



علم
فناوری
نوآوری

صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر



UNITED NATIONS



معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



عنوان گزارش	صنعت ۴/۰ برای توسعه فراگیر
کارفرما	ستاد توسعه فناوری‌های اقتصاد دیجیتال و هوشمندسازی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
مجری	شرکت فناوری و نوآوری هوشمند سایان (سایتک)
مترجمین	تیم تحریریه سایتک
سرپرست تیم ترجمه	حامد نمازی

فهرست مطالب

۸	..... مقدمه
۱۲	..... روندهای صنعتی شدن، نابرابری‌ها و اثرات همه‌گیری
۲۱	..... صنعت نسل ۴/۰: مفهوم و ویژگی‌های اصلی
۲۴	..... پارادایم فناوری جدید؟
۲۶	..... توسعه و استفاده از صنعت نسل ۴/۰ در تولید
۲۹	..... مزایای صنعت نسل ۴/۰ در تولید
۳۲	..... صنعت نسل ۴/۰ و نابرابری‌ها
۳۲	..... تأثیرات بر نابرابری در سود، دستمزد و شغل
۴۵	..... چالش‌های خاص
۴۵	..... جابجایی کارگران و نابرابری دستمزد
۴۹	..... احیای تولید و تجدید ساختار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و زنجیره ارزش جهانی
۵۱	..... حفاظت از کارگران در صنعت نسل ۴/۰
۵۲	..... مفاهیم مرتبط با جنسیت
۵۴	..... مهارت صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر و پایدار
۵۶	..... ایجاد پیش شرط برای مهارت صنعت نسل ۴/۰
۵۶	..... تنوع بخشیدن به اقتصاد و ایجاد یک بخش تولیدی
۵۹	..... توسعه زیرساخت دیجیتال
۶۱	..... ایجاد مهارت برای صنعت نسل ۴/۰
۶۲	..... تدوین استراتژی‌های ملی برای صنعت نسل ۴/۰
۶۴	..... تقویت همکاری چندجانبه
۶۵	..... ایجاد مشارکت در سطح بین‌المللی
۶۶	..... ترویج پذیرش صنعت نسل ۴/۰

۷۳	همکاری بین‌المللی
۷۳	به اشتراک گذاری دانش و اطلاعات و انجام تحقیقات
۷۵	کمک به طراحی سیاست‌ها و استراتژی‌ها و اجرای ابتکارات
۷۶	کمک به ظرفیت سازی
۷۷	ترویج انتقال فناوری
۷۷	کمک به تنظیم چارچوب‌های قانونی، دستورالعمل‌ها، هنجارها و استانداردها
۸۰	نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مخفف‌ها

- CSTD کمیسیون علوم و فناوری برای توسعه
- COVID همه‌گیری بیماری کرونا
- DOST وزارت علوم و فناوری
- ESCWA کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیای غربی
- GDP تولید ناخالص داخلی
- FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
- GVC زنجیره ارزش جهانی
- ICT فناوری اطلاعات و ارتباطات
- ITU اتحادیه بین‌المللی مخابرات
- SME شرکت‌های کوچک و متوسط
- STI علم، فناوری و نوآوری
- UNIDO سازمان توسعه صنعتی ملل متحد

نام‌گذاری‌های به کار رفته و ارائه مطالب بر روی هر نقشه در این اثر به معنای اظهار نظر سازمان ملل متحد در مورد وضعیت حقوقی هر کشور، قلمرو، شهر یا منطقه یا مقامات آن یا در مورد آن نیست.

یافته‌ها، تفاسیر و نتیجه‌گیری‌های بیان شده در اینجا متعلق به نویسنده یا نویسندگان است و لزوماً منعکس‌کننده دیدگاه‌های سازمان ملل متحد یا مقامات آن یا کشورهای عضو نیست.

ذکر هر شرکت، محصول، خدمات یا فرآیند دارای مجوز به معنای تایید یا انتقاد از سوی سازمان ملل نیست.

۱ مقدمه

جهان در آغاز یک انقلاب جدید فناوری مبتنی بر فناوری‌های صنعتی نسل ۴/۰ مانند هوش مصنوعی، رباتیک و اینترنت اشیا است. علاوه بر این، تأثیر و پاسخ به بیماری همه گیر کروناویروس (COVID-۱۹) انتشار چنین فناوری‌های دیجیتال را سریع‌تر کرده است.

کمیسیون علم و فناوری برای توسعه (CSTD) در بیست و چهارمین جلسه خود، در ماه مه ۲۰۲۱، «صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر» را به عنوان یکی از دو موضوع اولویت‌دار خود برای دوره ۲۰۲۱-۲۰۲۲ انتخاب کرد. این موضوع با توجه به اهداف توسعه پایدار؛ به صنعت، نوآوری و زیرساخت آن‌ها مرتبط است. دبیرخانه این کمیسیون برای کمک به درک بهتر این موضوع و کمک به مذاکرات خود در بیست و پنجمین جلسه برگزار شده، این مطالعه را بر اساس ادبیات مربوطه و مطالعات موردی کشورهای عضو خود تهیه کرده است. این مطالعه به ویژه بر اساس تجزیه و تحلیل و شواهد تجربی در دو گزارش اخیر سازمان ملل متحد، یعنی گزارش فناوری و نوآوری ۲۰۲۱: امواج فناورانه فراگیر؛ که بررسی می‌کند چگونه توسعه و انتشار فناوری‌های نوظهور بر اقتصاد جهانی تأثیر می‌گذارد و تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد؛ نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی (UNCTAD, ۲۰۲۱a)؛ گزارش توسعه صنعتی ۲۰۲۰: صنعتی شدن در عصر دیجیتال سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (UNIDO)؛ با تمرکز بر ظهور و انتشار فناوری‌های پیشرفته تولید دیجیتال صنعت نسل ۴/۰ و تأثیر آن‌ها بر فرآیند صنعتی شدن در کشورهای در حال توسعه؛ نگارش شده است (UNIDO, ۲۰۲۰).

این مطالعه بر صنعت نسل ۴/۰ با توجه به اتوماسیون و تغییرات مبتنی بر داده در فناوری‌ها و فرآیندهای تولید و گرایش به استفاده از کارخانه‌های

هوشمند، تعمیر و نگهداری، پیش‌بینی، چاپ سه‌بعدی و حسگرهای هوشمند در فرآیندهای تولید و مبتنی بر نرم‌افزار برای نظارت، کنترل و مسئولان نظارت بر این فرآیندها نسبت به تفاوت‌ها در بهره‌وری نسبی شرکت‌ها در اقتصادهای مختلف تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر چشم‌انداز کشورهای در حال توسعه برای صنعتی‌سازی و تحول ساختاری تأثیر می‌گذارند. پیامد این امر در دستیابی به توسعه فراگیر و کاهش نابرابری‌ها در داخل و بین کشورها حیاتی هستند. چنین تغییراتی در تولید همچنین بر دستمزدها و فرصت‌های شغلی به دلیل تفاوت در سطوح مهارت و تفاوت‌های غالب در انتخاب‌ها و گزینه‌های آموزشی ناشی از زمینه‌های اجتماعی و ویژگی‌های شخصی مانند سن، جنسیت و قومیت تأثیر می‌گذارد. کشورهای در حال توسعه باید سیاست‌هایی را طراحی و اجرا کنند تا از مزایای صنعت نسل ۴/۰ استفاده کنند و در عین حال اثرات نامطلوب احتمالی را به حداقل برسانند. این مطالعه صنعت نسل ۴/۰ در بخش‌های تولیدی و تأثیر آن بر نابرابری‌ها در داخل و بین کشورها متمرکز است و کاربرد فناوری‌های مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ (مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا) در سایر بخش‌های اقتصادی (کشاورزی، خدمات و غیره) را پوشش نمی‌دهد. موضوعی که پیش‌تر ذکر شد در گزارش فناوری و نوآوری ۲۰۲۱ به طور عمیق مورد بررسی قرار گرفته و تحت موضوع اولویت انتخاب شده توسط کمیسیون علم و فناوری برای توسعه برای دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۹ پوشش داده شده است: «بهره‌گیری از تغییرات سریع فناوری برای توسعه فراگیر و پایدار» (UNCTAD, ۲۰۲۰a).

سؤالاتی که در این مطالعه به آن‌ها پرداخته می‌شود شامل موارد زیر است: چگونه کشورهای در حال توسعه می‌توانند از پنجره فرصت ارائه شده توسط صنعت نسل ۴/۰ برای ارتقاء فناوری و عقب‌نشینی اقتصادی استفاده

کنند؟ دولت‌ها چه کاری می‌توانند انجام دهند تا اطمینان حاصل شود که صنعت نسل ۴/۰ نابرابری را افزایش نمی‌دهد؟ نقش همکاری‌های بین‌المللی در تسهیل این روند چیست؟

یافته‌ها حاکی از آن است که استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید می‌تواند بهره‌وری را افزایش و اثرات زیست‌محیطی صنعتی شدن را کاهش دهد و همچنین ممکن است به جای جایگزینی، مشاغل جدیدی را ایجاد کند. در عین حال، اکثر شرکت‌ها در کشورهای در حال توسعه آمادگی استفاده از چنین فناوری‌هایی را ندارند. بیشتر آن‌ها همچنان به استفاده از فناوری‌های آنالوگ در فرآیندهای تولید ادامه می‌دهند و برای بهره‌مندی از صنعت نسل ۴/۰ نیاز به صنعتی شدن بیشتر دارند. خطر صنعتی شدن آهسته و انتشار صنعت نسل ۴/۰ در بخش تولید در کشورهای در حال توسعه، افزایش بیشتر نابرابری بین کشورها و تکرار الگوهای مشاهده شده در انقلاب‌های مبتنی بر فناوری قبلی وجود دارد.

کشورهای در حال توسعه نمی‌توانند این موج جدید تغییرات فناوری را از دست بدهند. این موضوع تا حد زیادی به پاسخ‌های سیاست‌مداران ملی بستگی دارد. هر کشور به سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری (STI) متناسب با سطح توسعه خود نیاز دارد تا مردم و شرکت‌ها را برای دوره‌ای از تغییرات سریع آماده کند. این امر مستلزم یک رویکرد متعادل، ایجاد یک پایگاه صنعتی قوی و متنوع و در عین حال انتشار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید است. همچنین مستلزم ایجاد و تقویت مشارکت‌ها و همکاری‌های بین‌المللی برای تسهیل تنوع اقتصادی و انتشار و پذیرش فناوری توسط شرکت‌های تولیدی در کشورهای در حال توسعه است.

ساختار مطالعه به شرح زیر است. فصل دوم تصویری بزرگ از روندهای قابل

توجه در نابرابری‌های جهانی، صنعتی شدن در کشورهای در حال توسعه و اثرات همه‌گیر بر این روندها ارائه می‌دهد.

فصل سوم به بررسی عناصری می‌پردازد که صنعت نسل ۴/۰ را تشکیل می‌دهند، از جمله تأثیر بلندمدت آن به عنوان یک الگوی فناوری و روندهای اخیر بازار.

فصل چهارم به این موضوع می‌پردازد که چگونه صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند بر نابرابری‌ها از طریق سود، دستمزد و مشاغل و اثرات بلندمدت یک انقلاب مبتنی بر فناوری تأثیر بگذارد.

فصل پنجم بر برخی از موضوعات کلیدی مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ از دیدگاه کشورهای در حال توسعه تمرکز دارد.

فصل ششم اقداماتی را که دولت‌ها، بخش خصوصی و سایر ذینفعان می‌توانند برای مدیریت صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر انجام دهند، پوشش می‌دهد.

فصل هفتم زمینه‌های همکاری بین‌المللی را مورد بحث قرار می‌دهد. فصل هشتم نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات را ارائه می‌کند.

۲ روندهای صنعتی شدن، نابرابری‌ها و اثرات همه‌گیری

همانطور که در گزارش فناوری و نوآوری ۲۰۲۱ مشخص شده است، در طول ۴۰ سال گذشته، نابرابری درون کشوری در بسیاری از مناطق افزایش یافته و در برخی موارد به سطوح قابل توجهی رسیده است. این اتفاق نه تنها به کشورهای توسعه یافته مانند ایالات متحده آمریکا و چندین کشور در اروپا بلکه به کشورهای در حال توسعه مانند چین و هند نیز مربوط می‌شود.

از نظر نابرابری بین کشورها، هر موج پیشرفت فناوری از زمان انقلاب صنعتی با نابرابری‌های شدیدتری همراه بوده است. قبل از دهه ۱۸۰۰، اختلاف درآمد کمی بین کشورها وجود داشت و نابرابری به شکل شکاف طبقاتی داخلی پدید می‌آمد. در حال حاضر، نابرابری جهانی با موقعیت مکانی تعریف می‌شود، زیرا میانگین اختلاف درآمد سرانه بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بیش از ۴۰۰۰ دلار است (UNCTAD, ۲۰۲۱a). نابرابری همچنین می‌تواند ناشی از محل تولد باشد که به موجب آن فردی که در یک کشور فقیر به دنیا آمده است از حقوق شهروندی نامناسبی برخوردار خواهد بود (Milanovic, ۲۰۱۶). در کشورهای با درآمد متوسط و درآمد بالا، میانگین سهم جمعیتی که در فقر شدید زندگی می‌کنند تنها ۲ درصد است. در کشورهای با درآمد متوسط پایین، این سهم ۱۴ درصد و در کشورهای کم درآمد، ۴۵ درصد است (UNCTAD, ۲۰۲۱a). تفاوت‌های مشابهی نیز در میزان مرگ و میر و تولد کودکان کم وزن بین این جوامع وجود دارد. شکاف‌های قابل توجهی نیز در آموزش، به ویژه در سطوح بالاتر وجود دارد: در سال ۲۰۱۸، تنها ۴۱ درصد از جمعیت کشورهای کم درآمد، در گروه سنی مربوطه در آموزش متوسطه ثبت نام کرده‌اند، در حالی که این

عدد در کشورهای با درآمد متوسط بالا و درآمد متوسط بیش از ۹۰ درصد است (UNCTAD، ۲۰۲۱a). این شکاف به این دلیل ویژه مهم است زیرا نابرابری در آموزش باعث تداوم شکاف درآمدی و ایجاد سایر اشکال نابرابری می‌شود.

می‌توان از آمارها دریافت کرد که پیشرفت در دسترسی به خدمات ضروری مانند آب پاک و برق سریع‌تر بوده است اما دسترسی به سرویس‌های بهداشتی کندتر بوده است. در کشورهای کم درآمد و با درآمد متوسط پایین، تنها ۶۳ درصد از جمعیت به بهداشت اولیه دسترسی دارند، در مقایسه با ۸۶ درصد در کشورهای با درآمد متوسط بالا (UNCTAD، ۲۰۲۱a).

کشورهای کم درآمد متأسفانه تمایل به نابرابری داخلی بیشتری دارند. در سال ۲۰۱۸، در کشورهای کم درآمد، تنها ۳۳ درصد از جمعیت روستایی به برق دسترسی داشتند، در حالی که ۷۰ درصد جمعیت شهری به برق دسترسی داشتند. این شکاف در کشورهای با درآمد متوسط پایین بسیار کمتر بود (به ترتیب ۸۱ و ۹۶ درصد) و این شکاف تقریباً در کشورهای با درآمد متوسط بالا و درآمد بالا تقریباً وجود نداشت (UNCTAD، ۲۰۲۱a).

فناوری تنها عامل مؤثر بر نابرابری بین کشورها و درون کشورها نیست. تاثیر تغییرات تکنولوژیکی یک عامل اساسی است اما انتخاب در نوع تجارت، سرمایه‌گذاری، سیاست‌های پولی و مالی و آموزش نیز حیاتی است.

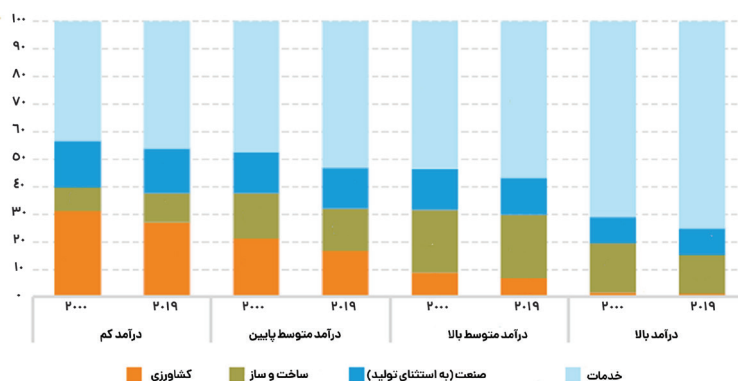
از نظر تاریخی، توسعه موفقیت آمیز با صنعتی شدن، ارتقای فناوری و تحول ساختاری، با تغییر تولید و اشتغال از فعالیت‌های با ارزش افزوده پایین، به ویژه کشاورزی، به سمت بخش‌های صنعت و خدمات با ارزش افزوده بالاتر همراه بوده است. در صنعت، تولید چشم اندازهای بهتری برای پذیرش فناوری و رشد بهره‌وری، با پتانسیل دستمزدهای بالاتر در کل اقتصاد، ارائه می‌دهد.

با این حال، در دو دهه گذشته، به طور متوسط، کشورهای در حال توسعه از الگوی تغییر ساختاری پیروی کرده‌اند که مشخصه آن تغییر ارزش افزوده و اشتغال (عمدتاً از کشاورزی به خدمات) با افزایش جزئی یا حتی کاهش سهم ارزش افزوده تولیدی است که در تولید ناخالص داخلی بسیار موثر بوده است. (شکل‌های ۱ و ۲). این الگو روند صنعتی شدن کندی را در کشورهای کم درآمد و کم‌تر صنعتی را در کشورهای با درآمد متوسط پایین نشان می‌دهد.

همچنین تفاوت‌های متعددی بین کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه در تولید جهانی محصولات پیچیده‌تر وجود دارد. سال ۲۰۱۶، در کشورهای در حال توسعه، میانگین نسبت ارزش افزوده فناوری متوسط و بالا ۴۰/۸ درصد بود، در حالی که در کشورهای توسعه یافته ۴۸/۹ درصد بود. در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، این نسبت بسیار پایین‌تر و حدود ۸/۸ درصد بود و بیشترین نگرانی از کاهش این نسبت از ۱۶/۵ درصد در سال ۲۰۰۰ بود (UNCTAD، ۲۰۲۱a).

شکل ۱

سهم تولید ناخالص داخلی بر اساس بخش اقتصادی و گروه درآمدی (درصد)

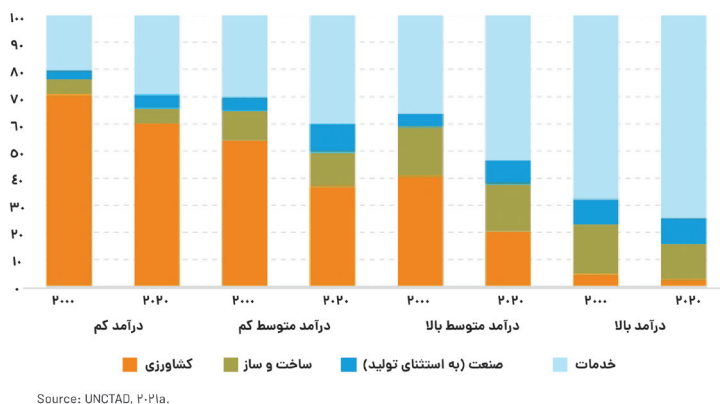


Source: UNCTAD secretariat calculations, based on data from the UNCTADstat database.

شکل ۱ سهم تولید ناخالص داخلی بر اساس بخش اقتصادی و گروه درآمدی

شکل ۲

سطح اشتغال، بر اساس بخش اقتصادی و گروه بندی درآمد (درصد)



شکل ۲ سطح اشتغال، بر اساس بخش اقتصادی و گروه بندی درآمد (درصد)

صنعتی شدن ناهموار و کند در کشورهای در حال توسعه علیرغم گسترش سریع سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و زنجیره‌های ارزش جهانی مرتبط (GVC) از دهه ۱۹۹۰ رخ داده است. زنجیره‌های ارزش جهانی حدود ۸۰ درصد تجارت بین‌المللی را تشکیل می‌دهند و بیشتر کشورهای در حال توسعه به طور فزاینده‌ای در آن شرکت می‌کنند. سهم آن‌ها در ارزش افزوده ناشی از تجارت جهانی از ۲۰ درصد در سال ۱۹۹۰ به بیش از ۴۰ درصد در سال ۲۰۱۳ افزایش یافت (UNCTAD، ۲۰۱۳). این افزایش به دلیل سیاست‌های جدید (آزادسازی بازارهای داخلی و بهبود سیاست‌های رشد مبتنی بر صادرات) و تغییرات فناورانه (به عنوان مثال کاهش هزینه‌های ارتباطات و تجارت) امکان‌پذیر شد (UNCTAD، ۲۰۲۱b).

به طور خاص، توسعه سریع فناوری محور امکان تقسیم فرآیندهای تولید را فراهم کرده است که منجر به تنوع جغرافیایی تولید و توسعه زنجیره‌های

تامین پیچیده فرامرزی مرتبط می‌شود (UNCTAD, ۲۰۲۱b).

این گسترش اغلب به شکل شرکت‌های چند ملیتی در کشورهای توسعه‌یافته است که از هزینه‌های نیروی کار کم‌تر و دسترسی به بازار کشورهای در حال توسعه از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بهره می‌برند و در نتیجه کار بیشتر به سمت کشورهای در حال توسعه سوق داده می‌شود. امروزه گسترش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و زنجیره‌های ارزش جهانی به یک منبع مهم جریان سرمایه برای کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است که به بهره‌وری بالاتر و ظرفیت‌های تولیدی متنوع‌تر روی آورده‌اند.

از منظر توسعه، جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی فرصت‌هایی را برای توسعه مهارت، رشد سرمایه انسانی و انتقال فناوری در کشورهای در حال توسعه فراهم کرده است (کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیا و اقیانوسیه، ۲۰۲۱). با این حال، در بین کشورهای در حال توسعه تجربه متفاوتی از نظر یادگیری فناورانه از طریق مشارکت در GVCها وجود دارد، زیرا فرصت‌های یادگیری به حاکمیت، سطح شایستگی تامین کنندگان و بلوغ سیستم‌های نوآوری ملی بستگی دارد (Pietrobelli and Rabellotti, ۲۰۱۱). شواهد تجربی نشان می‌دهد که شرکت‌های فعال در کشورهای در حال توسعه تمایل بیشتری به تولید با هزینه پایین‌تر از طریق GVCها دارند و شرکت‌های کشورهای توسعه‌یافته وظایف تحقیق و توسعه را با مهارت بیشتر انجام می‌دهند (شین و همکاران، ۲۰۱۲؛ تیمر و همکاران، ۲۰۱۹).

سرمایه انسانی عامل مهم دیگری در یادگیری و نوآوری فناورانه است، اما نمی‌تواند به تنهایی دلیل صنعتی شدن ناهموار و کند باشد، زیرا در اکثر کشورهای در حال توسعه، مهارت‌های افراد در دو دهه گذشته افزایش یافته است. در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، در کشورهای در حال توسعه، سهم مشاغل با

مهارت متوسط در کشورهای با درآمد کم و درآمد متوسط پایین ۶ درصد و در کشورهای با درآمد متوسط بالا (برخلاف دوقطبی شدن مشاغل در کشورهای توسعه یافته، یعنی فرآیند کاهش مشاغل با مهارت متوسط در مقایسه با مشاغل با مهارت بالا و پایین) ۱۰ درصد افزایش یافته است. (UNCTAD, ۲۰۲۱a). در همین دوره، سهم کارگران با مهارت بالا در همه کشورها، به ویژه در کشورهای با درآمد متوسط، افزایش یافت و به حدود ۶ درصد رسید.

با این حال، عوامل ساختاری بر جایی که مهارت‌ها به کار گرفته می‌شوند، تأثیر می‌گذارند. بخش عمده‌ای از افزایش مشاغل با مهارت متوسط مربوط به خدمات و فروش بوده است (شکل ۳). افزایش مشاغل با مهارت متوسط مرتبط با تولید (مانند عملیات کارخانه و ماشین آلات، مونتاژ و کار صنایع دستی) کمتر مشهود بوده است.

علیرغم افزایش جهانی بهره‌وری نیروی کار در ۳۰ سال گذشته و با توجه به تفاوت‌های مداوم در ساختارهای اقتصادی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، شکاف بهره‌وری بین این کشورها افزایش یافته است. تفاوت بین کشورهای کم درآمد و با درآمد بالا در تولید به ازای هر کارگر (به قیمت ثابت بین‌المللی ۲۰۱۱) از حدود ۶۰۰۰۰ دلار در سال ۱۹۹۱ به تقریباً ۹۰۰۰۰ دلار افزایش یافته است (UNCTAD, ۲۰۲۱a).

بسیاری از اقتصادهای در حال توسعه هنوز عمدتاً بر پایه کشاورزی و مبتنی بر منابع هستند و شکاف‌های قابل توجهی در بهره‌وری بین بخش‌های سنتی و مدرن در این اقتصادها وجود دارد (مک میلان و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین یک اقتصاد غیررسمی بزرگ در اکثر کشورهای در حال توسعه وجود دارد که هم نشانه و هم عامل کاهش بهره‌وری است (La Porta and Shleifer, ۲۰۱۴).

در سراسر جهان، حدود ۲ میلیارد کارگر (۶۰ درصد از کل نیروی کار) در سال ۲۰۱۹ در اشتغال غیررسمی بودند و ۹۳ درصد از اشتغال غیررسمی جهان (world's informal employment) در کشورهای در حال توسعه ثبت شده است (International Labour Organization, ۲۰۱۸; International).

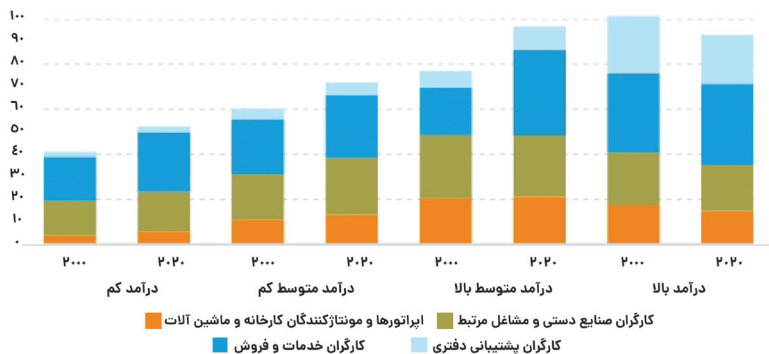
مطابق انتظارات همه‌گیری کووید-۱۹ باعث افزایش غیررسمی شغلی و ناامنی شد. بر اساس برخی برآوردها، این امر منجر به ایجاد مشاغل کمتر، شکاف بیشتر بین مشاغل و کاهش ساعات کاری شده که معادل از دست دادن ۱۰۰ میلیون شغل تمام وقت در سال ۲۰۲۱ و ۲۶ میلیون شغل تمام وقت در سال ۲۰۲۲ است (International Labour Organization, ۲۰۲۱).

ساختار تولید و تجارت در یک کشور یکی از عوامل موثر بر بخش‌های تولیدی است. به عنوان مثال، در بنگلادش، کارگران در تولیدی‌ها و شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) در بخش‌های نساجی، پوشاک و چرم به طور قابل توجهی تحت تأثیر این همه‌گیری بخش زیادی از نیروی کار خود را تعدیل کرده‌اند (UNIDO, ۲۰۲۱a). در تایلند، این بیماری همه‌گیر می‌تواند منجر به بیکاری ۸/۴ میلیون نفر شود که ۱/۵ میلیون نفر از آن‌ها در بخش تولید، به ویژه در صنایع نوشیدنی مالت و خودرو هستند (UNIDO, ۲۰۲۱b).

شرکت‌ها در کشورهایی با سطوح بالای بیکاری و کم‌اشتغالی ممکن است انگیزه‌های کمتری برای اتخاذ برخی فناوری‌های صنعتی ۴/۰ برای کاهش هزینه‌های نیروی کار داشته باشند و استقرار آن‌ها را به تأخیر بیندازند.

شکل ۳

اشتغال در مشاغل با مهارت متوسط بر حسب نوع فعالیت (درصد کل اشتغال مدنی)



Source: UNCTAD secretariat calculations, based on data from the International Labour Organization database.

شکل ۳ اشتغال در مشاغل با مهارت متوسط بر حسب نوع فعالیت (درصد کل اشتغال مدنی)

این همه‌گیری همچنین به طور قابل توجهی بر جریان سرمایه‌گذاری بین‌المللی تأثیر گذاشته است. در سال ۲۰۲۰، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در جهان ۳۵ درصد کاهش یافت (UNCTAD, ۲۰۲۱b). اقتصادهای در حال توسعه نسبتاً انعطاف‌پذیر بودند و ۸ درصد کاهش داشتند که عمدتاً به دلیل جریان‌های قوی تجاری در قاره آسیا بود. با این حال کاهش جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در مناطق در حال توسعه نابرابر بود، با کاهش ۴۵ درصدی در آمریکای لاتین و دریای کارائیب و ۱۶ درصدی در آفریقا.

مخارج سرمایه‌ای در پروژه‌های تولیدی مشمول سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ژوئن و ژوئیه ۲۰۲۰ تقریباً ۹۰ درصد کاهش یافت (East and Kaspar, ۲۰۲۰). در نیمه اول سال ۲۰۲۱، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به شدت بهبود یافت و به حدود ۸۵۲ میلیارد دلار رسید، اما این بهبود نابرابر بود، به طوری که اقتصادهای با درآمد بالا بیش از دو برابر جریان سه ماهه و اقتصادهای کم درآمد کاهش ۹ درصدی را تجربه کردند (UNCTAD, ۲۰۲۱c).

این بهبود آهسته ممکن است فرصت‌های این مناطق را برای بهره‌مندی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی مربوط به صنعت نسل ۴/۰ کاهش دهد.

تصمیمات بخش خصوصی در مورد مشارکت در زنجیره‌های تامین جهانی نیز ممکن است تحت تأثیر تجربیات بحران COVID-۱۹ قرار گیرد (UNCTAD, ۲۰۲۰). آنکتاد چهار مسیر احتمالی را برای زنجیره‌های تامین جهانی در نتیجه همه‌گیری، بسته به نقاط شروع صنعت، به شرح زیر شناسایی کرده است:

- تقویت مجدد، که منجر به زنجیره‌های تامین جهانی کوتاه‌تر، پرتقاطع و با تمرکز جغرافیایی و ارزش افزوده بیشتر، عمدتاً در بخش‌های دارای فناوری بالاتر (مانند خودرو، ماشین‌آلات و تجهیزات و الکترونیک) می‌شود. این مسیر می‌تواند دسترسی و ارتقاء زنجیره‌های تامین جهانی را برای کشورهای در حال توسعه دشوارتر کند
 - متنوع‌سازی فعالیت‌های اقتصادی که عمدتاً بر خدمات و تولید فشرده زنجیره تامین جهانی (مانند منسوجات و پوشاک) تأثیر می‌گذارد، فرصت‌ها را برای تازه‌واردان با زیرساخت‌های دیجیتال سخت و نرم با کیفیت بالا افزایش می‌دهد.
 - منطقه‌ای شدن، کاهش طول فیزیکی زنجیره تامین، بهره‌مندی از مناطق در حال توسعه با صنایعی که به دنبال سرمایه‌گذاری در بازارهای منطقه‌ای در بخش‌هایی مانند غذا و نوشیدنی و مواد شیمیایی هستند.
 - تکرار و ایجاد زنجیره‌های ارزش کوتاه‌تر و دسته‌بندی مراحل تولید با فعالیت‌های پراکنده‌تر جغرافیایی و ارزش افزوده متمرکز؛ به ویژه برای بخش‌هایی مانند داروسازی و صنایع تبدیلی منطقه‌ای مرتبط است.
- از میان این چهار مسیر بالقوه، تغییر این مسیرها می‌تواند مانع استقرار

فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در کشورهای در حال توسعه شود، در حالی که بر بخش‌های مبتنی بر فناوری بالا که کاربران اصلی چنین فناوری‌هایی هستند، تأثیر بگذارد.

در این زمینه از نابرابری‌های مداوم، روند کند صنعتی شدن در اکثر کشورهای در حال توسعه و تأثیر COVID-۱۹ بر اشتغال، سرمایه‌گذاری‌های خارجی و زنجیره‌ای تامین جهانی، ظهور و انتشار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید چه تأثیری می‌تواند داشته باشد؟ آیا صنعتی شدن در کشورهای در حال توسعه را تسهیل می‌کند یا مانع آن می‌شود؟ آیا نابرابری‌ها را کاهش می‌دهد یا افزایش می‌دهد؟

برای کمک به پاسخ به این سؤالات، فصل سوم مفهوم صنعت نسل ۴/۰، نحوه استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید و تغییراتی که چنین فناوری‌هایی در فرآیندهای تولید ایجاد می‌کنند را بررسی می‌کند.

۳ صنعت نسل ۴/۰: مفهوم و ویژگی‌های اصلی

صنعت نسل ۴/۰ که اغلب هم به جای انقلاب صنعتی چهارم نامیده می‌شود، به سیستم‌های تولید هوشمند و متصل به ویژه استفاده از اتوماسیون و تبادل داده اشاره دارد که توسط فناوری‌های جدید امکان‌پذیر شده‌اند، (UNIDO، ۲۰۱۷).

فناوری‌های شناسایی‌شده به عنوان صنعت نسل ۴/۰ بسته به منابع خود متفاوت هستند، اما معمولاً درک می‌شود که هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده‌ها، رباتیک و چاپ سه‌بعدی بخش‌های جدایی‌ناپذیر این موج جدید هستند (UNCTAD، UNCTAD، ۲۰۱۹a، ۲۰۲۱a).

استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید منجر به استفاده از سیستم‌های تولید هوشمند می‌شود که به عنوان کارخانه‌های هوشمند یا تولید هوشمند نیز شناخته می‌شوند. تولید هوشمند با استفاده از حسگرها و تجهیزات متصل به شبکه‌های دیجیتالی که توسط هوش مصنوعی پشتیبانی می‌شوند، تولید را یکپارچه و کنترل می‌کند (UNIDO، ۲۰۲۰). صنعت نسل ۴/۰ در تولید مستلزم اشکال جدیدی از تعامل بین انسان و ماشین از طریق ترکیبی از فناوری‌های سنتی و جدید تحت سه جزء اصلی، یعنی سخت‌افزار، نرم‌افزار و اتصال به شبکه است (جدول ۱). اجزای سخت‌افزاری شامل ربات‌های صنعتی مدرن (ربات‌هایی که در اجرای وظایف جدا از کارگران کار می‌کنند)، کوبات‌ها (ربات‌هایی که با کارگران کار می‌کنند)، سیستم‌های خودکار هوشمند و چاپگرهای سه‌بعدی و همچنین ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزارهای سنتی و با تکنولوژی کمتر پیشرفته را تشکیل می‌دهند.

توضیحات	اجزاء فناوری
سخت افزار	
ربات‌های صنعتی	ماشین‌های قابل برنامه‌ریزی که فعالیت‌ها را انجام می‌دهند و از طریق حسگرها و محرک‌ها به صورت مستقل یا نیمه مستقل با محیط تعامل دارند. آن‌ها معمولاً در محل و جدا از کارگران کار می‌کنند و تقریباً به طور کامل فرآیندهای کف کارخانه را خودکار می‌کنند (به عنوان مثال ربات‌های جوش نقطه‌ای مورد استفاده در صنعت خودرو).
ربات‌های همکار	ربات‌هایی که با همکاری کارگران کار می‌کنند، به راحتی قابل برنامه‌ریزی مجدد هستند (مثلاً توسط کارگری که بازوی یک کوبات را از طریق یک مسیر جدید هدایت می‌کند) و برای کارهای مختلف (مانند بسته بندی، پالت سازی و عملکرد خودکار ماشین ابزارهای صنعتی در یک کارخانه تولیدی) استفاده می‌شود.
پرینترهای سه بعدی	چاپگرهایی که اشیاء سه بعدی را بر اساس اطلاعات دیجیتال تولید می‌کنند که برای نمونه سازی و تولید نهایی در تولید استفاده می‌شود. چاپ سه بعدی (همچنین به عنوان تولید افزودنی شناخته می‌شود) می‌تواند اشیاء پیچیده با مواد مورد نیاز کمتر ایجاد کند.
نرم افزار	
کلان داده	مجموعه داده‌هایی با اندازه یا نوع فراتر از توانایی پایگاه‌های داده سنتی برای جمع آوری، مدیریت و پردازش؛ امکان تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های غیرقابل دسترس یا غیرقابل استفاده سنتی
هوش مصنوعی	توانایی یک ماشین برای درگیر شدن در فعالیت‌های شناختی که معمولاً توسط مغز انسان انجام می‌شود. برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی که بر وظایف محدود تمرکز می‌کنند در حال حاضر به طور گسترده در دسترس هستند (مانند توصیه‌های خرید آنلاین و شناسایی هرزنامه یا تقلب در کارت اعتباری)
قابلیت اتصال	
اینترنت اشیا	دستگاه‌های فیزیکی مجهز به اینترنت که بر اساس داده‌ها جمع‌آوری، اشتراک‌گذاری و عمل می‌کنند، با حوزه کاربردی وسیع (مانند دستگاه‌های پوشیدنی، سلامت هوشمند، خانه‌های هوشمند، شهرهای هوشمند و اتوماسیون صنعتی). در تولید، اینترنت اشیا، ماشین آلات و ابزارهای سنتی را با محرک‌ها و حسگرها متصل می‌کند
عملگرها	جزء یک ماشین مسئول حرکت و کنترل یک مکانیسم یا سیستم است که ممکن است پنوماتیک، هیدرولیک، الکتریکی، حرارتی یا مغناطیسی باشد (مثلاً ممکن است برای اندازه‌گیری انرژی گرما یا حرکت برای تعیین عملکرد حاصل در ماشین استفاده شود)
سنسور	دستگاه‌هایی که شرایط خارجی و داخلی تجهیزات و محصولات را تشخیص می‌دهند و اطلاعات را از طریق یک شبکه دیجیتال ارسال می‌کنند که شامل شتاب‌سنج، ژيروسکوپ و حسگر برای اطلاعات دما، رطوبت، فشار، مجاورت، سطح، گاز، نور مادون قرمز و اپتیک است.

Source: UNCTAD, based on UNCTAD, ۲۰۲۱a, and UNIDO, ۲۰۲۰.

جدول ۱ فناوری‌های منتخب صنعت نسل ۴/۰ در تولید

استفاده از چنین فناوری‌هایی برای تولید جدید نیست. ابزارهای دیگر، یعنی نرم‌افزار و شبکه است که تولید هوشمند را متفاوت می‌کنند. بخش نرم‌افزار شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات سنتی (ICT) مانند سیستم‌های سازمانی، تولید به کمک رایانه، تولید یکپارچه کامپیوتری و طراحی به کمک رایانه و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس کلان داده و هوش مصنوعی است. اتصال از طریق شبکه‌های دیجیتال و مهم‌تر از آن اینترنت اشیا، با اتصال ماشین‌آلات و ابزارهای سنتی با محرک‌ها و حسگرها انجام می‌شود و به آن‌ها اجازه می‌دهد داده‌های مربوط به فرآیند تولید را جمع‌آوری و پردازش کنند. این اجزا با هم یک سیستم شبکه‌ای را ایجاد می‌کنند که برای حس کردن، پیش‌بینی و تعامل با دنیای فیزیکی طراحی شده، تصمیم‌گیری کرده و از تولید در زمان واقعی پشتیبانی می‌کند (UNIDO, ۲۰۲۰).

به عنوان مثال، حسگرها (تجهیزات اینترنت اشیا) می‌توانند اقدامات خاصی مانند تغییر دما را تشخیص دهند و داده‌ها (کلان داده‌ها) را برای تجزیه و تحلیل توسط هوش مصنوعی ارسال کنند. سپس داده‌های تجزیه و تحلیل شده و دستورالعمل‌های بعدی را می‌توان برای بهینه‌سازی مراحل پایین‌دستی فرآیند تولید، مانند مواردی که از رباتیک یا چاپگرهای سه‌بعدی استفاده می‌کنند، منتقل کرد، در نتیجه زمان خرابی را به حداقل رساند یا فرآیند تولید را ساده کرد (UNIDO, ۲۰۲۱c).

دو اصل کلیدی صنعت نسل ۴/۰ به شرح زیر است:

- اتوماسیون و غیرمتمرکز کردن وظایف، پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها، از جمله اتوماسیون توسط رباتیک و تحلیل‌ها، پیش‌بینی، فرآیندهای تصمیم‌گیری و اصلاح خود، با استفاده از کلان داده و هوش مصنوعی بدون نیاز به دخالت انسان

- اتصال و توانایی ماشین‌ها، حسگرها، دستگاه‌ها و افراد برای به اشتراک‌گذاری و تبادل داده‌ها و اطلاعات؛ اینترنت اشیا به افراد، دستگاه‌ها، الگوریتم‌ها، هوش مصنوعی و سایر مؤلفه‌ها اجازه می‌دهد تا ارتباط و تعامل داشته باشند و کارایی، بهره‌وری و قابلیت‌های حل مسئله را بهبود بخشند.

پارادایم فناوری جدید؟

انقلاب صنعتی نسل ۴ یک انقلاب فناورانه جدید بر اساس فناوری‌های دیجیتال و متصل به شبکه، ادغام فناوری‌ها و ارتباطات متقابل بین حوزه‌های فیزیکی، دیجیتال و بیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود (Schwab, ۲۰۱۷).

یک انقلاب فناورانه، یا الگوی جدید فناوری-اقتصادی، تأثیر عمیق‌تر و گسترده‌تری نسبت به معرفی یک فناوری تدریجی دارد. این تغییر اقتصاد و جوامع، نحوه ارتباط مردم با یکدیگر و محیط را تغییر می‌دهد و نیازمند تغییرات عمیق نهادی است. ادبیات تغییرات فناورانه و نوآوری، پنج مورد را از زمان انقلاب صنعتی شناسایی کرده است که هر کدام حدود ۵۰ سال طول می‌کشد تا آشکار شوند (Perez, ۲۰۰۲; Perez, ۲۰۱۰; Perez, ۲۰۱۵).

بر اساس چارچوبی که مجمع جهانی اقتصاد (World Economic Forum) دنبال می‌کند، سه انقلاب اول همزمان با انقلاب صنعتی همچنین موارد چهارم و پنجم با انقلاب صنعتی ۴/۰ مصادف است (جدول ۲).

انقلاب صنعتی چهارم چه تفاوتی با انقلاب‌های قبلی دارد؟ در اولین انقلاب صنعتی، از نیروی آب و بخار برای مکانیزه کردن تولید استفاده شد. در انقلاب صنعتی دوم، برق، برای ایجاد تولید انبوه و در انقلاب سوم، الکترونیک و فناوری اطلاعات، تولید را خودکار کرد (World Economic Forum, ۲۰۱۶).

انتظار می‌رود که چهارمین انقلاب صنعتی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و اینترنت اشیا برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل مقادیر وسیعی از داده‌ها با تعاملات فعال بین فناوری‌ها استفاده کند، (UNIDO, ۲۰۲۱c). همه محققان، صنعت نسل ۴/۰ را به عنوان یک الگوی فناوری جدید نمی‌بینند. به عنوان مثال، برخی بر این عقیده هستند که هوش مصنوعی، کلان داده، ربات‌ها و سایر فناوری‌های مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ و تغییراتی که آن‌ها به ارمغان می‌آورند، بخشی از پنجمین انقلاب فناورانه است که در دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و الگوی جدیدی نیستند (Perez, ۲۰۱۳; Perez, ۲۰۱۵).

برخلاف انقلاب صنعتی سوم که به بسیاری از نقاط جهان رسیده است، انقلاب صنعتی چهارم هنوز گستره جهانی ندارد. مانند سایر انقلاب‌های فناورانه، تنها چند کشور این فرآیند را رهبری می‌کنند که زیربنای آن پویایی‌هایی مانند صرفه‌جویی در مقیاس و اثرات شبکه است.

صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر

انقلاب صنعتی	انقلاب فناوری	فناوری یا صنعت جدید و بازتعریف شده	پارادایم فناوری-اقتصادی
اول	انقلاب صنعتی (از ۱۷۷۱)	صنعت مکانیزه پنبه‌زنی، فرورژه، ماشین آلات	تولید کارخانه، مکانیزاسیون، بهره‌وری، زمان سنجی و صرفه جویی در زمان، شبکه‌های محلی
	عصر بخار و راه آهن (از ۱۸۲۹)	موتور بخار و ماشین آلات، معدن آهن و زغال سنگ، ساخت راه آهن، تولید سهام نورد	اقتصاد تراکم، شهرهای صنعتی و بازارهای ملی، مقیاس به عنوان پیشرفت، استانداردسازی قطعات، انرژی در صورت نیاز (بخار)
	عصر فولاد، برق و مهندسی سنگین (از ۱۸۷۵)	فولاد ارزان، موتور بخار برای کشتی‌های فولادی، شیمی سنگین و مهندسی عمران، صنایع تجهیزات الکتریکی، مس و کابل، مواد غذایی کنسرو و بطری، کاغذ و بسته بندی	سازه‌های فولادی بزرگ، صرفه جویی در مقیاس نیروگاه‌ها و ادغام عمودی، توزیع نیرو برای صنعت (برق)، علم به عنوان نیروی مولد، شبکه‌های جهانی، استانداردسازی جهانی، حسابداری هزینه
دوم	عصر نفت، خودرو و تولید انبوه (از ۱۹۰۸)	خودروهای تولید انبوه، سوخت‌های ارزان‌تر نفت و نفت، مواد پتروشیمی (مصنوعی)، موتور احتراق داخلی، لوازم برقی خانگی، مواد غذایی یخچال‌دار و منجمد	تولید انبوه و بازارها، صرفه جویی در مقیاس و ادغام افقی، استانداردسازی محصولات، شدت انرژی، مواد مصنوعی، تخصص عملکردی، حومه شهرسازی، توافق نامه‌های جهانی
سوم	انقلاب دیجیتال (عصر فناوری اطلاعات؛ از ۱۹۷۱)	میکروالکترونیک ارزان تر، فناوری اطلاعات و ارتباطات، اینترنت و انقلاب دیجیتال، ابزار کنترل، بیوتکنولوژی و مواد جدید	شدت اطلاعات و ارتباطات فوری، دانش به عنوان سرمایه، پلتفرم‌های دیجیتال و رسانه‌های اجتماعی، اتصال و تحرک، تجارت الکترونیک و دولت الکترونیک، بخش‌بندی بازارها، اقتصاد حوزه، سازمان‌های مسطح و ساختارهای شبکه، GVCها
چهارم	صنعت نسل ۴/۰ (از دهه ۲۰۱۰)	هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، روبات‌ها، پهپادها، چاپ سه‌بعدی، بلاک چین، تولید هوشمند، شهرهای هوشمند، انرژی‌های تجدیدپذیر	اتوماسیون، ادغام دیجیتال، بازارهای ویژه، تولید محلی بر حسب تقاضا، پایداری، تولید هوشمند، تمرکززدایی فرآیندها، افزایش یکپارچگی عمودی و افقی، پیکربندی مجدد تولید، خود اصلاحی

Source: UNCTAD, based on Perez, ۲۰۰۲, and Schwab, ۲۰۱۷.

جدول ۲ پارادایم‌های فنی-اقتصادی

شواهد مربوط به انتشار فناوری‌های صنعتی نسل ۴/۰ در کشورهای در حال توسعه در تولید محدود است، اما مطالعات اخیر انجام شده در سنگال و ویتنام نشان می‌دهد که سهم بزرگی از شرکت‌ها در کشورهای در حال توسعه هنوز از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ استفاده نمی‌کنند (Cirera, Comin, Cruz, 2021, and Lee; Cirera, Comin, Marcio et al, 2021). این الگو حتی در کشورهای در حال توسعه با درآمد متوسط بالا نیز به نظر می‌رسد. به عنوان مثال، در برزیل، شرکت‌های کوچک بیش از ۹۰ درصد از کل شرکت‌ها را تشکیل می‌دهند و بیشتر آن‌ها هنوز از فناوری‌های انقلاب دوم صنعتی استفاده می‌کنند.

اگرچه فناوری‌ها و راه‌حل‌های صنعت نسل ۴/۰ ممکن است برای بسیاری در آینده‌ای دور به نظر برسد، اما دیر یا زود همه تحت تأثیر این موج قرار خواهند گرفت، زیرا گفته می‌شود که انقلاب صنعتی چهارم از نظر سرعت گسترش و وسعت صنایع تحت تأثیر و بزرگی و عمق تغییراتی که به همراه دارد بی‌سابقه خواهد بود. (World Economic Forum, 2016). بنابراین، بسیار مهم است که همه کشورها پیامدهای انقلاب صنعتی چهارم را در ابعاد مختلف درک کنند.

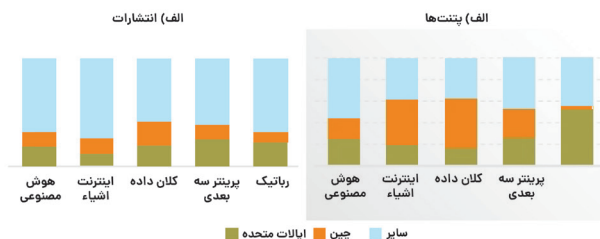
توسعه و استفاده از صنعت نسل ۴/۰ در تولید

جالب است بدانید چند کشور و تعداد نسبتاً کمی از شرکت‌ها، توسعه فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ را رهبری می‌کنند. چین و ایالات متحده از نظر تعداد انتشارات و اختراعات غالب هستند و تقریباً ۲۶ تا ۴۱ درصد از انتشارات مربوطه و ۴۵ تا ۶۳ درصد از اختراعات در سراسر جهان را تشکیل می‌دهند (شکل ۴). به طور مشابه، با توجه به شرکت‌های ارائه‌دهنده اصلی هر فناوری، شرکت‌های ایالات متحده بازیگران غالب در بازار هستند، به ویژه آن‌هایی که مبتنی بر فناوری‌های دیجیتال هستند (جدول ۳).

صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر

شکل ۴

سهم انتشارات و اختراعات بر اساس فناوری (درصد)



شکل ۴ سهم انتشارات و اختراعات بر اساس فناوری (درصد)

هوش مصنوعی	اینترنت اشیاء	کلان داده	پرینتر سه بعدی	روباتیک
Alphabet	Alphabet	Alphabet	Three-dimensional Systems	ABB
Amazon	Amazon	Amazon Web Services	Ex One	FANUC
Apple	Cisco	Dell Technologies	Hewlett Packard Enterprise	KUKA
IBM	IBM	Hewlett Packard Enterprise	Stratasys	Mitsubishi Electric
Microsoft	Microsoft	IBM		Yaskawa
	Oracle	Microsoft		Hanson Robotics
	PTC	Oracle		Pal Robotics
	Salesforce	SAP		Robotis
	SAP	Splunk		Softbank Robotics
		Teradata		Alphabet/Waymo
				Aptiv
				General Motors
				Tesla

UNCTAD, ۲۰۲۱a.

شرکت‌های ایالات متحده با رنگ آبی چین به رنگ نارنجی؛ از جای دیگر، به رنگ بنفش.

جدول ۳ شرکت‌های ارائه دهنده عمده بر اساس فناوری

یکی از دلایل احتمالی برای نرخ نفوذ بالای شرکت‌های ایالات متحده در هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده و فناوری بلاکچین، رواج پلتفرم‌های رایانش ابری متعلق به شرکت‌های ایالات متحده است. خدمات تحت پوشش چنین پلتفرم‌هایی ممکن است متفاوت باشد، با این حال پلتفرم‌ها به طور کلی طیف گسترده‌ای از خدمات یک مرحله‌ای مرتبط با هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده و سایر موارد را به صورت انتفائی ارائه می‌دهند.

این تمرکز در پلتفرم‌های بزرگ احتمالاً ادامه خواهد داشت، زیرا کاربران بیشتری ترجیح می‌دهند از خدمات چنین پلتفرم‌هایی استفاده کنند تا سیستم‌های خود را بسازند و همزمان رقبای آن‌ها به دلیل تأثیرات شبکه، افزایش هزینه‌های سوئیچینگ برای کاربران و صرفه‌جویی در مقیاس، به سختی می‌توانند از این خدمات استفاده کنند (UNCTAD, ۲۰۱۹b).

ظرفیت تولید و تحقیق و توسعه فناوری‌های نوظهور یکی دیگر از عناصر مهم در انتشار صنعت نسل ۴/۰ است. در این راستا، UNIDO در گزارش توسعه صنعتی ۲۰۲۰، بر اساس کار فاستر-مک‌گرگور و همکاران (۲۰۱۹)، ارزیابی تجارت و ثبت اختراع فناوری‌های مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ را برای تولید ارائه می‌دهد و اقتصادها را به چهار دسته عمده تقسیم می‌کند. یعنی پیشتازان، پیروان، دیربازها و عقب مانده‌ها. پیشتازان ۱۰ اقتصاد بزرگ با بیش از ۱۰۰ درخواست ثبت اختراع جهانی در فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ پیشرو هستند که روی هم ۹۱ درصد از کل اختراعات جهانی و تقریباً ۷۰ درصد صادرات و ۴۶ درصد واردات را تشکیل می‌دهند. آن‌ها اقتصادهایی هستند که ایجاد، فروش و خرید محصولات با استفاده از چنین فناوری‌هایی را تسهیل می‌کنند.

پیروان، اقتصادهایی هستند که با چنین فناوری‌هایی درگیر هستند، اما سهم کمتری از ثبت اختراع و تجارت را در اختیار دارند. برخی از مبتکران پیرو،

درصد بالاتری از پتنت‌های جهانی را در اختیار دارند؛ صادرکنندگان پیرو، ارزش بالایی از صادرات فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ دارند و واردکنندگان پیرو، درصد بالایی از واردات چنین فناوری‌هایی را دارند. روی هم رفته، پیشتازان و پیروان حدود ۵۰ اقتصاد برتر جهان‌اند که به طور فعال با فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ درگیر هستند.

سایر کشورها در زمینه ثبت اختراع یا تجارت چنین فناوری‌هایی، سطوح پایین (متأخر) یا (وضعیت مشخص) فعالیت را نشان داده‌اند. علاوه بر این، حتی در میان ۵۰ اقتصاد پیشتاز و پیرو، فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ تنها در چند بخش مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تنها چند شرکت تولید هوشمند را اجرا کرده‌اند. در میان شرکت‌های دیرباز و عقب‌مانده، شرکت‌های تولیدی عمدتاً از فناوری‌های آنالوگ استفاده می‌کنند و هنوز در فرآیند پذیرش فناوری‌های دیجیتال هستند و تسلط کامل بر چنین فناوری‌هایی ندارند (UNIDO, ۲۰۲۰).

مزایای صنعت نسل ۴/۰ در تولید

استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید ممکن است منجر به بهره‌وری، بهره‌وری انرژی و دستاوردهای پایداری شود.

از نظر بهره‌وری، نظرسنجی‌های سطح شرکت در غنا، تایلند و ویتنام نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که از فناوری‌های پیشرفته تولید دیجیتال استفاده می‌کنند، حتی پس از کنترل سن شرکت، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و ماشین‌آلات، سرمایه انسانی و مشارکت زنجیره تامین جهانی، بهره‌ورتر می‌شوند (UNIDO, ۲۰۲۰).

در سطح شرکت، صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند منبعی برای افزایش بهره‌وری از طریق دیده شدن بیشتر هر مرحله از تولید و امکان شناسایی مناطق برای

بهینه سازی باشد. به عنوان مثال، یک مطالعه موردی در مکزیک در مورد یک کارخانه تولید ابزار برقی نشان داد که استفاده از برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی Wi-Fi متصل به شبکه تقریباً هر ماده در یک سیستم مکان‌یابی آنلاین به مدیران اجازه می‌دهد تا فرآیندها را کاهش داده یا سرعت بخشند و سرعت کارمندان را تعیین کنند. این اقدامات، منجر به راندمان کار بیشتر به میزان ۱۰ درصد و افزایش نرخ بهره‌برداری حیاتی از منابع کار به میزان ۸۰ تا ۹۰ درصد می‌شود (Enterprise Insights, ۲۰۱۸).

تولید هوشمند همچنین می‌تواند بهره‌وری را با کاهش زمان توقف و هزینه‌های نگهداری افزایش دهد. شرکت‌هایی که هزینه تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده را پذیرفته‌اند، ۲۰ تا ۳۰ درصد در هزینه‌های تعمیر و نگهداری صرفه جویی کرده‌اند (McKinsey Global Institute, ۲۰۲۰). به عنوان مثال، در پرتغال، یک کارخانه خودرو که سنسورهای لرزش و دما را روی دستگاہی با سابقه طولانی خرابی نصب کرده بود، با استفاده از اینترنت اشیا، قادر به شناسایی موارد عدم انطباق در مراحل اولیه بود و امکان تعویض برنامه ریزی شده و بازگشت را فراهم کرد.

دیجیتالی شدن فرآیندهای تولید می‌تواند فرصت‌هایی را برای صرفه‌جویی در انرژی از طریق بهینه‌سازی یا جایگزینی فناوری‌هایی که نیاز به انرژی بیشتر دارند و معرفی عملکردهای بهینه‌سازی انرژی و سازگاری در فرآیندهای کسب‌وکار ارائه دهد (UNIDO, ۲۰۱۷).

ادغام قابلیت‌های داده در ابزارها و سیستم‌های موجود می‌تواند منجر به بهبودهای عملیاتی و صرفه‌جویی در هزینه برای تولیدکنندگان شود. به عنوان مثال، در مطالعه موردی یک شرکت چند ملیتی که تجهیزات و خدمات را به صنعت پلاستیک ارائه می‌کند، استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰

باعث کاهش مصرف برق در یک نیروگاه تا حدود ۴۰ درصد شد. این شرکت از زیرپارامترها، یعنی حسگرهایی که جریان انرژی را اندازه‌گیری می‌کنند، برای اندازه‌گیری‌های خاص مصرف انرژی و فشار در چندین قطعه از تجهیزات استفاده کرد و دریافت که برخی از تجهیزات حتی زمانی که استفاده نمی‌شوند، نسبت ماشین‌آلاتی که با توان بیشتری کار می‌کنند، همچنان انرژی مصرف می‌کنند. این شرکت با بهینه‌سازی فرآیندهای خود، معادل بیش از ۲۰۰۰۰۰ دلار در سال در هزینه‌های انرژی صرفه جویی کرد (Efficiency Vermont, ۲۰۲۰).

در کارخانه‌های هوشمندی که از اینترنت اشیا و روبات‌ها استفاده می‌کنند، بهبود الگوریتم‌ها می‌تواند منجر به بهینه‌سازی مداوم و افزایش بهره‌وری انرژی شود. به عنوان مثال، یک تولیدکننده گوشی هوشمند مستقر در چین، از ایجاد تغییر در الگوریتم‌ها برای بهینه‌سازی عملکرد روبات‌ها بهره برد که منجر به افزایش ۵۰ درصدی بهره‌وری، بدون نیاز به خرید روبات‌ها یا ماشین‌های جدید شد (Automate, ۲۰۲۰).

کاهش ضایعات همچنین می‌تواند پایداری تولید را بهبود بخشد. صرفه جویی حاصل از استفاده از چاپ سه بعدی به جای روش‌های تولید سنتی می‌تواند در فرآیندهای تولید و با توجه به وزن و انرژی مصرفی محصولات با استفاده از قطعات تولید شده از طریق این چاپ قابل توجه باشد. به عنوان مثال، تولید مواد افزودنی در تولید قطعات سبک وزن کمتر حیاتی برای هواپیما، مانند براکت‌ها، لولاها، سگک‌صندلی‌ها و اثاثیه، می‌تواند منجر به کاهش بیش از ۵۰ درصدی وزن این قطعات و کاهش جرم هواپیما شود. این کار در نهایت منجر به کاهش ۴ الی ۷ درصدی وزن نهایی هواپیما و ۶/۴ درصدی سوخت مصرفی می‌شود (Huang et al, ۲۰۱۶).

۴ صنعت نسل ۴/۰ و نابرابری ها

با توجه به مزایای صنعت نسل ۴/۰ که در بخش ۳ ذکر شد و با توجه به نابرابری‌ها در توسعه و انتشار، چگونه ممکن است بر نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی تأثیر بگذارد؟

همانطور که در بخش دوم اشاره شد، عوامل متعددی بر نابرابری‌ها تأثیر می‌گذارند و فناوری‌ها تنها یکی از این عوامل هستند. تأثیر صنعت نسل ۴/۰ بر نابرابری‌ها را می‌توان از دو منظر در نظر گرفت، یعنی با توجه به کانال‌های اقتصادی که از طریق آن فناوری بر نابرابری‌ها (سود، دستمزد و مشاغل) تأثیر می‌گذارد و چارچوب امواج طولانی انقلاب‌های فناورانه. هر یک از این دیدگاه‌ها اطلاعاتی را ارائه می‌دهد که می‌تواند به ایجاد تصویری از چگونگی تأثیر توسعه و انتشار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید بر نابرابری‌ها در داخل و بین کشورها کمک کند.

تأثیرات بر نابرابری در سود، دستمزد و شغل

در سطح بالاتری از تحلیل، فناوری‌های جدید می‌توانند نابرابری‌ها را از طریق دیدگاه مردم به‌عنوان مصرف‌کننده و کاربران فناوری‌ها به‌عنوان محصولات نهایی، مانند استفاده از تلفن هوشمند برای برقراری ارتباط با دوستان، یا کاربران فناوری‌ها در فرآیندهای تولید، مانند استفاده از فناوری‌ها، تحت تأثیر قرار دهند (UNCTAD, ۲۰۲۱a).

تغییرات فناورانه باعث ایجاد، تخریب و تغییر مشاغل می‌شود و در نتیجه برندگان و بازندگان در این فرآیند به وجود می‌آیند و تجارت بین‌المللی این اثرات را به سراسر کشورها منتقل می‌کند.

همچنین بر سود و دستمزد تأثیر می‌گذارد که بر نابرابری بین خود حقوق بگیران و بین حقوق بگیران و صاحبان سرمایه و همچنین بین خود صاحبان سرمایه تأثیر می‌گذارد. نابرابری‌های رایج مربوط به سود، دستمزد و شغل است و می‌تواند در نقاط مختلف ساختار اقتصادی، به عنوان مثال، در میان مشاغل، شرکت‌ها و حوزه‌ها ایجاد شود (شکل ۵).

نابرابری درآمدی حاصل بین دو نفر نوعی، ترکیبی از تفاوت‌های مختلف است. به شیوه‌ای تلطیف‌شده، می‌توان این‌طور توصیف کرد: نابرابری‌ها ابتدا بین کسانی که شغل دارند و کسانی که بیکار هستند ظاهر می‌شود. در میان موارد اول، نابرابری‌ها می‌تواند بیشتر به دلیل تفاوت در دستمزدها ایجاد شود. چنین تفاوت‌هایی ناشی از تفاوت مهارت‌ها در همان شغل، در مشاغل درون یک شرکت، بین شرکت‌های درون یک حوزه و بین حوزه‌های داخل یک کشور است (al, ۲۰۱۷; Barth et al, ۲۰۱۶; Hartmann et al, ۲۰۱۷; Juhn et al, ۱۹۹۳; Mueller et al, ۲۰۱۷).

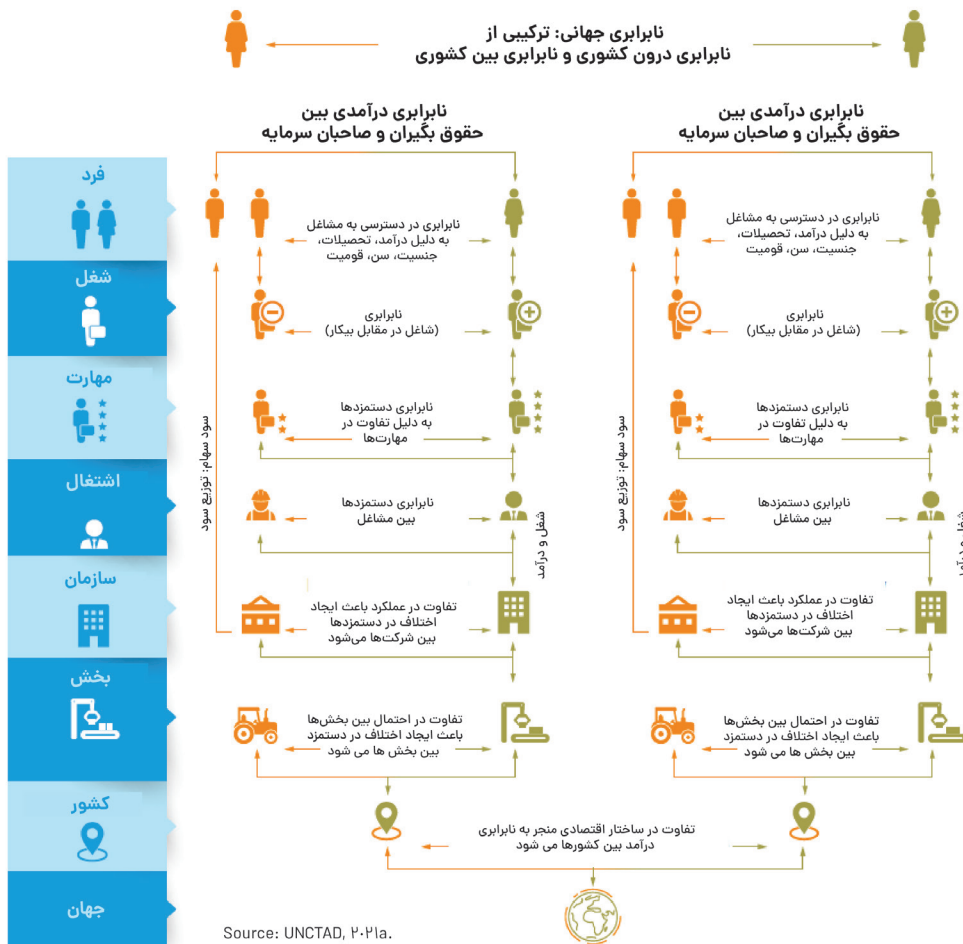
در هر یک از این سطوح، سلسله مراتبی از شایستگی و رقابت برای توزیع پاداش وجود دارد. به عنوان مثال، در یک شغل، برخی از مهارت‌ها بهره‌ورتر در نظر گرفته می‌شوند، تقاضای بیشتری دارند یا کمتر در دسترس هستند و می‌توانند دستمزد بالاتری داشته باشند (al, ۲۰۰۴; Leuven et al, ۲۰۰۶; Juhn et al, ۱۹۹۳; Keep et al, ۲۰۰۶).

نابرابری‌های درآمدی بین حقوق بگیران و صاحبان سرمایه نیز ظاهر می‌شود. سود شرکت‌ها از طریق سود سهام بین سرمایه‌گذاران توزیع می‌شود. دریافتی کارگران حرفه‌ای در برخی از شرکت‌ها نیز ممکن است با حقوق صاحبان سهام (سهام شرکت) به عنوان بخشی از غرامت پرداخت شوند و در نتیجه مالک سرمایه نیز شوند.

مالی شدن فزاینده اقتصاد و تضاد منافع احتمالی در تعیین دستمزد مدیران در شرکت‌های بزرگ، عوامل مهمی در نابرابری درآمد نیروی کار هستند (Lin and Tomaskovic-Devey, ۲۰۱۳).

با این حال، نحوه تقسیم سود بین کارگر و سهام‌دار به چارچوب‌های اجتماعی و اقتصادی، نحوه مذاکره گروه‌های مختلف در مورد تقسیم قدرت و سطوح نابرابری درآمد و ثروت که قابل تغییر تلقی می‌شوند بستگی دارد.

شکل ۵ نابرابری ها از منظر تولید



شکل ۵ نابرابری ها از منظر تولید

در عین حال، نابرابری‌های عمودی (غنی در مقابل فقیر) و نابرابری‌های افقی (بین گروه‌هایی که با ویژگی‌های فرهنگی یا شخصی تعریف می‌شوند) می‌تواند بر دسترسی به آموزش و انتخاب مشاغل، شرکت‌ها و بخش‌هایی که در آن کار می‌کنند، تأثیر بگذارد که در نهایت فرصت‌های کار و اشتغال را تحت الشعاع قرار دهد.

سطوح درآمد به عنوان مثال، در برخی مکان‌ها و موقعیت‌های خانوادگی، فقط پسران به مدرسه فرستاده می‌شوند و دختران برای انجام کارهای خانه در خانه می‌مانند و بنابراین دسترسی یکسانی به آموزش و فرصت‌ها برای توسعه مهارت‌های لازم برای یافتن شغل ندارند. علاوه بر این، برخی از صنایع مانند ساخت و ساز و معدن ممکن است در برخی کشورها به عنوان بخش‌هایی برای مردان در نظر گرفته شوند و زنان ممکن است در این بخش‌ها کار نکنند و گزینه‌های شغلی آن‌ها کاهش یابد.

نابرابری در تفاوت ساختارهای اقتصادی کشورها نیز دیده می‌شود. در یک کشور، بخش‌های موجود و سهم آن‌ها در تولید و اشتغال، ساختار اقتصادی و سطح ظرفیت‌های تولیدی و در نتیجه متوسط بهره‌وری و درآمد را مشخص می‌کند. بنابراین تفاوت در ساختارهای اقتصادی باعث نابرابری بین کشورها می‌شود.

سهم هر یک از این عناصر در نابرابری درآمد در یک کشور خاص مشروط به عوامل بسیاری از جمله نیروی کار، سیاست‌های اجتماعی و اقتصادی، سطح توسعه و اندازه بخش‌ها و شرکت‌ها است. برای مثال، مطالعه‌ای در مورد کاهش قابل توجه نابرابری درآمد در برزیل در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۲ نشان داد که اثرات ساختاری نه تنها معنی‌دار، بلکه مثبت نیز بود. آن‌ها ۴۰ درصد از کل کاهش نابرابری را به خود اختصاص دادند، به ویژه از طریق کاهش در حق

بیمه بهره‌وری شرکت (Alvarez et al, ۲۰۱۸).

در مقابل، مطالعه نابرابری در سوئد نشان داد که سهم کمتری از تفاوت‌های بین شرکت‌ها در دستمزد وجود دارد که به نهادهای ملی بازار کار نسبت داده می‌شود که دامنه تغییرات دستمزد بین شرکت‌ها را از طریق قراردادهای دستمزد جمعی کاهش می‌دهد (Akerman et al, ۲۰۱۳).

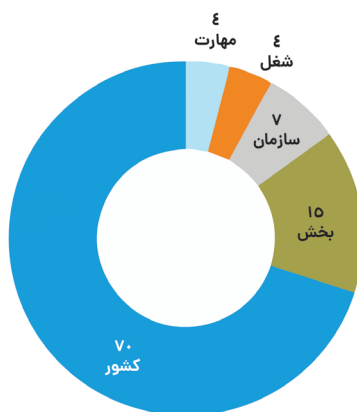
تئوری توسعه می‌تواند یک چشم‌انداز تقریبی از میزان متوسط سهم هر سطح در نابرابری ارائه دهد. برآوردها نشان می‌دهد که به طور کلی، کشور محل تولد حدود ۷۰ درصد از تغییرات درآمد جهانی را تعیین می‌کند، که نه تنها از نظر بزرگی مهم است بلکه به این دلیل که ۹۷ درصد از جمعیت جهان در کشور محل تولد خود باقی می‌مانند حائز اهمیت است (Milanovic, ۲۰۱۵).

نابرابری در سطح هر حوزه حدود ۲۰ درصد از تفاوت درآمد کارگران در یک کشور را تشکیل می‌دهد و تفاوت در سطح شرکت، حدود ۱۰ درصد. تفاوت در شغل و مهارت‌ها، همانطور که با سطح سواد و حساب اندازه‌گیری می‌شود، حدود ۱۰ درصد از تفاوت‌های بین کشوری در درآمد را تشکیل می‌دهد (Devroye and Freeman, ۲۰۰۱ و شکل ۶).

بنابراین، در کشورهای در حال توسعه کم درآمد و کشورهای کمتر توسعه یافته، تمرکز دولت‌ها بر کاهش نابرابری‌های بخش‌ها و نابرابری‌های بین کشوری موثرتر خواهد بود. برای کشورهایی که در لبه فناوری قرار دارند، تمرکز بر کاهش نابرابری در سطح شرکت و شغلی منجر به سود بیشتر خواهد شد.

شکل ۶

سهم منابع مختلف نابرابری در نابرابری درآمد جهانی (درصد)



Source: UNCTAD secretariat calculations, based on Milanović, ۲۰۱۰, and Devroye and Freeman, ۲۰۰۱.

شکل ۶ سهم منابع مختلف نابرابری در نابرابری درآمد جهانی (درصد)

با توجه به نقش صنعت نسل ۴/۰ در تولید، فناوری‌های جدید عمدتاً در مسیر نوآوری برای افزایش بهره‌وری استفاده می‌شوند. بنابراین، تأثیر مستقیم اولیه صنعت نسل ۴/۰ بر نابرابری مربوط به بهره‌وری شرکت در بخش‌ها و نابرابری در دستمزدها به دلیل تغییر در مشاغل و وظایف است.

شرکت‌های تولیدی که فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ را به کار می‌گیرند و محصولات جدید را معرفی می‌کنند، به دلیل موقعیت‌های انحصاری موقتی که تنها ارائه‌دهنده کالا یا خدمات جدید هستند، می‌توانند سود بیشتری نسبت به سایر شرکت‌های همان بخش کسب کنند.

انتظار می‌رود نوآوری در فرآیند با استفاده از فناوری‌های جدید موجب

صرفه جویی در نیروی کار و کاهش هزینه‌ها و احتمالاً قیمت‌ها، افزایش سهم و سود در بازار شود. این سودهای بالاتر، چه از طریق نوآوری در محصول یا فرآیند، می‌تواند به دستمزدهای متوسط بالاتر در شرکت‌ها سرایت کند و به نابرابری درآمد در سیستم تولید کمک کند. در عین حال، اجاره‌های شومپیتری «Schumpeterian rents» (اجاره‌های شومپیتری توسط نوآوران به دست می‌آیند و در بازه زمانی بین معرفی یک نوآوری و انتشار موفقیت آمیز آن رخ می‌دهند) یک انگیزه حیاتی برای نوآوری است.

با این حال، در بیشتر حوزه‌ها، اگرچه نوآوری برندگان و بازندگانی را در بین شرکت‌ها ایجاد می‌کند، اما نابرابری‌ها دائمی نیستند. رقابت انگیزه‌هایی را برای سایر شرکت‌ها در همان صنعت ایجاد می‌کند تا از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ برای تولید هوشمند استفاده کنند و تفاوت‌ها در سودآوری شرکت کاهش می‌یابد.

معرفی تولید هوشمند می‌تواند مشاغلی را در یک شرکت ایجاد، تغییر یا جایگزین کند. یکی از فرضیه‌های چگونگی ترکیب فناوری در مشاغل، تغییر فناوری مبتنی بر مهارت است که در آن فناوری مکمل کارگران ماهر است. با این حال، این فرضیه علیرغم موفقیت خود در تبیین چندین دهه اطلاعات، نمی‌تواند پدیده اخیر قطبی شدن مشاغل را که در طیف وسیعی از کشورهای توسعه یافته دیده می‌شود، توضیح دهد. (Acemoglu and Autor, ۲۰۱۱).

در سطح جهانی، کشورهایی با بخش‌های تولیدی فعال‌تر که در آن شرکت‌های بیشتری از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ استفاده می‌کنند، می‌توانند انتظار داشته باشند که افزایش بیشتری در بهره‌وری نسبت به سایر کشورها داشته باشند. در عین حال، کارگران ماهر ممکن است آمادگی بیشتری برای انتقال به تولید هوشمند داشته باشند و کمتر تحت تأثیر تغییرات در مشاغل و وظایف

قرار گیرند.

بنابراین، عملکرد نظام‌های اقتصاد در صادرات تولیدات با مهارت، فناوری و اشتغال با کیفیت بالا می‌تواند نشان دهنده اقتصادهایی باشد که در ابتدا ممکن است موقعیت بهتری برای بهره‌مندی از انتشار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ داشته باشند و می‌توان ارزیابی کرد که آیا این این الگو به افزایش یا کاهش نابرابری بین کشورها تمایل دارد (شکل ۷).

همانطور که در شکل نشان داده شده است، یک نسخه ساده شده از این تجزیه و تحلیل، نحوه عملکرد کشورها در صادرات تولیدی با مهارت و فناوری محور (به عنوان سهمی از کل صادرات) و اشتغال با مهارت بالا (به عنوان سهم جمعیت شاغل) را در نظر می‌گیرد و در نتیجه کشورها را به چهار گروه تقسیم می‌کند.

یک گروه از اقتصادها، از جمله ایالات متحده و بسیاری از اقتصادها در آسیای شرقی، اروپا و آسیای جنوب شرقی، شامل اقتصادهایی با سطوح بالایی از فرصت برای انتشار فناوری‌های صنعتی ۴/۰ هستند که دلیل آن تخصص آن‌ها در مهارت‌های بالا و فناوری فشرده است. هشت اقتصاد در این گروه سطوح عملکرد بالاتر از متوسط را نشان می‌دهند و ممکن است بیشترین سود را از صنعت نسل ۴/۰ در تولید نسبت به جمعیت و صادرات خود ببرند.

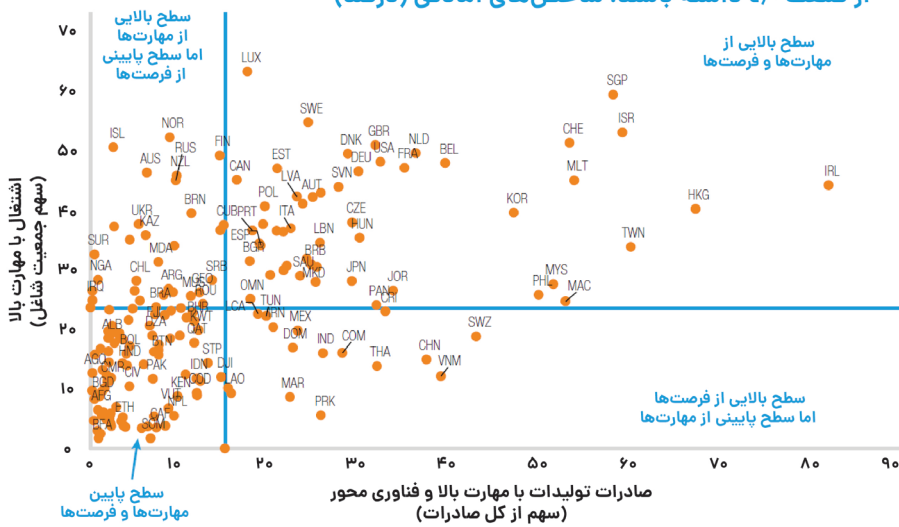
گروه دوم از اقتصادها، از جمله چین، هند، مکزیک، تایلند و ویتنام، شامل اقتصادهایی می‌شوند که با توجه به سهم صادرات فناوری‌های پیشرفته، از فرصت‌های بالایی برخوردارند، اما سهم اشتغال با مهارت‌های بالا کمتر از سطح جهانی است. میانگین آمار، نشان می‌دهد که فقدان مهارت ممکن است مانعی در گسترش گسترده فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید باشد.

گروه سوم از اقتصادها، از جمله کشورهای در حال توسعه که وابستگی بیشتری به کالاها در ساختار اقتصادی دارند، مانند آرژانتین، برزیل، شیلی، قزاقستان و نیجریه، شامل اقتصادهایی با سهم اشتغال با مهارت بالا است که بالاتر از سطح جهانی است.

آمار نشان‌دهنده پتانسیل نیروی کار برای انطباق با صنعت نسل ۴/۰ در تولید، اما فرصت کمتر از نظر شرکت‌ها در بخش‌های فناوری محور است. این اقتصادها ممکن است برای گسترش استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید فراتر از توان خود مشکل پیدا کنند.

شکل ۷

تعیین اینکه کدام اقتصادها ممکن است در ابتدا موقعیت بهتری برای بهره‌مندی از صنعت ۴/۰ داشته باشند: شاخص‌های آمادگی (درصد)



UNCTAD secretariat calculations, based on data from the UNCTADstat and the International Labour Organization databases.

شکل ۷ تعیین اینکه کدام اقتصادها ممکن است در ابتدا موقعیت بهتری برای بهره‌مندی

از صنعت نسل ۴/۰ داشته باشند: شاخص‌های آمادگی (درصد)

گروه چهارم از اقتصادها، از جمله بیشتر کشورهای در حال توسعه، شامل اقتصادهایی است که در هر دو شاخص سهمی کم‌تر از میانگین جهانی دارند. آن‌ها بخش‌های زیادی با فناوری بالا در ساختار اقتصادی یا مشاغل با مهارت بالا ندارند و بنابراین سرعت انتشار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند در این کشورها کندتر باشد. بنابراین تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که انتشار اولیه فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ به احتمال زیاد نابرابری بین کشورها را افزایش می‌دهد.

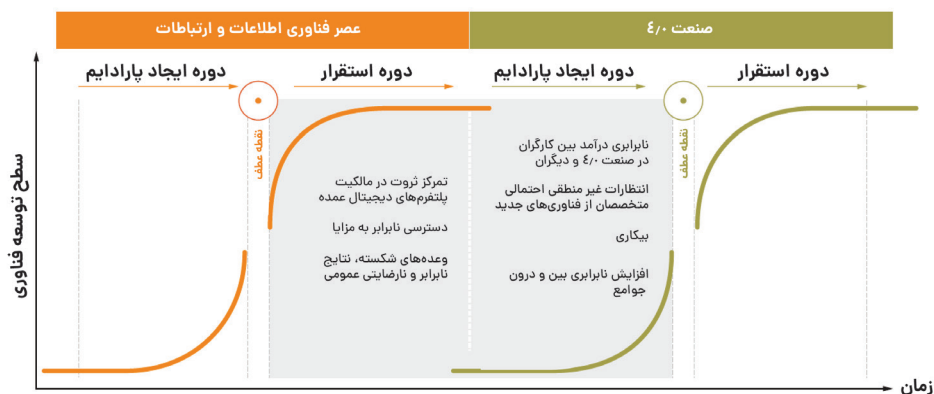
تأثیرات بر نابرابری‌ها از طریق انقلاب‌های فناورانه

بسیاری از بحران‌ها و عوامل بلندمدت می‌توانند بر نابرابری تأثیر بگذارند از جمله جنگ‌ها، بیماری‌های همه‌گیر و اثرات تجارت و جهانی شدن. چارچوب رابطه متقابل بین انقلاب‌های فناورانه و سرمایه‌ای نشان می‌دهد که چگونه مراحل مختلف در موج یک پارادایم فناوری-اقتصادی جدید می‌تواند بر نابرابری‌ها در کشورهای مرکز انقلاب تأثیر بگذارد (Perez, ۲۰۰۲; Perez, ۲۰۱۰). دو مرحله اصلی عبارتند از دوره ایجاد یک پارادایم جدید، که توسط عرضه نوآوری‌ها در صنایع اصلی است که راه‌حل‌های بالقوه را با فناوری‌های جدید بررسی می‌کند و در مرحله استقرار، که در آن فناوری‌های جدید در سایر بخش‌ها اعمال می‌شود (شکل ۸).

مرحله اول مستلزم ایجاد پارادایم فناوری جدید است که از چند بخش و مکان در مرکز موج فناوری شروع می‌شود، مانند بخش فناوری در ایالات متحده در مرحله ورود به عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات. در این مرحله، پتانسیل افزایش نابرابری درآمدی بین کارگران صنایع مختلف پارادایم جدید، از جمله امور مالی وجود دارد؛ به ویژه، این بخش که ممکن است انتظارات غیرمنطقی

احتمالی از سود بخش‌های فناوری جدید را تقویت کند و در جستجوی سودهای بیشتر از اقتصاد واقعی جدا شود.

شکل ۸ انقلاب‌ها و نابرابری‌های فناورانه



Source: UNCTAD, ۲۰۲۱a.

شکل ۸ انقلاب‌ها و نابرابری‌های فناورانه

بنابراین بخش پایانی مرحله ایجاد پارادایم ممکن است با نابرابری‌های شدید مشخص شود. تفاوت بخش مالی و سرمایه مولد می‌تواند منجر به ایجاد بحران‌های مالی شود که راه را برای تغییرات در جامعه و نهادها و سازگاری با پارادایم جدید فناوری-اقتصادی هموار می‌کند.

مرحله دوم مستلزم استقرار پارادایم فناوری است و تمایل دارد زمانی برای مشارکت عادلانه‌تر در رشد اقتصاد و توزیع سود باشد. با این حال، هنگامی که فناوری‌های جدید در پایان مرحله استقرار بخشی از جامعه و اقتصاد شدند، ممکن است زمان نارضایتی اجتماعی باشد.

پس از درک اینکه پیشرفت اجتماعی وعده داده شده از طریق استفاده از فناوری‌های جدید در میان افراد جامعه درک شد، ممکن است دوره‌ای از ادغام و تمرکز قدرت در چند شرکت باشد که باعث ایجاد ثروت قابل توجهی در دستان معدودی شود. با درنظر گرفتن اتفاقات اخیر، تأثیر صنعت نسل ۴/۰ بر نابرابری‌ها به این بستگی دارد که آیا جهان در آغاز یک پارادایم جدید فناوری-اقتصادی است یا اینکه صنعت نسل ۴/۰ ادامه عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات است؟

در سناریوی اول، کشورهایی که در لبه فناوری قرار دارند، در پایان مرحله استقرار عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات و شروع مرحله ورود به عصر صنعت نسل ۴/۰ هستند. این موضوع می‌تواند دوره‌ای از نارضایتی از نتایج نابرابر وعده‌های تحقق نیافته از طریق استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین تمرکز قابل توجه ثروت در میان صاحبان پلتفرم‌های دیجیتال عمده باشد. در عین حال، نگرانی‌هایی در مورد تأثیر احتمالی نابرابری ناشی از فناوری‌های جدید وجود دارد. با توجه به اینکه پارادایم جدید در مرحله اولیه است، چنین تأثیراتی هنوز محقق نشده‌اند، اما برخی راه‌هایی را پیش‌بینی کرده‌اند که از طریق آن می‌تواند نابرابری‌ها را از طریق تأثیر بر تولید و مصرف افزایش دهد.

در میان کشورهای در حال توسعه، از نظر تاریخی، مرحله ایجاد یک الگوی فناورانه جدید، فرصت‌هایی را برای برخی کشورها فراهم کرده است تا به پسرفت کرده و برخی دیگر پیشروی کنند. به عنوان مثال، در مرحله ورود به عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات، برخی از کشورهای آسیایی توانستند با توسعه قابلیت‌هایی برای ورود به بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات در هر دو بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار، از نظر فنی و اقتصادی عقب بیفتند و در نتیجه

تغییرات ساختاری به سمت بخش‌های صادراتی مبتنی بر فناوری ایجاد شد. (Fagerberg and Verspagen, ۲۰۲۱).

به طور مشابه، مرحله ورود به صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند زمانی اتفاق بیفتد که کشورهایی که وارد بخش‌های مرتبط با پارادایم جدید می‌شوند، رشد بیشتری را تجربه کرده و به لبه فناوری برسند. افزایش نابرابری درون کشوری در کشورهای فناور هم مرز ممکن است در چند دهه آینده مشاهده شود. در همان زمان، برخی از کشورهای در حال توسعه ممکن است عقب بیفتند و برخی دیگر ممکن است پیشروی کنند و فاصله خود را با کشورهای پیشرو کاهش دهند. با این حال، بیشتر کشورهای در حال توسعه هنوز باید پیش از پیشرفت در صنعت نسل ۴/۰، پارادایم‌های فناوری قبلی را دنبال کنند.

در سناریوی دوم، با افزایش بهره‌وری که در حال حاضر در بخش‌های فناوری تجربه می‌شود دوره‌ای از شکوفایی فزاینده در کشورهای توسعه‌یافته می‌تواند در میان سایر بخش‌های سنتی اقتصاد از طریق انتشار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ اتفاق می‌افتد رخ دهد. این امر همچنین می‌تواند دوره تثبیت شکاف فناورانه بین کشورهای لبه فناوری و سایر کشورها باشد. از لحاظ تاریخی، مسیرهای توسعه در مرحله ایجاد پارادایم اتفاق می‌افتد. بنابراین، در این سناریو، ممکن است سطوح پایین‌تری از نابرابری در داخل کشورهای در فناور وجود داشته باشد.

هر دو سناریو چشم‌اندازی ناگوار را برای اکثر کشورهای در حال توسعه ارائه می‌کنند، مگر اینکه اقدام مؤثری با حمایت جامعه بین‌الملل برای ترویج و حمایت از تنوع اقتصادی بیشتر به سمت صنایع و فرآیندهای با فناوری فشرده‌تر و در عین حال تلاش برای ورود به بخش‌های مرتبط با پارادایم جدید رخ دهد.

۵ چالش‌های خاص

علاوه بر افزایش بالقوه نابرابری درآمد بین کشورها به دلیل نابرابری‌های زمانی و جغرافیایی در انتشار تولید هوشمند، صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند به برخی چالش‌های بالقوه دیگر منجر شود. در مرکز این چالش‌ها دو ویژگی زیر از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ قرار دارد (Department of Economic and Social Affairs, ۲۰۲۰):

- **صرفه جویی در نیروی کار:** به کارفرمایان اجازه می‌دهد تا همان مقدار خروجی را با نیروی کار کمتر (جایگزینی نیروی کار با سرمایه) از طریق اتوماسیون تولید کنند، بنابراین نیاز به نیروی کار را کاهش می‌دهد.
- **سوگیری مهارت:** سطوح نسبتاً بالایی از مهارت برای استفاده از فناوری و بهره‌وری مورد نیاز است و تقاضا برای کارگران با مهارت بالا در مقایسه با کارگران کم مهارت افزایش می‌یابد.

جابجایی کارگران و نابرابری دستمزد

با توجه به ویژگی صرفه جویی در نیروی کار، پیش‌بینی‌های زیادی در مورد تعداد مشاغل که به دلیل فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ از دست خواهند رفت، وجود دارد. اکثر تخمین‌ها نتیجه می‌گیرند که خطر از بین رفتن بسیاری از مشاغل وجود دارد و این خطر در کشورهای در حال توسعه که تمایل به مشاغل معمولی‌تری دارند، حادثتر است. به عنوان مثال، تحقیقات نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه، دو سوم مشاغل مستعد اتوماسیون هستند. در کشورهای توسعه یافته، اکثر برآوردها حاکی از آن است که مشاغل با مهارت متوسط که روتین‌تر هستند، خطر جایگزین شدن

بیشتری دارند (Department of Economic and Social Affairs, ۲۰۲۰).

با این حال، اکثر سناریوهای هشداردهنده در نظر نمی‌گیرند که همه وظایف یک شغل خودکار نیستند و مهم‌تر از همه، محصولات، وظایف، تکنیک‌ها و فعالیت‌های اقتصادی جدید در سراسر اقتصاد ایجاد می‌شوند (UNCTAD, ۲۰۲۱a).

چندین اثر جبرانی وجود دارد که ممکن است در نظر گرفته نشده باشد. به عنوان مثال، اشتغال می‌تواند از طریق موارد زیر افزایش یابد: اشتغال بیشتر در بخش کالاهای سرمایه‌ای، کاهش قیمت‌ها، سرمایه‌گذاری‌های جدید، کاهش دستمزد، افزایش درآمد و معرفی محصولات جدید.

مکانیزم جبرانی از طریق معرفی محصولات جدید مهم‌ترین روشی است که از طریق آن می‌توان گرایش‌های صرفه جویی نیروی کار و نوآوری فرآیندی را متوازن کرد و در رابطه با تأثیر تغییرات فناورانه در کشورهای در حال توسعه، کانال‌های اصلی تأثیر تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است. (Vivarelli, ۲۰۱۴).

کشورهای در حال توسعه، به طور کلی، ممکن است به صورت قابل توجهی تحت تأثیر اتوماسیون قرار گیرند، با این حال کشورها دارای منابع مختلف، مزایای نسبی و بخش‌های ترکیبی هستند و همراه با عدم اطمینان در مورد اینکه کدام بخش‌ها ممکن است بیشتر مستعد جابه‌جایی شغل باشند (صنعت تولیدی می‌تواند مستعد اتوماسیون باشد. در صورت استفاده از رباتیک، هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های نوظهور) و اثرات کلی ممکن است آنطور که تخمین‌ها نشان می‌دهد ساده نباشد (UNIDO, ۲۰۱۹).

از نظر تجربی، شواهد قوی وجود ندارد که نشان دهد جابجایی شغلی در

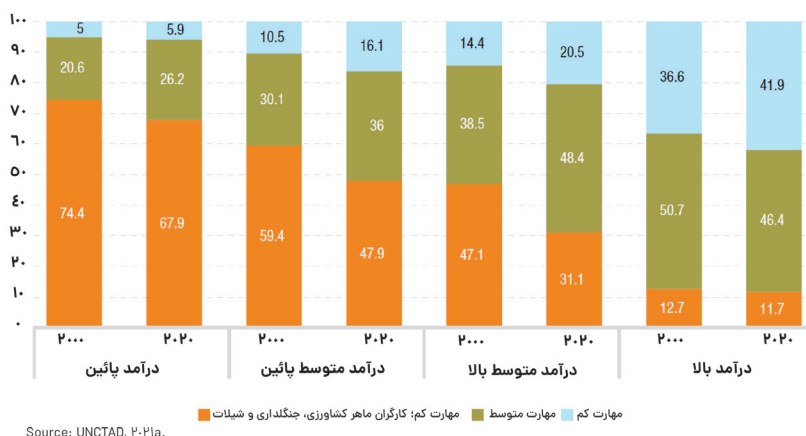
مقیاس بزرگ تنها به دلیل فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ است. در واقع، حداقل در ایالات متحده، که در آن پذیرش فناوری‌های صنعتی ۴/۰ پیشرفته است و همچنین محل استقرار شرکت‌های فناوری پیشرو در جهان است، رشد بهره‌وری نیروی کار در سال‌های اخیر کند شده است، که برخلاف آن چیزی است که تخمین‌ها نشان می‌دهند. این نکته نیز حائز اهمیت است که جایگزینی نیروی کار با سرمایه باید بهره‌وری نیروی کار را به ازای هر کارگر افزایش دهد (Krugman, ۲۰۲۱). در ایالات متحده، در ماه‌های اول همه‌گیری کرونا، روند افزایش اتوماسیون به دلیل کمبود نیروی کار وجود مشاهده می‌شد، اما اثر میان‌مدت و بلندمدت و تداوم این روند همچنان قابل مشاهده است (Ding and Molina, ۲۰۲۰).

گذشته از جابجایی کارگران، فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ نیز می‌توانند به طور بالقوه بر نابرابری دستمزد تأثیر بگذارند. ماهیت سوگیری مهارتی فناوری‌ها می‌تواند تقاضای بیشتری برای کارگران با مهارت بالا و تقاضای کمتری برای کارگران کم مهارت ایجاد کند و دستمزدها را برای گروه اول بالا برد و دستمزد دومی را کاهش دهد.

تفاوت در دستمزدها، حق بیمه مهارت (یا بازگشت به تحصیل)، در دهه‌های اخیر علی‌رغم رشد پیشرفت‌های تحصیلی در میان نیروی کار افزایش یافته است (Department of Economic and Social Affairs, ۲۰۲۰). این امر ممکن است منجر به این باور شود که سرعت توسعه فناوری سریعتر از رشد در پیشرفت تحصیلی (مسابقه بین فناوری و آموزش) بوده است، زیرا برای پیشرفت تحصیلی بیشتر باید حق بیمه مهارت را کاهش دهد. به طور متوسط، کشورهای با درآمد بالاتر درصد بیشتری از کارگران با مهارت بالا و کشورهای با درآمد پایین تر دارای درصد بیشتری از کارگران با مهارت پایین

هستند (شکل ۹). بنابراین، افزایش حق بیمه به دلیل توسعه صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند به ضرر کشورهای کم درآمد در سطح جهانی باشد.

شکل ۹
اشتغال بر اساس سطح مهارت به عنوان سهم از کل اشتغال مدنی (درصد)



شکل ۹ اشتغال بر اساس سطح مهارت به عنوان سهم از کل اشتغال مدنی (درصد)

توجه به این نکته مهم است که این تحلیل فرض می‌کند دستمزدها همیشه برابر با بهره‌وری یا سطح مهارت افراد است، اما عوامل تعیین‌کننده دیگری برای دستمزد وجود دارد. برای مثال، کاهش عضویت در اتحادیه‌های کارگری و ضعیف‌تر شدن قدرت چانه‌زنی می‌تواند دستمزدها را در سطوح بهره‌وری معین کاهش دهد (UNIDO, ۲۰۱۹).

علاوه بر این، کارفرمایان مسلط‌تر می‌توانند دستمزدهای کمتری را به کارمندان پردازند و از قدرت انحصاری در بازار کار استفاده کنند. در بالاترین سطح، ظهور مدیران برجسته‌ای وجود داشته که بسیار ماهر در نظر گرفته می‌شوند اما دستمزدهای قابل توجه بالایی دارند که نسبت به سطح بهره‌وری آن‌ها ممکن

است توجیهی نداشته باشد (Department of Economic and Social Affairs, ۲۰۲۰).

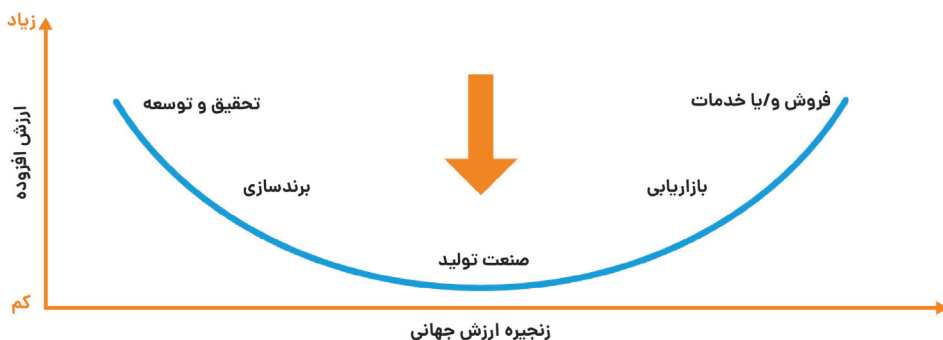
همه این عناصر می‌توانند منجر به افزایش حق بیمه مهارت شوند و بنابراین، اندازه‌گیری اثر خالص توسعه فناوری بر این حق بیمه دشوار است.

احیای تولید و تجدید ساختار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و زنجیره ارزش جهانی

با ظهور فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰، چشم‌انداز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و زنجیره ارزش جهانی ممکن است تغییر کند. از طریق استفاده از فناوری‌هایی که منجر صرفه‌جویی نیروی کار می‌شود مشاغل در کشورهای در حال توسعه با استفاده از فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و رباتیک در کشورهای توسعه‌یافته جایگزین می‌شوند و مزیت نسبی اولیه خود را در تولید و درون زنجیره ارزش جهانی کاهش می‌دهند که می‌تواند منجر به بازگرداندن تولید از کشورهای در حال توسعه به کشورهای توسعه یافته گردد.

فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ همچنین می‌توانند مزیت نسبی کشورهای توسعه‌یافته را در صنایع مبتنی بر مهارت و سرمایه که به دلیل فناوری‌های دیجیتال رایج شده‌اند، افزایش دهد. این اثرات می‌توانند «منحنی لبخند» زنجیره‌های ارزش جهانی را عمیق‌تر کنند (شکل ۱۰). در نتیجه کشورهای توسعه‌یافته ارزش بیشتری اضافه می‌کنند و کشورهای در حال توسعه سهم ارزش افزوده را در زنجیره‌های ارزش جهانی از دست می‌دهند (UNCTAD, ۲۰۱۸a).

شکل ۱۰ عمق منحنی لبخند زنجیره ارزش جهانی



Source: UNCTAD secretariat calculations, based on UNCTAD, ۲۰۱۸a.

شکل ۱۰ عمق منحنی لبخند زنجیره ارزش جهانی

از سوی دیگر، تصمیم‌گیری‌های اتخاذ شده در سطح شرکت در مورد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نه تنها بر هزینه‌های نیروی کار بلکه بر عوامل دیگری مانند دسترسی به بازار، محیط‌های سیاستی مطلوب و مشوق‌ها نیز مبتنی است.

فناوری‌های دیجیتال همچنین می‌توانند با پل زدن فاصله‌ها و کاهش هزینه‌های مربوط به تجارت و مونتاژ، مشارکت شرکت‌های بیشتری را در زنجیره ارزش جهانی تشویق کنند (World Trade Organization, ۲۰۱۹).

اخیراً در مطالعه‌ای بیان شد که بازگشت به خانه^۱ «reshoring» یک پدیده نادر است، اما همچنین ارتباطی بین پذیرش فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در کشورهای توسعه‌یافته و بازگشت به خانه پیدا می‌کند (International Labour Organization, ۲۰۲۰).

شواهد به دست آمده از ۲۵۰۰ شرکت از هشت کشور در اروپا^۱ نشان می‌دهد

۱ عمل انتقال یک عملیات تجاری که به خارج از کشور منتقل شده بود به کشوری که در ابتدا از آنجا نقل مکان کرده بود.

که این اتفاق امری رایج نیست. تنها ۵/۹ درصد از شرکت‌های مورد بررسی مجدداً تاسیس و ۱۶/۹ درصد از اقتصادهای نوظهور بازنشستگی کرده‌اند. دلیل اصلی بازنشستگی از اقتصادهای نوظهور، انعطاف‌پذیری در لجستیک به جای هزینه‌های نیروی کار بود (UNIDO, ۲۰۲۰).

حفاظت از کارگران در صنعت نسل ۴/۰

همانند انقلاب‌های صنعتی قبلی، ویژگی اصلی مورد انتظار انقلاب صنعتی چهارم، افزایش بهره‌وری است. پس از آن خواهد بود که به دلیل توسعه هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و کلان داده که امکان مدیریت موثرتر نیروی کار را فراهم می‌کند می‌توان به این امر دست یافت.

هسته اصلی حجم زیادی از داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از حسگرها، دستگاه‌ها، سیستم‌های موقعیت‌یابی جهانی، گزارش‌های عملکرد و رفتار افراد و همچنین رتبه‌بندی‌ها و ارزیابی‌های ارائه‌شده توسط کاربران، همراه با تحلیل‌های انجام‌شده از طریق استفاده از الگوریتم‌ها و هوش مصنوعی است (De Stefano, ۲۰۱۸).

استفاده از چنین داده‌هایی پتانسیل بهبود بهره‌وری و افزایش مزایای کارکنان را به همراه دارد. با این حال چندین نگرانی وجود دارد، به شرح زیر: نظارت و شیوه‌های آن می‌تواند منجر به نفوذ به حریم خصوصی کارگران شود. الگوریتم‌ها ممکن است بر اساس چشم‌انداز محدودی از بهره‌وری و کارایی (اغلب برای اجرای شیوه‌های کاری به موقع) بدون در نظر گرفتن هزینه‌های پنهان مرتبط با وظایف، توسعه داده شوند که منجر به شکست در دریافت عملکرد واقعی نیروی کار می‌شود. الگوریتم‌ها و هوش مصنوعی (به ویژه هوش خودآموز) مستعد تبعیض و نتایج غیر خنثی هستند و ممکن است مغرضانه

باشند یا به راحتی قابل دستکاری باشند؛ سوگیری‌های فرهنگی یا جنسیتی و سایر تعصبات و ترجیحات را منعکس کنند و حاوی خطا باشند (UNCTAD, ۲۰۲۱a).

با توجه به چنین نگرانی‌هایی، قراردادهای جمعی در کشورهای مختلف برای تنظیم استفاده از فناوری در نظارت بر کارکنان و هدایت کار با هدف حفظ کرامت انسانی و سلامت و ایمنی کارگران اجرا شده است. لازم به ذکر است که چنین تلاش‌هایی هنوز در مراحل اولیه هستند (De Stefano, ۲۰۱۸; De Stefano and Aloisi, ۲۰۱۸).

مفاهیم مرتبط با جنسیت

صنعت نسل ۴/۰ می‌تواند تغییرات مهمی در رابطه با قدرت، دانش و ثروت ایجاد کند و ممکن است بر پیگیری برابری جنسیتی تأثیر بگذارد. برای مثال، تقریباً چهار برابر تعداد زنان (۲۶ درصد) مردان (۷ درصد) به عنوان کارمند مشاغلی هستند که احتمال جایگزینی آن‌ها با رایانه و اتوماسیون بیشتر است. آیا انقلاب صنعتی چهارم «کور جنسیتی» خواهد بود؟ بررسی تأثیری که صنعت نسل ۴/۰ ممکن است از طریق دیدگاه جنسیتی داشته باشد بسیار مهم است. چگونه جامعه و به ویژه زنان تحت تأثیر این سرعت تند تغییرات فناورانه قرار خواهند گرفت؟ با توجه به وضعیت فعلی فناوری، ۱۰ درصد از نیروی کار، یا ۵۴ میلیون کارگر در ۳۰ کشور^۱، در معرض خطر بالای آواره شدن توسط فناوری در دو دهه آینده قرار دارند و نسبت بیشتری از زنان (۱۱ درصد) با آن مواجه هستند. خطر بالای اتوماسیون در مقایسه با مردان (۹ درصد)، با ۲۶ میلیون شغل زنان به طور بالقوه در این کشورها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (International Monetary Fund, ۲۰۱۸). با این حال، همانطور که در بخش ۵ بحث شد، این برآوردها مشاغل جدید و سایر اثرات جبرانی را در نظر

۱ ۲۸ کشور عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه؛ قبرس؛ سنگاپور

نمی‌گیرند. با این حال، آن‌ها این واقعیت را نشان می‌دهند که زنان معمولاً بیشتر از مردان در معرض خطر بیکار شدن هستند.

هوش مصنوعی در خط مقدم صنعت نسل ۴/۰ قرار دارد و بنابراین در نظر گرفتن روندهای جنسیتی در این بخش مفید است. داده‌های یادگیری ماشینی، الگوریتم‌ها و دیگر انتخاب‌های طراحی که سیستم‌های هوش مصنوعی را شکل می‌دهند، تمایل دارند تعصبات و تبعیض‌های موجود را منعکس و تقویت کنند، به‌ویژه در رابطه با جنسیت، زیرا زنان در این بخش کمتر حضور دارند. زنان تنها ۲۶ درصد از داده‌ها و موقعیت‌های مرتبط با هوش مصنوعی در نیروی کار را تشکیل می‌دهند. البته آمار بالاتری در برخی کشورها مشاهده شده است، اما هنوز کمتر از ۳۰ درصد است و بسیاری از کشورها ۱۸ درصد یا کمتر از زنان در این بخش را گزارش می‌کنند (World Economic Forum, ۲۰۱۸, ۲۰۲۰).

اثرات فناوری‌های جدید، به‌ویژه هوش مصنوعی، باید بهتر درک شود، زیرا چنین فناوری‌هایی می‌توانند از طریق تأثیر بر اشتغال زنان و مشارکت نیروی کار و دسترسی به منابع مالی، شتاب را در برابری جنسیتی معکوس کنند و در نتیجه بر فرصت‌های اقتصادی و معیشتی زنان تأثیر بگذارند. چنین درکی می‌تواند کمک کند تا بتوانیم به چگونگی استفاده از صنعت نسل ۴/۰ برای کاهش شکاف جنسیتی کمک کند.

۶ مهار صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر و پایدار

این فصل اقداماتی را که توسط دولتها، بخش خصوصی و سایر ذینفعان به منظور بهره مندی کشورهای در حال توسعه از صنعت نسل ۴/۰، کمک به اولویتهای توسعه ملی و سرعت بخشیدن به پیشرفت در جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار میتواند انجام شود را مورد بحث قرار میدهد. توصیههای ختمشی در این بخش به همراه مثالهای عینی مربوط به استراتژیها، سیاستها، برنامهها و ابزارهای ختمشی متمرکز بر صنعت نسل ۴/۰ «CSTD» و نهادهای سازمان ملل متحد ارائه شده است.

چندین کشور در حال توسعه، پذیرش جزئی فناوریهای صنعت نسل ۴/۰ را آغاز کردهاند و به تعبیرتی دیجیتالی کردن صنعت را انجام دادهاند. با این حال، دولتها با چالشهای مختلفی در ارتباط با زیرساختها، نهادهای حمایتی، نیروی کار ماهر مناسب و آمادگی عمومی صنایع کلیدی مواجه هستند. یکی از چالشهایی که دولتها با توجه به آمادگی صنایع با آن مواجه هستند، نیاز به پرورش درک سناریوهای آینده و آگاه ماندن از پیامدهای بالقوه، فرصتها و خطرات است. همچنین ایجاد اطمینان از زیرساختهای کافی، از جمله انرژی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای حمایت از پذیرش و اجرای صنعت نسل ۴/۰ یکی دیگر از چالشهای موجود است. وجود چنین زیرساختی کشورها را قادر میسازد تا از مزایای تغییرات تکنولوژیک بهره ببرند. چالشهای دیگری که ممکن است دولتها در ارتقای صنعت نسل ۴/۰ برای تسریع پیشرفت به سوی اهداف با آن مواجه شوند، به افزایش شکاف فناوری و دانش، پیامدهای آن برای مهارتها، برابری جنسیتی و افزایش نابرابریها مربوط میشود که باید برای

افزایش پذیرش جامعه برای تغییر مدیریت شوند.

پاسخهای استراتژیک به استقرار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ کاملاً زمینه‌ای (Contextual) است و اولویتها و ظرفیتهای ملی برای بسیج منابع و سطوح صنعتی‌سازی، زیرساخت‌های دیجیتال و قابلیت‌های فناوری و تولیدی را منعکس میکند. کشورهای توسعه‌یافته با پایگاههای تولیدی پیشرفته در حال حاضر در مرز پذیرش فناوری قرار دارند و پاسخهای سیاستی را بر حفظ و بازیابی رهبری تولید متمرکز کرده‌اند.

کشورهای در حال توسعه به دنبال کاهش شکاف فناوری، افزایش رقابت و گسترش مشارکت در بخشهای با ارزش افزوده بالاتر زنجیره‌های ارزش جهانی بوده‌اند. پاسخهای سیاستی بر تقویت نوآوری و پذیرش فناوری در تولید متمرکز شده‌اند و برخی از این کشورها شرکت‌هایی در لبه فناوری دارند که فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ را به کار می‌گیرند یا آماده استقرار آن هستند ولی چالش اصلی تسهیل استقرار در بخشهای سنتی تولید است.

کشورهای در حال توسعه، دارای تنوع کمتری از نظر فناوری پیشرفته هستند و حوزه‌های کمتری در این کشورها در معرض استقرار فناوری‌های صنعتی ۴/۰ قرار گرفته‌اند. به طور کلی می‌توان گفت کشورهای در حال توسعه سطوح پایینتری از ظرفیتهای فناوری و نوآوری دارند. آنها باید بر تنوع بخشیدن به اقتصادها، افزایش سهم تولید و ایجاد شرایط مورد نیاز برای ایجاد زیرساخت‌های دیجیتال و مهارتها برای آماده سازی برای استقرار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ تمرکز کنند.

حوزه‌های سیاستی حیاتی که ذینفعان کشورهای در حال توسعه باید در نظر بگیرند، صرفنظر از سطح فناوری باید به منظور کاهش نابرابریهای فناورانه و

درآمدی و حصول اطمینان از اینکه صنعت نسل ۴/۰ به کاهش نابرابریها در داخل کشورها کمک میکند، طراحی شوند:

ایجاد پیش شرط برای مهار صنعت نسل ۴/۰

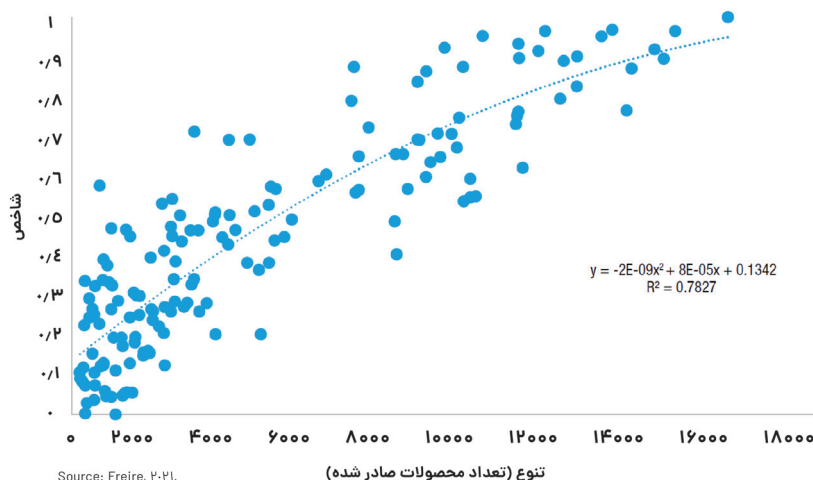
اگر کشورهای در حال توسعه، صنعت (تولید) ضعیف و زیرساخت دیجیتال و سطح مهارت پایینی داشته باشند، نمی‌توانند به طور گسترده از صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه استفاده کنند. در غیاب این عناصر، تعداد کمی از شرکتها در کشورهای در حال توسعه قادر به استفاده از فناوری‌های صنعتی ۴/۰ خواهند بود و حتی تعداد کمتری نیز قادر به استفاده از تولید هوشمند خواهند بود. کشورهای در حال توسعه ضمن تلاش برای ایجاد پیششرطهای صنعت نسل ۴/۰، باید چارچوب مورد نیاز برای استقرار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید را نیز ایجاد کنند، از جمله این چارچوبها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: توسعه استراتژی‌های ملی که به طور منسجم و هماهنگ، توسعه و استقرار صنعت نسل ۴/۰ را هدایت، میکند ایجاد یک مکانیسم چند ذینفعی که رویکرد مشارکتی را برای تقویت صنعت نسل ۴/۰ نهادینه میکند و ایجاد همکاری بین‌المللی برای تسریع انتقال فناوری و دانش و تنظیم یک رژیم مالکیت فکری فعال (UNIDO، ۲۰۲۰).

تنوع بخشیدن به اقتصاد و ایجاد یک بخش تولیدی

همانطور که در بخشهای ۳ و ۴ بحث شد، توسعه صنعت نسل ۴/۰ تنها در کشورهای توسعه یافته و در حال ظهور آغاز شده است. اما برای تحقق ساختار تولید در کشورهای در حال توسعه، به ویژه کشورهای کم درآمد و کشورهای کمتر توسعه یافته، راههایی وجود دارد. این موضوع به دلیل این واقعیت است که امواج تغییرات فناوری در یکی دو کشور از پیشرفتهترین کشورها از

نظر فناوری شروع می‌شود، سپس در سراسر جهان گسترش می‌یابد، ابتدا به سایر اقتصادهای پیشرفته، سپس به بخشهای پیچیده‌تر در اقتصادهای نوظهور نمایان خواهد شد. یکی از دلایل این امر این است که کشورهای در حال توسعه با تنوع کمتر، ساختارهای تولیدی دور از بخشهای اصلی پارادایم فناوری جدید (مانند رایانهها و محصولات دیجیتال) دارند و اگر اقتصادشان متنوع نباشد، ممکن است زمان بیشتری برای استقرار فناوریهای جدید در پایگاههای تولید طول بکشد. سطح بالایی از تنوع با آمادگی بیشتر برای استفاده، پذیرش و تطبیق فناوریهای مرزی، بر اساس شاخص آمادگی فناوری مرزی همراه است (شکل ۱۱). بنابراین، ترویج تنوع میتواند استقرار این موج جدید فناوری را تسهیل کند.

شکل ۱۱
ارتباط بین شاخص آمادگی فناوری «UNCTAD» و تنوع بخشیدن به اقتصادها، ۲۰۱۹



شکل ۱۱ ارتباط بین شاخص آمادگی فناوری «UNCTAD» و تنوع بخشیدن به اقتصادها، ۲۰۱۹

برای تسهیل موفقیت‌آمیز انتشار گسترده فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ و بهره‌برداری از مزایای آن، کشورهای در حال توسعه باید با تسلط بر فناوری‌های موجود (ماشین‌آلات و تجهیزات اتوماسیون) پایه‌های تولید را متنوع کنند. در غیر این صورت، آن‌ها در معرض خطر عقب ماندن هستند. این رویکرد به سطح توسعه اقتصادی و ساختار اقتصادی در هر کشور بستگی دارد.

در عمل، تمرکز یک چارچوب سیاست ملی باید بر روی اهداف سیاستی باشد که بیشتر به پایه تولید بنا نهاده شود. به عنوان مثال، کشورهایی که تنوع کمتری دارند ممکن است بر تنوع بخشیدن به اقتصادها، بر یادگیری فناورانه و تسلط بر فناوری‌های مورد استفاده در بخشهایی که کشور در تلاش برای ترویج آن است، برای افزایش مشاغل و ارزش افزوده تمرکز کنند. در این راستا، کشورهای در حال توسعه، به ویژه کشورهای کم درآمد و کشورهای کمتر توسعه یافته، باید به مبانی توسعه اقتصادی، با تمرکز بر استراتژی‌ها و برنامه‌های توسعه در تنوع بخشیدن به اقتصاد، تغییر تولید و اشتغال در فعالیتهای اقتصادی از ارزش افزوده پایین بازگردند. دولت نقش مهمی در پیشبرد و تسهیل ظهور ظرفیتهای تولیدی در بخش صنعتی، به ویژه (اما نه لزوماً منحصرأ) در بخش خصوصی ایفا میکند. دولت‌ها باید شناسایی بخشهای بالقوه برای تنوع و ورود کسبوکارها به این بخشها را تسهیل کنند و بخشهای بالقوه جدید و کلیدی منافع ملی مانند ایجاد شغل، امنیت غذایی، امنیت انرژی، صنعتی‌سازی و تحول دیجیتال، تقویت اثربخشی سیستمهای نوآوری برای حمایت از تنوع، ایجاد انسجام بین سیاست علم، فناوری و نوآوری و سایر سیاست‌های اقتصادی (مانند صنعتی، مالی، تجاری و آموزشی) را ارتقا دهند. نگرانی در مورد تأثیر تولید بر محیط زیست و مرتبط با خطرات تغییرات آب و هوایی باید در مرکز چنین استراتژی‌ها و برنامه‌هایی قرار گیرد که تنوع و ارتقای فناوری به سمت تولید سبزتر و اقتصاد

چرخشی را ترویج میکند.

توسعه زیرساخت دیجیتال

زیرساخت دیجیتال پیش شرطی برای ترویج استفاده، پذیرش، انطباق و توسعه فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ توسط شرکت‌ها و مشاغل، از جمله شرکت‌های کوچک است. زیرساخت‌های فیزیکی، همراه با فناوری‌های دیجیتال، به اقتصاد اجازه می‌دهد تا فعالیتهای اقتصادی را دیجیتالی کند (Brennen and Kreiss, ۲۰۱۴). استقرار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ به زیرساخت‌ها، پلتفرمها و داده‌های دیجیتال نیاز دارد. زیرساخت دیجیتال پیچیده است و به طور کلی شامل شبکه‌های فناوری اطلاعات (زیرساخت دیجیتال اصلی برای اتصال)، زیرساخت‌های داده (مراکز داده، کابلهای زیردریایی و زیرساخت‌های ابری)؛ پلتفرمهای دیجیتال؛ و دستگاهها و برنامه‌های دیجیتال (UNCTAD, ۲۰۱۹b). است. کیفیت دسترسی به اینترنت به طور مستقیم بر توانایی شرکت‌های کشورهای در حال توسعه برای استفاده از فناوری‌های دیجیتال تأثیر می‌گذارد. بررسی رابطه بین در دسترس بودن پهنای باند و ارتقاء مهارتها در آفریقا منجر به بهبود بهره‌وری در اتیوپی و افزایش صادرات از چندین کشور شده است (Hjort and Poulsen, ۲۰۱۹). کاهش هزینه‌های مخابراتی و اتصال به اینترنت سریعتر میتواند شرکت‌های کوچک را قادر سازد بر موانع مربوط به اطلاعات برای ورود و شکست بازار غلبه کند.

با این حال، شکاف دیجیتالی قابل توجهی در سطح جهانی بین کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه و بین کشورهای در حال توسعه و کشورهای کمتر توسعه یافته وجود دارد (Banga and Te Velde, ۲۰۱۸). این امر بر نابرابری بین کشورها تأثیر می‌گذارد، زیرا فعالیتهای تولیدی به تدریج دیجیتالی

میشود و رقابت تجاری کشورهای توسعه یافته را بیشتر میکند (UNCTAD, ۲۰۱۷). در کشورهای کمتر توسعه یافته، شرکت‌های کوچک ۲۲ درصد از امتیاز اتصال به اینترنت شرکت‌های بزرگ را به دست می‌آورند، در مقایسه با نرخ شرکت‌های کوچک در کشورهای توسعه یافته که ۶۴ درصد است (International Trade Centre, ۲۰۱۵). عدم دسترسی مداوم به اینترنت مانعی بر سر راه توسعه شرکت‌های کوچک در کشورهای در حال توسعه است و شرایط رقابتی نابرابر را در مقایسه با کشورهای توسعه یافته ایجاد میکند (International Trade Centre, ۲۰۲۱). علاوه بر این، شرکت‌ها در بسیاری از کشورهای در حال توسعه کمدرآمد نیز با محدودیتهای مرتبط با برق مواجه هستند که بر توانایی استفاده از اینترنت تأثیر میگذارد، با محدودیتهای عملیاتی به دلیل قطع برق مکرر؛ برای مثال در بسیاری از کشورهای جنوب صحرای آفریقا (Cirera, Comin, Cruz and Lee, ۲۰۲۱, for a discussion in the context of Senegal). میزان دیجیتالی شدن نیز در کشورهای در حال توسعه و کشورهای کمتر توسعه یافته به طور قابل توجهی متفاوت است. به عنوان مثال، در سنگال، ۷۵ درصد از شرکت‌های بزرگ به اینترنت دسترسی دارند، اما تنها ۳۴ درصد از شرکت‌های با بیش از پنج کارمند به اینترنت دسترسی دارند (Cirera, Comin, Cruz and Lee, ۲۰۲۱). در مقایسه با کشورهای آسیایی، کشورهای آفریقایی به طور متوسط سرعت دانلود و آپلود بسیار پایینتری دارند و با تأخیر بیشتری در پردازش داده‌های شبکه مواجه هستند (Banga and Te Velde, ۲۰۱۸). علاوه بر این، کشورهای کمتر توسعه یافته عمدتاً از فناوری‌های پهن باند استفاده موند نمیکنند (International Telecommunication Union (ITU), ۲۰۲۱).

همانطور که تجربیات توسعه تجارت الکترونیک نشان داده است، دسترسی آسان به اینترنت لزوماً به این معنی نیست که شرکت‌ها از فناوری‌های صنعت

نسل ۴/۰ استقبال میکنند. در سال ۲۰۰۴، نتایج بررسیها در بنگلادش، مصر، کنیا، مراکش، نیجریه، سنگال، آفریقای جنوبی و اوگاندا نشان داد که در حالی که دسترسی به اینترنت در بین مشاغل نسبتاً بالا بود، پذیرش فرآیندهای کسب و کار الکترونیکی پایین بود (UNCTAD, ۲۰۰۴). در سال ۲۰۲۱، یک نظرسنجی در ویتنام منجر به نتایج مشابهی شد که به موجب آن علیرغم دسترسی تقریباً جهانی به اینترنت، درصد شرکتهایی که از وبساینها، رسانه‌های اجتماعی و رایانش ابری استفاده میکردند، در سطح پایینی باقی مانده است (Cirera, Comin, Marcio, et al, ۲۰۲۱). این چالش ظرفیت پایین فناوری و نوآوری در کشورهای در حال توسعه را برجسته میکند. بسیاری از کشورهای در حال توسعه با سطوح پایین توسعه فناوری مکانیزمهای محدودی دارند که از طریق آن میتوانند پذیرش فناوری‌های جدید را القا کنند.

دولتها در کشورهای در حال توسعه باید در جهت فراهم کردن دسترسی مقرون به صرفه و با کیفیت بالا به اینترنت برای بخشهای تجاری تلاش کنند. جنبه‌های کلیدی سیاستی شامل بسیج سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، اعم از دولتی و خصوصی و ایجاد یک محیط نظارتی است که رقابت سالم در بخش مخابرات را فراهم میکند. سرمایه‌گذاری زیرساختی باید در چارچوب تحول ساختاری قرار گیرد تا به کشورهای در حال توسعه که ظرفیتهای صنعتی دارند، چشم‌اندازی جایگزین برای نحوه برنامهریزی، اجرا و هماهنگی چنین سرمایه‌گذاریهایی ارائه دهد. دولتها همچنین باید سعی کنند شکاف ارتباطی بین شرکتهای کوچک و بزرگ در کشورهای در حال توسعه کم درآمد و کشورهای کمتر توسعه یافته را پر کنند.

ایجاد مهارت برای صنعت نسل ۴/۰

دولتهای کشورهای در حال توسعه باید اطمینان حاصل کنند که کسبوکارها، از جمله شرکتهای کوچک، از مهارتها و دانش دیجیتال برای استفاده کارآمد از فناوری اطلاعات و ارتباطات در عملکردهای مختلف تجاری مانند تحقیقات بازار، توسعه محصول، منبعیابی، تولید، فروش و خدمات پس از فروش برخوردار هستند (World Trade Organization, ۲۰۱۸). با افزایش رشد سریعتر فناوری نسبت به مهارتها، خطر عدم تطابق مهارتها نیز افزایش مییابد (Banga and Te Velde, ۲۰۱۸). نیاز به توسعه مهارتها و سایر قابلیت‌های مرتبط در بسیاری از کشورها وجود دارد تا امکان استقرار فناوری‌های صنعتی ۴/۰ فراهم شود (UNCTAD, ۲۰۲۱a). به عنوان مثال، کنیا در حال اجرای یک برنامه ظرفیت‌سازی جامع بر اساس یادگیری تجربی است تا نیروی کار ماهر برای صنعت نسل ۴/۰ آماده کند. آفریقای جنوبی نیز با ارائه مهارتهای مرتبط مورد نیاز برای دنیای دیجیتال با هدف افزایش تعداد جوانان و بزرگسالان دارای مهارتهای شغلی، مشاغل مناسب و کارآفرینی و همچنین کاهش تعداد احتمالی از دست دادن شغل به دلیل اتوماسیون و دستیابی به اهداف مشخص شده در برنامه توسعه ملی و در چارچوب اهداف توسعه پایدار ترویج کرده است.

کشورها نیاز به ایجاد و جذب نیروی کار ماهر دارند تا فرار سرمایه انسانی شامل افرادی که دارای مهارتهای برتر هستند را به حداقل برسانند یا معکوس کنند. سیاست‌گذاران باید مشوقهایی را برای حفظ متخصصان ماهر یا جذب مهاجران ماهر در نظر بگیرند. به عنوان مثال، در لتونی، دولت کویپنهای نوآوری و پشتیبانی برای جذب متخصصان بسیار ماهر را طراحی و اجرا کرده است.

تدوین استراتژی‌های ملی برای صنعت نسل ۴/۰

وجود یک استراتژی ملی برای صنعت نسل ۴/۰ به منظور هدایت تلاشهای نوآورانه به سمت توسعه و به کارگیری فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در تولید بسیار مهم است. چنین استراتژی باید سرمایه‌گذاری مورد نیاز در زیرساخت‌های فیزیکی و ظرفیت انسانی، از جمله آموزش مهارت‌های دیجیتال جدید مورد نیاز را شناسایی کرده و بخش‌های کلیدی که نیاز به تقویت ظرفیت دارند و جنبه‌هایی از محیط نظارتی که نیازمند تغییرات است را تطبیق دهند. چنین استراتژی می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد و می‌تواند یک استراتژی ملی مستقل باشد یا بخشی از استراتژی‌های ملی برای صنعتی سازی و تولید یا سیاست علم، فناوری و نوآوری باشد. همسو کردن سیاست‌های نوآوری و صنعتی، مهار صنعت نسل ۴/۰ برای تولید بسیار مهم است. تمرکز بر افزایش رشد بهره‌وری مستلزم سیاست‌های نوآوری و صنعتی مختلف، از جمله پروژه‌های مشارکتی بیشتر است. سیاست‌های همسو با سیاست علم، فناوری و نوآوری و صنعت باید شرکت‌ها را به هسته توسعه فناوری مرزی بکشاند و در نتیجه سطح بهره‌وری نیروی کار را بهبود بخشد (UNCTAD, ۲۰۲۱a).

این امر بخش‌های تولید سنتی را قادر می‌سازد تا به فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ دسترسی داشته باشند و از کانال‌های متعدد انتشار فناوری، از جمله FDI، تجارت، حقوق مالکیت معنوی، ثبت اختراع و تبادل دانش و دانش بهره ببرند (UNCTAD, ۲۰۲۱a).

تجارب در کشورهایی با استراتژی‌های ملی برای اتخاذ تولید پیشرفته نشان می‌دهد که آن‌ها به دنبال به کارگیری فناوری‌های صنعتی ۴/۰ برای حفظ یا افزایش رقابت تولید بوده‌اند. بسیاری از کشورها قصد دارند در رژیم تولید جدید جزو رهبران باشند. تغییر الزامات مهارت‌های سیستم‌های جدید با تاکید بر آموزش در سطح تکنسین و بر گسترش مهارت‌ها در علوم، فناوری، مهندسی و

ریاضیات مورد توجه قرار گرفته است. فرصت گسترش مشاغل تولیدی جدید در مناطق نابرابر بخشی از اکثر برنامه‌ها است. استراتژی‌های ملی برای صنعت نسل ۴/۰ همچنین می‌تواند نوآوری را برای رسیدگی به چالش‌های اجتماعی هدایت کند. گزارش فناوری و نوآوری ۲۰۲۱ نمونه‌هایی از چنین استراتژی‌هایی را در زمینه تغییرات آب و هوایی، پیری جمعیت، مانند ژاپن، و رسیدگی به نابرابری‌های منطقه ای، مانند مکزیک و آفریقای جنوبی، ارائه می‌دهد.

تقویت همکاری چندجانبه

دولتها، بخش‌های تجاری، دانشگاه‌ها و سایر ذینفعان باید با یکدیگر همکاری کنند تا گسترش صنعت نسل ۴/۰ در هر کشور را به شیوه‌های هماهنگ و با هدف توسعه ملی مانند تحول ساختاری، تنوع اقتصادی و ایجاد شغل پیش ببرند. بسیاری از کشورها می‌توانند از ایجاد فضاها یا مکانیزم‌های نهادی برای گرد هم آوردن همه شرکای مربوطه برای توسعه چشم انداز مشترک برای صنعت نسل ۴/۰ و هماهنگی اجرای فناوری‌های مرتبط سود ببرند. عملکرد روان یک سیستم ملی نوآوری اغلب به ساختار حکمرانی خوب و مشارکت دولتهای ملی و منطقه‌ای و بازیگران کسبوکار، دانشگاه‌ها و سازمانهای تحقیقاتی مرتبط است. در کشورهایی که نابرابری‌های منطقه‌ای قابل توجهی دارند، ایجاد یک ساختار حکمرانی چند سطحی می‌تواند به توزیع رشد اجتماعی-اقتصادی در سطح منطقه‌ای داخل کشور کمک کند. ساختار سیستم نوآوری ملی برای اجازه دادن به سازمانهای دولتی برای همکاری نزدیک به منظور توسعه استانداردهای فناوری (مثلاً در مصر) یا ارائه سیاست‌های پیچیده و تغییرات قانونی و نظارتی (مانند تایلند) اهمیت دارد.

نمونه‌ای از سازوکار چند ذینفعی برای صنعت نسل ۴/۰، Camara ۴/۰ یا

Chamber ۴/۰ در برزیل است که در سال ۲۰۱۹ ایجاد شد تا بازیگران دولتی و نمایندگان بخشهای صنعتی و دانشگاهی را با هماهنگی وزارت علوم، فناوری و نوآوری گرد هم آورد. وزارت اقتصاد این کشور، ابتکاراتی را برای تقویت توسعه صنعتی ملی از طریق پذیرش فناوریهای صنعت نسل ۴/۰، ارتقای افزایش بهرهوری، رقابتپذیری و توسعه اقتصادی تدوین و اجرا کرد. در سوئیس، ابتکار خصوصی Industrie ۲۰۲۵، که توسط انجمنهای صنعتی مختلف تأسیس شده است، سهامداران را برای ایجاد تحول دیجیتال در بخش تولید ملی گرد هم میآورد.

ایجاد مشارکت در سطح بین‌المللی

بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌توانند از گنجاندن یک بعد بیرونی در استراتژی‌های ملی از مزایای صنعت نسل ۴/۰ بهره‌مند شوند. دانش فراملی، تبادل اطلاعات و همکاریها میتواند فرصتهای ارزشمندی را برای ساختن زنجیرههای ارزش جدید و مشارکت در زنجیرههای ارزش موجود منطقی و قارهای ارائه دهد. به عنوان مثال، منطقه تجارت آزاد قاره آفریقا میتواند به کشورهای آفریقا کمک کند تا زنجیرههای ارزش منطقی را توسعه دهند و از آن برای ترویج پذیرش فناوریهای نوظهور در زمینهای مهم مانند حمل و نقل و تدارکات، فناوری مالی، شهرهای هوشمند و مراقبتهای بهداشتی کم هزینه و با کیفیت بالا و مقرون به صرفه استفاده کنند. (UNCTAD, ۲۰۲۱a). نمونههای متعددی در این زمینه وجود دارد. جمهوری دومینیکن، به عنوان بخشی از استراتژی ملی خود، با اسپانیا در زمینه دیجیتالی سازی صنعتی که شامل چهار دوره آموزشی در دانشکده سازمان صنعتی بود با هدف پرورش متخصصان در کشور خود و همچنین امضای موافقت‌نامه‌هایی در حوزه وزارت صنعت و تجارت همکاری میکند. وزارت صنعت، بازرگانی و گردشگری جمهوری دومینیکن و اسپانیا،

برای ترویج دیجیتالی شدن در بخش صنعتی، با تمرکز بر افزایش ارزش افزوده صنعتی، صلاحیت اشتغال در این بخش و توسعه و استقرار راه‌های دیجیتالی برای صنعت، یک کمیته مشترک در صنعت نسل ۴/۰ برای اجرای اقدامات و تصویب پروژههای مشترک و بررسی سیر تحول آن‌ها ایجاد کرده‌اند. در مصر، مشارکتهای بین‌المللی به منظور بسیج منابع و ارائه کمکهای فنی با توجه به ابزارهایی برای تغییر و ترکیب خط مشی فعلی و ایجاد انگیزه برای پذیرش صنعت نسل ۴/۰ در سطح شرکت‌ها و همچنین حفظ و توسعه استعدادها کلیدی تلقی میشوند. در سال ۲۰۱۹، دولت پرو طرح « Prospecta Americas » را با همکاری کمیسیون بین‌آمریکایی علم و فناوری سازمان کشورهای آمریکایی برای ترویج استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰، از جمله مطالعات آینده‌نگر و نظارت فناوری بر صنعت نسل ۴/۰، راه‌اندازی کرد..

ترویج پذیرش صنعت نسل ۴/۰

افزایش آگاهی در بین مشاغل

کشورهای در حال توسعه نیاز به افزایش آگاهی از صنعت نسل ۴/۰ در بخشهای مختلف و تأثیرات مثبت فناوری‌های مرتبط دارند. برای افزایش آگاهی، دولت‌ها می‌توانند جلسات و فعالیتهایی را برای ارتقای مزایای صنعت نسل ۴/۰ ترتیب دهند. دولت‌ها همچنین می‌توانند با ترویج تحول صنعتی با ذینفعان مربوطه در هر بخش به این امر کمک کنند. به عنوان مثال، در جمهوری دومینیکن در سال ۲۰۱۹، چندین مؤسسه کنفرانسی در مورد صنعت نسل ۴/۰ برای ترویج تحول صنعتی به عنوان بخشی از استراتژی تحول فناوری برای سیستم صنعتی ملی برگزار کردند. دولت‌ها همچنین می‌توانند ابتکارات نمایشی را در پارکهای علمی، انکوباتورها، شتابدهنده‌ها و آزمایشگاههای نوآوری ترتیب

دهند (UNCTAD, UNCTAD, ۲۰۱۸b, ۲۰۱۹b). به عنوان مثال، در جمهوری اسلامی ایران، این امر یکی از ارکان سیاست‌های مرتبط با هدف توسعه صنعت نسل ۴/۰ از طریق ترویج تجاریسازی سریعتر فناوری‌های دیجیتال و تولیدی پیشرفته از طریق هابها و شتابدهنده‌های دیجیتال است. به عنوان بخشی از طرح‌های نمایشی، دولت‌ها باید دانشگاه‌ها، سازمان‌های تحقیقاتی و جامعه مدنی را تشویق کنند تا با بخش خصوصی برای استقرار فناوری‌های جدید همکاری نزدیک داشته باشند (UNCTAD, ۲۰۲۱a). برای مثال، بلاروس انتقال فناوری را برای ترویج فناوری‌های توسعه‌یافته در داخل و خارج از کشور، به هدف تضمین رشد پایدار اقتصاد ملی و افزایش رقابت‌پذیری صنعت و کشاورزی ملی ایجاد کرده است. در کشور کنیا نیز یک کمیته ملی همکاری دانشگاه و صنعت برای مهار اکوسیستم نوآوری صنعت ملی نصب گردیده است. در فیلیپین، دولت در حال اجرای یک برنامه ارتقای فناوری شرکت‌های کوچک برای تشویق و کمک به آن‌ها برای اتخاذ نوآوری‌های فناورانه در جهت بهبود عملیات و افزایش بهره‌وری و رقابت است. در روسیه، دولت مراکز علم و فناوری نوآورانه را برای ترکیب تلاش‌های مرتبط با علم، آموزش و تجارت، تسهیل انتقال شایستگی‌های علمی از دانشگاه‌ها به فعالیتهای تجاری و کمک به شرکت‌های فناوری و استارت‌آپ‌ها ایجاد کرده است. بخش خصوصی نیز میتواند این روند را هدایت کند. به عنوان مثال، در کنیا، به عنوان بخشی از تلاش‌های سیاست ملی، یک طرح جامع برای ایجاد پارک‌های علم و فناوری تدوین شده است. دانشگاه ددان کیماتی «Dedan Kimathi» در حال ساخت یک پارک علم و فناوری با بودجه دولتی و دانشگاه چوکا «Chuka» در حال ساخت دومین پارک علم و فناوری با همکاری دولت هلند است. در پرتغال، پروژه پلتفرم صنعت نسل ۴/۰ انجمن کسب و کار برای نوآوری با هدف تقویت قابلیت‌های فناوری صنعت نسل ۴/۰ در

میان شرکت‌های کوچک برای تسریع بلوغ دیجیتال و کمک به دستاوردهای بهره‌وری و رقابتی فعالیت میکند. در نهایت، دولت‌ها می‌توانند از پارک‌های علمی، مراکز نوآوری و سایر بسترهای مشابه برای تسهیل یادگیری فناوری و نوآوری از طریق ترویج آن، اقدام نمایند. برای مثال، در ترکیه، دولت هشت کارخانه نوآوری ایجاد کرده است تا راه‌حل‌های مشاوره و آموزشی برای کسب‌وکارها در جهت تکمیل تحول دیجیتال خود ارائه کنند.

سرمایه‌گذاری

تعداد فزاینده‌ای از کشورها در سراسر جهان در حال ارائه اقدامات سیاسی و تعیین اهداف برای جذب سرمایه‌گذاری مبتنی بر فناوری برای حمایت از توسعه و جذب فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ هستند. برای جذب چنین سرمایه‌گذاری‌هایی، کشورها باید اقدامات سیاسی اختصاصی و تلاش‌هایی از ترویج گرفته تا تسهیل را ارائه دهند. به طور خاص، کشورهای در حال توسعه باید تدوین استراتژی‌های ارتقای صنعت نسل ۴/۰ را برای جذب سرمایه‌گذاری در راستای برنامه‌های توسعه صنعت ملی ۴/۰ در نظر بگیرند. یک طرح سرمایه‌گذاری خوب در صنعت نسل ۴/۰ میتواند با تنظیم مجدد اولویت‌ها برای ارتقای سرمایه‌گذاری، هدف قرار دادن فعالیتهای سرمایه‌گذاری متنوع و عملکرد تجاری و تسهیل بروکراسی سرمایه‌گذاران سبز و دیجیتال ایجاد شود (UNCTAD, ۲۰۲۰b). چنین طرح‌های سرمایه‌گذاری میتواند بخشی از استراتژی‌های ملی برای صنعت نسل ۴/۰ نیز باشد. نمونه‌های متعددی در این زمینه در میان اعضای کمیسیون علوم و فناوری ملل متحد برای توسعه «CSTD» وجود دارد، به شرح زیر: دولت برزیل ابتکار Cesta ۴/۰ را ایجاد کرده است که بخش‌های صنعتی و فناوری صنعت نسل ۴/۰ را برای سرمایه‌گذاری و ارتقای آن شناسایی میکند. لتونی ابتکار کانال سبز «green channel» را طراحی و اجرا کرده است و

بار اداری سرمایه‌گذاری با ارزش افزوده بالا را حذف کرده است (فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد زیستی، مواد هوشمند، فوتونیک، زیست پزشکی و انرژی هوشمند از جمله صنایع دارای اولویت هستند). فیلپین استراتژی صنعتی مبتنی بر نوآوری فراگیر را با هدف از بین بردن موانع رشد و جذب سرمایه‌گذاری اجرا کرده است. آفریقای جنوبی، تحت برنامه Digital Advantage ۲۰۳۵، اجرای استراتژی ملی تحقیق، توسعه و نوآوری فناوری اطلاعات را هدایت میکند و به دنبال تضمین نظارت جامع تر و شفاف تر سرمایه‌گذاری است.

تامین مالی و استقرار

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، کمبود مداوم منابع مالی برای برنامه‌های تحقیق و توسعه همچنان یک چالش است. دسترسی بهتر به منابع مالی میتواند استفاده، پذیرش و انطباق فناوری‌های صنعتی ۴/۰ را تسریع کند. یک چالش در این زمینه این است که بسیاری از حوزه‌های مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ برای شرکت‌ها و واسطه‌های مالی جدید هستند و کسانی که به دنبال تامین مالی هستند ممکن است احتیاط کنند. به عنوان مثال، در اثبات موارد تجاری و بازگشت سرمایه و اطمینان از اینکه کاربردهای نوظهور جدید چنین فناوری‌هایی مطابق انتظارات عمل میکنند، مشکلاتی وجود دارد. در این راستا، صندوق‌های فناوری و نوآوری که توسط بخش دولتی، اهداکنندگان بین‌المللی یا بانک‌های توسعه تامین میشوند، می‌توانند به ابزارهای مهمی برای نوآوری در کشورهای در حال توسعه تبدیل شوند، زیرا ممکن است نسبتاً سریع معرفی شوند و در طراحی و عملیات انعطاف‌پذیر باشند. کشورهای در حال توسعه می‌توانند از این بودجه برای حمایت از اهداف استراتژیک و هدف قرار دادن صنایع، فعالیت‌ها یا فناوری‌های خاص استفاده کنند (UNCTAD, ۲۰۲۱a). به عنوان مثال، در جمهوری اسلامی ایران، ایجاد صندوق‌ها و شتابدهنده‌های

تخصصی برای ایجاد اکوسیستم نوآوری صنعت نسل ۴/۰ بخشی از سیاست‌های توسعه صنعت نسل ۴/۰ است. در مالزی، بانک پمبانگونان «Pembangunan»، یکی از اولین موسسات مالی توسعه در کشور، ۳ میلیارد رینگیت را برای کمک به تولیدکنندگان در پذیرش فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ از طریق صندوق تحول دیجیتالسازی صنعت اختصاص داده است. در پرو، برنامه «Pro Innovate» بودجه و پشتیبانی فنی را برای تولید پروژههای صنعت نوآورانه ۴/۰ و تقویت بازیگران در سیستم ملی نوآوری تأمین میکند. در ترکیه، سازمان توسعه SME بودجه برای پروژههای سرمایه‌گذاری شرکت‌های کوچک با تمرکز بر محصولات تولیدی با ارزش افزوده بالا در بخشهای متوسط-بالا و با فناوری بالا فراهم میکند. برخی از فعالیتهای ممکن است توسط برنامههای تدارکات و مکانیسمهای تأمین مالی شامل صندوقهای ثروت مستقل محلی، صندوقهای بازنشستگی، سرمایه‌گذاران نهادی و ابزارهای تضمینی حمایت شوند (UNCTAD, 2021a). در فیلیپین، قانون جمهوری ۱۱۳۷۷، یا قانون راه اندازی نوآورانه، شامل ارائه یارانههای جزئی یا کامل برای استفاده از امکانات، فضای اداری و تجهیزات یا خدمات ارائه شده توسط شرکت‌های نوپا همچنین کمکهای مالی برای پروژههای تحقیق و توسعه، آموزش و توسعه برای دولت یا شرکت‌ها و موسسات خصوصی است. در روسیه، مجموعه‌های اقدامات با هدف حمایت از پروژهها در هر مرحله از آمادگی فناوری، از توسعه مفهومی یا نمونه اولیه و شتابدهی راهاندازی تا تولید کامل و گسترش بهترین راهحلهای داخلی در حال اجراست.

حفاظت از کارگران و تسهیل انتقال نیروی کار

پذیرش صنعت نسل ۴/۰ در بخشها و کشورهای خاص میتواند منجر به جابجایی کارگران در همان بخش یا سایر بخشها در همان کشورها یا کشورهای دیگر شود. سیاست‌گذاران در کشورهای در حال توسعه باید به ویژه با تغییرات

سریع فناوری در زنجیره‌های ارزش جهانی‌ای که کشورها در آن مشارکت دارند و اینکه چگونه این تغییرات می‌تواند بر نیروی کار تأثیر بگذارد، هماهنگ باشند. برخی از سیاست‌گذاران بیان می‌کنند که از دست دادن مشاغل در مناطق سنتی، مشاغل در مناطق مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ را به دنبال خواهد داشت و نیاز به ارتقاء مهارت و مهارت مجدد شهروندانی وجود دارد که مشاغل آن‌ها ممکن است تحت تأثیر استقرار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ قرار گیرد.

از منظر سیاست بازار کار، سوال راهنما این است که چگونه میتوان بازارهای کار را قادر ساخت تا با تغییرات ساختاری به طور کلی و پدیده‌های جدیدتر مانند صنعت نسل ۴/۰ به طور خاص مقابله کنند. برای مثال، در کشوری مانند سوئیس که در لبه فناوری است، عناصر زیر در مرحله تغییر سریع مورد توجه هستند: ارتقای محیط کسب و کار مساعد برای رشد و ایجاد شغل. حصول اطمینان از اینکه عرضه مهارتها به طور دائم با نیازهای متغیر بازار کار سازگار است. با اذعان به این که انطباق مهارتها (از جمله مهارتهای دیجیتال) برای جوانان اما اغلب برای افراد مسن تر نیز یک مسئله خواهد بود.

کارگرانی که نمی‌توانند آموزش ببینند یا بازآموزی شوند و ممکن است شغل خود را از دست بدهند باید بتوانند بر مکانیزمهای حمایت اجتماعی قوی تری تکیه کنند. با انجام انتقالهای اجتماعی مانند مزایای بیکاری، دولت‌ها می‌توانند خطر فقر افراد را کاهش دهند، زیرا سیستمهای حمایت اجتماعی می‌توانند از کارگران در هنگام اختلالات بازار کار حمایت کنند (Milanovic, ۲۰۱۶).

با توجه به گسترش فزاینده اتوماسیون در مشاغل، اهمیت مجددی بر اتحادیه‌های کارگری برای دفاع از حقوق کارگران و نگرانیهای مشروع در مورد مشاغل داده میشود. آن‌ها باید نقش مهمی در مقابله با چالشهای جدید در روابط بین کارگران و کارفرمایان در زمینه صنعت نسل ۴/۰ ایفا کنند. بسیاری

از این چالشها به جمعآوری و استفاده از دادههای کارگران مربوط میشوند که مستلزم حقوق جدیدی در عصر تحول دیجیتال است، مانند حق داشتن سطوح مشخصی از حریم خصوصی در محل کار و خانه (Industrial Global Union, ۲۰۱۷). در عین حال، سازمانهای کارفرمایی میتوانند به گفتگو بین ذینفعان مختلف و توسعه آموزش و آموزش هدفمندتر برای آمادهسازی کارگران برای تغییرات و نیازهای بازار کار کمک کنند. دولتها همچنین باید نقشی ایفا کنند و از گفتگوی اجتماعی بین کارفرمایان و اتحادیههای کارگری برای مقابله با صنعت نسل ۴/۰ حمایت کنند. با حمایت از سیاست و اصلاحات نظارتی و قانونی دسته جمعی میتواند از کارگران آسیب پذیر در برابر مشاغل متزلزل، شرایط نامناسب و به حاشیه رانده شدن محافظت کند.

۷ همکاری بین‌المللی

کشورهای در حال توسعه به منظور استفاده از صنعت نسل ۴/۰ در جهت توسعه فراگیر، باید بتوانند از طریق همکاریهای بین‌المللی و کمکهای رسمی به حمایت فنی و مالی تکیه کنند. همکاری بین‌المللی در حمایت از کشورهای در حال توسعه در ایجاد ظرفیتهای برای شناسایی صحیح راههای مهار صنعت نسل ۴/۰، همسو با اهداف توسعه ملی و اهداف توسعه پایدار ضروری است.

در این راستا، زمینهای ذکر شده در بخشهای بعدی نیازمند توجه از طریق همکاریهای بین‌المللی است.

به اشتراک گذاری دانش و اطلاعات و انجام تحقیقات

دولتها و سایر ذینفعان باید از مزایای صنعت نسل ۴/۰ و اینکه چگونه شرکتها میتوانند فناوریهای جدید مرتبط را برای پر کردن شکاف بهره‌وری جذب کنند، آگاه باشند. همکاری بین‌المللی به افزایش آگاهی در کشورهای در حال توسعه از طریق به اشتراک گذاری دانش و اطلاعات کمک میکند. به عنوان مثال، «UNIDO» برای ایجاد آگاهی از صنعت نسل ۴/۰، فرصتها و چالشها در پیگیری توسعه صنعتی فراگیر و پایدار در کشورهای در حال توسعه، یک پلتفرم به اشتراک گذاری دانش چند ذی نفع را فراهم میکند. این پلتفرم امکان به اشتراک گذاری ابزارها و روشهای موجود برای مدیریت نوآوری را فراهم میکند. این پلتفرم اطلاعاتی را در مورد برنامههای آموزشی مرتبط با مهارتهای جدید نیروی کار، روشها و بهترین شیوههای حمایت از تحول دیجیتال در میان شرکتهای کوچک، پر کردن شکاف دیجیتال جنسیتی، زیرساختها، استانداردها و سیاستهای جدیدی که باید برای استقرار فناوریهای صنعت

نسل ۴/۰ توسعه یابد، ارائه می‌دهد.

تشکل قدرت یک عنصر حیاتی از همکاری‌های بین‌المللی برای به دست آوردن گسترده‌ترین طیف ممکن از تخصص، تبادل و توافق در مورد اقدامات توسعه صنعتی پایدار است. در این راستا، کمیسیون علوم و فناوری ملل متحد برای توسعه به عنوان یک انجمن برای برنامه ریزی استراتژیک و به اشتراک گذاری درس‌های آموخته شده و بهترین شیوه‌ها عمل میکند و آینده نگری را در مورد روندهای مهم علم، فناوری و نوآوری در بخش‌های کلیدی اقتصاد، محیط زیست و جامعه ارائه می‌دهد و توجه را به فناوری‌های جدید و نوظهور جلب میکند.

اجلاس جهانی در مورد جامعه اطلاعاتی به عنوان بستری برای به اشتراک گذاری استراتژی‌ها، سیاست‌ها، قوانین، برنامه‌ها و ابتکارات ملی در مورد صنعت نسل ۴/۰ عمل میکند. پایگاه داده ITU، که از سال ۲۰۰۴ توسط اتحادیه بین‌المللی مخابرات «ITU» هماهنگ شده است، بیش از ۴۰ استراتژی ملی، خط مشی، قانون، برنامه و ابتکارات مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات را جمع آوری کرده است که بر توسعه صنعت نسل ۴/۰ متمرکز شده یا به آن کمک کرده است و برخی از آن‌ها از طریق جوایز ارائه شده در اجلاس جهانی به رسمیت شناخته شده‌اند.

جامعه بین‌المللی همچنین به ارائه داده‌های جدید و تجزیه و تحلیل توسعه و تأثیر فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ به کشورهای در حال توسعه کمک میکند. به عنوان مثال، گزارش‌های فناوری و نوآوری UNCTAD چگونگی استفاده از فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی و رباتیک را برای توسعه پایدار بررسی کرده‌اند و این احتمال را که چنین فناوری‌هایی می‌توانند نابرابری‌های موجود را گسترش داده و نابرابری‌های جدید ایجاد کنند، مورد بررسی جدی قرار داده‌اند (UNCTAD, UNCTAD; ۲۰۱۸b, ۲۰۲۱a). این گزارش‌ها بر کشورهای در حال توسعه با

درآمد پایین و متوسط و کشورهای کمتر توسعه‌یافته و همچنین آسیب‌پذیرترین اقشار جوامع تمرکز میکنند، علاوه بر آن به بحث در مورد تأثیرات در کشورهای با درآمد بالا به عنوان بخشی از بافت وسیع‌تر و به عنوان محرک‌های مهم می‌پردازند.

برای تجزیه و تحلیل وضعیت صنعت نسل ۴/۰ و بحث در مورد فرصت‌ها و چالش‌های آن برای منطقه عربی، کمیسیون اقتصادی و اجتماعی غرب آسیا (ESCWA) مطالعاتی را در مورد تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر توسعه در منطقه عربی (۲۰۱۹) انجام داده است. چشم اندازه‌های نوآوری برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار در منطقه عربی، که پنج فناوری نوظهور مرتبط را برای منطقه، یعنی هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده‌ها، بلاکچین و چاپ سه بعدی شناسایی کرد (ESCWA, ۲۰۲۰).

کمک به طراحی سیاست‌ها و استراتژی‌ها و اجرای ابتکارات

دولتها در کشورهای در حال توسعه ممکن است در طراحی و اجرای سیاست‌ها، استراتژی‌ها و ابتکارات مربوط به توسعه و استقرار فناوری‌های جدید با مشکلاتی مواجه شوند. در این راستا، جامعه بین‌المللی به دولتها در توسعه صنعت نسل ۴/۰ کمک کرده است تا ضمن اجتناب از اثرات نامطلوب احتمالی این موج فناورانه، از مزایای آن برخوردار شوند.

تقاضای زیادی در میان دولتها در کشورهای در حال توسعه برای خدمات مشاوره سیاسی در مورد صنعت نسل ۴/۰ و فناوری‌های مرتبط با آن مانند هوش مصنوعی وجود دارد. جامعه بین‌المللی باید منابع را برای افزایش خدمات مشاوره‌ای مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ که از طریق سیستم سازمان ملل متحد و سایر سازمان‌های بین‌المللی که از کشورهای در حال توسعه و کشورهای کمتر

توسعه یافته حمایت میکنند، افزایش دهد. همچنین برای کشورهای در حال توسعه مهم است که در توسعه سیاست‌های صنعت نسل ۴/۰ کمک بگیرند تا اطمینان حاصل کنند که از مزایای آن (مانند افزایش بهره‌وری، مصرف کمتر منابع و کاهش هزینه‌ها) بهره برده و در عین حال از تأثیرات منفی بالقوه (مثلاً مربوط به امنیت سایبری، زباله‌های الکترونیکی و عدم حفظ حریم خصوصی داده‌ها) اجتناب می‌کنند.

کمک به ظرفیت سازی

توسعه و استقرار فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ به همه بازیگران در سیستم‌های نوآوری ملی نیاز دارد تا قابلیت‌ها و مهارت‌های جدیدی ایجاد کنند. برای مثال، از مهارت‌های دیجیتالی جدید در نیروی کار در یک محیط غنی از داده‌ها با کمک هوش مصنوعی گرفته تا ظرفیت سیاست‌گذاران برای کشف ابزارهای جدید خطمشی و شیوه‌های مناسب برای حمایت از تحول دیجیتال، این موارد را شامل می‌شود. همکاری‌های بین‌المللی از برنامه‌های مناسبی پشتیبانی میکند که به حمایت از دیجیتالی‌سازی و ارتقای مهارت و افزایش ظرفیت برای توسعه سیاست‌ها و استراتژی‌ها کمک میکند تا کشورهای در حال توسعه از پیشرفت سریع فناوری‌های دیجیتال مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ بهره‌مند شوند. در این راستا، جامعه بین‌المللی به شرکت‌ها و مردم کشورهای در حال توسعه کمک کرده تا مهارت‌های دیجیتالی خود را توسعه دهند و از فناوری‌های جدید استفاده کنند. به عنوان مثال، UNIDO از شرکت‌های کوچک در آذربایجان و بلاروس در یادگیری فناوری، تولید هوشمند و نوآوری مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ پشتیبانی میکند و از ظرفیت‌سازی در فناوری‌های خاص در کنیا، مانند تقویت ظرفیت عملیات و نگهداری مرتبط با فناوری‌های اینترنت اشیا، پشتیبانی میکند. علاوه بر این، چندین نهاد سازمان ملل برای ایجاد ظرفیت سیاست‌گذاران در طراحی

سیاست برای حمایت از استقرار صنعت نسل ۴/۰ تلاش میکنند.

ترویج انتقال فناوری

برای توانمندسازی کشورهای در حال توسعه برای استفاده از صنعت نسل ۴/۰، جامعه بین‌المللی باید رویکردهای مشارکت نوآورانه جدیدی را برای ارتقای انتقال فناوری مرتبط با صنعت نسل ۴/۰، رسیدگی به بازار، سیستم نوآوری و نارساییهای قابلیت مرتبط با پذیرش فناوریهای جدید و مدل‌های تجاری دنبال کند. همچنین نیاز به تکمیل انتقال فناوری و تسهیل و ترویج انتقال قابلیت‌های نوآوری وجود دارد، یعنی توانایی استفاده از یک فناوری خاص یا مجموعه‌ای از فناوریها برای ایجاد ارزش در بافت اجتماعی-اقتصادی که فناوری به آن منتقل میشود. همکاری بین‌المللی همچنین باید به کشورهای در حال توسعه کمک کند تا فناوریهای لبه دانش را جذب کنند و بر چالش‌های بالقوه مرتبط با صنعت نسل ۴/۰ غلبه کنند. گفتگوهای سیاسی بین‌المللی و ابتکارات همکاری فنی در انتشار شیوه‌های خوب و به اشتراک گذاری دانش برای افزایش رقابت پذیری صنایع ملی و درج در زنجیره‌های ارزش جهانی ضروری است. جامعه بین‌المللی باید اقدامات عملی انجام دهد و راه‌حل‌های متناسب با نیازهای محلی و ظرفیتهای جذب کشورها را اجرا کند. سازمانهای بین‌المللی باید تا حد امکان از راه‌حل‌های توسعه‌یافته در داخل یک کشور استفاده کنند، مثلاً از طریق مراکز نوآوری.

کمک به تنظیم چارچوبهای قانونی، دستورالعملها، هنجارها و استانداردها

کشورها، به صورت جداگانه و از طریق تلاشهای هماهنگ بین‌المللی، باید

توسعه و استقرار صنعت نسل ۴/۰ را برای حمایت از توسعه پایدار هدایت کنند. از همان ابتدا، ایجاد چارچوبها و مقررات اخلاقی برای چنین فناوری‌هایی ضروری است. گزارش فناوری و نوآوری ۲۰۲۱، ۱۶۷ چارچوب اخلاقی در مورد هوش مصنوعی را فهرست میکند که عمدتاً توسط شرکت‌های بخش خصوصی و برخی از دانشگاهیان تهیه شده‌اند. این موضوع نشان دهنده اهمیت تلاشهای بین‌المللی و چندجانبه با مشارکت ذینفعان کشورهای در حال توسعه است.

در این راستا، یک گروه مطالعاتی اختصاصی از اتحادیه بین‌المللی مخابرات در حال کار برای رسیدگی به الزامات استانداردسازی مربوط به فناوری‌های اینترنت اشیا، با تمرکز اولیه بر برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا در شهرها و جوامع هوشمند است. این گروه در حال توسعه یک سری استانداردها و دستورالعملها در مورد امنیت، حریم خصوصی، اعتماد و شناسایی برای اینترنت اشیا است که رویکردی جامع‌تر، مرتبط‌تر، امن‌تر و جامع‌تر برای تولید ارائه می‌دهد. اتحادیه بین‌المللی مخابرات همچنین چندین گروه متمرکز بر روی فناوریهای صنعت نسل ۴/۰ و تأثیرات زیست‌محیطی آنها، از جمله در بهره‌وری زیست‌محیطی برای هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های نوظهور ایجاد کرده است. هوش مصنوعی برای رانندگی خودکار و شبکه‌های مستقل، یک گروه مطالعاتی اختصاصی مسائل مطالعات در مورد روش‌شناسی برای ارزیابی اثرات فناوری اطلاعات بر تغییرات آب و هوا و انتشار دستورالعملهایی برای استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات به شیوه‌های سازگار با محیط زیست است. گروه مطالعه همچنین مسائل مطالعه روشهای طراحی برای کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات و زباله‌های الکترونیکی است، به عنوان مثال، از طریق بازیافت امکانات و تجهیزات فناوری اطلاعات.

اتحادیه بین‌المللی مخابرات استانداردهای بین‌المللی مربوط به صنعت

نسل ۴/۰ و فناوری‌های مرتبط مانند اینترنت اشیا را منتشر کرده است. این استانداردها به صورت رایگان برای دانلود و استفاده در کشورهای در حال توسعه در دسترس هستند. تمرکز بر در دسترس بودن استانداردهای رایگان به کشورهای در حال توسعه اجازه می‌دهد تا اطلاعات مورد نیاز برای ایجاد و پیاده سازی زیرساخت مورد نیاز صنعت نسل ۴/۰ را داشته باشند. علاوه بر این، اتحادیه بین‌المللی مخابرات رویدادهایی را در مناطق مختلف سازماندهی میکند که کشورها را قادر می‌سازد دانش جدید به دست آورند و با کشورهای در حال توسعه برای پر کردن شکاف استانداردسازی و کمک به آنها برای مشارکت بیشتر در فعالیتهای استانداردسازی همکاری کنند.

۸ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه به این موضوع پرداختیم که کشورهای در حال توسعه چگونه می‌توانند از صنعت نسل ۴/۰ در تولید و به منظور توسعه فراگیر استفاده کنند. صنعت نسل ۴/۰ در تولید مستلزم تولید هوشمند است، تولید هوشمند یعنی یکپارچه سازی و کنترل تولید با استفاده از حسگرها و تجهیزات، از جمله ماشین آلات و رباتهای سنتی، کوبات‌ها و چاپگرهای سه بعدی که به شبکه‌های دیجیتالی پشتیبانی شده توسط هوش مصنوعی متصل هستند. بسیاری از شرکت‌هایی که تولید هوشمند را پذیرفته‌اند، بهره‌وری را افزایش داده و اثرات زیست محیطی را کاهش داده‌اند. هرچند تأثیر چنین فناوری‌هایی بر مشاغل، به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته، نگرانکننده بوده است، اما شواهد تجربی نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ ممکن است موجب پدید آمدن شغل‌های بیشتری نیز بشود. همچنین انتظار نمی‌رود که فعالیت بازگشت به خانه (ریشورینگ) که یک نگرانی قابل توجه در میان کشورهای در حال توسعه است، اثر قابل توجهی از صنعت نسل ۴/۰ باشد.

در عین حال، در کشورهای در حال توسعه، با اقتصادهای کمتر متنوع شرکت‌ها عمدتاً از فناوری‌های انقلاب صنعتی دوم استفاده می‌کنند و در واقع بیشتر شرکت‌ها هنوز از فناوری‌های صنعتی ۴/۰ استفاده نمی‌کنند. کشورهای در حال توسعه قبل از اینکه بتوانند از صنعت نسل ۴/۰ بهره‌برند، باید بیشتر صنعتی شوند. آن‌ها نباید پنجره‌های فرصتی را که صنعت نسل ۴/۰ برای افزایش بهره‌وری و پایداری ارائه می‌دهد از دست بدهند. بنابراین، کشورهای در حال توسعه نیاز به اجرای یک استراتژی دوگانه برای ادامه تنوع بخشیدن به اقتصاد خود و تقویت تولید رقابتی و در عین حال، ایجاد شرایط برای ظهور و

انتشار صنعت نسل ۴/۰ در پایههای تولید خود دارند.

در این رابطه، کشورهای در حال توسعه ممکن است بخواهند اقدامات زیر را در نظر بگیرند:

- تقویت تنوع اقتصادی و شایستگی تولید. کشورهای در حال توسعه، به ویژه کشورهای کم درآمد و کشورهای کمتر توسعه یافته، باید تنوع اقتصادی را در مرکز استراتژی‌های توسعه ملی قرار دهند، که اجرای آن باید با رویکرد کلی دولت حمایت شود.

- تسهیل ایجاد زیرساخت دیجیتال توانمند. دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه باید شرایطی را برای زیرساخت‌های دیجیتالی مقرون‌بهره و باکیفیت ایجاد کنند که از رقابت‌پذیری بخش خصوصی حمایت میکند. این امر مستلزم بسیج سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، اعم از دولتی و خصوصی و ایجاد یک محیط نظارتی است که رقابت سالم در بخش مخابرات را فراهم میکند.

- توسعه استراتژی‌های ملی برای صنعت نسل ۴/۰. دولت‌ها باید استراتژی و برنامه ملی یا ابتکاراتی را برای مرتبط‌ترین فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ برای کشور تهیه و اجرا کنند. چنین استراتژی‌هایی باید دیدگاه واحد و درک عمیقی از اقدامات مورد نیاز برای مهار صنعت نسل ۴/۰ را به طور موثر بیان کند و باید به وضوح جهت انتشار صنعت نسل ۴/۰ در اقتصاد را مشخص کند؛ اولویت‌ها را مشخص کند و اقداماتی را برای توسعه آینده و نتایجی که باید به دست آورد را مشخص سازد.

- تقویت همکاری چند ذینفعی برای ایجاد اکوسیستم صنعتی ۴/۰. دولت‌ها باید فضاها یا مکانیزم‌های نهادی ایجاد کنند که همه شرکای مرتبط را برای

توسعه چشم‌اندازی مشترک برای صنعت نسل ۴/۰ گرد هم بیاورند و اجرای آن را هماهنگ کنند. مداخلات باید یک اکوسیستم نوآوری صنعت نسل ۴/۰ را با پیوند دادن دانشگاه و بخش خصوصی، از جمله تولید و بخش دیجیتال و فناوری اطلاعات، امکان پذیر کند. این اکوسیستم باید برای توسعه زیرساخت های کیفیت برای صنعت نسل ۴/۰ مساعد باشد. همه ذینفعان باید همکاری نزدیک داشته باشند. نهادهای بخش خصوصی و اتحادیه‌های کارگری میتواند به بخشهای دولتی در راه اندازی سیاست‌ها و اقدامات موثر کمک کند. علاوه بر این، اجرای این سیاست‌ها مستلزم همکاری فعال بخش خصوصی و اتحادیه‌های کارگری است

- تمرینهای آینده‌نگری. سیاستگذاران باید اجرای تمرینهای آینده‌نگاری و گرد هم آوردن عوامل کلیدی تغییر و منابع دانش را برای بررسی سناریوهای احتمالی و توسعه چشم‌اندازهای استراتژیک و هوشمندی برای شکل دادن به آینده در نظر بگیرند. چنین ارزیابی‌هایی باید توجه ویژه ای به این موضوع داشته باشد که چگونه انتشار صنعت نسل ۴/۰ میتواند بر بخشهای مختلف تأثیر بگذارد و مردان و زنان را به طور متفاوت تحت تأثیر قرار دهد. کشورها باید ایجاد یا تقویت ظرفیتهای ملی در ارزیابی فناوری و آینده‌نگاری را برای کمک به سیاستگذاران در شناسایی و بهره‌برداری از پتانسیل صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه پایدار در نظر بگیرند.

- ایجاد مهارتهای نیروی کار برای صنعت نسل ۴/۰. دولتها باید ابتکاراتی را برای واجد شرایط بودن و بازآموزی نیروی کار و ترویج فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در زنجیره‌های تولید ترویج کنند. آنها باید ارزیابی‌های مهارتی را در بخش تولید انجام دهند تا مهارتها و کمبودهای موجود و مورد نیاز را تعیین کنند و استراتژی‌های خاص و جامعی را برای رفع شکافهای

شناسایی شده توسعه دهند. آموزش و بازآموزی باید به تأثیرات مختلف اتوماسیون بر کارگران زن و مرد توجه ویژه ای داشته باشد. در این زمینه، نقش اتحادیه‌های کارگری در حمایت از فرآیندهای آموزشی و توانمندسازی مهارتهای جدید برای رفع نیازهای صنعت نسل ۴/۰ قابل توجه است.

- افزایش آگاهی بخش خصوصی برای بهره مندی از فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰. دولتها می‌توانند جلسات و فعالیتهایی را برای ارتقای مزایای صنعت نسل ۴/۰ تشکیل دهند. چنین فعالیتهایی باید آگاهی را نسبت به نوسازی و مهارتهای مورد نیاز در تولید ایجاد کند و مشخص کند این فعالیت‌ها نه تنها نیازی به هزینه‌های اضافی و زیاد ندارند، بلکه برای رقابت ضروری هستند.

- ارتقا رشد فناوری در تولید. دولتها می‌توانند با ترویج تحول صنعتی به ذینفعان این بخش کمک کنند. همچنین از به اشتراک گذاری شیوه‌های خوب، آموزش در زمینه دیجیتالی شدن و آگاه ساختن مردم از فرصتهای جدید موجود برای حل موثرتر مشکلات تجاری حمایت کنند. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند توسعه پلتفرمهای همکاری را که به ترویج راه‌های دیجیتال در فرآیندهای تجاری شرکت‌ها کمک میکند، ارائه مشاوره و ارائه ابزارهای پشتیبانی ارتقا دهند.

- تقویت نوآوری در فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰. دولتها باید مشوقهایی را برای بخش خصوصی، از جمله شرکت‌های کوچک و کارآفرینان برای استفاده و توسعه برنامه‌های کاربردی و یا تسهیل دستیابی به سختافزار، نرمافزار و ابزارهای مورد نیاز برای راه‌حلهای صنعت نسل ۴/۰ با استفاده از فناوری‌های این نسل فراهم کنند. علاوه بر این، ابزارهای سیاستی باید با هدف ایجاد یک محیط توانمند برای ظهور بازارها برای راه‌حلهای

صنعت نسل ۴/۰ طراحی شوند. به عنوان مثال، آن‌ها می‌توانند توسعه پروژههای جدید را از طریق مسابقات یا تامین مالی تشویق کنند.

- ایجاد مشارکتهای بین‌المللی در بسیج منابع و ارائه کمکهای فنی برای سیاستگذاری و ترکیب سیاستی مؤثر. ایجاد انگیزه برای پذیرش فناوریهای صنعت نسل ۴/۰ در سطح شرکت و حفظ و توسعه استعدادها بسیار مهم است. علاوه بر این، پروژههای مشترک بین‌المللی در زمینه فناوریهای دیجیتال می‌توانند توسعه فناوریهای صنعت نسل ۴/۰ را تسهیل کنند. این موضوع ممکن است نقش تعیین کننده ای در تقویت کسب و جذب دانش، سیستمها و راه‌حلهای جدید داشته باشند. در این زمینه، پروژههای نمایشی برای ارائه دستاوردهای شرکت‌هایی که بلوغ فناوری را نشان میدهند، ممکن است ابزار مؤثری در هموار کردن مسیر ظرفیتسازی باشد.

برای حمایت از کشورهای در حال توسعه در استفاده از صنعت نسل ۴/۰ برای توسعه فراگیر، جامعه بین‌المللی ممکن است بخواهد اقدامات زیر را در نظر بگیرد:

- جمع آوری و به اشتراک گذاری داستان‌های موفقیت، مانند موارد کسب و کار موفق که نشان دهنده تاثیر فناوریهای صنعت نسل ۴/۰ بر توسعه فراگیر و پایدار هستند. جامعه بین‌المللی باید نمونهها و اطلاعاتی را که به راهنمایی زنان و دختران و کسانی که در جوامع حاشیه‌نشین می‌توانند از چنین فناوری‌هایی بهره ببرند، به صورت ویژه منتشر کند.

- تبادل دانش و تجربه. جامعه بین‌المللی باید تبادل دانش، تحقیقات، تجربیات، داستانهای موفقیت و بهترین شیوهها را با سیاستگذاران، مبتکران

و قانونگذاران پیشرو در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تسهیل کند. چنین مبادلاتی می‌تواند از طریق انجمنها یا رویدادها و پلتفرمهایی برای به اشتراک گذاری دانش و تجربه انجام شود.

- کمک به طراحی و اجرای سیاست‌ها، استراتژی‌ها و برنامه‌های ملی مرتبط با صنعت نسل ۴/۰. جامعه بین‌المللی باید از دولت‌ها در تدوین استراتژی‌ها و برنامه‌های ملی برای صنعت نسل ۴/۰ حمایت کند. این امر باید به نحوه اولویت بندی سرمایه‌گذاریها در ظرفیت سازی فناوری اطلاعات و توسعه و انطباق فناوری که به چالشها می‌پردازد و از فرصتهای ارائه شده توسط فناوری‌های مرزی مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده‌ها، بلاکچین، رباتیک و رایانش ابری بهره میبرد، کمک کند.
- ترویج توسعه زیرساخت‌ها. جامعه بین‌المللی باید از توسعه زیرساخت‌های ملی که امکان استقرار فناوری‌های صنعتی ۴/۰ را در فرآیندهای تولید، مانند زیرساخت‌های دیجیتال فراهم میکند، حمایت کند.
- حمایت از برنامه‌های آزمایشی. جامعه بین‌المللی باید از کشورهای در حال توسعه در طراحی و اجرای برنامه‌ها و ابتکارات آزمایشی برای بکارگیری فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ در بخشهای اولویتدار حمایت کند.
- افزایش فعالیتهای ظرفیت سازی؛ این موضوع باید به فعالیتهای ظرفیت‌سازی در سطوح ملی و منطقهای در زمینه فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰، از جمله ایجاد برنامه‌های آموزشی آنلاین و ترکیبی برای متخصصان و عموم مردم کمک کند.
- شبکه. جامعه بین‌المللی باید از مشارکت بازیگران در سیستم نوآوری کشورهای عضو در شبکه‌ها و برنامه‌های بین‌المللی حمایت کند تا ظرفیت

- نوآوری برای صنعت نسل ۴/۰ ایجاد کند.
- ترویج انتقال دانش و فناوری. جامعه بین‌المللی باید از انتقال دانش و فناوری بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در زمینه فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ حمایت کند. این حمایت می‌تواند در قالب تبادل و انتقال دانش، پروژه‌های تحقیق و توسعه و تطبیق کسب و کار و سرمایه‌گذاری مشترک باشد.
 - ایجاد برنامه‌های مشترک. جامعه بین‌المللی می‌تواند به شناسایی بازارها یا بخش‌های بازار با تقاضای بیشتر برای توسعه فناوری مشترک کمک کند. چنین برنامه‌های مشترکی می‌تواند به تسهیل مبادلات فنی و تجاری، به ویژه با کشورهای پیشرو در چنین فناوری‌هایی کمک کند.
 - افزایش سرمایه‌گذاری در آموزش علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات. کشورهای توسعه یافته باید از طریق برنامه‌های هدفمند، همچون حمایت از آموزش دختران در علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، افزایش سرمایه‌گذاری در چنین آموزش‌هایی در کشورهای در حال توسعه را در نظر بگیرند.
 - پشتیبانی از ارتقاء فناوری. جامعه بین‌المللی باید از ارتقای صنایع دیجیتال و غیر دیجیتال برای افزایش تولید و صادرات فناوری پیشرفته حمایت کرده و به محک زدن شرکت‌های صنعتی داخلی در برابر شرکت‌های بین‌المللی که به صنعت نسل ۴/۰ مجهز شده‌اند، کمک کند.
 - توسعه چارچوبها و دستورالعملهای اخلاقی. جامعه بین‌المللی باید همکاری بین‌المللی را برای توسعه چارچوبها و دستورالعملهای اخلاقی در جهت پذیرش فناوری‌های صنعت نسل ۴/۰ تقویت کند.

پاییز ۱۴۰۱