی که سازوکارهای چندبخشی در بسیاری از بخش‌های اقتصادی که حساس تلقی می‌شوند اعمال می‌گردند. سازوکارهای تک‌بخشی اغلب در کنار سازوکارهایی که بر چندین بخش یا همه بخش‌ها اعمال می‌شوند همچنان برقرار هستند. روند به‌کارگیری سیاست‌ها به‌صورت فرابخشی یا چندبخشی که از اوایل دهه ۱۹۹۰ مشاهده شده است، اخیراً شتاب بیشتری گرفته و فراتر از اعضای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیز گسترش یافته است (شکل ۵.۳).

شکل ۵.۳. گسترش سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با منافع امنیت ملی و توسعه دامنه کاربرد آن‌ها



توضیح: داده‌ها سازوکارهای بازبینی سرمایه‌گذاری را در حال اجرا در یک زیرمجموعه از ۶۱ اقتصاد، از میان ۷۲ اقتصاد مورد بررسی کلی، نشان می‌دهد.

Source: OECD.

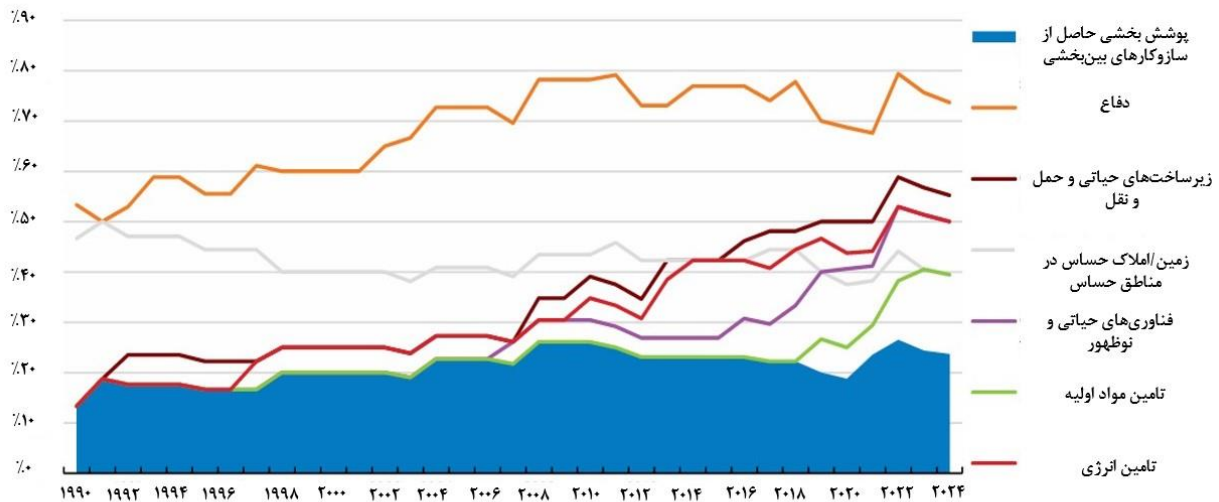
تحول در دامنه پوشش بخشی سازوکارهای بازبینی سرمایه‌گذاری به تغییرات چشمگیری در ترکیب بخش‌هایی که می‌توانند مورد بررسی قرار گیرند منجر شده است. تا دهه ۱۹۹۰، سیاست‌ها تقریباً منحصراً بر صنایع دفاعی و املاک و مستغلات در مکان‌های حساس متمرکز بودند که غالباً از طریق سازوکارهای تک‌بخشی مورد رسیدگی قرار می‌گرفتند. از آن زمان، دامنه پوشش بخشی به‌طور قابل‌توجهی متنوع شده است. زیرساخت‌های حیاتی - در مواردی که تحت پوشش برخی سازوکارهای غربالگری فرااقتصادی قرار نداشتند، از ابتدای دهه ۱۹۹۰ به‌طور صریح در دامنه برخی سازوکارها گنجانده شدند، و فناوری‌های حیاتی و نوظهور نیز در اواخر دهه ۱۹۹۰ به‌طور جداگانه مطرح شدند. در سال‌های اخیر، معاملات در بخش‌های انرژی و مواد خام به‌طور فزاینده‌ای مشمول غربالگری سرمایه‌گذاری شده‌اند (شکل ۵.۴).

برخی از افزوده‌های بخشی، ریسک‌هایی را جذب می‌کنند که ناشی از فرایندهای بلندمدتی مانند خصوصی‌سازی زیرساخت‌های حیاتی هستند، در حالی که تغییرات دیگر بازتابی از واکنش‌ها به ریسک‌های تازه شناسایی شده‌اند. برای نمونه، زیرساخت‌های بهداشتی و زیست‌فناوری‌ها در سال ۲۰۲۰، زمانی که کمبود شدید واکسن‌ها و تجهیزات

پزشکی در جریان همه‌گیری کووید-۱۹ پدیدار شد، به‌سرعت در دامنه سازوکارهای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی در بسیاری از اقتصادها گنجانده شدند (OECD, 2020).

شکل ۵.۴. پوشش بخشی سیاست‌ها برای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی

بخش تحت پوشش (سهم اقتصادی که در یک سال معین از هر سازوکاری استفاده می‌کنند)



توضیح: نمودارها میزان کلی پوشش بخش‌های مشخص شده در سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با منافع امنیت ملی را در یک سال معین در میان کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهند. قوانین ممکن است این بخش‌ها را با اصطلاحات متفاوتی بیان کنند و تجمیع داده‌ها برای افزایش خوانایی انجام شده است. ناحیه خاکستری نشان‌دهنده سهم سازوکارهای فراگیر اقتصادی است که این بخش‌ها را پوشش می‌دهند اما به‌طور مشخص به آن‌ها اشاره نمی‌کنند.

Source: OECD.

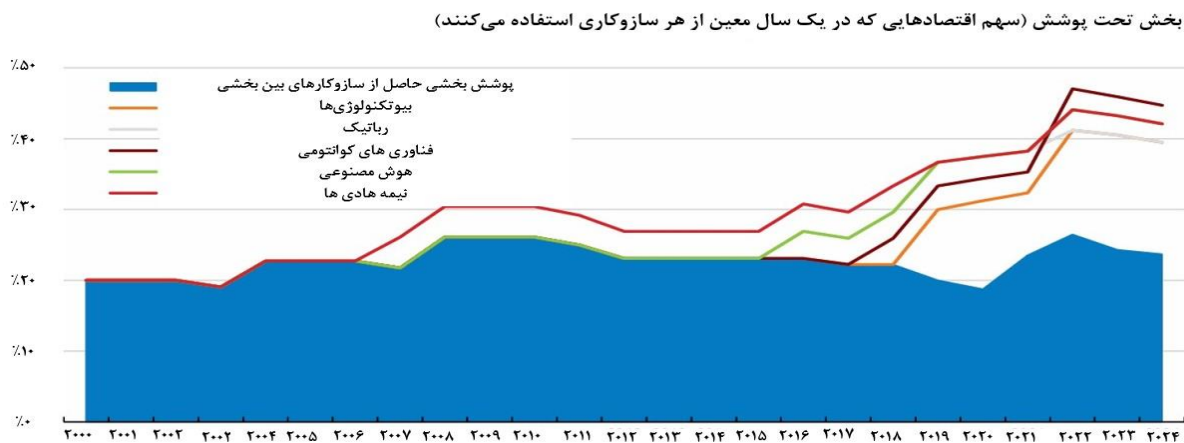
بحران‌های اخیر توجه را به حساسیت‌های بخش‌های بیشتری جلب کرده‌اند

بحران‌های جهانی اخیر توجه دولت‌ها را به بنگاه‌هایی که در برخی بخش‌های حیاتی و صنایع یکپارچه جهانی فعالیت می‌کنند، معطوف کرده است. این امر منجر به بررسی‌های دقیق‌تر در خصوص تملک بنگاه‌هایی شد که در حوزه فناوری‌های حیاتی و نوظهور (CET) فعالیت دارند و همچنین آن‌هایی که نهادهای حیاتی مانند مواد خام حیاتی، انرژی و غذا را تأمین می‌کنند. در مواردی که پیش‌تر چنین نظارتی وجود نداشت، این بخش‌ها نیز تحت پوشش سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری قرار گرفته‌اند.

سرمایه‌گذاری خارجی در فناوری‌های حیاتی و نوظهور

حساسیت بنگاه‌های مرتبط با فناوری‌های حیاتی و نوظهور دهه‌هاست که مورد توجه قرار گرفته و بررسی‌ها درباره کنترل تملک آن‌ها به دهه ۱۹۸۰ بازمی‌گردد. در برخی کشورها، این بخش تحت سازوکارهای فراگیر اقتصادی قرار داشت و از اوایل دهه ۲۰۰۰، بخش فناوری‌های حیاتی و نوظهور به‌طور صریح در دامنه سازوکارهای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی ذکر شدند؛ روندی که از سال ۲۰۱۵ به‌طور چشمگیری شتاب گرفته است. هوش مصنوعی، به‌عنوان یک فناوری بنیادی با کاربردهای دوگانه، اخیراً وارد فهرست بخش‌هایی شده است که به‌طور صریح تحت پوشش سازوکارهای غربالگری قرار گرفته‌اند (OECD, 2021). چندین زیربخش از فناوری‌های حیاتی و نوظهور مانند نیمه‌رساناها، فناوری‌های کوانتومی و رباتیک، اکنون در حدود ۴۰٪ از سازوکارهای کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی که دارای چنین سیاست‌هایی هستند، تحت پوشش قرار گرفته‌اند و در بسیاری از کشورها این بخش‌ها به‌طور خاص مورد توجه قرار گرفته‌اند. شکل ۵.۵ تفکیک این زیربخش‌ها و روند تاریخی آن‌ها از سال ۲۰۰۰ تاکنون را نشان می‌دهد.

شکل ۵.۵. فناوری‌های حیاتی و نوظهور: پوشش در چارچوب سیاست‌های مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی



توضیح: داده‌های مربوط به اعضای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی میزان کلی پوشش بخش‌های مشخص شده در سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با منافع امنیت ملی را در زیرمجموعه‌ای از حوزه‌های قضایی که در آن سال دارای هرگونه سیاستی بوده‌اند، نشان می‌دهد. قوانین ممکن است این بخش‌ها را با اصطلاحات متفاوتی بیان کنند

و تجمیع داده‌ها برای افزایش خوانایی انجام شده است. ناحیه خاکستری نشان‌دهنده سهم سازوکارهای فرابخشی است که این بخش‌ها را پوشش می‌دهند اما به‌طور مشخص به آن‌ها اشاره نمی‌کنند.

Source: OECD

تأمین و دسترسی به فناوری‌های حیاتی و نوظهور نیز در کانون ابتکار عمل‌های ملی و بین‌المللی قرار دارد. این ابتکارها در سطح داخلی شامل شناسایی و پیش‌بینی فناوری‌های آینده‌ای است که نیازمند کنترل سرمایه‌گذاری خارجی یا اقدامات مرتبط هستند. این موضوع فناوری‌های پیشرفته را در معرض بررسی‌های سخت‌گیرانه‌تر قرار داده، یا به‌طور کلی آن‌ها را مشمول قواعد و سازوکارهای ویژه کرده است. این ابتکارها به تلاش‌ها برای ایجاد یا تقویت همکاری‌های بین‌المللی در جهت تنظیم دسترسی به این فناوری‌ها، در مواردی که ممکن است پیامدهای امنیت ملی داشته باشند، افزوده‌اند. افزایش نگرانی‌ها درباره دسترسی خارجی به فناوری‌های حیاتی و نوظهور همچنین در آمار پرونده‌ها منعکس شده است و به‌ویژه در سهم بررسی‌های عمیق و اقدامات کاهش ریسک نمود پیدا می‌کند.

تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین

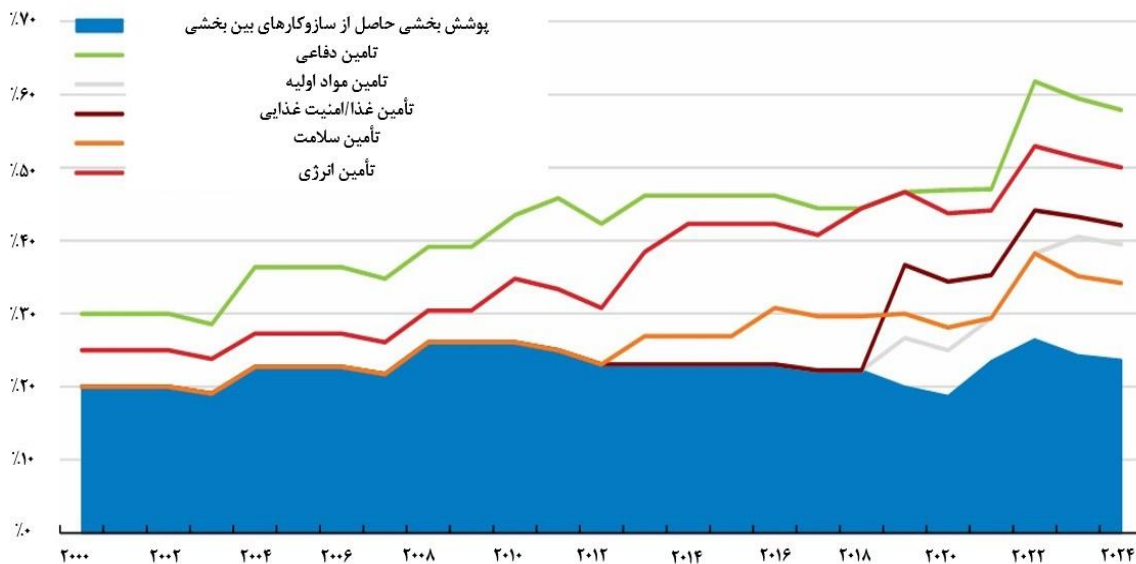
شوک‌های وارد شده به زنجیره‌های تأمین از سال ۲۰۲۰ توجه دولت‌ها را به خود جلب کرده است؛ زمانی که همه‌گیری کووید-۱۹ منجر به کمبود محصولات و خدمات اساسی شد که پیش‌تر دسترسی به آن‌ها بديهی تلقی می‌شد. جنگ تجاوزکارانه روسیه علیه اوکراین این نگرانی‌ها را بیش از پیش تشدید کرد. سرمایه‌گذاری خارجی رابطه‌ای دوگانه با تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین دارد: از یک سو می‌تواند با گسترش پایگاه تأمین‌کنندگان، وابستگی‌ها را کاهش دهد، اما از سوی دیگر ممکن است منجر به تمرکز عرضه در میان تعداد کمتری از تأمین‌کنندگان شود یا کنترل عرضه را به دست بنگاه‌هایی بالقوه غیرقابل اعتماد بسپارد. از این رو، چندین کشور آغاز به تعدیل سیاست‌های سرمایه‌گذاری خود کرده‌اند تا غربالگری سرمایه‌گذاری و ابزارهای مشابه را در جهت افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین خود به کار گیرند.

این نگرانی به‌خودی‌خود جدید نیست، همان‌گونه که تمرکز تاریخی بر تولیدات دفاعی نشان می‌دهد. چندین کشور به همین دلیل محدودیت‌هایی برای مشارکت خارجی در تولیدات دفاعی داشته‌اند. آنچه جدید است، گسترش فهرست صنایع است که گنجاندن آن‌ها در دامنه غربالگری ناشی از نگرانی‌ها درباره تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین است؛ صنایعی که اکنون شامل عرضه مواد خام حیاتی، انرژی، غذا و کالاها و خدمات مرتبط با سلامت نیز می‌شوند. شکل ۵.۶ بسامد نسبی حوزه‌های منتخب را در پوشش سازوکارهای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۴ نشان می‌دهد. تغییر دیگری که نگرانی‌ها درباره تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین به همراه داشته، شناسایی صریح آن به‌عنوان یک عامل ریسک در فرآیندهای بررسی سرمایه‌گذاری است. اکنون

از نهادهای غربالگری انتظار می‌رود عواملی همچون تمرکز مالکیت یا کنترل ناشی از سرمایه‌گذاران خارجی در زنجیره‌های تأمین حیاتی، وجود تأمین‌کنندگان جایگزین در سطح ملی و بین‌المللی، و پیامدهای امنیتی برای روابط تأمین با سایر صنایع حیاتی یا نهادهای دولتی تحت تأثیر معامله را در نظر بگیرند. به‌عنوان نمونه، قوانین اخیر غربالگری در استونی، لوکزامبورگ، مالت و اسلواکی به‌طور صریح در نظر گرفتن تأمین نهادهای حیاتی را به‌عنوان عاملی برای مقامات در ارزیابی ریسک‌های امنیتی یک معامله گنجانده‌اند. ایالات متحده و ژاپن، در کنار دیگر کشورها، بیانیه‌های سیاستی یا دستورالعمل‌هایی صادر کرده‌اند تا این ملاحظات را در فرآیند بررسی بگنجانند و راهنمایی‌های بیشتری درباره عواملی که باید مدنظر قرار گیرند ارائه دهند. بنا بر آمارهای رسمی دولت‌ها، تعداد معاملات غربال شده‌ای که نهادهای حیاتی در آن‌ها نقش داشته‌اند طی سال‌های اخیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته است.

شکل ۵.۶. نهادهای حیاتی: پوشش سیاست‌ها برای مدیریت پیامدهای امنیتی سرمایه‌گذاری خارجی

بخش تحت پوشش (سهام اقتصادهایی که در یک سال معین از هر سازوکاری استفاده می‌کنند)

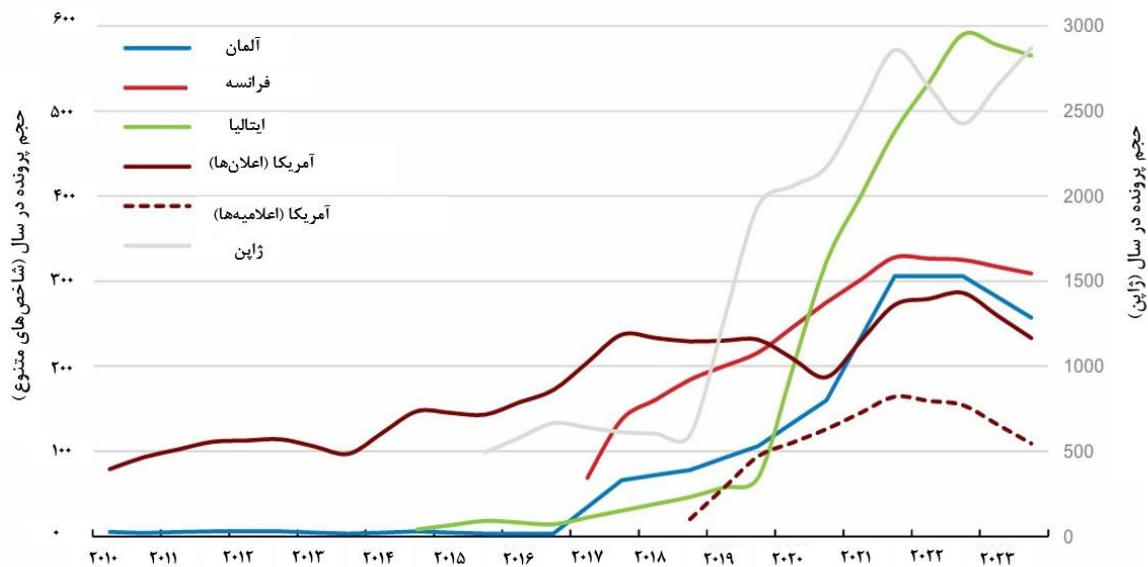


توضیح: داده‌های مربوط به کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی میزان کلی پوشش بخش‌های مشخص شده در سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با منافع امنیت ملی را در زیرمجموعه‌ای از حوزه‌های قضایی که در آن سال دارای هرگونه سیاستی بوده‌اند نشان می‌دهد. قوانین ممکن است این بخش‌ها را با اصطلاحات متفاوتی بیان کنند و تجمیع داده‌ها برای افزایش خوانایی انجام شده است. ناحیه خاکستری نشان‌دهنده سهم سازوکارهای فرابخشی است که این بخش‌ها را پوشش می‌دهند اما به‌طور مشخص به آن‌ها اشاره نمی‌کنند.

تعداد معاملات غربال شده در سال‌های اخیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته است

تعداد معاملاتی که مورد غربالگری قرار گرفته‌اند از سال ۲۰۱۷ به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است، به‌ویژه در اروپا و همچنین در ژاپن و کانادا (شکل ۵.۷). این امر تا حدی ناشی از معرفی سازوکارهای جدید و گسترش دامنه آن‌ها بوده است. با این حال، در چندین حوزه قضایی، تعداد معاملات اخیراً به حالت ثابت رسیده است که احتمالاً به دلیل کاهش جریان‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جهانی در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ بوده است (OECD, 2024).

شکل ۵.۷. حجم پرونده‌ها تحت سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری

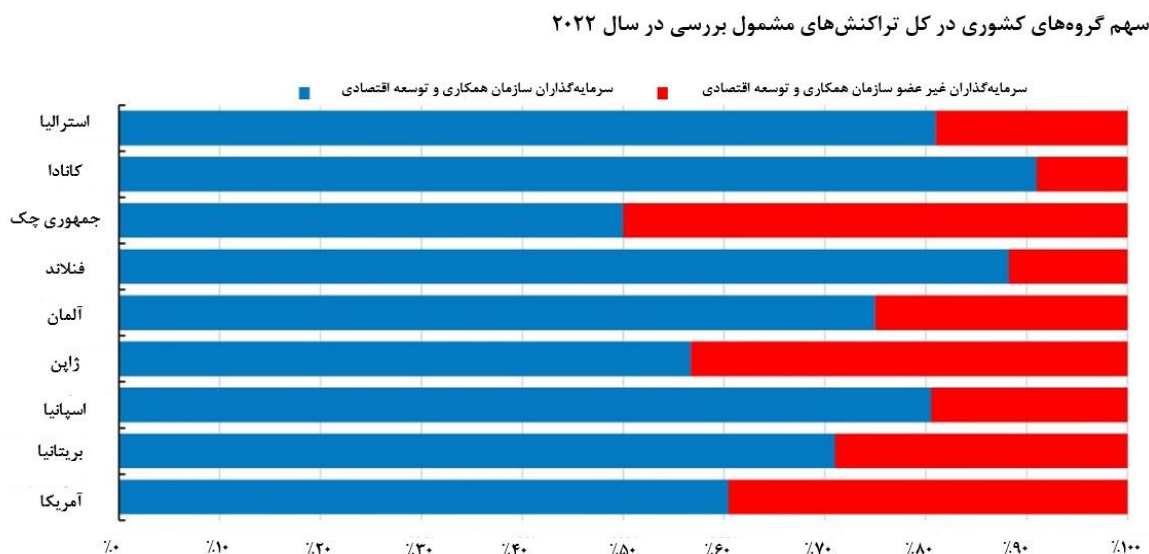


توضیح: سری‌های زمانی داده‌های رسمی منتشرشده توسط دولت‌ها تا فوریه ۲۰۲۵ را نشان می‌دهند. شاخص‌ها متفاوت‌اند و به میزان دسترسی به داده‌ها بستگی دارند و میان حوزه‌های قضایی قابل مقایسه نیستند. همچنین این شاخص‌ها به طراحی سازوکارهای بررسی وابسته‌اند. داده‌ها برای همه کشورها بر اساس سال‌های تقویمی گزارش شده‌اند، حتی در مواردی که داده‌ها بر اساس سال‌های مالی (از ژوئیه تا ژوئن) ارائه می‌شوند. برای خوانایی بهتر، داده‌های مربوط به ژاپن بر روی محور سمت راست ترسیم شده‌اند. داده‌های مربوط به آلمان به بررسی‌ها تحت یکی از دو سازوکار قانون تجارت خارجی و پرداخت‌ها (AWG) و آیین‌نامه (AWV) به ترتیب مواد ۵۵ تا ۵۹ و ۶۰ تا ۶۲ اشاره دارند؛ برای فرانسه به درخواست‌های ثبت‌شده؛ برای ایتالیا به اطلاع‌رسانی‌ها؛ برای ایالات متحده به اطلاعیه‌ها و اظهارات؛ و برای ژاپن به مجموع تعداد اطلاع‌رسانی‌های قبلی.

سهم معاملاتی که مشمول بررسی می‌شوند، به‌عنوان نسبتی از کل معاملات سرمایه‌گذاری ورودی، در برخی حوزه‌های قضایی که داده‌های مربوطه در دسترس است نیز افزایش یافته است. برای نمونه، در فنلاند سهم پیشنهادی سرمایه‌گذاری مشمول بررسی در کل پیشنهادی سرمایه‌گذاری ورودی بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ شش برابر شده است؛ از ۳.۷ درصد کل پروژه‌های سرمایه‌گذاری در سال ۲۰۱۷ به ۲۲ درصد در سال ۲۰۲۳. فرانسه نیز گزارش داده است که این شاخص بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ دو برابر شده (از ۱۱ درصد به ۲۳ درصد)، پیش از آنکه در سال ۲۰۲۱ در سطح ۲۰ درصد ثابت بماند. دامنه سازوکارها، آگاهی بیشتر سرمایه‌گذاران از الزامات اطلاع‌رسانی و در نتیجه پایبندی بیشتر، همچنین در معرض قرار گرفتن برخی دارایی‌ها برای تصاحب خارجی تحت شرایط همه‌گیری کووید-۱۹، از جمله عوامل مؤثر بوده‌اند. در کشورهای عضو اتحادیه اروپا، اشتراک‌گذاری اطلاعات در چارچوب سازوکار همکاری ذیل مقررات اتحادیه اروپا ۲۰۱۹/۴۵۲ نیز به‌عنوان یکی از منابع افزایش تعداد پرونده‌ها ذکر شده است.

اطلاعات جزئی‌تر درباره معاملاتی که به مقامات اطلاع داده شده و مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در حوزه‌های قضایی بیشتری در دسترس قرار می‌گیرد (OECD, 2021). داده‌های مربوط به سال ۲۰۲۲ نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری‌های منشأ گرفته از کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی بیشترین سهم از معاملات بررسی‌شده را تشکیل می‌دهند (شکل ۵.۸)، که احتمالاً ناشی از سهم بالای معاملات سرمایه‌گذاران سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در کل معاملات است. به نظر می‌رسد بیشتر این موارد بدون مداخله بیشتر توسط مقامات تأیید می‌شوند؛ رد یا اعمال اقدامات اصلاحی در بیشتر حوزه‌های قضایی OECD همچنان نادر است.

شکل ۵.۸. منشأ سرمایه‌گذاران در معاملات بررسی‌شده



توضیح: شاخص‌ها متفاوت‌اند و به قالب و محتوای تجميع داده‌ها توسط کشورهای گزارش‌دهنده بستگی دارند: اتریش منشأ سرمایه‌گذار در پرونده‌های بررسی‌شده؛ کانادا منشأ ثبت‌های سرمایه‌گذاری؛ فنلاند منشأ اطلاع‌رسانی‌ها؛ ژاپن اطلاع‌رسانی‌های قبلی؛ بریتانیا معاملات واجد شرایط؛ ایالات متحده اطلاعیه‌ها و اظهارات. داده‌های مربوط به منشأ سرمایه‌گذاران در کانادا، آلمان، ژاپن و اسپانیا شامل سرمایه‌گذاران از کشورهای نامشخص اتحادیه اروپا و منطقه اقتصادی اروپا نمی‌شود، زیرا داده‌های تفکیک‌شده در دسترس نیست. ارقام مربوط به بریتانیا سرمایه‌گذاران داخلی مشمول «قانون سرمایه‌گذاری امنیت ملی ۲۰۲۱» را در بر نمی‌گیرد. داده‌های مربوط به اتریش و ژاپن به‌طور صریح به مالکیت نهایی (ذی‌نفع) سرمایه‌گذاران اشاره دارند. داده‌ها برای تعداد معاملات منشأ گرفته از گروه‌های کشورهای نرمال‌سازی نشده‌اند، عاملی که احتمالاً در توزیع نقش دارد.

Source: OECD based on official data reported by governments

ابزارهای سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به ترویج رویه‌های مطلوب در طراحی و اجرای سازوکارهای غربالگری سرمایه‌گذاری کمک می‌کنند

گفت‌وگوی سیاستی در سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و چارچوب‌هایی که توسط جامعه سیاست‌گذاری آن تدوین شده‌اند، نقش مهمی در شکل‌دهی به سیاست‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با امنیت ملی ایفا کرده‌اند و طراحی‌هایی را تضمین کرده‌اند که در مدیریت نگرانی‌های امنیتی مؤثر بوده و در عین حال بازارها را برای سرمایه‌گذاری بین‌المللی باز نگه می‌دارند. این سازوکارها به‌ویژه در حوزه‌ای اهمیت داشتند که بیشتر کشورها تجربه محدودی در آن داشتند و تحولات با سرعت بالایی رخ می‌داد.

راهنمای سال ۲۰۰۹ برای سیاست‌های سرمایه‌گذاری کشورهای دریافت‌کننده مرتبط با امنیت ملی (OECD/LEGAL/0372) دولت‌هایی را که در حال معرفی سیاست‌های سرمایه‌گذاری برای حفاظت از منافع امنیتی هستند، تشویق می‌کند تا اصول عدم تبعیض، شفافیت، قابلیت پیش‌بینی، تناسب و پاسخگویی را به کار گیرند. این اصول به‌عنوان معیارهای مفید برای طراحی سیاست شناخته می‌شوند. تبادل تجربه میان سیاست‌گذاران، که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تسهیل می‌شود، همچنین می‌تواند به دولت‌ها کمک کند تا راه‌حل‌های مبتنی بر بهترین رویه‌ها را با بهره‌گیری از مجموعه گسترده‌ای از نمونه‌ها و اصلاحات در این حوزه اتخاذ کنند. مطالعات تحلیلی و مقایسه‌ای درباره جنبه‌های مختلف طراحی سیاست و به‌روزرسانی‌های منظم در زمینه تحولات سیاستی، راهنما و گفت‌وگوی سیاستی میان دولت‌ها را تکمیل می‌کنند.

نتیجه‌گیری

در دهه گذشته، تغییرات ژئوپولیتیکی و ژئواقتصادی بسیاری از دولت‌ها را بر آن داشته است تا پیامدهای سرمایه‌گذاری خارجی و مالکیت خارجی در بخش‌های حساس اقتصاد خود را مورد بازنگری قرار دهند. این روند

به فعالیت سیاست‌گذاری بی‌سابقه‌ای در این حوزه منجر شده است. دولت‌ها سازوکارهایی را برای بررسی پیشنهادهای سرمایه‌گذاری فردی معرفی کرده‌اند، دامنه کاربرد این سازوکارها را گسترش داده‌اند و به تدریج قوانین حاکم بر این بررسی‌ها را سخت‌تر کرده‌اند. تعداد معاملاتی که مشمول بررسی و احتمالاً مداخله می‌شوند، تنها در چند سال چندین برابر افزایش یافته است.

ارزیابی تأثیر این سازوکارها بر سرمایه‌گذاری بین‌المللی به‌طور کلی، بر بخش‌های خاص یا اقتصادهای مشخص دشوار است و به دلیل نبود اطلاعات جزئی، فقدان شاخص‌های معتبر و محدود بودن داده‌ها همچنان دشوار باقی خواهد ماند. با توجه به علاقه طرف‌ها به حفظ محرمانگی و ماهیت حساس ملاحظاتی که مبنای تصمیمات دولت‌ها هستند، آگاهی اندکی از شیوه اجرای این سازوکارها در حوزه‌های قضایی مختلف وجود دارد و نمی‌توان نتیجه‌گیری دقیقی در این زمینه داشت. با وجود افزایش نگرانی‌های امنیتی در محیط ژئوپولیتیکی پیچیده و سلسله‌ای از بحران‌ها، دولت‌ها همچنان به جذب سرمایه خارجی و گشودگی در برابر سرمایه‌گذاری خارجی علاقه‌مند هستند. همکاری‌های بین‌المللی در زمینه طراحی سیاست، به میزبانی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، همچنین راهنمایی‌ها و استانداردهای سیاستی، به دولت‌ها کمک می‌کند تا نیاز به مدیریت پیامدهای امنیتی برخی سرمایه‌گذاری‌های خارجی را با موضع پایدار خود در قبال گشودگی سازگار کنند.

منابع:

OECD (2024), FDI in Figures, <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/fdi/FDI-in-Figures-April-2024.pdf>

OECD (2022), International investment implications of Russia's war against Ukraine, <https://doi.org/10.1787/a24af3d7-en>

OECD (2021), OECD Business and Finance Outlook 2021: AI in Business and Finance, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ba682899-en>

OECD (2021), Transparency, Predictability and Accountability for investment screening mechanisms, https://www.oecd.org/en/publications/transparency-predictability-and-accountability-for-investment-screening-mechanisms_61175d59-en.html.

OECD (2020), "Acquisition- and ownership-related policies to safeguard essential security interests: Current and emerging trends, observed designs, and policy practice in 62 economies", OECD Working Papers on International Investment, No. 2020/1, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/61a64a3b-en>

OECD (2020), Investment screening in times of COVID-19 and beyond, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/07/investment-screening-in-times-of-covid-19-and-beyond_c3324953/aa60af47-en.pdf

ایجاد دفاع‌های نیرومندتر برای آینده‌های دیجیتال: نقش امنیت سایبری

لوران برنات و لورن کریان^{۱۰}

مقدمه

حفاظت از امنیت سایبری اهمیت فزاینده‌ای یافته است، زیرا فناوری‌های دیجیتال روز به روز پیچیده‌تر می‌شوند و به بخش‌های حیاتی اقتصاد پیوند می‌خورند؛ در نتیجه، هزینه‌های ناشی از اختلال در آنها افزایش یافته و حملات سایبری نیز بیشتر رخ می‌دهند. باج‌افزارها و دیگر انواع حملات سایبری تهدیدی رو به رشد به شمار می‌آیند، به‌ویژه برای نهادهای عمومی، خدمات و زیرساخت‌ها. برای نمونه، در سال ۲۰۲۱ یک حمله سایبری موجب تعطیلی بزرگ‌ترین خط لوله ایالات متحده به مدت شش روز شد که کمبود سوخت را در سراسر ساحل شرقی به دنبال داشت. هرچند تعیین دقیق تعداد رخدادهای امنیت سایبری و پیامدهای اقتصادی آنها به‌طور مشهور دشوار است، شواهد نشان می‌دهد که این روند رو به افزایش است. به‌طور میانگین، یک سوم افراد (در بازه سنی ۱۶ تا ۷۴ سال) در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در سال ۲۰۲۲ گزارش کرده‌اند که با یک رخداد امنیتی مواجه شده‌اند. بنا بر برخی برآوردها، تعداد حملات سایبری از زمان پیش از همه‌گیری کووید-۱۹ تقریباً دو برابر شده است. از سال ۲۰۲۰ تاکنون، مجموع زیان‌های مستقیم گزارش شده ناشی از رخدادهای سایبری در سطح جهانی به حدود ۲۸ میلیارد دلار (به قیمت‌های واقعی) رسیده است و میلیاردها رکورد به سرقت رفته یا آسیب دیده‌اند. مجموع هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم این رخدادها به احتمال زیاد بسیار بیشتر است و برآوردها دامنه‌ای قابل توجه از ۱ تا ۱۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی را نشان می‌دهند.

دولت‌ها نقش مهمی در امنیت سایبری دارند. شرکت‌ها اغلب انگیزه کافی برای سرمایه‌گذاری مناسب در امنیت سایبری ندارند و زنجیره‌های تأمین پیچیده تعیین مسئولیت را دشوار می‌سازد. سرعت بالای توسعه فناوری نیز موجب می‌شود امنیت سایبری هدفی متحرک و دائماً در حال تغییر باشد که نیازمند توجه مستمر و دقیق است. نیروهای بازار به‌تنهایی برای مقابله با خطرات و تهدیدها کافی نیستند. از آنجا که اینها ذاتاً چالش‌هایی جهانی هستند، برای رسیدگی مؤثر به آنها کشورها باید اقدامات سیاستی منسجم و هماهنگ را بر پایه اصول شناخته‌شده بین‌المللی اتخاذ کنند. در طول ۳۰ سال گذشته، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی سیاست‌هایی در زمینه امنیت سایبری تدوین کرده است که بر رفاه اقتصادی و اجتماعی تمرکز دارند. این رویکرد در مجموعه‌ای از توصیه‌های شورای سازمان که در «چارچوب سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره امنیت دیجیتال: امنیت

¹⁰ Laurent Bernat and Lauren Crean

سایبری برای رفاه» (OECD, 2022) ارائه شده، بازتاب یافته است. این فصل، این چارچوب و توصیه‌های مرتبط را معرفی می‌کند و همچنین مروری بر فعالیتهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در زمینه امنیت دیجیتال فعالیتهای حیاتی (OECD, 2019؛ Bernat, 2021) و امنیت شبکه‌های ارتباطی (OECD, 2023) ارائه می‌دهد.

امنیت دیجیتال: ابعاد اقتصادی و اجتماعی امنیت سایبری

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی امنیت دیجیتال را مجموعه‌ای از اقدامات برای مدیریت خطرات امنیت دیجیتال به منظور دستیابی به رفاه اقتصادی و اجتماعی تعریف می‌کند (OECD, 2022). به‌عنوان یک اولویت سیاست عمومی جهانی، امنیت سایبری زیربنای چندین حوزه کلیدی است که اغلب با یکدیگر همپوشانی داشته و به‌هم پیوسته‌اند (شکل ۶.۱).

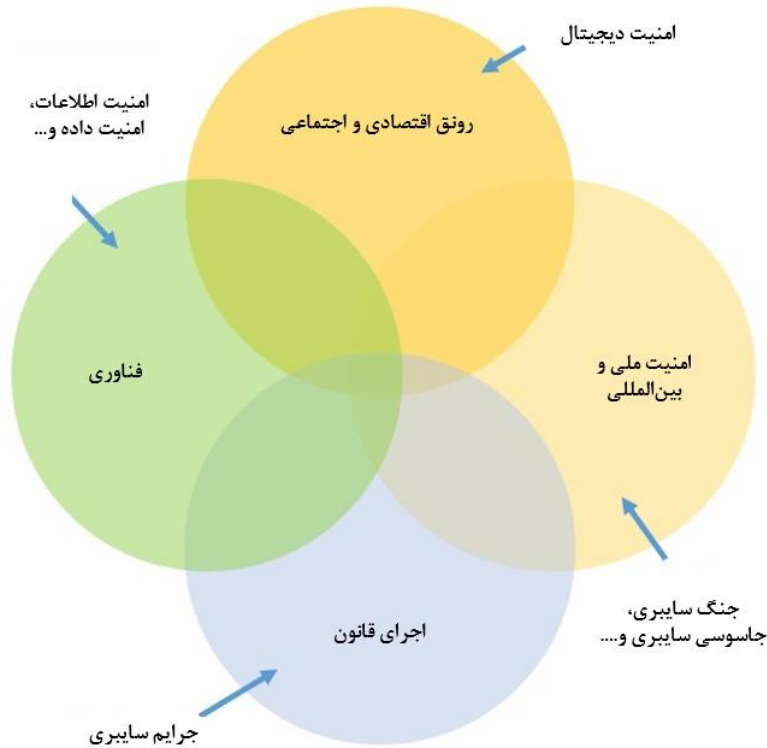
• عملیات فنی، یعنی اطمینان از اینکه سامانه‌های اطلاعاتی همان‌گونه که مورد نظر است عمل می‌کنند. این جنبه، که خطاهای انسانی را نیز دربر می‌گیرد، ریشه‌های امنیت سایبری را نمایان می‌سازد؛ امنیت سایبری در ابتدا به‌عنوان یک مسئله فنی تلقی می‌شد که توسط کارشناسان فنی مدیریت می‌گردید و معمولاً با اصطلاحاتی چون «امنیت رایانه»، «امنیت اطلاعات» و «امنیت داده‌ها» شناخته می‌شود.

• رفاه، یعنی اطمینان از اینکه امنیت از اهداف گسترده‌تر اقتصادی و اجتماعی پشتیبانی می‌کند. این بُعد تمرکز را از حفاظت صرف محیط دیجیتال به سمت صیانت از فعالیتهای اقتصادی و اجتماعی که به آن وابسته‌اند تغییر می‌دهد. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی از این مفهوم با عنوان امنیت دیجیتال یا مدیریت ریسک امنیت دیجیتال یاد می‌کند.

• اجرای قوانین کیفری، یعنی اعمال قوانین مربوط به جرایم سایبری برای کاهش تهدیدها. جرایم سایبری می‌تواند جنبه‌های امنیتی معرفی شده در ادامه را دربر گیرد، اما همچنین شامل جرایمی مانند سوءاستفاده از کودکان در فضای آنلاین نیز می‌شود.

• امنیت ملی و بین‌المللی، یعنی ایجاد اقدامات اعتمادساز و سایر تدابیر برای جلوگیری و کاهش گسترش درگیری‌های مسلحانه در فضای سایبری. این بُعد اغلب با اصطلاحاتی چون «دفاع سایبری»، «جنگ سایبری» یا «جاسوسی سایبری» شناخته می‌شود.

شکل ۶.۱. جنبه اقتصادی و اجتماعی امنیت سایبری



Source: OECD.

دولت‌ها چارچوب‌های نهادی گوناگونی را برای تدوین و اجرای سیاست‌های مرتبط با هر یک از این ابعاد به کار گرفته‌اند و از نهادهای داخلی مختلف بهره می‌برند؛ این کار با درجات متفاوتی از تمرکز و هماهنگی با سایر ارگان‌های دولتی انجام می‌شود. در سطح بین‌المللی نیز هر بُعد معمولاً توسط سازمان‌های بین‌المللی مختلف، متناسب با مأموریت‌های ویژه آنها، مورد رسیدگی قرار می‌گیرد. برای نمونه، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی سیاست‌های امنیت دیجیتال را مطابق با مأموریت خود در حوزه امور اقتصادی و اجتماعی، از جمله سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، مورد توجه قرار می‌دهد؛ سازمان‌های تدوین استاندارد مانند سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) و کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)، کارگروه مهندسی اینترنت (IETF)، مؤسسه استانداردهای مخابراتی اروپا (ETSI) یا گروه مطالعاتی ۱۷ اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU-T) استانداردهای فنی را توسعه می‌دهند؛ شورای اروپا، دفتر مواد مخدر و جرم سازمان ملل متحد (UNODC) و اینترپل (در سطح عملیاتی‌تر) بر جرایم سایبری تمرکز دارند؛ و گروه کارشناسان دولتی سازمان ملل (GGE) و گروه کاری باز (OEWG) به مسائل امنیت بین‌المللی می‌پردازند. با اتکا بر تخصص سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ادامه این فصل به‌طور مشخص‌تر بر سیاست امنیت دیجیتال تمرکز دارد. کادر ۶.۱ مفاهیم کلیدی مرتبط با امنیت دیجیتال را معرفی می‌کند.



کادر ۶.۱. مبانی امنیت دیجیتال

ریسک امنیت دیجیتال اثرات زیان‌باری است که رخدادهای امنیت دیجیتال می‌توانند بر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی داشته باشند (OECD, 2020؛ OECD, 2022). مطابق با رویکردهای کلی مدیریت ریسک، ریسک امنیت دیجیتال بر اساس احتمال وقوع و پیامدهای بالقوه (یعنی شدت) رخدادها تعریف می‌شود. تعریف ریسک در توصیه‌های امنیت دیجیتال سازمان همکاری و توسعه اقتصادی از استانداردهای مدیریت ریسک (ISO/IEC, 2022) و استانداردهای امنیت اطلاعات ال‌هام گرفته است. رخدادهای امنیت دیجیتال رویدادهایی هستند که دسترس‌پذیری، یکپارچگی و/یا محرمانگی (سه‌گانه AIC) داده‌ها، نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و شبکه‌ها را مختل می‌کنند و در نتیجه، تأثیر منفی بر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی وابسته به این دارایی‌ها دارند. دسترس‌پذیری: دارایی‌ها برای کاربران مجاز در زمان نیاز قابل دسترسی و استفاده نیستند.

- یکپارچگی: دارایی‌ها به صورت غیرمجاز تغییر یافته‌اند.

- محرمانگی: موجودیت‌های غیرمجاز به دارایی‌ها دسترسی پیدا کرده‌اند.

رخدادها ناشی از تهدیدهایی هستند که از آسیب‌پذیری‌ها سوءاستفاده می‌کنند. تهدیدها می‌توانند عمدی (مانند حملات) یا غیرعمدی (مانند خطاهای انسانی، آتش‌سوزی‌ها، قطع برق و غیره) باشند. این تهدیدها شامل عاملان مخرب («منابع تهدید») هستند که مایل‌اند از آسیب‌پذیری‌ها برای ایجاد آسیب بهره‌برداری کنند، و همچنین ابزارها و روش‌هایی («بردارهای تهدید») که برای اجرای حملات به کار می‌گیرند (مانند «بدافزار»). عاملان مخرب از افراد نسبتاً کم‌مهارت تا گروه‌های جنایتکار سازمان‌یافته و بازیگران تحت حمایت دولت با منابع قابل توجه گسترده‌اند که اغلب با عنوان «تهدیدهای پایدار پیشرفته» شناخته می‌شوند. حملات تحت حمایت دولت‌ها معمولاً در پی اهداف ژئوپولیتیکی هستند، در حالی که مجرمان سایبری بیشتر به دنبال منافع مالی‌اند. برخی بازیگران نیز اهداف ایدئولوژیک را دنبال می‌کنند (مانند «هکتیویست‌ها»). در بسیاری از موارد، نسبت دادن دقیق حملات به افراد، گروه‌ها یا حامیان آنها صرفاً بر اساس شیوه عملکرد یا شواهد فنی بسیار دشوار است، زیرا عاملان تهدید با منابع گسترده می‌توانند شیوه‌های دیگر عاملان تهدید را تقلید کنند. تهدیدها از آسیب‌پذیری‌های انسانی (مانند کمبود آموزش و آگاهی)، فرآیندی (مانند نبود رویه‌های پشتیبان‌گیری یا مدیریت نظام‌مند آسیب‌پذیری‌ها) و فناوریانه (مانند آسیب‌پذیری در کد نرم‌افزار) سوءاستفاده می‌کنند.

ریسک امنیت دیجیتال بر خطرات اقتصادی و اجتماعی ناشی از رخدادهای امنیت دیجیتال تمرکز دارد. این خطرات می‌توانند شامل زیان‌های مالی، از دست دادن فرصت‌ها، آسیب به اعتبار، سرقت مالکیت فکری، نقض حریم خصوصی و آسیب به ایمنی انسانی باشند. برای نمونه، زمانی که یک باج‌افزار به بیمارستان حمله کرده و در سراسر شبکه گسترش می‌یابد، برخی سامانه‌های اطلاعاتی آلوده ممکن است غیرقابل دسترس شوند و برخی دیگر برای کاهش پیامدهای رخداد مجبور به خاموش شدن باشند (ریسک فنی). در نتیجه، بیمارانی که در هنگام وقوع حادثه تحت عمل جراحی هستند ممکن است در معرض خطر قرار گیرند، زیرا تجهیزات پزشکی ممکن است از کار بیفتند، جراحی‌های برنامه‌ریزی‌شده ناچار به تعویق بیفتند (ریسک اقتصادی و اجتماعی)، و داده‌های شخصی نیز ممکن است نقض شوند.

مدیریت ریسک امنیت دیجیتال شامل رسیدگی به ریسک‌های امنیت دیجیتال در حالی است که فرصت‌های اقتصادی و اجتماعی به حداکثر رسانده می‌شوند. مدیریت ریسک عبارت است از ارزیابی ریسک و سپس اقدام برای مقابله با آن؛ یعنی تصمیم‌گیری درباره اینکه با ریسک چه باید کرد: کاهش دادن، اجتناب کردن، انتقال دادن یا پذیرفتن آن (که در ادامه بیشتر توضیح داده می‌شود). ریسک همواره مدیریت می‌شود. برای مثال، در زندگی روزمره، هنگام عبور از خیابان، افراد با نگاه کردن به خودروها یا دوچرخه‌ها ریسک را ارزیابی می‌کنند و سپس تصمیم می‌گیرند چه کاری انجام دهند. اگر خیابان بزرگراه باشد، از آن عبور نمی‌کنند تا از ریسکی که بسیار بالا است اجتناب کنند. برای کاهش ریسک، افراد از گذرگاه‌های عابر پیاده استفاده می‌کنند و برای انتقال ریسک، «احتیاطاً» بیمه‌نامه دارند. اگر بدون هیچ اقدام دیگری از خیابان عبور کنند، در واقع ریسک را می‌پذیرند و باید با پیامدهای آن مواجه شوند. ارزیابی ریسک برای امنیت – از جمله امنیت دیجیتال – کاملاً اساسی است. این ارزیابی تفاوت میان پذیرش ریسک پس از یک بررسی دقیق و نظام‌مند با پذیرش کورکورانه آن بدون هیچ‌گونه ملاحظه بیشتر را مشخص می‌کند.

مدیریت ریسک امنیت دیجیتال تصمیمات امنیتی را در واقعیت اقتصادی و اجتماعی فعالیت مورد نظر ریشه‌دار می‌کند. این مدیریت، انتخاب تدابیر امنیتی را هدایت می‌کند که متناسب و هم‌سنگ با ریسک و فعالیت مورد نظر باشند. با انجام این کار، اطمینان حاصل می‌شود که تدابیر امنیتی از فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی مورد نظر پشتیبانی خواهند کرد و آنها را تضعیف نخواهند نمود؛ برای مثال، با بستن نامناسب محیط یا کاهش کارکردها به گونه‌ای که امکان بهره‌گیری از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICTs) برای نوآوری و افزایش بهره‌وری محدود شود. مدیریت ریسک امنیت دیجیتال مانع از آن می‌شود که تصمیمات به صورت جداگانه و صرفاً از دیدگاه فنی یا امنیتی اتخاذ شوند (امنیت به عنوان هدفی مستقل).

ریسک امنیت دیجیتال یک زیرمجموعه از ریسک دیجیتال است که خود یکی از بسیاری از ریسک‌هایی است که افراد یا سازمان‌ها هنگام استفاده از فناوری‌های دیجیتال با آن مواجه می‌شوند. همه ریسک‌ها به هم مرتبطند و بنابراین مدیریت ریسک نباید به صورت جزیره‌ای انجام شود. سایر ریسک‌های دیجیتال شامل جرایمی مانند کلاهبرداری (برای نمونه، جعل ایمیل‌های تجاری) و سوءاستفاده از کودکان در فضای آنلاین هستند. هرچند ممکن است میان ریسک امنیت دیجیتال و سایر ریسک‌های دیجیتال نقاط تلاقی وجود داشته باشد، اما مهم است که از ایجاد سردرگمی و درهم‌آمیختن این دسته‌های متمایز پرهیز شود، به‌ویژه هنگام پرداختن به ریسک امنیت دیجیتال در سطح بین‌المللی.

مدیریت ریسک امنیت دیجیتال

توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره مدیریت ریسک امنیت دیجیتال (OECD, 2022) اصول سطح‌بالایی را ارائه می‌دهد تا به توسعه رویکردی مؤثر اقتصادی و اجتماعی نسبت به امنیت سایبری کمک کند. این اصول برای پرورش فرهنگ امنیت دیجیتال در میان سیاست‌گذاران عمومی، همچنین رهبران و تصمیم‌گیرندگان در سازمان‌های دولتی و خصوصی، نقشی اساسی دارند. آنها به ذی‌نفعان کمک می‌کنند تا فعالیت‌هایی را که به محیط دیجیتال وابسته‌اند در برابر تهدیدهای سایبری محافظت کنند، بدون آنکه این فعالیت‌ها را محدود سازند، مانع نوآوری شوند، جلوی تحول دیجیتال را بگیرند یا حقوق بشر را تضعیف کنند. افزون بر این، این حفاظت باید ماهیت پویای فناوری‌ها، فعالیت‌های اقتصادی وابسته به آنها و چشم‌انداز تهدیدها را نیز در نظر

بگیرد. اصول کلی برای همه ذی‌نفعان کاربرد دارند، در حالی که اصول عملیاتی برای رهبران و تصمیم‌گیرندگان در سازمان‌ها به کار می‌روند (جدول ۶.۱).

جدول ۶.۱. اصول مدیریت ریسک امنیت دیجیتال سازمان همکاری و توسعه اقتصادی

| اصول کلی | |
|--------------|--|
| ۱ | فرهنگ امنیت دیجیتال: آگاهی، مهارت‌ها و توانمندسازی همه ذینفعان باید فرهنگی از امنیت دیجیتال را بر اساس درک ریسک امنیت دیجیتال و نحوه مدیریت آن ایجاد کنند. |
| ۲ | مسئولیت و پاسخگویی همه ذینفعان باید بر اساس نقش، زمینه و توانایی عمل خود، مسئولیت مدیریت ریسک امنیت دیجیتال را بر عهده بگیرند. |
| ۳ | حقوق بشر و ارزش‌های بنیادین همه ذینفعان باید ریسک امنیت دیجیتال را به شیوه‌ای شفاف و سازگار با حقوق بشر و ارزش‌های اساسی مدیریت کنند. |
| ۴ | همکاری همه ذینفعان باید همکاری کنند، از جمله در فرامرزی. |
| اصول عملیاتی | |
| ۵ | استراتژی و حکمرانی رهبران و تصمیم‌گیرندگان باید اطمینان حاصل کنند که ریسک امنیت دیجیتال در استراتژی کلی مدیریت ریسک آنها گنجانده شده و به عنوان یک ریسک استراتژیک که نیاز به اقدامات عملیاتی دارد، مدیریت می‌شود. |
| ۶ | ارزیابی ریسک و درمان رهبران و تصمیم‌گیرندگان باید اطمینان حاصل کنند که با ریسک امنیت دیجیتال بر اساس ارزیابی مداوم ریسک برخورد می‌شود. |
| ۷ | اقدامات امنیتی رهبران و تصمیم‌گیرندگان باید اطمینان حاصل کنند که اقدامات امنیتی مناسب و متناسب با ریسک هستند. |
| ۸ | نوآوری رهبران و تصمیم‌گیرندگان باید اطمینان حاصل کنند که نوآوری در نظر گرفته می‌شود. |
| ۹ | تاب‌آوری، آمادگی و تداوم رهبران و تصمیم‌گیرندگان باید اطمینان حاصل کنند که یک طرح آمادگی و تداوم مبتنی بر ارزیابی ریسک امنیت دیجیتال اتخاذ، اجرا و آزمایش شده است تا از تاب‌آوری اطمینان حاصل شود. |

توضیح: متن مورب‌شده بخشی کوتاه از توصیه‌نامه در زمینه مدیریت ریسک امنیت دیجیتال است.



اصول کلی

فرهنگ امنیت دیجیتال برای مدیریت ریسک امنیت دیجیتال ضروری است (اصل ۱). این فرهنگ همان طرز فکری است که ذی‌نفعان باید با آن به امنیت دیجیتال بپردازند؛ چه برای تدوین و اجرای سیاست‌های عمومی، چه برای حفاظت از سازمان، دارایی‌های شخصی و ایمنی خود، بدون آنکه منافع، فرصت‌ها و حقوق بشر محدود شوند. فرهنگ امنیت دیجیتال شامل این درک است که چنین ریسکی وجود دارد و نیاز به کسب مهارت‌های مناسب از طریق آموزش، تمرین، تجربه و/یا کار عملی برای اتخاذ تصمیم‌های مسئولانه (توانمندسازی) احساس می‌شود. در حالی که پیامدهای احتمالی یک تصادف رانندگی به‌طور شهودی قابل درک هستند، پیچیدگی محیط دیجیتال ارتباط میان یک رخداد و پیامدهای آن را مبهم می‌سازد. برای مثال، بسیاری از افراد می‌دانند که یک ویروس ممکن است تجهیزاتشان را آلوده کند، اما پیامدهای احتمالی آن مانند سرقت هویت، کلاهبرداری مالی یا سرقت اسرار تجاری را درک نمی‌کنند. پیامدهایی که فراتر از آثار مستقیم فردی هستند حتی کمتر قابل مشاهده‌اند.

افراد همگی در قبال تصمیم‌های خود در زمینه امنیت دیجیتال – یا فقدان چنین تصمیم‌هایی – مسئولیت دارند (اصل ۲). با این حال، ماهیت و سطح مسئولیت‌ها بسته به نقش ذی‌نفعان متفاوت است. برای مثال، مسئولیت کاربر یک دستگاه دیجیتال با مسئولیت فروشنده آن دستگاه، تولیدکننده، توسعه‌دهندگان شخص ثالث اجزای نرم‌افزاری تعبیه‌شده در دستگاه، ارائه‌دهندگان خدمات ابری که داده‌های پردازش‌شده توسط دستگاه را میزبانی می‌کنند و غیره تفاوت دارد. مسئولیت در قبال دیگران در مرکز توصیه‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره دقت لازم مبتنی بر ریسک قرار دارد که در «راهنمای اصول رفتاری شرکت‌های چندملیتی» (OECD, 2011) و «راهنمای دقت لازم برای رفتار مسئولانه تجاری» (OECD, 2018) آمده است.

حقوق بشر و ارزش‌های بنیادین باید در محیط دیجیتال مورد حمایت قرار گیرند (اصل ۳). بسته به نحوه استفاده، تدابیر امنیتی می‌توانند از حقوق بشر و ارزش‌های بنیادین پشتیبانی کنند یا آن‌ها را تضعیف نمایند. برای مثال، برخی تدابیر امنیتی می‌توانند حفاظت از حریم خصوصی را تقویت کنند، امکان ناشناس ماندن افشاگران را فراهم سازند و فعالان حقوق بشر را از نظارت اقتدارگرایانه محافظت نمایند. در عین حال، همین تدابیر می‌توانند به نظارت غیرقانونی بر شهروندان یا کارکنان منجر شوند یا دسترسی به محتوای فعالان را محدود کنند.

در حالی که پیوستگی جهانی محیط دیجیتال منافع اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی را فراهم می‌آورد، هم‌زمان پیچیدگی را افزایش می‌دهد، گسترش تهدیدها و آسیب‌پذیری‌ها را تسهیل می‌کند و خطرات مشترک را بیشتر می‌سازد. همکاری در سطح ملی و فرامرزی برای رفع این کاستی‌ها ضروری است (اصل ۴). ذی‌نفعان منفرد نمی‌توانند به‌تنهایی امنیت دیجیتال را به‌طور موفقیت‌آمیز مدیریت کنند. برای نمونه، رهبران و تصمیم‌گیرندگان سازمان‌ها باید با کارشناسان فنی همکاری کنند تا ریسک‌های امنیت دیجیتال را ارزیابی نمایند، و کارشناسان فنی

نیز باید با رهبران همکاری داشته باشند تا اطمینان حاصل شود که تدابیر امنیتی فنی اهداف و فعالیت‌های سازمان را تضعیف نمی‌کند. همکاری همچنین درون و میان سازمان‌ها ضروری است؛ برای مثال، از طریق اشتراک‌گذاری اطلاعات در مراکزی مانند مراکز اشتراک‌گذاری و تحلیل اطلاعات (ISACs).

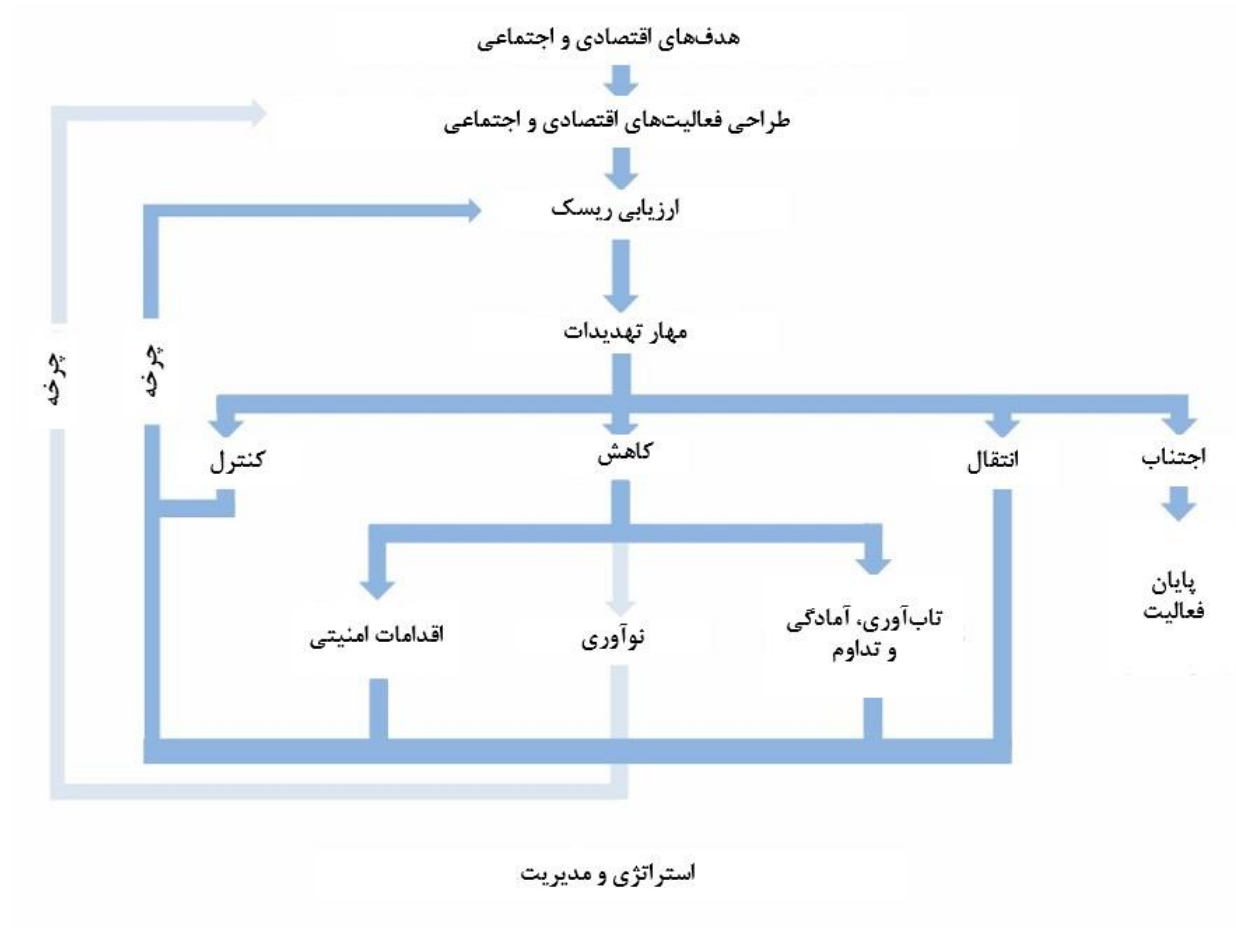
اصول عملیاتی

اصول عملیاتی بر اجرای مدیریت ریسک امنیت دیجیتال در سازمان‌ها تمرکز دارند. نخستین گام برای مدیریت ریسک امنیت دیجیتال در سازمان‌ها، اتخاذ رویکردی راهبردی و ایجاد نظام حکمرانی مناسب است (اصل ۵). ادغام مدیریت ریسک امنیت دیجیتال در چارچوب کلی مدیریت ریسک سازمان (که اغلب «مدیریت ریسک سازمانی» نامیده می‌شود) برای اطمینان از آن ضروری است که تصمیم‌های مربوط به امنیت دیجیتال بر اساس اهداف کسب‌وکار هدایت شوند، نه صرفاً ملاحظات فنی، و همچنین از رویه‌های پذیرفته‌شده مدیریت ریسک پیروی کنند (مانند رویکرد نظام‌مند، چرخه بهبود مستمر و غیره). هیئت‌مدیره شرکت نقشی روشن در مدیریت ریسک امنیت دیجیتال دارد؛ مطابق با اصول «G20/OECD» در زمینه حاکمیت شرکتی در فصل مربوط به هیئت‌مدیره که تأکید می‌کند یکی از وظایف کلیدی هیئت‌مدیره، تعیین سیاست‌های مدیریت ریسک و اطمینان از «یکپارچگی نظام‌های حسابداری و گزارشگری مالی شرکت، وجود نظام‌های کنترلی مناسب، به‌ویژه نظام‌های مدیریت ریسک» است (اصل VI.D.7) (OECD, 2015).

حاکمیت امنیت دیجیتال باید نقش‌ها، مسئولیت‌ها و فرایندهای روشن را تعیین کند و اطمینان یابد که منابع و شایستگی‌های مناسب در دسترس هستند. رهبران و تصمیم‌گیرندگان مسئول تحقق اهداف اقتصادی و اجتماعی باید مسئولیت ریسک امنیت دیجیتال مرتبط با این فعالیت‌ها را بر عهده داشته باشند («مالکیت ریسک»). ریسک‌ها و منافع ذاتاً به یکدیگر مرتبط‌اند، زیرا بنا بر تعریف، ریسک‌ها بر منافع یک فعالیت اثر می‌گذارند. از آنجا که مدیریت ریسک وسیله‌ای برای افزایش احتمال موفقیت یک فعالیت است، رهبران و تصمیم‌گیرندگان در سازمان که مسئول منافع یک فعالیت هستند باید مسئولیت رسیدگی به ریسک امنیت دیجیتال مرتبط با آن فعالیت را نیز بر عهده داشته باشند و آن را صرفاً به کارشناسان فنی واگذار نکنند؛ زیرا پیامدهای اقتصادی و اجتماعی رخدادها می‌تواند بسیار شدیدتر از اثرات فنی (یعنی فناوری اطلاعات و ارتباطات) برای سازمان، شرکا و طرف‌های ثالث باشد. افزون بر این، تدابیر امنیتی ممکن است همان فعالیتی را که قصد حفاظت از آن را دارند، تضعیف کنند. این تدابیر می‌توانند موانع و محدودیت‌هایی برای فعالیت ایجاد کنند، مانند افزایش هزینه‌های مالی، پیچیدگی سامانه‌ها و زمان عرضه به بازار، کاهش کارایی، قابلیت استفاده، توانایی تحول، نوآوری و سهولت برای کاربر. برای افزایش احتمال موفقیت، چرخه ارزیابی و درمان ریسک (اصل ۶) به چنین عدم قطعیت‌هایی می‌پردازد. همان‌طور که در شکل ۶.۲ نشان داده شده است، این چرخه با تعریف اهداف و طراحی فعالیت‌هایی که بر محیط دیجیتال متکی

هستند آغاز می‌شود. سپس ریسک ارزیابی می‌گردد تا احتمال و آثار احتمالی عدم قطعیت‌ها بر اهداف فعالیت سنجیده شود. بر اساس این فرایند ارزیابی، تصمیمی درباره نحوه برخورد با ریسک (درمان ریسک) اتخاذ می‌شود؛ یعنی این که آیا و چگونه باید ریسک تغییر یابد تا احتمال موفقیت فعالیت‌ها در حمایت و حفظ اهداف افزایش یابد.

شکل ۶.۲. نمای کلی چرخه مدیریت ریسک امنیت دیجیتال



Source: OECD.

• فرایند درمان ریسک تعیین می‌کند کدام بخش از ریسک باید پذیرفته شود (یعنی قبول گردد)، زیرا ریسک در محدوده‌ای قرار دارد که توسط نهادی که فعالیت را انجام می‌دهد قابل قبول دانسته می‌شود؛ این محدوده به‌عنوان «اشتها به ریسک» یا «تحمل ریسک» شناخته می‌شود. پذیرش ریسک به معنای قبول پیامدهای زیان‌بار اقتصادی و اجتماعی احتمالی رخدادهاست.

• اجتناب شود، با این آگاهی که حذف کامل ریسک امنیت دیجیتال بدون چشم‌پوشی از منافع استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات امکان‌پذیر نیست. به عبارت دیگر، بهترین راه برای اجتناب از ریسک امنیت دیجیتال، عدم استفاده از فناوری‌های دیجیتال است.

• کاهش یابد تا به سطح قابل قبول مطابق با اشتیاق یا تحمل ریسک نهاد برسد، از طریق ایجاد تدابیر امنیتی که وقوع یا اثر رخدادها را کاهش دهند. زیرا برخی رویدادهای زیان‌بار همواره ممکن است علی‌رغم وجود تدابیر امنیتی رخ دهند، بنابراین همواره مقداری ریسک باقی‌مانده وجود خواهد داشت که نمی‌توان آن را حذف کرد و باید پذیرفته شود. از این رو، ایجاد تاب‌آوری و تضمین تداوم کسب‌وکار ضروری است تا برای رخدادها آماده بوده و توان کاهش پیامدهای آن‌ها وجود داشته باشد.

• به طرف ثالث منتقل شود، برای مثال از طریق بیمه، در صورتی که بازاری برای بیمه وجود داشته باشد.

ارزیابی ریسک مستمر، نظام‌مند و چرخه‌ای برای رهبران و تصمیم‌گیرندگان ضروری است تا بتوانند تصمیم‌های آگاهانه‌ای در زمینه درمان ریسک اتخاذ کنند که متناسب با ریسک‌های همواره در حال تغییر باشد. تهدیدها، آسیب‌پذیری‌ها، رخدادها، فناوری‌ها، شیوه‌های استفاده از آن‌ها و منافعشان - به‌عنوان چند نمونه از متغیرهای معادله ریسک یک فعالیت - بسیار پویا هستند. ارزیابی ریسک باید ریسک‌های مرتبط با تأمین‌کنندگان و شرکایی را که سازمان به‌صورت دیجیتال با آن‌ها در ارتباط است نیز در نظر بگیرد. تصمیم‌های ممکن برای درمان ریسک (پذیرش، کاهش، انتقال، اجتناب) مستلزم آن است که رهبران و تصمیم‌گیرندگان سطح اشتیاق یا تحمل ریسک امنیت دیجیتال سازمان خود را برای هر فعالیتی که بر محیط دیجیتال متکی است تعیین کنند.

برای کاهش ریسک، می‌توان تدابیر امنیتی را انتخاب و اجرا کرد (اصل ۷). تدابیر امنیتی که همچنین «سازوکارها»، «کنترل‌ها» یا «محافظت‌ها» نامیده می‌شوند، می‌توانند ماهیت‌های گوناگونی داشته باشند: دیجیتال (مانند نرم‌افزارهای امنیتی)، فیزیکی (مانند قفل‌ها، دوربین‌ها، حصارها) یا ترکیبی (مانند کارت هوشمند)؛ مرتبط با افراد (مانند آموزش)، فرایندها (مانند قواعد یا رویه‌های سازمانی) یا فناوری‌ها (مانند رمزنگاری)، حقوقی (مانند قرارداد)، رویه‌ای (مانند استانداردها)، مدیریتی و غیره. تدابیر امنیتی همچنین می‌توانند آسیب‌پذیری‌ها را مورد رسیدگی قرار دهند. علاوه بر به‌کارگیری تدابیر امنیتی، ذی‌نفعان می‌توانند با نوآوری در زمینه فعالیت و همچنین تدابیر امنیتی (اصل ۸)، میزان مواجهه خود با ریسک امنیت دیجیتال را کاهش دهند. نوآوری برای کاهش ریسک امنیت دیجیتال می‌تواند اشکال گوناگونی داشته باشد که ممکن است به جنبه‌های دیجیتال مرتبط باشد یا نباشد. برای نمونه، نوآوری می‌تواند به مدل اقتصادی یا کسب‌وکار سازمان، به فرایندهایی مانند روش‌های پرداخت، یا حتی به بازطراحی اجزای فیزیکی، حقوقی یا سایر مؤلفه‌های غیر دیجیتال یک محصول مربوط شود. از آنجا که معرفی نوآوری می‌تواند عدم قطعیت‌هایی در یک فعالیت ایجاد کند، باید موجب آغاز چرخه‌ای دوباره از ارزیابی و درمان

ریسک شود، همان‌طور که در شکل ۶.۲ نشان داده شده است. بنابراین، امنیت دیجیتال می‌تواند به یک سازمان، محصول یا خدمت ارزش بیفزاید و به محرکی برای نوآوری و انگیزه‌های برای مزیت رقابتی تبدیل شود، مشروط بر آن که به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فرایندهای تصمیم‌گیری اقتصادی و اجتماعی مرتبط با یک فعالیت در نظر گرفته شود، نه به‌عنوان موضوعی منفرد و صرفاً فنی. برای کاهش بیشتر ریسک، می‌توان تدابیر تاب‌آوری، آمادگی و تداوم را تعریف کرد تا هنگام وقوع رخداد به کار گرفته شوند (اصل ۹). علاوه بر تدابیر امنیتی و نوآوری که هدفشان جلوگیری از وقوع رخدادهای زیان‌بار است، تدابیر تاب‌آوری، آمادگی و تداوم به کاهش پیامدهای اقتصادی و اجتماعی در صورت وقوع رخدادهای می‌پردازند. برنامه‌های آمادگی و تداوم برای تعریف پیشاپیش نحوه حفاظت، شناسایی، واکنش و بازیابی از رخدادهای ضروری هستند. این برنامه‌ها باید سرعت بسیار بالایی را که رخدادهای می‌توانند در محیط دیجیتال گسترش یافته و تشدید شوند، در نظر بگیرند.

سیاست عمومی امنیت دیجیتال

هرچند با عناوین متفاوتی مانند امنیت اطلاعات، امنیت داده، امنیت فناوری اطلاعات، امنیت رایانه یا تضمین اطلاعات مورد توجه قرار گرفته است، اما امنیت سایبری بیش از ۳۵ سال است که به‌عنوان یک موضوع سیاست عمومی مطرح بوده است؛ و حتی بیشتر، اگر الزامات امنیتی مندرج در قوانین مربوط به حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها را که در برخی کشورها از دهه ۱۹۷۰ تصویب شده‌اند در نظر بگیریم. با این حال، تنها با پذیرش گسترده فناوری‌های اینترنت و دسترسی فراگیر به اتصال پهن‌بند بود که امنیت سایبری به تدریج به یک حوزه سیاستی مستقل با ساختارهای حکمرانی اختصاصی، راهبردها، برنامه‌ها و همچنین ابتکارهای سیاستی تبدیل شد.

امنیت دیجیتال در این بستر به تدریج رشد کرده است. امروزه، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در مجموع هفت توصیه شورای خود را حفظ می‌کند که بازتاب‌دهنده اجماع میان کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره نحوه رویکرد به امنیت سایبری از منظر اقتصادی و اجتماعی و تعهد به توسعه سیاست‌ها بر همان اساس است. این توصیه‌ها در چارچوب سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره امنیت دیجیتال: امنیت سایبری برای شکوفایی (که از این پس «چارچوب» نامیده می‌شود) (OECD, 2022) معرفی شده‌اند و در شکل ۶.۳ نمایش داده شده‌اند. این مجموعه توصیه‌ها مهم‌ترین جنبه‌های سیاست امنیت دیجیتال را مورد توجه قرار می‌دهد، بدون آن که تمامی ابعاد این حوزه پیچیده و همواره در حال تحول را پوشش دهد.

شکل ۶.۳. نمای کلی چارچوب



Source: OECD.

لایه بنیادین، پایه سیاست‌گذاری امنیت دیجیتال است که سایر لایه‌ها بر آن تکیه دارند، یعنی مدیریت ریسک امنیت دیجیتال. این لایه شامل اصول اساسی‌ای است که باید برای رویکرد به امنیت سایبری از منظر اقتصادی و اجتماعی در نظر گرفته شوند و همچنین برای ایجاد فرهنگ امنیت دیجیتال به منظور حفاظت از فعالیت‌ها، افراد و جامعه بدون محدود کردن منافع، فرصت‌ها و حقوق بشر. تمامی لایه‌های دیگر این چارچوب بر اساس این اصول سطح بالا بنا شده‌اند. این لایه شامل توصیه‌نامه مدیریت ریسک امنیت دیجیتال (OECD, 2022) است.

لایه راهبردی بر این موضوع تمرکز دارد که سیاست‌گذاران چگونه باید از لایه بنیادین برای تدوین راهبردهای ملی امنیت دیجیتال («راهبردهای ملی») استفاده کنند؛ راهبردهایی که چشم‌اندازی روشن فراهم می‌آورند تا همه ذی‌نفعان - از نهادهای دولتی گرفته تا سازمان‌های بخش عمومی و خصوصی و افراد - به صورت منسجم و هماهنگ با یکدیگر همکاری کنند. علاوه بر امکان‌پذیر ساختن رویکردی جامع و کل‌دولتی برای سیاست امنیت دیجیتال، راهبردهای ملی به ایجاد پیوندها و هم‌افزایی با سایر حوزه‌های سیاستی کمک می‌کنند؛ مانند سیاست اقتصاد دیجیتال، حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها، سیاست‌های بخشی (برای نمونه: مالی، انرژی، آموزش، مهارت‌ها) و همکاری‌های بین‌المللی. لایه راهبردی در «توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره راهبردهای ملی امنیت دیجیتال» (OECD, 2022) بازتاب یافته است.



راهبردهای ملی باید چشم‌انداز روشنی از اهداف کشور در زمینه امنیت دیجیتال ترسیم کنند. این راهبردها باید در پی ایجاد فرهنگ امنیت دیجیتال باشند و افراد، همچنین سازمان‌های عمومی و خصوصی را در برابر تهدیدهای امنیت دیجیتال محافظت کنند، در حالی که ضرورت حفاظت از امنیت ملی و بین‌المللی و حفظ حقوق بشر و ارزش‌های بنیادین را نیز در نظر می‌گیرند. افزون بر امنیت دیجیتال، یک راهبرد ملی ممکن است ابعاد دیگری از امنیت سایبری را نیز پوشش دهد، مانند آنچه در شکل ۶.۱ معرفی شده است، که فراتر از حوزه مأموریت سازمان همکاری و توسعه اقتصادی قرار دارد.

راهبرد ملی باید مسئولیت‌های روشنی را به یک یا چند نهاد دولتی موجود یا جدید برای تدوین و اجرای سیاست‌های امنیت دیجیتال مورد نیاز راهبرد، واگذار کند. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی توصیه می‌کند که راهبردهای ملی دست کم به نه حوزه بپردازند؛ از جمله ارتقای آگاهی، ایجاد ظرفیت واکنش به رخدادها (معمولاً از طریق یک یا چند تیم واکنش به رخدادهای امنیت رایانه‌ای (CSIRT) یا تیم‌های واکنش اضطراری رایانه‌ای، و همچنین ترویج استانداردهای مدیریت ریسک. سایر حوزه‌ها شامل توسعه و حفظ نیروی کار ماهر، ایجاد سازوکارهای هماهنگی آسیب‌پذیری برای پشتیبانی از افشای هماهنگ آسیب‌پذیری‌ها، توسعه صنعت امنیت سایبری، همچنین ابتکارهایی برای تشویق پژوهش و نوآوری (OECD, 2020) و حفاظت از افراد و بنگاه‌های کوچک و متوسط (OECD, 2021) می‌شود و در نهایت، همکاری‌های بین‌المللی باید بخش مهمی از راهبردهای ملی باشد؛ برای به اشتراک گذاری تجربه‌ها و رویه‌های مطلوب، ارائه و بهره‌مندی از کمک‌های متقابل، بهبود واکنش به رخدادها در سطح عملیاتی و توسعه شاخص‌های ریسک قابل مقایسه. لایه تنظیم‌گری بازار به حوزه‌هایی می‌پردازد که در آن‌ها مداخله سیاستی لازم است، زیرا نیروهای بازار به تنهایی برای ایجاد سطح بهینه‌ای از امنیت دیجیتال کافی نیستند. هرچند بسیاری از بازارها ممکن است برای ارتقای امنیت دیجیتال در سطح جامعه به مداخله سیاستی نیاز داشته باشند، تاکنون توصیه‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی عمدتاً بر دو حوزه زیر تمرکز داشته‌اند:

- امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی مانند خدمات مالی، بهداشتی یا انرژی که اختلال یا نابودی آن‌ها می‌تواند بر کارکرد اقتصاد و جامعه، جان انسان‌ها و همچنین امنیت ملی تأثیر بگذارد. این حوزه سیاستی در بخش بعدی با جزئیات بیشتری توضیح داده شده و توسط «توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی» (OECD, 2019) پشتیبانی می‌شود.

- امنیت دیجیتال محصولات دارای کُد (رایانه‌ای) و خدمات مرتبط (مانند رایانش ابری) که ذی‌نفعان برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی خود به آن‌ها وابسته‌اند. مطالعات سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان داده است که نیروهای بازار به تنهایی اغلب برای تضمین امنیت کافی این محصولات و خدمات کافی نیستند و انگیزه‌های

بازار به تنهایی احتمالاً نمی‌توانند شکاف‌های موجود در امنیت دیجیتال این محصولات و خدمات را برطرف کنند. «توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره امنیت دیجیتال محصولات و خدمات» در این حوزه راهنمایی ارائه می‌دهد (OECD, 2022).

از آنجا که نیروهای بازار به تنهایی به برخی ذی‌نفعان امکان نمی‌دهند تا به‌طور بهینه به امنیت دیجیتال بپردازند، سیاست‌های عمومی لازم است تا آنان را به تقویت امنیت دیجیتال ترغیب کند. در یک جهان ایده‌آل، نیروهای بازار تضمین می‌کردند که محصولاتی که شامل کُد (مانند نرم‌افزار، دستگاه‌های اینترنت اشیا و غیره) و خدمات مرتبط هستند، به اندازه کافی ایمن باشند و تدابیر امنیتی آن‌ها متناسب با ریسک‌های پیش‌روی کاربران باشد؛ در نتیجه هزینه نهایی حملات سایبری برای عاملان مخرب افزایش یافته و تلاش‌های آنان دلسرد شود. با این حال، تحلیل‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد که شکست بازار اغلب مانع از آن می‌شود که ذی‌نفعان بتوانند ارزش امنیت دیجیتال محصولات و خدمات را به‌طور بهینه درک کنند، و انگیزه‌های بازار به تنهایی احتمالاً قادر به رفع شکاف‌های موجود در مدیریت ریسک امنیت دیجیتال نیستند (OECD, 2021). برای هم‌راستا کردن دوباره انگیزه‌های بازار، تدابیر سیاستی امنیت دیجیتال می‌توانند بر این هدف متمرکز شوند که عرضه‌کنندگان مسئولیت امنیت دیجیتال محصولات و خدمات خود را در سراسر چرخه عمر آن‌ها بر عهده گیرند. برای هم‌راستا کردن دوباره انگیزه‌های بازار، تدابیر سیاستی امنیت دیجیتال می‌توانند بر این هدف متمرکز شوند که عرضه‌کنندگان مسئولیت امنیت دیجیتال محصولات و خدمات خود را در سراسر چرخه عمر آن‌ها بر عهده گیرند. این امر می‌تواند به خطوط اقدام تقسیم شود؛ به‌گونه‌ای که عرضه‌کنندگان امنیت را در طراحی و امنیت پیش‌فرض به کار گیرند، آسیب‌پذیری‌ها را مدیریت و هماهنگ کنند، سیاست‌های مسئولانه پایان پشتیبانی را اتخاذ نمایند و در زنجیره تأمین میان مالکان کُد همکاری کنند. سیاست‌ها همچنین می‌توانند با کاهش عدم تقارن اطلاعاتی، شفافیت را افزایش دهند و به اشتراک‌گذاری اطلاعات درباره امنیت دیجیتال محصولات و خدمات را تقویت کنند؛ برای نمونه از طریق ارزیابی‌های شخص ثالث مانند حسابرسی‌ها، آزمون‌های بازرسی و گواهی‌نامه‌ها.

لایه فنی بر جنبه‌های فنی‌تری تمرکز دارد که نیازمند راهنمایی سیاستی هستند. این لایه شامل ضرورت تشویق ذی‌نفعان به هماهنگی در افشای آسیب‌پذیری‌های امنیتی در محصولات، مدیریت بهتر آسیب‌پذیری‌ها در سامانه‌های اطلاعاتی، و حمایت از پژوهشگران حوزه آسیب‌پذیری است؛ حوزه‌ای که در «توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره نحوه برخورد با آسیب‌پذیری‌های امنیت دیجیتال» (OECD, 2022) پوشش داده شده است. همچنین شامل سیاست رمزنگاری است که در «توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره رهنمودهای سیاست رمزنگاری» (OECD, 1997) مطرح شده، و احراز هویت الکترونیکی که در «توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره احراز هویت الکترونیکی» (OECD, 2007) مورد توجه قرار گرفته است.



آسیب‌پذیری‌ها یکی از منابع اصلی ریسک امنیت دیجیتال هستند، زیرا کُد هرگز بی‌نقص نیست و تقریباً همیشه دارای آسیب‌پذیری است؛ همین امر در مورد سامانه‌های اطلاعاتی نیز صدق می‌کند. آسیب‌پذیری‌ها محصول جانبی پیچیدگی فزاینده کُد و سامانه‌ها، همراه با ضعف در شیوه‌های امنیت دیجیتال نزد عرضه‌کنندگان و کاربران هستند. اگرچه امکان حذف کامل آسیب‌پذیری‌ها از تمامی کُد‌ها و سامانه‌ها وجود ندارد، بهبود نحوه‌ی مدیریت آن‌ها فرصت مهمی برای کاهش ریسک امنیت دیجیتال و افزایش اعتماد در عصر تحول دیجیتال به شمار می‌رود. رسیدگی به این آسیب‌پذیری‌ها پیش از آنکه مهاجمان از آن‌ها سوءاستفاده کنند، روشی مؤثر برای کاهش احتمال وقوع رخدادها است. برای کاهش ریسک امنیتی، ذی‌نفعان باید متناسب با نقش خود به آسیب‌پذیری‌ها رسیدگی کنند. توسعه‌دهندگان باید آسیب‌پذیری‌های موجود در کُد خود را جست‌وجو و آزمایش کنند، راهکارهایی برای رفع آن‌ها (مانند «وصله‌ها» یا «به‌روزرسانی‌های امنیتی») توسعه دهند و آن‌ها را در زنجیره ارزش به سایر بازیگران و در نهایت به کاربران نهایی توزیع کنند. سازمان‌ها نیز باید سامانه‌های اطلاعاتی خود را پایش کنند تا اطمینان یابند که اقدامات اصلاحی به‌درستی اعمال شده‌اند و از پیکربندی نادرست محصولات جلوگیری شود. رسیدگی به آسیب‌پذیری‌ها به فرایند کلی اشاره دارد که شامل کشف آسیب‌پذیری، نحوه‌ی مدیریت آن توسط عرضه‌کنندگان («مالکان کُد»)، مدیریت توسط مالکان سامانه، و افشای عمومی آن است. در چند سال اخیر، جامعه فنی در توسعه رویه‌های مطلوب برای رسیدگی به آسیب‌پذیری‌ها پیشرفت کرده است، از جمله از طریق افشای هماهنگ آسیب‌پذیری‌ها.

با این حال، چالش‌های اقتصادی و اجتماعی قابل‌توجه مانع از آن می‌شوند که ذی‌نفعان بتوانند رویه‌های مطلوب را به کار گیرند. برای نمونه، توسعه‌دهندگان نرم‌افزار و مالکان سامانه‌ها اغلب به اندازه کافی آگاه نیستند که رسیدگی به آسیب‌پذیری‌ها مسئولیت مشترک آن‌هاست. آنان ممکن است منابع و مهارت‌های لازم را نداشته باشند و انگیزه‌های ناهماهنگ بازار نیز می‌تواند آن‌ها را از اقدام بازدارد. توسعه‌دهندگان نرم‌افزار و مالکان سامانه‌ها ممکن است پژوهشگران آسیب‌پذیری را نادیده بگیرند و حتی آنان را با پیگردهای قانونی تهدید کنند. پژوهشگران آسیب‌پذیری، آسیب‌پذیری‌ها را کشف کرده و به توسعه‌دهندگان نرم‌افزار و مالکان سامانه‌ها گزارش می‌دهند؛ کسانی که می‌توانند آن‌ها را برطرف کنند و بدین ترتیب هزینه‌ها و «دوره‌ی در معرض خطر بودن» کاربران در برابر ریسک امنیت دیجیتال کاهش می‌یابد. هنگامی که این پژوهشگران نادیده گرفته شوند یا با تهدید مواجه شوند، ممکن است وسوسه شوند اطلاعات مربوط به آسیب‌پذیری را بدون هماهنگی با سایر ذی‌نفعان به‌طور عمومی افشا کنند؛ امری که می‌تواند برای همه کاربران و اقتصاد خطر ایجاد کند. همچنین این خطر وجود دارد که عاملان مخرب برای کسب درآمد از اطلاعات آسیب‌پذیری به بازار سیاه روی آورند و بدین ترتیب اکوسیستم جنایی را تغذیه کنند.

توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره‌ی نحوه‌ی برخورد با آسیب‌پذیری‌های امنیت دیجیتال پنج حوزه‌ی اصلی اقدام سیاستی را در بر می‌گیرد: نخست روشن‌سازی مسئولیت‌ها برای هر گروه از ذی‌نفعان، تشویق پژوهشگران مسئول در زمینه‌ی آسیب‌پذیری و ایجاد پناهگاه‌های امن برای محافظت از آنان در برابر تهدیدهای پیگرد قانونی از سوی مالکان آسیب‌پذیری، تقویت اعتماد از طریق فراهم کردن دسترسی ذی‌نفعان به دست‌کم یک هماهنگ‌کننده‌ی مورد اعتماد برای کمک به حل مسائل میان آنان، نهادینه‌سازی رویه‌های خوب، تشدید همکاری‌های داخلی و بین‌المللی، برای نمونه به‌منظور کاهش بازار خاکستری آسیب‌پذیری‌ها، به‌اشتراک‌گذاری رویه‌های خوب در سطح فرامرزی و تضمین قابلیت تعامل چارچوب‌های حقوقی در سطح بین‌المللی برای حمایت از پژوهشگران آسیب‌پذیری (OECD, 2022). افزون بر این، سند دیگری از سازمان همکاری و توسعه اقتصادی با عنوان «راهنمای رویه‌های خوب در هماهنگی آسیب‌پذیری‌های امنیت دیجیتال» منتشر شده است که هدف آن ارائه‌ی درکی کلی به سیاست‌گذاران از چگونگی هماهنگی آسیب‌پذیری‌های امنیت دیجیتال در عمل است، بی‌آنکه وارد اصطلاحات فنی یا ملاحظات جزئی شود (OECD, 2022).

امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی

تحول دیجیتال در فعالیت‌های حیاتی مانند ارائه‌ی خدمات آب، انرژی، بهداشت و درمان، ارتباطات و خدمات بانکی، روزبه‌روز آن‌ها را در معرض تهدیدهای سایبری قرار می‌دهد؛ تهدیدهایی که می‌توانند بر سلامت، ایمنی و امنیت شهروندان، کارکرد خدمات اساسی، و همچنین بر شکوفایی اقتصادی و اجتماعی در معنای گسترده‌تر تأثیر بگذارند. این بخش بر پایه‌ی توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره‌ی امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی (OECD, 2019) و همچنین یادداشت «جعبه‌ابزار گذار به دیجیتال» در همین موضوع (Bernat, 2021) بنا شده است. در اینجا مفاهیم کلیدی مانند فعالیت‌های حیاتی، زیرساخت‌های حیاتی اطلاعاتی (CII)، امنیت سایبری و مدیریت ریسک امنیت دیجیتال معرفی می‌شوند و به سیاست‌گذاران کمک می‌شود تا تشخیص دهند چه چیزهایی باید مورد حفاظت قرار گیرند و چه نوع اقداماتی را باید بهره‌برداران فعالیت‌های حیاتی انجام دهند. افزون بر این، چارچوب نهادی برای تدوین و نظارت بر سیاست‌ها به‌منظور ارتقای امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی، از جمله مشارکت‌های مبتنی بر اعتماد، مورد بحث قرار می‌گیرد.

فعالیت حیاتی چیست؟

فعالیت حیاتی به فعالیت اقتصادی و اجتماعی‌ای گفته می‌شود که وقفه یا اختلال در آن پیامدهای جدی بر سلامت، ایمنی و امنیت شهروندان؛ یا بر کارکرد مؤثر خدمات ضروری برای اقتصاد و جامعه و دولت؛ یا بر شکوفایی اقتصادی و اجتماعی در معنای گسترده‌تر خواهد داشت (OECD, 2019). دسته‌ی دوم فعالیت‌های حیاتی شامل آن‌هایی است که برای شکوفایی اقتصادی و اجتماعی ضروری‌اند، بی‌آنکه الزاماً برای کارکرد اقتصاد و جامعه حیاتی

باشند یا بر سلامت، ایمنی و امنیت شهروندان اثر بگذارند. برای نمونه، تولید خودرو یا استخراج معدن در کشوری که چنین فعالیتهایی سهم قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی را تشکیل می‌دهند. کشورها برای اشاره به فعالیت‌های حیاتی از اصطلاحات متفاوتی استفاده می‌کنند، مانند «کارکردهای حیاتی» (CISA, 2024) یا «خدمات اساسی» (European Union, 2022). مفهوم فعالیت حیاتی که گاهی «کارکردهای حیاتی» یا «خدمات اساسی» نامیده می‌شود - با مفهوم زیرساخت حیاتی تفاوت دارد، زیرا تمرکز آن بر خطراتی است که متوجه ارائه‌ی خدمت هستند، نه بر دارایی‌هایی که ارائه‌ی خدمت بر آن‌ها متکی است. مفهوم زیرساخت‌های حیاتی در اواخر دهه ۱۹۹۰ پدیدار شد، هنگامی که برخی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی شروع به اتخاذ سیاست‌های حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی کردند. این سیاست‌ها معمولاً بخش‌هایی مانند انرژی، مالی، ارتباطات یا بهداشت عمومی را به‌عنوان زیرساخت‌های حیاتی در نظر می‌گرفتند.

به تدریج، نیاز به تدوین سیاست‌هایی برای حفاظت از سامانه‌های اطلاعاتی و شبکه‌هایی که از چنین بخش‌های زیرساخت حیاتی پشتیبانی می‌کنند، به‌طور فزاینده‌ای آشکار شد. حدود سال ۲۰۰۸، طبیعی به نظر می‌رسید که این دارایی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات زیرساخت اطلاعات حیاتی (CII) نامیده شوند، گویی یک بخش زیرساخت حیاتی اضافی را تشکیل می‌دهند. با این حال، هرچند این مفهوم در میان کارشناسان بسیار رایج بود، به‌ندرت برای تدوین چارچوب‌های سیاست داخلی مورد استفاده قرار گرفته است. این امر ممکن است به دلیل دشواری در تعیین مرزهای زیرساخت اطلاعات حیاتی در عمل باشد. برای مثال، اینترنت می‌تواند بخشی از زیرساخت اطلاعات حیاتی در نظر گرفته شود، زیرا بیشتر بهره‌برداران سایر زیرساخت‌های حیاتی مانند بانک‌ها، بیمارستان‌ها و توزیع‌کنندگان انرژی به آن وابسته‌اند. با این حال، این بهره‌برداران همچنین به سامانه‌ها و شبکه‌های اطلاعاتی داخلی خود متکی هستند که بنابراین آن‌ها نیز بخشی از زیرساخت اطلاعات حیاتی محسوب می‌شوند. برخی بخش‌های این سامانه‌ها و شبکه‌های اطلاعاتی ممکن است داخلی و در محل بهره‌برداران زیرساخت حیاتی باشند (یعنی «در محل»)، اما بخش‌های دیگر ممکن است «ابری» باشند، یعنی بر بستر اینترنت قرار داشته و توسط اشخاص ثالث، احتمالاً در حوزه‌های قضایی دیگر، مالکیت و مدیریت شوند. این ترکیب اجزای مشترک و مجزا، همچنین اجزای داخلی و خارجی فنی، باعث می‌شود که نمایش زیرساخت اطلاعات حیاتی دشوار گردد و آن را پیچیده‌تر از بخش‌های سنتی تر «زیرساخت حیاتی» کند که مفهوم زیرساخت اطلاعات حیاتی بر پایه آن‌ها الهام گرفته شده است.

در سال ۲۰۱۹، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی توافق کرد که چارچوبی را که در توصیه‌نامه سال ۲۰۰۸ خود درباره حفاظت از زیرساخت اطلاعات حیاتی (OECD, 2008) ایجاد کرده بود، با تمرکز بر نیاز به تقویت امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی ساده‌سازی کند؛ یعنی بهره‌برداران فعالیت‌های حیاتی را به مدیریت بهتر ریسک‌های امنیت دیجیتال تشویق نماید. از دیدگاه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، چالش اصلی در ارتقای امنیت دیجیتال



فعالیت‌های حیاتی، تدوین سیاست‌هایی است که بهره‌برداران این فعالیت‌ها را به تقویت امنیت دیجیتال تشویق کند و در برخی کشورها آن‌ها را ملزم سازد، بدون آن‌که بارهای غیرضروری ایجاد کند که توانایی آن‌ها را برای بهره‌برداری کامل از ظرفیت تحول دیجیتال محدود یا کاهش دهد. چنین سیاست‌هایی باید با اصول مدیریت ریسک امنیت دیجیتال سازمان همکاری و توسعه اقتصادی سازگار باشند، از جمله در ارتباط با حقوق بشر و ارزش‌های بنیادین. سیاست‌های ارتقای امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی عمدتاً با هدف تشویق بهره‌برداران عمومی و خصوصی این فعالیت‌ها مانند بانک‌ها، بیمارستان‌ها، توزیع‌کنندگان آب و انرژی، ارائه‌دهندگان شبکه‌های ارتباطی، فرودگاه‌ها، شرکت‌های راه‌آهن و غیره برای مدیریت بهتر ریسک‌های امنیت دیجیتال تدوین می‌شوند. هدف‌گیری تعداد زیادی از بهره‌بردارانی که واقعاً برای ارائه فعالیت‌های حیاتی مورد نظر ضروری نیستند، بارهای غیرضروری بر بخش‌های بزرگی از اقتصاد تحمیل می‌کند. هدف‌گیری تعداد بسیار کم نیز حفاظت کافی از اقتصاد را فراهم نمی‌آورد. بنابراین، دولت‌ها نیازمند فرایندی هستند تا مشخص کنند کدام بهره‌برداران باید توسط سیاست‌های آن‌ها مورد هدف قرار گیرند.

برای تعیین اینکه سیاست باید کدام بهره‌برداران را هدف قرار دهد، دولت‌ها می‌توانند بر پایه یک چارچوب موجود حفاظت از زیرساخت حیاتی یا مدیریت ریسک ملی برای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی خود عمل کنند. در نبود چنین چارچوبی، آن‌ها باید یک روش‌شناسی را از ابتدا تدوین کنند. اولین گام، تدوین یک ارزیابی ملی ریسک است که تمامی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را در بر گیرد. بر اساس این ارزیابی، و با همکاری بازیگران عمومی و خصوصی مرتبط، دولت فعالیت‌های حیاتی و بهره‌برداران این فعالیت‌های حیاتی را شناسایی می‌کند. کشورهای مختلف روش‌شناسی‌های متفاوتی برای این کار دارند و آستانه‌ها یا معیارهای گوناگون حیاتی بودن را در نظر می‌گیرند (برای مثال، تعداد احتمالی کاربران یا شهروندانی که ممکن است تحت تأثیر یک حادثه قرار گیرند). برای مثال، دستورالعمل شبکه و امنیت اطلاعات ۲ اتحادیه اروپا (NIS 2) نهادهای مهم و اساسی را در نظر می‌گیرد، با معیارهایی همچون بخش فعالیت، اندازه و گردش مالی آن‌ها (European Union, 2022).

اصول کلی در تنظیم مقررات بهره‌برداران فعالیت‌های حیاتی برای تقویت امنیت دیجیتال

در حالی که بهره‌برداران مسئول امنیت دیجیتال فعالیت‌های خود هستند، دولت‌ها در نقش حفاظت از منافع عمومی انتظار می‌رود مداخله کنند؛ از جمله برای تعیین سطح ریسکی که جامعه می‌تواند در ارتباط با فعالیت‌های حیاتی تحمل کند و برای تضمین تداوم این فعالیت‌ها. ماهیت مداخله دولت‌ها اشکال گوناگونی دارد و از ابزارهای متعددی استفاده می‌کند، از جمله ترویج استانداردها، الزامات قانونی، مقررات‌گذاری، هم‌تنظیمی، تشویق به خودتنظیمی، کمک در مدیریت بحران و پشتیبانی فنی، در کنار سایر موارد. اخیراً گرایشی به سوی پذیرش مقررات الزامی به وجود آمده است که عمدتاً ناشی از اجرای دستورالعمل اتحادیه اروپا سال ۲۰۱۶ در اتحادیه اروپا بود؛ بر

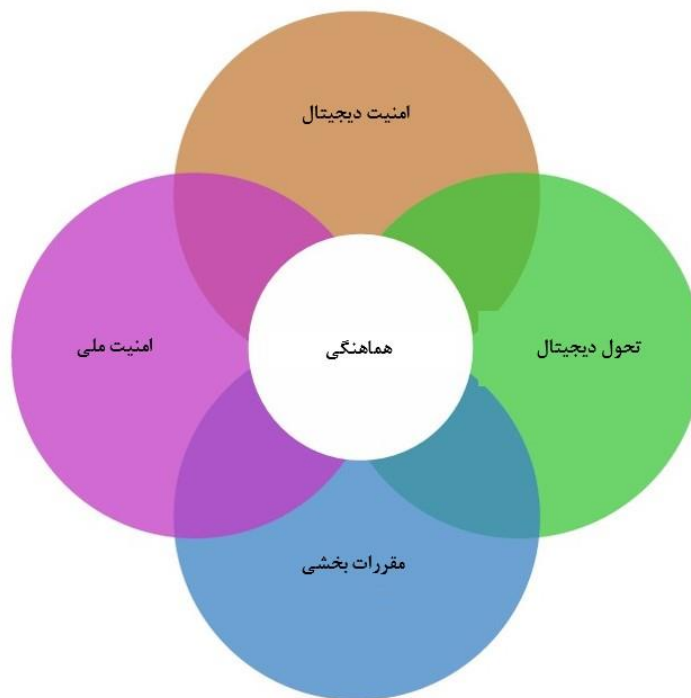
اساس آن، اعضای اتحادیه اروپا موظف شدند الزامات انطباقی برای بهره‌برداران خدمات اساسی ایجاد کنند. این روند سپس با دستورالعمل اتحادیه اروپا سال ۲۰۲۲ تقویت شد که اهداف و دامنه دستورالعمل پیشین را برای تقویت حفاظت گسترش می‌دهد (European Union, 2022). در مقابل، برخی کشورها مانند ژاپن و ایالات متحده رویکرد داوطلبانه را ترجیح می‌دهند؛ به این صورت که آن‌ها بدون ایجاد الزامات اجباری، حمایت و راهنمایی لازم را در اختیار بهره‌برداران قرار می‌دهند.

به‌طور کلی، دولت‌ها در مورد انواع اقداماتی که بهره‌برداران باید انجام دهند اهداف مشترکی دارند؛ از جمله پذیرش مدیریت تقویت‌شده ریسک امنیت دیجیتال، به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات مرتبط با ریسک و/یا تجربیات موفق، و/یا گزارش‌دهی رخدادها. از آنجا که امکان حفاظت از همه چیز در یک سطح وجود ندارد، بهره‌برداران تعیین‌شده فعالیت‌های حیاتی باید کارکردهایی را شناسایی کنند که بدون آن‌ها نمی‌توانند فعالیت‌های حیاتی خود را به‌طور مؤثر انجام دهند، همچنین بخش‌های حیاتی از زیست‌بوم دیجیتال را که از این کارکردهای حیاتی پشتیبانی می‌کنند. زیست‌بوم‌های دیجیتال شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار، شبکه‌ها و داده‌ها، فناوری‌های عملیاتی که تغییرات در فرایندهای فیزیکی را شناسایی یا ایجاد می‌کنند (مانند سامانه‌های کنترل صنعتی)، همچنین نهادهای داخلی و خارجی، افراد و فرایندهایی که آن‌ها را طراحی، نگهداری و راهبری می‌کنند و روابط میان آن‌ها هستند. در نهایت، بهره‌برداران باید به‌صورت نظام‌مند و چرخه‌ای ریسک‌های امنیت دیجیتال مرتبط با این کارکردهای حیاتی را مدیریت کنند. آن‌ها ارزیابی ریسک امنیت دیجیتال انجام می‌دهند و تصمیم تجاری برای برخورد با ریسک امنیت دیجیتال اتخاذ می‌کنند. یکی از چالش‌های اصلی در مداخله دولت‌ها، تدوین توصیه‌ها یا الزامات برای اجرای مدیریت ریسک امنیت دیجیتال پیشرفته در سطح جزئیات مناسب است. فناوری‌های دیجیتال پویا هستند و تهدیدها، آسیب‌پذیری‌ها، همچنین روش‌ها و فرایندهای حفاظت از زیست‌بوم‌های دیجیتال نیز به همان اندازه پویا و متغیرند. اگر اقدامات سیاستی بیش از حد جزئی باشند، سیاست‌های عمومی که هدفشان تشویق بهره‌برداران به اتخاذ تدابیر امنیتی قوی‌تر است ممکن است به‌سرعت منسوخ شوند و به عاملی بازدارنده برای بهره‌برداران تبدیل گردند، بدون آن‌که سطح امنیت مورد انتظار را فراهم کنند. اگر این اقدامات بیش از حد کلی باشند، بهره‌برداران ممکن است با عدم قطعیت مقرراتی مواجه شوند، به‌ویژه زمانی که در تفسیر سیاست‌ها برای اجرا و رعایت الزامات دچار دشواری شوند. برای نمونه، در ایالات متحده دولت چارچوب امنیت سایبری را که توسط مؤسسه ملی استانداردها و فناوری‌ها (NIST) با همکاری صنعت تدوین شده است، ترویج می‌کند (NIST, 2024). این چارچوب امنیت سایبری راهنمایی داوطلبانه‌ای است که بر پایه استانداردها، دستورالعمل‌ها و رویه‌های موجود بنا شده است. این چارچوب به‌طور گسترده به‌عنوان ابزاری مفید شناخته می‌شود، حتی فراتر از ایالات متحده و فراتر از بهره‌برداران فعالیت‌های حیاتی. در ژاپن، مرکز ملی آمادگی رخداد و راهبرد امنیت سایبری از طریق سیاست امنیت سایبری برای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی راهنمایی ارائه می‌دهد که شامل راهنمای ایجاد اصول ایمنی برای

تضمین امنیت اطلاعات زیرساخت‌های حیاتی است. در مارس ۲۰۲۱، آژانس اینترنت و امنیت کره (KISA) «راهنمای تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری‌های فنی برای زیرساخت‌های اطلاعات حیاتی» را منتشر کرد تا ظرفیت امنیت سایبری بهره‌برداران زیرساخت‌های حیاتی را تقویت کند.

توصیه‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی، بیانگر اجماع میان اعضای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در خصوص مجموعه‌ای سطح بالا از تدابیر مدیریت ریسک است که توصیه می‌شود بهره‌برداران آن‌ها را به کار گیرند (OECD, 2019). سیاست‌ها برای ارتقای امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی در تقاطع چندین حوزه قرار دارند (شکل ۶.۴). هدف آن‌ها حمایت از تحول دیجیتال از طریق ایجاد اعتماد در فعالیت‌هایی است که برای کارکرد و شکوفایی اقتصادها و جوامع ما ضروری‌اند. بنابراین، این سیاست‌ها بخشی از دستورکار ملی تحول دیجیتال و همچنین دستورکار ملی امنیت دیجیتال هستند. همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، سیاست‌های ارتقای امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی می‌توانند بر پایه ارزیابی ملی ریسک که از چارچوب حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی کشور حاصل می‌شود بنا شوند؛ چارچوبی که اغلب بخشی از دستورکار امنیت ملی و ایمنی عمومی است. علاوه بر این، این سیاست‌ها حوزه‌های مختلفی مانند مالی، انرژی، ارتباطات، حمل‌ونقل و مراقبت‌های بهداشتی را در بر می‌گیرند که هر یک ویژگی‌های فنی، بازار، اقتصادی، مقرراتی، فرهنگی و سایر خصوصیات خاص خود را دارند. بنابراین، این سیاست‌ها را می‌توان بخشی از چندین دستورکار بخشی (مانند شهرهای هوشمند، شبکه هوشمند، سلامت هوشمند و غیره) دانست و لازم است مقررات بخشی و شرایط بازار نیز در نظر گرفته شوند. فرمان اجرایی ۱۴۱۱۷ ایالات متحده در سال ۲۰۲۴ با عنوان «جلوگیری از دسترسی کشورهای نگران‌کننده به داده‌های شخصی حساس انبوه آمریکایی‌ها و داده‌های مرتبط با دولت ایالات متحده» و مقررات امنیت داده مرتبط با آن، که انتقال داده‌های شخصی حساس انبوه به کشورهای نگران‌کننده را محدود می‌کند، امنیت ملی ایالات متحده را حفاظت کرده و در عین حال به تقاطع الزامات مربوط به حریم خصوصی و امنیت سایبری پاسخ می‌دهد و از تحمیل الزامات گسترده بومی‌سازی داده جلوگیری می‌کند (United States Department of Justice, 2025).

شکل ۶.۴. هماهنگی برای ارتقای امنیت دیجیتال فعالیتهای حیاتی



Source: OECD.

به طور کلی، برای دولت‌ها چالش قابل توجهی است که بتوانند این دیدگاه‌های متفاوت را به صورت متوازن در نظر بگیرند. سه عنصر مورد نیاز است:

(۱) پذیرش اهداف روشن در بالاترین سطح دولت و به عنوان بخشی از راهبرد ملی امنیت دیجیتال برای تقویت امنیت دیجیتال و تاب‌آوری فعالیتهای حیاتی.

(۲) ایجاد سازوکار حکمرانی داخلی که مسئولیت ارتقای امنیت دیجیتال فعالیتهای حیاتی را درون و میان بخش‌ها به یک یا چند نهاد دولتی واگذار کند.

(۳) تضمین هماهنگی داخلی در سطح کل دولت برای ایجاد همکاری درون‌دولتی، اطمینان از انسجام اقدامات اتخاذ شده در بخش‌های مختلف، تخصیص منابع میان نهادهای مسئول، ایجاد توده‌ای حیاتی از تخصص و مهارت‌ها، و تسهیل همکاری‌های فرامرزی.

چارچوب حکمرانی برای امنیت دیجیتال فعالیتهای حیاتی در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی هیچ رویکرد واحد و یکسانی برای هماهنگی در سطح کل دولت در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی وجود

ندارد. چارچوب‌های حکمرانی به‌طور قابل توجهی متفاوت هستند که بخشی از آن به قانون اساسی، سبک حکومت و ساختار اداری هر کشور بستگی دارد. در همه موارد، چارچوب‌های حکمرانی باید با حقوق بشر و ارزش‌های بنیادین سازگار باشند.

حکمرانی عموماً به سه کارکرد کلیدی مربوط می‌شود:

(۱) تعریف چارچوب یا راهبرد سیاستی کلان.

(۲) اجرای چارچوب در هر بخش.

(۳) ظرفیت عملیاتی.

این سه کارکرد می‌توانند در یک نهاد واحد متمرکز شوند. برای نمونه، تدوین راهبرد می‌تواند توسط یک اداره یا وزارتخانه هدایت شود (مانند آلمان، بریتانیا، ژاپن) و ظرفیت عملیاتی می‌تواند در یک آژانس مستقل قرار داشته باشد (مانند مرکز ملی امنیت سایبری «NCSC» در بریتانیا، اداره فدرال امنیت اطلاعات «BSI» در آلمان، و «NISC» در ژاپن). اجرای چارچوب و نظارت می‌تواند به‌صورت متمرکز یا غیرمتمرکز از طریق نهادهای تنظیم‌گر بخشی انجام گیرد. در دانمارک، چارچوب سیاستی کلان توسط وزارت دارایی و به‌عنوان بخشی از راهبرد ملی امنیت دیجیتال تدوین شد، اما هر وزارتخانه‌ای که مسئول یک بخش حیاتی (انرژی، مراقبت‌های بهداشتی، حمل‌ونقل و غیره) است موظف است یک زیرراهبرد مشخص در حوزه صلاحیت خود تدوین کند (Danish Ministry of Finance, 2018). در ترکیه، راهبردهای امنیت سایبری توسط هیئت امنیت سایبری زیر نظر وزارت حمل‌ونقل و زیرساخت تدوین می‌شوند. نهادهای ذی‌ربط که بخش‌های زیرساخت حیاتی را تنظیم‌گری می‌کنند - در صورت وجود - یا وزارتخانه‌های مربوطه، مسئول اجرای تدابیر کلان در برنامه‌های اقدام امنیت سایبری هیئت هستند. در بسیاری از کشورها، نهادی که مسئول پشتیبانی عملیاتی امنیت دیجیتال است می‌تواند با نهادهای اجرای قانون و سازمان‌های اطلاعاتی همکاری کند.

هر رویکردی مزایا و معایب خود را دارد. برای نمونه، رویکرد متمرکز انسجام مقرراتی را تسهیل می‌کند اما تنظیم‌گری دقیق و اختصاصی برای هر بخش را دشوار می‌سازد، و نیازمند آن است که نهاد مرکزی با تنظیم‌گران بخشی مرتبط مشورت کرده و ارتباطاتی با بهره‌برداران خصوصی فعالیت‌های حیاتی برقرار کند. رویکرد غیرمتمرکز توسعه و اجرای مقررات اختصاصی هر بخش را تسهیل می‌کند، در حالی که نیازمند تلاش بیشتری برای تضمین انسجام میان بخش‌ها و ارائه درک جامع به دولت از وضعیت است. یکی از مزایای کلیدی رویکرد غیرمتمرکز این است که تنظیم‌گران بخشی از پیش با بهره‌برداران در بخش‌های خود ارتباط دارند و محدودیت‌های آنان را درک می‌کنند. با این حال، ممکن است بهره‌برداران تمایلی به افشای اطلاعات مرتبط با امنیت دیجیتال به تنظیم‌گران

بخشی نداشته باشند، زیرا این اطلاعات می‌تواند برای اهداف مقرراتی دیگر مورد استفاده قرار گیرد (European Commission, 2019). یکی از جنبه‌های مهم، ضرورت اطمینان از آن است که نهاد مسئول (یا نهادهای مسئول) ظرفیت کافی برای انجام وظایف خود داشته باشد؛ از جمله تأمین بودجه و منابع، و همچنین برخورداری از تخصص در حوزه امنیت دیجیتال که در بیشتر کشورها کمیاب است و حفظ آن در بخش عمومی دشوار می‌باشد. به نظر می‌رسد گردآوری یک توده حیاتی از تخصص امنیت دیجیتال از طریق یک نهاد مرکزی آسان‌تر باشد، زیرا بخش عمده‌ای از چالش‌های فنی امنیت دیجیتال در همه بخش‌ها مشترک است.

دولت‌ها می‌توانند این مسئله را با جداسازی سیاست‌گذاری از تخصص عملیاتی برطرف کنند. برای نمونه، در بریتانیا مرکز ملی امنیت سایبری (NCSC) با ارائه مشاوره فنی و خدمات تیم پاسخ‌گویی به رخدادهای امنیت رایانه‌ای (CSIRT) از تنظیم‌گران بخشی پشتیبانی می‌کند. یک نهاد مرکزی همچنین می‌تواند راهنماها و دستورالعمل‌هایی صادر کند تا به نهادهای بخشی در انجام مأموریت خود کمک کند، همانند ژاپن و بریتانیا (UK Department for Culture, Media and Sport, 2018; Japanese government, 2024). در واقع، بیشتر کشورها از یک الگوی نسبتاً ترکیبی پیروی می‌کنند. کشورهایی با رویکرد متمرکز، تمرکزگرایی را از طریق مشورت‌ها و همکاری‌های درون‌دولتی جبران می‌کنند، و کشورهایی با رویکرد غیرمتمرکز معمولاً یک نهاد عملیاتی مرکزی را حفظ می‌کنند تا از تنظیم‌گران بخشی پشتیبانی کرده و آگاهی جامع از وضعیت را تضمین کنند. به‌عنوان بخشی از این چارچوب کلان، دولت‌ها باید ظرفیت لازم را برای پشتیبانی از مدیریت ریسک امنیت دیجیتال و تاب‌آوری فعالیت‌های حیاتی ایجاد کنند. این امر شامل توسعه یک توانمندی جدید یا تقویت توانمندی موجود برای پاسخ‌گویی به رخدادهای از طریق تیم پاسخ‌گویی به رخدادهای امنیت رایانه‌ای (CERTs/CSIRTs) یا مرکز عملیات امنیت (SOCs)، یا چندین مورد از آنهاست که برای نمونه می‌توانند به‌صورت بخشی فعالیت کنند. در حالی که دولت‌ها باید دست‌کم یک تیم پاسخ‌گویی به رخدادهای امنیت رایانه‌ای برای رسیدگی به رخدادهای در سامانه‌های خود داشته باشند، سایر رخدادهای امنیت رایانه‌ای الزاماً نهادهای بخش عمومی نیستند. دولت‌ها همچنین اغلب نقش رهبری در سازمان‌دهی تمرین‌ها یا مانورهای امنیت سایبری بخشی و میان‌بخشی با بهره‌برداران ایفا می‌کنند تا اقدامات موجود را آزمایش و بهبود دهند، از جمله جریان‌های اطلاعاتی میان ذی‌نفعان در زمان بحران. چنین تمرین‌هایی می‌توانند شامل همکاری با شرکای فرامرزی در سطح منطقه‌ای (مانند «سایبر اروپا» سازمان‌دهی شده توسط «ENISA») و سطح بین‌المللی (مانند «سایبراستورم» به رهبری ایالات متحده و سازمان‌دهی شده توسط «CISA») باشند (CISA, 2024; ENISA, 2024).

امنیت شبکه‌های ارتباطی

در سال ۲۰۲۳، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی امنیت زیرساخت‌های ارتباطی را در پرتو تحولات اخیر - مانند فراگیر شدن تحول دیجیتال و تأثیر آن بر بهره‌برداران ارتباطی مورد تحلیل قرار داد (OECD, 2023). با توجه به نقش حیاتی شبکه‌های ارتباطی در تحول دیجیتال، امنیت و تاب‌آوری آن‌ها به اولیوی برای سیاست‌گذاران در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تبدیل شده است تا کارکرد اقتصادها و جوامع وابسته به دیجیتال تضمین شود و اعتماد به روند جاری تحول دیجیتال تقویت گردد. با این حال، حملات سایبری به این شبکه‌ها در حال افزایش و روزبه‌روز پیچیده‌تر می‌شوند. هم‌زمان، شبکه‌های ارتباطی دستخوش تغییرات چشمگیر بوده و به استانداردهای فناورانه جدید (مانند 5G) ارتقا می‌یابند که به نوبه خود بر امنیت آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

این گزارش چهار روند را شناسایی می‌کند که شبکه‌های ارتباطی را دگرگون کرده و پیامدهایی برای امنیت دیجیتال به همراه دارند (OECD, 2023):

- افزایش اهمیت حیاتی و وابستگی اقتصاد و جامعه به شبکه‌های ارتباطی که زمینه امنیت دیجیتال این شبکه‌ها را تغییر می‌دهد.

- افزایش مجازی‌سازی شبکه‌ها و استفاده گسترده‌تر از خدمات ابری.

- حرکت به سوی بازتر شدن شبکه‌ها، از جمله در شبکه دسترسی رادیویی (RAN).

- نقش هوش مصنوعی در شبکه‌های ارتباطی.

هر یک از این روندها در حال شکل‌دهی به شبکه‌های ارتباطی هستند و بنابراین پرسش‌هایی را درباره پیامدهای آن‌ها بر امنیت دیجیتال برمی‌انگیزند. از یک سو، این روندها به مدیریت ریسک امنیت دیجیتال در زیرساخت‌های ارتباطی کمک می‌کنند. آن‌ها می‌توانند به بهبود دید و مدیریت شبکه، امکان‌پذیر کردن بخش‌بندی و جداسازی شبکه، تخصیص مؤثرتر منابع امنیتی، و خودکارسازی شناسایی زودهنگام بدافزار و فعالیت‌های مخرب کمک کنند (OECD, 2023). شفافیت بیشتر و کاهش وابستگی به برخی تأمین‌کنندگان نیز از مزایای احتمالی دیگر برای امنیت دیجیتال هستند که ناشی از حرکت به سمت بازتر شدن می‌باشند. از سوی دیگر، این روندها مدیریت ریسک امنیت دیجیتال در زیرساخت‌های ارتباطی را نیز با چالش مواجه می‌سازند. در مجموع، گزارش نتیجه می‌گیرد که این روندها منجر به موارد زیر می‌شوند:

- گسترش سطح حمله (یعنی مجموعه نقاط یک سامانه اطلاعاتی که بالقوه در برابر حمله آسیب‌پذیر هستند). از آنجا که معماری شبکه‌های ارتباطی به‌طور فزاینده‌ای پیچیده شده و به دلیل آنکه این شبکه‌ها بیش از پیش

نرم‌افزار محور، مبتنی بر رایانش ابری و مجازی‌سازی شده‌اند، آن‌ها شامل آسیب‌پذیری‌های نرم‌افزاری بیشتری هستند که می‌توان مورد سوءاستفاده قرار داد (OECD, 2023).

• زنجیره تأمین گسترده‌تر و پیچیده‌تر. برخی از پیشرفت‌های فناوریانه مطرح‌شده در روندها، تمایل دارند وابستگی بهره‌برداران شبکه به برخی از تأمین‌کنندگان خود را افزایش دهند و کنترل و مسئولیت مدیریت ریسک امنیت دیجیتال را در سراسر زنجیره ارزش بازتوزیع کنند. این تأمین‌کنندگان شامل ارائه‌دهندگان تجهیزات ارتباطی، همچنین ارائه‌دهندگان خدمات ابری و خدمات مدیریت‌شده هستند که احتمالاً نقش فزاینده‌ای در امنیت دیجیتال شبکه‌های ارتباطی ایفا خواهند کرد. زنجیره تأمین زیرساخت ارتباطی اغلب پیچیده است، که تخصیص مسئولیت در صورت وقوع رخداد امنیت دیجیتال را حتی دشوارتر می‌سازد.

• چشم‌انداز تهدید تشدیدشونده، که بخشی از آن ناشی از تجاری‌سازی حملات (مانند «باج‌افزار به‌عنوان خدمت») و پیچیده‌تر شدن روزافزون بازیگران تهدید تحت حمایت دولت‌ها و سایرین است. در چنین شرایطی، انگیزه بازیگران مخرب برای نقض دسترس‌پذیری، یکپارچگی یا محرمانگی شبکه‌های ارتباطی به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد، زیرا این شبکه‌ها بیش از پیش حیاتی شده‌اند (OECD, 2023).

پارادوکسی که دولت‌ها با آن روبه‌رو هستند این است که در حالی که شبکه‌های ارتباطی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان زیرساخت حیاتی تلقی می‌شوند، امنیت دیجیتال آن‌ها در نهایت به تصمیمات طرف‌های ثالث، یعنی بهره‌برداران شبکه و تأمین‌کنندگان آن‌ها وابسته است. با این وجود، دولت‌ها نقش روشنی در تشویق به پذیرش بهترین رویه‌های امنیت دیجیتال و حمایت از ایجاد محیطی توانمندساز دارند که ذی‌نفعان را قادر می‌سازد به سطح بهینه‌ای از امنیت دیجیتال دست یابند (OECD, 2023). این امر می‌تواند از طریق اهداف سیاستی زیر تقویت شود که به ساختاردهی مداخلات سیاست عمومی برای بهبود امنیت دیجیتال زیرساخت‌های ارتباطی کمک می‌کنند (OECD, 2023):

• نخست، اتخاذ رویکردی جامع و راهبردی برای ارتقای امنیت دیجیتال زیرساخت‌های ارتباطی، که شامل:

(i) در نظر گرفتن کل چرخه عمر محصولات و خدماتی که بهره‌برداران به آن‌ها متکی هستند.

(ii) گردآوری تمامی ذی‌نفعان مرتبط.

(iii) هماهنگی در سطح کل دولت و در سطح بین‌المللی می‌شود. به‌طور مهم، هماهنگی میان نهادهای دولتی و تعریف روشن مسئولیت‌ها و یا مأموریت‌های میان آن‌ها ضروری است.

• دوم، تشویق بهره‌برداران شبکه به ارتقای امنیت دیجیتال و پذیرش چارچوب‌های جامع مدیریت ریسک (مانند ارزیابی ریسک و اقدام برای کاهش ریسک) و ترغیب آن‌ها به بررسی رویکردهای پیشرفته‌تر امنیتی، همچون مدل «اعتماد صفر».

• سوم، پرداختن به ریسک امنیت دیجیتال در زنجیره تأمین از طریق تشویق تأمین‌کنندگان به بهبود شفافیت زنجیره تأمین (برای نمونه از طریق قابلیت رهگیری پیشرفته اجزا و گواهی‌نامه‌های امنیت دیجیتال) و حمایت از تنوع‌بخشی در زنجیره تأمین.

برای تکمیل این اهداف سیاستی، دولت‌ها می‌توانند چندین اقدام سیاستی را برای رسیدگی به چالش‌های مشترک و حمایت از اهداف سیاستی به کار گیرند؛ این اقدامات از رویکردهای سبک‌تر تا مداخله‌گرایانه‌تر را در بر می‌گیرند: چارچوب‌ها و راهنماهای داوطلبانه، ابتکارات چندذی‌نفعی و تأمین مالی پژوهش، ارزیابی و گواهی‌نامه‌های شخص ثالث، تدارکات عمومی، و الزامات قانونی (OECD, 2023). این اقدامات می‌توانند بر اساس نیاز شکل داده شوند تا به‌طور دقیق به چالش‌های مشترک در زمینه دامنه، مقیاس و سرعت حملات سایبری پرداخته شود. کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی ابتکارات سیاستی متنوعی را در این زمینه معرفی کرده‌اند که از چارچوب‌های داوطلبانه تا الزامات قانونی در حوزه امنیت دیجیتال را در بر می‌گیرد. با این حال، امنیت دیجیتال هدفی همواره در حال تغییر است که نیازمند بازاریابی مداوم می‌باشد؛ هم در خصوص بهترین رویه‌های موجود برای اجرای ذی‌نفعان خصوصی و هم در خصوص ساختار و هدف سیاست‌های عمومی برای ایجاد محیطی توانمندساز که پذیرش بهترین رویه‌ها توسط ذی‌نفعان خصوصی را تشویق کند (OECD, 2023).

نتیجه‌گیری

این فصل به بررسی رویکرد سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نسبت به امنیت دیجیتال از منظر اقتصادی و اجتماعی پرداخت. همچنین تفاوت‌های اصلی میان امنیت دیجیتال و سایر ابعاد امنیت سایبری را توضیح داد و مدیریت ریسک امنیت دیجیتال را معرفی کرد. پس از مرور کوتاهی بر حوزه‌های اقدام سیاستی مرتبط با امنیت دیجیتال، این فصل رویکرد سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را برای تقویت امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی تشریح کرد؛ حوزه‌ای که در نقطه تلاقی سیاست‌گذاری اقتصادی و امنیت ملی قرار دارد و شامل تمرکز ویژه بر امنیت زیرساخت‌های ارتباطی نیز می‌شود.

همان‌گونه که این فصل نشان می‌دهد، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی مجموعه‌ای از ابزارها برای کمک به دولت‌ها در پیشبرد امنیت دیجیتال در اختیار دارد. چارچوب سیاستی امنیت دیجیتال: امنیت سایبری برای شکوفایی رویکرد سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به امنیت دیجیتال را ارائه می‌دهد که در هفت توصیه‌نامه‌ای که توسط شورای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به تصویب رسیده‌اند بازتاب یافته است تا دولت‌ها را در

تلاش‌هایشان برای تقویت تاب‌آوری دیجیتال و ایجاد بنیان‌های اعتماد مستحکم برای آینده دیجیتال یاری کند. این چارچوب توصیه‌نامه‌های مربوط به موارد زیر را پوشش می‌دهد:

- مدیریت ریسک امنیت دیجیتال (OECD, 2022)
- راهبردهای ملی امنیت دیجیتال (OECD, 2022).
- امنیت دیجیتال فعالیت‌های حیاتی (OECD, 2019).
- امنیت دیجیتال محصولات و خدمات (OECD, 2022).
- رسیدگی به آسیب‌پذیری‌های امنیت دیجیتال (OECD, 2022).
- سیاست رمزنگاری (OECD, 2007).
- احراز هویت الکترونیکی (OECD, 1997).

علاوه بر توصیه‌نامه‌ها و اسناد راهنما، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی جنبه‌های دیگری از امنیت دیجیتال را نیز مورد تحلیل قرار داده است. مجمع جهانی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره امنیت دیجیتال برای شکوفایی (GFDSP) همچنین بستری چندجانبه و بین‌المللی برای تمامی جوامع ذی‌نفعان و کارشناسان فراهم می‌کند تا بتوانند گفت‌وگو کنند، تجربیات خود را به اشتراک بگذارند و بر سیاست‌گذاری عمومی در حوزه امنیت دیجیتال تأثیر بگذارند. این مجمع هر سال رویدادهای موضوعی برگزار می‌کند. خروجی‌های این بحث‌ها بر گفت‌وگوهای سیاست‌گذاری عمومی بین‌المللی تأثیر می‌گذارند و می‌توانند به توسعه کارهای تحلیلی، اصول و توصیه‌های سیاستی بین‌المللی، چه در سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و چه در سایر محافل بین‌المللی، منجر شوند. مجمع جهانی امنیت دیجیتال برای شکوفایی در سال ۲۰۲۴ موضوعاتی مانند منبع‌باز و مدل اعتماد صفر، در سال ۲۰۲۳ اینترنت اشیاء، و در سال ۲۰۱۹ نوآوری در امنیت دیجیتال را مورد بحث قرار داده است (OECD, 2024). با پررنگ‌تر شدن پیامدهای امنیت دیجیتال بر اقتصاد و جامعه، و با شتاب گرفتن روند توسعه فناوری، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تمرکز اصلی خود را بر این حوزه حیاتی از امنیت اقتصادی حفظ خواهد کرد و همچنان به حمایت از دولت‌ها و ذی‌نفعان ادامه خواهد داد، به‌ویژه از طریق:

- شناسایی و تحلیل پیامدهای سیاستی برای امنیت دیجیتال در حوزه‌های نوظهوری همچون رایانش کوانتومی و هوش مصنوعی مولد. به‌ویژه انتظار می‌رود فناوری‌های اطلاعات کوانتومی تأثیری تحول‌آفرین بر امنیت دیجیتال داشته باشند؛ زیرا برخی از روش‌های رمزنگاری پرکاربرد امروز را کمتر ایمن می‌سازند، اما در عین حال می‌توانند توسعه دفاع‌های جدید و مقاوم‌تر را تقویت کنند (OECD, 2024).

• حمایت از اجرای چارچوب سیاستی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در زمینه امنیت دیجیتال: امنیت سایبری برای شکوفایی (OECD, 2022)، از جمله از طریق بررسی و تحلیل نقش برجسته‌ها و طرح‌های گواهی‌نامه به‌عنوان اقدامات مکمل سیاستی؛ آسیب‌پذیری‌های مرتبط با ریسک‌های نظام‌مند زنجیره‌های تأمین جهانی که توسط ارائه‌دهندگان خدمات مدیریت‌شده (MSPs) نمایان می‌شوند (OECD, 2024)؛ و همچنین اقداماتی برای پر کردن شکاف مهارتی در حوزه امنیت دیجیتال.

• بر پایه کارهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در زمینه سنجش وضعیت و عملکرد امنیت سایبری در کشورهای مختلف (OECD, 2024)، تلاش برای اندازه‌گیری عدم قطعیت در امنیت سایبری می‌تواند آمارهای موجود را تکمیل کند و به پیش‌بینی روندهای نوظهور امنیت سایبری، توسعه برنامه‌های آگاهی‌بخشی هدفمندتر، و ترویج یک زیست‌بوم دیجیتال امن‌تر و مقاوم‌تر کمک نماید. همچنین کوشش‌ها برای سنجش نوآوری در امنیت سایبری می‌تواند از یک پایگاه شواهد قوی‌تر برای طراحی و اجرای سیاست‌های امنیت دیجیتال پشتیبانی کند. این کار با هدف آن انجام خواهد شد که سیاست‌گذاران را از تحولات جدید در حوزه در حال تحول امنیت دیجیتال جلوتر نگه دارد و دفاع‌های نیرومندتری برای آینده دیجیتال ایجاد کند.

منابع:

Bernat, L. (2021), "Enhancing the digital security of critical activities", Going Digital Toolkit Note, No. 17, https://goingdigital.oecd.org/data/notes/No17_ToolkitNote_DigitalSecurity.pdf.

CISA (2024), Cyber Storm : Securing Cyber Space, <https://www.cisa.gov/cyber-storm-securing-cyber-space>.

CISA (2024), National Critical Functions, <https://www.cisa.gov/topics/risk-management/national-critical-functions>.

Danish Ministry of Finance (2018), Danish Cyber and Information Security Strategy, https://en.digst.dk/media/17189/danish_cyber_and_information_security_strategy_pdf.pdf.

DCMS (2018), NIS Regulations: Guidance for Competent Authorities, <https://www.gov.uk/government/publications/nis-regulations-guidance-for-competent-authorities>.

ENISA (2024), Cyber Europe, <https://www.enisa.europa.eu/topics/training-and-exercises/cyber-exercises/cyber-europe-programme>.

European Commission (2019), Report from the Commission assessing the consistency of the approaches taken by Member States in the identification of operators of essential services, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0546&from=EN>.

European Union (2022), Directive (UE) 2022/2555 du Parlement européen et du Conseil du 14 décembre 2022 concernant des mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de cybersécurité dans l'ensemble de l'Union, <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj>.



Government of Japan (2024), The Cybersecurity Policy for Critical Infrastructure Protection (4th Edition), https://www.nisc.go.jp/eng/pdf/cip_policy_2024_eng.pdf.

ISO/IEC (2022), ISO 31073:2022(en) - Risk management — Vocabulary, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31073:ed-1:v1:en>.

NIST (2024), NIST Cybersecurity Framework 2.0, <https://www.nist.gov/cyberframework>.

OECD (2024), Digital Economy Outlook: Volume 2, <https://doi.org/10.1787/3adf705b-en>.

OECD (2024), Global Forum on Digital Security for Prosperity, <https://www.oecd.org/en/networks/global-forum-on-digital-security-for-prosperity.html>.

OECD (2024), “New perspectives on measuring cybersecurity”, OECD Digital Economy Papers, No. 366, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b1e31997-en>.

OECD (2023), “Enhancing the security of communication infrastructure”, OECD Digital Economy Papers, No. 358, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/bb608fe5-en>.

OECD (2022), Good Practice Guidance on the Co-ordination of vulnerabilities, OECD, Paris, [https://one.oecd.org/document/DSTI/CDEP/SDE\(2021\)9/FINAL](https://one.oecd.org/document/DSTI/CDEP/SDE(2021)9/FINAL).

OECD (2022), OECD Policy Framework on Digital Security: Cybersecurity for Prosperity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a69df866-en>.

OECD (2022), Recommendation of the Council on Digital Security Risk Management, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0479>.

OECD (2022), Recommendation of the Council on National Digital Security Strategies, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0480>.

OECD (2022), Recommendation of the Council on the Digital Security of Products and Services, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0481>.

OECD (2022), Recommendation of the Council on the Treatment of Digital Security Vulnerabilities, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0482>.

OECD (2022), “Routing security: BGP incidents, mitigation techniques and policy actions”, OECD Digital Economy Papers, No. 330, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/40be69c8-en>.

OECD (2022), “Security of the Domain Name System (DNS): An introduction for policy makers”, OECD Digital Economy Papers, No. 331, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/285d7875-en>.

OECD (2021), “Digital security in SMEs”, in The Digital Transformation of SMEs, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/cb2796c7-en>.

OECD (2021), “Enhancing the digital security of products: A policy discussion”, OECD Digital Economy Papers, No. 306, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/cd9f9ebc-en>.



OECD (2021), Smart policies for smart products: A policy maker's guide to enhancing the digital security of products, <https://www.oecd.org/digital/smart-policies-for-smart-products.pdf>.

OECD (2021), "Understanding the digital security of products: An in-depth analysis", OECD Digital Economy Papers, No. 305, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/abea0b69-en>.

OECD (2020), "Encouraging digital security innovation : Global Forum on Digital Security for Prosperity", OECD Digital Economy Papers, No. 298, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e65d02af-en>.

OECD (2020), "Going Digital integrated policy framework", OECD Digital Economy Papers, No. 292, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dc930adc-en>.

OECD (2019), OECD Recommendation on Digital Security of Critical Activities, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0456>.

OECD (2018), OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct, <https://mneguidelines.oecd.org/OECD-Due-Diligence-Guidance-for-Responsible-Business-Conduct.pdf>.

OECD (2015), G20/OECD Principles of Corporate Governance, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264236882-en>.

OECD (2011), OECD Guidelines for Multinational Enterprises, 2011 Edition, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264115415-en>.

OECD (2008), Recommendation of the Council on the Protection of Critical Information Infrastructures, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0361>.

OECD (2007), Recommendation of the Council on Electronic Authentication, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0353>.

OECD (1997), Recommendation of the Council Concerning Guidelines for Cryptography Policy, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0289>.

US Department of Justice (2025), Data security, <https://www.justice.gov/nsd/data-security>.

رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی

امنیت اقتصادی در دنیای در حال تغییر

بحث در مورد جنبه‌های مختلف امنیت اقتصادی، مانند تاب‌آوری زنجیره تأمین، امنیت انرژی و امنیت سایبری، در سال‌های اخیر شدت گرفته است. این مباحث معمولاً در مجامع مجزا برگزار می‌شوند، اما از نزدیک در هم تنیده شده‌اند. برای روشن کردن این ارتباطات و تقویت هم‌افزایی بین جوامع مختلف متخصص، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در فوریه ۲۰۲۴، به عنوان بخشی از برنامه کاری رویکردهای جدید به چالش‌های اقتصادی (NAEC)، کارگاهی با عنوان «جنبه‌های اقتصادی امنیت ملی» برگزار کرد. هدف این گزارش، گسترش بحث و ارائه بینش‌های بیشتر در مورد موضوعات اصلی مطرح شده در طول کارگاه است. این گزارش بر اساس تخصص دبیرخانه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و آژانس بین‌المللی انرژی تهیه شده است. این گزارش جنبه‌های خاصی از امنیت اقتصادی را در زمینه تنش‌های ژئوپلیتیکی تشدید شده، ارتباطات زیاد ناشی از جهانی شدن و گذارهای سبز و دیجیتال مورد بحث قرار می‌دهد. این گزارش با تمرکز بر این مسائل نوظهور، به دنبال ارائه بینش‌هایی است که سیاست‌گذاری آگاهانه و واکنش‌های استراتژیک را برای تضمین ثبات و تاب‌آوری اقتصادی در جهانی که دائماً در حال تغییر است، تسهیل می‌کند.