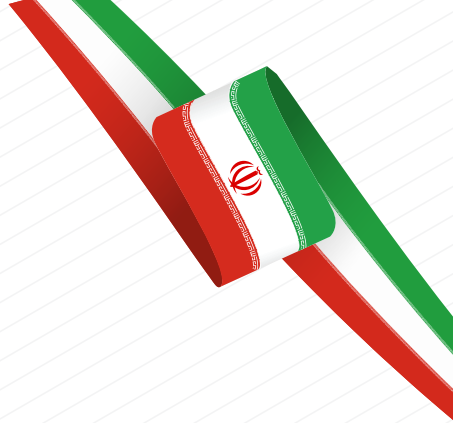




مؤسسه مطالعات پژوهش‌های بازرگانی



ترجمه و تلخیص گزارش

«صنعتی سازی در عصر دیجیتال یونیدو ۲۰۲۰»

و بررسی وضعیت ایران

- فناوری‌های نوین و چشم‌انداز صنعتی
- گذار تدریجی به فناوری‌های نوین
- تولید کنندگان و مصرف‌کنندگان فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته
- ملزومات بکارگیری فناوری تولید دیجیتال پیشرفته
- مزایای فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته
- دستیابی به توسعه صنعتی یکپارچه و ثابت
- جایگاه ایران و مسیر پیش‌رو

آنچه خواهید خوانند...

آبان ماه ۱۴۰۱

چکیده

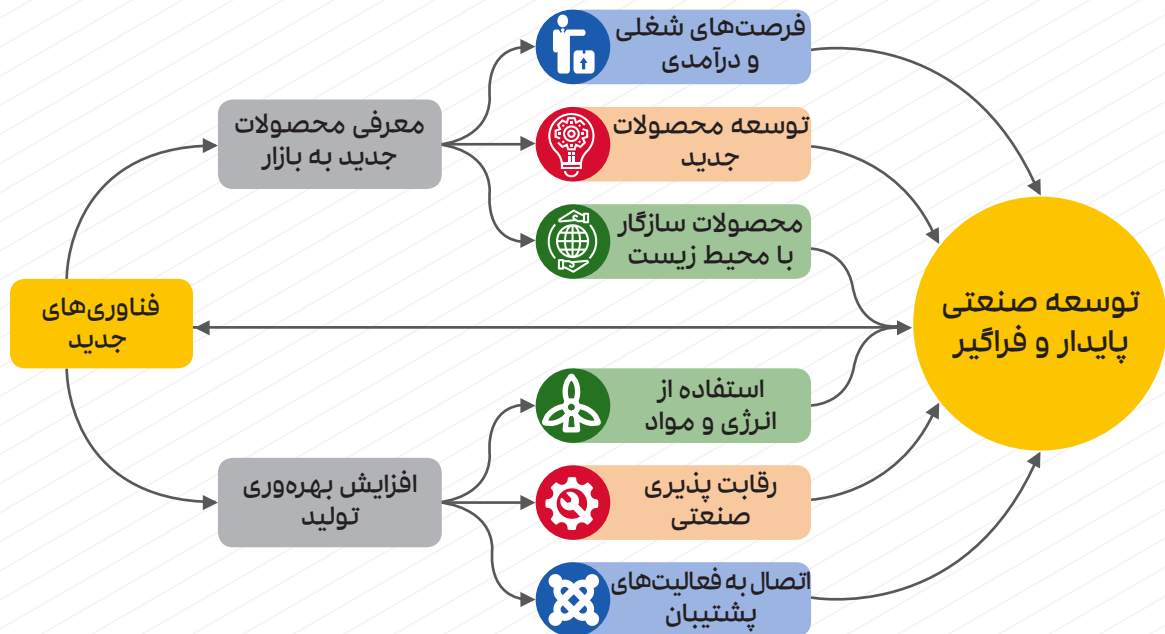
یکی از معضلات عمده در بخشهای صنعتی، معدنی و تجاری کشور ما، ضعف توسعه فناوری و نوآوری است و بکارگیری فناوری های نوین تولیدی می تواند زمینه ساز بهبود بهره وری و افزایش ارزش افزوده محصولات تولید شده در کشور باشد. ظهور و توسعه فناوری های تولید دیجیتال نظیر هوش مصنوعی، تحلیل های مبتنی بر کلان داده، رایانش ابری، اینترنت اشیا، رباتیک پیشرفته به طور کلی فرآیندهای تولید را متحول ساخته و مرزهای بین سیستم های تولید فیزیکی و دیجیتال کم رنگ تر شده است. استفاده درست از این فناوری ها می تواند متضمن توسعه صنعتی پایدار و سریع کشور باشد. علیرغم اینکه توسعه این فناوری ها، پنجره های فرصت مناسبی برای همپایی کشورهای در حال توسعه ایجاد کرده است، اما کشورها و شرکت های محدودی در جهان به سمت توسعه و استفاده از این فناوری ها حرکت کرده اند. طبق گزارش توسعه صنعتی سال ۲۰۲۰، حدود ۹۰ درصد از پتنت ها و ۷۰ درصد از صادرات محصولات با فناوری بالا به ۱۰ کشور پیشرو صنعتی اختصاص دارد. ۴۰ اقتصاد دنباله رو نیز به مقدار بسیار کمتری با این فناوری ها در تعامل هستند و در سایر کشورها تغییرات قابل توجهی مشاهده نمی شود.

با هدف بررسی و ارزیابی آخرین تحولات فناوری های دیجیتال در حوزه تولید، گزارش سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (یونیدو) با عنوان «صنعتی سازی در عصر دیجیتال-۲۰۲۰» مورد مطالعه قرار گرفته است. در این گزارش برخی از مزایا و پیامدهای فناوری های دیجیتال نظیر افزایش سود و ثبات شرکت ها، سازگاری زیست محیطی، ارتقای کیفیت محصول، بهبود در بهره وری و مصرف انرژی، ارتقای فهم و درک بازار، تقویت ارتباطات بین بخشی و تقویت مشاغل دانش بنیان مورد توجه قرار گرفته اند. همچنین عوامل و ملزومات مورد نیاز کشورها به تفکیک توسعه یافتگی جهت گذار به مرحله تولید در عصر دیجیتال ارائه شده است. در پایان با بررسی جایگاه ایران از منظر توسعه و بکارگیری فناوری های دیجیتال در زمینه تولید، چالش های مربوطه شناسایی گردیده و راهکارهایی در جهت دستیابی به بهبود بهره وری و توسعه نوآوری در بخش صنعت ارائه شده است.



مقدمه

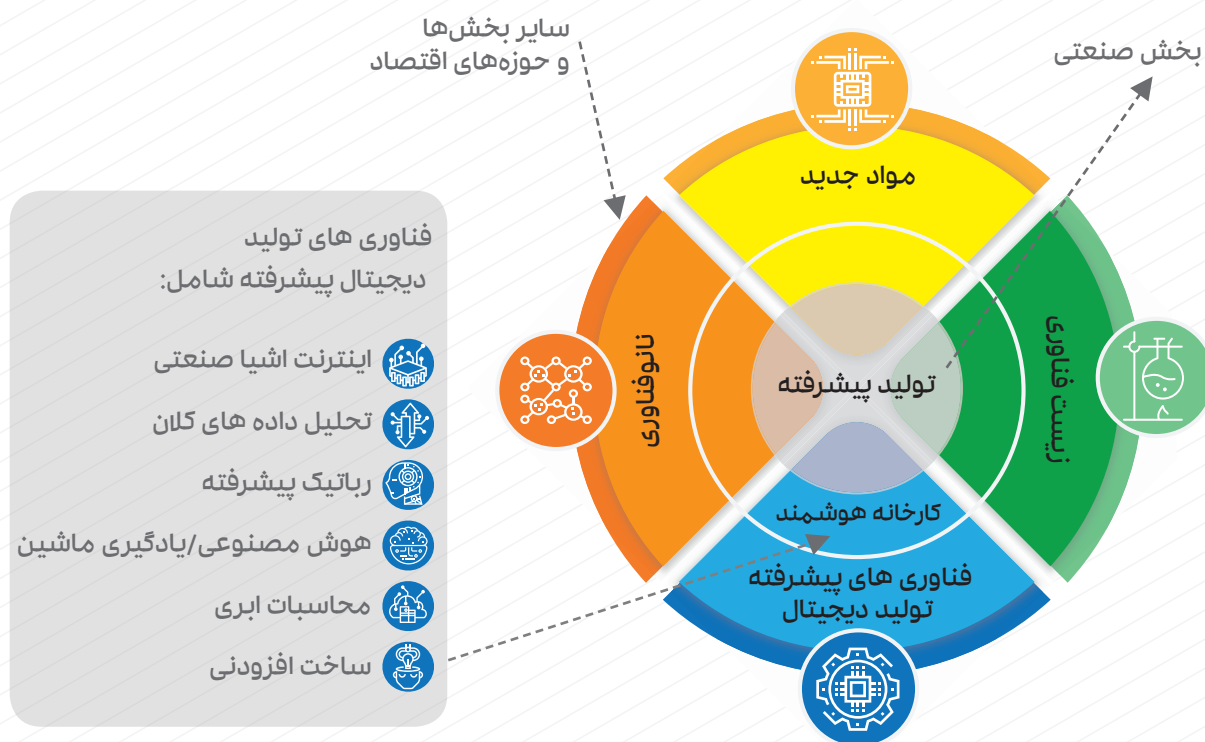
دلایل مختلفی را می‌توان در خصوص اهمیت فناوری نوین در حوزه تولیدات صنعتی برشمرد. فناوری‌های جدید محرک توسعه صنعتی پایدار و فراگیر می‌باشند که در تولید کالاهای جدید و ظهور صنایع نوین نقش موثری دارند. این فناوری‌ها سبب افزایش بهره‌وری تولید می‌گردند که خود موجب کاهش قیمت‌ها، رقابتی شدن بازار، افزایش سود و همچنین افزایش سرمایه‌گذاری می‌شوند. از دیگر مزایای فناوری‌های جدید کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و در نتیجه توسعه پایدار از منظر زیست محیطی می‌باشد. این تحولات، رقابت‌پذیری صنایع و اقتصاد را افزایش می‌دهد، زیرا توسعه این صنایع نوین مستلزم تحول در ورودی‌ها و دریافت خدمات از سایر بخش‌های اقتصادی می‌باشد که تاثیر قابل توجهی بر سایر فعالیت‌های اقتصادی دارد. شکل زیر مزایای فناوری‌های نوین در زمینه تولیدات صنعتی را نشان می‌دهد که از دو مسیر تولید محصولات جدید و بهبود کارایی و بهره‌وری صنایع موجود منجر به توسعه صنعتی می‌شوند. از مزایای حاصل می‌توان به مواردی نظیر توسعه مشاغل و درآمدهای بیشتر، ظهور صنایع جدید، محصولات سبز، کاهش استفاده از مواد و انرژی، رقابت‌پذیری اقتصادی و ارتباط بهتر با صنایع و فعالیت‌های پشتیبان اشاره کرد.



شکل ۱: فناوری‌های نوین و نقش آن‌ها در توسعه صنعتی پایدار و فراگیر

فناوری‌های نوین و چشم‌انداز صنعتی

به نظر می‌رسد که پیشرفت‌های اخیر فناوری نیز در حال رقم زدن یک موج دیگر تحت عنوان انقلاب چهارم صنعتی می‌باشند. همگرایی فزاینده در ابعاد مختلف فناوری‌های در حال ظهور، شامل فناوری تولید دیجیتال، نانوفناوری، زیست فناوری، زیست فناوری و مواد جدید و تکامل آنها در جریان تولید، پایه‌های انقلاب صنعتی چهارم می‌باشند. "تولید پیشرفته" بکارگیری این فناوری‌ها در تولیدات کارخانه‌ای می‌باشد. در مورد "تولید دیجیتال پیشرفته (ADP)"، کاربرد چنین فناوری‌هایی در فرآیند تولید سبب افزایش تولیدات صنعتی فناورانه در صنایع هوشمند می‌گردند که اصطلاحاً به عنوان "کارخانه هوشمند" و یا "صنعت ۴" شناخته می‌شوند.

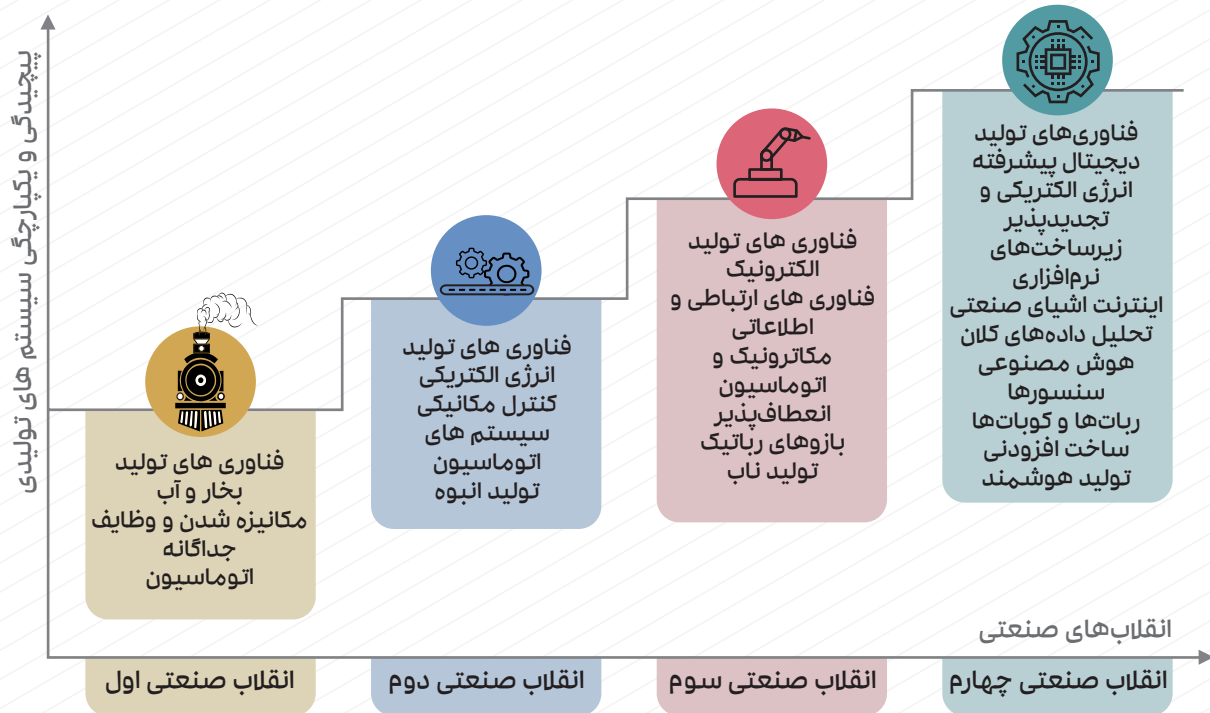


شکل ۲: ابعاد گسترده فنی انقلاب صنعتی چهارم

تولید هوشمند شامل ادغام و کنترل تولید با استفاده از سنسورها و تجهیزات متصل به شبکه دیجیتال و نیز تلفیقی از دنیای واقعی و مجازی در یک سیستم فیزیکی-سایبری با پشتیبانی هوش مصنوعی می‌باشد. انتظار می‌رود که تحولات مربوط به تولیدات کارخانه‌ای هوشمند اثرات بلندمدتی بر صنعت داشته باشد.

گذار تدریجی به فناوری های نوین

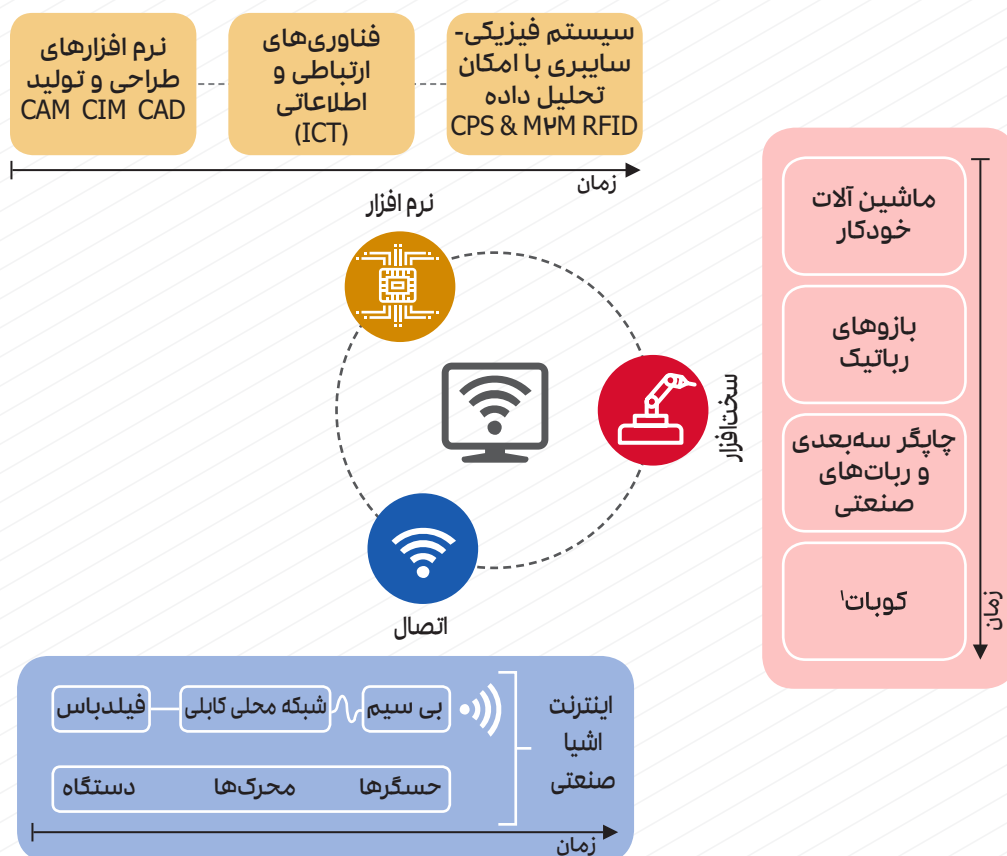
فناوری های تولید دیجیتال پیشرفته آخرین مورد در تکامل فناوری های تولید صنعتی سنتی هستند. در حقیقت، بسیاری از این فناوری ها از همان اصول سازمانی و مهندسی انقلاب های قبلی ظهور و تکامل یافته اند و از این رو بیشتر ماهیت تکاملی دارند.



شکل ۳: فناوری های تولید از انقلاب صنعتی اول تا انقلاب صنعتی چهارم

فناوری های تولید دیجیتال پیشرفته حاصل ترکیب سه بخش اصلی هستند: سخت افزار، نرم افزار و ارتباطات. بسیاری از ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده نظیر ربات ها مشابه با سخت افزارهای نسل قبل هستند و آنچه که ماشین های نسل جدید را متمایز می سازد، ارتباطات و انعطاف پذیری آنان و همچنین کارایی آنان در انجام وظایف و مسئولیت های تولیدی می باشد. زمانی که ماشین ها قادر باشند فرایند تولید را از طریق حسگرها و سنسورها پیش کنند، قادر خواهند بود تا داده ها را از طریق "اینترنت اشیا" صنعتی جمع آوری و انتقال دهند. این نوع از ارتباطات، راه را برای تغییر مسیر از تولید متمرکز به تولید غیرمتمرکز باز می نماید.





شکل ۴: اجزای اصلی فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته

فناوری تولید زمانی به طور کامل دیجیتال می‌شود که ارتباطات آنها از طریق نرم افزار ارتقا یابد و امکان تحلیل حجم زیادی از داده‌ها در مدت زمان اندک میسر گردد. نرم افزارهای مورد استفاده در این بخش نیز تا حدود زیادی مشابه با نرم افزارهای نسل گذشته نظیر ساخت به کمک رایانه، تولید یکپارچه به وسیله رایانه یا طراحی به کمک رایانه می‌باشند، با این تفاوت که در یک بستر فیزیکی-سایبری با تجهیزات و ماشین آلات در ارتباط هستند. فناوری‌های مرتبط با تولید دیجیتال را می‌توان در چهار نسل مطابق با شکل زیر بررسی نمود. پایین‌ترین سطح اختصاص به صنایع تولیدی دارد که از هیچ یک از فناوری‌های دیجیتال بهره‌ای نبرده‌اند و عمدتاً در کشورهایی با درآمد بسیار پایین قابل مشاهده هستند، در سطح اول فناوری‌های دیجیتال به صورت محدود و مجزا استفاده می‌شود. در سطح دوم، فناوری‌های دیجیتال برای صنایع نیمه منعطف با بکارگیری اتوماسیون کاربرد دارد که برخی از بخش‌ها به صورت یکپارچه در کنار هم فعالیت می‌کنند. در سطح سوم تمامی بخش‌های کسب و کار به صورت یکپارچه فعالیت دارند. در سطح چهارم نیز فناوری‌های دیجیتال با بازخوردهای به سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۵: چهار نسل از فناوری‌های تولید دیجیتال

تولید کنندگان و مصرف‌کنندگان فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته

کشورهای مختلف به سبب انقلاب‌های فناوری و با در نظر گرفتن میزان مشارکت آن‌ها در تولید و بکارگیری فناوری‌های نوظهور به دو دسته اقتصادهای پیشرو و دنباله‌رو تقسیم شده‌اند. در بسیاری از موارد، بخش‌های مهمی از جهان از این تحولات باز مانده‌اند و چندین دهه طول می‌کشد تا پس از ارزان و فراگیر شدن، به این فناوری‌ها دسترسی داشته باشند. یکی از نگرانی‌های اصلی آغاز انقلاب صنعتی جدید، میزان توانمندی کشورها (به ویژه آنهایی که تازه در حال توسعه ظرفیت‌های پایه‌ای صنعتی هستند) برای ادغام و بکارگیری فناوری‌های نوظهور است. پیشرفت‌های امروز فناوری در حوزه تولید دیجیتال پیشرفته اختصاص به تعداد محدودی از کشورها دارد و انتظار می‌رود در این حوزه نیز کشورها به چهار دسته پیشرو، دنباله‌رو، دیرآمده و جامانده^۱ تقسیم شوند. تنها ۱۰ اقتصاد برتر جهان سهم بالاتر از متوسط در ثبت پتنت در زمینه فناوری تولید دیجیتال پیشرفته را در اختیار دارند. این کشورها به ترتیب سهم خود عبارتند از آمریکا، ژاپن، آلمان، چین، تایوان، فرانسه، سوئیس، انگلیس، کره جنوبی و هلند. در جدول زیر ویژگی‌های این کشورها آورده شده است.

1. Frontrunners, Followers, Latecomers and Laggards

جدول شماره ۱: پیشروها و عقب مانده‌ها در حوزه فناوری‌های نوظهور

معیارها	توضیحات	گروه		
کشورهایی که به طور فعالانه در زمینه فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته فعالیت دارند.	کشورهایی با بیش از ۱۰۰ پتنت در سطح جهانی در زمینه فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته	ده کشور پیشرو در حوزه فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته	پیشروها (ده کشور)	
	کشورهایی با بیش از ۲۰ پتنت عادی یا ۱۰ پتنت در سطح جهانی	فعال در زمینه ثبت پتنت فناوری‌های مرتبط	نوآورها	
	کشورهایی که در صادرات محصولات مرتبط با فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته تخصص دارند.	صادرکنندگان محصولات فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته	صادرکننده‌ها	دنباله‌روها در تولید (۲۳ کشور)
	این کشورها به میزان قابل توجه و به صورت خاص محصولات مرتبط با فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته را وارد می‌کنند.	کشورهای فعال در زمینه واردات محصولات مرتبط با فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته	واردکننده	دنباله‌روها در استفاده (۱۷ کشور)
کشورهایی که حداقل یک پتنت در زمینه فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته دارند.	کشورهایی که فعالیتهای محدود در زمینه پتنت فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته دارند	نوآورها	دیرآمده‌ها در تولید (۱۶ کشور)	
کشورهایی که صادراتی در حوزه محصولات دارای فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته دارند و یا این محصولات را در حجم بالایی به فروش می‌رسانند.	کشورهایی که فعالیتهای محدود در زمینه صادرات محصولات فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته دارند	صادرکننده‌ها		
این کشورها میزانی از محصولات مرتبط با فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته را وارد می‌کنند.	کشورهایی که محصولات مرتبط با فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته را وارد می‌کنند.	واردکننده	دیرآمده‌ها در استفاده (۱۳ کشور)	
تمامی کشورهایی که در گروه‌های پیشین قرار نگرفته‌اند در این گروه جای دارند.	کشورهایی که مشارکت ناچیز در زمینه فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته دارند.		جامانده‌ها (۸۸ کشور)	



کشورهای پیشرو حدود ۹۱ درصد از پتنت‌ها را ثبت کرده و نه تنها فناوری‌های جدید را اختراع می‌کنند، بلکه در زمینه تجارت محصولات با فناوری بالا نیز نقش اساسی دارند؛ به گونه‌ای که ۷۰ درصد صادرات و ۴۶ درصد از واردات محصولات با فناوری بالا به این کشورها اختصاص دارد. این ده کشور، کشورهای پیشتاز جهانی در توسعه فناوری‌های جدید در حوزه تولید دیجیتال پیشرفته نیز می‌باشند. برخی از اقتصادهای دنیا نیز در سطوح پایین‌تر در توسعه فناوری‌های جدید مشارکت دارند. رژیم صهیونیستی، ایتالیا و سوئد نیز دارای سهم نسبتاً خوبی در حق امتیاز کالاها و اختراعات هستند؛ در حالی که کانادا و اتریش میزان صادرات بالایی دارند. از طرف دیگر مکزیک، تایلند و ترکیه حجم واردات بالایی دارند. این دسته از کشورها، جزو کشورهای دنباله‌رو در این زنجیره محسوب می‌شوند.

حدود ۴۰ کشور در دسته کشورهای متوسط قرار می‌گیرند که حدود ۸ درصد از اختراعات و پتنت‌های جهانی را در اختیار دارند. لذا در مجموع و در میان تمامی کشورهای جهان، مجموعاً ۵۰ کشور با فناوری‌های جدید سروکار دارند که برخی تولیدکننده فناوری و برخی مصرف‌کننده فناوری‌ها می‌باشند. انقلاب صنعتی چهارم در بسیاری از کشورهای جهان تاثیر بسیار کمی خواهد گذاشت. بیشتر شرکت‌ها در کشورهای در حال توسعه کماکان در حال استفاده از فناوری‌های انقلاب سوم نظیر فناوری ارتباطات و دیجیتال، استفاده و بکارگیری فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته و انقلاب صنعتی سوم نظیر فناوری ارتباطات و دیجیتال، استفاده و بکارگیری فناوری‌های از هیچ فناوری دیجیتالی استفاده نمی‌شود. به عنوان مثال در کشور غنا، حدود ۷۰ درصد از شرکت‌هایی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند، کاملاً از فناوری آنالوگ استفاده می‌کنند. همچنین باید در نظر داشت که تغییر از یک نسل صنعتی به نسل بعدی نیازمند تحولات عظیم به ویژه تغییر زیرساخت‌ها از نسل دوم به نسل سوم انقلاب صنعتی می‌باشد. برای گذار به نسل چهارم نیز نیاز به زیرساخت‌های پیشرفته از جمله دستگاه‌های ارتباطی، روبات‌ها، حسگرها و سنسورهای پیشرفته، داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی می‌باشد.

سوالاتی که ذهن برخی کشورها به ویژه کشورهای جامانده را مشغول کرده این است که چگونه می‌توان به طور جهشی و بدون طی نمودن فرایندهای عادی وارد مرحله استفاده از فناوری دیجیتال شد. باید عنوان نمود که عبور از این مراحل مستلزم ظرفیت‌ها، دارایی‌ها، ویژگی‌های سازمانی، تلاش‌های فنی، و همچنین زیرساخت‌های فنی و صنعتی می‌باشد و بدون در نظر گرفتن این موارد و داشتن جایگاه مطلوب در این حوزه‌ها نمی‌توان گذار به فناوری دیجیتال را انجام داد. دو شاخص در میان سایر شاخص‌های صنعتی اهمیت بیشتری دارند: اول رایانه و ماشین‌آلات، و دوم تجهیزات حمل و نقل و جابجایی. اندازه و بزرگی



شرکت‌ها نیز در اتخاذ فناوری تولید دیجیتال پیشرفته تاثیر گذار می‌باشد. داشتن سرمایه بیشتر شرکت را ترغیب به استفاده از فناوری‌های نوین می‌کند. همچنین دایره فعالیت بزرگتر سبب شده تا شرکت‌ها جهت تسریع در کارها و افزایش بهره‌وری به سمت استفاده از فناوری‌های نوین حرکت کنند.

ملزومات بکارگیری فناوری تولید دیجیتال پیشرفته

بسیاری از کشورهای در حال توسعه با ۵ چالش اساسی برای تبدیل شدن به یک کشور صاحب فناوری تولید نوین مواجه هستند:

- قابلیت‌های پایه‌ای: توانایی تولید در بسیاری از کشورها ضعیف بوده یا به طور نامناسب توزیع شده است. لذا زنجیره بازار و ارزش افزوده در این کشورها متعادل نیست و صنایع نمی‌توانند رشد مناسب و پایداری داشته باشند.
- یکپارچه‌سازی و ادغام: بسیاری از صنایع در کشورهای در حال توسعه درگیر فناوری‌های قدیمی بوده و این فناوری‌ها در تمامی فرایندهای چرخه تولید نهادینه شده‌اند؛ لذا ادغام وضعیت موجود با فناوری‌های جدید دشوار است و احداث کارخانه جدید نیز نیاز به سرمایه‌گذاری و صرف زمان زیادی دارد.
- زیرساخت‌های دیجیتال: فناوری‌های جدید نیاز به زیرساخت‌های پیشرفته نظیر برق قابل اطمینان و اینترنت پایدار دارند. عدم دسترسی به این زیرساخت‌ها سرمایه‌گذاری در این حوزه را پرریسک و غیراقتصادی می‌سازد.
- کاهش شکاف قابلیت‌های دیجیتال: در بسیاری از کشورهای در حال توسعه شرکت‌هایی فعالیت دارند که به فناوری‌های تولید دیجیتال مجهز هستند اما این قابلیت‌ها در داخل شرکت محدود شده‌اند و یا به تعداد کمی از تامین‌کنندگان تسری یافته‌اند. بنابراین بخش وسیعی از شرکت‌ها همچنان با فناوری‌ها و قابلیت‌های نسل دوم و سوم انطباق دارند و شکاف زیادی بین شرکت‌های پیشرو و سایر فعالان زنجیره تامین آن‌ها وجود دارد.
- دسترسی به فناوری و توان مالی: فناوری‌های نوین در اختیار تعداد کمی از کشورهای و شرکت‌های پیشرو می‌باشند. کشورهای در حال توسعه وابسته به واردات این فناوری‌ها هستند و حتی در صورت تامین منابع برای انتقال این فناوری‌ها، در تامین سخت‌افزار و نرم‌افزار وابستگی وجود خواهد داشت.

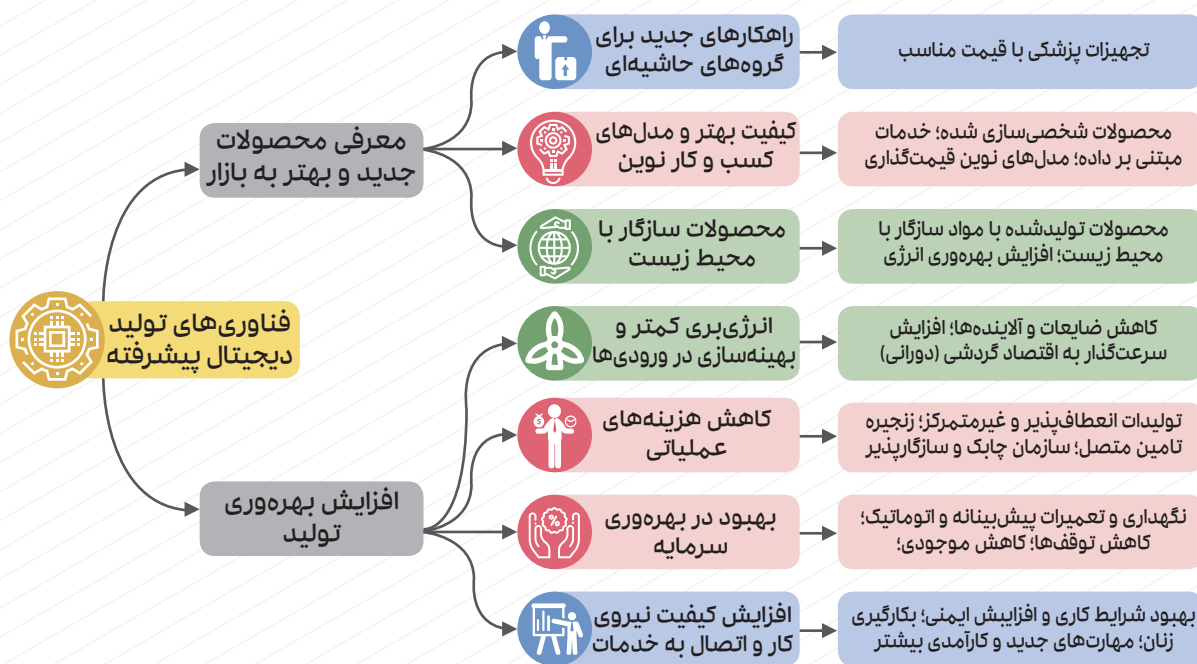
لذا توسعه قابلیت‌ها و ظرفیت‌های صنعتی و زیرساخت‌ها پیش شرط بکارگیری نسل چهارم فناوری‌های صنعتی می‌باشد. قابلیت‌های صنعتی کشورهای پیشرو، دنباله‌رو و جامانده‌ها بسیار متفاوت می‌باشد. قابلیت‌های صنعتی یک کشور در نهایت وابسته به توانایی شرکت‌های فعال در آن کشور است. لذا، انتشار



فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته متکی بر دستیابی شرکت‌ها به ظرفیت‌های مورد نیاز در هر حوزه بوده و مبتنی بر فرآیند یادگیری می‌باشد. با وجود آنکه دستیابی به این قابلیت‌ها ضروری است اما یک فرآیند خطی و ساده نمی‌باشد. سرمایه‌گذاری، دستیابی به فناوری و قابلیت‌های تولیدی فاکتورهای بسیار مهم برای بکارگیری فناوری‌های نوین می‌باشند. سرمایه‌گذاری و قابلیت‌های فناوری زمانی که با متغیرهای مختلف قابلیت تولید ادغام شوند، منجر به ابتکارات و نوآوری‌های بیشتر می‌شوند. از دیگر عوامل تاثیرگذار بر تغییرات فناورانه، موضوع مهارت‌ها می‌باشد. در این زمینه سه نوع مهارت اساسی حائز اهمیت می‌باشد که عبارتند از: مهارت تحلیلی، مهارت‌های ویژه فنی، و مهارت فناوری اطلاعات و ارتباطات.

مزایای فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته

فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته مزایایی نظیر افزایش سود شرکت‌ها و استفاده بهتر از سرمایه‌ها، یکپارچگی با منابع انسانی و پایداری زیست محیطی را به ارمغان می‌آورند. شکل زیر خلاصه‌ای از کاربردها و منافع فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته را به تصویر کشیده است. این فناوری‌ها، محصولات جدید و بهتری را به بازار عرضه می‌کنند (نظیر تلوزیون، ساعت و خانه‌های هوشمند) و کارایی و بهره‌وری تولید را نیز افزایش می‌دهند. بهبود رقابت‌پذیری صنعتی، پایداری زیست محیطی و مشارکت اجتماعی از نتایج فراگیری چنین فناوری‌هایی می‌باشند. لازم به ذکر است که این تحولات ریسک‌هایی را نیز با خود به همراه دارند و تغییرات ناخواسته نیز اجتناب‌ناپذیر می‌باشند.



شکل ۶: مزایای مورد انتظار از فناوری‌های تولید دیجیتال پیشرفته

همچنین این فناوری‌ها کارکردها و ویژگی‌های مرتبط با خدمات-محصولات را تقویت کرده که منجر به افزایش درآمد، نوآوری در محصولات و خدمات شده و قابلیت شخصی سازی را فراهم می‌آورد. به طور مثال، آنالیز اطلاعات می‌تواند سبب دسترسی و فهم صحیح از زمان نیاز مشتری به محصولات گردد. ارتقاء بهره‌وری و بازدهی و تقویت ارتباط بین بخشی از دیگر مزایای اتخاذ این فناوری‌ها می‌باشد. همچنین فناوری‌های جدید سبب تقویت مشاغل دانش بنیان به خصوص در بخش فناوری‌های اطلاعات و راهکارهای دیجیتال می‌گردد. لازم به ذکر است که همواره نگرانی‌هایی در خصوص تاثیر فناوری‌های جدید بر بازار کار وجود داشته است. در این گزارش تاکید شده است تاثیر منفی توسعه فناوری‌ها بر بازار کار حاصل دیدگاه کوتاه مدت و توجه به اثرات مستقیم می‌باشد. شاید فناوری‌های جدید و استفاده از روبات‌ها سبب کاهش نیروی کار مستقیم در خطوط تولید شود، اما به طور غیر مستقیم سبب ایجاد مشاغل بیشتری در خارج از کارخانه از جمله ایجاد بازارهای جدید و توسعه زنجیره ارزش می‌گردد. بر اساس مشاهدات بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴، افزایش روبات‌های صنعتی در کارخانه‌ها در مجموع سطح اشتغال کل را افزایش داده است. از سوی دیگر شرکت‌هایی که از فناوری‌ها و روش‌های نوین استفاده می‌کنند فرصت‌های شغلی با ثبات‌تر و با شرایط کاری بهتری را فراهم می‌آورند.

علیرغم تمام مزایای ذکر شده باید توجه داشت این پیشرفت‌ها خود به خود رخ نمی‌دهند و برخی خطرات و ریسک‌ها نیز قابل پیش‌بینی است. شرکت‌های فعال در کشورهای در حال توسعه و به خصوص آن‌هایی که در زنجیره‌های ارزش جهانی ادغام شده‌اند با چالش سازمان‌دهی مجدد زنجیره تامین، تمرکززدایی و بازگشت محصولات تولیدی به کشور خود مواجه هستند. دیجیتالی سازی از طریق یکپارچه سازی فعالان در زنجیره ارزش و مدیریت زنجیره تامین و با استفاده از زیرساخت‌های نرم‌افزاری می‌تواند رقابت را محدود و تمرکز قدرت در دست برخی بازیگران خاص را افزایش دهد. یکی دیگر از تهدیدها برای کشورهای در حال توسعه از بین رفتن مزیت‌های رقابتی نظیر نیروی کار ارزان قیمت می‌باشد.

دستیابی به توسعه صنعتی یکپارچه و پایدار

اقدامات راهبردی کشورها در خصوص فناوری‌های تولید پیشرفته دیجیتال متفاوت می‌باشد. این اقدامات وابسته به شرایط زمینه‌ای نظیر میزان صنعتی بودن، زیرساخت‌های دیجیتال، انباشت فناوری و قابلیت‌های تولیدی، سیاست‌های اقتصادی و تولیدی، مشارکت بخش خصوصی در صنعت و می‌باشند. بنابراین نسخه عمومی و همه جانبه‌ای برای پیاده‌سازی و مواجهه با آن وجود ندارد. واکنش‌ها و اقدامات به موقعیت اقتصادی کشورها نیز بستگی دارد. کشورهای پیشتاز، دنباله‌روها و کشورهای کمتر توسعه یافته اهداف و همچنین چالش‌های مختلفی دارند. سیاست کشورهای پیشتاز بر حفظ یا بازیابی رهبری صنعتی



و اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی متمرکز است. برای کشورهای دنباله رو، مهمترین هدف کم کردن فاصله بین خود و کشورهای پیشرو می باشد که مستلزم توسعه مبتنی بر نوآوری بر روی زیرساخت های صنعتی و فناوری است. برای کشورهای جامانده نیز ایجاد زیرساخت ها و کسب قابلیت های اولیه برای جذب فناوری های نوین حایز اهمیت می باشد.

گرچه اقدامات مورد نظر وابستگی زیادی به شرایط زمینه ای دارد، با این حال، توجه به سه حوزه جهت دستیابی و بهره برداری از فناوری های نوین نیز بسیار حائز اهمیت می باشند: توسعه شرایط ساختاری، تقویت تقاضا و بهره برداری از نوآوری های جاری، و تقویت مهارت ها و قابلیت های تحقیقاتی. توسعه شرایط ساختاری شامل نهادینه شدن " رویکردهای چند ذینفعی " برای تدوین سیاست های صنعتی می باشد. تقویت تقاضا نیز نیازمند بودجه و آگاهی افزایی است. افزایش قابلیت تحقیقاتی نیازمند توجه دولت ها از طریق ایجاد مراکز پژوهشی و موقعیت های آموزشی می باشد. برای طی نمودن فرایند گذار به استفاده از فناوری های نوین، کشورها نیاز به تقویت تقاضا و اتخاذ فناوری های جدید دارند. تقویت زیرساخت ها و کسب آمادگی نیاز به تعهد بالا و صرف منابع عظیم دارد. توصیه می شود پیش از اجرای این برنامه ها قدم های کوچک برای آزمودن کارایی و قابلیت اجرایی آنها در دستور کار قرار گیرد.

لازم به ذکر است مزایای مهمی در همکاری های بین المللی در فرایند آماده شدن برای اتخاذ سیاست های توسعه فناوری های نوین وجود دارد. بسیاری از کشورها کمتر توسعه یافته و کم درآمد فاصله زیادی تا پیاده سازی چنین راهکارهایی دارند و لذا حمایت سازمان ها و جوامع بین المللی راهگشا می باشد. همکاری بین کشورها در سطوح مختلف از آمادگی فناورانه برای بکارگیری این فناوری ها مزایای زیادی دارد. بسیاری از کشورهای در حال توسعه، همکاری با کشورهای توسعه یافته جهت انتقال فناوری، توسعه منابع انسانی و همکاری مشترک را در دستور کار خود قرار داده اند. همچنین همکاری با کشورهای همسطح و اشتراک دانش و یافته ها می تواند راهکار مناسبی باشد.

جایگاه ایران و مسیر پیش رو

در ابتدا لازم است تا وضعیت ایران در رابطه با توسعه و بکارگیری فناوری های تولید دیجیتال پیشرفته ارزیابی گردیده و در ادامه چالش ها و راهکارهای پیش روی کشور در این زمینه شناسایی شوند. همانطور که اشاره گردید فناوری های پیشرفته تولیدی شامل سه بخش اصلی هستند: سخت افزار، نرم افزار و ارتباطات. مطابق با شاخص رقابت پذیری صنعتی که در سال ۲۰۱۹ منتشر شده است، ایران در بکارگیری سخت افزارها و نرم افزارهای تولیدی پیشرفته در گروه کشورهای " بالاتر از متوسط " و در جایگاه ۴۹ قرار می گیرد. از منظر شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI) نیز ایران در جایگاه ۸۱ قرار دارد. بر اساس نتایج گزارش

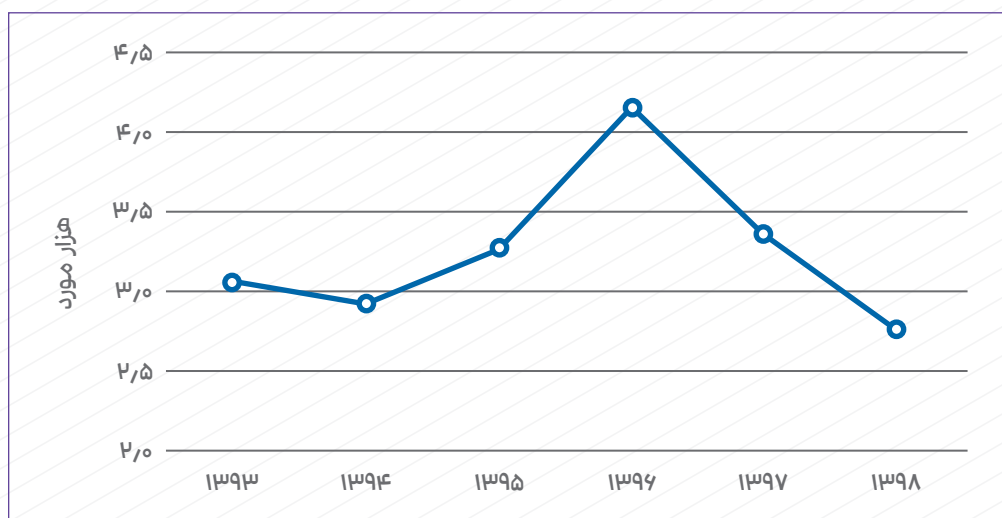


یونیدو، برخی از صنایع کشور به طور پراکنده از فناوری های دیجیتال در فرآیندهای تولیدی استفاده می کنند، اما به دلیل زیرساخت های ضعیف و عدم سرمایه گذاری کافی، این تحولات در زنجیره های تامین توسعه پیدا نکرده است و کشور نتوانسته صاحب فناوری های تولید دیجیتال گردد و وابستگی بالایی در خصوص تامین و دسترسی به چنین فناوری های وجود دارد.

از طرف دیگر همانطور که در گزارش مطرح شد، دو شاخص عمده خلق فناوری (ثبت پتنت) و تجاری سازی فناوری ها و نوآوری ها برای ارزیابی توانمندی های کشورها در بهره برداری از ظرفیت پنجره فرصت ایجاد شده در توسعه صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. در ادامه وضعیت ایران از منظر این شاخص ها مورد بررسی قرار می گیرد.

الف) وضعیت ایران از نظر تعداد پتنت

در حوزه ثبت پتنت، بر اساس آخرین آمار سایت وایپو که تعداد پتنت های ثبت شده توسط افراد با ملیت ایرانی در مرکز مالکیت کشور را نشان می دهد، در مجموع روند ثبت از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ صعودی بوده ولی پس از آن روند نزولی داشته است.



نمودار ۱- تعداد پتنت های ثبت شده توسط افراد مقیم / غیرمقیم در کشور (منبع: سازمان جهانی مالکیت فکری)

این موضوع به همراه رشد ثبت پتنت های کشور در مراجع بین المللی، ظرفیت مناسبی را برای کشور ایجاد کرده است. با این وجود چالش اصلی در این حوزه، تعداد کم و ناچیز ثبت پتنت توسط شرکت های خصوصی است. همین موضوع سبب شده است که کشور نتواند از ظرفیت این پتنت های ثبت شده در افزایش ثروت



بهره گیرد. جدول زیر تعداد پتنت‌های ثبت شده ده کشور برتر آسیا را در اداره ثبت اختراع آمریکا نشان می‌دهد. طبق آمار، تعداد پتنت‌های ثبت شده ایران بسیار کمتر از کشورهای برتر آسیا و حتی کمتر از کشورهای حاشیه خلیج فارس نظیر عربستان و امارات می‌باشد.

جدول ۲: کشورهای آسیایی دارای بیشترین پتنت انتشار یافته و گرت شده در اداره ثبت اختراع آمریکا (۲۰۱۶)

ردیف	کشور	تعداد پتنت ثبت شده در USPTO	رتبه در رده بندی	تعداد پتنت گرت شده
۱	ژاپن	۵۹۷۶۸	۲	۵۲۹۶۱
۲	کره جنوبی	۲۵۸۲۴	۳	۲۲۶۱۸
۳	چین	۱۶۸۰۸	۵	۱۰۹۷۵
۴	تایوان	۱۴۰۵۲	۶	۱۲۸۲۳
۵	هند	۱۷۴۴	۱۷	۹۰۹
۶	سنگاپور	۱۷۴۲	۱۸	۱۸۶۵
۷	عربستان	۶۴۶	۲۵	۵۱۷
۸	مالزی	۱۷۴	۳۳	۱۰۶
۹	امارات	۱۳۰	۳۶	۶۵
۱۰	ایران	۸۸	۴۱	۲۹

با توجه به اینکه در این گزارش پتنت‌های حوزه فناوری‌های دیجیتال پیشرفته در زمینه تولیدات صنعتی مدنظر می‌باشد، اطلاعات پتنت‌های مورد حمایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در ۵ سال اخیر در جدول زیر آورده شده است. با وجود اینکه نتایج نشان می‌دهد پتنت‌هایی در این حوزه‌ها ثبت شده است، اما اطلاعاتی از خروجی‌ها و نتایج و محصولات این پتنت‌ها در دسترس نیست، که سنجش اثربخشی و بهره‌وری این ایده‌ها و پتنت‌ها را دشوار می‌سازد.

جدول ۳: تعداد پتنت‌های ثبت شده در اداره ثبت اختراع آمریکا مرتبط با فناوری‌های دیجیتال پیشرفته در ۵ سال اخیر

زمینه فعالیت	روباتیک	اینترنت اشیا	هوش مصنوعی	اتوماسیون	کلان داده	تولید هوشمند
تعداد	۱۸	۷	۱۳	۲۸	۴	۷



ب) وضعیت ایران از منظر فناوری های کلیدی

با عنایت به شواهدی که در گزارش صنعتی سازی در عصر دیجیتال ارائه شده است، کشور ایران فناوری های و زیرساخت های انقلاب صنعتی سوم (نظیر بکارگیری اتوماسیون، فناوری اطلاعات و سیستم های برنامه ریزی منابع و تولید) را دارا بوده و در گذار به انقلاب صنعتی چهارم می باشد. در واقع الزامات تولید بر اساس انقلاب صنعتی چهارم یکپارچه سازی کامل فرآیندهای تولید و بکارگیری فناوری های نسل چهارم می باشد. فناوری های مرتبط با انقلاب صنعتی چهارم در زمینه تولید شامل مواد پیشرفته، زیست فناوری، نانوفناوری و فناوری های دیجیتال می باشند که در این گزارش تمرکز بر فناوری های دیجیتال پیشرفته شامل اینترنت اشیا، تحلیل داده های کلان، رباتیک پیشرفته، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، محاسبات ابری و ساخت افزودنی است. متأسفانه آمار و اطلاعات درستی از وضعیت کشور در توسعه و بکارگیری فناوری های دیجیتال در ساخت و تولید وجود ندارد. می توان کاربردهایی از تحلیل داده های کلان، هوش مصنوعی و محاسبات ابری در صنایع خدماتی کشور یافت و در برخی از محصولات یا تجهیزات وارداتی نیز فناوری های دیجیتال مورد استفاده قرار گرفته است، اما نمونه هایی از توسعه و بکارگیری این فناوری ها به صورت بومی در محصولات فرآیندهای تولیدی نادر است. بر این اساس نیز در این گزارش ایران به عنوان یکی از دنباله روها و استفاده کننده های فناوری های تولید دیجیتال پیشرفته دسته بندی شده است.

شاید تنها مرجع قابل اطمینان در خصوص بکارگیری فناوری های نوین و تجاری سازی آن ها مربوط به آمار شرکت های دانش بنیان باشد. بر اساس آخرین آمار موجود تا پایان سال ۱۴۰۰، بیش از ۶۶۰۰ شرکت دانش بنیان از مزایای این قانون بهره مند شده اند. علاوه بر این تعداد پارک های علم و فناوری نیز به ۴۵ پارک رسیده که به این پهنه ها، مراکز نوآوری، شتابدهنده های نوآوری، مراکز رشد دانشگاهی و مواردی از این دست را نیز می توان اضافه نمود، که شرکت های فناور و تیم های نوآفرین در آن مستقر بوده به فعالیت های تجاری سازی و خلق ثروت می پردازند. با این وجود ضعف اصلی در این حوزه عدم توجه سیاستگذاران به توسعه بازار این شرکت ها به ویژه ارتقای صادرات آنها بوده است و باید توجه داشت بدون ایجاد تنوع صادراتی در محصولات پیشرفته تحقق اقتصاد دانش بنیان و آمادگی کشور در استفاده از پنجره فرصت انقلاب صنعتی نسل چهارم امکان پذیر نیست.

ج) چالش های پیش روی ایران

کشور ایران در مسیر توسعه و بکارگیری فناوری های دیجیتال تولید با چالش های متعددی روبرو است. همانطور که در این گزارش نیز بدان اشاره شده است، پیش نیاز فراگیر شدن فناوری های نسل چهارم در تولید، دسترسی متوازن به قابلیت های پایه ای و زیرساخت های فناوری های دیجیتال نظیر دسترسی به



اینترنت پرسرعت در تمامی زنجیره ارزش تولید می‌باشد. از سوی دیگر، لازم است بخش قابل توجهی از صنایع و شرکت‌های تولیدی کشور قابلیت فنی و توانمندی مالی برای سرمایه‌گذاری و بکارگیری این فناوری‌ها در فرآیندها و محصولات تولیدی را داشته باشند. این در حالیست که نه تنها شرکت‌های محدودی در ایران چنین توانمندی‌هایی را دارا هستند، زیرساخت‌های کشور نیز هنوز آمادگی پشتیبانی از فراگیر شدن فناوری‌های نوین را ندارند. از سوی دیگر، با توجه به تنوع و سرعت پیشرفت فناوری‌های دیجیتال، کشورهای دنباله‌رو چاره‌ای جز انتقال فناوری و تعامل با کشورهای پیشرو ندارند و این مستلزم روابط گسترده تجاری و صنعتی با ده کشور صاحب فناوری می‌باشد. این موارد به همراه محدودیت منابع مالی جهت سرمایه‌گذاری در زمینه دستیابی و توسعه فناوری‌های دیجیتال در طول زنجیره‌های ارزش تولیدی، مسیر سختی را پیش روی کشور جهت تبدیل شدن به یکی از پیشروهای انقلاب صنعتی چهارم ترسیم می‌نماید.

د) راهکارهای پیشنهادی

در این گزارش راهکارهایی برای کشورهای نظیر ایران به عنوان دنباله‌رو و استفاده‌کننده فناوری‌های پیشرفته، ارائه گردیده است. این راهکارها عبارتند از: تقلید از پیش‌روها و انطباق فرآیندهای تولیدی با فناوری‌های پیشرفته و همراهی با تحولات در بازارها، اکتساب و استفاده از فناوری‌های نوین در سطح وسیع، تعمیق و گسترش فناوری‌های پیشرفته در صنایع تولیدی. این راهکارها از طریق تدوین یک برنامه جامع در راستای توسعه و بکارگیری فناوری‌ها، سرمایه‌گذاری در صنایع پیشرفته تولیدی و تقویت همکاری‌های بین‌المللی قابلیت اجرا می‌یابند. توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، ایجاد قابلیت‌های پایه‌ای و جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی می‌توانند به عنوان الزامات توسعه فناوری‌های دیجیتال و پیشرفته تولیدی مورد توجه قرار گیرند.

راهبرد صنعتی سازی در عصر دیجیتال برای ایران را می‌توان در چهار محور به شکل زیر خلاصه نمود:

۱. ایجاد کانال‌های سرریز دانش از طریق توسعه روابط اقتصادی و صنعتی با کشورهای پیش‌رو و ممتاز،
۲. توسعه و بهبود زیرساخت‌های دیجیتال
۳. توسعه قابلیت‌های فنی و مالی
۴. مهارت‌افزایی نیروی انسانی

نکته قابل توجهی که در این گزارش بدان اشاره شده است نیاز به مداخله هوشمند دولت در برنامه‌ریزی، هدف‌گذاری و حمایت از توسعه فناوری‌های مذکور است که نمونه‌های موفق آن را می‌توان در کشورهای آسیای شرقی یافت. با عنایت به اینکه توسعه و حمایت از چنین فناوری‌هایی به دلیل ماهیت پیچیده آن‌ها توسط بخش‌های مختلف دولت انجام می‌پذیرد، همکاری و هماهنگی بین سازمان‌ها و وزارتخانه‌ها ضرورت دارد. با



این وجود بدون جلب مشارکت بخش خصوصی، بکارگیری و توسعه این فناوری‌ها فراگیر نخواهد شد. وزارت صنعت، معدن و تجارت می‌تواند هم در زمینه هماهنگی بین بخشی و هم در حمایت‌های هوشمند از صنایع بخش خصوصی نقش موثری ایفا کند. استفاده از ظرفیت‌های قانون جهش تولید دانش بنیان و تشخیص فناوری‌های دیجیتال تولید به عنوان یکی از خلاقانه‌های فناورانه کشور در این مسیر راهگشا می‌باشد. همچنین با توجه به اهمیت فناوری‌های دیجیتال در حوزه تولید، لازم است تا معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ستادهای زیر مجموعه حمایت‌های هدفمندی را از توسعه و بکارگیری فناوری‌های مربوطه داشته باشند. در حال حاضر بیشتر تمرکز شرکت‌های دانش بنیان بر توسعه محصول یا خدمت جدید و فناورانه می‌باشد، در حالیکه بخش عمده‌ای از تحولات فناوری‌های دیجیتال پیشرفته مبنی بر افزایش بهره‌وری نیروی کار و انرژی و کاهش هزینه‌های عملیاتی به خصوص در صنایع بزرگ تولیدی و خدماتی می‌باشد، که در حال حاضر در کشور کمتر بدان توجه می‌شود. در این گزارش تاکید قابل توجهی بر انتشار فناوری و توسعه متوازن بازیگران زنجیره ارزش شده است و از این رو آشنایی شرکت‌ها با توانمندی‌ها و قابلیت‌های شرکت‌های پیش‌تاز در کشور و همکاری مشترک برای دستیابی به قابلیت‌های پایه‌ای اهمیت زیادی در بهبود رقابت پذیری صنعتی کشور دارد.

منابع و مراجع

گزارش یونیدو با عنوان: ۲۰۲۰ Industrial Development Report: Industrializing in the digital age





مؤسسه مطالعات پژوهش های بازرگانی

نام گروه:

پژوهشکده توسعه صنعتی و معدنی
گروه مطالعات و پژوهش های فناوری و نوآوری

تهیه کننده:

دکتر محمد شیخ علیشاهی

همکار:

دکتر محمدرضا عطارپور-دکتر مجید جلیلی

ناظر علمی:

دکتر علی سلیم

تاریخ انتشار:

آبان ماه ۱۴۰۱



www.itsr.ir