تصاویر و طرح‌های کلان صنعت آینده کشورهای پیشتاز دلالت‌ها، یافته‌ها؛ درس‌ها و آموزه‌ها برای دولت، دانشگاه و صنعت

* محمدرضا کریمی‌قهرودی **مسعود شفیعی
* عضو هیات علمی مجتمع مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر، تهران، ایران favad10@gmail.com
** استاد تمام دانشگاه امیرکبیر و رییس جمعیت ایرانی پیشبرد ارتباط صنعت و دانشگاه، تهران، ایران mshafiee@aut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹
صص: ۳۳- ۵۶

چکیده

نیل به تمدن برتر صنعتی و توسعه صنعت پیشرفته و هوشمند آینده از اهداف کلان و دغدغه جدی بسیاری از کشورهای توسعه یافته و پیشتاز جهان است. از این‌رو این کشورها اقدام به چشم‌انداز و تصویرسازی صنعت آینده خود و برای تحقق این تصاویر، طرح‌ها و برنامه‌های کلان ملی و نقشه‌های راه متعددی تهیه و سرمایه‌گذاری‌های گسترده و هدفمندی انجام داده‌اند، به‌گونه‌ای که ما امروزه شاهد رقابت چند برنامه عمده در جهان جهت ساخت تمدن صنعتی آینده هستیم. این مقاله یک مطالعه از نوع کیفی با رویکرد توصیفی- تحلیلی و با هدف بررسی تطبیقی تصاویر، چشم‌اندازها و طرح‌های صنعت آیندهِ کشورهای پیشتاز به منظور بهینه‌کاوی و استخراج دلالت‌ها، درس‌ها و آموزه‌ها برای توسعه صنعتی کشور است. در ابتدا به اجمال پارادایم و تمدن صعتی نوین آینده یعنی انقلاب چهارم صنعتی معرفی شده و سپس مهمترین تصاویر و طرح‌های کلان صنعت آینده سه کشور پیشتاز در مواجهه با این انقلاب شامل اتحادیه اروپا بویژه کشور آلمان (صنعت نسل چهار و پنج [1])، چین (ساخت چین ۲۰۲۵ و ابرقدرت برتر تولید در ۲۰۴۹[2])، آمریکا (اینترنت اشیا صنعتی، ساخت پیشرفته و هوشمند۲۰۳۰[3]) به اجمال شناسایی و در نهایت با بررسی تطبیقی این تصاویر، مهم‌ترین یافته‌های کلیدی، دلالت‌ها، درس‌ها و آموزه‌ها برای برای دولت، دانشگاه و صنعت ارائه شده است. لازم است کشور عزیزمان با فهم عمیق این تصاویر و طرح‌های کلان، مواجهه هوشمندانه‌ای با این تحولات داشته باشد تا دچار غافلگیری راهبردی نشود.

واژه‌های کلیدی: تمدن صنعتی آینده، صنعت آینده، طرح‌های کلان، کشورهای پیشتاز

نوع مقاله: ترویجی

۱- مقدمه

طی سالیان متمادی، تولید صنعتی همواره به‌عنوان موضوعی بوده است که دستخوش تغییرات فراوانی شده است. برخی اوقات عمق این تغییرات به حدی وسیع و گسترده بوده است که از آن، به عنوان انقلاب صنعتی یاد شده است. انقلاب صنعتی اول که در اواسط قرن هجدهم از انگلستان آغاز شد شامل تحول از کار و تولید دستی به

1. Industry 4.0
2. Made in china 2049(MIC 2049)
3. IIOT/Advance Manufacturing

نویسنده عهده‌دار مکاتبات: محمدرضا کریمی‌قهرودی FAavad10@gmail.com

تولید مبتنی بر ماشین و استفاده از نیروی ماشین به جای نیروی انسانی است. انقلاب صنعتی دوم، شامل ترکیب مکانیزه‌سازی گسترده و بهره‌گیری از نیروی برق بود و با تولید انبوه آهن و فولاد، توسعه خط آهن، کاربرد گسترده ماشین‌آلات در کارخانه‌ها شناخته می‌شود. انقلاب صنعتی سوم، مبتنی بر توسعه و گسترش رایانه و اتوماسیون صنعتی بود و ما اکنون در آغاز انقلاب صنعتی چهارم هستیم که شامل تغییراتی شگرف در حوزه صنعت و معرفی مفهوم صنعت ۴,۰ است که بر پایه ایده هوشمندسازی محصولات و ماشین‌های تولید و شبکه‌سازی آن‌ها با یکدیگر انجام می‌گیرد.

توسعه صنعت نسل چهار و دستیابی به قابلیت‌های این تمدن برتر صنعتی از دغدغه‌های مهم و جدی کشورهای پیشتاز جهان است و اغلب اقتصادهای پیشرفته در دنیا مفهوم صنعت ۴,۰ یا فناوری‌های مرتبط با آن را در سیاست‌ها و برنامه‌های ملی خود لحاظ نموده‌اند؛ به‌گونه‌ای که ما امروزه شاهد رقابت چند برنامه عمده در جهان جهت ساخت تمدن صنعتی آینده هستیم. بررسی محقق نشان می‌دهد این کشورها در ابتدا اقدام به تصویرسازی صنعت آینده خود و سپس برای تحقق این تصاویر، اقدام به تدوین برنامه‌های کلان ملی، تعریف پروژه‌های پیشتاز ملی و ترسیم نقشه‌های راه و سرمایه‌گذاری‌های هدفمند نموده‌اند. در کشور عزیزمان به دلیل درگیری در یک جنگ همه جانبه با استکبار جهانی، مشکلات ناشی از تحریم سنگین و ضعف و سوء مدیریت‌ها تاکنون فهم عمیقی از این گذار صنعتی و تمدن نوین آینده شکل نگرفته و عقب افتادگی‌های زیادی در حوزه توسعه صنعت آینده وجود دارد. گزارش شاخص‌های جهانی نظیر رتبه‌بندی رقابت‌پذیری صنعت ۴,۰ و گزارش مطالعات داخلی بیانگر و موید این فاصله و شکاف آشکار است، از این‌رو رصد و پایش طرح‌ها و برنامه‌های صنعت آینده کشورهای پیشتاز، ضمن شناخت و آگاهی از جایگاه و وضعیت کشور و جلوگیری از غافلگیری‌های راهبردی می‌تواند بیانگر درس‌ها و آموزه‌های مهمی برای دانشگاه، صنعت و دولت باشد.

مقاله حاضر با هدف بررسی تطبیقی تصاویر، چشم‌اندازها و طرح‌های صنعت آیندهِ کشورهای پیشتاز به منظور بهینه‌کاوی و استخراج دلالت‌ها، درس‌ها و آموزه‌ها برای توسعه صنعتی کشور و هشداردهی شکاف صنعتی به متولیان مربوطه است. در ابتدا به اجمال پارادایم و تمدن صعتی نوین آینده یعنی انقلاب چهارم صنعتی معرفی و سپس مهمترین تصاویر و طرح‌های کلان صنعت آینده سه کشور پیشتاز در مواجهه با این انقلاب شامل کشور آلمان (صنعت نسل چهار و پنج[۴])، چین (ساخت چین ۲۰۲۵ و ابرقدرت برتر تولید در ۲۰۴۹[۵])، آمریکا (اینترنت اشیا صنعتی، ساخت پیشرفته و هوشمند۲۰۳۰[۶]) به اجمال شناسایی و سپس با بررسی تطبیقی شش ویژگی اصلی آنها(شامل۱- اهداف کلان ۲- حوزه‌های اصلی تمرکز ۳- افق زمانی ۴ - مضامین اصلی ۵-توانمندسازها و زیرساخت ۶- فناوری‌های پایه) مهم‌ترین یافته‌های کلیدی، دلالت‌ها، درس‌ها و آموزه‌ها برای برای دولت، دانشگاه و صنعت ارائه شده است.

با توجه به مطالب فوق اهداف این تحقیق عبارتند از:

- تبیین پارادیم آینده صنعت و تمدن نوین صنعتی آینده
- بررسی و تبیین تصاویر و طرح‌های توسعه صنعت آینده سه کشور پیشتاز جهانی
- مقایسه تطبیقی در ابعاد اهداف، مضامین کلیدی، افق زمانی، توانمندسازها وزیرساخت، حوزه‌های تمرکز، فناوری‌ها
- تبیین مهم‌ترین یافته‌های کلیدی، دلالت‌ها، درس‌ها و آموزه‌ها برای دولت، دانشگاه و صنعت

لازم است کشور عزیزمان و بویژه متولیان و ذینفعان اصلی با فهم عمیق این تصاویر و طرح‌های کلان، مواجهه هوشمندانه‌ای با این تحولات محیطی داشته و برنامه‌ها و تدابیر جدی برای ارتقای صنعت آینده اتخاذ نمایند؛ چرا که سرنوشت کشورهایی که در این زمینه عقب بیافتند ذلت و استعمارزدگی است.

۲- مبانی نظری و پیشینه

۲-۱- اهمیت و لزوم تصویرسازی آینده

چشم‌انداز و تصویرسازی آینده جدی‌ترین، مهم‌ترین و اساسی‌ترین رویکرد آینده‌پژوهی و از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. آینده‌پژوهانی مانند جیم دیتور - که در آمریکا لقب پدر علم آینده‌پژوهی را به او داده‌اند- مطالعه تصاویر آینده را قلب فعالیت‌های آینده‌پژوهانه می‌دانند از

4. Industry 4.0, Industry 5.0
5. Made in china 2049(MIC 2049)
6. IIOT/Advance Manufacturing

آنجاکه انسان و جامعه شکل‌دهنده و پیشران اصلی آینده هستند، تصویرهای مطلوب از آینده می‌تواند روندها، رویدادها و اقداماتی را تولید کند که به ساخت آینده مطلوب یک جامعه منتهی شود و اقدامات و کنش‌های ما که آینده را شکل می‌دهند، خود از تصاویر ما نسبت به آینده شکل گرفته‌اند [۳]. از سلیمان نبی(ع) نقل شده است که"جایی که چشم‌انداز نیست؛ بشر نابود می‌شود. همچنین" مقام معظم رهبری بارها بر ضرورت بحث از آینده بلندمدت نظام تأکید و اهمیت توجه به ۵۰ سال بعد را در کانون توجه قرار می‌دهند، ایشان در دیدار جوانان، اساتید، معلمان و دانشجویان دانشگاه‌های استان همدان، در زمینه اهمیت چشم‌انداز و تصویرسازی می‌فرمایند" تا چشم‌انداز را برای خود تعریف نکنیم، هیچ کار درستی صورت نخواهد گرفت، همه‌اش روزمرگی است. بعد از آن که تعریف کردیم، اگر برنامه‌ریزی نکنیم، کارِ بی‌برنامه به سامان نخواهد رسید. بعدازآن که برنامه‌ریزی کردیم، اگر همت نکنیم، حرکت نکنیم، ذهن و عضلات و جسم خود را به تعب نیندازیم و راه نیفتیم، به مقصد نخواهیم رسید، این‌ها لازم است [۱]. در این زمینه بولدینگ تأکید می‌کند: «اشخاص یا ملتی که نه درک روشنی از زمان حال دارند، نه درک واضحی از آینده‌ی پیش رو، به‌احتمال‌زیاد در رفتارشان مردد و نامطمئن خواهند بود و شانس کمی برای بقا خواهند داشت».

فردریک پولاک پایه نظریه تغییر اجتماعی را بر اساس تصویرهای آینده قرار می‌دهد. او ۳۰۰۰ سال تاریخ تمدن بشر را بررسی و دریافت که تصویرهای مثبت منجر به شکوفایی فرهنگ می‌شود، درحالی‌که تصویرهای منفی زوال فرهنگ را به بار می‌آورد؛ و نتیجه‌گیری کرد که قدرت فرهنگ¬ها همبستگی معناداری باقدرت تصویرشان از آینده دارد. به پندار "سورل" یکی از کاراترین ابزارها برای نفوذ بر یک اجتماع، آن است که تصویرهای خلاصه شده و ساده‌شده‌ای از یک آینده فرضی یا یک گذشته افسانه‌ای به آن اجتماع عرضه شود تا احساسات، جهت بگیرند و آن جمع، به‌سوی فعالیت رانده شوند [۳]. بدون تصویرسازی آینده، ما قادر به اموری چون، برنامه‌ریزی، تعیین مقصد و هدف، نیت کردن و خلق مفهوم جدید نخواهیم بود [۶].

۲-۲- انقلاب چهارم صنعتی پارادیم و عصر نوینی در توسعه صنعت آینده

بر اساس دیدگاه بسیاری از آینده‌پژوهان برجسته وگزارشات مراکز و موسسات مختلف جهانی بویژه مجمع جهانی اقتصاد، ما در قرن حاضر شاهد شکل‌گیری یک انقلاب، پارادایم و عصر نوینی به نام انقلاب چهارم صنعتی هستیم و جهان در حال گذار به عصر جدیدی از توسعه و تمدن بشری است. واژۀ "انقلاب" به تغییر ناگهانی و ریشه‌ای اشاره دارد. انقلاب‌ها در سراسر تاریخ هنگامی که فناوری‌های نوین و شیوه‌های بدیع درک جهان، تغییری ریشه‌ای را در سامانه‌های اقتصادی و ساختارهای اجتماعی آغاز می‌کنند، روی می‌دهند [۲]. انقلاب صنعتی چهارم؛ انقلابی است که بر جنبه‌های دیجیتالی و هوشمند بودن آن و امتزاج فناوری‌های سه حوزه فیزیک، دیجیتال و بیولوژی تأکید فراوان شده است. این انقلاب صنعتی در هر ذره خود به‌اندازه سه انقلاب قبلی، قدرتمندتر، تأثیرگذارتر و از نظر تاریخی بسیار مهم‌تر خواه بود و به لحاظ مقیاس و دامنه پیچیدگی بسیار متفاوت‌تر از آن چیزی‌است که بشریت به واسطه انقلاب‌های صنعتی پیشین تجربه کرده است. در اثر این انقلاب، به واسطه تغییرات بنیان‌کن، تحولات عمیقی در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی به وجود خواهد آمد و فرصت‌های بی‌نظیری برای مقابله با چالش‌های جهانی پدیدار می‌شود که در نهایت با نوعی جابه‌جایی تمدنی همراه خواهد بود.

طی ۲۵۰ سال گذشته، سه انقلاب صنعتی شیوه ایجاد ارزش توسط بشر را متحول کرده و جهان را تغییر داده است. در هر یک از این انقلاب‌ها، فناوری‌ها، نظام‌های سیاسی و نهادهای اجتماعی همه با هم متحول شده‌اند و نه فقط صنایع بلکه نحوه نگاه مردم به خود، ارتباطشان با یکدیگر و با دنیای طبیعی را تغییر داده‌اند [۶]. انقلاب صنعتی اول که در اواسط قرن هجدهم از انگلستان آغاز شد شامل تحول از کار و تولید دستی به تولید مبتنی بر ماشین و استفاده از نیروی ماشین به جای نیروی انسانی است. انقلاب صنعتی دوم، شامل ترکیب مکانیزه‌سازی گسترده و بهره‌گیری از نیروی برق بود و با تولید انبوه آهن و فولاد، توسعه خط آهن، کاربرد گسترده ماشین‌آلات در کارخانه‌ها شناخته می‌شود. انقلاب صنعتی سوم، مبتنی بر توسعه و گسترش کامپیوتر و اتوماسیون صنعتی بود و به تعبیر کلاوس

شواب[7]، بنیان‌گذار و مدیر اجرایی مجمع جهانی اقتصاد، ما اکنون در آغاز انقلاب صنعتی چهارم هستیم. انقلابی مبتنی بر انقلاب دیجیتالی که جوامع ما را عمیقا متحول می‌کند، این انقلاب تمدنی به گونه است که بشر چیزی شبیه آن را تاکنون تجربه نکرده است. به گفته شواب در بین چالش‌هایی بسیار متنوعی که امروزه با آن‌ها مواجه هستیم، مهم‌ترین و قوی‌ترین آن فهم شکل و ابعاد این انقلاب فناورانه جدید است که چیزی کمتر از گذار بشریت نیست.شکل یک روند تکاملی انقلاب اول تا انقلاب چهارم صنعتی را نشان می‌دهد.

امروز: سامانه‌های سایبری- فیزیکی ۱۸۷۰: اولین خط مونتاژ ۱۹۶۹: اولین کنترلر قابل برنامه‌ریزی ۱۷۸٤: دستگاه ریسندگی

شکل ۱. روند تکاملی انقلاب صنعتی تا انقلاب چهارم صنعتی

مطابق این شکل، اولین انقلاب صنعتی (در حدود سال ۱۷۸۰)، مکانیزاسیون تولید با استفاده از آب و نیروی بخار و راه‌اندازی خطوط ریلی بود که مهمترین دستاورد آن تولید مکانیکی بود. دومین انقلاب صنعتی(سال ۱۹۰۰) با اختراع جریان برق و تولید انبوده با کمک نیروی برق که راه‌اندازی خطوط مونتاژ را سبب شد و انقلاب صنعتی سوم(دهه ۱۹۷۰) هم انقلاب دیجیتالی بود که با توسعه نیمه‌هادی‌ها، و رایانه‌های شخصی و در آن دستگاه‌ها همه دیجیتالی و الکترونیکی شدند و مفهوم اتوماسیون وارد صنعت شد. سه انقلاب اول صنعتی در نتیجه مکانیزه‌سازی، الکتریسیته و فناوری اطلاعات ظهور کردند [۱۹].

ایده این انقلاب که ابتدا در کشور آلمان و در حوزه صنعت مطرح شد، در ادامه جایگاه خویش را در کل کشورهای اروپایی یافته و سپس با گسترش دامنه آن به ایالات‌متحده امریکا و آسیا؛ در عمل تبدیل به جنبش عظیمی شد که مجمع جهانی اقتصاد به توسعه و بسط آن پرداخته است. به گفته شواب؛ حداقل به سه دلیل یا ویژگی‌های زیر این انقلاب با سه انقلاب قبل بسیار متفاوت است:

سرعت: برخلاف انقلاب‌های صنعتی قبلی، انقلاب صنعتی چهارم به جای سرعت خطی از سرعت نمایی برخوردار است.این موضوع حاصل جهان چند وجهی و عمیقاً درهم‌تنیده‌ای که ما در آن زندگی می‌کنیم و این واقعیت است که فناوری‌های نوین موجب تولید فناوری‌های جدیدتر و توانمندتر می‌شوند. سرعت نوآوری از دید توسعه و انتشار، از هر زمان دیگر سریع‌تر است. مدل‌های نوین کسب و کاری امروزی مانند علی‌بابا، اوبر و ایربی‌اندبی که هم اکنون اسامی آشنایی هستند، کمتر از دو دهه طول عمر دارند و در چند سال پیش از این، ناشناخته بودند.

گستردگی و عمق: انقلاب صنعتی چهارم بر انقلاب دیجیتال مبتنی است و ترکیبی از فناوری‌های مختلف ایجاد می‌کند که منجر به تغییر الگوهای بی‌سابقه در بخش‌های اقتصاد، کسب وکار و جامعه به صورت جداگانه می‌شود، این انقلاب نه تنها «چیستی» و «چگونگی» انجام کارها، بلکه هویت ما را هم تغییر می‌دهد.

تأثیر بر نظام‌هاو سیستم‌ها: این انقلاب شامل تحول کلی نظامات در تمام جوامع، کشورها، سازمان‌ها، شرکت‌ها، صنایع و کسب و کارها به صورت کلی است [۲]. اگر شهر دیترویت آمریکا را نماد انقلاب صنعتی سوم در نظر بگیریم، مشاهده می‌کنیم که سه شرکت بزرگ خودروسازی این شهر با ۱,۲ میلیون کارمند، فروشی معادل ۲۵۰ میلیارد دلار داشتند، اما اگر سیلیکون‌ولی با شرکت‌های مطرحی همچون مایکروسافت، اپل، گوگل و... نماد انقلاب صنعتی چهارم باشد، مشاهده می‌کنیم که سه شرکت بزرگ این شهر با ۱۳۷ هزار کارمند، فروشی معادل ۲۴۷ میلیارد دلار دارند. ارزش فعلی بازار انقلاب صنعتی چهارم حدوداً ۱۶۰بیلیون دلار است و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۲ تا ۱۵درصد رشد کند [۱۹].

بر اساس پیش‌بینی کارشناسان مجمع جهانی اقتصاد، علائم این انقلاب هم‌اکنون پدیدار شده و در سال ۲۰۳۰ به نقطه اوج خود خواهد رسید و از آنجا که سرعت تحولات آن بسیار بیشتر از انقلاب‌های پیشین است، **رهبری جهان در آینده متعلق به کشورهایی است که بتوانند از ظرفیت‌ها و فرصت‌های پیش آمده نهایت بهره را**

7 .Klaus Schwab

ببرند. جوامع، کشورها و سازمان‌ها باید سرعت و دامنه این انقلاب جدید را به‌طور کامل درک کنند. یک دوره و پارادایم انتقالی در چگونگی نحوه کار، ارتباطات و همچنین شیوه بیان و تعامل ما جاری است. به طریق مشابه یک تغییر شکل در حکومت‌ها و نهادها از طریق نظام‌های آموزش، بهداشت و حمل‌ونقل در حال انجام است[۲۹]. به تعبیر شواب در مقدمه کتاب اخیر خود، همه نهادها و نظامات اجتماعی-سیاسی که در پنج دهه گذشته عملکرد خوبی داشته و توسعه و رفاه را برای جامعه و بشریت به ارمغان آوردند، طی دو دهه آینده؛ در خوشبینانه‌ترین حالت دچار اختلال و در حالت بدبینانه دچار فروپاشی خواهند شد[۲]. این انقلاب منشا تحولات عظیمی خواهد بود و پیامدها و تاثیرات گوناگونی در حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و اخلاقی، امنیت و امنیت ملی و تاثیرات شگرفی بر جوامع و شیوه حکومت‌ها، سازمان‌ها، کسب و کارها، اقتصاد، اشتغال فرهنگ‌ها، افراد، و سبک زندگی آنها و... خواهد داشت. در ادامه این مقاله، تاثیرات این انقلاب در حوزه صنعت و ساخت و تولید را بررسی و مهمترین تصاویر و طرح‌های کلان صنعت آینده کشورهای پیشتاز در مواجهه با این انقلاب معرفی خواهیم نمود. در آینده، ما شاهد تغییر جهت‌های عمیق در تمام صنایع هستیم که با ظهور مدل‌های کسب‌وکار جدید، نظام‌های تولید، مصرف، حمل‌ونقل و توزیع آن‌ها تغییر شکل پیدا خواهند گرد. نوآوری‌های فناورانه منجر به تحول در ساخت و تولید می‌شود، هزینه‌های حمل‌ونقل و جابجایی کاهش می‌یابد، زنجیره لجستیک و عرضه جهانی پربازده‌تر خواهد شد و هزینه تجارت کم می‌شود [۱۳].

۲-۲ تصاویر، چشم‌اندازها و طرح‌های کلان صنعت آینده کشورهای پیشتاز

انقلاب چهارم صنعتی، در بخش صنعت و تولید هم تحولات گسترده‌ای را رقم خواهد زد و سرشار از فرصت‌ها، قابلیت‌ها و تهدیدات زیادی در این بخش و صنعت آینده خواهد بود. تاثیرات این انقلاب در بخش صنعت منجر به ظهور مفاهیم نوینی نظیر صنعت ۴،۰، صنعت نسل پنج، صنایع متصل، صنعت پیشتاز، اینترنت اشیا صنعتی و مفاهیم متشابه شده است. مفاهیمی که بر پایه ایده هوشمندسازی محصولات و ماشین‌های تولید و شبکه‌سازی آن‌ها با یکدیگر شکل خواهد گرفت. در مواجهه با این انقلاب و تحولات بخش صنعتی؛ اغلب کشورهای پیشتاز جهانی اقدام به تصویرسازی صنعت آینده خود مبتنی بر فرصت‌ها، ظرفیت‌ها و قابلیت‌های خود نموده و برای تحقق آن، علاوه بر گفتمان‌سازی، اقدام به تهیه برنامه‌های کلان ملی، نقشه‌های راه و سرمایه‌گذاری‌های سنگین و هدفمندی نموده‌اند. کشورهایی مانند سنگاپور، چین، ایالات متحده، آلمان، هند، انگلیس، کره، و ژاپن، برای تقویت تولید، سرمایه گذاری سنگین ملی را آغاز کرده‌اند. برای نمونه برنامه تحقیقاتی ۱۹۰ میلیارد دلاری سنگاپور، یعنی برنامه نوآوری و سرمایه گذاری، مشهور بهRIE2020 ، تاکید زیادی بر تولید و مهندسی پیشرفته دارد. در بخش‌های بعدی مقاله، مهمترین تصاویر و طرح‌های کلان صنعت آینده کشورهای پیشتاز شامل صنعت نسل چهار و پنج آلمان، ساخت چین ۲۰۲۵ و ابرقدرت برتر تولید در ۲۰۴۹، اینترنت اشیا صنعتی، ساخت و تولید پیشرفته و هوشمند آمریکا، صنایع متصل ژاپن، صنعت پیشتاز مالزی، ساخت در هند و ساخت هند به اجمال معرفی خواهند شد.

شکل ۲. مهمترین تمدن‌های صنعتی مطرح جهان (جمع‌بندی مولفان)

۲-۴-تصویر اول- صنعت ۴،۰ و صنعت ۵،۰ آلمان (تمدن صنعتی آینده اروپا)

آلمان یکی از بزرگترین صنایع تولیدکننده در جهان است و رهبری جهانی در بخش تجهیزات تولید می‌باشد. این کشور از تخصص و مهارت ویژه‌ای در تحقیق، توسعه و تولید فناوری‌های تولیدی و مدیریت فرآیندهای صنعتی پیچیده، برخوردار است. صنعت تولید کارخانه‌ای پیشرفته و قدرتمند، سطح بالای شایستگی‌های فناوری اطلاعات و دانش فنی گسترده این کشور در حوزه سیستم‌های تعبیه شده و مهندسی اتوماسیون، موقعیت این کشور را به‌عنوان یک کشور پیشگام در صنعت مهندسی تولید تثبیت کرده

است. اصطلاح صنعت ۴,۰، I4.0[۸] یا ساده‌تر I4، اولین بار در سال ۲۰۱۱ در پروژه راهبرد فناوری‌های پیشرفته[۹] دولت آلمان، که باعث ارتقاء دیجیتالی شدن صنعت و تولید می‌شد، مطرح و در همان سال در نمایشگاه هانوفر به‌طور عمومی معرفی شد. صنعت ۴,۰ محور توسعه صنایع آینده و به تعبیری هم‌زمان، چشم‌انداز و راهبرد کشورها برای ورود به عرصه رقابتی است و اکنون اتحادیه اروپا و بویژه کشور آلمان برای تحقق آن برنامه‌ها، پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری سنگین و هدفمندی را انجام داده است [۷].

صنعت ۱,۰ (در حدود سال ۱۷۸۰)، مکانیزاسیون تولید با استفاده از آب و نیروی بخار بود، صنعت ۲,۰ (سال ۱۹۰۰) نیز تولید انبوده با کمک نیروی برق را معرفی کرد و صنعت ۳,۰ (دهه ۱۹۷۰) هم انقلاب دیجیتالی بود که در آن دستگاه‌ها همه دیجیتالی و الکترونیکی شدند و مفهوم اتوماسیون وارد صنعت شد. انقلاب دیجیتال از فناوری اطلاعات و الکترونیک برای مکانیزه کردن تولیدات در مقیاس کلان استفاده می کرد و حالا صنعت چهار بر پایه انقلاب سوم بنا شده است؛ این صنعت تلفیق فناوری‌هایی است که فاصله میان حوزه‌های فیزیک، دیجیتال و زیست‌شناسی را کم‌تر از گذشته می‌کند.ما اکنون در مرحله آغازین صنعت ۴,۰ هستیم. صنعت ۴,۰ قرار است بر پایه ایده هوشمندسازی محصولات و ماشین‌های تولید و شبکه‌سازی آن‌ها با یکدیگر انجام گیرد. صنعت چهار به دنبال بازآفرینی صنعت آینده در فضای سایبر و مبتنی بر سکوی اینترنت آینده شامل اینترنت اشیاء، اینترنت خدمات(محاسبات مبتنی بر رایانش ابری) و سامانه‌های سایبری-فیزیکی است.

مفهوم صنعت ۴,۰ ابتدا در کشور آلمان مطرح و در کل کشورهای اروپایی توسعه یافت به‌گونه‌ای که این کشورها برنامه‌ها، پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های سنگینی در این حوزه انجام داده‌اند. تعریف ۴۶ پروژه تحقیقاتی به ارزش تقریبی ۱۰۰ میلیون یورو، پنج مگاپروژه فرابخشی و ۸ ابتکار توسعه‌پذیر و ۳۳ پروژه نمونه‌هایی از این تلاش‌ها است. سپس با گسترش دامنه این مفهوم از اروپا به ایالات‌متحده امریکا و آسیا در عمل تبدیل به جنبش و گفتمان عظیمی شد که امروزه به نام انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود

صنعت ۴,۰ یک اصطلاح مشترک برای فناوری‌ها و مفاهیم "سازمان زنجیره ارزشی" است. این صنعت با تکیه بر مفاهیم فناورانه سیستم‌های سایبری فیزیکی، اینترنت اشیاء و اینترنت سرویس‌ها، چشم‌انداز دستیابی و تحقق "کارخانه هوشمند" را تسهیل و تسریع می‌کند. درون کارخانه‌های هوشمند صنعت ۴,۰، سیستم‌های سایبری فیزیکی بر فرآیندهای فیزیکی نظارت می‌کنند، یک "رونوشت" مجازی از جهان فیزیکی را ایجاد می‌کنند و به اتخاذ تصمیمات غیرمتمرکز می‌پردازند. در بافت اینترنت اشیاء، سیستم‌های سایبری فیزیکی با یکدیگر و انسان‌ها، به‌صورت بلادرنگ ارتباط برقرار می‌کنند. به واسطه اینترنت سرویس‌ها، هم سرویس‌های درون‌سازمانی و هم‌سرویس‌های بین سازمانی ارائه می‌شود و توسط مشارکت‌کنندگان زنجیره ارزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

صنعت ۴,۰ مفاهیم نوینی و عمیقی در همه حوزه‌ها معرفی نموده است. مفاهیمی نظیر اینترنت اشیا صنعتی، سامانه‌های سایبری فیزیکی، اینترنت آینده، نوآوری باز، نوآوری ابری، خلق مشترک، طراحی مشارکتی، تولید افزایشی، صنایع و کارخانجات هوشمند، سکوی مشترک سرویس جهانی، جمع‌سپاری، تولید دیجیتال [۲۳]. فرصت هایی که میلیون‌ها انسان به‌وسیله موبایل باهم در ارتباط هستند، همراه با توان پردازش بی‌نظیر، ظرفیت ذخیره و دسترسی به اطلاعات، بی‌نهایت می‌باشد. این فرصت‌ها با ظهور فناوری‌های نوظهور در زمینه‌هایی نظیر هوش مصنوعی، رباتیک، اینترنت اشیا، خودروی خودران، پرینتر سه‌بعدی، نانوتکنولوژی، بیوتکنولوژی، علم مواد، ذخایر انرژی و کوانتوم دوچندان می‌شود [۲۰]. هفت فعال‌ساز فناورانه کلیدی این صنعت عبارتند از موبایل: جهانی‌سازی فرآیند خلق ارزش؛ پردازش ابری: قدرت ذخیره‌سازی و پردازش برای تولید پیشرفته دیجیتالی؛ ابزار تجزیه و تحلیل پیشرفته: تبدیل دریای داده‌ها به یک توپ کریستالی؛ ارتباطات ماشین به ماشین: کاهش پیچیدگی از طریق هماهنگ‌سازی، سکوهای اجتماعی: فعال‌ساز الگوهای جدید هماهنگی و مشارکت؛ چاپ سه‌بعدی: تولید در هر

۸ Industry4.0

۹ high-tech strategy

زمان و هر جا؛ رباتیک پیشرفته: مشارکت‌کننده‌های پیشرفته دیجیتالی در راستای بهره‌وری انسانی [۱۱].

سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل در سال ۲۰۱۷ تعداد نه ویژگی را برای صنعت ۴,۰ درنظرگرفته است. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از: قابلیت تعامل‌پذیری و همکاری[۱۰]، مجسم‌سازی[۱۱]، نامتمرکز بودن[۱۲]، توانایی عملکرد زمان واقعی[۱۳]، جهت‌گیری مناسب خدمات[۱۴]، ماژولار بودن[۱۵]، همگرایی[۱۶]، کاهش هزینه و بازدهی[۱۷] و در نهایت سفارشی‌سازی انبوه[۱۸]. جوهره چشم‌انداز صنعت ۴,۰، یعنی"اینترنت اشیاء صنعتی"، در زمینه اتصال مردم، اشیاء و ماشین‌آلات به هم در همه‌جا است. در این انقلاب، سیستم‌های جداگانه در حوزه‌های مختلف از توانایی هماهنگی و مشارکت بین یکدیگر برخوردار خواهند شد و ارزش‌های جدیدی در سرتاسر جامعه ایجاد می‌شود. انتظار می‌رود تا تغییرات و تحول در طیف گسترده‌ای از ساختارهای سنتی همچون مدیریت، تدارکات، فروش، حمل‌ونقل، سلامت و پزشکی، مالی، و خدمات دولتی ایجاد شود، نحوه کار کردن و زندگی مردم تغییر کند و پیشران‌هایی برای تحقق یک زندگی باکیفیت برای شهروندان فراهم شود.

به سوی صنعت ۵,۰

با نگاه به توسعه نظری آینده، در سال‌جاری مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی طراحی مفهومی و اندیشه صنعت ۵,۰ را مطرح و در حال توسعه نظری این مفهوم هستند، لازم به ذکر است معرفی صنعت ۵,۰ در امتداد و توسعه صنعت ۴,۰ بوده و به معنای گذر از پارادایم انقلاب چهارم صنعتی نیست و این مفهوم هم ذیل انقلاب چهارم صنعتی مطرح شده است. صنعت ۵,۰ به جای تمرکز صرف بر فناوری و ارتباط ماشین با ماشین و اتوماسیون فرایندها به مشارکت انسان با ماشین و توازن در تعامل و برهم‌کنش انسان و ماشین توجه دارد. مهمترین تمایزات صنعت ۵,۰ با صنعت ۴,۰ مستخرجه از منابع در جدول زیر جمع‌بندی و ارایه شده است.

جدول ۱. مقایسه صنعت۴,۰ و صنعت ۵,۰(منبع، جمع‌بندی مولفان)

صنعت ۴,۰	صنعت ۵,۰
هدف خودکارسازی فرایندها	توازن تعامل و برهم‌کنش انسان و ماشین
فناوری مهمترین موضوع است.	مشارکت انسان با ماشین مهمترین موضوع است.
محیط کاملا مجازی	انتقال به محیط واقعی
کاهش کارکنان با بکارگیری فناوری‌های نوظهور	افزایش شمار کارکنان در تماس با ماشین الات
ماشن‌های هوشمندتر و بهتر متصل با فضای کار	امتزاج رایانش شناختی با هوش انسانی
عدم امکان شخصی‌سازی و سفارشی‌سازی	امکانپذیری شخصی‌سازی و سفارشی‌سازی و ساخت هر محصولی بهتر و مطابق ترجیحات افراد
تمرکز بر اتصال ماشین‌ها	تمرکز بر تحویل تجارب مشتری
سفارشی سازی انبوه[۱۹]	سفارشی سازی فوق‌العاده[۲۰]
محصولات هوشمند	محصولات تعاملی و مبتنی بر تجارب

۲-۵-تصـــویر دوم- ســـاخت چین ۲۰۲۵ و ابرقدرت برتر و رهبری تولید ۲۰۴۹

کشور چین تصویر آرمانی، طرح و برنامه رسیدن به ابرقدرت صنعتی را تا یکصدمین سالگرد جمهوری خلق چین تحت عنوان "ابرقدرت برتر و رهبری تولید در ۲۰۴۹" معرفی نموده است. ۲۰۴۹ صدمین سالگرد جمهوری خلق چین است. شعار اصلی چین در این طرح؛ **اهداف و آرزوهای جهانی مبتنی بر حفاظت از منابع و پتانسیل‌های داخلی**[۲۱] است. ژی جین پینگ رئیس جمهور چین سال ۲۰۱۵ این راهبرد صنعتی ملی فراگیر موسوم به ساخت چین ۲۰۵۰ (MIC2025) را امضا کرد. این تصویر آرمانی شامل یک طرح جامع به دنبال تبدیل کشور چین به یک

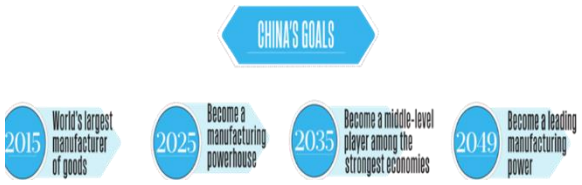
10 .Interoperability
11 .Visualization
12 .Decentralization
13 .Real-time capability
14 .Service orientation
15 .Modularity
16 .Convergence
17 .Cost reduction and efficiency
18 .Mass customization
19 Mass customization
20. Hyper customization
21 .Global Ambitions Built on Local Protections

کشور پیشتاز و پیشرفته در حوزه تولید و شامل سه برنامه ده ساله است که برنامه اول آن به ساخت چین ۲۰۲۵ معروف شده است [۳۳].

در سال ۲۰۱۳، آکادمی مهندسی چینی، تحقیقاتی را در ارتباط با استراتژی‌های حوزه تولید در کشور چین شروع نمود. این آکادمی در قالب یک گروه متشکل از ۱۰۰ متخصص و ۵۰ موسسه این تحقیق را انجام داد. در ماه می سال ۲۰۱۵، به‌طور رسمی طرح جامع ساخت چین منتشر شد. کارشناسان آلمانی معتقدند کشور چین در این طرح به طور قابل توجهی موفقیت‌های صنعت ۴,۰ کشور آلمان را الگو قرار داده است [۳۸].

آنها دراین طرح سه گام روشن را در پیش رو دارند: تا سال ۲۰۲۵، تا سال ۲۰۳۵ و تا صد سالگی تشکیل جمهوری خلق چین یعنی سال ۲۰۴۹. تا سال ۲۰۲۵ ، این کشور در نظر دارد به یک «قدرت تولیدی بزرگ» تبدیل شود. برای رسیدن به این هدف چین درنظر دارد که قدرت صنعتی خود را تحکیم کند، دیجیتالی کردن تولید را افزایش دهد، فناوری‌ها را بومی‌سازی کند و در حوزه‌هایی چون راه آهن پر سرعت یا حوزه‌های دیگری که چین همچنان در سطح جهانی در آنها پیشتاز است، به جایگاهی رقابتی برسد و در عین حال کیفیت تولید خود را بهبود بخشد. طی این مدت سطوح استفاده از انرژی و آلودگی‌زایی آن نیز به سطوح کشورهای صنعتی پیشرفته خواهد رسید [۲۴].

گام دوم تا سال ۲۰۳۵ شاهد رسیدن تولید چین به «یک سطح متوسط در میان قدرت‌های تولیدی جهان» است، به همراه بهبود شدید قابلیت نوآوری برای ساخت پیشرفت‌های کلیدی و افزایش قابل توجه در رقابتی بودن. در گام سوم تا صد سالگی تاسیس حکومت در سال ۲۰۴۹ چین انتظار دارد «در میان قدرت های تولیدی جهان رهبری را در دست بگیرد. ما از توانایی رهبری نوآوری و برخورداری از مزیت‌های رقابتی درحوزه های بزرگ تولیدی برخوردار خواهیم شد و فناوری پیشرفته و سیستم‌های صنعتی را توسعه خواهیم بخشید.



شکل۳. اهداف چین جهت نیل به ابرقدرت برتر و رهبری تولید جهانی

در واقع دولت چین در قالب برنامه «ساخت چین- ۲۰۲۵» قصد دارد با تکیه بر توان داخلی به یکی از بزرگترین تولیدکنندگان محصولات صنعتی در دنیا تبدیل شود. این برنامه با تمرکز بر صنایعی مانند فناوری اطلاعات، هوانوردی، حمل‌ونقل ریلی، حمل‌ونقل با انرژی‌های نو و تجهیزات کشاورزی- که برای رشد و رقابت اقتصادی در قرن بیست و یکم بسیار ضروری هستند و حدود ۴۰ درصد از کل تولید ارزش‌افزوده صنعتی کشور چین را شامل می‌شود. شکل ۳- اهداف کشور چین جهت نیل به ابرقدرت برتر و رهبری تولیدجهانی تا ۲۰۴۹ را نشان می‌دهد [۲۶].

چین به دنبال پایان دادن به وابستگی خود به فناوری بین‌المللی و ارتقاء قابلیت‌های صنعتی و تولید هوشمندانه خود با اطمینان از نوآوری، کیفیت محصول، کارایی و ادغام در تولید ۱۰ صنعت کلیدی است. این صنایع شامل فناوری اطلاعات پیشرفته؛ ماشین‌آلات اتوماتیک و روباتیک؛ هوا فضا و تجهیزات هواپیما؛ تجهیزات مهندسی اقیانوس و حمل و نقل با تکنولوژی بالا؛ تجهیزات حمل و نقل مدرن ریلی؛ صرفه جویی در انرژی و وسایل نقلیه انرژی جدید؛ تجهیزات برق قدرت؛ مواد جدید؛ پزشکی و تجهیزات پزشکی؛ و تجهیزات کشاورزی است. کشور چین این مسابقه جهانی را به‌عنوان یک فرصت عالی برای دریافت فناوری و رشد اقتصاد با کشورهای صنعتی می‌بینند. هدف این کشور تبدیل‌شدن به یک رهبر جهانی در تولید محصولات باکیفیت بالا و با فناوری بالا در نیمه اول قرن ۲۱ و جایگزینی فناوری چینی برای نسخه‌های خارجی در بازار داخلی و جهانی است. دستیابی به این هدف به سه عامل بستگی دارد: توانایی توسعه محصولات مبتکرانه، ایجاد برندهای معروف جهانی و ساخت تجهیزات مدرن تولید.

مسئولان عالی‌رتبه چینی می‌خواهند از مدرن‌سازی صنعتی، به‌ویژه برای ارتقای رقابت اقتصادی بین‌المللی چین استفاده کند [۳۱]. اکنون چین نوعی گذر از «ساخت چین» به «خلق شده در چین»، از «سرعت چین» به «کیفیت چین»، از «محصولات چینی» به «برندهای چینی» است [۱۳]. برنامه ساخت چین- ۲۰۲۵ قصد دارد با استفاده

از وضع قوانین و اعمال آن‌ها، توجه و پشتیبانی بیشتری به شرکت‌های داخلی چینی انجام دهد. البته این توجه بیشتر در بخش‌های هدف‌گذاری شده انجام می‌شود [۴۰].

برنامه ساخت چین- ۲۰۲۵، نگرانی‌های مهمی را نه‌تنها برای اقتصاد داخلی چین بلکه برای شرکای اقتصادی این کشور به‌وجود می‌آورد. هدف این برنامه نفوذ قدرت منطقه‌ای برای تغییر حالت رقابتی در بازارهای جهانی در قسمت صنایع اصلی و مهم است تا رقابت‌پذیری اقتصادی را افزایش دهد [۳۹]. توسعه و ساخت ماشین‌آلات تولیدی به‌منظور کاهش وابستگی در واردات کالاهای سرمایه‌ای و افزایش ظرفیت تولید مبتنی بر توان داخلی، یکی از بخش های مهم این برنامه محسوب می‌شود. Hong Kong, (2016) این استراتژی بر واژه‌هایی مانند "نوآوری بومی" و "خودکفایی" تأکید دارد. همچنین هدف آن افزایش سهم بازار داخلی تأمین‌کنندگان چینی برای اجزای اصلی و مواد اولیه مهم به میزان ۷۰ درصد تا سال ۲۰۲۵ می‌باشد [۲۵].

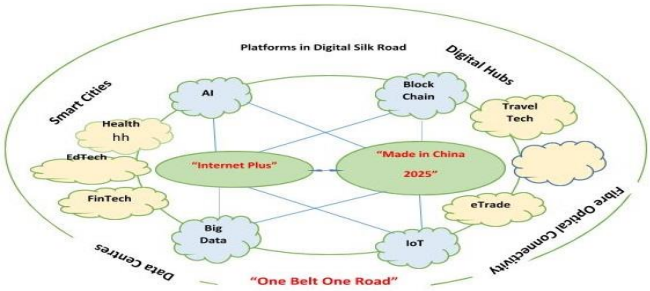
برای رسیدن به اهداف تعیین‌شده، نهادهای دولتی مقادیر زیادی پول را به صنعت آینده چین تزریق می‌نمایند. صندوق توسعه پیشرفته در کشور چین، به‌تازگی به میزان ۲/۷ میلیارد یورو در این زمینه سرمایه‌گذاری کرده است. این سرمایه‌گذاری در سطح ملی توسط تعدادی زیادی از عناصر مالی در سطح استانی تأمین می‌شود. منابع مالی در مقایسه با فناوری انقلاب صنعتی چهارم که در کشور آلمان موردتحقیق قرار می‌گیرد و در حدود ۲۰۰ میلیون یورو هزینه شده است به مقدار زیادی قابل مقایسه است [۲۶].

رهبر چین یک کمپین پرانرژی را در سال ۲۰۱۴ آغاز نمود. نخست‌وزیر و معاونین چندین بازدید رسمی از کشور آلمان پیرامون همکاری در این زمینه انجام داده‌اند. این طرح، یک استراتژی از بالا به پایین است. رهبران چین اولویت‌های سیاسی و دیدگاه راهبردی خود را برای ارتقا صنعتی بر صنعت تولید تحمیل می‌کنند. این نقش قوی حاکمیت به‌عنوان محرک توسعه تولید هوشمند در تضاد با نقش محوری ابتکاری در فرآیند پایین به بالا در کشورهای آلمان، ایالات‌متحده و سایر کشورها می‌باشد [۲۲].

طرح‌های کلان چین برای رسیدن به تصویر آینده

دولت چین به دنبال هم‌افزایی طرح ساخت چین-۲۰۲۵ با دستور کار دیجیتالی‌شدن این کشور است. طرح اینترنت پلاس یک برنامه کامل برای بهبود اقتصاد و جامعه فراتر از اینترنت فعلی و مرسوم است. مشارکت و همکاری میان سیاست‌گذاران، شرکت‌های دولتی و خصوصی و دانشگاه‌ها برای موفقیت این طرح ضروری است تا به هدفی مشترک یعنی یک اقتصاد مبتنی بر دانش به‌وسیله خدمات بخش فناوری اطلاعات برسند. این طرح به دنبال ایجاد راه‌حل‌های فناوری اطلاعات جدید در حوزه‌هایی مانند بهداشت، امور مالی، آموزش و حمل‌ونقل و مسائل مربوط به تولید هوشمند است. فناوری‌هایی که اینترنت پلاس قصد ترویج آن‌ها را دارد، برای تولید صنعتی نیز مناسب خواهند بود. این موارد شامل محاسبات ابری، داده‌های بزرگ، اینترنت اشیاء و تجارت الکترونیک است [۲۸].

شکل۴- برخی طرح‌های کلان چین برای نیل به ابرقدرت صنعتی جهان و ارتباطات آن‌ها را نشان می‌دهد. طرح زیر ساختی دیگر طرح مو سوم به جاده ابریشم دیجیتال یا OBOR[۲۲] ا ست که در سال ۲۰۱۳ تو سط رئیس‌جمهور چین «جین پینگ» باهدف افزایش ارتباط و همکاری بین ک شورها در امتداد کمربند اقت صادی جاده ابری شم معرفی شد. جاده ابریشم دیجیتال سرمایه‌گذاری برای ساخت فیبر نوری، شهرهای هو شمند و مراکز تجاری دیجیتال در طول جاده ابریشم را پوشش می‌دهد [۴۱].



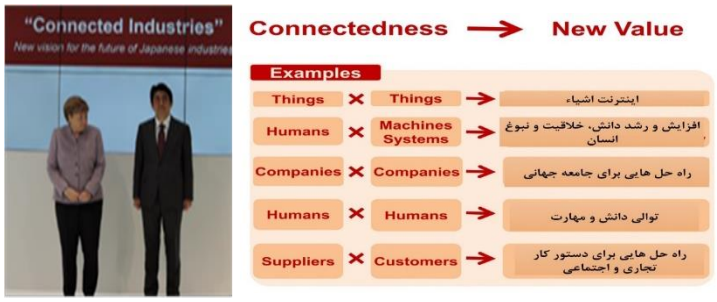
شکل ۴. طرح‌های کلان چین برای نیل به ابرقدرت صنعتی جهان[۴۱].

22 .One Belt One Road

۲-۵-تصویر سوم- جامعه پنجم و صنعت متصل ژاپن

نخست وزیر ژاپن در مراسم افتتاحیه نمایشگاه سبیت ۲۰۱۷ ، با همراهی صدر اعظم آلمان رسما از تصویر آینده جامعه و صنعت آینده ژاپن در افق ۲۰۳۰ یعنی **جامعه پنجم**[۲۳] و **صنایع متصل**[۲۴] رونمایی کرد و اعلام نمود که این کشور به دنبال تصویرسازی و تحقق جامعه نوین ژاپن آینده تحت عنوان**"جامعه فوق العاده هوشمند"** از طریق توسعه صنعت آینده تحت عنوان **" صنایع متصل"** با همکاری و مشارکت سایر کشورهای جهان است. کشور ژاپن که به عنوان چهارمین کشور رباتیک جهان نیز به شمار می‌رود، (۳۰۳ ربات به ازای هر ۱۰ هزار کارمند و کارگر) برنامه‌ای با عنوان جامعه پنجم را معرفی نمود که یکی از زیرمجموعه‌های آن صنایع به هم متصل می باشد.در سال ۲۰۱۶، با هدف تهیه و ترویج یک استراتژی رشد و تسریع در اصلاحات ساختاری، ستادی برای نوسازی اقتصادی ژاپن بنام شورای سرمایه‌گذاری برای آینده[۲۵] تأسیس شد و این شورا در ژانویه ۲۰۱۷ سند سرمایه گذاری‌ها برای آینده[۲۶] به‌عنوان یک اقدام بنیادی برای دستیابی به صنایع متصل و جامعه ۵,۰ را به تصویب دولت رسانید، این کشور به دنبال تحقق جامعه جدید در سه حوزه با تمرکز بر اصلاح و توانمندسازی افراد، شرکت‌ها و حل مسائل اجتماع است [۱۱].

این کشور یک الگوی ایده‌آل از جامعه و صنعت آینده خود را معرفی می‌کند: یک "جامعه فوق العاده هوشمند" و " انسان محور" که سلامت و رفاه را به مردم هدیه می‌کند. جامعه‌ای است که نیازهای مختلف اعضای آن از طریق ارائه کالاها و خدمات مربوطه به میزان مورد نیاز، در زمان مورد نیاز و به افرادی که به آنها نیاز دارند، ارایه می شود و در آن کل مردم می توانند به خدمات برتر و یک زندگی راحت فارغ از تفاوت هایی نظیر سن، جنسیت، ملیت، مذهب یا زبان بپردازند. در این جامعه ادغام فضای مجازی و فضای فیزیکی شاهد دیجیتالی کردن صنایع و زیرساخت‌های اجتماعی از طریق نوآوری‌های فنی مانند اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ، هوش مصنوعی و رباتیک است. جامعه پنجم تحولات عمیقی را در گستره وسیعی از جامعه ژاپن و بخش های صنعتی مانند تولید، تدارکات، فروش، حمل و نقل، مراقبت های پزشکی، امور مالی و خدمات عمومی ایجاد و ارزش های جدیدی را در جامعه ایجاد خواهد نمود [۸].



شکل ۵. مفهوم و تعریف Connected Industries

ژاپن با معرفی نسل جدید تولید هوشمند و رهبری جهانی در تولید و رباتیک باور جدی دارد که صنایع متصل، رقابت‌پذیری را تقویت و فرصت‌های بزرگی در سراسر زنجیره تولید فراهم و دارای قدرت برای تغییر اساسی چشم‌انداز رقابتی تولید در آینده خواهند بود. این کشور قصد دارد تا در آینده با استفاده از فناوری‌های نوآورانه شامل اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها که از انقلاب صنعتی چهارم آمده است برای غلبه بر چالش‌های مهم جامعه چهارم و دستیابی به برنامه جامعه پنجم استفاده کند. برای رسیدن به این برنامه، صنایع نقش کلیدی را ایفا می‌کنند و صنایع متصل مفهومی کلیدی برای سرعت بخشیدن به اهداف جامعه پنجم است که در آن صنایع مقادیر و راهکارهای جدیدی به مشکلات گوناگون در جامعه از طریق اتصال جنبه‌های مختلف زندگی مدرن ایجاد می‌کنند. این اتصال شامل انسان‌ها (به عنوان مصرف کننده و تامین کننده)، ماشین‌آلات، سیستم‌ها و شرکت‌ها می‌تواند صورت گیرد [۱۰].

ارکان اصلی طرح صنایع متصل عبارتند از:

- تحقق جامعه دیجیتال جدید که در آن انسان‌ها و ماشین‌ها یا سیستم‌ها مرتبط و با یکدیگر کار کنند (استفاده از فناوری‌های جدید برای افزایش قابلیت انسان).

23 .Society۵,۰ & Super Smart Society
24 .Connected Industry

25 .Council on Investments for the Future
26 .Investment for the Future Strategy 2017

• حل چالش‌ها از طریق همکاری متقابل اشخاص، شرکت‌ها، صنایع و کشورها در سراسر مناطق، مرزها و زمان برای رسیدن به یک هدف.

• توسعه منابع انسانی توانمند که بتوانند توسعه فناوری‌های دیجیتال و دانش و مهارت عصر دیجیتال را به دنبال داشته باشند.

برای رسیدن به این اهداف، دولت ژاپن در حال توسعه‌ی گونه‌ی وسیعی از سیاست‌ها در همکاری با بخش خصوصی است. تغییر جهت از سیاست‌های سنتی به سیاست‌های صنعتی دانش بنیان را می‌توان اولین گام ژاپن برای تبدیل شدن به یکی از قطب‌های بزرگ صنعتی یاد کرد؛ تغییر در برخی از سیاست‌ها دومین گامی است که این کشور برای تبدیل شدن به یکی از غول‌های صنعتی در دستور کار قرار داد و توانست به یکی از قطب‌های صنعتی در دنیا بدل شود. «اصلاح قوانین مختلف، ترویج ادغام و مالکیت، از جمله برای شرکت‌های خارجی، مقررات‌زدایی از بازار کار برای انجام اقدامات انعطاف پذیر که به شرکت ها در اقتصادی کردن هزینه‌های نیروی کار کمک می‌کند، ترویج عقلانیت و متنوع‌سازی فعالیت‌های صنعتی و کاهش مالیات شرکت‌ها» پنج گامی است که ژاپن در دوره گذار از یک کشور با اقتصاد سنتی در دستور کار قرار داد و با اتخاذ سیاست‌های صنعتی جدید، بر افزایش رقابت‌پذیری صنایع تمرکز کرد.

این چشم‌انداز پنج موضوع قابل تمرکز را در اهداف خود دنبال می‌کند: ۱. خدمات حمل و نقل و رانندگی خودکار. ۲. تولید/ رباتیک. ۳. بیوتکنولوژی/ مواد. ۴. مدیریت امن زیرساخت/ تاسیسات. ۵. زندگی هوشمند مرکز انقلاب صنعتی چهارم که در ژوئیه ۲۰۱۸ در ژاپن افتتاح شد نمونه‌ای از همکاری‌های بین مجمع جهانی اقتصاد و دولت ژاپن (وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت) است. در ژاپن سه سازمان اصلی شامل ابتکارات انقلاب رباتیک و راهکارهای اینترنت اشیا صنعتی[۲۷]، ابتکارات زنجیره ارزش صنعتی[۲۸] و و مجموعه شتابدهنده اینترنت اشیا[۲۹] وجود دارد که توانمندساز فعالیت‌های مربوط به صنعت ۴,۰ هستند [۹].

۲-۶-اینترنت اشیا صنعتی، ساخت و تولید پیشرفته و هوشمند ایالت متحده

ایالات متحده آمریکا با معرفی **مفهوم تولید پیشرفته**[۳۰] و **اینترنت اشیا صنعتی**[۳۱] ابتکاراتی تحت عنوان **ائتلاف رهبری تولید هوشمند**[۳۲] یا **کنسرسیوم اینترنت صنعتی**[۳۳] اقدام به تصویرسازی و برنامه‌ریزی گسترده برای توسعه تمدن صنعتی آینده و آینده تولید نموده است. اهداف کلیدی ائتلاف رهبری تولید هوشمند در پی نیل به صنعت تولید با قابلیت نوسازی مستمر، نوآوری و پذیرش رویکردهای بنیان‌کن و تحول‌آفرین است [۴۲].

این کشور در سال ۲۰۱۱ از راه‌اندازی سازمانی با عنوان سازمان تولیدات پیشرفته خبر داد که در آن راهکارهای تولید بر مبنای فناوری پیشرفته مورد بررسی قرار می‌گیرد. این سازمان در سال ۲۰۱۳ شبکه‌ای را راه‌اندازی کرد که قانون ساخت، نوآوری و احیای ساخت در سراسر امریکا را مورد بررسی و بازنگری قرار داد. ائتلاف رهبری تولید هوشمند یک سازمان غیرانتفاعی و متشکل از تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان، شرکت‌های فناوری، دانشگاه‌ها، سازمان‌های دولتی و آزمایشگاه‌ها می‌باشد که ترویج دهنده مفهوم تولید پیشرفته هستند، این ائتلاف تولید پیشرفته را به عنوان" توانایی برای حل مشکلات موجود و آتی از طریق یک سکو و زیرساخت باز تعریف می‌کند. همچنین "شبکه ملی برای نوآوری تولید"[۳۴] نهادی دولتی در آمریکا است که مسؤولیت ایجاد یک زیرساخت تولیدی رقابتی، مؤثر، بهینه و پایدار را به عهده دارد. این نهاد دولتی شامل مراکزی منطقه‌ای است که توسعه و پذیرش و سازگارپذیری با فناوری‌های تولیدی پیشرفته برای ساخت و تولید محصولات رقابتی جدید را تسریع و تسهیل می‌سازند. این شبکه ملی به‌همراه مراکز منطقه‌ای مسؤولیت پیشبرد اهداف صنعت ۴,۰ را بر عهده دارند. مؤسسات زیرمجموعه این شبکه ملی شامل "مؤسسه نوآوری ساخت افزایشی، مؤسسه نوآوری تولید و طراحی دیجیتالی، مؤسسه نوآوری تولیدی مواد خام سبک‌وزن

27. Robot Revolution & Industrial IoT Initiative (RRI)
28. Industrial Value chain Initiative (IVI)
29 .IoT Acceleration Consortium (IAC)
30 .Advanced manufacturing
.31 Industrial Internet of Thing (IIOT)
32. Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC)
33. Industrial Internet Consortium
34. National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)

آمریکایی، مؤسسه نوآوری تولیدی الکترونیکی نسل بعدی، مؤسسه فوتونیک یکپارچه برای نوآوری تولیدی می‌باشد [۱۷].

تولید پیشرفته مبتنی بر ادغام فناوری‌های جدید پیشرفته نظیر اینترنت اشیا در حوزه تولید، جهت بهبود فرایندهای تولید و محصولات تولیدشده است. مفاهیم تولید پیشرفته نیز اغلب به عنوان تولید هوشمند یا محصول هوشمند هم مطرح هستند، و متمرکز بر محصولات و اهداف هوشمند در محیط تولید هستند که از طراحی محصول، زمانبندی، تخصیص امکانات و فرایند اجرا در سراسر کارخانجات و شبکه‌های تولید جهت افزایش بهره‌وری و سفارشی‌سازی محصولات حمایت می‌کنند. دنیس سوئینک[۳۵]، مدیرعامل کنسرسیوم SMLC می‌گوید" انتظار داریم که برنامه کاری تولید هوشمند، نبوغ آمریکایی و نوآوری فنی را آزاد و چگونگی تولید و تحویل محصولات و خدمات را تغییر دهد.اهداف کلیدی **ائتلاف رهبری تولید هوشمند،** حرکت فراتر از راه حل‌های یکباره و ارائه صنعت تولید با قابلیت نوسازی مستمر، نوآوری و پذیرش رویکردهای بنیان کن و تحول آفرینی است که شدیدا با فقدان زیرساخت محدود شده است [۲۲].

اینترنت اشیا صنعتی یکی از مهمترین و پرکاربردترین زمینه‌های گسترش اینترنت اشیا و به معنی کاربرد این فناوری در زمینه‌های صنعتی و استفاده از آن به عنوان یک شبکه صنعتی هوشمند می‌باشد. اینترنت صنعتی یک جهش کوانتومی است که کارکنان، ماشین‌آلات و داده‌ها را با هم مرتبط کرده و ما را قادر می‌سازد تا با تبادل موثر اطلاعات، انجام امور کنترلی و مانیتورینگ،کارآمدی محصولات را در طول چرخه حیات بهبود داده و منجر به ارتقای بهره‌وری در طول دوران استفاده از محصول برای مشتریان می‌شود. تولید پیشرفته مبتنی بر ادغام فناوری‌های جدید نظیر اینترنت اشیا صنعتی، جهت بهبود فرایندهای تولید و محصولات تولیدی است [۴۴].

علاوه بر موارد فوق برخی از طرح‌های مرتبط با تحقق صنعت ۴,۰ عبارتند از طرح و برنامه رباتیک ملی، طرح و برنامه ژنتیک مواد خام، طرح و برنامه نانوفناوری ملی و طرح و برنامه صادرات ملی.

۲-۶-تصویر چهارم- صنعت رو به جلو و هوشمند مالزی

در اکتبر سال ۲۰۱۸، رییس جمهور مالزی سیاست ملی صنعت ۴,۰ را به وزارت صنعت، معدن و تجارت این کشور ابلاغ نمود. برنامه مرتبط با حوزه صنعت در کشور مالزی تحت عنوان Industry4WRD به معنای حرکت رو به جلوی صنعت می‌باشد. این برنامه عمدتاً بر روی بخش تولید دیجیتال تمرکز می‌کند. این سیاست، مالزی را به عنوان یک شریک استراتژیک برای تولید هوشمند معرفی می‌کند که به عنوان یک مقصد اصلی برای صنایع با فناوری بالا و ارائه‌دهنده راه‌حل‌های کلی برای بخش تولید در منطقه می‌باشد [۴۹].

شکل ۶. لوگوی برنامه صنعت هوشمند مالزی با نام Industry4WRD

طرح توانمندسازهای کلیدی صنعت ۴,۰ به نام FIRST[۳۶] با سر واژه‌های F (حمایت‌های مالی و مبتنی بر سود)، I (زیرساخت‌های دیجیتال و فعال‌سازی اکوسیستم)، R(چارچوب نظارتی و پذیرش صنعت)، S(مهارت‌ها و استعدادهای درخشان)،T(دسترسی به فناوری‌های هوشمند و استانداردها) تعریف شده است. بخش تولید به عنوان توانمندسازهای اصلی و حیاتی در اقتصاد مالزی بوده که در پنج سال گذشته حدود ۲۳ درصد به تولید ناخالص داخلی کمک نموده است. دولت مالزی طی سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ رشد متوسط ۵,۱ درصد در بخش تولید را در مقایسه با میانگین ۴,۸ درصد در پنج سال پیش از سال ۲۰۱۶ هدف قرار داده است. اهداف سیاست ملی Industry4WRD در صنعت ۴,۰ شامل سه موضوع جذب سرمایه‌گذاران و ذی نفعان فناوری‌های صنعت ۴,۰، ایجاد اکوسیستم صحیح برای صنعت ۴,۰ جهت پذیرفتن و تنظیم عوامل محرک، و تبدیل توانایی‌ها در بخش صنعت و تولید مالزی می‌باشد که به اختصار A.C.T[۳۷] نامیده می‌شود [۵۱].

35 Denise Swink

۳۶ F- کمک‌های مالی و مبتنی بر سود

I- فعال‌سازی اکوسیستم و زیرساخت‌های دیجیتال

R- چارچوب نظارتی و پذیرش صنعت

S- مهارت‌ها و استعدادهای درخشان

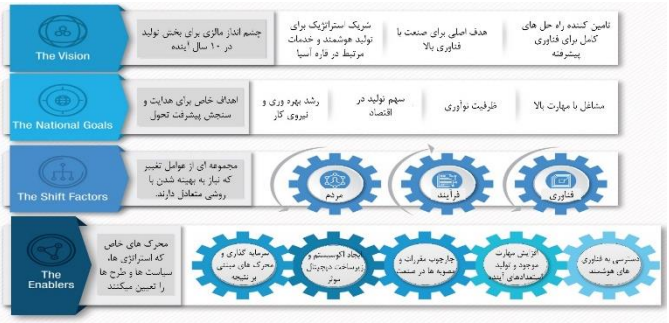
T- دسترسی به فناوری‌های هوشمند و استانداردها

37 .Attract, Create, Transform

این برنامه تاکید ویژه‌ای بر روی شرکت‌های (بنگاه‌ها) کوچک و متوسط[38] دارد. این شرکت‌ها در کشور مالزی نزدیک به ۹۸,۵ درصد از شرکت‌های بخش تولید را تشکیل می‌دهند و ۴۲ درصد از فرصت‌های شغلی در کشور را فراهم می‌آورند. در طراحی و اجرای این برنامه وزارت‌خانه‌های مرتبط و شرکت‌های کوچک و بزرگ بسیاری در مالزی همکاری‌های لازم را انجام می‌دهند. فناوری‌های فعال، محرک و مرتبطی که در زمینه دیجیتالی شدن تولید و صنعت هوشمند مورد نیاز می‌باشند به شرح زیر است: تحلیل کلان داده‌ها، هوش مصنوعی، واقعیت افزوده، ساخت افزایشی، اینترنت اشیاء، یکپارچه‌سازی سیستم، محاسبات ابری، ربات‌های خودکار، شبیه‌سازی، امنیت سایبری و ...

بخش‌هایی از صنعت که پتانسیل بالاتری داشته و به نوعی نقش کاتالیزوری در صنعت هوشمند ایفا می‌کنند عبارتند از: برق و الکترونیک، تجهیزات و ماشین‌آلات، شیمی، تجهیزات پزشکی، هوافضا.

با توجه به شکل می‌توان به صورت کلی و در یک نگاه چارچوب ۱۰ ساله (۲۰۱۶ الی ۲۰۲۵) اهداف، برنامه‌ها، محرک‌ها و جزییات برنامه Industry4WRD را مشاهده نمود [۵۱].



شکل ۷. چارچوب ده ساله برنامه Industry4WRD

۲-۶-تصویر پنجم- ساخت در هند[39] و ساخت هند[40]

صنعت ۴,۰ قصد دارد شیوه تولید، طراحی و نوسازی محصولات هند را تغییر دهد. صنعت ۴,۰ با محوریت کلان‌داده‌ها، ظرفیت محاسبات بالا، هوش مصنوعی و آنالیز قصد دارد به طور کامل دیجیتالی شدن بخش تولید را انجام دهد. طرح ساخت در هند در تلاش برای ایجاد زیرساخت‌های تولیدی و پذیرش صنعت ۴,۰ است. صنعت ۴,۰ کلمه جدیدی برای ترکیب صنعت و اینترنت اشیاء در این کشور می‌باشد. با توجه به قدرت هند در فناوری اطلاعات و حجم نیروی کار زیاد متخصصان فناوری اطلاعات، تغییر شگرفی از طریق صنعت ۴,۰ در حال حاضر در این کشور آغاز شده است. تحت ماموریت شهرهای هوشمند دولت هند، پروژه‌های ساخت ۱۰۰ شهر هوشمند در سراسر هند به عنوان پیشگامان صنعت ۴,۰ مورد حمایت قرار می‌گیرند. علاوه بر این، انستیتوی علوم هند[41] در حال ساخت اولین کارخانه هوشمند در ایالت بنگلور با بودجه و همکاری شرکت بوئینگ است. شرکت بوش، تولیدکننده قطعات اتومبیل آلمانی تا سال ۲۰۱۸، اجرای تولید هوشمند را در ۱۵ مرکز خود در هند به اتمام رسانید. شرکت جنرال الکتریک ۲۰۰ میلیون دلار سرمایه در چند کارخانه در هند سرمایه‌گذاری کرده است که در آن زنجیره های تامین ارتباطی دیجیتال، شبکه‌های توزیع و واحدهای خدماتی، بخشی از این اکوسیستم هوشمند را تشکیل می‌دهند [۴۴].

برنامه ساخت در هند یک برنامه جامع از سوی دولت هند می‌باشد تا شرکت‌های چندملیتی را همانند شرکت‌های داخلی مجاب نماید که محصولات خود را در کشور هند تولید نمایند. این برنامه توسط نخست وزیر این کشور در تاریخ ۲۵ سپتامبر ۲۰۱۴ شروع شد. هند بعد از آغاز به کار این برنامه در سال ۲۰۱۵، به عنوان مقصد برتر در سطح جهان برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی فراتر از چین و آمریکا ظهور نمود. طرح‌هایی مانند ساخت در هند، هند دیجیتال[42]، هند ماهر[43] این پتانسیل را دارد که نه تنها رشد اقتصادی بلکه توسعه کلی اقتصادی کشور را به سطح بالاتری ارتقا دهد. هدف اصلی در این برنامه جامع تمرکز بر ایجاد شغل و بهبود مهارت در ۲۵ بخش اقتصادی و هم‌چنین دستیابی به استانداردهای بالا و کاهش اثرات آن بر روی محیط زیست نیز است [۵۲].

برنامه ساخت درهند یک برنامه جامع از سوی دولت است که انتظار می‌رود هند را به عنوان قطب اصلی تولید معرفی کند. این برنامه در مدت زمان کوتاهی کارکردهای کلیدی را برای جذب سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف، تقویت نوآوری، توسعه مهارت و پیشرفت در وضعیت زیرساخت‌های تولید هنر شناسایی نموده است. هم‌چنین این برنامه دارای موارد مثبتی از قبیل پتانسیل ایجاد میلیون‌ها فرصت شغلی برای استقرار جمعیت عظیم جوان و قراردادن هند در نقشه تولید جهانی می‌باشد. از آن‌جا که این برنامه میلیون‌ها فرصت شغلی برای جوانان ایجاد می‌کند، از این‌رو فراهم کردن آموزش مناسب

38. SMEs
39. Make in India
40. Made in India
41. IISc41
42. Digital India
43. Skill India

برای ارتقاء مهارت‌های آن‌ها و ایجاد رضایت آن‌ها از افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر ضروری است.

امروزه تلاقی فناوری‌های دیجیتال و محاسبات شناختی مانند چاپ سه‌بعدی، کلان‌داده‌ها و اینترنت اشیاء به آرامی موجبات چهارمین انقلاب صنعتی را فراهم نموده است که توسط کارخانه‌های هوشمند دیجیتالی تعریف شده است. هم‌چنین تعامل انسان و ماشین افزایش یافته است و راه هموارتر شده است. هدف برنامه صنعت هوشمند در کشور هند که با نام ساخت در هند شناخته می‌شود تمرکز بر روی ایجاد شغل‌ها و بهبود حرفه‌ها در ۲۵ بخش است. برخی از این بخش‌ها شامل موارد زیر می‌شوند: صنعت خودروسازی، هوانوردی، بیوتکنولوژی، شیمی، تولید دفاعی، تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی، معدن، نفت و گاز، انرژی‌های تجدیدپذیر، هوافضا و .. زیرساخت‌هایی که در کشور هند تدارک آماده سازی آن دیده شده است عبارتند از شهرهای هوشمند، صنایع هوشمند، انرژی‌های تجدیدپذیر، زیرساخت‌های ریلی قطارهای با سرعت بالا و ... [۴۸].

اقتصاد هند در صنعت هوشمند مزایای زیر را به دنبال دارد: کمک به ادامه تولید در هند، کمک به شرکت‌های کوچک و متوسط هندی برای رقابت موفقیت‌آمیز، پیشتازی در بازارهای جهانی، آموزش کارگران ماهر و کمک به کم نمودن بیکاری، سرعت دادن به فرایند تولید و کاهش پیچیدگی. اما در آن سو، معایبی را نیز به همراه دارد مانند: نیاز به تعهد بلندمدت، نیاز به مهارت‌های جدید، نیاز به یک همکاری همه جانبه در دستگاه‌های دولتی و غیردولتی و تاثیرات گسترده و جامعی در همه ابعاد دارد. یکی از دلایلی که کشور هند می‌بایست به سمت صنعت هوشمند پیش برود این است که تجزیه و تحلیل پیشرفته کمک می‌کند تا ظرفیت تولید و کیفیت آن را بهبود دهد. هم‌چنین دیجیتالی شدن فرایندهای اقتصادی مختلف می‌تواند منجر به بهبود هزینه‌ها و تجربه بهتر برای مشترکین و کارکنان شود. اینترنت اشیاء و اتصال ماشین‌ها به یکدیگر می‌تواند زنجیره تامین را بهبود داده و سرعت ببخشد. بخش‌هایی که تحت پوشش طرح ساخت درهند هستند عبارتند از: صنایع معدن، نفت و گاز، داروسازی، بیوتکنولوژی، هوانوردی، دفاعی، فضانوردی، انرژی‌های تجدیدپذیر، راه آهن، پتروشیمی، فناوری اطلاعات، سیستم‌های الکترونیکی و ... [۴۷].

طرح مکمل دیگری که دولت هند در حال اجرای آن است طرح ساخت هند[۴۴] است؛ این طرح به محصولاتی که در هند تولید می‌شوند هویت بخشید. این برنامه هیچ سرمایه‌گذار خارجی را به خود جلب نمی‌کند. تولید کنندگان داخلی را ترغیب نموده تا با استفاده از عوامل تولید مانند زمین، نیروی کار، سرمایه، کارآفرینی و فناوری، کالاهایی را در این کشور تولید کنند و از این طریق فرصت های شغلی برای توده‌های هندی ایجاد نمایند. اگر این برنامه به طور موثری ارتقا یابد، مطمئناً برندهای داخلی هندی را تشخیص و تایید می‌کند. این امر تولیدکنندگان داخلی را برای رقابت با محصولات خارجی و بالابردن سطح استاندارد محصولات خود فراهم می‌کند [۵۲].

۳- روش و مراحل انجام تحقیق

تحقیق حاضر یک مطالعه اکتشافی با رویکرد کیفی است که با روش توصیفی- تحلیلی، تصاویر، طرح‌ها و برنامه‌های توسعه صنعتی شش کشور پیشتاز نظیر آمریکا، چین، ژاپن، آلمان، هند و مالزی را به اجمال مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد، بدین ترتیب که ابتدا با روش مطالعه کتابخانه‌ای و با استفاده از منابع، اسناد و گزارشات مختلف کشورهای مذکور به شناسایی و معرفی این تصاویر و ابعاد و ویژگی‌های آن‌ها می‌پردازد. سپس با روش مقایسه طبیقی و تحلیل اسناد این تصاویر و طرح‌های کلان از نظر شش ویژگی مهم شامل ۱- اهداف کلان ۲- حوزه‌های اصلی تمرکز ۳- افق زمانی ۴- مضامین اصلی ۵- توانمندسازها و زیرساخت ۶- فناوری‌های پایه با هم مقایسه شده‌اند و بارزترین شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها شناسایی و در قالب جداول مقایسه-ای ارائه شده است.

۴- بررسی تطبیقی تصاویر، طرح‌ها و برنامه‌ها

در این بخش به جمع‌بندی مطالب ارائه شده در قسمت‌های پیشین و بررسی تطبیقی تصاویر معرفی‌شده آن‌ها از ابعاد گوناگون می‌پردازیم. در این بررسی تصاویر معرفی‌شده کشورهای پیشتاز ازنظر شش ویژگی باهم مقایسه شده‌اند، نتایج این بررسی شامل مهم‌ترین و بارزترین شباهت‌ها و تفاوت‌ها در جداول یک و دو آمده است. جمع‌بندی و شرح مختصری از این مطالب در بخش جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه شده است.

44. Made in India

جدول ۲. مقایسه تطبیقی اهداف و مضامین اصلی(منبع، جمع‌بندی مولفان)

ردیف	عنوان تصویر	عنوان لاتین	کشور	دوره زمانی	متولی/متولیان اصلی	اهداف اصلی	مضامین اصلی و مرتبط
۱	صنایع متصل	Connected Industries	ژاپن	-۲۰۳۰ ۲۰۱۷	• وزارت اقتصاد، صنعت و تجارت • مرکز I4.0 و شورای STI • موسساتRRI/IVI/IAC • بخش خصوصی • دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها	• اهداف جامعه پنجم • اهداف توسعه پایدار سازمان ملل • رفع چالش‌های اجتماعی • نوسازی اقتصادی • برابری و دسترسی همگانی	• جامعه پنجم • خلق ارزش • جامعه فوق‌العاده هوشمند • برنامه پنجم علوم و فناوری ژاپن • کارخانه الکترونیکی • اتصال هر چیزی
۲	صنعت ۴,۰ صنعت ۵,۰	Industry 4.0 Industry 5.0	آلمان-اروپا	-۲۰۳۰ ۲۰۱۱ -۲۰۵۰ ۲۰۳۰	• وزارت علوم و تحقیقات آلمان • وزارت اقتصاد و انرژی • وزارت کار و امور اجتماعی • وزارت حمل و نقل و زیرساخت دیجیتال • وزارت کشور • کمیسیون تحقیقات و نوآوری • گروه کاری I4.0 • کمیسیون اتحادیه اروپا	• رشد اقتصادی و بهره‌وری • رقابت صنعتی و توسعه صنعتی • حل چالش‌های جهانی • اقتصاد اشتراکی و توزیع‌شده	• سامانه‌های سایبری- فیزیکی • اینترنت اشیا، اینترنت خدمات، اینترنت مردم • صنعت/ کارخانجات هوشمند • تولید افزایشی • تولید هوشمند • طراحی مشارکتی، خلق مشترک، نوآوری باز • صنعت X.0 • برنامه افق ۲۰۲۰ Horizon 2020
۳	صنعت رو به جلو (پیشرو)	Industry4WRD	مالزی	-۲۰۲۵ ۲۰۱۶	• شورای راهبری طرح • وزارت‌خانه صنعت و تجارت مالزی • مشاوران تخصصی خارجی • موسسات دولتی • بخش خصوصی • دانشگاه‌ها	• شریک راهبردی تولید هوشمند در آسیا • مقصد اصلی برای صنایع با فناوری بالا • ارایه راهکارها برای فناوری پیشرفته • افزایش سهم تولید در اقتصاد • رشد بهره‌وری و نیروی کار • افزایش ظرفیت نوآوری • مشاغل با مهارت بالا	• توانمندسازهایFI RST (F سرمایه، ازیرساخت، R تنظیم‌گری، S مهارت، T فناوری) • شهر ۵,۰ City 5.0 • تولید هوشمند • جامعه هوشمند ۲۰۵۰ • آموزش عالی ۴,۰ مالزی

جدول ۲. مقایسه تطبیقی اهداف و مضامین اصلی(منبع، جمع‌بندی مولفان)

ردیف	عنوان تصویر	عنوان لاتین	کشور	دوره زمانی	متولی/متولیان اصلی	• اهداف اصلی	• مضامین اصلی و مرتبط
۴	ساخت در هند ساخت در هند ۲,۰ تبدیل هند به هاب جهانی طراحی و تولید	Make in India	هند	۲۰۲۵-۲۰۱۴	• نخست وزیر • موسسه ارتقای صنعت و تجارت داخلی • دبیر دولت • مشارکت ۴ کشور آمریکا، ژاپن، امارات، آلمان	• افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی • کاهش اطمینان در واردات • توسعه زیرساخت • ارتقای رشد فناوری • بهبود فرصت‌های شغلی • افزایش رشد بخش تولید به میزان ۱۲ تا ۱۴ درصد در سال در میان مدت • افزایش سهم تولید در تولید ناخالص ملی از ۱۶ تا ۲۵ درصد تا سال ۲۰۲۲ • ایجاد ۱۰۰ میلیون شغل تا سال ۲۰۲۲ • بهبود رقابت‌پذیری جهانی در تولید	• هند دیجیتال digital India • هند ماهر Skill India • سیاست سرمایه‌گذاری آفست • ساخت هند • هاب جهانی طراحی و تولید • کریدورهای صنعتی • ساخت در هند ۲,۰ •
۵	اینترنت اشیاء صنعتی	Industrial Internet of Things (IIOT)	آمریکا	۲۰۳۰	• ائتلاف رهبری تولید هوشمند شامل ۲۱ شرکت خصوصی و ده موسسه نظیر: شبکه ملی برای نوآوری تولید، موسسه نوآوری ساخت افزایشی، مؤسسه نوآوری تولید و طراحی دیجیتالی، مؤسسه نوآوری تولیدی مواد خام سبک‌وزن، مؤسسه نوآوری تولیدی الکترونیکی نسل بعدی، مؤسسه فوتونیک یکپارچه برای نوآوری تولیدی	• رقابت‌پذیری جهانی • افزایش بازدهی تولید • تحول اقتصاد(پویا و مبتنی بر تقاضا) • رشد بازار صادرات • نوآوری، کاهش زمان بازار • رفع موانع فرایند ساخت با هزینه کم • اطمینان از امنیت سایبری	• تولید پیشرفته • خوشه‌های صنعتی • تولید هوشمند، شبکه هوشمند • تولید پایدار • اینترنت صنعتی • زنجیره تأمین • زیرساخت بازتولید • سکوی مشترک هوشمندسازی تولید • تولید پیشرفته برای امنیت ملی
۶	قدرت برتر تولید/ ابرقدرت تولید جهان	World's manufacturing powerhouse MIC2025-2049	چین	۲۰۴۹	• معاون نخست وزیر • وزارت صنعت و فناوری اطلاعات • وزارت علوم و فناوری • کمیته اصلاحات و توسعه ملی	• ابرقدرت تولید جهان • خودکفایی و قطع وابستگی فناورانه • افزایش سهم بازار داخلی • نوآوری ملی و بومی • جایگزینی واردات • ایجاد برندهای معروف جهانی	• کارگاه جهانی • کارخانه هوشمند/ تولید هوشمند • نوآوری بومی • اینترنت اشیا صنعتی • طرح اینترنت پلاس • طرح جاده ابریشم دیجیتالی

جدول ۲. مقایسه تطبیقی اهداف و مضامین اصلی(منبع، جمع‌بندی مولفان)

ردیف	عنوان تصویر	سیاست/راهبرد و راهبری	توانمندسازها و زیرساخت	حوزه‌های تمرکز	فناوری‌های پایه
۱	صنایع متصل کشور ژاپن	• راهبری توسط نخست‌وزیر در راس • سیاست‌گذاری توسط شورای نوآوری، فناوری و علوم • استراتژی از بالا به پایین • تقویت روابط میان علم، فناوری، نوآوری و جامعه • اصلاح قوانین، ترویج ادغام و مالکیت • مقررات‌زدایی از بازار کار • ارتقای نوآوری باز، همکاری‌های جهانی • اتصال همه چیز	• فناوری‌های نوظهور سایبری • سکوی جامعه پنجم • موسساتRRI/IVI/IAC • همکاری‌های داخلی و خارجی • توسعه منابع انسانی عصر دیجیتال • تحقیق و توسعه پیشرفته	پنج حوزه تمرکز عبارتند از: • خدمات حمل و نقل و رانندگی خودران • تولید و رباتیک • زندگی هوشمند • زیست‌فناوری/مواد • مدیریت امن زیرساخت/تاسیسات	رباتیک، فناوری حسگر، فناوری زیستی، فناوری واسط انسانی مواد/فناوری نانو، فناوری کوآنتوم،امنیت سایبر،اینترنت اشیاء تحلیل داده های بزرگ ، هوش مصنوعی، فناوری شبکه، پردازش لبه هوش مصنوعی،اینترنت اشیا، محاسبات ابری، کلان داده‌ها
۲	صنعت رو به جلو کشور مالزی	• سیاست ملی صنعت ۴,۰ • ابلاغ ریاست جمهوری • جذب سرمایه‌گذاران صنعت ۴,۰ • ایجاد زیست‌بوم صنعت ۴,۰ • تبدیل توانمندی‌ها به تولید و صنعت	• سرمایه‌گذاری و مشوق‌های نتیجه محور، • ایجاد اکوسیستم و زیرساخت دیجیتال موثر، • چارچوب مقررات و تنظیم‌گری صنعت ۴,۰ • ارتقای مهارت موجود و پرورش استعداد آینده • دسترسی به فناوری‌های هوشمند و استانداردسازی	• برق و الکترونیک • ماشین‌الات و تجهیزات • شیمی • تجهیزات پزشکی • هوافضا	تحلیل کلان داده‌ها، هوش مصنوعی، واقعیت افزوده، ساخت افزایشی، اینترنت اشیاء، یکپارچه‌سازی سیستم، محاسبات ابری، ربات‌های خودکار، شبیه‌سازی، امنیت سایبری
۳	صنعت ۴,۰ صنعت ۵,۰ اروپا- آلمان	• راهبری توسط اتحادیه اروپا • برنامه‌های ششم، هفتم و هشتم • مشارکت بخش خصوصی و دولتی • از پایین به بالا و بالا به پایین • توسعه سکوی مشترک • همکاری جهانی	• سکوی ارائه سرویس جهانی/ اینترنت آینده • اینترنت اشیا • اینترنت خدمات • اینترنت دانش • اینترنت مردم •	• صنعت و زنجیره تأمین • حمل‌و نقل • مدیریت شهری • بهداشت و درمان • اقتصاد/ کسب‌وکارها	هفت توانمندساز فناورانه کلیدی عبارتند از: موبایل، پردازش ابری، ابزار تجزیه و تحلیل پیشرفته، ارتباطات ماشین به ماشین، سکوهای اجتماعی، چاپ سه‌بعدی، رباتیک پیشرفته

جدول ۳. مقایسه تطبیقی جهت‌گیری‌ها،توانمندسازها، حوزه‌های تمرکز و فناوری‌های پایه (منبع، جمع‌بندی مولفان)

ردیف	عنوان تصویر	سیاست/راهبرد و راهبری	توانمندسازها و زیرساخت	حوزه‌های تمرکز	فناوری‌های پایه
۴	اینترنت اشیاء صنعتی/ساخت و تولید پیشرفته و هوشمند آمریکا	• استراتژی ترکیبی شامل: توسعه نیروی کاری،سکوی تولید هوشمند، فناوری‌های توانمندساز، شیوه‌های کسب‌وکار • سرمایه‌گذاری بخش خصوصی • تشویق سرمایه‌گذاریSME ها	• سکوی تولید هوشمند • ائتلاف رهبری تولید هوشمند • تجمیع نیازهای کارآفرینان کوچک، متوسط و بزرگ • سرمایه‌گذاری مشترک • دسترسی وسیع به سنسورهای نسل بعدی	• تولید خودرو • تولید فولاد • تولید با فناوری بالا	• رباتیک • داده‌های بزگ • محاسبات ابری • اینترنت اشیا • ماشین‌های هوشمند • مدل‌سازی و شبیه‌سازی
۵	قدرت برتر تولید/ ابرقدرت تولید جهان چین	• سیاست صنعتی از بالا به پایین • پشتیبانی دولتی، کنترل دولتی، بودجه دولتی • موانع برای رقبای خارجی • رقابت میان شرکت‌های داخلی • نوآوری سیاست از طریق آزمون پایلوت • صندوق و بانک سرمایه‌گذاری زیرساخت	• توسعه اینترنت صنعتی ارزان • اینترنت پلاس • سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه • ادغام با طرح دیجیتالی شدن • استرات پای • مالیات • بودجه یار • تجربیا مح	• فناوری اطلاعات نسل آینده • نرم‌افزارها و ربات‌های صنعتی • تجهیزات فضایی و هوانوردی • تجهیزات مهندسی دریانوردی و زیردریایی‌ها • حمل و نقل پیشرفته ریلی • تجهیزات حمل و نقل با	• رباتیک • هوش مصنوعی • ارتباطات صنعتی
۶	ساخت در هند هند	• رقابت‌پذیری سرمایه‌گذاران خارجی • رشد سریع ساخت و تولید افزایشی • مدل‌های خدماتی جدید با فناوری‌های نو • توسعه طرح‌های متمرکز صنعت هوشمند	• تسهیلا اینـ • حمایت • آموزش تخ • زیرساخ • نوآوری • فرهنگ • کریدور		

Journal of Industry& University V.13 No.47, 48 April& Septem

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

توسعه صنعت نسل چهار و دستیابی به قابلیت‌های این تمدن برتر صنعتی از دغدغه‌های مهم و جدی کشورهای پیشتاز جهان است و اغلب اقتصادهای پیشرفته در دنیا مفهوم صنعت ۴,۰ یا فناوری‌های مرتبط با آن را در سیاست‌ها و برنامه‌های ملی خود لحاظ نموده‌اند؛ به‌گونه‌ای که ما امروزه شاهد رقابت چند برنامه عمده در جهان جهت ساخت تمدن صنعتی آینده هستیم. بررسی محقق نشان می‌دهد این کشورها اقدام به تصویرسازی صنعت آینده و تدوین برنامه‌های کلان ملی، تعریف پروژه‌های پیشتاز ملی و ترسیم نقشه‌های راه و سرمایه‌گذاری‌های هدفمند نموده‌اند.

تصویرسازی آینده بعنوان مهم‌ترین رویکرد آینده‌پژوهی و قلب فعالیت‌های آینده‌پژوهانه است که به تعبیر پولاک پایه نظریه تحول اجتماعی و همبستگی معناداری با قدرت و بقای تمدن‌ها دارد.مقاله حاضر تلاش نمود تا به معرفی و تبیین اجمالی ابعاد و ویژگی‌های تصاویر و طرح‌های عمده صنعت آینده شش کشور پیشتاز در مواجهه با این انقلاب شامل اتحادیه اروپا بویژه کشور آلمان(صنعت نسل چهار و پنج)، چین(ساخت چین ۲۰۲۵ و ابرقدرت برتر تولید در ۲۰۴۹)، آمریکا(اینترنت اشیا صنعتی، ساخت پیشرفته و هوشمند۲۰۳۰) و ژاپن(جامعه پنجم و صنایع متصل)، مالزی(صنعت پیشتاز)، هند(ساخت در هند و ساخت هند) بپردازد. سپس این تصاویر از نظر شش ویژگی شامل افق زمانی، اهداف، مضامین اصلی، توانمندسازها و زیرساخت، حوزه‌های اصلی تمرکز و فناوری‌های پایه باهم مقایسه شدند و بارزترین شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها در قالب جداول مقایسه‌ای ارائه شد.

این بررسی نشان داد که تحولات آینده حوزه صنعتی بسیار گسترده خواهد بود و به تعبیر شواب ما در آغاز انقلابی هستیم که به طور اساسی شیوه زندگی، کار و ارتباط آنها را به شکلی تغییر می‌دهد که بشر قبلا چیزی شبیه آن را تجربه نکرده است. این انقلاب بر خلاف انقلاب‌های قبلی از لحاظ سرعت با یک حرکت نمایی در حال رشد است و ماحصل آن جهان چندبعدی و عمیقا بهم پیوسته و مرتبط است. از لحاظ وسعت و عمق این انقلاب با هم‌افزایی و ترکیب انسان، فناوری و جامعه منجر به خلق مفاهیم نو و پارادایم‌های جدیدی در اقتصاد، کسب و کار، جامعه و افراد شده و باعث تغییرات اساسی در همه ابعاد جامعه و زندگی خواهد شد. این انقلاب از لحاظ گستره تاثیر و تبعات شامل گذار از کل سیستم‌ها، در کلیه کشورها، کسب و کارها، شرکت‌ها، صنایع، و حکومت‌ها است. فهم عمیق، دقیق و هضم این انقلاب و شناخت چگونگی مواجهه کشورهای پیشتاز سبب اجتناب از غافلگیری راهبردی خواهد شد و ضرورت دارد در کشور تصمیمات راهبردی برای مواجهه هوشمندانه و فعال با این انقلاب اتخاذ شود.

این مطالعه نشان می‌دهد که کشورهای پیشتاز اقدام طرح‌ریزی مواجهه خود با انقلاب چهارم صنعتی نموده‌اند، محرک اصلی همه این تصاویر توسعه و رشد فاوا، تحول دیجیتالی و نفوذ روزافزون فضای سایبر در همه عرصه‌های صنعت آینده است. همه این کشورها به دنبال بازآفرینی کسب‌وکارها، سازمان‌ها و جوامع خود مبتنی بر فضای سایبر و خلق و توسعه مدل‌های نوینی برای کسب‌وکار در این فضا هستند و برای این کار توسعه پلت‌فرم(سکوی) سایبری صنعت آینده را در برنامه خود دارند، کشور ژاپن سکوی جامعه پنجم،کشور آمریکا سکوی اینترنت اشیا صنعتی و اتحادیه اروپا سکوی ارائه سرویس یا اینترنت آینده و کشور چین اینترنت پلاس را به‌عنوان سکوی صنعت آینده خود دنبال می‌کنند. هر یک از این کشورها براساس ظرفیت‌ها و قابلیت‌های خود بر حوزه یا حوزه‌های خاص تمرکز کرده‌اند.لازم به ذکر است که اغلب فناوری‌های پایه مورداستفاده در سکوی جامعه آینده کشورهای پیشتاز، مشترک می‌باشند که این‌فناوری‌ها شامل فناوری‌های نوظهور و تحول‌آفرین شامل محاسبات ابری، کلان‌داده‌ها، هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء می‌باشند.

این کشورها برای تحقق و عملیاتی نمودن این تصاویر، علاوه بر اجتماعی‌سازی و گفتمان‌سازی گسترده، اقدام به معماری و استخراج برنامه‌های کلان ملی و تعیین حوزه‌های تمرکز و تهیه نقشه‌های راه و سرمایه‌گذاری‌های گسترده نموده‌اند. برای نیل به اهداف و تحقق این تصاویر، استراتژی‌های کشورهای پیشتاز متفاوت است، برای نمونه کشور چین

استراتژی از بالا به پایین را دنبال می‌کند و محرک اصلی توسعه در این کشور حمایت سیاسی است و لذا این کشور با پشتیبانی، حمایت و کنترل دولتی و نیز استفاده از بودجه دولتی و ایجاد صندوق ۲۰ میلیارد دلاری برای توسعه هوشمند به دنبال نیل به رهبری صنعت جهانی است. همچنین این کشور ایجاد رقابت بین شرکت‌های داخلی و ایجاد موانع برای رقبای خارجی را در برنامه خود دارد و در سطح خرد نیز رویکرد اجرای پایلوت و آزمون سیاست‌ها را دارد. درحالی‌که کشورهای آلمان و آمریکا استراتژی از پایین به بالا را دنبال می‌کنند. کشور آمریکا به دنبال ترکیب فناوری‌های اطلاعات (IT) و فناوری‌های عملیات (OT) است و یک استراتژی ترکیبی برای تحقق تولید هوشمند و پیشرفته شامل چهار محور شامل توسعه نیروی کار، توسعه سکو و پلتفرم تولید هوشمند، توسعه فناوری توانمندساز و توسعه شیوه‌های کسب‌وکار را دنبال می‌کند. کشورهای آلمان و آمریکا به دنبال سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و تشویق سرمایه‌گذاری‌های شرکت‌های کوچک و متوسط هستند. کشور چین استراتژی توسعه خود را با جایگزینی واردات و بومی‌سازی در سطح ملی و حفاظت از قابلیت‌های ملی و خودکفایی دنبال می‌کند درحالی‌که کشورهای آمریکا و آلمان به توسعه مشارکت‌ها و همکاری‌های جهانی و کرانه‌سپاری توجه بیشتری دارند، همچنین هند برای تبدیل شدن به هاب جهانی طراحی و تولید، بر رقابت‌پذیری سرمایه‌گذاران خارجی و جذب دانش و سرمایه آنها برای ساخت و تولید در هند تمرکز نموده است.

این کشورها برای صرفه‌جویی در سرمایه ملی در توسعه فناوری‌های پایه مشارکت دارند، برای نمونه کشور ژاپن و کشور چین با کشور آلمان تفاهم‌نامه همکاری مشترک دارند. راهبری و هدایت این طرح‌ها اغلب توسط بالاترین سطح و رهبری جامعه انجام می‌گیرد برای نمونه کشور چین یا سیاست ملی صنعت ۴,۰ مالزی و ابلاغ آن توسط ریاست جمهور و سپس در قالب برنامه‌های کلان ملی و تعیین مدیران برنامه و ساز وکار مدیریت برنامه و تقسیم‌کار ملی دنبال می‌شود. همچنین طرح های صنعت ۴,۰ و تولید هوشمند در کشورها به دلیل گستردگی در ابعاد اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و صنعتی در یک کشور با طرح‌های مختلفی در ارتباط خواهد بود. از جمله این طرح‌ها می‌توان به طرح تحول دیجیتالی و امنیت سایبری، اینترنت اشیاء صنعتی، نظام آموزشی، شبکه و زیرساخت هوشمند و ... اشاره نمود.

۵- پیشنهادات، دلالت‌ها، آموزه‌ها و راهکارهای اجرایی

در این قسمت برخی پیشنهادات، دلالت‌ها، یافته‌ها و راهکارهای اجرایی حاصل از پژوهش به اختصار ذکر می‌شود:

۱- بررسی تصاویر و طرح‌های کشورها نشان می‌دهد که مقدمه لازم برای هرگونه طرح‌ریزی صنعتی آینده؛ فهم عمیق محیط، پارادایم و عصر آینده و پاسخ مناسب به آن است. بزعم بسیاری صاحبنظران پارادایم، عصر یا موج آینده جامعه سایبری- فیزیکی است و لذا طرح‌های توسعه صنعتی بایستی متناسب با این عصر و مبتنی بر قابلیت‌های فضای سایبر تدوین شود و به اقتضائات آن عصر پاسخ دهد.

۲- بررسی تصاویرکشورهای منتخب نشان می‌دهد که فناوری‌های تحول‌آفرین و بنیان‌کن پیشران و محرک اصلی صنعت آینده است، لذا طرح‌ها و برنامه‌های توسعه صنعتی بایستی نسبت خود را با این فناوری‌ها نظیر ساخت افزایشی و هوشمندسازی و رباتیک و... تعیین نمایند.

۳- گرچه رصد و دیده‌بانی و بهینه‌کاوی و ترازیابی مستمر تصاویر، چشم‌اندازها، تحولات،پارادایم‌ها و روندهای تمدن صنعتی آینده یک ضرورت است که سبب جلوگیری از غافلگیری راهبردی خواهد شد، مهم‌تر از آن فهم عمیق، دقیق و هضم این تحولات و استخراج یافته‌ها، دلالت‌ها، آموزه‌هاو راهکارها است.

۴- لزوم اتخاذ تصمیمات راهبردی در سطح ملی و پاسخ مناسب و مواجهه هوشمندانه با انقلاب چهارم صنعتی در کشور؛ این انقلاب با هم‌افزایی و ترکیب انسان، فناوری و جامعه منجر به خلق مفاهیم نو و پارادایم‌های جدیدی در اقتصاد، کسب‌وکار، جامعه و افراد شده و باعث تغییرات اساسی در همه ابعاد جامعه و زندگی خواهد شد. ضرورت دارد در کشورمان فهم عمیق و دقیقی از آن شکل‌گرفته و تصمیمات راهبردی برای مواجهه هوشمندانه با آن اتخاذ شود.

۵- لزوم بازآفرینی نظام آموزشی در عصر انقلاب چهارم صعنتی، این مطالعه نشان داد که نظام آموزشی موجود پاسخگوی تحولات عصر انقلاب چهارم صنعتی نیست و اغلب کشورهای پیشتاز اقدام به بازآفرینی نظام آموزشی خود در مواجهه با این انقلاب نموده‌اند، برای نمونه مالزی نظام آموزش عالی ۴,۰ را طرح‌ریزی نموده است.

۶- در اغلب کشورها، نظام آموزش عالی پیشران اندیشه‌سازی و تدوین طرح‌های توسعه ملی و در خدمت معماری، مهندسی و تحقق آن‌ها و همسو، همراستا و پشتیبان طرح‌های کلان تمدن صنعتی آینده است و دارای نقش‌هایی نظیر دانشگاه صنعت‌ساز، دانشگاه جامعه‌ساز، دانشگاه تمدن‌ساز و ... است. برای نمونه کشور کشور ژاپن و مالزی.

۷- بررسی تجارب کشورها برای نمونه جامعه پنجم ژاپن نشان داد طرح‌های کلان ملی توسعه صنعتی بایستی تصویری ملموس، قابل تجسم و قابل ترجمه و نگاشت به چندین برنامه ملی(تعریف تخصصی برنامه) باشند و در ادامه این برنامه‌های ملی، مدیریت و راهبری شوند.

۸- این بررسی نشان داد که کشورهای پیشتاز ضمن ارایه تصویر جذاب و ملموس از آینده، از طریق فیلم‌ها، کلیپ و ... به صورت گسترده اقدام به ترویج و اجتماعی‌سازی آن نموده‌اند. همچنین هریک از طرح‌های بررسی شده، شعار چشم‌اندازی یا استعاره برانگیزاننده برای تصویر مطلوب آینده خود دارند، به گونه‌ای که ایجاد جاذبه و کشش در جامعه نماید. توجه به اجتماعی‌سازی، گفتمان‌سازی و ترویج طرح‌های ملی در کشور ضروری است.

۹- ضرورت کسب و توسعه دانش و فناوری راهبردی و حاکمیتیِ مدیریت برنامه در نظام آموزش عالی کشور و تربیت مدیران برنامه در سطح ملی برای تحقق و راهبری طرح‌های ملی. مدیریت برنامه یک دانش و فناوری نرم است که نسبت به دانش مدیریت پروژه که در کشور به‌خوبی توسعه یافته، مرتبه و اهمیت بالاتری دارد و خلأ آن در کشور محسوس است در کشورهای مورد بررسی نظیر ژاپن، طرح‌های آینده به برنامه های ملی ترجمه و پروژه‌ها مبتنی بر برنامه‌های کلان تعریف می‌شوند.

۱۰- اجتماعی‌سازی و قاعده‌گذاری مناسب جهت همکاری‌های مشترک و جلب مشارکت دانشگاه‌ها، صنعت، بخش خصوصی و جامعه جهت تحقق طرح‌های برنامه‌های ملی و تصویر آینده در کشورها یک ضرورت کلیدی است.

۱۱- این بررسی نشان داد که کشورهای منتخب برای تحقق صنعت آینده، اغلب تصویر و طرح‌های صنعت آینده خود را در فضای سایبری- فیزیکی تعریف نموده، و لذا برای تحقق آن پلت فرم و سکوی مشترک سایبری بعنوان زیرساخت مشترک صنعت و کسب و کار آینده را تعریف نموده‌اند. برای نمونه کشور ژاپن، مالزی و اتحادیه اروپا و...

۱۲- در اغلب کشورها بین ارکان حاکمیت بر الگوی توسعه صنعتی و تصویر مشترک مفاهمه و اجماع ایجاد شده و همه ارکان حاکمیت همسو، همراستا و پشتیبان تحقق صنعت آینده هستند، راهبری الگوها توسط بالاترین سطح حاکمیت در کشورها انجام شده و تقسیم کار ملی برای تحقق آن در کشورها انجام گرفته است. برای نمونه کشور چین و ژاپن و...

۱۳- توسعه فناوری‌های پایه انقلاب چهارم صنعتی و زیرساخت‌های صنعت ۴,۰ بسیار پرهزینه و زمانبر است و از عهده یک کشور به تنهایی خارج است، لذا اغلب کشورها برای توسعه فناوری‌های پایه با رویکردهای همکاری و مشارکتی با یکدیگر تفاهم نامه مشترک امضا نموده‌اند. برای نمونه کشور ژاپن و آلمان و کشور چین و آلمان.

پیشنهادات تحقیقات آتی

با توجه به تجارب و یافته‌های تحقیق حاضر، موارد زیر برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود.

- بررسی مدل‌ها و الگوهای میزان آمادگی و پذیرش صنعت ۴,۰ در کشور
- بررسی تطبیقی پلتفرم‌ها و سکوهای صنعت آینده کشورهای پیشتاز
- بررسی طرح‌ها و برنامه‌های صنعت ۴,۰ کشور سنگاپور
- بررسی پیشران‌ها و محرک‌های اصلی مؤثر بر صنعت آینده در کشور
- بررسی چگونگی مواجهه نظام آموزشی کشور با انقلاب چهارم صنعتی
- بررسی سازوکار(نهادی و فرایندی) تصویرسازی آینده در کشورهای پیشتاز
- بررسی تحولات و پیامدهای انقلاب چهارم صنعتی بر حکمرانی و دولت
- بررسی سازوکار(نهاده و فرایندها) مدیریت کلان برنامه‌های ملی در کشورهای پیشتاز

- بررسی چگونگی اجتماعی سازی و ترویج تصاویر آینده در کشورهای پیشتاز
- بررسی چگونگی و ارائه منطق مواجهه با انقلاب چهارم صنعتی در کشور
- بررسی و تحلیل برنامه پنجم علم و فناوری کشور ژاپن

منابع

۱. بیانات رهبر معظم انقلاب در دیدار جوانان، اساتید و دانشجویان دانشگاه‌های استان همدان، پایگاه اطلاع رسانی دفتر حفظ و نشر آثار مقام معظم رهبری،۱۳۸۳

۲. شواب، کلاس. *انقلاب صنعتی چهارم*، ترجمه دکتر ایرج نبی‌پور، .بوشهر: دانشگاه علوم‌پزشکی بوشهر،۱۳۹۶.

۳. طاهری دمنه، محسن. بررسی تحلیلی تصاویر آینده جامعه ایرانی در ذهن جوانان تحصیلکرده کشور، رساله دکتری تخصصی، دانشگاه تهران،۱۳۹۴

۴. پور عزت، علی‌اصغر. تصویرپردازی از آینده؛ استراتژی اقدام در سیستمهای اجتماعی، تهران: انتشارات سمت، ۱۳۸۲

۵. حسینی، ف. انقلاب صنعتی چهارم، *نشست پژوهشی*، مرکز پژوهش خبری صداو سیما، ۱۳۹۶.

6. Bell, W. (2008). *Foundations of futures studies, values, objectivity, and the good society*, Volume 2. Transaction publishers.

7. Bonner, M. (2018). What is Industry 4.0 and What Does it Mean for My Manufacturing?

8. Keidanren (Japan Business Federation), (2016), Toward realization of the new economy and society".

9. Fukuyama, M., August 2018, Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society.

10. Hitachi, (2018), FinTech to Realize Super-Smart Society: Society 5.0.

11. www.keidanren.or.jp/en/policy/csr/charter,2017.html.

12. www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/kettei,2018.html

13. Davis, Jim, Thomas Edgar, Robert Graybill, Prakashan Korambath, Brian Schott, Denise Swink, Jianwu Wang, and Jim Wetzel. "Smart manufacturing." *Annual review of chemical and biomolecular engineering* 6 (2015): 141-160.

14. Government office for science, (2013), "Future of Manufacturing", Summary report.

15. Wübbeke, M. Meissner et al., "Made in China 2025", MERICS, December 2016.

16. Liu, Sylvia Xihui. "Innovation design: made in China 2025." *Design Management Review* 27, no. 1 (2016): 52-58.

17. SMLC forum, Workshop Summary Report, 2013.

18. California's manufacturing network, (2015), "CMTC' guide to Smart Manufacturing.

19. Lee, Jay, Behrad Bagheri, and Hung-An Kao. "A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems." *Manufacturing Letters* 3 (2015): 18-23.

20. Lasi, Heiner, Peter Fettke, Hans-Georg Kemper, Thomas Feld, and Michael Hoffmann. "Industry 4.0." *Business & Information Systems Engineering* 6, no. 4 (2014): 239-242.

21. Rüßmann, Michael, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. "Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries." *Boston Consulting Group* 9 (2015).

22. Xia, Feng, Laurence T. Yang, Lizhe Wang, and Alexey Vinel. "Internet of things." International Journal of Communication Systems 25, no. 9 (2012): 1101.

23. IFR [International Federation of Robotics] (2015). "World Robotics 2015 Industrial Robots". http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/. Accessed: July 15, 2016. Different from IFR data, our calculation for China also includes migrant workers in addition to regular workers.

24. Brookinkgs. (2019). China 2049:Economic challenges of rising a global power. Brookinkgs.Burt and

33. State Council 国务院 (2015). “国务院关于印发《中国制造2025》的通知” (Notice of the State Council on the publication of ‘Made in China 2025’).
34. Expert Commission for the Construction of a Manufacturing Superpower (‘Made in China 2025’ key area technology roadmap).
35. Hong Kong Stock Exchange (2016). “BYD company ltd. – Announcement - completion of the additional A shares issue.” July 21.
36. Xinhuanet 新华网 (2016). [The MIIT approves Ningbo as the first pilot city for ‘Made in China 2025’]. August 19. http://news.xinhuanet.com/
37. China Business Net 中国经济网 (2016). (Foxconn disclaims that a great amount of the work staff will be replaced by robots). June 6.
38. Zhang, Xiangmu 张相木 (2016). “智能制造试点示范专项行动” (Special action of smart manufacturing pilots). 239-287. Beijing: Dianzi gongye chubanshe.
39. MOST [Ministry of Science and Technology] 科学技术部 (2013). (State High-tech development plan Guidebook for the recruitment process for the 2014 projects of China’s science and technology support programme in the field of manufacturing). April 16.
40. China_government, (2017). Guiding cata;ogue for major products adn servives in strategic and emerging industries. Retrieved from www.sdpc.gov.cn: http://www.spdc.gov.cn /gzdt/201 702/t20170204837246.html
41. Yonyou 用友(2016), (Yonyou announces entering phase 3.0, now providing comprehensive “company internet services”). August 13. http://subject.yonyou.com.
42. Tassey, Gregory (2010), “Rationales and Mechanisms for Revitalizing U.S. Manufacturing R&D Strategies”, Journal of Technology Transfer 35 (June): 283-333.
43. Department for Promotion of Industry and Internal Trade, (2019), FDI Fact Sheet Robison. (n.d.). Reinventing Diplomacy in the Information Age.
25. Yang, Kristine (2015). “Dawn of a new dimension.” China Daily Europe. January 23. http://europe.chinadaily.com.cn/epaper/2015-01/23/content_19386186.htm
26. Xinhuanet 新华网 (2015). “Premier urges stronger advanced manufacturing.” August23.http://news.xinhuanet.com/english/2015-08/23/c_134547113.htm. Accessed: June 14, 2016.
27. STAUFEN AG (2015). “China–Industrie 4.0 Index 2015.” November 2. http://www .staufen .ag/fileadmin/hq/survey/STAUFEN.-studie-china-industrie_4_0-index-2015-DE.pdf.
28. State Council 国务院 (2016). Li Keqiang heads State Council expert symposium to discuss the acceleration of the development of advanced manufacturing and 3D printing technology). August 23. http://www.gov.cn/guowuyuan/2015.
29. MIIT [Ministry of Industry and Information Technology] (Notice of the MIIT on publishing the textile industry development Plan (2016-2020)). September 28. http://www.miit.gov.cn /n1146295/n1652858/n1652930/n3757019 /c5267251/content.html.
30. Wübbeke, Jost (2015). “Industrie 4.0’: Will German Technology Help China Catch Up with the West?” MERICS China Monitor (23). April 4. http://www.merics.org/en/merics-analysis/analyseschina-monitor/china-monitor23.
31. Zhou, Ji 周济 and Zhu Gaofeng 朱高峰 (eds.) (2015) (Research on the manufacturing power strategy: smart manufacturing volume), 56. Beijing: Dianzi gongye chubanshe.
32. Stepan, Matthias and Lea Shih (2016). “These Are the Super-Rich People Shaping China.” Fortune. March 3. http://fortune.com/2016/03/03/china-national-peoples-congress alibaba/.

https://dipp. gov.in/publications/fdi-statistics.
44. BIRAC, (2019), Make in India for BIO-TECH the way forward, http://birac.nic.in/mii/ uploaded/MII-Report.pdf
45. MOD, (2019), Simplified 'Make-II': Major Steps Towards 'Make in India' in Defence Production," PIB website: http://pib.nic.in/newsite/mbErel.aspx?relid=175681.
46. Ministry of Commerce & Industry, (2019), "Investment Commitments under 'Make In India'progamme, " PIB website: http:// pib.nic.in/ newsite/ PrintRelease. aspx?relid=137563,
47. DPIIT, (2019), Progress Under 'Make in India' Programmehttps://dipp.gov.in /sites /default/files/ru_1631.pdf.
48. DGCA, (2019), "Handbook on Civil Aviation Statistics, 2017-18, 04 June 2019.
Society of Indian Automobile Manufacturers, (2020), Automobile Export Trends, http://www. siamindia.com /statistics.aspx?mpgid=8&pgidtrail=15 accessed on 17 Jan.
49. MITI(2018), "New Industrial Structure Vision", written by METI, 2017.
50. METI, (2017), Industry 4WRD: ATIONAL POLICY ON INDUSTRY 4.0 JAPANESE INDUSTRY AND POLICY NEWS, June 2017.
51. METI, (2018), Connected Industries Achieveme nts, Challenges and Next Steps in Japan's smart Manufacturing.