



مجموعه
فولاد
مبارک



دوماهنامه آهن و فولاد
شماره پنجاه و چهارم، آذر و دی ماه
سال ۱۳۹۸

فهرست

مفهوم دو قلو دیجیتال (Digital Twins) در صنعت فولاد

۲ گردآوری: تحقیق و توسعه شرکت فولادمبارک

شناسایی و تحلیل کلان روندهای اثرگذار بر روی مدل کسب و کار شرکت فولاد مبارک، مطالعه‌ای آینده پژوهانه

۶ محسن طاهری دمنه، شیدا طایفه هاشمی، زهرا حیدری دارانی

راهنمای تهیه و تدوین مقالات دوماهنامه آهن و فولاد

۷۶

صاحب امتیاز: شرکت فولاد مبارک اصفهان
مدیر مسئول: ایرج ترابی

نشانی:
اصفهان، شرکت فولاد مبارک اصفهان
آدرس اینترنتی:

<http://ironandsteel.msc.ir>

نشریه در حکم و اصلاح مطالب ارسالی آزاد است.
مقالات ارسالی برگشت داده نخواهد شد.
مسئولیت مطالب به عهده نویسنده آن است.
اصل تصاویر و عکس‌ها با کیفیت مطلوب ارسال گردد.
نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است.

شمارگان: ۳۰۰۰ جلد
قیمت: ۳۰۰۰ تومان
طرح جلد و صفحه آرای: گرافیک نقطه
۰۹۱۳۳۰۰۸۱۹۳
چاپ: آرمان نو

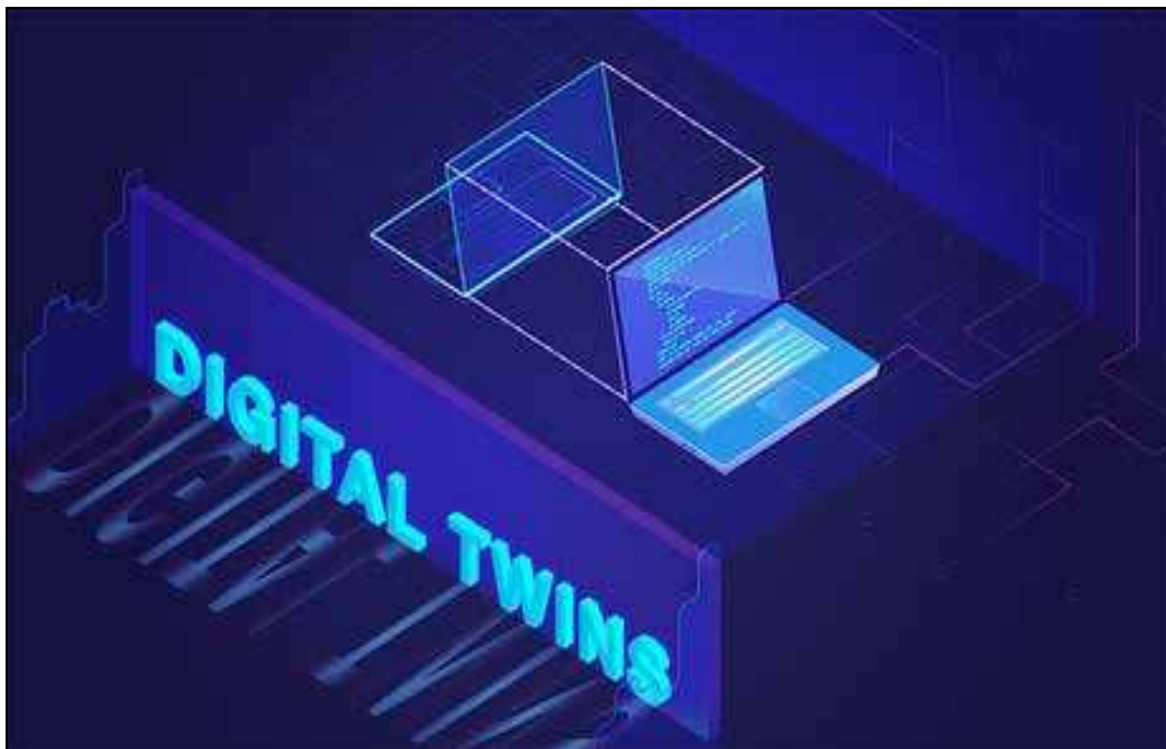


مفهوم دوقلوی دیجیتال (Digital Twins) در صنعت فولاد

مفهوم دوقلوی دیجیتال

دوقلوی دیجیتال یا همزاد دیجیتال به معادل کامپیوتری یک شیء فیزیکی اشاره می‌کند که می‌توان از آن برای مقاصد مختلف استفاده کرد. در این مفهوم، از داده‌های حاصل از حسگرهای نصب شده بر روی جسم استفاده می‌شود تا وضعیت جسم به صورت بلادرنگ در همزاد دیجیتال انعکاس یابد. همزاد دیجیتال علاوه بر شکل، از نظر موقعیت، وضعیت و حرکت هم، به جسم اصلی شبیه است. یک نمونه از این مفهوم، استفاده از مدل‌سازی سه بعدی برای اشیاء فیزیکی است. حسگرها داده‌های جسم را جمع‌آوری کرده و آن را از طریق اینترنت اشیاء به نرم‌افزار شبیه‌ساز سه بعدی انتقال می‌دهند. این مفهوم به نوعی واقعیت افزوده هم محسوب می‌شود. از همزاد دیجیتال می‌توان برای تعمیر و نگهداری هوشمند

با ارزش‌ترین کالای موجود در دنیای مدرن امروز، زمان است. ما تلاش می‌کنیم زمان کمتری را برای کارهای غیرضروری، خودکارسازی فرآیندهای تکراری و تسریع در کشف راه‌حل‌ها صرف کنیم. اندازه شرکت‌ها با پیچیدگی چرخه عمر محصول (PLC) آن‌ها ارتباط مستقیم دارد. به طوری که، برخی مشاغل میلیاردها دلار را در فرصت‌های هدر رفته از دست می‌دهند. از سویی، ماشین‌آلات خودکار تولیدی ارتباط تنگاتنگی با فرآیندهای انسانی، زنجیره‌های تأمین و سیستم تدارکاتی دارند. بنابراین، رهبران صنعت جهانی در حال جستجوی راه‌حلهایی هستند که به آن‌ها در مدیریت، کنترل، پشتیبانی و توسعه محصولات رقابتی کمک کند. کلید اصلی این راه‌حل، در اینترنت اشیاء (IoT) و الگوی دوقلوهای دیجیتال نهفته است.



شکل ۱. دوقلوی دیجیتال به معنای معادل کامپیوتری یک شیء فیزیکی.

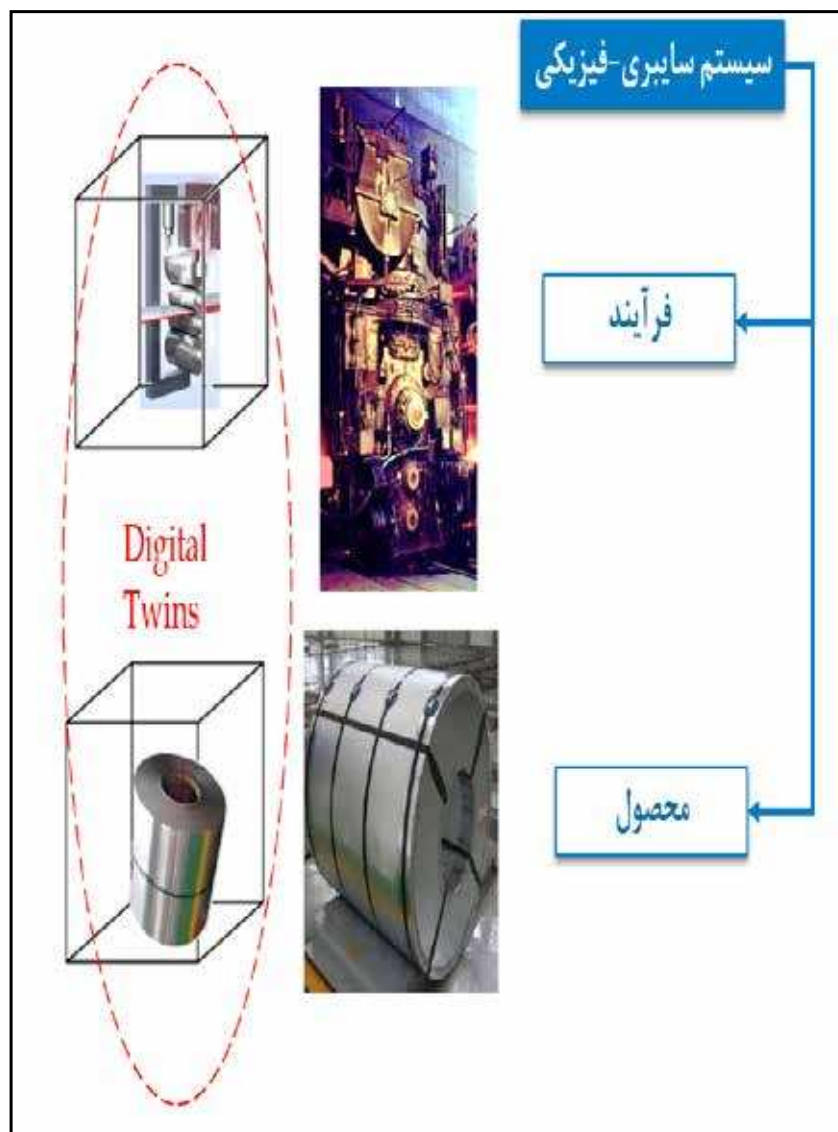
شده‌اند. ایده اتصال دستگاه‌های مختلف به یک شبکه از دهه ۱۹۸۰ به وجود آمد ولی منابع خاصی وجود نداشت که بتواند به احیای این مفاهیم درخشان کمک کند. ایده اینترنت اشیاء توسط کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ فرموله شد. او اینترنت اشیاء را به عنوان یک فناوری پیشرفته برای هماهنگی و ارتباط دستگاه‌های محاسباتی، ماشین‌های مکانیکی و دیجیتالی و اشیاء فیزیکی در یک سیستم با کمک فن‌آوری‌های بی‌سیم معرفی کرد.

مزایای دوقلوی دیجیتال

دوقلوی دیجیتال، فناوری است که نمایشی مجازی از جهان فیزیکی را ارائه می‌دهد و بسیاری از روابط بین آن‌ها را ایجاد می‌کند. در این فناوری، تمام اجزای سیستم در یک زنجیره به هم متصل شده‌اند. به

استفاده کرد و بهره‌وری را بهبود بخشید. شرکت زیمنس از این واژه برای توصیف مجموعه وسیعی از داده‌های مرتبط با یک محصول استفاده می‌کند. برای این شرکت، همزاد دیجیتال شامل داده‌های مربوط به طراحی، تولید، نوع مواد، شبیه‌سازی، واقعیت افزوده، نتایج تست‌های فنی، هزینه قطعات و حتی بازخورد مشتری از محصول می‌شود. یعنی همزاد دیجیتال تمامی داده‌های مرتبط با محصول در کل زنجیره تامین را با خود به همراه دارد.

در این رویکرد، مفهوم دو قلو دیجیتال، بعد زمانی هم می‌یابد و کل تاریخچه محصول را در خود ثبت می‌کند. حتی می‌توان نحوه استفاده از محصول را هم در آن گنجاند. همانند انقلاب صنعتی چهارم^۱ و اینترنت اشیاء، هم‌زاد دیجیتال هم مجموعه‌ای از فناوری‌های موجود است که برای توسعه محصول، در کنار هم قرار داده



شکل ۲. مفهوم دو قلوی دیجیتالی در صنعت فولاد.

بهبود عملکرد: دو قلووی دیجیتال تجزیه و تحلیل یک ماکت مجازی را ارائه می‌دهد و به شرکت‌ها کمک می‌کند مشکلات سیستم را پیدا کنند. در نتیجه، دو قلوهای دیجیتال به بهبود فرایندهای تولید و راه اندازی زنجیره‌های تأمین و تحویل کارآمد کمک می‌کنند. دستیابی به زمان خرابی کاهش، یافته یکی از الزامات معمول دوقلوهای دیجیتال است.

برنامه‌ریزی: دو قلوهای دیجیتال نمایشی از سطح اشغال یک فضای مشخص را ارائه می‌دهند، و با گذشت زمان، بینش ارزشمندی را در مورد بهترین راه‌ها برای پیکربندی ساختمان، فرآیندهای تأمین و گردش کار ارائه می‌دهند. سیستم ردیابی: دو قلوهای دیجیتال به طور دقیقی به

طوری که سنسورهای IIoT^۱ تمام داده‌های یک سیستم را به صورت دینامیک و لحظه‌ای جمع‌آوری کرده، و به پایگاه اصلی داده ارسال می‌کنند. این فرآیند بر روی تمام ماشین‌آلات و کنترل‌کننده‌های موجود در کارخانه و به طور کلی بر روی کل خط تولید اثر مستقیم می‌گذارد. با این اوصاف، مزایای دو قلووی دیجیتال به شرح زیر است:

افزایش طول عمر منابع: دو قلووی دیجیتال سبب افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات، وسایل نقلیه، خطوط تولید و سایر منابع می‌شود. همچنین، با پیش بینی مسائل مربوط به نگهداری قبل از وقوع خرابی، هزینه‌های نگهداری کاهش می‌یابد.

1. Industrial Internet of Things



شکل ۳. مفهوم دو قلووی دیجیتال در ساخت سکوی نفتی.

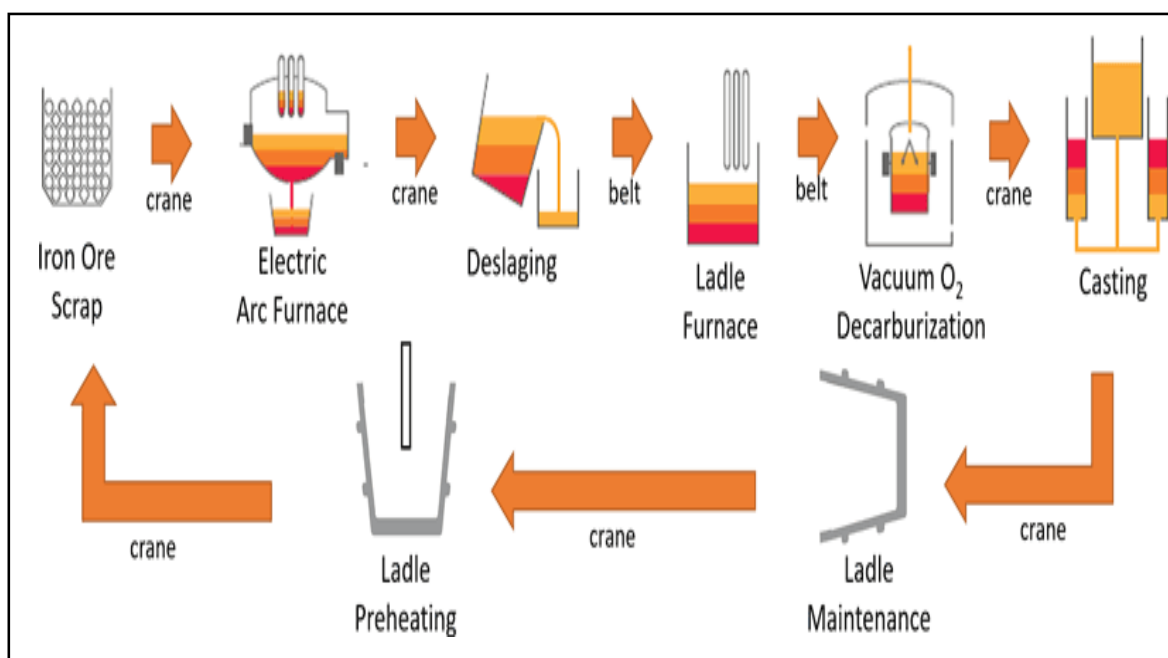


در ارتباط با فن آوری دو قلوئی دیجیتال، پروژه TrackOpt توسط مرکز تحقیقات فولاد BFI آلمان و شرکت Ferriere Nord در ایتالیا در حال انجام است، که هدف آن بهبود ردیابی و بهینه سازی فرآیندهای ساخت فولاد است. شکل ۴ یک فرآیند ساخت فولاد را نشان می‌دهد که در این پروژه دو قلوئی دیجیتال آن طراحی و شبیه‌سازی شده است. این پروژه سبب ایجاد مزایایی همچون استدلال دقیق تمامی فرآیند تولید فولاد، کاهش خطاهای ناشی از عدم شناسایی سیستم، تشخیص خودکار اشکالات سیستم، مانیتورینگ فرآیندها، افزایش دقت تجزیه و تحلیل سیستم، کاهش بروز انحرافات

ردیابی مکانی و وسایلی که در یک فضای مشخص قرار دارند، کمک می‌کنند.

مدیریت ریسک: ارزیابی شرایط مختلف با استفاده از دو قلوهای دیجیتال، شناختی از سیستم را ایجاد می‌کند که به مدیریت آسیب‌ها و خطرات در زمینه‌های مختلف از جمله ایجاد محصول، تدارکات، شهرت بازار و نگهداری سیستم‌ها کمک می‌کند.

مدیریت محصول: فرآیند توسعه محصول و بهبود مستمر توسط دو قلوهای دیجیتالی تقویت می‌شود. مدیریت محصول توسط دو قلوهای دیجیتال، به بهبود کیفیت محصول و افزایش عملکرد آن کمک می‌کند.



شکل ۴. مدل‌سازی فرآیند ساخت فولاد در پروژه TrackOpt.



گزارش ویژه شناسایی کلان روندهای آینده و تاثیر آنها بر
مدل های کسب و کار شرکت فولاد مبارکه اصفهان

شناسایی و تحلیل کلان روندهای اثر گذار بر روی مدل کسب و کار شرکت فولاد مبارکه؛ مطالعه ای آینده پژوهانه

دکتر محسن طاهری دمنه

عضو هیات علمی و مدیر گروه آینده پژوهی دانشگاه اصفهان

شیدا طایفه هاشمی

دانشجوی کارشناسی ارشد آینده پژوهی دانشگاه اصفهان

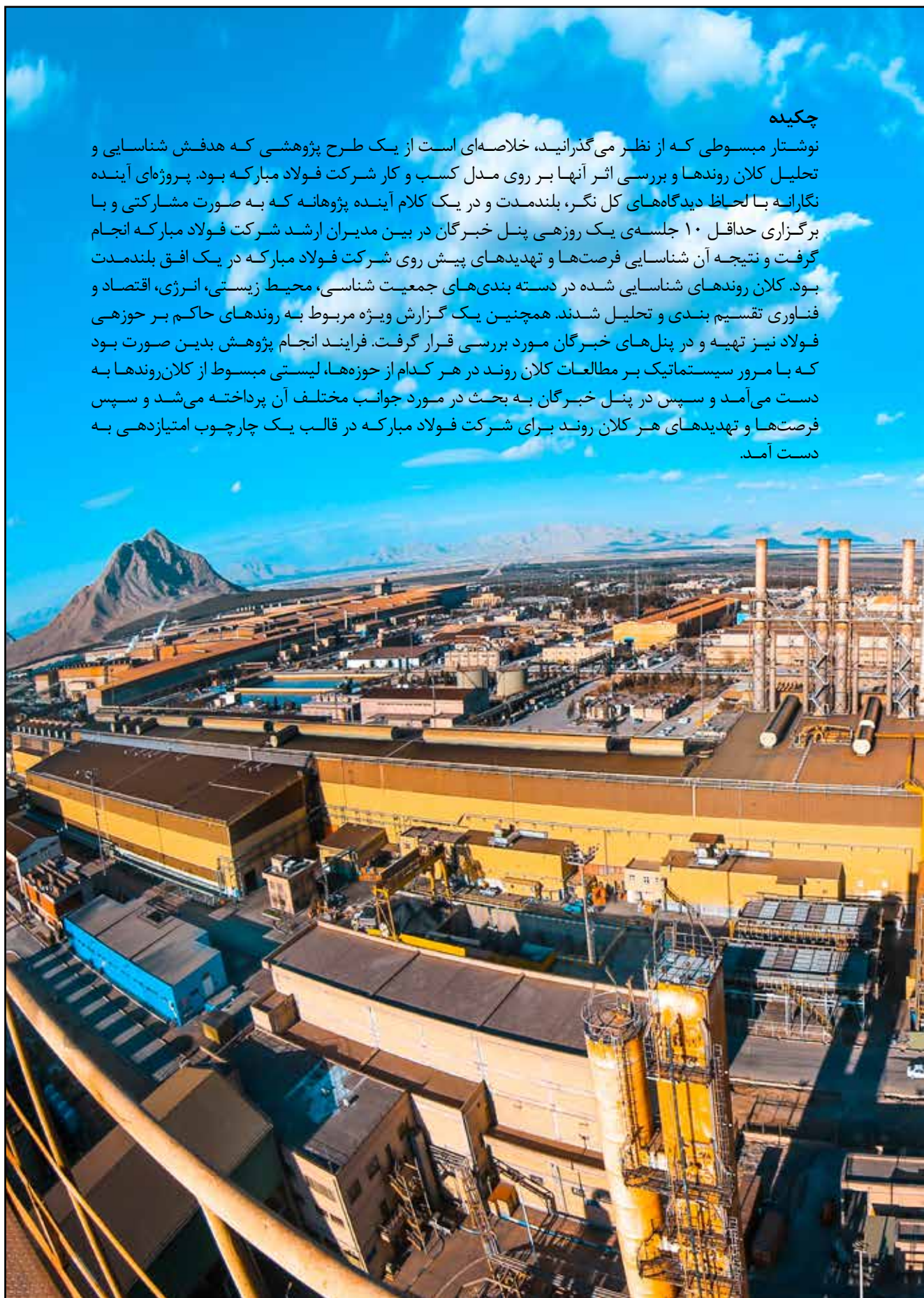
زهرا حیدری دارانی

دانشجوی کارشناسی ارشد آینده پژوهی دانشگاه اصفهان



چکیده

نوشتار مبسوطی که از نظر می‌گذرانید، خلاصه‌ای است از یک طرح پژوهشی که هدفش شناسایی و تحلیل کلان روندها و بررسی اثر آنها بر روی مدل کسب و کار شرکت فولاد مبارکه بود. پروژه‌ای آینده نگارانه با لحاظ دیدگاه‌های کل نگر، بلندمدت و در یک کلام آینده پژوهانه که به صورت مشارکتی و با برگزاری حداقل ۱۰ جلسه‌ی یک روزه‌ی پنل خبرگان در بین مدیران ارشد شرکت فولاد مبارکه انجام گرفت و نتیجه آن شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی شرکت فولاد مبارکه در یک افق بلندمدت بود. کلان روندهای شناسایی شده در دسته بندی‌های جمعیت‌شناسی، محیط زیستی، انرژی، اقتصاد و فناوری تقسیم بندی و تحلیل شدند. همچنین یک گزارش ویژه مربوط به روندهای حاکم بر حوزه‌ی فولاد نیز تهیه و در پنل‌های خبرگان مورد بررسی قرار گرفت. فرایند انجام پژوهش بدین صورت بود که با مرور سیستماتیک بر مطالعات کلان روند در هر کدام از حوزه‌ها، لیستی مبسوط از کلان‌روندها به دست می‌آمد و سپس در پنل خبرگان به بحث در مورد جوانب مختلف آن پرداخته می‌شد و سپس فرصت‌ها و تهدیدهای هر کلان روند برای شرکت فولاد مبارکه در قالب یک چارچوب امتیازدهی به دست آمد.



کلمات کلیدی:

آینده نگاری، کلان روندها، پنل خبرگان، صنعت فولاد، شرکت فولاد مبارکه

مقدمه

روند^۱، الگوی در حال ظهور از تغییر است. به عبارت دیگر روند، گرایش عمومی یا جهت توسعه یا تغییر در طول زمان است که اگر در مقیاس جهانی یا بزرگ رخ دهد، می توان آن را کلان روند^۲ نامید. روند ممکن است قوی یا ضعیف، افزایشی، کاهش یا پایدار باشد. کلان روندها نیروهای بزرگی در توسعه اجتماعی هستند که احتمالاً بر آینده ای به مدت ده تا پانزده سال تأثیر خواهند داشت. در تعریف دیگری،

کلان روندها به عنوان یک تغییر بزرگ اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، زیست محیطی و یا تکنولوژیک هستند که به آرامی شکل می گیرند و بر طیف وسیعی از فعالیت ها، فرآیندها و آگاهی ها در جامعه تأثیر می گذارند. آن ها نیروهای بنیادین برگرفته از روندها هستند (مانند پیری جمعیت).

کلان روندها مفروض ترین دانش ها درباره آینده محتملاند که دارای سه ویژگی کلیدی زیر هستند:

۱. افق زمانی گسترده، ده سال و بیشتر
۲. به لحاظ حوزه های تأثیر گذاری وسیع و گسترده
۳. به لحاظ جغرافیایی دارای اثرات جهانی

در پژوهش حاضر شش کلان روند بزرگ به ترتیب شامل کلان روندهای جمعیت شناسی، محیط زیست، انرژی، اقتصاد،

1. Trend

2. Mega Trend



تغییر هستند، جمعیت‌شناسی نام دارد [۱۹]. در طول تاریخ انسانی، روندهای جمعیتی تاثیر بسزایی بر سرنوشت جوامع داشته‌اند. بررسی و تحلیل سرنوشت‌سازهای تاریخی می‌تواند رویکرد ما را به اقدامات کنونی و تاثیر آن در آینده متوجه سازد. در دهه‌های پیش‌رو، نرخ نسبتاً بالای تولد باعث ایجاد فرصت‌های اقتصادی در آفریقا و هند شود. این در حالی است که در بسیاری از کشورهای دیگر جهان که معمولاً اقتصادهای رشدیافته‌ای نیز دارند، پیری جمعیت همه چیز را از مراقبت‌های بهداشتی تا املاک و مستغلات دگرگون خواهد کرد. نیروی کاری که هزاران سال تحت سلطه بوده است، اکنون حتی محل کار خودش را نیز باز تعریف خواهد کرد. مهاجرت و کوچ تأثیرات عمیقی بر نیروی کار و توسعه اقتصادی خواهند

انقلاب صنعتی چهارم و صنعت فولاد مورد بررسی قرار خواهند گرفت. هر کلان روند شامل تعدادی روند کلیدی^۱ است که تشریح خواهند شد. لازم به ذکر است در اینجا مرز مشخصی میان کلان روندها و روندهای کلیدی وجود ندارد و این تقسیم بندی‌ها صرفاً به دلیل نظم بخشی به نوشتار و سهولت در درک متن انجام شده‌اند. همچنین کلان روندها، حوزه‌های کاملاً تفکیک شده نیستند لذا گاهی برخی مفاهیم در دو کلان روند اشاره شده‌اند که از ذکر آنها خودداری نشده است تا جایگاه و اهمیت آن‌ها خدشه دار نشود.

(۱) کلان روند جمعیت شناسی

مطالعه‌ی علمی جمعیت‌های بزرگ انسانی که در حال

1. Macro Trend



اکنون و پیش بینی آن تا پنج هزار سال بعد از میلاد مسیح را نشان می‌دهد. جمعیت جهان در زمان تولد مسیح حدود ۲۵۰ میلیون نفر، در سال ۱۸۰۰ بعد از میلاد مسیح حدود یک میلیارد نفر و تنها در ۲۲۰ سال گذشته به ۷/۷ میلیارد نفر رسیده است. اگر بخواهیم درک درستی از مفهوم یک کلان روند داشته باشیم باید به رخداد طاعون بزرگ یا مرگ سیاه اشاره کنیم. مورخان حداقل برای اروپا نوشته‌اند که در اثر طاعون حدود ۲۵ میلیون نفر یا یک سوم جمعیت اروپا به کام مرگ کشیده شده‌اند. همین مقدار مرگ و میر برای آسیا و البته ایران نیز تخمین زده شده است. اما این رخداد تاریخی با اثرات بسیار قابل توجه در همه جوانب زندگی مردمان آن روز تنها به صورت یک تو رفتگی کوچک حدود سال ۱۳۵۰ میلادی نشان داده شده است. همچنین شکل ۱-۱ نشان می‌دهد که روند رشد جمعیت جهان تا سال ۲۱۰۰ (۱۱/۲ میلیارد نفر) همچنان ادامه خواهد داشت و از آنجا به بعد تقریباً ثابت خواهد شد.

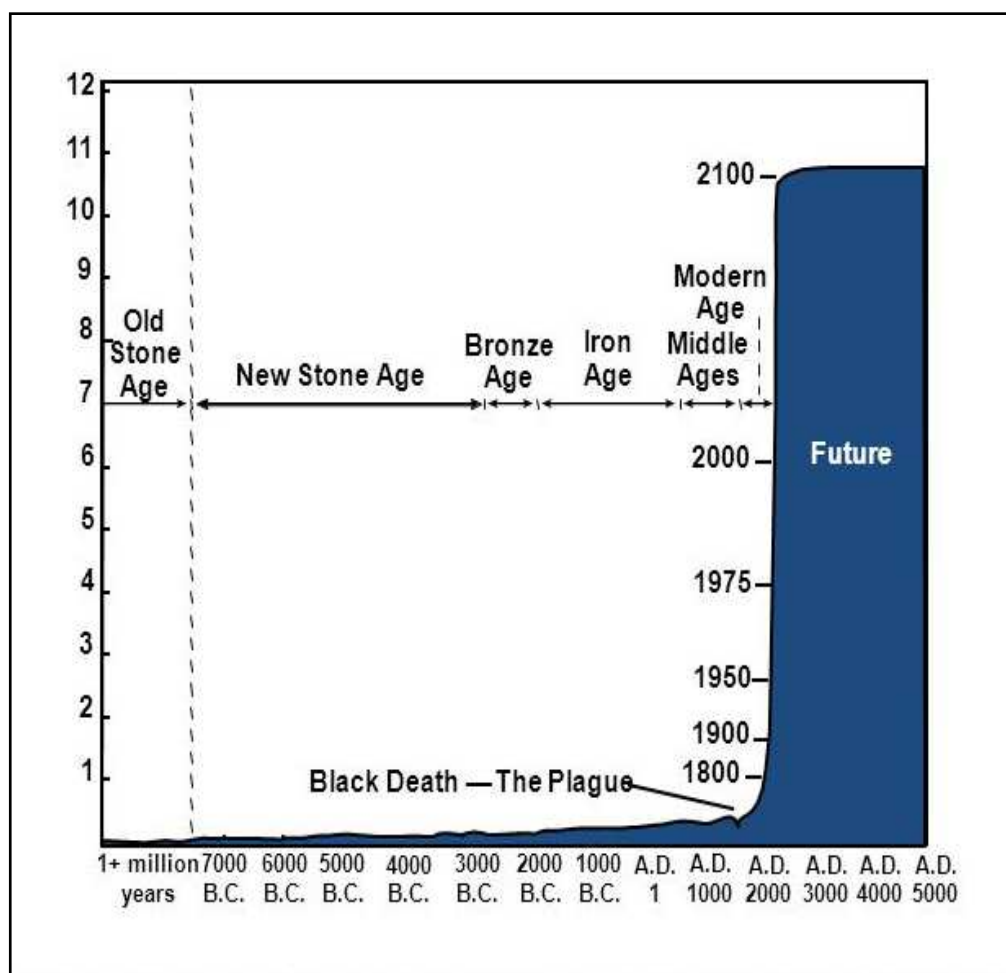
همراه با رشد جمعیت جهانی، سطح تحصیلات و توسعه اقتصادی، تعداد مصرف‌کنندگان، نوآوران و محققان در

داشت و ده‌ها تغییر ریز و درشت جمعیت شناختی دیگر که در آینده اتفاق خواهند افتاد و همه‌ی آنها نیازمند بازنگری و استراتژی‌ها و مدل‌های جدید کسب و کار هستند [۵]. بنابراین ما به معنای واقعی کلمه با یک کلان روند روبرو هستیم.

روندهای کلیدی این کلان روند عبارت‌اند از: رشد جهانی جمعیت در بخش‌هایی از آمریکا، EMEA و آسیا، پیری جمعیت، کاهش جمعیت در اروپا و بخش‌هایی از آسیا، رشد شهرنشینی، تغییر ساختارهای خانواده و افزایش توانمندی زنان، کار و مهاجرت بین‌المللی، تورم جوانی جمعیت، جوامع جهانی دانشی، سلامت و بهداشت جسم و روان و فردگرایی [۶]. در ادامه هر روند کلیدی با جزئیات بیشتری تشریح و هر کجا لازم است از نمودارهای گویا استفاده شده است.

۱-۱) رشد جهانی جمعیت

به شکل ۱-۱ نگاه کنید. نمودار زیر جمعیت جهان در طول تاریخ از حدود یک میلیون سال قبل از میلاد مسیح تا



شکل ۱-۱. نمایی تاریخی از جمعیت کره خاکی

در برخی از جوامع مانند ژاپن، جمعیت به سرعت در حال پیرشدن است و نیروی کار آن‌ها به عنوان سهم کل جمعیت محدود می‌شود. در جوامع دیگر، جمعیت جوان در حال رشد است، که این امر هم باعث افزایش نیروهای کار و هم بزرگ شدن بازار مصرف‌کنندگان می‌شود. جوانان یا همان جمعیت رو به رشد، نیاز به تغذیه، محل زندگی، تحصیل و استخدام برای دستیابی به توان بالقوه تولید دارند [۹].

۱-۲) پیری جمعیت

افزایش سن متوسط در یک جمعیت به دلیل کاهش نرخ زاد و ولد یا افزایش امید به زندگی را پیری جمعیت تعریف می‌کنند.

با توجه به پیش‌بینی‌های انجام شده انتظار می‌رود در سال ۲۰۵۰، حدود ۲/۱ میلیارد نفر از افراد، بالای ۶۰ سال سن داشته باشند که این تعداد نفرات تا ۲۱۰۰ به ۳/۱ میلیارد نفر خواهد رسید. روند پیری جمعیت در

سطح جهانی نیز افزایش خواهد یافت. تقاضاها و نیازهای مراکز رشد جمعیت، به عنوان مثال در آفریقا، می‌تواند به‌طور فزاینده‌ای برنامه‌های نوآوری را شکل می‌دهد که این خود منجر به توسعه بیشتر ظرفیت تحقیقات و نوآوری‌های محلی می‌شود. تمرکز بیشتر بر انتقال فناوری به مراکز بزرگ رشد جمعیت، به آن‌ها در مدیریت چالش‌های متعدد توسعه کمک می‌کند [۱۳]. درخصوص نرخ رشد سالیانه جمعیت نیز انتظار می‌رود این نرخ در روسیه و چین تا سال ۲۰۵۰ به کمتر از صفر درصد، در آمریکا، اروپا و بخش‌هایی از آسیا مانند ایران، ترکیه، مغولستان، هند، پاکستان، ترکمنستان، ازبکستان و قرقیزستان بین صفر تا ۲ درصد و در آفریقا این نرخ بیش از ۲ درصد در سال تخمین زده شده است. رشد انفجاری جمعیت در برخی مناطق در مقابل کاهش جمعیت در مناطق دیگر، باعث تقویت تغییرات در قدرت اقتصادی، کمبود منابع و تغییر هنجارهای اجتماعی می‌شود. کشورها روندهای جمعیتی بسیار متفاوتی دارند.

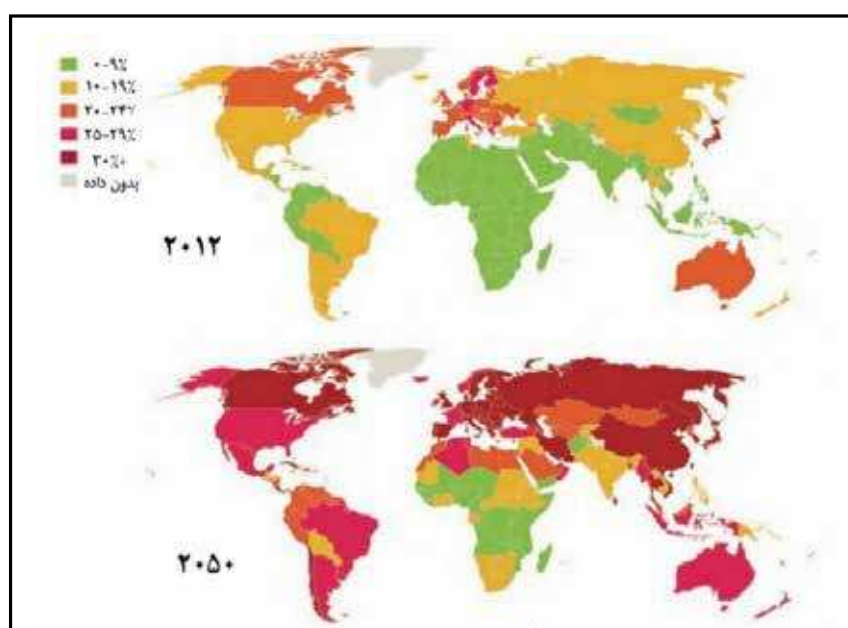


با روند سالمندی جمعیت نسبت به هزینه‌های نظامی سوق خواهد داد [۹].

نقشه سالمندی جهان در شکل ۱-۲، نشان می‌دهد در سال ۲۰۱۲ ایران و همه کشورهای اطرافش (بجز ترکیه) در ناحیه سبز قرار دارند. یعنی بین ۰ تا ۹ درصد جمعیت آنها بالای شصت سال بوده‌اند.

اما در سال ۲۰۵۰ همه رنجهای منطقه ما تغییر خواهند کرد. ایران کشوری خواهد شد که جمعیت بالای ۶۰ سالش در سال ۲۰۵۰ به بالای ۳۰ درصد میرسد. یعنی تقریباً سیسال دیگر از هر سه نفر در ایران یک نفر بالای ۶۰ سال سن دارد و این یعنی ورود به اقتصاد سالمندی.

کشورهای غربی، اولویت‌های بودجه دولتی را به سمت اموری مانند مراقبت‌های بهداشتی و سایر هزینه‌های اجتماعی مرتبط با جمعیت بازنشسته سوق می‌دهد. این هزینه‌ها به عنوان سهمی از بودجه و کل تولید ناخالص داخلی با اولویت‌های هزینه‌های دفاع و امنیت رقابت می‌کند. همچنین جمعیت سالخورده، تعداد شهروندان واجد شرایط امور نظامی و علاقه‌مند به خدمات نظامی را محدود می‌کند. علیرغم مهم بودن مسائل نظامی برای بسیاری از کشورها، روند پیری جمعیت در دهه‌های آینده به عامل مهمی بدل خواهد شد. به‌طوری که کشورها را به سمت صرف هزینه بیشتر برای مواجهه



شکل ۱-۲. نقشه‌ی سالمندی جهان [۶۱].



۱-۲-۱) نسبت وابستگی^۱

هدف از محاسبه نسبت وابستگی جداسازی دسته‌ای از افراد جامعه که امکان کار کردن ندارند، از افراد فعال جامعه است. در واقع به افرادی وابسته می‌گویند که به دلایلی مثل سن (خیلی جوان و یا خیلی پیر) یا شرایط جسمانی نامناسب، قادر به کار کردن و کسب درآمد نیستند و به جمعیت در سن کار وابسته‌اند تا آن‌ها را تامین کنند. این نسبت برای اقتصاددانان از اهمیت خاصی برخوردار است؛ چرا که به کمک این نسبت می‌توانند درک بهتری از ترکیب جمعیتی جامعه پیدا کنند. هر چه این نسبت بالاتر باشد یعنی نسبت تعداد افراد وابسته بیشتر بوده و در نتیجه جامعه نیازمند خدمات اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی و درمانی بیشتری خواهد بود. یکی از بزرگترین مسائل مربوط به دولت‌های نیمه اول قرن بیست و یکم، سالمندی بین نسلی^۲ است که مدیریت آن نیاز به نظارت دائمی و تنظیم سیاست‌ها دارد زیرا تأثیرات آن، فشار زیادی در دستیابی به بهره‌وری اقتصادی وارد کرده و اهمال در مدیریت آن رشد جوامع را با چالش مواجه می‌سازد.

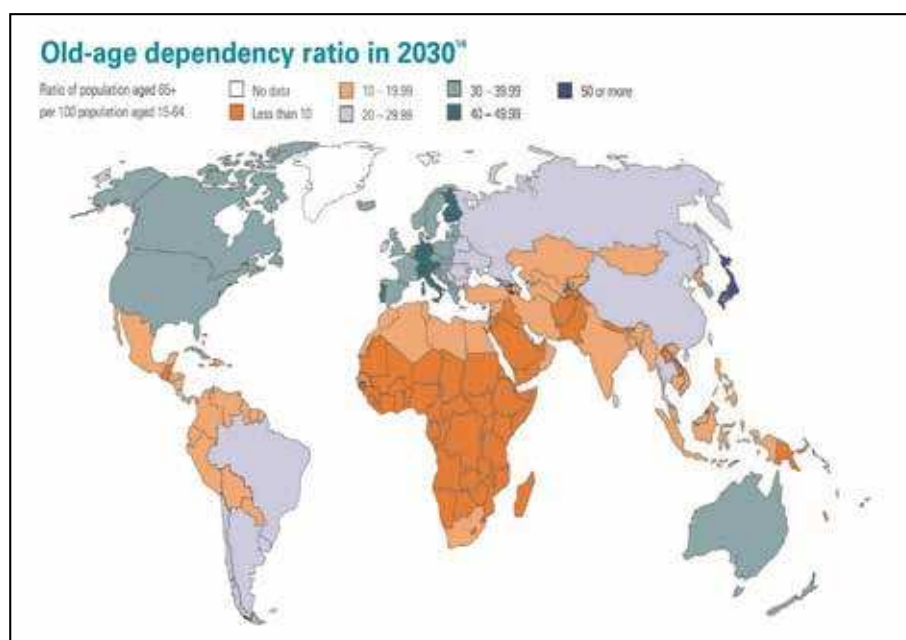
همان‌طور که در شکل ۱-۳ نمایان است، نسبت وابستگی سالمندی ایران تا سال ۲۰۳۰ میان ۱۰ تا ۲۰ درصد خواهد بود. یکی از بزرگترین مسائل مربوط به دولت‌های نیمه اول قرن بیست و یکم، سالمندی بین نسلی^۲ است که مدیریت آن نیاز به نظارت دائمی و تنظیم سیاست‌ها دارد زیرا تأثیرات آن، فشار زیادی در دستیابی به بهره‌وری اقتصادی وارد کرده و اهمال در مدیریت آن رشد جوامع را با چالش مواجه می‌سازد.

همان‌طور که در شکل ۱-۳ نمایان است، نسبت وابستگی سالمندی ایران تا سال ۲۰۳۰ میان ۱۰ تا ۲۰ درصد خواهد بود.

۱-۲-۲) فاصله‌ی پس انداز بازنشستگی

با افزایش جمعیت سالمند به دلیل امید به زندگی طولانی‌تر، چالش دیگری به نام «شکاف پس‌انداز بازنشستگی» به وجود می‌آید. این مفهوم در واقع کسری در پس‌انداز برای نیروی کار فعلی است که باعث می‌شود بازنشستگی راحتی نداشته باشند. فاصله‌ی پس انداز بازنشستگی بیشتر به معنی جمعیت پیر فقیرتر است [۸].

آماده شدن برای دنیای در حال پیری یا برنامه بین نسلی توسط شورای ملی حوزه‌ی سالمندی تعریف شده است و شامل آن دسته از فعالیت‌ها یا برنامه‌هایی می‌شود که همکاری، تعامل یا تبادل بین هر دو نسل را افزایش می‌دهد. این فعالیت‌ها شامل به اشتراک گذاری مهارت‌ها، دانش و یا تجربه بین سالمندان و جوان است.



شکل ۱-۳. نسبت وابستگی در جهان تا سال ۲۰۳۰

1. Dependency Ratio

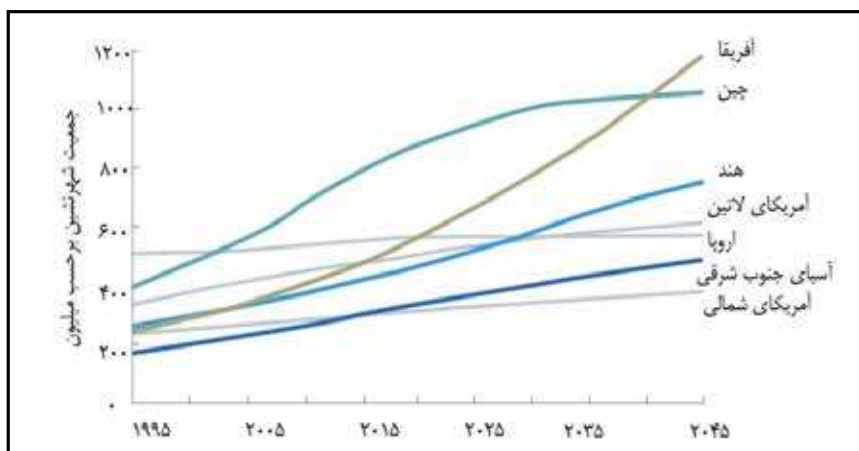
2. intergenerational aging;

۳-۱) شهرنشینی، رشد کلان شهرها و مهاجرت به شهرها

به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه تبدیل خواهد کرد. رشد شهرنشینی، یکی از تغییرات بزرگ و عمیقی است که بر رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد و می‌تواند نگرانی‌های جدیدی برای تأمین پایدار انرژی، غذا و آب در شهرها ایجاد کند [۱۱].

نمودار ۱-۱. رشد چشمگیر شهرنشینی در کشورهای نوظهور شامل آفریقا، چین، هند و آسیای جنوبی [۴۸]. سازمان ملل متحد، کلان شهرها را مناطق شهری بزرگی با جمعیتی بیش از ده میلیون نفر تعریف می‌کند. البته

در سال ۲۰۱۴ سهم شهرنشینی در جهان به ۵۴ درصد کل جمعیت رسید، در حالی که این درصد در سال ۱۹۵۰، کمتر از ۳۰ درصد بود. سازمان ملل پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۳۰، ۴/۹ میلیارد نفر ساکن شهرها خواهند شد. روند افزایشی شهرنشینی تا سال ۲۰۴۵-۲۰۵۰، حدود ۶۶ الی ۶۸ درصد پیش‌بینی شده است، موضوعی که شهرنشینی را به چالشی بسیار مهم



نمودار ۱-۱. رشد چشمگیر شهرنشینی در کشورهای نوظهور شامل آفریقا، چین، هند و آسیای جنوبی [۴۸].



بهره‌وری در خدمات و کاربری‌های شهری و اتصال شهر به شهروندان است. تکنولوژی شهر هوشمند اجازه می‌دهد تا مقامات یک شهر با جامعه و زیرساخت‌های شهری و بر آن چه اتفاق می‌افتد و آن چه در حال تحول است، تعامل مستقیم پیدا کنند. بیش از ۴۰ شهر جهانی در سال ۲۰۲۰، شهر هوشمند و بیش از ۵۰ درصد از شهرهای هوشمند تا سال ۲۰۲۵ از اروپا و آمریکای شمالی خواهند بود [۱۷].

۴-۱) افزایش اثربخشی زنان

افزایش کیفیت زندگی بخصوص در مناطق شهرنشینی و همچنین پیشرفت فناوری‌ها، نقش زنان در خانواده را دچار تغییرات زیادی کرده است. همچنین تحصیلات بالاتر و درآمد بیشتر احتمال دیرباروری مادران را افزایش داده است. ۹ اکنون نگاه جهان بیشتر از قبل به سوی زنان معطوف شده است، امروز برای تحقق توسعه اجتماعی، تسریع فرایند توسعه اقتصادی و محقق شدن عدالت اجتماعی، به زنان نیاز است [۲۲]. بنابراین در شرایطی که سالمندی و کمبود نیروی کار گریبان‌گیر اکثر جوامع جهان است، استفاده از نیروی زنان با انگیزه می‌تواند به رفع مشکلات ناشی از پیری جمعیت کمک کند. به شکل ۱-۴، توجه کنید. این شکل به تنهایی نشان دهنده برخی از مهمترین روندهایی است که در حال اتفاق افتادن هستند. تجرد، ورود زنان به عرصه کار، جابجایی، خوداشتغال، تأثیر فناوری و جهانی شدن.

تعاریف مختلفی برای جمعیت کلان شهرها ارائه شده است. انتظار می‌رود بیش از ۱۰۰ شهر جدید در طول ۲۵ سال آینده تنها در چین ایجاد شود و بیش از ۴۰ کلان شهر جدید، بازار و جامعه مصرف‌کننده را دوباره تعریف کنند [۱۰].

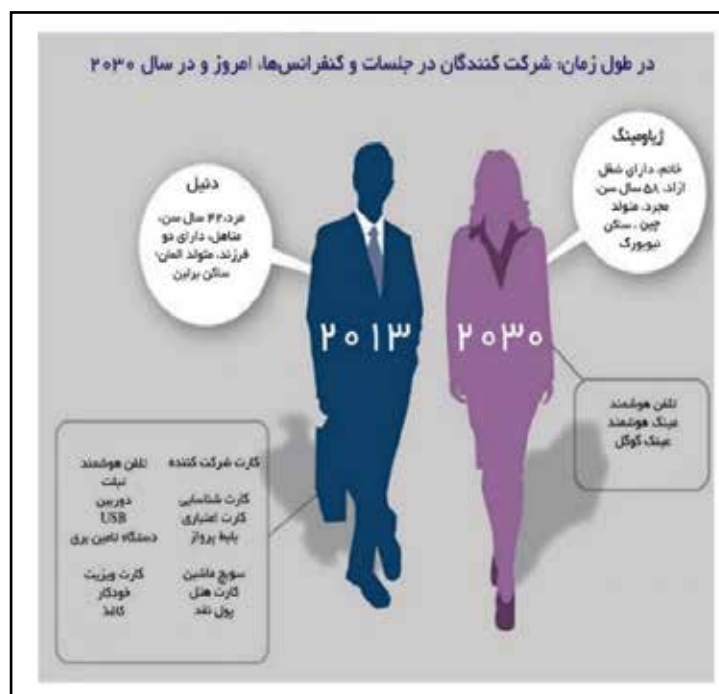
همچنین رشد بی سابقه مهاجرت از مناطق روستایی به شهری تا سال ۲۰۵۰ به ۶۷٪ و تا ۲۱۰۰ به ۸۴٪ خواهد رسید.

تا ۲۱۰۰ شاهد افزایش ۲/۵ میلیارد نفری در شهرهای آفریقا و در عین حال کاهش ۱/۵ میلیارد نفری در مناطق روستانشین آسیا بین سال‌های خواهیم بود [۴۹].

۱-۳-۱) شهرهای هوشمند

شهر هوشمند یک منطقه شهری است که از انواع مختلف سنسورهای الکترونیکی برای جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل آن‌ها استفاده می‌کند، که این اطلاعات برای مدیریت دارایی‌ها و منابع شهری کارآمد هستند. این پروسه، شامل اطلاعات جمع‌آوری شده از شهروندان، دستگاه‌ها و منابع شهری است که پردازش و تجزیه و تحلیل می‌شوند تا به نظارت و مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل، سیستم‌های شهری، نیروگاه، آب، تأمین شبکه‌های زباله، مدیریت و قانون اجرای سیستم‌های اطلاعاتی، مدارس، کتابخانه‌ها، بیمارستان‌ها و دیگر خدمات اجتماعی کمک کند.

ایده‌ی شهر هوشمند، ادغام فناوری اطلاعات و ارتباطات و دستگاه‌های مختلف متصل به شبکه، برای بهینه‌سازی



شکل ۱-۴: نگاه کلی به کلان روندهایی مانند افزایش نرخ تجرد، توانمندی و برابری حقوق زنان، استفاده از وسایل هوشمند و ... در یک نگاه [۵۶].

۵-۱) کار و مهاجرت بین‌المللی

عوامل متعددی مانند جنگ، فرصت‌های شغلی و تحصیلی، عوامل زیست‌محیطی (مهاجرت‌های اقلیمی) و محدودیت‌های اجتماعی موجب شده است تا پدیده‌ی مهاجرت به یک پدیده‌ی فراگیر تبدیل شده و به عنوان یکی از چالش‌های اصلی جهان در عصر حاضر مطرح گردد. این پدیده‌ی نوظهور، بسیاری از دولت‌ها و کشورها را تحت تأثیر قرار داده و به یکی از موضوعات اصلی سیاست‌گذاران عصر حاضر تبدیل شده است. از جمله می‌توان به کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^۱ اشاره کرد که احتمالاً با جذب مهاجر به دنبال کاهش اثرات ناشی از سالمندی جمعیت خواهند بود [۱۳].

مهاجران بین‌المللی به افرادی اطلاق می‌گردد که در کشوری غیر از محل تولد خود زندگی می‌کنند. تعداد این افراد در سال ۲۰۱۵ به ۲۴۴ میلیون نفر در جهان رسید که در مقایسه با سال ۲۰۰۰، ۴۱ درصد افزایش داشته است. در آینده نیز بسیاری از افراد در جستجوی کار به کشورهای توسعه یافته مهاجرت خواهند کرد. هرچند نباید بایستی توجه داشت که پیشرفت‌های فناورانه منجر به کاهش نیاز به مهاجران با مهارت کم و افزایش نیاز به مهاجرانی با مهارت بالا و یا دارای چندمهارت خواهد شد [۶].

۶-۱) تورم جوانی

افزایش جمعیت جوان یک جامعه علاوه بر این که عاملی برای توسعه اقتصادی محسوب می‌شود، از طرف

دیگر تهدیدات قابل توجهی نیز به همراه دارد. تورم جوانی جمعیت پدیده‌ای رایج در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و به‌طور مشخص کشورهای کمتر توسعه یافته می‌باشد. این امر اغلب به این دلیل است که این کشورها در کاهش نرخ مرگ‌ومیر کودکان اقدامات موفقیت‌آمیزی را انجام داده‌اند و مادران نیز همچنان نرخ زاد و ولد بالایی دارند. در نتیجه بخش بزرگی از جمعیت از جوانان تشکیل خواهد شد. این قشر از جمعیت، به شناخت ویژه‌ای نیاز دارد تا بتواند در مسیر مناسبی قرار گیرد. چنانچه در گزارش بانک جهانی اشاره شده است، اگر یک گروه بزرگ از جوانان نتوانند شغل پیدا کنند و درآمد رضایت بخش به دست بیاورند، به یک بمب جمعیتی تبدیل خواهند شد [۴]. زیرا توده‌های زیادی از جوانان ناامید، احتمالاً تبدیل به یک منبع بالقوه بی‌ثباتی اجتماعی و سیاسی می‌شوند [۹]. در حال حاضر در بسیاری از کشورهای جنوب شرقی، جنوبی و مرکزی آسیا و تقریباً در اکثر کشورهای شرقی، دوره انبساط جمعیت جوان با سرعت به حد نهایی خود رسیده است. علاوه بر تعداد مطلق جمعیت جوان، نسبت جمعیت جوان به کل جمعیت نیز توجهات خاص سیاسی را می‌طلبد. تورم جوانی در ایران از اوایل دهه ۱۳۷۰ آغاز شده و در اواسط دهه ۱۳۸۰ به حد نهایی خود رسید. پس از آن نسبت جمعیت جوان به سرعت رو به کاهش گذاشت و در سال ۱۴۰۰ هجری شمسی مقدار آن به ۱۵/۰۳ درصد خواهد رسید [۳].



۱-۶-۱) جمعیت در سن کار

جمعیت در سن کار، کل جمعیت در رده سنی خاصی هستند که در انجام کار توانمنداند. اندازه گیری جمعیت سنی کار برای ارزیابی تعداد کل کارگران بالقوه در یک اقتصاد استفاده می شود [۶۲].

۱-۷) تغییر سبک زندگی و خانواده

با توجه به تحقیقات انجام شده در انجمن جهانی اقتصاد روندهای زیر در سالهای آینده تغییرات بسیاری را در سبک زندگی ایجاد خواهند کرد:

- * تمایل به ازدواج کمتر خواهد شد و سن ازدواج بالا می رود.
- * همزیستی روبه افزایش خواهد بود.
- * نرخ طلاق ثابت باقی می ماند و یا افزایش می یابد.
- * خانواده های تک والد روبه افزایش خواهد بود.
- * زوج های دارای فرزند روبه کاهش است [۵۰].

۱-۸) رشد طبقه متوسط

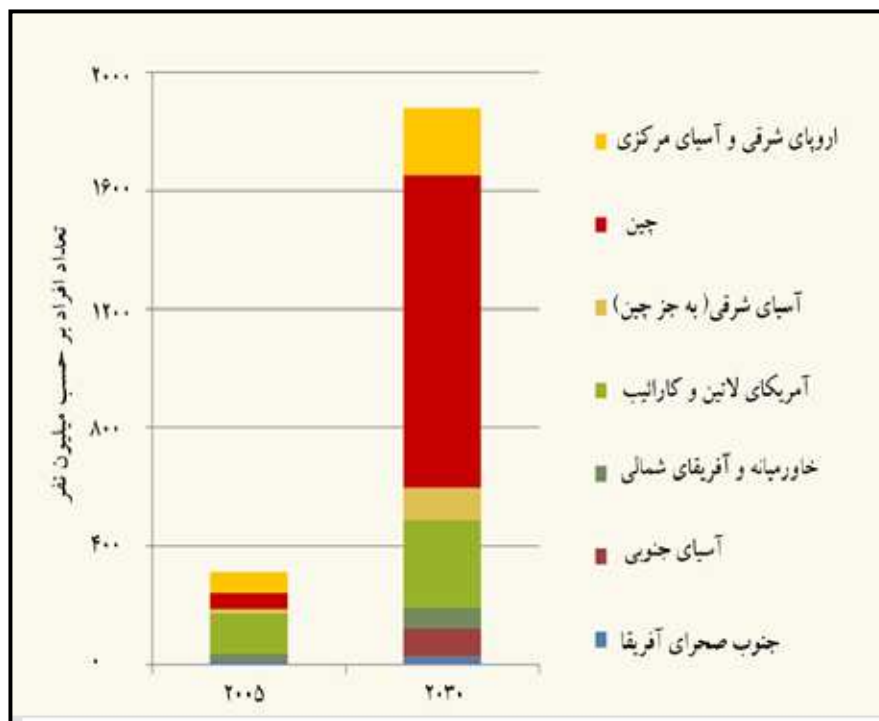
اخیراً، روزنامه واشنگتن پست آمار غافلگیرکننده ای منتشر کرده است که در آن تعداد افراد طبقه می متوسط، بیش از نیمی از جمعیت جهان را تا ۲۰۲۰ پوشش می دهند. این افزایش، که عمدتاً به دلیل انفجار طبقه می متوسط در هند و چین بوده و اکنون در حال گسترش در آسیای جنوب شرقی است، شاید جالبترین تغییرات جمعیتی است که شاهد آن بوده ایم. چرا که طبقه می متوسط در

تاریخ مدرن، به ندرت مشاهده می شود. قبل از انقلاب صنعتی تقریباً هیچ طبقه می متوسطی وجود نداشت. خانواده سلطنتی و دهقانان دو طرف طیف بود. اما اکنون ما در حال تبدیل شدن به یک طبقه متوسط جهانی عمده هستیم [۵۷].

طبقه متوسط یکی از مهمترین معیارها برای اندازه گیری مصرف در هر اقتصادی است. بدین معنا که هر چقدر بر تعداد افراد یک اقتصاد در طبقه متوسط افزوده شود باید منتظر تمایل بیشتر برای مصرف باشیم و این به معنی آن است که اقتصاد باید یا به تولیدکننده بزرگتری تبدیل شود و یا صادرات بیشتری داشته باشد.

۱-۸-۱) فردگرایی^۱

جهانی سازی، ارتباطات دیجیتال و به خصوص رشد و شکوفایی در چند دهه گذشته، گزینه های خود-رضایتمندی را افزایش داده است. شیوه زندگی و گزینه های متفاوت زندگی در حال ایجاد انعطاف پذیری بیشتر در زندگی هستند. اکنون همه چیز برای همگان امکان پذیر است [۳۴]. به عبارت دیگر، توانمندسازی فردی به دلیل کاهش فقر، رشد طبقه متوسط جهانی، پیشرفت تحصیلی، استفاده گسترده از ارتباطات جدید و فن آوری های تولید و پیشرفت های مراقبت های بهداشتی، تسریع خواهد شد [۱۱].



نمودار ۱-۲. رشد طبقه متوسط در کشورهای نوظهور.

۹-۱) آینده سلامت و بهداشت

و خصوصی برای مواجهه با تهدیدهایی همچون رشد مقاومت‌های ضد میکروبی در آینده ضروری خواهد بود. سالانه، ۷۰۰،۰۰۰ مرگومیر در سراسر جهان به علت میکروارگانیزم‌های ضد میکروبی مقاوم اتفاق می‌افتد. ۲. شیوع بیماری‌های غیرواگیر (NCDs) در حال تغییر مقیاس بیماری‌های جهانی است. رشد مرگومیر ناشی از بیماری‌های غیرواگیردار تا سال ۲۰۳۰، به عنوان علت اصلی مرگ و میر پیش بینی شده است. یکی از بیماری‌های غیرواگیردار که روند جهانی آن رو به افزایش است، چاقی است. این بیماری هم قشر بزرگسال و هم کودکان را در بر می‌گیرد [۱۳].

طبق گزارش سازمان جهانی سلامت و بهداشت (WHO^۵) در مورد سلامت روان، علت اصلی ناتوانی در سال ۲۰۲۰، افسردگی خواهد بود.

آشکار است که فناوری تاثیرات شگرفی در حوزه سلامت و بهداشت ایجاد کرده است. دیجیتال‌های برهم زننده^۱ در حوزه سلامت، طیف جدیدی از نوآوری‌ها در حوزه دیجیتال هستند که به صورت بالقوه می‌توانند اثرات قابل توجهی بر آینده داشته باشند. از جمله این نوآوری‌ها می‌توان به هوش مصنوعی^۲، سنسورها برای نظارت لحظه‌ای بر وضعیت سلامت، تحلیل‌های دنیای واقعی و اقتصاد اشتراکی^۳ اشاره کرد. همچنین نوآوری در حوزه سلامت و بهداشت و روان از روندهای کلیدی تاثیرگذار بر آینده هستند. یکی دیگر از روندهای مورد توجه، بیماری‌ها در آینده است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱. میکروارگانیزم‌های ضد میکروبی: در بسیاری از گزارشات اشاره شده است که تحقیق و توسعه به صورت عمومی

1. Digital Disruptive

اختلال دیجیتال تغییراتی است که وقتی فناوری‌های دیجیتال و مدل‌های تجاری جدید بر گزاره ارزشی کالاها و خدمات موجود تاثیر می‌گذارند، رخ می‌دهد.

2. Artificial Intelligence

3. Sharing Economy

4. non-communicable disease

5. World Health Organization





۲) کلان روند زیست محیطی

به‌طور کلی محیط زیست انسانها به دو بخش طبیعی و مصنوعی قابل تقسیم است. محیط زیست طبیعی شامل تمامی موجودات زنده، شرایط اقلیمی، آب‌وهوایی و منابع طبیعی و تعامل بین این عوامل می‌شود که بقای انسان و فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و محیط زیست مصنوعی شامل بخش‌هایی است که بشر بیشترین نقش و تأثیر را در ساخت آنها داشته است. تغییرات زیست‌محیطی به‌خصوص در دهه‌های اخیر، تأثیرات مستقیمی بر زندگی انسان بازی کرده است. مهمترین روندهای ایجاد کننده این تغییرات عبارت‌اند از: تغییرات اقلیمی؛ افزایش دما؛ استرس خشکی و استرس آب، انتشار گازهای گلخانه‌ای و مهاجرت اقلیمی.

۲-۱) تغییرات اقلیمی

تغییرات آب‌وهوایی یا تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب‌وهوایی، که در طولانی مدت (بیش از ده سال) در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ دهد. تغییر اقلیم نشان‌دهنده تغییرات غیرعادی در اقلیم درون اتمسفر زمین و پیامدهای ناشی از آن در قسمت‌های مختلف کره زمین می‌باشد [۱۹]. این تغییرات به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم به فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شوند [۴]. تغییرات اقلیمی باعث افزایش هزینه‌های اقتصادی، تخریب

زیرساخت‌های شهری و افزایش تعارضات اجتماعی و سیاسی خواهند شد؛ از این رو بررسی این تغییرات بسیار اهمیت دارد. شواهد تجربی به تنهایی - بدون اشاره به مدل‌های آب و هوایی - نشان می‌دهد که روند جهانی گرم شدن کره زمین در حال تأثیرگذاری بر آب‌وهوا، اکوسیستم و در نتیجه بر انسان است. تغییرات آب‌وهوایی دهه‌های اخیر به‌واسطه افزایش وقوع رویدادهای شدید آب‌وهوایی، سیل، خشکسالی، گردبادها، طغیان دریاچه‌های یخ، بالا آمدن سطوح آب‌های ساحلی، امواج گرما و غیره مشخص شده و این الگو به‌صورت تقریباً قطعی در طول ۲۰ سال آینده ادامه خواهد یافت. با افزایش دما تا حد ۳ تا ۴ درجه سانتیگراد، ۲۰۰ میلیون نفر در سراسر دنیا بر اثر بالا آمدن سطح آب دریا، سیلاب و خشکسالی به‌طور دائم بی‌خانمان خواهند شد [۲۳].

براساس گزارش ویژه پانل میان‌دولتی بررسی تغییرات آب و هوایی^۱ درباره مدیریت ریسک رویدادهای شدید (ماه مارس ۲۰۱۲)، تغییرات اقلیمی، تشدید تغییرات آب‌وهوایی را تقویت می‌کند. اگرچه احتمالاً تعداد گردبادها و طوفان‌های موسمی تا سال ۲۰۳۰ افزایش نمی‌یابد، اما قدرت ویرانگری طوفان‌های گرمسیری تشدید خواهد شد. در همین حال، با توجه به رشد جمعیت و گسترش مراکز شهری و کشاورزی روستایی، انسان‌ها و زیرساخت‌های بیشتری در برابر حوادث شدید آب‌وهوایی آسیب پذیر خواهند بود [۱۱].



1. IPCC: The Intergovernmental Panel on Climate Change

حمل و نقل باعث افزایش غلظت گازهای جوی مانند اُزون^۱ می‌شود [۲۱].

یکی دیگر از اثرات افزایش دما، بالاتر رفتن سطح آب دریاها است. هر چند مطالعات متعدد در مورد میزان بالا آمدن سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها در نهایت به اعداد مختلفی اشاره کرده‌اند، اما یک چیز در مورد همه‌ی آنها مشترک است و آن هم بالا آمدن سطح آب دریاها به دلیل گرمایش زمین است. در جدیدترین مطالعه که نتایج آن در نشریه نیچر به چاپ رسیده است، شبیه سازی کامپیوتری پیش بینی می‌کند که سطح آب دریاها تا سال ۲۱۰۰ حدود ۱.۱۴ متر بالا خواهد آمد [۷۴].

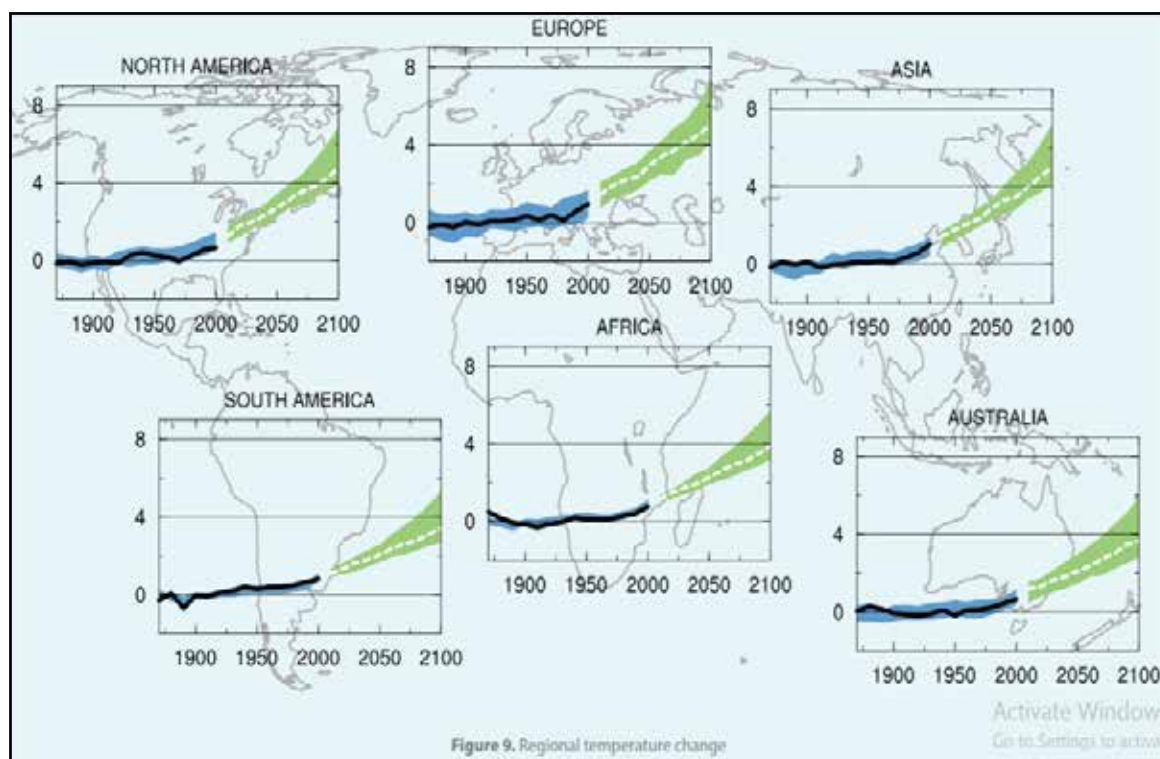
بالا آمدن سطح آب دریاها برای شهرها و تاسیسات ساحلی یک چالش بزرگ خواهد بود. با افزایش ۲ تا ۳ درجه سانتیگرادی دمای زمین، جنگل‌های بارانی آمازون خشک شده، صفحات یخی قطب جنوب به‌طور بازگشت‌ناپذیری ذوب خواهند شد و ۲۰ تا ۵۰ درصد از گونه‌های جانوری در معرض انقراض قرار می‌گیرند [۲۴]. در سال ۲۱۰۰ درجه حرارت در آفریقا، استرالیا و آمریکای جنوبی بیش از ۳ درجه سانتی گراد و در آمریکای شمالی، اروپا و آسیا بیش از ۴ درجه سانتی گراد افزایش می‌یابد. طیف وسیع تغییرات دمایی کره زمین، نشان می‌دهد عدم اطمینان زیادی در گرمایش پیش‌بینی شده وجود دارد و این عدم اطمینان در طول زمان افزایش هم می‌یابد [۴۷].

ایران نیز با تغییر اقلیم روبرو است که افزایش دما، کاهش روان آب تمام حوزه‌ها و تضعیف پوشش گیاهی تا سال ۲۰۳۰ از جمله این تغییرات است [۴].

۲-۲) افزایش دما

مدل‌های آب‌وهوایی نشان می‌دهند که تا سال ۲۰۳۰، دمای جهان بین ۰.۵ تا ۱.۵ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. افزایش گرمای زمین به‌ویژه در ۲۵ سال گذشته شدت بیشتری یافته است. از زمان عصر یخبندان یعنی ۱۸ هزار سال پیش، دمای جهانی ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش یافته است. حتی اگر نرخ افزایش دما کاهش یابد یا متوقف شود، پیش‌بینی می‌شود شدت و تکرار فجایع طبیعی از جمله طوفان، سیل، خشکسالی و بارش‌های سیل‌آسا افزایش خواهد یافت. در عرض‌های جغرافیایی بلند و در داخل قاره‌ها، گرمایش بیش از تغییر میانگین جهانی خواهد بود و اقیانوس‌ها به‌تدریج رو به گرم شدن خواهند رفت. افزایش امواج گرما به‌طور مستقیم سلامت حال و آینده کودکان را تهدید می‌کند. اگر انتشار گازهای گلخانه‌ای در این قرن کاهش نیابد؛ افزایش دما، نسبت ۳۰ سال گذشته چهار تا هشت بار به بیشتر اتفاق خواهد افتاد [۲۰].

امواج گرما در مناطق روستایی باعث خرابی محصولات کشاورزی می‌شود و قیمت‌ها را در بازارهای اقتصادی افزایش می‌دهد. امواج حرارتی ناشی از گازهای صنعتی و سیستم‌های



شکل ۲-۲. استرس آب در کشورهای مختلف جهان، ۲۰۴۰

۳-۲) استرس خشکی

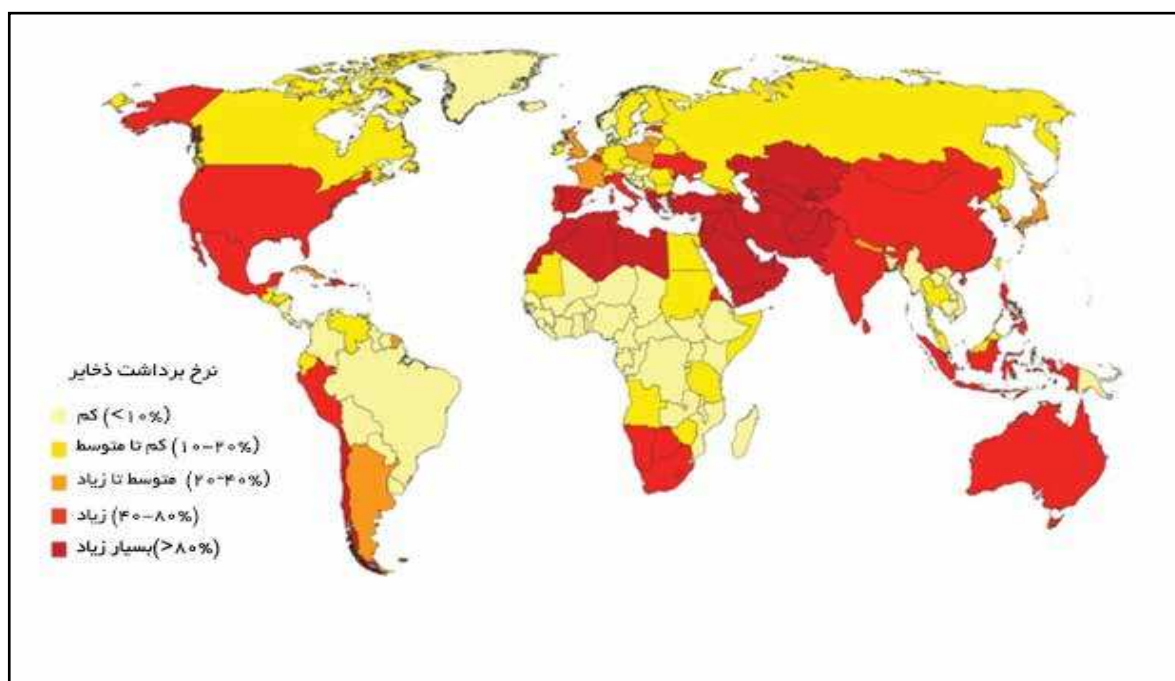
سازمان ملل متحد پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۳۰، نیاز به آب ۴۰ درصد بیش از عرضه آن خواهد بود و کمبود آب می‌تواند زندگی ۵۰ درصد از مردم جهان را تحت تأثیر قرار دهد و حدود نیمی از جمعیت جهان با کمبود آب مواجه خواهند شد. انتظار می‌رود تقاضای جهانی آب بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۵۰، ۵۵ درصد افزایش یابد، که بیشترین میزان مصرف آن در تولید محصولات، برق و مصرف داخلی است [۸]. رشد سریع جمعیت منجر به افزایش استفاده از منابع می‌شود. شهرنشینی رشد خواهد کرد. همچنین تقاضای طبقه متوسط در حال ظهور به معنی تقاضای مواد غذایی بیشتر و تولید برق با آب زیاد است، اما معلوم نیست که این همه آب از کجا تامین خواهد شد [۴۶].

افزایش شدید بارش در برخی مناطق، باعث ایجاد سیل و خشکی و خسارات ناشی از آن می‌شود. در حالی که تغییر عرضه و تقاضای آب اجتناب ناپذیر است، این‌که دقیقاً چه اتفاقی در سراسر دنیا می‌افتد، قطعی نیست. یکی از سناریو ها، تحلیل WRI^۱ است. با استفاده از مجموعه‌ای از مدل‌های آب‌وهوایی و سناریوهای اجتماعی و اقتصادی، WRI به ارزیابی تنش آبی در آینده، اندازه‌گیری رقابت و کاهش آب‌های سطحی در سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۳۰ و ۲۰۴۰ در ۱۶۷ کشور پرداخته است. طبق یافته‌های این موسسه، تا سال ۲۰۴۰، تعداد ۳۳ کشور در معرض استرس آبی بسیار بالا هستند [۴۶].

با افزایش گرما، به دلیل تبخیر آب اقیانوسها، کل جهان مرطوب‌تر خواهد شد، اما رطوبت بیش از حد به‌طور غیریکنواخت توزیع می‌شود و به‌طور کلی به عرض‌های بلند جغرافیایی و بخشی از مناطق استوایی محدود می‌شود. انتظار می‌رود که مناطق وسیعی در عرض‌های جغرافیایی اسب حتی خشک‌تر شوند. به‌طور کلی، میزان بارش متغیرتر خواهد شد، مناطق و دوره‌های مرطوب به‌طور کلی مرطوب‌تر می‌شوند و مناطق و دوره‌های خشک، خشک‌تر خواهند شد، به‌ویژه در وسط قاره‌ها. با ذوب یخ‌های زمین، منابعی که آب آشامیدنی آن‌ها از یخچال‌های کوهستانی تامین می‌شود، کاهش می‌یابند. همچنین ذوب شدن یخچال‌ها باعث افزایش سطح آب دریاها خواهد شد. به احتمال زیاد شدت گرما، بارش، سیلاب ساحلی و خشکسالی افزایش می‌یابد و طوفان‌های استوایی احتمالاً بیشتر و شدیدتر خواهند شد. همه این عوامل بر رفاه انسانها در قرن آینده تأثیرگذار خواهند بود [۳۰].

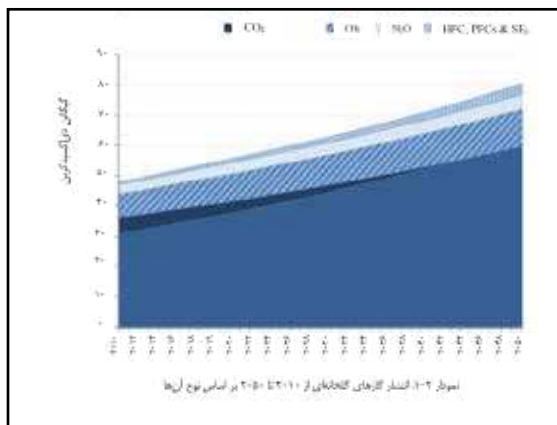
۴-۲) استرس آب

تنش یا استرس آب به معنی مشکل در یافتن منابع آب شیرین برای استفاده به علت برداشت بیش از حد از منابع است. بحران آب وضعیتی است که در آن آب قابل آشامیدن و غیرآلوده در یک منطقه کمتر از تقاضای آن است.



شکل ۲-۲. استرس آب در کشورهای مختلف جهان، ۲۰۴۰

نام پیمانی است که با هدف محدود کردن انتشار شش گاز گلخانه‌ای میان کشورهای جهان شکل گرفته است. مهم‌ترین این گازها، دی‌اکسید کربن^۱، متان^۲ و اکسید نیتروژن^۳ هستند که ۹۸ درصد از گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهند و تحت پوشش پروتکل کیوتو می‌باشند. در نمودار ۱-۲، انتشار این شش گاز از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۵۰ نشان داده شده است.



انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای از اوایل دهه ۱۹۷۰ تا سال ۲۰۰۵ دو برابر شده است که عمدتاً به دلیل رشد اقتصادی و افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی در کشورهای در حال توسعه است.

از لحاظ تاریخی، کشورهای عضو OECD بیشترین عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند، اما سهم برزیل، روسیه، هند، اندونزی، چین و آفریقای جنوبی^۴ در تولید گازهای گلخانه‌ای جهانی از ۳۰ درصد در دهه ۱۹۷۰ به ۴۰ درصد افزایش یافته است.

به طور کلی، میانگین غلظت انواع گازهای گلخانه‌ای در جو، از زمان ثبت، به‌طور مداوم افزایش یافته است. در سال ۲۰۰۸، غلظت تمام گازهای گلخانه‌ای که در پروتکل کیوتو تنظیم شده بود، ۴۳۸ واحد در میلیون (ppm) دی‌اکسید کربن^۵ بود. که این میزان ۵۸ درصد بالاتر از سطح قبل از عصر صنعت بود. این نزدیک شدن به آستانه ۴۵۰ هزار

۱۴ کشور از این ۳۳ کشور که بیشترین استرس آب را در سال ۲۰۴۰ خواهند داشت، به احتمال زیاد در خاورمیانه خواهند بود. از جمله کشورهای ایران، بحرین، کویت، فلسطین، قطر، سنگاپور، سن مارینو، امارات متحده عربی، لبنان، عمان، اردن، عربستان سعودی، قرقیزستان و اسرائیل که دارای بالاترین درجه استرس آب خواهند بود. هر کشوری که تحت تأثیر استرس آب قرار دارد، از ترکیبی از عوامل مختلف تأثیر می‌گیرد [۴۶].

۵-۲) بحران جهانی منابع

ترکیبی از فشارهای رشد جمعیت، رشد اقتصادی و تغییرات آب‌وهوایی، استرس بیشتری بر منابع طبیعی اصلی از جمله آب، زمین‌های قابل کشت و انرژی تحمیل می‌کند. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰، تغییرات زیاد در تولید و مصرف جهانی، همراه با اثرات تغییر آب‌وهوایی، باعث ایجاد استرس بیشتر بر منابع محدود فعلی شود. طوری که با افزایش جمعیت زمین به ۸٫۳ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰ حدود ۳۵ درصد غذای بیشتر، ۴۰ درصد آب بیشتر و ۵۰ درصد انرژی بیشتر نیاز است. استرس بر عرضه این منابع به‌صورت مستقیم بر توانایی دولت‌ها در تحقق بخشیدن رونق اقتصادی، امنیت، انسجام اجتماعی و پایداری محیط زیست تأثیر می‌گذارد [۹].

تقاضای منابع جهانی نیز در حال افزایش است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ تنش بر سر منابعی چون آب، غذا و زمین کشاورزی افزایش یابد. از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۵۰، تقاضای غذا برای ۹٫۷ میلیارد نفر جمعیت، ۶۰ درصد و تقاضای آب و انرژی به ترتیب ۵۵ و ۳۷ درصد افزایش خواهد داشت. در این بازه زمانی ۵۲ درصد از زمین‌های کشاورزی با فرسایشی در بازه متوسط تا شدید روبه‌رو هستند [۱۳].

۶-۲) انتشار گازهای گلخانه‌ای^۱

انتشار چند نوع گاز، به تغییرات آب‌وهوایی و به‌خصوص افزایش دمای زمین منجر می‌شود که گازهای گلخانه‌ای نام دارند. پروتکل کیوتو^۲

۱. GHG: Green House Gas

۲. پروتکل کیوتو که به نام پیمان کیوتو هم معروف است پروتکلی برای «کنوانسیون چارچوب تغییرات آب و هوایی سازمان ملل» (UNFCCC) مصوب سال ۱۹۹۲ با هدف کاهش گازهای گلخانه‌ای عامل تغییرات آب و هوایی کره زمین است. کنوانسیون چارچوب تغییرات آب و هوایی سازمان ملل در سال ۱۹۹۲ قدم بزرگی در پرداختن به مسئله گرمایش جهانی بود. پروتکل توکیو پس از امضاء روسیه، در ۱۶ فوریه ۲۰۰۵ جنبه اجرایی به خود گرفت. ۱۷۴ کشور تا نوامبر ۲۰۰۷ این پروتکل را امضا کرده‌اند. از این کشورها، ۳۶ کشور توسعه‌یافته (به اضافه اتحادیه اروپا به عنوان یک عضو مستقل) باید میزان خروج گازهای گلخانه‌ای را به میزان پنج درصد کمتر از حد آنها در سال ۱۹۹۰ کاهش دهند. این کشورها در مجموع مسئول ۶۱٫۶ درصد گازهای گلخانه‌ای وارد شده به جو هستند، این اهداف باید در یک دوره زمانی پنج‌ساله از ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ تحقق می‌یافت [۲۸].

۳. CO2

۴. CH4

۵. N2O

۶. بخار آب یک «گاز طبیعی گلخانه‌ای» است و بالاترین نقش را در اثر گلخانه‌ای ایفا می‌کند. میزان غلظت بخار آب از لحاظ منطقه‌ای در نوسان است، اما فعالیت انسان بطور مستقیم بر مقادیر غلظت آب به جز در مقیاس‌های کوچک محلی اثر نمی‌گذارد، به همین دلیل در مطالعات مربوط به گازهای گلخانه‌ای مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

۷. BRIICS

۸. CO2e: CO2-equivalent

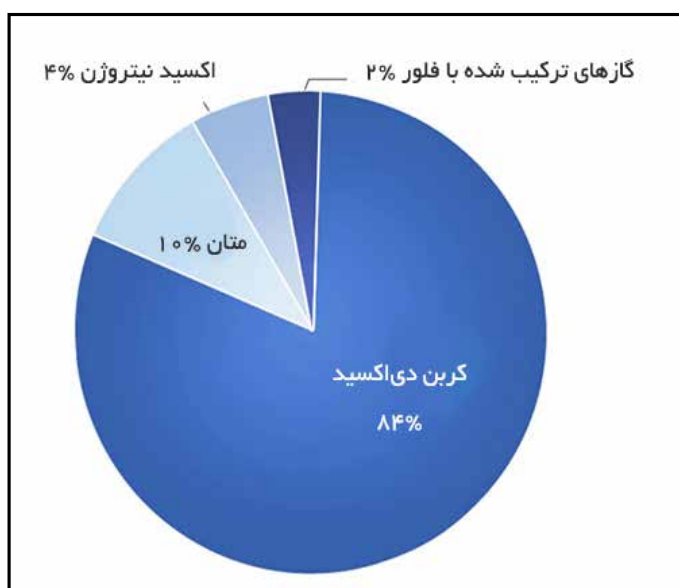


افزایش را داشته باشد که این به دلیل رشد جمعیت و سرانه تولید ناخالص داخلی آنها است. در کشورهای عضو OECD، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای با سرعت کمتری در حال افزایش است و این تا حدودی منعکس کننده کاهش جمعیت و کاهش رشد اقتصادی در این کشورها و وجود سیاست‌های آب‌وهوایی است. به طور کلی، سهم کشورهای عضو OECD در انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای به میزان ۲۳ درصد کاهش می‌یابد، اما این کشورها همچنان بالاترین میزان سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای را خواهند داشت [۲۷].

۲-۶-۱) انتشار دی‌اکسید کربن

امروزه، انتشار دی‌اکسید کربن حدود ۸۴ درصد از انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد [۲۷].

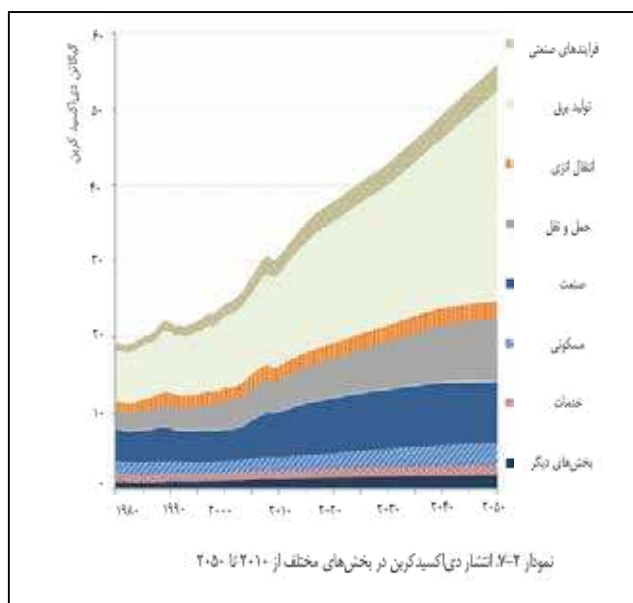
(ppm) است، سطحی که با احتمال ۵۰ درصد افزایش ۲ درجه‌ای میانگین درجه حرارت زمین را در پی خواهد داشت. امروزه رشد سریع اقتصادی، به ویژه در BRICS، تا حد زیادی وابسته به افزایش استفاده از کربن زغال سنگ است که این امر به دلیل وجود ذخایر زیاد زغال سنگ و محدودیت در دیگر منابع انرژی است. هر گونه پیش‌بینی در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده، ناشی از عوامل اصلی مانند رشد جمعیت، قیمت سوخت فسیلی و افزایش بهره‌وری انرژی است. سناریوی ادامه وضع موجود نشان می‌دهد که انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ ادامه خواهد یافت. با وجود افزایش چشمگیر بهره‌وری انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به صنعت و انرژی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۵۰ به بیش از دو برابر افزایش می‌یابد. پیش‌بینی می‌شود میزان انتشار گاز در کشورهای BRICS بیشترین



شکل ۳-۲. درصد انتشار دی‌اکسید کربن از گازهای گلخانه‌ای

و در جو رها شود و همچنان افزایش درجه حرارت متوسط جهانی را زیر دو درجه سانتیگراد نگه دارد، بودجه کربن^۱ نامیده می‌شود. به عبارت بهتر، محدود کردن هر سطحی از میزان گرمایش زمین (زیر دو درجه سانتی گراد)، نیازمند حفظ انتشار دی‌اکسید کربن، در میزان مشخصی است که به آن بودجه کربن گفته می‌شود. با ادامه رفتار کنونی انسان تا ۲۰ سال آینده احتمالاً ۶۶ درصد بودجه کربن پایان خواهد یافت و درجه حرارت زمین تا دو درجه افزایش خواهد یافت. در حالی که

همچنین پیش‌بینی می‌شود دی‌اکسیدکربن بیشترین سهم در انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای را داشته باشد که دلیل آن رشد اقتصادی بر پایه استفاده از سوخت‌های فسیلی در بخش‌های انرژی و صنعت است. برای مثال انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ به دلیل افزایش شدید تقاضا برای خودرو در کشورهای در حال توسعه و رشد صنعت هوانوردی، دو برابر خواهد شد [۲۷].



نمودار ۳-۲. انتشار دی اکسید کربن در بخش‌های مختلف از ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰

1. carbon budget



میان گازهای گلخانه‌ای به دی‌اکسیدکربن اشاره دارد [۵۹]. سال ۲۰۱۷، تولید ناخالص داخلی جهانی ۳/۸ درصد افزایش یافت که عمدتاً به دلیل رشد سریع اقتصادهای نوظهور مانند چین و هند بود. این رشد اقتصادی با افزایش تقاضای انرژی جهانی در حدود ۲/۱ درصد همراه بود که این مقدار بیش از دو برابر میزان آن در سال ۲۰۱۶ بوده است. با توجه به افزایش تقاضای انرژی با سوخته‌های فسیلی، انتشار گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است و هر سال که اقتصاد جهانی نتواند به سمت اقتصاد کم‌کربن پیش رود، جلوگیری از افزایش دمای زمین به میزان ۲ درجه حاصل نخواهد شد. فناوری‌های جدید توانایی ایجاد تغییرات اقتصادی و اجتماعی سیستماتیک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارند. به عنوان مثال، تجزیه و تحلیل در یک سناریو نشان می‌دهد، گسترش خودروه‌های الکتریکی خوردان، می‌تواند به تنهایی یک سوم فاصله تا وضع مطلوب پیمان پاریس را کم کند. دیگر فناوری‌ها مانند بلاک‌چین نیز دارای مزایایی هستند که بتوانند برای اقتصاد کربن‌محور نقش برهم‌زننده را ایفا کنند [۶۰].

تا سال ۲۰۵۰ سوخته‌های فسیلی همچنان در ترکیب مصرف انرژی جهان خواهند بود [۲۶].

در همین راستا، توافقنامه پاریس با هدف تقویت مسئولیت‌پذیری جهانی در برابر تهدید تغییرات آب و هوایی از طریق ثابت نگه‌داشتن افزایش دمای متوسط جهانی «زیر دو درجه سانتی‌گراد» ایجاد شده است [۲۵]. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش بهره‌وری انرژی، راه‌حلی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. طوری که این دو عامل با هم می‌توانند بیش از ۹۰ درصد از انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش دهند. با استفاده از عرضه فراگیر فناوری‌های ایمن، قابل اعتماد و مقرون به صرفه، این نتیجه دست‌یافتنی است [۲۶].

۲-۱-۶-۱ اقتصاد کم‌کربن و مقاوم در برابر تغییرات آب‌وهوا

اقتصاد کم‌کربن^۱، اقتصاد بر مبنای سوخت فسیلی کم^۲ یا اقتصاد کربن‌زدایی‌شده^۳، اقتصادی مبتنی بر منابع انرژی کم‌کربن است که منجر به تولید گازهای گلخانه‌ای کمتری در زیست‌کره خواهد شد، اما به طور خاص از

1. LCE: Low Carbon Economy
2.. LFFE: Low Fossil Fuel Economy
3. Decarbonized Economy



اقلیمی در سه منطقه پرجمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند بیش از ۱۴۰ میلیون نفر را مجبور به نقل مکان کند. کشورهای جنوب صحرائ آفریقا، آسیای جنوبی و آمریکای لاتین تا سال ۲۰۵۰ می‌توانند با ده‌ها میلیون مهاجر بین‌المللی اقلیمی روبه‌رو شوند. این مناطق برای مردم این کشورها، غیرقابل سکونت خواهد شد؛ زیرا کمبود آب، خرابی محصول، افزایش سطح دریا و افزایش طوفان تشدید خواهد شد. بنابراین این «مهاجران آب و هوایی» اقدام به مهاجرت خواهند کرد. شهرهای بزرگتر، احتمالاً عواقب بیشتری را شاهد خواهند بود و نتیجه‌ی آن می‌تواند استرس منابع کمیاب، تنش‌ها و درگیری‌های در آینده باشد. در حال حاضر، قبل از تأثیرات عمیق مربوط به تغییرات آب و هوایی، فرصتی برای آماده‌سازی جهان برای مواجهه با این واقعیت جدید وجود دارد. اما همه چیز به اقدامات امروز بستگی دارد. اقدامات هماهنگ از جمله تلاش‌های جهانی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و برنامه‌ریزی قوی توسعه در سطح کشورها، می‌تواند به طور چشمگیری تعداد مهاجران را به میزان ۸۰ درصد یا بیش از ۱۰۰ میلیون نفر کاهش دهد [۵۸].

برای ایجاد یک اقتصاد کم‌کربن سیاست‌هایی همچون، سازگاری با تغییرات اقلیمی، تعیین اهداف شفاف، قابل اعتماد، دقیق‌تر و مقتضی در جهت کاهش اثر گازهای گلخانه‌ای در اقتصاد، قرار دادن مالیات بر کربن (به منظور بهره‌وری انرژی)، اصلاح سیاست‌های حمایت از سوخت فسیلی، تقویت نوآوری و پشتیبانی از فناوری‌های پاک جدید و اجرای طرح متمم‌کربن (طراحی مقررات جدید برای استانداردهای سوخت، وسایل نقلیه و بهره‌وری ساختمان، حمایت از تکنولوژی‌های پاک و ... و بازنگری در قوانین قبلی) پیشنهاد می‌شود [۵۹].

ساخت شهرهای کم‌کربن نیز از دیگر موارد پیشنهادی در راستای کاهش کربن می‌باشد. طبق گزارشات، شهرها ۷۰ درصد گازهای گلخانه‌ای تولید می‌کنند. بنابراین اگر شهرها به‌گونه‌ای کم‌کربن مدیریت شوند، ۳۰ درصد یا ۱۰ گیگاتن انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش خواهد یافت که این معادل دو برابر ردپای کربن در کل اتحادیه اروپا است [۲۷].

۲-۷) مهاجرت اقلیمی

گزارش بانک جهانی نشان می‌دهد، بدتر شدن تغییرات





۳) کلان روند اقتصاد

در اینجا به بررسی سبک‌های جدید اقتصادی و فناوری در این زمینه پرداخته می‌شود.

۳-۱) اقتصادهای نوآور و تاثیرات آن با توجه به روندهای کلیدی کلان اقتصادی

فناوری‌ها به سرعت در حال توسعه هستند. واکنش به تغییرات اقتصادی و فناورانه، شکل پیشرفت اقتصادی را تعیین می‌کند. انقلاب صنعتی چهارم اکنون نقطه عطفی برای توسعه انسانی است زیرا نیاز به سیاست‌های روشنی دارد تا بتواند نوآوری، سیاست اقتصادی و بهره‌وری را بهبود دهد. پیشرفت‌های فناورانه مربوط به دنیای فیزیکی، دیجیتال و بیولوژیکی به هم می‌پیوندند و منجر به نیاز به بازنگری در راه‌های جدید برای توسعه کشورها می‌شوند. به این ترتیب انقلاب اقتصادهای چهارمین انقلاب صنعتی در راه است. اگرچه در دهه‌های اخیر در کشورهای توسعه یافته بسیاری از آن‌ها نمود پیدا کرده‌اند.

نکته حائز اهمیت این است که فناوری‌های جدید، در حالی که می‌توانند به رشد اقتصادی کمک کنند، می‌توانند تغییرات عمیق اجتماعی را نیز به واسطه تغییر شکل توزیع ثروت و فرصت به وجود آورند. استفاده از مزایای بالقوه فناوری در جهت رشد بیشتر و توسعه، نیاز به برنامه‌ریزی فعالانه برای پیامدهای اقتصادی و اجتماعی احتمالی - از جمله افزایش بیکاری و ناکامی سیستم‌های رفاهی دارد.

تجارت جهانی، محرک قدرتمند و خاص رشد اقتصادی بوده، با این حال، در چندین سال گذشته، رشد تجارت از حرکت باز مانده است. همچنین، با این که میزان

اقتصاد در جهان امروز بیشترین نقش را در تحولات سیاسی و اجتماعی ایفا می‌کند؛ به عبارت دیگر اقتصاد تنظیم کننده‌ی کلیه رفتارها و حتی برخوردها و چالش‌هایی است که در روابط میان جامعه و دولت‌ها رخ می‌دهد [۱].

کلان روندها و روندهای اقتصادی که به مسائل جاری اقتصاد اشاره دارند، حاصل بررسی جامع و فراگیری از مطالعه‌ی اقتصاد کلان و تاثیرات جهانی آن در طول سال‌های بسیاری بوده است. هدف این روندها پیش‌بینی وقوع اتفاقات نیست؛ بلکه بیانیه‌هایی در مورد آنچه در حال حاضر اتفاق می‌افتد، هستند. امروزه، روند جهانی اقتصاد توسط سازمان‌ها و دولت‌ها برای رقابت بین‌المللی، راه‌اندازی محصول جدید، انتخاب کارایی و بهره‌وری اقتصادی و راهبردهای بهتر اقتصادی و رقابت در بازار استفاده می‌شود [۳۱]. لذا هدف از تجزیه و تحلیل این کلان روند در نهایت ایجاد تصویری بزرگ از چگونگی حرکت در این حوزه‌ی جدایی‌ناپذیر زندگی بشر است. رشد جهانی و پویایی اقتصاد جهانی، تغییر و تقسیم قدرت اقتصاد جهانی از غرب به شرق، سطح درآمد متوسط و نابرابری درآمد، محرک‌های رشد اقتصاد جهانی همچون، مالیات، بهره‌وری و رقابت‌پذیری، بازآفرینی تعاریف کار، رشد فراگیر، اقتصاد دیجیتالی، پیشرفت‌های فناوری و در نتیجه‌ی آن ظهور اقتصادهای نوآور به عنوان روندهای کلیدی کلان روند اقتصادی در نظر گرفته شده‌اند و تاثیرات بسیار زیادی بر آینده پیشرفت‌های اقتصادی خواهند داشت. از آنجایی که تاثیرات انقلاب فناوری بر روندهای اقتصادی و آینده‌های آن بسیار چشمگیر است



بخش خدمات اغلب در بخش‌هایی با دستمزد پایین و با مهارت کم بوده است. این روندها در بازارهای کار، با نرخ‌های بالاتر نابرابری درآمد همراه بوده است و تقریباً تمام کشورها با این نابرابری‌ها روبرو شده‌اند. اگرچه در برخی از کشورهای در حال توسعه، روند کاهشی قابل توجهی دیده می‌شود. محرک‌های این نابرابری‌ها بطور مخصوص بر سطح جهانی و بطور کلی بر تغییرات تولید که بر بازارهای کار تاثیر می‌گذارد و بر جهانی‌سازی مالی متمرکز بوده است. اگرچه در نتیجه‌ی رشد اقتصادی سریع، خصوصاً هند و چین، این نابرابری‌ها کاهش یافته، اما همچنان این نابرابری‌ها بسیار زیاد است [۱۴]. در حالی که تجارت جهانی به کاهش نابرابری در بین کشورها کمک کرده است، در درون کشورها نابرابری به طور فزاینده‌ای مشکل ساز است. با توجه به گزارش صندوق بین‌المللی پول، ۵۳ درصد از کشورها (به ویژه در اقتصادهای توسعه یافته) در سه دهه گذشته افزایش نابرابری درآمد را تجربه کرده‌اند.

همانطور که اقتصادها به طور فزاینده‌ای پیچیده و در هم آمیخته می‌شوند، مسائل مربوط به توزیع درآمد جهانی مانند مالیات، سیاست پولی و مدیریت داده‌ها مستلزم کنترل بیشتر بین المللی است [۳۰].

۳-۱-۱) سبک‌های کاری مدرن

شغل‌هایی با شیفت کاری ۹ صبح تا ۵ بعد از ظهر به دلیل منقطع شدن زمان کار و محیط کاری در حال پیوستن

تجارت بین سال‌های ۱۹۸۵ و ۲۰۰۷ به اندازه دوبرابر نرخ تولید ناخالص داخلی رشد داشته، از سال ۲۰۱۲ به بعد، به ندرت از تولید ناخالص داخلی پیشی گرفته است. برای اطمینان از اینکه می‌توان از جهانی‌سازی برای حمایت رشد اقتصادی جامع و فراگیر و توسعه‌ی پایدار نهایت استفاده را کرد، تحلیل و بررسی چالش‌ها و فرصت‌های نظام کنونی و روندهای نوظهور برای تدبیر راه‌حل‌های سیاسی امری ضروری است [۳۰].

سه تغییر جهانی پایدار و بزرگ که تاثیر گسترده و قدرت زیادی برای شکل‌دهی به آینده دارند، بطور قابل توجهی بر جهانی‌سازی تاثیر می‌گذارند. این روندها شامل موارد زیر است:

* تغییر در بازارهای کار و تولید که نیازمند شغل‌ها و مجموعه‌ای از مهارت‌های جدید است؛

* پیشرفت سریع فناوری؛

* و تغییر آب و هوا.

از دست دادن شغل در نتیجه‌ی دیجیتالی کردن و ربات‌ها، از ۲ میلیون نفر تا ۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰ تخمین زده شده است.

مطالعات نشان می‌دهند که با استفاده از فناوری‌های کنونی، تا ۱٫۱ میلیارد شغل بصورت خودکار در آمده‌اند. در حالیکه بخش خدماتی، که اکنون بیش از ۷۰ درصد کل استخدامی و ارزش افزوده در اقتصاد کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را تشکیل داده است، توانسته برخی از فقدان‌های شغلی را جبران کند، این بکارگیری



کالاها دسترسی پیدا کنند و نه اینکه آن‌ها را در اختیار داشته باشند. مردم اکثراً کسب‌وکارهایی را می‌پذیرند که آن‌ها را به دید کاربر در نظر می‌گیرد نه مصرف‌کننده و این امر به وسیله دسترسی آن‌ها به خدمات به جای داشتن محصول و ارائه خدمات ایجاد می‌شود. در حالی که این مدل‌های کسب‌وکار از حس مالکیت دور می‌شوند، حرکتشان به سمت مدل‌های به اشتراک گذاری افزایش می‌یابد. یک شرکت فرانسوی در زمینه به اشتراک گذاری خودروها از مالکیت یک شرکت در سال ۲۰۰۶ به ۲۲ شرکت تا ۲۰۱۶ و ۲۵ میلیون عضو رسیده است. یا Airbnb را در نظر بگیرید که در حال حاضر با پشت سر گذاشتن ۴ سال فعالیت ۶۵۰ هزار اتاق در اختیار دارد در حالی که گروه هتل‌های بین‌المللی در ۶۵ امین سال خود دارای ۶۴۵ هزار اتاق است. شرکت‌های اجاره‌ای و اجرایی (مبتنی بر عملکرد) عموماً قادر به حمایت از مشتریان پرداخت به ازای استفاده خود (pay-per use) با پشتیبانی از راه دور هستند.

۳-۳ اقتصاد گیگ

در اقتصاد گیگ فریلنسرهایی که بدون نیاز به استخدام، کار را به طور موقت انجام می‌دهند، ظهور پیدا میکنند. یکی از حوزه‌های فعالیت این فریلنسرها می‌تواند کسب‌وکارهای اشتراکی باشد به همین جهت این دو عنوان همتراز با یکدیگر معرفی می‌شوند. نمونه‌های موفق اقتصاد گیگ سیستم عامل‌هایی نظیر Airbnb، TaskRabbit، Etsy، Didi Kuaidi، Deliveroo، nb هستند

به تاریخ هستند. امروزه کارگران ترجیح می‌دهند میزان ساعت کاریشان را با توجه به موقعیت شخصیشان و زمان فراغت برای خانواده انتخاب کنند. همین امر مفاهیم کار پاره‌وقت و فریلنسری را بیش از پیش هویدا خواهد کرد. مفهوم عشایر دیجیتال، که از هر کجا می‌توانند با لپ تاپ‌های خود کار کنند، در حال تکثیر است. اقتصاد گیگ نیز موجب افزایش تعداد خرده شغل‌ها شده است، زیرا پلتفرم‌های گوناگون کارمندان و وظایفشان را گرد هم می‌آورند. پیامدهای این روندها برای کارفرمایان می‌تواند این‌گونه باشد که آن‌ها برای جذب و حفظ بهترین استعدادها، بایستی به شدت با یکدیگر رقابت کنند. این امر می‌تواند شامل استخدام نیروهای اجتماعی و خدماتی مانند پیدا کردن کارکنان جدید و فراهم کردن مراقبت از کودکان در محل کار باشد [۴۱].

۲-۳ اقتصاد اشتراکی

در سال‌های اخیر، شکل خاصی از کارآفرینی دیجیتالی ظهور کرده است که اغلب به عنوان اقتصاد اشتراکی مطرح می‌شود و در حالت جنینی خود به سر می‌برد. همترازی با عناوینی همچون "اقتصاد مشارکتی"، "اقتصاد گیگ" و "اقتصاد پلتفرم" عموماً می‌تواند به عنوان یک شکل جدید از مبادلات در نظر گرفته شود که خریداران و فروشندگان از طریق یک پلت فرم واسطه‌ی ICT همدیگر را ملاقات کرده و از این رو هزینه‌های معامله را کاهش دهند. امروزه بیشتر مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند به



شد، اما آن‌ها دیگر انتخاب تبدیل شدن به راننده‌های فریلنسر را هم نخواهند داشت، مخصوصاً اگر پلتفرم‌های اشتراکی آینده از وسایل نقلیه خودران استفاده کنند [۵].

۳-۵) اقتصاد دیجیتالی

اقتصاد دیجیتالی عبارت است از، شبکه‌ای جهانی از اقتصاد و فعالیت‌های اجتماعی که از طریق فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند اینترنت، موبایل و شبکه‌ها امکان‌پذیر گردیده است. هر بار که یک فرد جدید یا چیزی به دنیای دیجیتال متصل می‌شود، به گسترش جدیدترین کمون‌های جهانی کمک می‌کند. این امر فرصت‌ها و مزیت‌های بی‌نظیری را در زمینه زیرساخت‌ها، برنامه‌های کاربردی و داده‌ها ارائه می‌دهد، اما دشواری‌ها و معضلات پیچیده‌ای را نیز اضافه می‌کند. نهاده‌ها، مکانیزم‌ها و مدل‌های موجود نمی‌توانند به طور موثر به سرعت تغییر کمون‌های دیجیتال پاسخ دهند. همکاری جهانی در حل مسائل مرتبط می‌تواند یک آینده دیجیتال پایدار و جامع را تضمین کند. در این عصر پیشرفت سریع فناوری، تبادل دانش و اطلاعات با استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی و شبکه‌ها، به‌طور فزاینده‌ای اهمیت پیدا کرده است. برای مثال، بازار رایانش ابری که بر اساس شبکه‌های مشترک در اینترنت بنا شده، بین سالهای ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴، بیش از ۱۳ برابر رشد داشته است. پیشرفت‌ها در زمینه فناوری ممکن است پیامدهایی را در محدوده گسترده‌ای از صنایع، با تاثیر بر الگوهای تولید، توزیع و مصرف داشته باشد. برای مثال، خرید اینترنتی در گسترهی جهانی از ۲۳۶

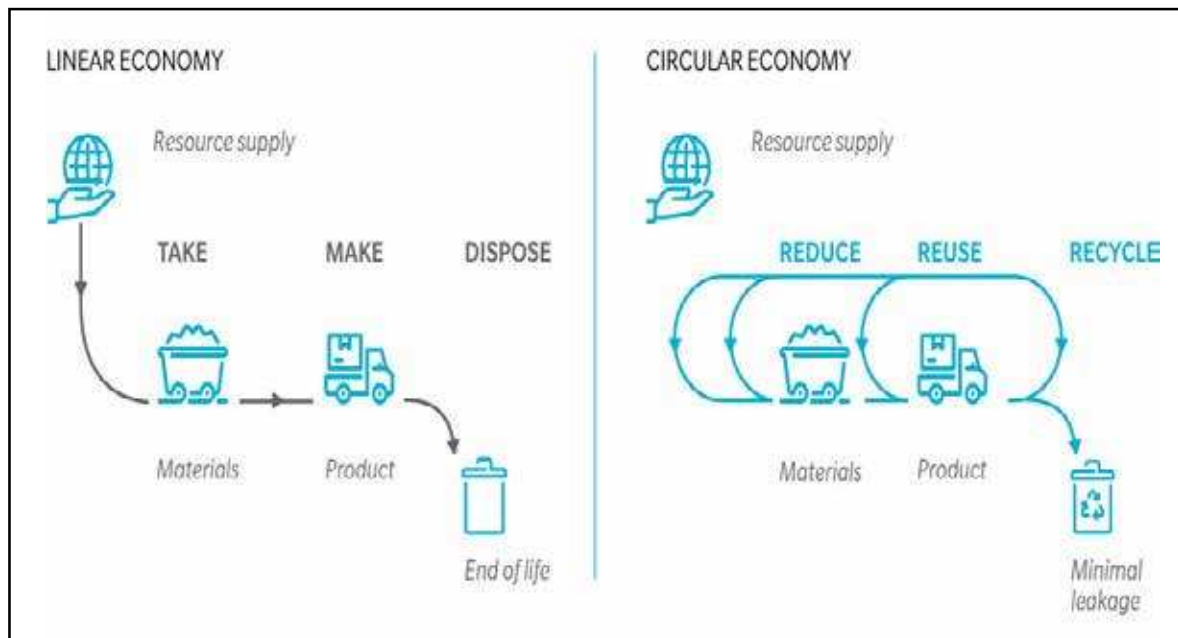
که در حال حاضر، باعث شده است که آنچه اغلب به عنوان اقتصاد گیگ معرفی می‌شود، هر روز رشد بیشتری پیدا کند. Intuit به عنوان یک شرکت تجاری-مالی، پیش‌بینی می‌کند تا سال ۲۰۲۰، ۴۰ درصد از کارگران آمریکایی پیمانکارانی مستقل (فریلنسر) خواهند بود. برآوردی که ممکن است نسبت به قوانین ایجاد شده در سال ۲۰۱۰ محافظه کارانه بنظر برسد چرا که در آن زمان سیستم عامل‌هایی مانند Uber و Task Rab-bit در راهاندازی کارشان با سختی‌های بسیاری روبرو بودند. انجمن اقتصاد جهانی برآورد می‌کند که تلفیق پیشران‌های تکنولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و جمعیت شناسی، ۵٫۱ میلیون شغل را تا سال ۲۰۲۰ در ۱۵ اقتصاد عظیم جهان جایگزین خواهد کرد [۵].

۳-۴) اقتصاد ماشینی

مرحله بعدی نوآوری در اقتصاد، توسط هوش مصنوعی و رباتیک هدایت خواهد شد، حجم عظیمی از برهم زنده‌های کار و در نهایت رشد اقتصاد ماشین در پیش است.

ما در مراحل اولیه‌ی این تغییرات قرار داریم و دشوار است دقیقاً بدانیم آن‌ها چگونه نقش خود را بازی خواهند کرد. از یک طرف، پیش‌بینی شده است که خسارات عظیمی در مشاغل به وجود خواهد آمد. برای مثال، با فراگیری موج جهانی شدن، کارگر امروزی که کار خود را با ورود ربات‌ها از دست داده، ممکن است به عنوان یک راننده‌ی تاکسی اوبر آزادانه عمل کند. در آینده، تعداد بیشتری از کارکنان اداری از طریق هوش مصنوعی جایگزین خواهند

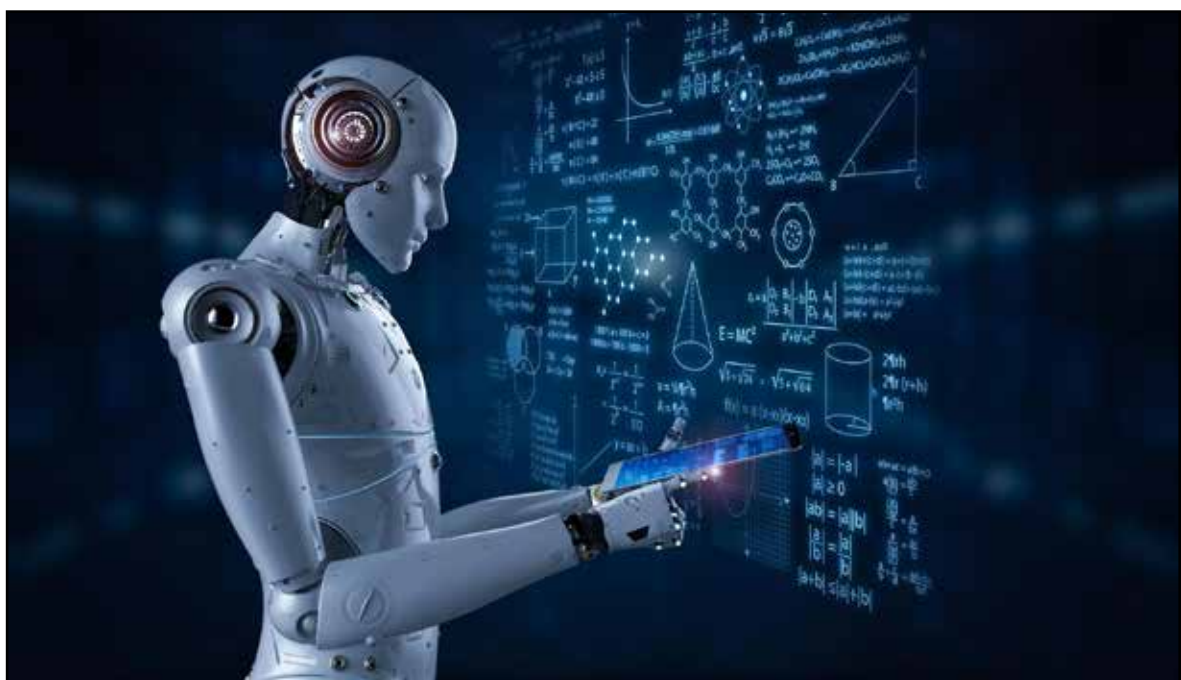




شکل ۱-۳. مقایسه میان اقتصاد خطی و اقتصاد چرخشی.

این تغییرات سریع فناوری، آن دسته از کشورها و افرادی را که به‌طور ساختاری محروماند را پشت سر خواهند گذاشت و از این رو، نابرابریها در سطوح ملی و جهانی را تقویت خواهند کرد [۱۴]. دیجیتالی شدن، فراگیری ماشین و علوم زیستی برای باز تعریف آنچه شرکت‌ها انجام می‌دهند و جایی که مرزهای صنعت واقع می‌شوند، با یکدیگر ترکیب شده و در حال پیشرفت هستند. ما فقط با تعداد کمی از تکنولوژی‌ها مورد تهاجم قرار نگرفته‌ایم، بلکه به عبارت دیگر، در حال تجربه‌ی یک انفجار تکنولوژیکی ترکیبی^۱ هستیم [۱۲].

میلیارد دلار در سال ۲۰۰۷ به بیش از ۵۲۱ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۲ رسیده است و بدین وسیله، بخشهای توزیع و فروشگاههای خرده فروشی سنتی مختل شده‌اند. پیشرفت شبکه‌های اجتماعی و پلتفرم‌های ارتباطات جهانی موجب تغییرات شدیدی در جوامع جهانی شده است که شامل تغییراتی در چگونگی جمع‌آوری و انتشار اطلاعات سیاسی و اجتماعی در بین مردم میشود. همچنین، این پلتفرمها و شبکه‌ها، نقش مهمی را در شکل دهی به افکار شهرنشینها و به چالش کشاندن ساختارهای دولتی سنتی ایفا میکنند. در صورتی که چارچوبهای سیاسی تغییرات را پشتیبانی نکنند،



1. combinatorial technology explosion

۳-۶) اقتصاد چرخشی^۱

هدف اقتصاد چرخشی، جلوگیری از تولید ضایعات بعد از استفاده از مواد و در مقابل، بازگشت مواد به چرخه تولید به عنوان مواد خام ثانویه است. این چرخه با یک فرم مناسب و بدون پیچیدگی، از باز یافت شروع می‌شود و با معدن ضایعات به پایان می‌رسد. سپس محصولاتی که از مواد ثانویه ساخته شده‌اند می‌توانند به‌طور مطلوب مورد استفاده قرار گیرند - از مواد غذایی باقی‌مانده تا ساختمان‌هایی با تکه پاره‌های لاستیکی. این چرخه‌های مواد نه تنها برای محیط زیست سودمند است، بلکه برخی صنایع نیز از بازتولید مواد خام ارزشمند سود می‌برند [۴۱]. به عبارتی دیگر، جابجایی از یک مدل اقتصادی «برداشتن، ساختن و رها کردن» به یک رویکرد مدور و چرخشی که شامل استفاده مجدد از مواد است، در حال توسعه و گسترش می‌باشد. اقتصاد به اصطلاح چرخشی یا مدور فرصت‌های قابل توجهی را برای رشد اقتصادی، ایجاد شغل و نوآوری فراهم می‌کند. Waste to Wealth کتاب منتشر شده توسط Accenture، در سال ۲۰۱۵، تخمین زده است که تا سال ۲۰۳۰، با تشویق و حمایت رهبران شرکت‌های بزرگ، در دستیابی به اقتصاد چرخشی و بازتفکر در مدل‌های کسب‌وکار به گونه‌ای که موارد اتلافی و ضایعات حذف گردد، تا ۴/۵ تریلیون دلار ارزش اقتصادی ایجاد خواهد کرد.

ایجاد و توسعه شهرهای چرخشی در بسیاری از نقاط دنیا از جمله هلند و کره جنوبی آغاز شده است. شهرها نقش مرکزی در اقتصاد جهانی دارند (اقتصاد چرخشی نیز برآورد می‌کند که ۸۰ درصد از تولید ناخالص داخلی جهانی در شهرها تولید می‌شود) و فرصت‌های

جذاب برای پیاده‌سازی اصول چرخشی ارائه می‌دهد. تمرکز تقاضا در یک منطقه شهری می‌تواند برای مثال، کارآمدتر و مقرون به صرفه‌تر باشد. به این دلیل که تراکم جمعیت بالا می‌تواند افزایش تکرار جمع‌آوری و مسافت‌های کوتاه‌تر را تسهیل کند.

طبق بیانیه‌ای که در سال ۲۰۱۸ توسط انجمن جهانی اقتصاد در همکاری با PWC منتشر شده است، مفهوم تدارکات معکوس^۲، شامل جمع‌آوری محصولات مستعمل برای باز یافت آن‌ها، می‌تواند در یک محیط شهری بهتر رشد کند. طبق این بیانیه، توانایی برای جمع‌آوری متمرکزتر اقلام مستعمل مانند لباس و کالاهای خانگی در یک شهر می‌تواند این شیوه‌ها را تقویت کند و مدل‌های مربوط به آن بایستی برای آزمایش نسبتاً ارزان باشند.

۳-۷) اقتصاد جغرافیایی^۳

تشدید رقابت بین‌المللی باعث شده است که اقتصاد جغرافیایی - استفاده از ابزارهای اقتصادی مانند تحریم‌ها یا معاملات تجاری برای دستیابی به اهداف سیاسی - امری معمول باشد. یکی از تأثیرات قابل توجه، تغییر در روابط تجاری بین‌المللی بوده است، زیرا اقتصادهای بزرگ می‌توانند از مزایای حفاظت از صنایع مهم سیاسی استفاده کنند، در حالی که مانعی برای رقبای هستند. با این حال، افزایش استفاده استراتژیک از ابزارهای اقتصادی توسط ایالت‌ها و یا شرکت‌های دولتی خبر از عواقب بیشتری می‌دهد. هر چه حملات سایبری هدایت شده، تحریم‌های اقتصادی ویرانگر و سرمایه‌گذاری‌های دولتی در زیرساخت‌های استراتژیک در خارج از کشور بیشتر شود، بر دستور کار جهانی تسلط بیشتری ایجاد می‌شود [۳۰].

1. Circular Economy

2. reverse logistics

3. Geo-economics





۴) کلان روند انرژی

تقاضای انرژی هستند. همچنین انرژی بر اقتصاد و نیز اهداف امنیتی و زیست محیطی اثر می‌گذارد.

چگونگی تصویر آینده انرژی جهان را می‌توان با تجزیه و تحلیل روند جمعیت‌شناسی و اقتصاد جهانی در بلند مدت مورد بررسی قرار داد. انتظار می‌رود میلیاردها نفر به طبقه متوسط جهانی اضافه شوند. افزایش استانداردهای زندگی برای جمعیت در حال گسترش سراسر جهان به معنای وابستگی به انرژی پایدار است.

تقاضای جهانی انرژی با توجه به ظهور اقتصادهای مدرن و ارتقا استانداردهای زندگی، عرضه انرژی و سیاست‌های کربن‌زدایی از مهم‌ترین عواملی هستند که در بررسی کلان روند انرژی به آن پرداخته می‌شود.

۴-۱) تقاضای جهانی انرژی

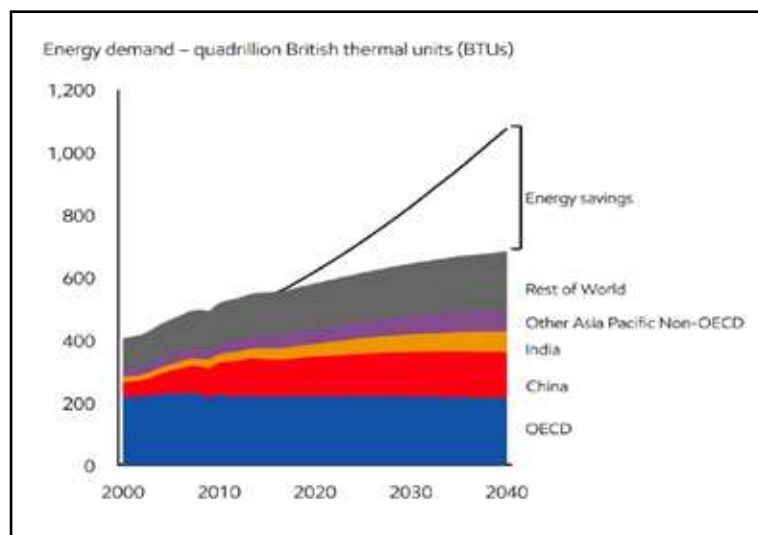
تقاضای جهانی انرژی تا سال ۲۰۴۰ همچنان افزایش خواهد یافت، که این افزایش منعکس‌کننده پیوند بنیادین آن با رشد رفاه و بهبود استانداردهای زندگی برای جمعیت در حال رشد دنیا است.

اما فناوری کمک می‌کند با انرژی کمتر، کارهای بیشتری انجام شود. درواقع بهبود بهره‌وری انرژی کمک خواهد کرد تا رشد تقاضای جهانی انرژی به حدود ۲۵ درصد تا سال ۲۰۴۰ محدود شود، در حالی که تولید اقتصادی جهانی تقریباً دو برابر می‌شود. این مسئله نشان می‌دهد که سهم بهره‌وری در مصرف انرژی چقدر

امروزه میزان زیادی از انرژی در حال تولید، توزیع و استفاده است. وقتی به آینده‌ی انرژی نگاه می‌کنیم عوامل متعددی بر آن تاثیرگذار هستند و همچنین انرژی به عنوان یک موضوع مهم در جوامع امروز خودش عاملی تاثیرگذار بر مقولات متعددی است. شاید درست باشد اگر بگوییم که جاه‌طلبی دولت‌ها و سیاست‌های آن‌ها در جهت ایجاد و گسترش رفاه جوامع از یک سو و رفع خطرات ناشی از تغییرات آب و هوا از سوی دیگر، دو عامل مهم تاثیرگذار بر آینده‌ی انرژی هستند.

فناوری نیز برای بهبود استانداردهای زندگی و رفاه و همچنین به‌منظور رفع خطرات آب و هوایی اهمیت حیاتی دارد. پیشرفت‌ها همچنان باعث تغییر میدان بازی انرژی می‌شوند. مدیریت دوگانه کاهش خطرات تغییرات آب و هوایی همزمان با افزایش استانداردهای زندگی، از مسیر پیشرفت‌های فناورانه خواهد گذشت. در حالی که سیاست‌ها و فناوری‌ها به شکل‌گیری استانداردهای زندگی و تکامل انرژی کمک می‌کنند، می‌توانند وضعیت موجود را مختل کرده و عدم قطعیت و عواقب غیرمنتظره‌ای ایجاد کنند. پس نباید فراموش کنیم که دیدگاه‌های آینده‌نگرانه و کلان‌نگر در سیاستگذاری حوزه‌ی انرژی چقدر می‌توانند مهم و حیاتی باشند. در حال حاضر ۷٫۶ میلیارد نفر مصرف‌کننده انرژی در جهان وجود دارد که پیشران عمده‌ی افزایش میزان





نمودار ۴-۱. تقاضای انرژی بر حسب منطقه تا سال ۲۰۴۰

غیر عضو OECD دلیل رشد ۲۵ درصدی تقاضای انرژی جهانی خواهند بود و انتظار می‌رود تقاضای انرژی در چین و هند در حدود ۴۰ درصد افزایش یابد. همچنین انتظار می‌رود که تقاضا به‌طور مشابه در سایر کشورهای آسیا و اقیانوسیه، آفریقا، خاورمیانه و آمریکای لاتین، با قدرت رشد کند. [۲۵].

ادامه گسترش شهرنشینی و رشد طبقه متوسط، به ویژه در چین و هند، به این روند کمک می‌کند و با دسترسی بیشتر به انرژی مدرن در خانه‌ها، افزایش تقاضای صنعتی و افزایش قابل توجه حمل و نقل شخصی و تجاری، تقویت می‌شود. اما از سوی دیگر الکتریکی کردن و کربن‌زدایی تدریجی به‌صورت جهانی ادامه می‌یابد.

میتواند مهم باشد. با توجه به این دیدگاه، اگر تقاضای انرژی جهان با سرعت تولید ناخالص داخلی تخمینی افزایش یابد، رشد تقاضای انرژی می‌تواند حدود چهار برابر مقدار پیش بینی شده باشد. بنابراین تقاضای جهانی انرژی کندتر از تولید ناخالص داخلی جهان رشد می‌کند، به این معنی که شدت مصرف انرژی (میزان مصرف انرژی برای تولید یک واحد GDP) کاهش می‌یابد. از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۶، شدت انرژی حدود یک درصد در سال کاهش یافته و نرخ بهبود آن از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ احتمالاً نزدیک به ۲ درصد در سال خواهد بود.

بررسی‌ها نشان می‌دهند، بازارهای نوظهور در کشورهای



۱-۴) تقاضای جهانی انرژی بر حسب بخش‌های

متفاوت

انرژی را تشکیل می‌دهد که این تقاضا برای تولید برق در بخش مسکونی، تجاری، صنعتی و حمل و نقل است. تقاضا برای الکتریسیته همچنان افزایش می‌یابد؛ زیرا انرژی مورد استفاده در تأمین برق از روشنایی لوازم خانگی تا تجارت الکترونیک جهانی و خدمات دیجیتال گسترده است.

برای تولید برق از سوخت‌های مختلفی مانند زغال سنگ، گاز طبیعی، انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدید پذیر مانند برق آبی، انرژی خورشیدی و باد استفاده می‌شود.

با افزایش مصرف برق، نوع سوخت مورد استفاده برای تولید برق، در سطح جهانی و منطقه‌ای تغییر خواهد کرد. سیاست‌هایی که با هدف مقابله با تغییرات آب و هوایی و کیفیت هوا دنبال میشوند بر استفاده از انرژی باد و خورشید، گاز طبیعی و رشد سوخت هسته‌ای در تولید برق تأکید دارند.

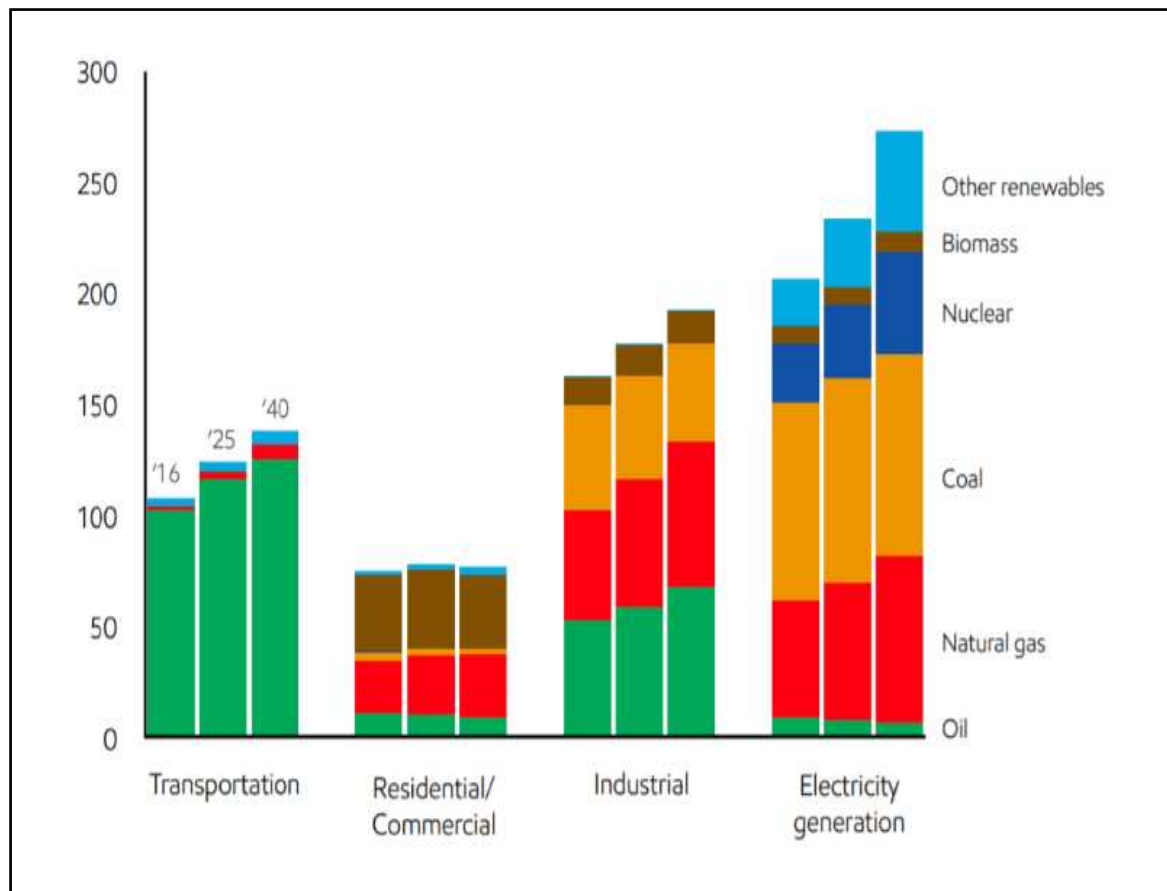
جهان به سمت کاهش منابع کربن پایه برای تولید برق، با جایگزینی گاز طبیعی، انرژی‌های تجدید پذیر مانند باد و خورشید و هسته‌ای می‌رود. زغال سنگ کمتر از ۳۰ درصد از برق جهان را در سال ۲۰۴۰ تأمین می‌کند، در مقایسه با حدود ۴۰ درصد در سال ۲۰۱۶.

انرژی مورد استفاده در هر بخش نشان‌دهنده فرصت‌های عرضه اقتصادی و سازگاری عمومی آن‌ها با هدف است. تولید برق بزرگترین و سریع‌ترین بخش تقاضا است. صنعت حمل و نقل به دو صورت تجاری و نقل و انتقال شخصی، صنعت به طور کل شامل صنایع سبک و سنگین و به طور خاص صنعت مواد شیمیایی از جمله مواردی هستند که در اینجا مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین طیف گسترده‌ای از انواع انرژی مانند انرژی‌های تجدیدناپذیر حاصل از سوخت‌های فسیلی (گاز طبیعی، زغال سنگ و نفت خام)، انرژی‌های تجدیدپذیر شامل بادی، آبی، خورشیدی، زمین گرمایی و سوخت‌های زیستی یا زیست توده در انواع مایع، جامد، گاز، و انرژی هسته‌ای، منبع انرژی تولید برق، حمل و نقل و صنایع می‌باشند.

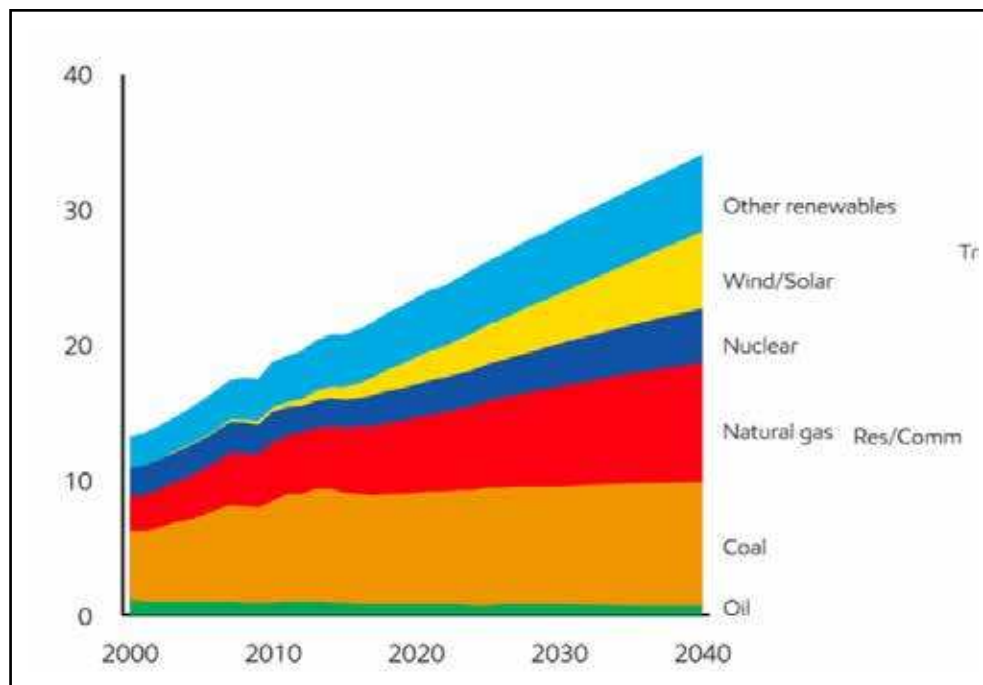
۴-۲) الکتریسیته و تقاضای انرژی برای

تولید برق

تقاضای انرژی برای تولید برق از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ حدود ۵۰ الی ۶۰ درصد از رشد تقاضای جهانی



نمودار ۴-۲. تقاضای جهانی انرژی بر حسب بخش‌های متفاوت



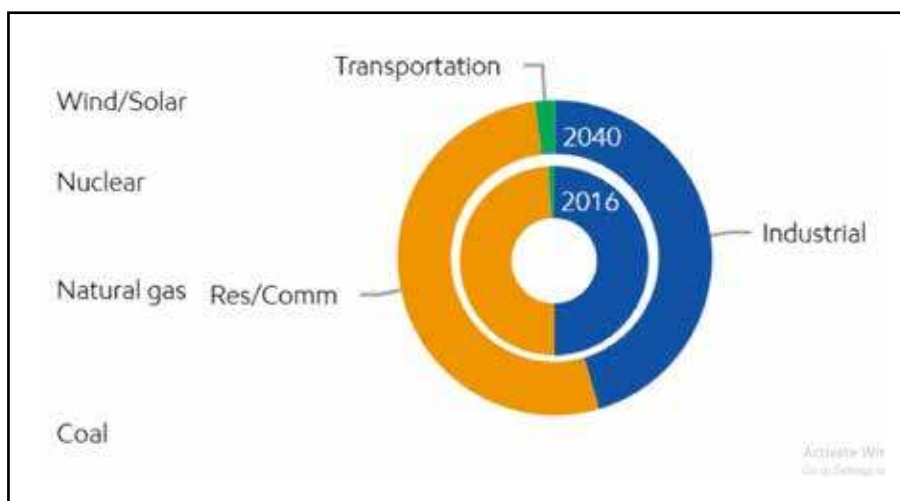
نمودار ۴-۳. سهم منابع مختلف تولید برق (هزار وات ساعت) تا سال ۲۰۴۰

باد، خورشید و گاز طبیعی به جای زغال سنگ می‌شوند. سهم زغال سنگ در تولید برق چین بیشتر از انرژی هسته‌ای، انرژی تجدید پذیر و گاز طبیعی برای پاسخ به رشد تقاضای برق است. خاورمیانه، آفریقا و بقیه دنیا بر روی گاز طبیعی که در داخل کشورهاشان موجود است، حساب می‌کنند. منافع اقتصادی باعث رشد برق تولید شده توسط زغال سنگ در آسیا - اقیانوسیه می‌شود؛ استفاده از زغال سنگ در هند برای تولید برق از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ بیش از دو برابر است.

طبق نمودار ۴-۴، سهم صنعت از تقاضای الکتریسیته کاهش می‌یابد. چون اقتصاد چین از صنایع سنگین به سمت خدمات و تولیدات سبک‌تر می‌رود؛ سهم حمل و نقل در سال ۲۰۴۰ دو برابر می‌شود و به ۲ درصد می‌رسد.

۴-۱-۲-۱ تولید برق در مناطق مختلف

حدود ۶۰ درصد از رشد تقاضای برق از آسیا - اقیانوسیه است. ترکیب منابع تولید برق بسته به منطقه متفاوت خواهد بود. ایالات متحده و اروپا باعث جایگزین شدن



نمودار ۴-۴. سهم مصرف برق در بخش‌های مختلف تا سال ۲۰۴۰

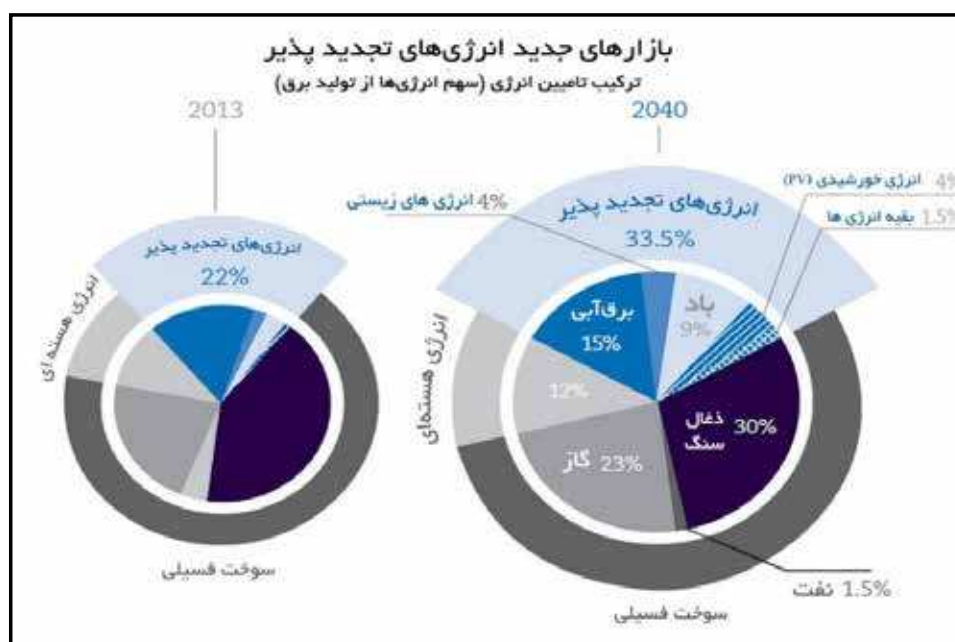
۲-۱-۴) تغییر منابع برق و شکل گیری بازار جدید انرژی‌های تجدیدپذیر، هسته‌ای و گاز طبیعی

۴-۱-۲-۳) گاز طبیعی سوختی کلیدی برای تولید برق قابل‌اتکا

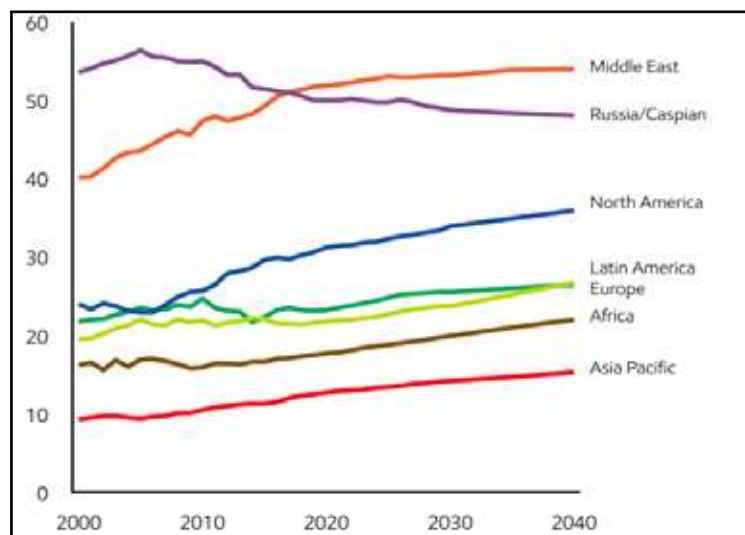
گاز طبیعی به عنوان یک منبع انرژی فراوان و چندمنظوره، به‌طور وسیعی سوخت مناسبی برای مصارف خانگی، کسب و کار و ژنراتورهای برق در مقیاس بزرگ خواهد بود. به عبارتی دیگر، گاز طبیعی منبعی قابل‌اتکا و کارآمد برای تولید بار پایه برق است؛ انعطاف‌پذیری آن نیز باعث می‌شود در پاسخگویی به پیک بار و پشتیبانی از انرژی‌های تجدیدپذیر به کار آید.

تقاضای جهانی گاز طبیعی در حدود ۴۰ درصد رشد می‌کند؛ زیرا سهم آن از میزان کلی انرژی جهان در سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۰ از ۲۳ درصد به ۲۶ درصد افزایش می‌یابد. همچنین گاز طبیعی به عنوان یک جایگزین کم‌کربن برای زغال سنگ، نقش کلیدی در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. با تقاضای رو به رشد کشورهای OECD، چین و کشورهای که گاز طبیعی دارند، گاز طبیعی به طور قابل ملاحظه‌ای رشد می‌کند. تقاضا برای انرژی هسته‌ای نیز رشد می‌کند که بیش از ۵۰ درصد از این رشد مربوط به چین است. انرژی برق‌آبی بیش از ۸۰ درصد در گروه دیگر انرژی تجدیدپذیر رشد دارد. تولید زغال سنگ در بسیاری از کشورهای آسیا - اقیانوسیه به دلیل رشد اقتصادی و رشد تقاضای برق افزایش می‌یابد. با در نظر گرفتن فراوانی، سهولت در مصرف و کاربردهای فراوان، گاز طبیعی بیش از هر منبع انرژی دیگری رشد می‌کند. این کاربردها عبارت‌اند از:

در جهان، سهم باد و انرژی خورشیدی در تولید برق، از ۵ درصد در سال ۲۰۱۶ به حدود ۱۷ درصد در سال ۲۰۴۰ افزایش می‌یابد. انرژی بادی و خورشیدی در آمریکای شمالی و اروپا رشد چشمگیری خواهند داشت و بیش از ۲۰ درصد برق را در سال ۲۰۴۰ عرضه می‌کنند. رشد انرژی تجدیدپذیر در آسیا و اقیانوسیه باعث کیفیت هوا و تنوع انرژی خواهد شد. خاورمیانه و آفریقا نیز به دلیل هزینه‌های پایین و منابع مطلوب خورشیدی، در انرژی خورشیدی رشد می‌کنند. در حالی که ظرفیت بکارگیری در طول زمان بهبود می‌یابد، اما به دلیل محدودیتهایی که در استفاده از این نوع انرژیها وجود دارد، برای انرژی باد سی درصد و برای انرژی خورشیدی بیست درصد از ظرفیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع انرژی بادهای ساحلی و انرژی خورشیدی فوتوولتائیک (pv) در حال فراگیر شدن هستند، اما توسعه بیشتر آن‌ها نیاز به نوآوری‌های بیشتر در ذخیره‌سازی انرژی و زیرساخت‌های شبکه‌های هوشمند، برای افزایش سازگاری آن‌ها با تغییرات جوی و سیکلهای طبیعی مانند شب و روز خواهد داشت. اینترنت اشیا و فناوری‌های پیشرفته ذخیره انرژی فرصتهایی را برای نظارت و مدیریت بهتر سیستم‌های انرژی فراهم می‌کنند. شهرها می‌توانند در راه‌اندازی این رویکردهای نوآورانه هوشمند نقش پیشرو داشته باشند [۱۳].



شکل ۴-۱. بازارهای جدید انرژی‌های تجدید پذیر



نمودار ۴-۵. افزایش تقاضای جهانی برای گاز طبیعی

به نفع سیاست‌های کاهش کربن به صورت طبیعی و از طریق فناوری، می‌تواند نقش گاز طبیعی را برای تولید بار پایه برق افزایش دهد. پیش‌بینی می‌شود منابع گاز طبیعی با استفاده از فناوری‌های جدید همچنان افزایش یابد؛ زیرا فناوری منابعی را که در گذشته به سختی یا با هزینه زیاد تولید می‌شد، در دسترس قرار می‌دهد. حدود ۴۵ درصد از ذخایر گاز طبیعی از منابع غیر متعارف مانند گاز شیل، گاز سخت و متان زغال سنگ به‌دست می‌آید. همان‌طور که در نمودار ۴-۶ پیداست، منابع گاز طبیعی از لحاظ جغرافیایی گسترده هستند [۲۵].

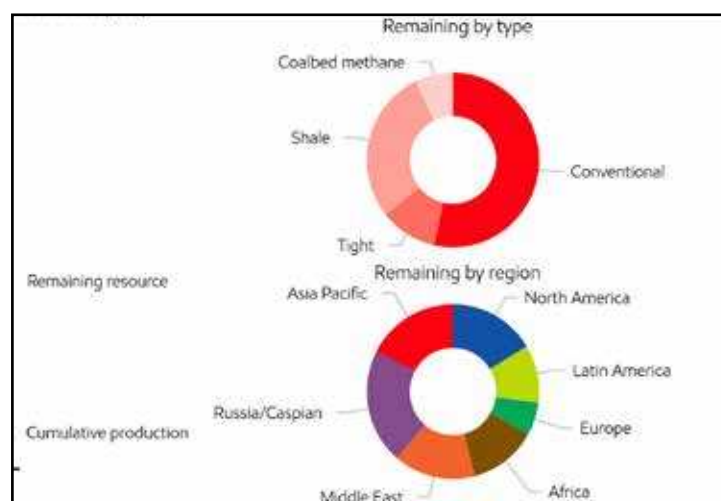
۳-۴) تقاضای انرژی در صنعت حمل و نقل

پیشرفت‌های حمل و نقل، جهان را کوچک و دورنماها و امکانات جدیدی را پیش روی ما باز می‌کند. افزایش

گرمایش خانگی، مواد اولیه کود، سوخت کامیون، تولید برق قابل اتکا و انعطاف‌پذیر.

گاز طبیعی حدود یک چهارم انرژی برای صنعت و تولید برق در سال ۲۰۴۰ را فراهم می‌کند. گاز طبیعی بخشی کوچکی از تقاضای حمل و نقل است، اما رشد چشمگیری در بخش‌های حمل و نقل تجاری و دریایی خواهد داشت. نقش گاز طبیعی در ترکیب تولید برق کشورها متفاوت است. مناطق غنی از گاز طبیعی برای تولید برق، به شدت به گاز متکی هستند، در حالی که مناطقی که وارد کننده گاز بین استفاده از گاز طبیعی با سایر سوخت‌ها تعادل ایجاد می‌کنند.

گسترش سریع منابع خورشیدی و بادی به دلیل کاهش سریع هزینه‌ها و یا حتی سیاست‌های حمایتی هدفمند می‌تواند تقاضای گاز طبیعی را کاهش دهد. برعکس، نگاه مردم علیه انرژی هسته‌ای یا زغال سنگ و یا تغییر



نمودار ۴-۶. منابع تولید گاز طبیعی و گستردگی جغرافیایی ذخایر گاز طبیعی

مدنظر قرار داد که الکتریکی کردن حمل و نقل تجاری، به علت هزینه‌های اولیه، محدودیت‌های گوناگون، مقررات مربوط به ظرفیت‌های ترابری و نیاز به توسعه‌ی زیرساختها به آرامی رشد خواهد کرد.

افزایش دسترسی به نقل و انتقال شخصی نیز پیش‌بینی شده است. با افزایش درآمد، افراد بیشتری خواستار نقل و انتقال شخصی می‌شوند، بنابراین تقاضا برای اتومبیل‌ها و موتورسیکلت‌ها افزایش می‌یابد. به‌خصوص از موتورسیکلت‌ها به دلیل هزینه پایین استقبال بیشتری می‌شود و به‌ویژه در آسیا - اقیانوسیه مالکیت موتورسیکلت‌ها بالا خواهد رفت. مالکیت خودرو در کشورهای غیر عضو OECD به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد و آسیا - اقیانوسیه در این زمینه پیش‌تاز خواهد بود.

۱-۳-۱-۴) رشد سریع وسایل نقلیه الکتریکی

در حال حاضر حدود ۲ میلیون وسیله نقلیه الکتریکی در ناوگان جهانی وجود دارد؛ یعنی حدود ۰.۲ درصد از کل وسایل حمل و نقل. این امر با توجه به بهره‌وری بیشتر خودروهای الکتریکی یکی از دلایل کاهش رشد تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل می‌باشد. برخی از تولیدکنندگان خودرو و دولت‌ها اعلام کردند که قصد دارند تا در آینده فروش وسایل نقلیه آینده را به موتور الکتریکی شامل هیبریدی، هیبریدی پلاگین^۱ و وسایل نقلیه الکتریکی باتری‌دار^۲ محدود کنند. ناوگان وسایل نقلیه الکتریکی با رشد زیادی همراه خواهد بود که این امر نتیجه کاهش هزینه‌های باتری، افزایش دسترسی به این گونه از وسایل نقلیه و حمایت مستمر از سوی سیاست‌های دولتی است. البته باید دانست که هزینه باتری‌های آینده و سیاست‌های دولت‌ها با عدم قطعیت همراه است، بنابراین طیف گسترده‌ای از دیدگاه‌ها در مورد رشد خودروهای الکتریکی در آینده وجود دارد.

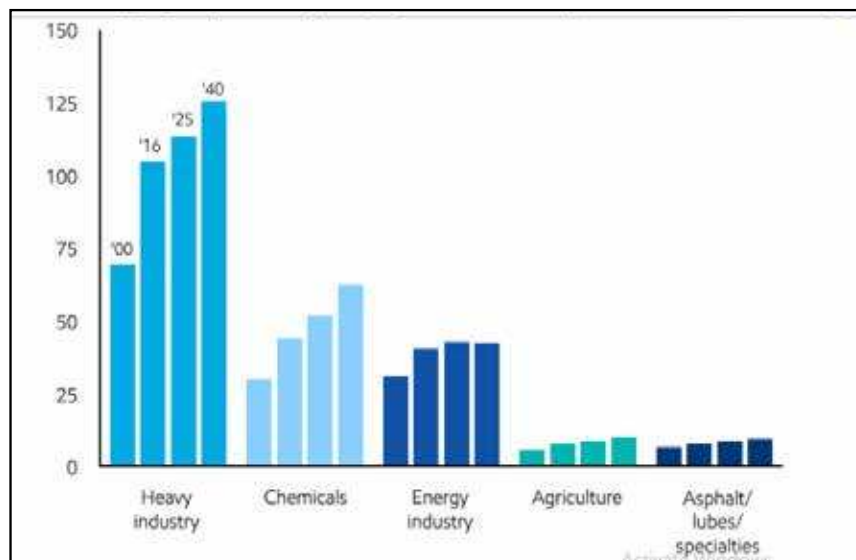
میلیاردی طبقه متوسط جهانی تا سال ۲۰۴۰، منجر به افزایش مسافرت‌ها، اتومبیل‌های بیشتر در جاده‌ها و افزایش فعالیت‌های تجاری خواهد شد. انتظار می‌رود تقاضای انرژی در زمینه حمل و نقل جهانی نزدیک به ۳۰ درصد افزایش یابد. در همین زمان، مسافتی که در یک سال با اتومبیل‌ها، خودروهای شاسی بلند^۱ و کامیون‌های سبک پیموده می‌شود، حدود ۶۰ درصد افزایش می‌یابد و در سال ۲۰۴۰ به حدود ۱۴ تریلیون مایل خواهد رسید. با افزایش جابه‌جایی‌های شخصی، متوسط مصرف سوخت خودروهای جدید از جمله وسایل نقلیه ورزشی و کامیون‌های سبک نیز بهبود خواهد یافت و از حدود ۳۰ مایل در هر گالن به ۵۰ مایل در هر گالن در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید. انتظار می‌رود رشد تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل حدود ۶۰ درصد از رشد مصرف سوخت‌های مایع را به خود اختصاص دهد. تقاضای سوخت مایع برای وسایل نقلیه سبک، تا سال ۲۰۴۰ نسبتاً ثابت می‌ماند، که این امر نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری در مصرف سوخت ناوگان و رشد چشمگیر خودروهای الکتریکی است.

تقاضای انرژی مرتبط با حمل و نقل تجاری از ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۰ نزدیک به ۳۰ درصد رشد می‌کند. در این میان تقاضای جابه‌جایی فردی همچنان افزایش می‌یابد، اما بهره‌وری بالاتر و وسایل نقلیه سبکتر باعث می‌شود که تقاضای انرژی خودرو به نقطه اوج برسد و پس از آن کاهش یابد. رشد فعالیت‌های اقتصادی و درآمد شخصی باعث افزایش تجارت کالاها و خدمات می‌شود و منجر به افزایش تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل تجاری می‌شود.

وسایل نقلیه سنگین بیشترین میزان مصرف سوخت در میان بخش‌های مختلف حمل و نقل را به خود اختصاص می‌دهند، اما حمل و نقل هوایی بزرگترین رشد را به خود اختصاص خواهد داد. اما باید در مورد وسایل حمل و نقل تجاری این نکته را



1. SUV: Sport Utility Vehicles
2. plug-in hybrids vehicles
3. battery electric vehicles



نمودار ۴-۷. مصرف انرژی در بخش‌های مختلف

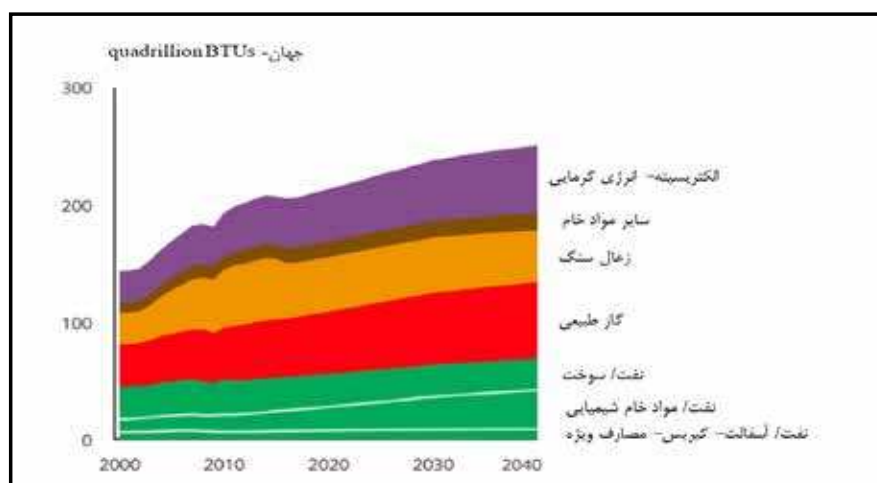
۴-۱-۴) تقاضای انرژی در صنعت

افزایش خواهد یافت. تقریباً نیمی از انرژی جهان برای فعالیت‌های صنعتی استفاده می‌شود. به‌طور کلی، تقاضای انرژی در بخش صنعت از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ تقریباً ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. بهبود بهره‌وری انرژی صنعتی باعث صرفه‌جویی در سوخت و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد.

۴-۱-۴-۱) رشد صنعتی وابسته به نفت، گاز و الکتریسیته

تا سال ۲۰۴۰، صنعت از انرژی هم به عنوان سوخت و به عنوان مواد اولیه برای مواد شیمیایی، روغن‌ها، گریس، واکس و دیگر محصولات استفاده می‌کند. سوخت‌های صنعتی قدرت دیگ‌های بخار، موتور، کمپرسور، روبات، لیفتراک و جرثقیل را تامین می‌کنند.

انرژی و صنعت همراهی به درازاری تاریخ با هم دارند و آینده آن‌ها نیز در هم آمیخته است. همه انواع صنایع به سوخت نیاز دارند، از تولید میکروچیپ تا ساخت آسمان‌خراش، فرآوری مواد غذایی، داروها و کشاورزی تا تولید خودروهایی بدون آلودگی (آلاینده‌ی صفر). تقاضای مصرف کننده برای محصولات فراوان و متنوعی که صنایع ارائه می‌دهند، انگیزه برای استفاده از منابع جدید عرضه انرژی را فراهم کرده است. با افزایش رونق جهانی، تقاضای انرژی در بخش صنعت افزایش خواهد یافت. بیشترین رشد در بازارهای نوظهور رخ می‌دهد و در این میان رشد صنایع شیمیایی به دلیل افزایش تقاضا برای تولید پلاستیک و دیگر محصولات پتروشیمی، در بسیاری از مناطق سریع‌تر از رشد تولید ناخالص داخلی



نمودار ۴-۸. سهم انرژی‌های مختلف در صنعت تا سال ۲۰۴۰

بخشند. بخش مواد شیمیایی از انرژی هم به عنوان سوخت و هم به عنوان مواد اولیه استفاده می‌کند. دو سوم این تقاضا مربوط به مواد اولیه و یک‌سوم برای سوخت است. تقاضای انرژی مواد شیمیایی به طور کلی از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. همچنین افزایش رفاه اقتصادی باعث افزایش تقاضای انرژی در صنعت شیمیایی می‌شود.

از آنجایی که تولید مواد شیمیایی به شدت به انرژی وابسته است، معمولاً احداث کارخانه‌ها در مجاورت مواد اولیه و منابع سوخت کم‌هزینه، یک مزیت رقابتی است. صنعت مواد شیمیایی در ایالات متحده با استفاده از منابع فراوان و کم هزینه میعانات گازی طبیعی گسترش می‌یابد که عمدتاً یک محصول جانبی تولید غیر نفتی و گاز طبیعی هستند. تولید پتروشیمی آسیا - اقیانوسیه به دلیل افزایش درآمد و تقاضای مصرف کننده، افزایش می‌یابد. دسترسی به انرژی مقرون به صرفه (مواد اولیه^۲ و سوخت) سرمایه‌گذاری‌های سریع در خاورمیانه، آفریقا و آمریکای لاتین را تأمین می‌کند؛ مصرف انرژی در صنایع شیمیایی در هر منطقه بیش از دو برابر می‌شود. مناطق بالغ همچنان مهمترین مشارکت کنندگان در تولید مواد شیمیایی جهانی هستند.

نفت و گاز طبیعی تقریباً ۷۵ درصد از تقاضای انرژی شیمیایی امروز و تقریباً تمام تقاضا از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ را تشکیل می‌دهد. نفتا و میعانات گاز طبیعی عمدتاً به عنوان مواد اولیه استفاده می‌شوند؛ گاز طبیعی هم به عنوان ماده اولیه (به ویژه برای کود) و هم سوخت استفاده می‌شود.

۲-۴) عرضه انرژی

برای مواجهه با افزایش تقاضای جهانی انرژی، چه منابعی در دسترس خواهند بود؟ پیشرفت‌های فناورانه موجب تنوع در انتخاب انرژی می‌شوند. مجموعه‌ای از عرضه برای پاسخگویی به تقاضای رو به رشد انرژی (که به لحاظ تاریخی متنوع است) در دسترس است؛ از نفت و گاز طبیعی در مناطق شیل آمریکا تا منابع موجود در میدان‌های آب‌های عمیق برزیل؛ از راکتورهای جدید هسته‌ای در چین تا توربین‌های بادی و سلول‌های خورشیدی در کشورهای جهان. این تنوع در تامین انرژی جهانی طی دو و نیم دهه آینده افزایش خواهد یافت. فشار جامعه برای تامین انرژی از منابع با آلاینده‌گی کمتر، باعث افزایش پایدار انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و خورشید خواهد شد. تا سال ۲۰۴۰، انرژی هسته‌ای و تمام انرژی‌های تجدیدپذیر نزدیک به ۲۵ درصد انرژی جهانی را شکل خواهد داد. نفت رشد می‌کند و همچنان منبع اصلی تامین انرژی حمل و نقل و همچنان ماده اولی برای مواد شیمیایی است. گاز طبیعی نیز با

نفت، گاز طبیعی و برق هر یک در حدود یک سوم در رشد انرژی صنعتی سهم دارند که رشد نفت به دلیل مصرف آن به عنوان ماده خام شیمیایی است. استفاده از زغال سنگ و نفت به عنوان سوخت‌های صنعتی به نفع گاز طبیعی و برق کاهش می‌یابد؛ زیرا شرکت‌ها برای کاهش انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای تلاش می‌کنند اما زغال سنگ همچنان در تولید فولاد و سیمان نقش دارد.

۴-۱-۲) کوچ صنایع سنگین به بازارهای نوظهور

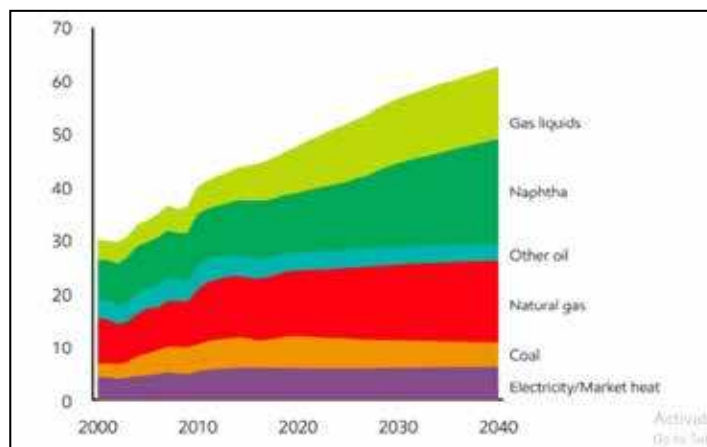
فولاد، سیمان و تولید کارخانه‌ای، برای توسعه زیرساخت‌های شهری ضروری‌اند. تا سال ۲۰۴۰، تقاضای صنایع سنگین در بازارهای نوظهور آسیا، آفریقا، خاورمیانه و آمریکای لاتین به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که نمودار پیشرفت چین در انرژی مصرفی در صنایع سنگین به نمودار پیشرفت مناطق بالغ نزدیک می‌شود (پیشرفت چین کم می‌شود)؛ چرا که چین در گذار اقتصادی پس از یک دهه صعود و رشد شدید در مصرف انرژی، به ارائه خدمت و تولیدات با ارزش افزوده بالاتر می‌رسد. تقاضا در بازارهای نوظهور ۷۵ درصد افزایش می‌یابد، اما در مناطق بالغ و چین تغییری نخواهد داشت. دلیل این امر ایجاد صنایع جدید در مناطقی با دسترسی به انرژی فراوان و ارزان، نیروی کار در دسترس و سیاست‌های متعادل است. تولیدکنندگان، برق و گاز طبیعی را به دلیل سهولت در استفاده، تنوع در کاربرد و کاهش انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای، انتخاب می‌کنند. سیاست‌های آب و هوایی باعث افزایش تقاضای گاز طبیعی در بازارهای بالغ می‌شود. مدیریت کیفیت هوا، باعث تغییر در مصرف سوخت از زغال سنگ به گاز طبیعی در چین خواهد شد. تامین انرژی از منابع فراوان گاز طبیعی در آفریقا، خاورمیانه و بخش‌هایی از آمریکای لاتین برای تولیدکنندگان فرصتی برای رقابت ایجاد می‌کند. استفاده از زغال سنگ در چین کاهش می‌یابد، اما تولید زغال سنگ در هند و آسیای در حال ظهور، دو برابر می‌شود.

۴-۱-۳) صنعت مواد شیمیایی

رشد صنعت مواد شیمیایی وابسته به تقاضای مصرف‌کننده است. تقاضای مصرف‌کنندگان برای پلاستیک، کود و سایر محصولات شیمیایی با افزایش درآمد افزایش می‌یابد. اولفین‌ها و آروماتیک‌ها مواد اولیه پلاستیک، چسب و سایر محصولات مصرفی هستند؛ تقاضای مصرف‌کننده از رشد تولید ناخالص داخلی پیشی می‌گیرد. تولیدکنندگان پلاستیک را به عنوان مواد سبک وزن و با دوام می‌دانند که می‌توانند با استفاده از آن عملکرد محصولات خود را از بسته بندی تا قطعات خودرو و وسایل پزشکی بهبود

2. Feedstock

۱. مناطق بالغ مناطقی هستند که نمودار پیشرفت صنعتی آن‌ها پس از رسیدن به اوج، دیگر صعودی نیست. این مناطق شامل آمریکای شمالی، اروپا، روسیه / کاسپین و کشورهای واقع در آسیا و اقیانوسیه که عضو OECD هستند، می‌شود.



نمودار ۱۱-۴. افزایش تقاضای انرژی برای تولید مواد شیمیایی بر حسب نوع انرژی تا سال ۲۰۴۰

سنگ در کشورهای عضو OECD کاهش می‌یابد و چین به سمت استفاده از سوخت‌های کم آلاینده می‌رود. تقاضای انرژی هسته‌ای بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۰، به رهبری چین، ۷۰ درصد افزایش می‌یابد. انرژی باد، خورشیدی و سوخت‌های زیستی حدود ۵ درصد از تقاضای جهانی انرژی را به‌دست می‌آورند.

علاوه بر این، منابع جهانی نفت فراوان هستند. با پیشرفت فناوری، افزایش دسترسی منابع نفت تخمین زده می‌شود. فناوری، منابع نفتی شیل، میدین آب‌های عمیق و نفت ماسه‌ای را به منابع قدیمی‌تر افزوده است. باقی مانده منابع نفت می‌تواند تقریباً ۱۵۰ سال پاسخگوی تقاضای فعلی باشد.

۳-۴) انتشار گازها و سیاست‌های کربن زدایی

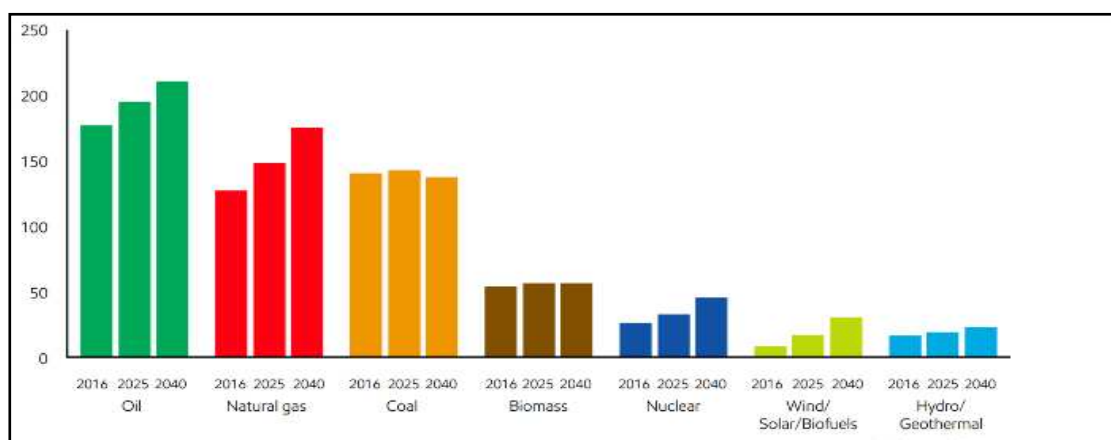
تامین انرژی قابل اعتماد و ارزان در جهت رفاه و افزایش استانداردهای زندگی باید با انجام اقداماتی برای کاهش تأثیرات بر محیط زیست از جمله در نظر گرفتن خطرات مربوط به تغییرات آب و هوایی باشد. چالش برآورده شدن نیازهای انرژی جهانی و مدیریت خطرات تغییرات

افزایش استفاده در تولید برق، رشد می‌کند زیرا صنایع به سمت سوخت‌های کم‌کربن گرایش پیدا می‌کنند. مصرف زغال سنگ در کشورهای OECD کاهش می‌یابد زیرا رقابت در تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر و گاز طبیعی افزایش می‌یابد.

۱-۲-۴) رشد عرضه انرژی برای پاسخ‌گویی به تنوع تقاضا

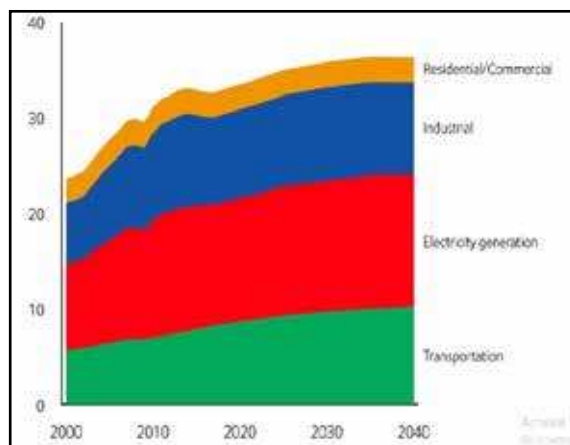
پیشرفت فناوری باعث رشد ۵ درصدی سالانه، در انرژی بادی، خورشیدی و سوخت‌های زیستی شده است. مصرف سوخت‌های غیرفسیلی تا سال ۲۰۴۰ حدود ۲۲ درصد از مصرف کل انرژی را تشکیل می‌دهند. نفت همچنان بزرگترین سهم انرژی را به خود اختصاص داده است و برای حمل و نقل و مواد شیمیایی ضروری است. تقاضای گاز طبیعی به بیشترین میزان خود می‌رسد، که به طور عمده برای پاسخگویی به نیازهای افزایش برق و حمایت از افزایش تقاضای صنعتی است.

نفت و گاز طبیعی تا سال ۲۰۴۰ حدود ۵۵ درصد از نیازهای انرژی جهان را تأمین می‌کنند. سهم زغال



نمودار ۱۲-۴. تقاضای کلی سوخت در بخش‌های مختلف از ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۰

مرتبط با انرژی مربوط می‌شود؛ استفاده از منابع انرژی الکتریکی کم کربن (مانند باد، انرژی خورشیدی، هسته‌ای و گاز طبیعی) کمک خواهد کرد تا شدت انتشار دی‌اکسید کربن بیش از ۳۰ درصد کاهش یابد.



نمودار ۴-۱۴. حداکثر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش‌های مختلف تا ۲۰۴۰

حمل و نقل حدود ۲۵ درصد، عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای است و این احتمال وجود دارد تا سال ۲۰۴۰ با افزایش حمل و نقل تجاری، این سهم به میزان ناچیزی رشد کند. انتظار می‌رود میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در خودروهای سبک از ۲۰۲۵ تا ۲۰۴۰ نزدیک به ۱۰ درصد باشد؛ زیرا وسایل نقلیه موتوری کارآمدتر خواهند بود و خودروهای الکتریکی سهم قابل توجهی در حمل و نقل به‌دست می‌آورند. فعالیت‌های بخش صنعتی حدود ۳۰ درصد از انتشار دی‌اکسید کربن را تشکیل می‌دهد و دستاوردهای به‌رهوری و استفاده روزافزون از انرژی کم کربن به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن از طریق صنعت تا حدود ۵۰ درصد نسبت به تولید ناخالص داخلی کمک می‌کند.

۴-۳-۳ ترکیب انرژی جهانی: پیش‌به‌سوی سوخت‌های کم کربن

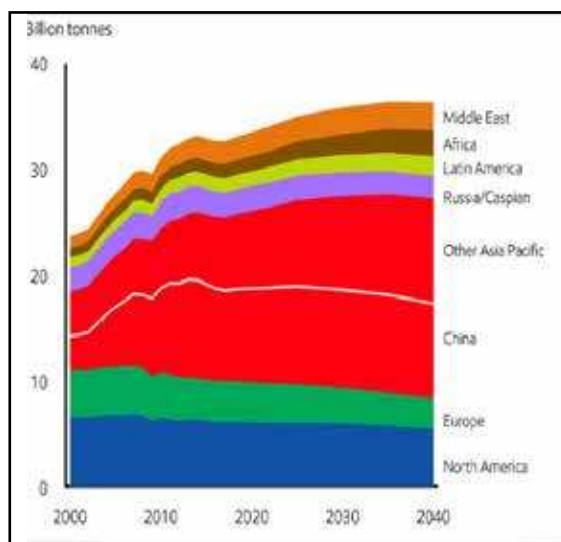
ترکیب انرژی جهانی به سمت افزایش استفاده از انرژی‌های کم کربن می‌رود. گاز طبیعی بیشترین افزایش در رشد تقاضا را دارد؛ یعنی تقاضای آن به یک‌چهارم کل تقاضای انرژی می‌رسد.

نفت همچنان نقش اصلی در ترکیب انرژی جهان را بازی می‌کند و تقاضای رو به رشد آن به دلیل نیازهای حمل و نقل تجاری و نیازهای مواد اولیه برای صنایع شیمیایی ادامه می‌یابد. تا سال ۲۰۴۰ استفاده از زغال سنگ در بخش‌هایی از جهان همچنان زیاد است، اما سهم عمده آن در انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش می‌یابد.

آب و هوایی واقعی و دلهره آور است. واقعیت این است که میلیاردها نفر هر روز انرژی قابل اعتماد و مقرون به صرفه دریافت می‌کنند و مردم و دولت‌های مختلف اهداف مختلفی دارند و منابع مالی محدودی برای مواجهه با این چالش وجود دارد. لذا دولت‌ها در این زمینه مسئولیت منحصر به فردی دارند.

۴-۳-۱ حداکثر انتشار دی‌اکسید کربن وابسته به انرژی

با وجود کاهش ۱۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای در اروپا و آمریکای شمالی، انتشار این گازها در جهان از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ نزدیک به ۴۰ درصد افزایش یافت. انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی تا سال ۲۰۴۰، در حدود ۱۰ درصد بالاتر از سطح ۲۰۱۶ خواهد بود. در سال ۲۰۴۰ نسبت به سال ۲۰۱۶ انتشار گاز دی‌اکسید کربن در اروپا و آمریکای شمالی در حدود ۱۵ درصد کاهش خواهد یافت.



نمودار ۴-۱۳. حداکثر انتشار دی‌اکسید کربن برحسب منطقه تا سال ۲۰۴۰

چین حدود ۶۰ درصد از رشد تولید گازهای گلخانه‌ای در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ را به خود اختصاص داده است. این میزان برای چین تا سال ۲۰۳۰ به اوج خود خواهد رسید و بعد از آن کاهش پیدا خواهد کرد تا در سال ۲۰۴۰ به همان سطح سال ۲۰۱۶ برسد. انتشار گازهای خروجی از آمریکای شمالی، اروپا و چین از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۴۰ حدود ۳۵ درصد افزایش می‌یابد و میزان انتشار جهانی در سال ۲۰۴۰ به ۵۰ درصد می‌رسد.

۴-۳-۲ بخش‌های موثر در کاهش رشد انتشار دی‌اکسید کربن

تولید برق به حدود ۴۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای



۵) کلان روند تکنولوژی و انقلاب صنعتی چهارم

فناوری همه جا هست. فناوری، زندگی در دوران گذار را آسان می‌کند و به‌طور بنیادی شیوه زندگی ما را تغییر می‌دهد [۳۲]. سرعت تحولات در حوزه فناوری به‌طور روزافزون و سرسام‌آوری در حال افزایش است. در دنیای امروز که فناوری در بسیاری از فعالیت‌های روزمره‌ی افراد نقش ایفا می‌کند، تحولات و کلان‌روندهای فناورانه به‌طور مستقیم سایر کلان‌روندهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در عرصه صنعتی، رشد و پیشرو بودن یک صنعت، نیازمند شناسایی و حمایت از فناوری‌های در حال ظهور و تأثیرگذار در آینده آن حوزه به‌عنوان بخشی از راهبرد هر صنعت است.

علیرغم ترس از پیشرفتهایی که «در حال اتفاق» افتادن هستند، پیشرفت‌های تکنولوژیک همچنان به توسعه بهره‌وری کمک کرده و در بهترین حالت توانایی جهان برای دستیابی به رشد جامع و پایدار اقتصادی و توسعه را افزایش می‌دهد. از نظر روندهای کلیدی، تمرکز ما بر شش حوزه پیشرفت است: انقلاب صنعتی چهارم، دیجیتال‌سازی و اینترنت اشیا؛ اتوماسیون و هوش مصنوعی؛ فین‌تک‌های جدید، بیوتکنولوژی و پزشکی منحصر به فرد و امنیت سایبری و خطرات حریم خصوصی [۱۵]. شایان ذکر است انقلاب صنعتی چهارم، مجزا از کلان‌روند تکنولوژی نیست لذا برای درک بهتر چیستی کلان‌روند تکنولوژی، در ادامه به روند انقلاب‌های صنعتی از گذشته تا به امروز پرداخته شده است.

۵-۱) مروری بر انقلاب‌های صنعتی و انقلاب صنعتی چهارم

اولین انقلاب صنعتی از ۱۷۶۰ تا ۱۸۴۰ به‌طول انجامید، این انقلاب با راه‌اندازی راه‌آهن و اختراع موتور بخار شروع و به تولید مکانیکی منجر شد.

انقلاب صنعتی دوم در اواسط قرن هجدهم آغاز شد و تا جنگ جهانی اول در سال ۱۹۱۷ ادامه یافت. در حالی که انقلاب صنعتی اول به تولید نساجی و فناوری موتور بخار متکی بود، انقلاب دوم صنعتی با تولید فولاد، ماشین و پیشرفت در الکتریسیته شکل گرفت و اکتشافات در زمینه برق و فناوری ارتباطات را بهبود بخشید [۳۶].

سومین انقلاب صنعتی در دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. این انقلاب به‌طور معمول انقلاب کامپیوتر یا انقلاب دیجیتال نامیده می‌شود؛ زیرا به‌وسیله توسعه نیمه‌هادی‌ها، محاسبات رایانه‌ای (۱۹۶۰)، رایانه‌های شخصی (۱۹۷۰) و اینترنت (۱۹۹۰) متولد شدند. این انقلاب نه یک موتور فیزیکی بلکه فناوری موتور دیجیتال، اینترنت، انرژی تجدیدپذیر و چاپ سه بعدی است [۳۷].

کلاوس شواب^۱ موسس و رئیس اجرایی مجمع جهانی

اقتصاد، معتقد است که ما در آغاز چهارمین انقلاب صنعتی هستیم که در آغاز قرن حاضر شروع شده و در انقلاب دیجیتال ریشه دارد. این دوره جدید از زندگی بشر، با فراگیری اینترنت و تلفن همراه، حسگرهای کوچک و قدرتمند که ارزان‌تر شده‌اند و هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، قابل مشاهده است. فناوری‌های دیجیتال شامل سخت افزار، نرم افزار و شبکه‌های کامپیوتری، جدید نیستند اما در مقایسه با انقلاب صنعتی سوم، پیچیده‌تر شده و یکپارچه می‌شوند و در نتیجه جوامع و اقتصاد جهانی را دگرگون می‌کنند. به همین دلیل استادان ارشد موسسه فناوری ماساچوست به این دوره عنوان «عصر دوم ماشین» لقب دادند که بیانگر آن است که جهان با گسستی مواجه است که در آن اثر این فناوری‌های دیجیتال آشکار خواهد شد. با شکل‌گیری «کارخانه‌های هوشمند»، چهارمین انقلاب صنعتی، دنیایی را به وجود می‌آورد که در آن سیستم‌های مجازی و فیزیکی تولید در سطح جهانی، به‌طور منعطف در تعامل و در حال ادغام هستند که در این صورت امکان سفارشی‌سازی^۲ محصولات و ایجاد مدل‌های عملیاتی جدید را فراهم می‌کند. با این حال، چهارمین انقلاب صنعتی تنها در مورد ماشین آلات و سیستم‌های هوشمند و متصل (به اینترنت) نیست و دامنه آن بسیار گسترده‌تر است. وقوع همزمان پیشرفت‌های بیشتر در زمینه‌هایی مثل توالی ژن تا فناوری نانو، انرژی‌های تجدیدپذیر تا محاسبات کوانتومی. تلفیق این فناوری‌ها و تعامل آن‌ها در زمینه‌های فیزیکی، دیجیتالی و بیولوژیکی است که چهارمین انقلاب صنعتی را اساسا با انقلاب قبلی متفاوت می‌سازد. در بازه زمانی وقوع این انقلاب، فناوری‌های نوظهور و نوآوری‌های وسیع، بسیار سریع‌تر و گسترده‌تر از قبل، گسترش می‌یابند. ۱۷ درصد از مردم جهان تاکنون، در حال تجربه دومین انقلاب صنعتی هستند؛ زیرا نزدیک به ۱٫۳ میلیارد نفر هنوز به برق دسترسی ندارند. این قضیه در سومین انقلاب صنعتی نیز صدق می‌کند یعنی بیش از نیمی از جمعیت جهان، حدود ۴ میلیارد نفر در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند و اینترنت ندارند [۳۶].

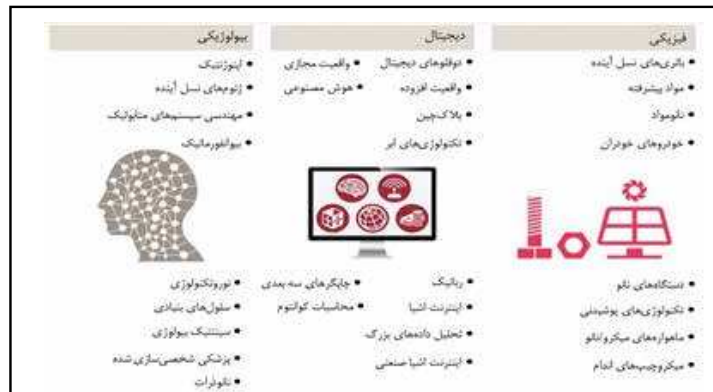
مفهوم ارتباطات در انقلاب صنعتی چهارم، فراتر از کارخانه‌های تولیدی است. این ارتباطات، مشتریان، شرکای تجاری و فرایندها را در پلتفرمی مبتنی بر «ابر»^۳ ادغام می‌کند. همچنین فناوری‌های جدید در تولید با مقیاس بالا، صنعت را قادر به واکنش سریع به نیازهای منحصر به فرد بازار می‌نماید. علاوه بر این، با استفاده از چاپگرهای سه بعدی می‌توان حجم بالایی از تولید را فراهم کرد در طول این دوره، تولید انبوه که زمانی به آسیا سپرده شد، به فرم «کارخانه سرعت»^۴ به عنوان تولید سفارشی خودکار، می‌تواند به اروپا برگردد [۳۴].

1. Klaus Schwab

2. made-to-order

3. Cloud

4. Speed factory سفارش گرفتن تقاضای مشتری و تولید و تحویل سریع توسط فناوری

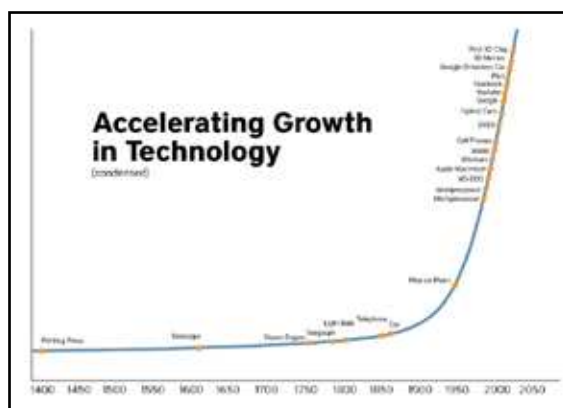


شکل ۱-۵. دسته بندی تکنولوژی های انقلاب صنعتی چهارم با چشم اندازی نوآورانه

حاضر کاربردهایی برای مواد هوشمند خودشوینده و خود ترمیم کننده وجود دارد. فلزات دارای حافظه، به شکل اولیه خود برمی گردند. سرامیک و کریستال هایی که فشار را به انرژی تبدیل می کنند، نانومواد پیشرفته مانند گرافین که حدود ۲۰۰ برابر قویتر از فولاد است و یک میلیون بار نازک تر از موی انسان بوده و یک انتقال دهنده موثر گرما و برق است. هنگامی که گرافین^۵ مزیت رقابتی پیدا کند، می تواند به طور قابل ملاحظه ای ساختار صنایع و زیرساخت ها را مختل کند. همچنین می تواند به شدت بر کشورهایی که وابسته به یک کالای خاص هستند، تأثیر بگذارد. کشف اخیر نوع جدیدی از پلیمرهای قابل بازیافت به نام پلی هگزا هیدروتريازین^۶ گام مهمی در راستای اقتصاد چرخشی است. پیشرفت کندتر خواهد شد، سریعتر خواهد شد.

در نمودار ۱-۵، می توان دریافت، پیشرفت های زیادی در ۵۰ سال گذشته رخ داده است. زندگی ما بسیار بهبود یافته است و این بهبود با سرعت بیشتری ادامه خواهد یافت [۶۸].

نمودار ۱-۵. رشد سریع تکنولوژی تا افق ۲۰۵۰ [۹۴]



در ادامه ی این گزارش مهمترین پیشران های کلان روند تکنولوژی و انقلاب صنعتی چهارم شرح داده می شود.

محاسبات ابری، ربات های هوشمند، اتومبیل های خودران، ویرایش ژنتیکی^۱، همگی شواهد تغییرات انقلابی در اطراف ما هستند.

۲-۵) پیشران های تکنولوژیکی انقلاب صنعتی چهارم

کلاس شواب پیشران های انقلاب صنعتی چهارم را به سه دسته تقسیم می کند: فیزیکی، دیجیتال و بیولوژیکی. او معتقد است هر سه عامل به هم مرتبط هستند و بر یکدیگر اثر دارند. در شکل ۱-۵، این دسته بندی و عوامل آن نشان داده شده است.

پیشران فیزیکی به عنوان اولین دسته از پیشران های فیزیکی انقلاب صنعتی چهارم دارای چهار نشانه از فناوری های پیشرفته است که به دلیل ماهیت ملموس آنها، به سادگی قابل تشخیص هستند. این چهار نشانه عبارتند از: ۱. وسایل نقلیه خودران؛ ۲. چاپ سه بعدی؛ ۳. رباتیک پیشرفته؛ ۴. مواد جدید. اکنون بسیاری از وسایل نقلیه خودران مانند کامیون، هواپیماهای بدون سرنشین و قایق ها وجود دارند. به کمک سنسورها و پیشرفت های هوش مصنوعی، قابلیت های تمام این دستگاه های خودران به سرعت در حال افزایش است. چاپ سه بعدی در واقع تولید اشیا فیزیکی با چاپ لایه به لایه از روی یک طراحی سه بعدی یا یک مدل سه بعدی است. محققان اکنون بر روی چاپ ۴ بعدی تحقیق می کنند، فرآیندی که نسل جدیدی از محصولات خودتغییر دهنده را قادر می سازد که بتوانند به تغییرات محیطی مانند گرما و رطوبت واکنش نشان دهند. امروزه، ربات ها به طور چشمگیری در تمام بخش ها و برای طیف وسیعی از وظایف از کشاورزی تا پرستاری استفاده می شوند. پیشرفت در سنسورها، ربات ها را قادر می سازد تا محیط زیست خود را درک و به آن واکنش نشان دهند. مواد جدید با ویژگی هایی که چند سال پیش غیر قابل تصور به نظر می رسید، به بازار عرضه می شوند. آنها سبک تر، قوی تر، قابل بازیافت و سازگارتر هستند. در حال

1. Genetic Editing
2. 3D Printing
3. Advanced Robotics
4. New Materials
5. Graphene
6. PHTs

۵-۳) دیجیتالی شدن

متحد، استفاده از وسایل نقلیه خودران باعث صرفه جویی در حدود ۵۰ میلیارد ساعت در سال می‌گردد [۵]. شکل ۵-۲ سه پیشران مهم دیجیتالی شدن را نشان می‌دهد. توسعه قدرت محاسباتی، رشد داده‌ها و رشد ارتباطات بین وسایل، سه پیشران مهم دیجیتالی شدن هستند [۷].

۱-۳-۵) تحول دیجیتال نیاز به ابر دارد

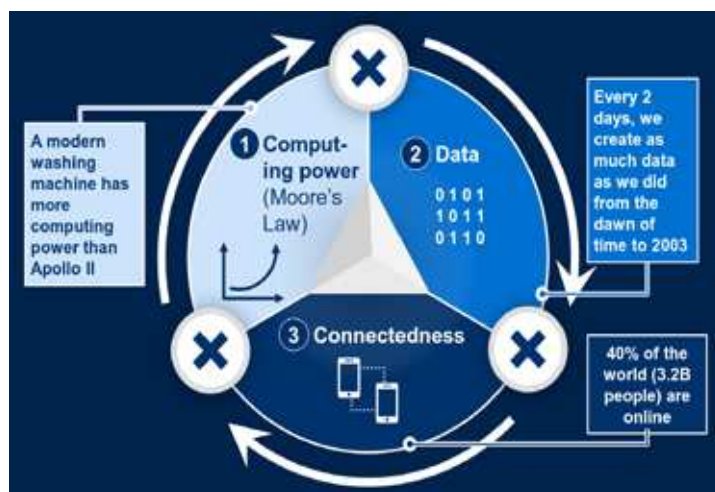
ابر مقوله‌ای است که امکان دسترسی به سرعت بالای مورد نیاز در این عصر دیجیتالی شدن را فراهم می‌آورد. ابر خدمات را سریع‌تر، انعطاف پذیرتر و ایمن‌تر می‌کند. سوال دیگر این نیست که آیا ابرها باید در استراتژی شرکت قرار بگیرند یا نه، بلکه سوال در مورد شکل و دامنه آن است. ارائه دهندگان فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، شرکای آشکار در اینجا هستند، زیرا محاسبات ابری (رایانش ابری) نیاز به بنیادهای تکنولوژیکی و مشاوره تخصصی دارد. یکی از اجزای مهم این شبکه یک پهنای باند قوی برای خطوط ثابت و ارتباطات تلفن همراه است. در نهایت، هر شرکت دارای الزامات مختلف و اهداف متفاوت است که باید به‌طور مداوم با شرایط بازار سازگار شود. یک شریک ICT به همین ترتیب یک "معمار آینده دیجیتال" شرکت است.

۲-۳-۵) داده‌های بزرگ

داده‌های بزرگ معمولاً به مجموعه‌ای از داده‌ها اطلاق می‌شود که اندازه آن‌ها فراتر از حدی است که با نرم افزارهای معمول بتوان آن‌ها را در یک زمان معقول اخذ، تدقیق، مدیریت و پردازش کرد [۴۳]. داده‌های بزرگ طبیعت پیچیده‌ای دارند که نیازمند تکنولوژی‌های قدرتمند و الگوریتم‌های پیشرفته هستند. بنابراین ابزارهای

دیجیتال یکی از بزرگترین پیشران‌های فن‌آوری قرن بوده است که بخشی جدایی ناپذیر از ابتکارات مربوط به جابه‌جایی است. محصولات و خدماتی که در هنگام مسافرت می‌توان از آن بهره برد از جمله تجارت الکترونیک در خودرو و برنامه‌های کاربردی رسانه‌های اجتماعی، نمونه‌ای از نقش بزرگ این تکنولوژی در تجربه کلی مشتری است. دیجیتال همچنین به بهبود زنجیره‌های تامین که یک موضوع کلیدی از انقلاب صنعتی چهارم است، کمک می‌کند. البته با افزایش مشارکت در ارائه خدمات و محصولات که اغلب با پیچیدگی‌های بیشتری لایه بندی می‌شوند، خطر تهدید امنیت سایبری بسیار مشخص و قابل درک خواهد شد. در تجارت الکترونیک و برنامه‌های کاربردی دیگر که نیاز به پرداخت یا سایر اطلاعات حساس دارند، بلاکچین به عنوان یک اقدام ایمنی کلیدی است که در تعداد زیادی از حوزه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تثبیت بیشتر و یا همکاری سیستم‌های دیجیتال گامی دیگر در جهت این اقدام است. همکاری با یکدیگر و پیدا کردن ارتباطات نشان‌دهنده یک رویکرد منطقی برای کاهش خطر است. با این حال، همیشه هکرها در حال تکامل هستند و مبارزه ادامه دارد [۳۹].

دیجیتالی سازی پیشرفت‌های گسترده‌ای در بهره‌وری ایجاد می‌کند. تجزیه و تحلیل داده‌ها، بهینه‌سازی برنامه‌ریزی‌ها، تعمیرات نگهداری پیش‌نگر، خرابی و از کار افتادگی‌ها را کاهش و سرعت را افزایش می‌دهد. گزارش‌ها نشان می‌دهد در سال ۲۰۱۵، شهرهای هوشمند از ۱٫۱ میلیارد دستگاه‌های متصل به هم استفاده می‌کردند. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۰، این میزان تا ۹٫۷ میلیارد افزایش یابد. همچنین در ایالات

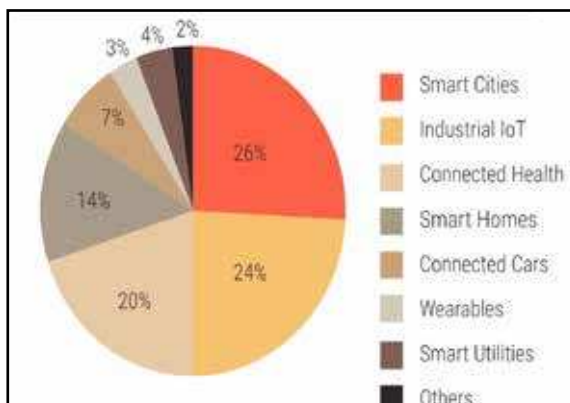


شکل ۵-۲. پیشران‌های مهم دیجیتالی شدن.

سیستم‌های نظارتی مشابه برای ردیابی افراد نیز اعمال خواهند شد.

رشد اتصال جهانی به طور عمده توسط دستگاه‌های اینترنت اشیا هم از جانب مصرف‌کننده (مثلاً خانه هوشمند) و هم از سمت شرکت‌ها (B2B) (به عنوان مثال، ماشین‌های متصل به هم) هدایت می‌شود. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۰، تعداد دستگاه‌های IOT که فعال هستند تا ۱۰ میلیارد و تا سال ۲۰۲۵ به ۲۲ میلیارد افزایش یابد. این تعداد از دستگاه‌های IOT شامل تمام اتصالات فعال است و دستگاه‌هایی که در گذشته خریداری شده اما مورد استفاده قرار نگرفته‌اند را در بر نمی‌گیرد [۷۱].

سه کشور ایالات متحده آمریکا (۲۲ درصد)، چین (۱۹ درصد) و ژاپن در (۶ درصد)، در رقابت برای به دست آوردن سهم بازار جهانی اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۵ هستند. با وجود این که اینترنت اشیا، فرصت قابل توجهی برای اندازه‌گیری و دسترسی به بازارهای بزرگ فراهم می‌کند، نبود امنیت در شبکه می‌تواند مانعی بزرگ برای رسیدن به این هدف باشد. با افزایش تعداد دستگاه‌ها و سنسورهای اینترنت اشیا، اهمیت داده‌ها و امنیت شبکه نیز افزایش می‌یابد. سهم بازار جهانی اینترنت اشیا شامل: شهرهای هوشمند (۲۶ درصد)؛ اینترنت اشیا صنعتی (۲۴ درصد)؛ سلامت (۲۰ درصد)؛ خانه‌های هوشمند (۱۴ درصد)، ماشین‌های متصل (۷ درصد)؛ خدمات هوشمند (۴ درصد)؛ فناوری‌های پوشیدنی (۳ درصد) می‌شود [۵۱].



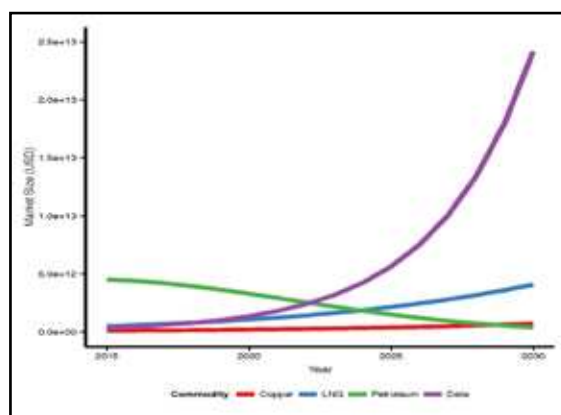
نمودار ۳-۵. بازار جهانی اینترنت اشیا در بخش‌های مختلف [۵۱].

کاربرد اینترنت اشیا در صنعت را اینترنت اشیا صنعتی می‌نامند. پیش‌بینی می‌شود که بازار اینترنت اشیا صنعتی در سال ۲۰۲۰ به ۱۱۰ تریلیون دلار برسد. همچنین پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که اینترنت اشیا صنعتی تا سال ۲۰۳۰ می‌تواند تا ۱۴/۲ تریلیون دلار اقتصاد جهانی را رشد دهد.

کسب‌وکار سنتی دیگر کارآمدی لازم را در مواجهه با داده‌های بزرگ ندارند. اکثر دانشمندان و محققان داده‌های بزرگ را با سه ویژگی اصلی (به نام ۳Vs)، حجم^۱ داده، تنوع^۲ داده و سرعت داده^۳، تعریف می‌کنند.

امروزه داده‌های بزرگ مترادف با هوش تجاری، تجزیه و تحلیل تجاری و داده‌کاوی است، به نحوی که هوش تجاری را از گزارش‌دهی و پشتیبانی تصمیم به پیش‌بینی و اقدام بعد تصمیم‌گیری، تغییر داده است [۶۹].

تا سال ۲۰۲۵، تقریباً ۲۰ درصد از داده‌ها در دیتاسفر^۴ (فضای داده) جهانی برای زندگی روزمره ما حیاتی بوده و تقریباً ۱۰ درصد از آن‌ها بیش از حد حیاتی و مهم خواهند بود.



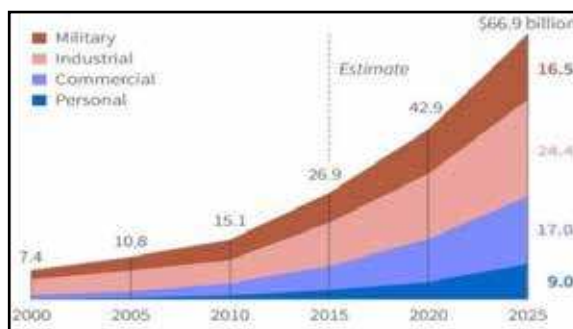
نمودار ۲-۵. مقایسه رشد بازار داده در برابر نفت، گاز مایع و مس براساس تریلیون دلار تا افق ۲۰۳۰ [۷۰].

۳-۳-۵ اینترنت اشیا

یکی از پل‌های اصلی بین کاربردهای فیزیکی و دیجیتالی امکان پذیر شده توسط انقلاب صنعتی چهارم، اینترنت اشیا است که گاهی اوقات «اینترنت همه چیز» نامیده می‌شود. در ساده‌ترین شکل، می‌توان آن را به عنوان یک رابط بین اشیا (محصولات، خدمات، مکان‌ها و غیره) و افراد و سیستم عامل‌های مختلف توصیف کرد. سنسورها و ابزارهای متعدد دیگری برای اتصال اشیا در دنیای فیزیکی به شبکه‌های مجازی با سرعت چشمگیری رو به رشد هستند. سنسورهای کوچک، ارزان و دقیق در خانه‌ها، لباس‌ها و لوازم جانبی، شهرها، شبکه‌های حمل‌ونقل و انرژی و همچنین فرآیندهای تولید نصب می‌شوند. امروزه میلیاردها دستگاه در سراسر جهان مانند تلفن‌های هوشمند و رایانه‌های متصل به اینترنت وجود دارد. نظارت از راه دور را در نظر بگیرید؛ یکی از کاربردهای وسیع اینترنت اشیا این است که هر بسته یا محفظه‌ای می‌تواند به یک برجسب شناسه^۵ مجهز شود که به شرکت یا مشتریان امکان می‌دهد تا از طریق زنجیره تامین بر مسیری که بسته در آن حرکت می‌کند، در لحظه نظارت کنند. در آینده نزدیک،

۴-۳-۵) رباتیک

از منظر صنعتی، رباتیک، انجام خودکار هر کاری است که قبلاً وظیفه انسان بوده است که باعث صرفه جویی چشمگیری در هزینه‌ها و منابع می‌شود [۳۴].



نمودار ۴-۵. انتظار می‌رود، هزینه‌های جهانی در زمینه رباتیک در بخش‌های مختلف تا سال ۲۰۲۵ به ۶۷ میلیارد دلار برسد [۷۵].

۵-۳-۵) پهبادهای

سرمایه‌گذاران حوزه‌ی پهباد، از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های خصوصی کوچک گرفته تا شرکت‌های بزرگ متمرکز در زمینه‌های دفاعی و سازه‌های صنعتی، در حال سرمایه‌گذاری گسترده در به‌کارگیری پهبادهای در زمینه‌های کاربردی متنوع نظیر کشاورزی، مدیریت زمین، انرژی، ساخت و ساز و ... هستند. سرمایه‌گذاری در زمینه پهباد که در سال ۲۰۱۵ بیش از ۸ میلیارد دلار بوده تا سال ۲۰۲۱ به ۱۲ میلیارد دلار خواهد رسید. فن‌آوری‌هایی مانند تکنولوژی تعیین محدوده‌ی جغرافیایی^۳ و تکنولوژی جلوگیری از برخورد، به کمک پهبادهای خواهند آمد و کاربری آن‌ها را ایمن‌تر و آسان‌تر خواهند کرد. با توجه به احتمال افزایش قیمت‌ها در زمینه حمل‌ونقل و همچنین ورود فن‌آوری‌های جدید که کاربرد پهبادهای را آسان‌تر خواهد کرد؛ حمل‌ونقل کالا توسط پهبادهای تجاری در طی پنج سال آینده بیش از چهار برابر رشد خواهد داشت. سرمایه‌گذاری بخش نظامی در طول دوره پیش‌بینی این گزارش با توجه به هزینه بالای تولید پهبادهای نظامی و افزایش روز افزون کشورهایی که به دنبال خرید آن‌ها هستند، افزایش خواهد یافت [۴۴].

براساس گزارش اخیر ترکتیکا^۱، تا پایان دهه آینده، درآمد سالانه از خدمات فعال شده با پهبادهای بیشتر از دو برابر درآمد حاصل از فروش قطعات سخت‌افزاری پهبادهای تجاری خواهد بود. بزرگترین سرویس‌های خدماتی شامل فیلمبرداری و سرگرمی، نقشه‌برداری، ارزیابی هوایی و تحقیق است، اما فرصت‌های کوچک‌تر برای خدمات پهبادهای نیز شامل کمک‌رسانی در فجایع، سیستم‌های هشدار دهنده زود هنگام، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، نظارت بر محیط زیست و تحویل بسته‌ها است [۷۲].

تقریباً از چهار دهه پیش، ربات‌های صنعتی تحولی در تولید ایجاد کردند. آن‌ها با بازوهای مکانیکی قابل برنامه‌ریزی، وظایفی مانند جوشکاری، نقاشی و بلند کردن و قرار دادن اشیاء را انجام دادند. ربات‌های امروزی کارکردهای بیشتری دارند و در ساخت ماشین‌ها، خنثی کردن مین‌های زمینی، عمل جراحی و تمیزکاری به‌کار می‌روند. گروه مشاوره بوستون داینامیک برآورد کرده است که در مقایسه با تنها ۱۱ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۵، بیش از ۶۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۵ در بخش رباتیک در سراسر جهان صرف می‌شود. اما اتوماسیون خود در حال تغییر است و متخصصان بر این باورند که گام بعدی اتوماسیون، معرفی سیستم‌های مستقل خواهد بود. این به این معنی است که در آینده نه چندان دور، ربات‌ها دیگر نیازی به برنامه‌نویسی خسته‌کننده ندارند. با استفاده از چشم‌انداز ماشین، سنسور حرکت، تشخیص تصویر و صدا و نرم‌افزار پیشرفته جدید، قادر به پردازش کار به‌طور بسیار هوشمند هستند، از جمله تعامل و یادگیری مداوم از محیط خود و به‌ویژه از مردم [۶۵]. استفاده از ربات‌ها در طی سال‌های اخیر رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. در حال حاضر تاکید بر روی ربات‌های همکار^۱ قرار گرفته که دست در دست انسان‌ها در راستای یک هدف مشترک کار می‌کنند. برخی از کوبوت‌ها فقط بازوهای مکانیکی هستند که می‌توانند برای انجام کارهایی مانند جوشکاری یا اتصالات الکترونیکی استفاده شوند؛ بقیه ماشین‌های بزرگتری هستند که می‌توانند اجسام سنگین را حمل کنند و یا حتی غذا بپزند. مطالعه اخیر توسط MIT^۲ نشان داد که یک ربات که

1. Cobot
2. Small and medium-sized enterprises
3. geo-fencing
4. Tractica

۲۰۳۰، فروش نرم‌افزارهای خودران به ۲۰ میلیارد دلار و فروش سخت‌افزارها به ۴۰ میلیارد دلار خواهد رسید [۶۵].

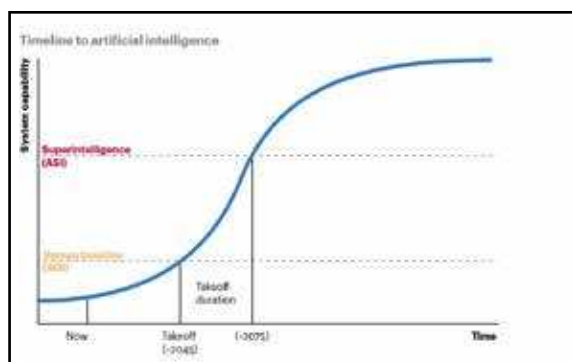
۵-۳-۷) هوش مصنوعی

بعد از فراگیری موبایل، اکنون هوش مصنوعی مطرح است و هیچ موضوعی توجه مدیران شرکت‌های فناوری را به اندازه هوش مصنوعی به خود جلب نمی‌کند. البته مردم در این مورد نظرات گسترده و متفاوتی دارند، از اینکه این یک نفرین است، یا یک موهبت و یا هردوی آن‌ها.

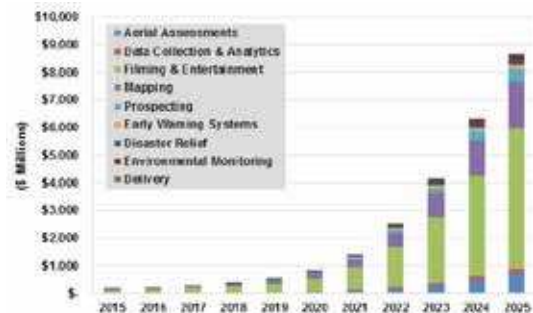
حامیان این فناوری، هوش مصنوعی را به عنوان آخرین اختراع بشر در نظر می‌گیرند که مسائل موجود قرن بیست و یکم را حل خواهد کرد و رفاه همه جانبه را به همراه خواهد داشت. منتقدان، با این حال، از جعبه پاندورایی هراس دارند که بعد از باز شدن دیگر نمی‌تواند بسته شود و توسعه غیر قابل جلوگیری آن، نژاد انسان را تهدید می‌کند. این آبر هوش مصنوعی و قادر مطلق هنوز چند سال دورتر است و تا آن زمان می‌توانیم دستاوردهای به اصطلاح «ضعیف» هوش مصنوعی را از هم‌اکنون مشاهده کنیم [۴۰].

۵-۳-۷-۱) آینده هوش مصنوعی

نیک بوستروم^۱ فیلسوف سوئدی، از جمله افرادی است که در زمینه ریسک‌های آبر هوش مصنوعی فعالیت می‌کند. او در کتاب خود با عنوان، ابر هوش مصنوعی: راه‌ها، خطرات و استراتژی‌ها در سال ۲۰۱۴، توضیح می‌دهد که با توجه به بهره‌برداری‌های امروزی از هوش مصنوعی، انتظار می‌رود تا قبل از سال ۲۰۵۰ هوش عمومی مصنوعی^۲ به سطح هوش انسانی برسد. اما بعد از آن هوش مصنوعی بیش از هوش انسانی ما رشد می‌کند و ابر هوش مصنوعی^۳ به آن اطلاق می‌شود. در این نقطه عطف ممکن است ماشین‌ها و گروه‌های دیگری خواهان اهداف برتر باشند و انتظار می‌رود این امر در حدود سال ۲۰۷۵ اتفاق افتد (نمودار ۵-۹)، [۷۶].



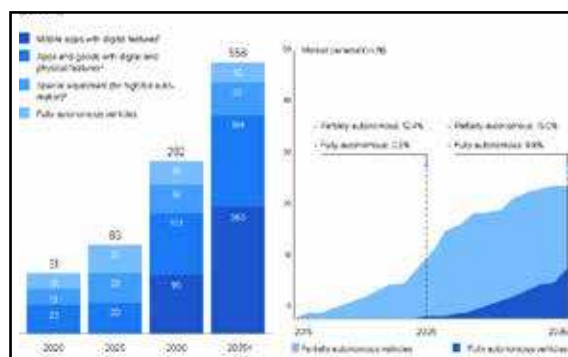
نمودار ۵-۷. امکان توسعه ابر هوش مصنوعی در قرن بیست و یکم [۷۶].



نمودار ۵-۵. افزایش استفاده از پهپادها در خدمات گوناگون تا افق ۲۰۲۵ [۷۲].

۵-۳-۶) خودروهای خودران

انتظار می‌رود که خودروهای خودران و بازار تکنولوژی‌های پشتیبان آن در دهه‌های آینده رشد چشمگیری داشته باشد. در حال حاضر، بازیگران اصلی بسیاری در توسعه خودروهای نیمه خودران و کاملاً خودران نقش دارند. از دهه ۱۹۸۰ شرکت‌های زیادی در مورد نمونه‌های اولیه مختلف این خودروها کار می‌کردند تا خودروی خودران را به واقعیت تبدیل کنند. براساس یک مطالعه انجام شده توسط AT Kearney و گروه مشاوره بوستون، انتظار می‌رود بازار خودروهای خودران در پایان سال ۲۰۲۵، ۸۵ میلیارد دلار باشد و تا سال ۲۰۳۵ به ۵۵۰ میلیارد دلار برسد. در حال حاضر نمونه‌های اولیه در مراکز تحقیق و توسعه شرکت‌های مختلف خودرو و دانشگاه‌ها مورد آزمایش قرار می‌گیرند و پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که وسایل نقلیه خودران تا سال ۲۰۲۰ راه اندازی شوند [۷۳].



نمودار ۵-۶. تقاضای بازار جهانی برای خودروهای خودران تا ۲۰۳۵ [۷۳].

علاوه بر این، گزارش مجمع جهانی اقتصاد از افزایش فروش خودروهای کاملاً خودران تا سال ۲۰۳۵ خبر می‌دهد و پیش‌بینی آن در مورد آغاز ورود خودروهای کاملاً خودران به بازار از سال ۲۰۲۵ است.

با فراگیری سیستم‌های خودران و مستقل تغییرات بزرگی در صنعت و ربات‌های صنعتی به وجود می‌آید. تا سال

1. Nick Bostrom
2. Artificial General Intelligence - AGI
3. Artificial SuperIntelligence - ASI

۵-۳-۸) چاپگرهای سه بعدی

چاپ سه بعدی یا تولید افزودنی^۱ (AM) فرآیند ساخت اشیاء سه بعدی است که تمام اطلاعات مربوط به آن را از مدل های جامد سه بعدی دریافت می کند. در واقع یک فرآیند افزایشی است که با قرار دادن لایه های متوالی ماده تا زمانی که کل شی ایجاد شود، ادامه دارد. هر یک از این لایه ها را می توان به عنوان یک برش نازک از مقطع افقی شی نهایی مشاهده کرد [۶۴].

چاپ سه بعدی، محدودیت های روش های تولید متعارف را برطرف می کند و آزادی تقریباً بدون محدودیت را در فرایندهای مربوط به طراحی صنعتی به ارمغان می آورد. چاپ سه بعدی در سال های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است؛ زیرا تقریباً ساختن هر نوع وسیله یا محصول را به شیوه ای ارزان فراهم می کند. برای مدتی، چاپ سه بعدی محدود به تولید پلاستیک بود، به صورت چاپ لایه به لایه. با این حال، تکنولوژی پیشرفت زیادی کرده است طوری که شرکت های زیادی قادر به چاپ سه بعدی فلز، بتن و مواد دیگر برای برنامه های کاربردی مانند قطعات جایگزین خودرو، بال هواپیما، پل های بتنی و بخش مصنوعی هستند. حتی مزارع چاپگرهای سه بعدی^۲ وجود دارند که شب و روز در حال انجام کاراند و با نیروهای انسانی در ارتباط هستند [۴۲].

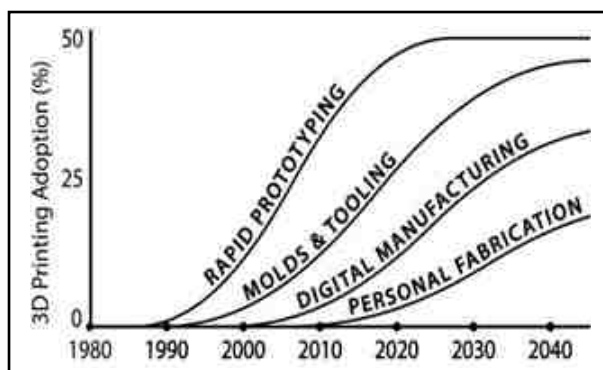
صنعت چاپ سه بعدی در حال حاضر چهار بخش کاملاً متمایز از بازار را در اختیار دارد که همه آنها در مراحل مختلف بلوغ هستند. همان طور که در نمودار ۵-۸، نشان داده شده است، بالغ ترین بازار برای چاپ سه بعدی شامل تولید نمونه های اولیه^۳ است که از سال ۱۹۸۰ آغاز شده است. بخش بعدی که از سال ۱۹۹۰ آغاز شده و به سرعت در حال رشد است، استفاده از چاپگرهای سه بعدی برای ساخت قالب ها^۴ و سایر ابزارهایی است که از محصولات نهایی ساخته می شود. از سال ۲۰۰۰، آغاز تولید دیجیتال مستقیم^۵ را مشاهده می کنیم که به عبارت دیگر استفاده از چاپگرهای سه بعدی برای تولید محصولات نهایی یا قطعات آن است. در

نهایت از سال ۲۰۱۰، بازار بسیار جدیدی برای تولید شخصی^۶ داریم [۶۳].

یکی از تأثیرات چاپگرهای سه بعدی بر واحدهای تدارکات و پشتیبانی در آینده است. موجودی صفر^۷ از جمله مزایای استفاده از تولید افزودنی می باشد. برای بررسی این ادعا، می توان در مورد هزینه ها و مدت زمانی که برای یک پروانه پلاستیکی بایستی صرف شود تا از نیویورک به روتردام در هلند برسد، صحبت کرد. در صورتی که حمل با کشتی صورت گیرد ۱۲ روز و با هواپیما یک شب زمان خواهد برد. در حالی که با استفاده از یک چاپگر سه بعدی می توان ظرف شش ساعت بدون هیچ گونه زمان و هزینه حمل و نقلی آن را تولید نمود. بنابراین با استفاده از تولید در محل می توان از مزایایی همچون مقرون به صرفه بودن، تولید موازی، مقیاس پذیری و افزونگی بهره برد [۷۷].

۹-۳-۵) همزاد (دوقلوی) دیجیتال^۸

همزاد دیجیتال به معادل کامپیوتری یک شی فیزیکی اشاره می کند که می توان از آن برای مقاصد مختلف استفاده کرد. در این مفهوم، از داده های حاصل از حسگرهای نصب شده بر روی جسم استفاده می شود تا وضعیت جسم به صورت بلادرنگ در همزاد دیجیتال انعکاس یابد. همزاد دیجیتال علاوه بر شکل، از نظر موقعیت، وضعیت و حرکت هم، به جسم اصلی شبیه است. یک نمونه از این مفهوم، استفاده از مدل سازی سه بعدی برای اشیاء فیزیکی است. حسگرها داده های جسم را جمع آوری کرده و آن را از طریق اینترنت اشیاء به نرم افزار شبیه سازی سه بعدی می دهند. این مفهوم به نوعی واقعیت افزوده هم محسوب می شود. از همزاد دیجیتال می توان برای تعمیر و نگهداری هوشمند استفاده کرد و بهره وری را بهبود بخشید. شرکت زیمنس از این واژه برای توصیف مجموعه ای وسیعی از داده های مرتبط با یک محصول استفاده می کند. برای این شرکت، همزاد دیجیتال شامل داده های مربوط به طراحی، تولید، نوع مواد، شبیه سازی،



نمودار ۵-۸. منحنی های فراگیری چاپگرهای سه بعدی در چهار بخش بندی بازار

1. Additive Manufacturing
2. 3D Farms
3. rapid prototyping
4. molds and tooling

5. Direct Digital Manufacturing (DDM)
6. Personal Fabrication
7. Zero Inventory
8. Digital Twin

نوظهور در دهه گذشته است و افق های خود را در بسیاری از بخش ها گسترش داده است. اعطای وام های دیجیتال، پرداخت ها، بلاکچین و مدیریت تراکنش های دیجیتال، نمونه هایی از این موارد است [۷۹].

۵-۳-۱۰) بلاکچین و کاربرد آن در آینده

بلاک چین به عنوان نظم-آشوب صنعت خدمات مالی، یک پایگاه داده توزیع شده است که به عنوان یک دفتر اطلاعاتی توزیع شده، شناخته می شود و می تواند معاملات شفاف تر و مطمئن تر ایجاد کند. بلاک چین از چندین بلاک تشکیل شده که هر کدام مجموعه ای از تراکنش ها را در خود نگهداری می کند که به صورت رمزنگاری شده به بلاک دیگر متصل می شود. همه اینها با هم یک دفتر کل را شکل می دهند. در زمینه های بیشتر، هر بلاک به عنوان یک «رکورد» در این پایگاه داده شناخته می شود. بلاک چین را یک پایگاه داده به اشتراک گذاشته شده نیز می نامند. هر چیزی که به این پایگاه داده اضافه شود، یک رکورد جدید است.

بلاک چین در دوران شروع خود خیلی زود در حال پیشرفت است. اکثر پروژه های بزرگ بلاک چین هنوز منتشر نشده است. پیش بینی می شود که فناوری های مبتنی بر مفهوم بلاک چین یک بخش از اینترنت را که شما در ۱۰ تا ۱۵ سال آینده استفاده می کنید، پایه گذاری کنند؛ اما مانند اینترنت امروز، درک کردن این که چگونه اینترنت فعال شده با بلاک چین کار می کند، سخت تر می شود.

متخصصین حوزه بلاکچین پیش بینی کرده اند که با گسترش این فناوری مواردی همچون موسیقی، ذخیره فایل ها، انرژی، پرونده های مشترک بیماران در زمینه مراقبت های بهداشتی، مدیریت موجودی، مدیریت زنجیره تامین و دموکراسی می توانند در آینده دگرگون شوند [۸۰]. بیشترین سرمایه گذاری ها تا سه سال آینده در این حوزه مربوط به بازارهای سرمایه، شرکت های مدیریت دارایی، بانک های تجاری، شرکت های صنعت هتلداری و گردشگری است. بیشترین تمرکز این سرمایه گذاران نیز بر تجربه مشتری در جهت ایجاد ابتکارات دیجیتال برای این شرکت ها در سه سال آینده خواهد بود. انتظار می رود فناوری بلاکچین بتواند در کاهش ریسک، تقلب و هزینه تراکنش ها در معاملات و نگهداری اسناد (رکوردها) تاثیر بسزایی ایجاد نماید، اگرچه در حال حاضر داده های کافی برای اثبات این ادعا در دسترس نیست [۸۱].

شرکت های فناوری بلاکچین می توانند مجموع درآمد ۶ میلیارد دلاری را تا سال ۲۰۲۰ و ۲۰ میلیارد دلاری را تا سال ۲۰۳۰ تجربه کنند. این ارقام بر مبنای تاثیر

واقعیت افزوده، نتایج تست های فنی، هزینه قطعات و حتی بازخورد مشتری از محصول می شود. یعنی همزاد دیجیتال تمامی داده های مرتبط با محصول در کل زنجیره تامین را با خود به همراه دارد. در این رویکرد، مفهوم دوقلوی دیجیتال، بعد زمانی هم می یابد و کل تاریخچه محصول را در خود ثبت می کند. حتی می توان نحوه استفاده از محصول را هم در آن گنجانند. همانند چهارمین انقلاب صنعتی و اینترنت اشیا، همزاد دیجیتال هم مجموعه ای از فناوری های موجود است که در کنار هم قرار داده شده اند [۳۵].

۱۰-۳-۵) فین تک های جدید و زیرساخت های مالی

بررسی دوره زمانی پیشرفت های فین تک طی ۶۵ سال گذشته تصویری از ادامه نوآوری و تکامل را به تصویر می کشد. سال ۱۹۵۱، کارت های اعتباری به جای حمل و نقل پول نقد به وجود آمدند. در ۱۹۶۱، دستگاه های خودپرداز جایگزین شعب و صندوقدار شعب شد. در ۱۹۷۱، تجارت الکترونیک سهام شروع شد. ۱۹۸۱، شاهد افزایش کامپیوترهای بزرگ و سامانه های اطلاعات و ذخیره سازی پیشرفته بود. در ۱۹۹۱، مدل های تجاری اینترنت و تجارت الکترونیکی رونق گرفت. در نتیجه، معرفی وبسایت های سهام کارگزاری آنلاین با هدف جذب سرمایه گذاران خرد، جایگزین مدل فروش بر مبنای خرده فروشی سهام به وسیله تلفن شد. تقریباً تمامی موسسات مالی جهان و بسیاری از شرکت های بزرگ در حال ورود به این حوزه هستند تا با حمایت از کسب و کارهای نوپا، راه ورود خود به بخش هایی نظیر تلفن های همراه، پردازش ابری، امنیت و رگولاتوری را تسهیل کنند. نرخ رشد شرکت های حوزه فین تک سالانه ۲۶ درصد بوده و در حال افزایش است و بنابر برآوردها تا سال ۲۰۱۸ پیش بینی می شود، ۸ میلیارد دلار سرمایه گذاری تنها از طریق بانک ها در این حوزه صورت پذیرد.

بزرگترین مزیت انقلاب فین تک این است که به هیچ واسطه ای در تکمیل تراکنش ها نیاز نیست. صادرکنندگان پردازشگرهای پرداخت، دیگر بخشی از روند مالی نیستند. این امر از این جهت مزیت محسوب می شود که بسیاری از شرکت ها به دلیل تاخیر ناشی از بانک ها، در جریان کاری خود با مشکل مواجه هستند. البته تغییرات ساختاری در بازار باعث بهبود روند انجام معاملات می شود. تا سال ۲۰۳۰، تمام شرکت ها پرداخت های غیر نقدی را اتخاذ خواهند کرد. داده های بزرگ منجر به استفاده از روش های پرداخت جایگزین می شود و بر محدودیت های بانکی سنتی غلبه می کند [۴۵]. به عبارت ساده، فین تک یک بخش خدمات مالی

اندازه آزادی داریم که در زندگی عادی خود با آن روبرو هستیم. موبایل و تبلت محبوب‌ترین رسانه‌های AR اکنون هستند که عناصر را به محیط واقعی اطراف ما اضافه می‌کنند. این امر با استفاده از دوربین دستگاه انجام می‌شود و نرم‌افزارها یک پوشش دیجیتالی را در محیط قرار می‌دهند. هدست سفرشی نیز استفاده می‌شود. متداول‌ترین مثال در حال حاضر مربوط به بازی پوکیمون گو^۵ است؛ جایی که شما می‌توانید از طریق دوربین خود به دنیا نگاه کنید و پوکیمون را در دنیای واقعی ببینید.

واقعیت مخلوط (MR)، گاهی اوقات به عنوان واقعیت ترکیبی شناخته می‌شود و ادغام دنیای واقعی و مجازی برای تولید محیط‌ها و تجسم‌های جدید است، جایی که اشیاء فیزیکی و دیجیتال در زمان واقعی وجود دارند و باهم در تعامل هستند. این بدان معنی است که تصاویر جدید در یک فضای واقعی قرار داده می‌شوند تا تصویر جدید بتواند تا حد زیادی با واقعیتی که در دنیای فیزیکی ما شناخته می‌شود، تعامل داشته باشد. ویژگی اصلی MR این است که محتوای مصنوعی و محتوای دنیای واقعی قادر به واکنش به یکدیگر در زمان واقعی هستند.

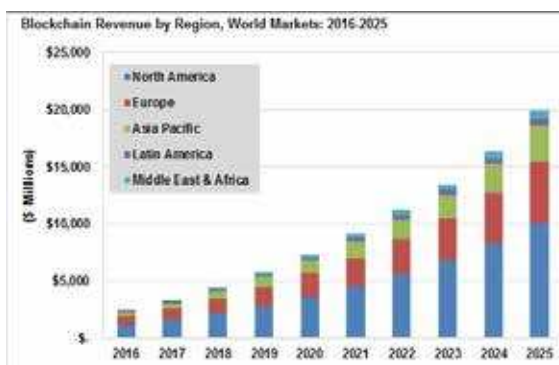
واقعیت بسط یافته (XR) یک اصطلاح جدید اضافه شده به فرهنگ لغات فنی است. XR به تمام محیط‌های ترکیبی واقعی و مجازی و تعاملات انسان و ماشین که توسط فناوری‌های کامپیوتری و پوشیدنی ایجاد شده است، اشاره دارد. همچنین این واقعیت شامل تمام اشکال توصیفی مانند واقعیت افزوده (AR)، واقعیت مجازی (VR) و واقعیت ترکیبی (MR) است. به عبارت دیگر، XR را می‌توان به مانند چتری تشبیه کرد که همه‌ی سه واقعیت (AR، VR، MR) را در زیر یک اصطلاح پوشش می‌دهد، و از سردرگمی کلی می‌کاهد [۹۱].

این محیط‌های خلاقانه مزایای زیادی برای صنعت به ارمغان می‌آورد. "تمونه‌سازی مجازی"^۶ به ما اجازه می‌دهد که زمان و هزینه تکرار در توسعه محصول را کوتاه کنیم و همچنین کیفیت محصول نهایی را بهبود بخشیم. همچنین واقعیت مجازی این قابلیت را داراست که کارگران را بدون درگیر شدن در خطرات مرتبط با شرایط کاری خطرناک و بسیار دشوار، به صورت تجربی آموزش دهد. ۲۲۷

امروزه، بیشتر سرمایه‌گذاران حوزه‌های واقعیت مجازی و افزوده بر توسعه فرهنگ دیجیتال، محصول، خدمات، نوآوری مدل کسب‌وکار و تجربه مشتری تمرکز دارند و از آن‌ها به عنوان ابتکاراتی برای تبدیل شدن این حوزه‌ها به یک جریان اصلی استفاده می‌کنند [۹۰].

انتظار می‌رود بازار جهانی این محیط خلاقانه‌ی واقعیت مجازی و افزوده تا سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۹/۲ میلیارد دلار افزایش پیدا کند [۸۴].

فناوری اسناد دیجیتال بر پرداخت‌ها است و بر اساس چهار حالت پرداخت که شامل، تجارت بین مرزی^۱، نقل و انتقال پول^۲، بازارهای سرمایه^۳ و بیمه نامه در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این، تحقیقات نرخ رشد مرکب سالانه برای بازارهای فناوری بلاکچین در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ را ۱۲/۶ درصد تخمین زده است [۸۲].



نمودار ۵-۹. بازار جهانی درخواست بلاک چین بر حسب منطقه از ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۵ [۸۳].

۱۱-۳-۵) واقعیت مجازی، افزوده، ترکیبی

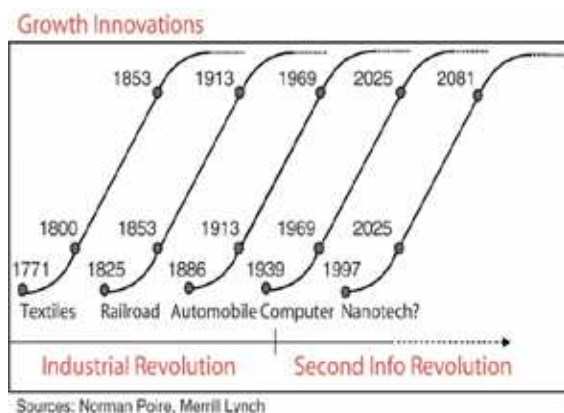
این واقعیت‌ها، فناوری‌هایی هستند که اساساً سبک زندگی ما را از نو تعریف خواهند کرد. اما این که واقعیت‌های نوظهور چه هستند و چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند، بسیار مهم است. در ابتدا باید توجه داشته باشیم که هر کدام از آن‌ها از بستری متفاوت می‌آیند و هدف متفاوتی را دنبال می‌کنند. با این وجود آن‌ها از برخی از فناوری‌های مشابه استفاده می‌کنند. به عنوان مثال اشیای سه بعدی و هوش مصنوعی برای همه آن‌ها بسیار مهم است.

واقعیت مجازی (VR) یک تجربه غوطه‌وری است که واقعیت شبیه‌سازی شده توسط کامپیوتر نیز نامیده می‌شود. تکنولوژی‌های کامپیوتری با استفاده از هدست‌های واقعیت به کار گرفته می‌شوند تا صداها، تصاویر و سایر احساسات واقع گرایانه را برای ایجاد یک جهان خیالی تولید کنند. این راهی برای غوطه‌وری کاربران در دنیای کاملاً مجازی است. یک محیط واقعی VR با تمام پنج حس (بویایی، شنوایی، بصری، چشایی و لامسه) درگیر خواهد شد، اما مهم است که بگوییم این همیشه امکان پذیر نیست.

واقعیت افزوده (AR) پدیده‌ای است که وقتی دنیای واقعی را گرفته و چیزی به آن اضافه می‌کنید، اتفاق می‌افتد. یک نمای زنده، مستقیم یا غیرمستقیم از یک محیط فیزیکی و واقعی در جهان است که عناصر آن توسط ورودی حسی کامپیوتری مانند صدا، ویدئو، گرافیک یا داده جی پی اس^۴ به این نما اضافه می‌شود. در واقع در AR به همان

1. Business Cross Border
2. Remittance
3. Capital Markets
4. GPS
5. Pokemon Go
6. Virtual prototyping

کمپیوتر و غیره، قابل توجه است [۶۷].



نمودار ۵-۱۰. رشد انقلابی نانوفناوری تا سال ۲۰۸۱

منطقه آسیا بزرگترین سهم بازار را (تقریباً ۳۴ درصد)، به دنبال آن آمریکای شمالی (حدود ۳۱ درصد) و اروپا (تقریباً ۳۰ درصد) تشکیل می‌دهند [۱۹].

۴-۳-۵) مراقبت‌های بهداشتی پیشرفته

پیشرفت تکنولوژی در سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی به سرعت در حال تغییر است و این تغییرات با روند افزایشی ادامه خواهند یافت تا در این زمینه خدماتی کارا تر، ارزان تر و قابل دسترس تر در سراسر جهان ایجاد کنند. این روند با تالبعی نمایی به گونه‌ای قابل مشاهده است که در سال ۱۹۹۹، دانشمندان پنج ماه و حدود ۳۰۰ میلیون دلار برای تولید پیش‌نویس اولیه یک توالی ژنوم انسان صرف کردند. هزینه تولید یک توالی ژنوم انسان در حال حاضر کمتر از ۱/۷۷۹ دلار آمریکا است و در نهایت می‌تواند به کمتر از ۱ دلار برسد [۸۶]. فناوری‌های پزشکی پیشرفته‌ای که در راستای این تغییرات تاثیر گذارند شامل، پزشکی راه دور، هوش مصنوعی، رباتیک، اینترنت اشیا و فناوری‌های پوشیدنی، چاپگرهای سه بعدی، واقعیت مجازی و افزوده و بلاکچین هستند و قابلیت آن را دارند تا سیستم‌ها و فرایندهای مراقبت‌های بهداشتی آینده را دگرگون سازند [۸۷].



نمودار ۵-۱۱. بازار جهانی فناوری‌های هوشمند بهداشت و درمان، براساس محصول [۸۸].

در حال حاضر بیشترین تقاضا برای فناوری‌های واقعیت‌های مجازی و افزوده از صنایع با اقتصاد خلاق - همانند بازی، رویدادهای زندگی، سرگرمی‌های ویدئویی و خرده فروشی - نشأت می‌گیرد. اما در آینده برنامه‌های کاربردی گسترده‌تری در صنایع مختلف همچون مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، نظامی و املاک به مرور زمان راه پیدا خواهد کرد [۸۵].

۳-۵) روندهای بیولوژیکی

نوآوری‌ها در قلمرو بیولوژیکی و به طور خاص ژنتیک چیزی کمتر از نفس کشیدن نیست. در سال‌های اخیر پیشرفت قابل توجهی در کاهش هزینه‌ها و افزایش سهولت توالی ژنتیکی و اخیراً در فعال‌سازی یا ویرایش ژن‌ها به دست آمده است. امروزه ژنوم می‌تواند در عرض چند ساعت با هزینه‌های کمتر از هزار دلار در توالی قرار گیرند. با پیشرفت در قدرت محاسبات، دانشمندان دیگر با آزمایش و خطا مواجه نمی‌شوند. بلکه آن‌ها روش‌هایی را که در آن تغییرات ژنتیکی خاص باعث ایجاد صفات و بیماری خاصی می‌شوند، آزمایش می‌کنند. زیست‌شناسی ترکیبی گام بعدی است و به ما امکان می‌دهد که با استفاده از نوشتن DNA، ارگانیسم‌ها را تغییر دهیم. این پیشرفت‌ها نه تنها تاثیر عمیق و فوری بر سلامت می‌گذارند، بلکه در زمینه کشاورزی و تولید سوخت‌های زیستی تاثیر گذارند [۷۸].

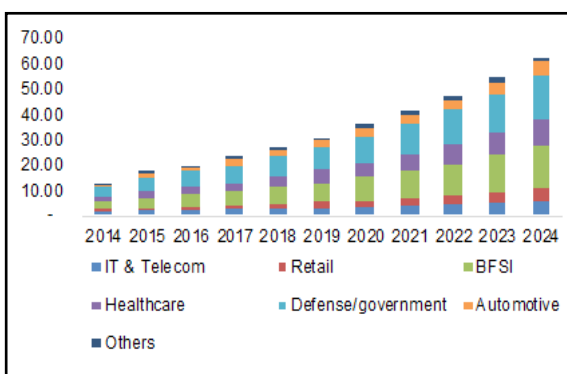
۵-۳-۱) نانوفناوری

نانوفناوری دستکاری مواد در سطح اتمی است. در آن سطح، قابلیت اتم یعنی self-assemble، به‌منظور ایجاد مواد با مشخصه‌ها و ویژگی‌های جدید استفاده می‌شود. این تکنولوژی به اختراع میکروسکوپ تونلی روبشی^۳ در سال ۱۹۸۱ برمی‌گردد. آنچه قابل توجه است، با معرفی نانو ذرات در ساختار مواد، می‌توان محصولات ضد باکتری و ضد خوردگی و محافظ در برابر اشعه UV ارائه داد و این ساختارها می‌توانند به راحتی تمیز شوند [۱۹]. همچنین نانو مهندسی می‌تواند قوانین ساخت و معماری ماشین آلات را در طول چند سال آینده تغییر دهد [۳۴]. انتظار می‌رود بازار جهانی نانوتکنولوژی از ۷,۲۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۷ تا سال ۲۰۲۵، به میزان ۲۴,۵۶ میلیارد دلار برسد و این یعنی در دوره پیش‌بینی شده از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۵ حدود ۱۶/۵ درصد رشد خواهد داشت [۶۶]. فناوری نانو دیگر یک افسانه نیست، این علم بر پایه موفقیت‌های زندگی واقعی است. از نانوتکنولوژی می‌توان به‌عنوان انقلابی در کنار انقلاب‌های اعصار صنعتی نام برد که تا سال ۲۰۸۱ به بلوغ خواهد رسید. این فناوری در سال ۲۰۱۱ به ارزش بازار حدود ۲۵ میلیارد دلار رسید و این واقعا یک انقلاب بود که در رقابت با بعضی از انقلاب‌های بزرگی که تاکنون انجام شده است مانند پارچه، راه آهن، خودرو،

۴-۵) امنیت سایبری^۱

همچنان که تمام دنیا به صورت دیجیتال از طریق ارتباطات درونی به هم متصل می‌شوند، حفظ امنیت سایبری نیز دشوارتر خواهد شد.

رشد ابزارهای دیجیتال در اتصال به زیرساخت‌های فیزیکی می‌توانند امنیت سیستم‌های حیاتی را به خوبی حفظ کنند. همچنان که سازمان‌ها با انبوهی از دستگاه‌ها که به شهرهای هوشمند و اینترنت اشیا متصل‌اند روبه‌رو می‌شوند، ملزم به استفاده از یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی خواهند شد تا خطرات سایبری را ارزیابی و گزارش کنند [۳۰].



نمودار ۵-۱۲. سهم بازار بخش‌های مختلف در امنیت سایبری تا اقی ۲۰۲۴ [۸۹].

ضرورت دیجیتالی سازی محصولات، خدمات و مدل‌های تجاری توسط رهبران ارشد کسب‌وکارها به وضوح به رسمیت شناخته شده است. ۶۹ درصد از مدیران ارشد اظهار داشتند که دیجیتالی سازی برای رشد استراتژی فعلی شرکت بسیار با اهمیت است. آن‌ها همچنین آگاهند که امنیت سایبری پایه و اساس حیاتی برای رشد استراتژی‌های دیجیتالی شرکت است. ۶۴ درصد هم به امنیت سایبری به عنوان یک پیشران مهم در موفقیت محصولات دیجیتال، خدمات و مدل‌های تجاری اشاره کرده‌اند. با توجه به ارتباطات محکم بین امنیت سایبری، دیجیتالی سازی و نوآوری، مزیت امنیت سایبری به عنوان یک پیشران ارزش کسب‌وکار به شمار می‌رود. طبق نظرسنجی‌ها، نزدیک به یک سوم از مدیران (۳۱ درصد) در حال حاضر این ارتباط را ایجاد کرده‌اند. آن‌ها «توانایی رشد» را به عنوان هدف اصلی امنیت سایبری در نظر گرفته‌اند. در عین حال، ۶۹ درصد از مدیران، هدف اصلی امنیت سایبری را «کاهش خطر» می‌دانند.

همچنین در میان کشورها، تمایل به «توانمندسازی رشد»^۲ در چین، هند و کانادا بیشترین درصد را داشته است. در واقع در کشورهای نوظهوری همچون هند، چین و برزیل

امنیت سایبری به عنوان یک مزیت رقابتی افزایش یافته است. این دیدگاه‌ها بدون تردید منجر به افزایش چشمگیر در پذیرش دیجیتال در میان این کشورهای نوظهور می‌شود. طبق تحلیل اخیر سیسکو^۳، کشورهای نوظهور تا سال ۲۰۲۴ تقریباً یک سوم از ارزش دیجیتال جهانی بخش خصوصی را در اختیار خواهند داشت.

۵-۵) کارخانه هوشمند

کارخانه هوشمند، چشم‌انداز کارخانه خودسازماندهی را به تصویر می‌کشد که در آن ظرفیت‌های تولید، جریان‌های مواد و پروسه‌های تدارکات به‌طور انعطاف‌پذیر و به‌صورت خودکار مدیریت می‌شوند. مبنای تکنولوژیکی اینترنت اشیا، جریان ثابت^۴ اطلاعات بین توسعه، تولید و تامین‌کنندگان را فراهم می‌کند [۳۴].

انقلاب صنعتی چهارم تبدیل صنعت مبتنی بر تولید متمرکز به تولید غیر متمرکز بر اساس سیستم‌های سایبر فیزیکی^۵ است. با بهره‌گیری از سیستم‌های سایبر فیزیکی و فناوری اینترنت اشیا، در یک کارخانه هوشمند تمام بخش‌ها شامل ماشین‌ها، سیستم‌های تولید، انبار، فروش و خدمات از طریق شبکه‌های ارتباطی به یکدیگر متصل می‌شوند و اطلاعات هر بخش روی دیگری تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال اطلاعات سفارشات مشتری به انبار و بخش تولید منتقل و براساس آن‌ها فرایند تولید انجام می‌شود. همچنین وضعیت تجهیزات و ماشین آلات به صورت پیوسته کنترل می‌شود و در صورت وجود خطا، اطلاعات به اپراتور ارسال می‌گردد. در نتیجه اقدامات پیشگیرانه به موقع انجام می‌شود و هزینه‌ها و اتلافات به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. به دلیل وجود تعداد زیاد سنسورها و اجزای ارتباطی در شبکه ارتباطی یکپارچه‌ی کارخانه‌ی هوشمند در هر لحظه باید حجم بسیار بالایی از اطلاعات پردازش گردد. این عملیات با روش‌های پردازش سنتی قابل انجام نیست و باید از روش‌ها و الگوهای جدیدی استفاده نمود که راهگشا باشند. این الگوهای جدید در قالب فناوری کلان داده‌ها تعریف می‌شوند. استفاده از فناوری کلان داده‌ها برای یک کارخانه‌ی هوشمند با شبکه ارتباطی یکپارچه کاملاً ضروری است.

با توجه به حجم زیاد اتصالات و تبادل داده‌ها در یک کارخانه هوشمند، ایجاد امنیت بالا در برابر نفوذ به داده‌ها مورد نیاز است. از این رو امنیت سایبری و استفاده از پروتکل‌های ارتباطی استاندارد باید به عنوان یک موضوع مهم در هوشمندسازی کارخانجات مورد توجه قرار گیرد. یکی دیگر از فناوری‌های مورد استفاده در کارخانجات هوشمند، رایانش ابری است.

به کمک این فناوری می‌توان حجم زیادی از داده‌ها را به صورت ابری ذخیره‌سازی و در هر لحظه به آن‌ها

1. Cybersecurity 4. smoth
2. growth enablement 5. Cyber physical systems (CPS)
3. Cisco

۵-۵-۱) تأثیر کارخانه هوشمند در فرایندهای تولید

جدول ۵-۱. فرصت‌های دیجیتالی شدن در فرایندهای یک کارخانه هوشمند

فرایند	نمونه‌ای از فرصت‌های دیجیتالی شدن
عملیات‌های تولیدی	❖ تولید افزودنی یا چاپ سه بعدی، برای تولید نمونه‌های سریع و یا قطعات بدکی کم حجم
	❖ زمان‌بندی و برنامه ریزی پیشرفته، با استفاده از داده های تولید و داده های موجود در زمان واقعی برای کاهش زمان ضایعات و زمان چرخه
عملیات انبارداری	❖ ربات‌های شناختی ^۳ و ربات های مستقل ^۴ برای اجرای موثر فرآیندهای روزمره با کمترین هزینه با دقت بالا.
	❖ دوقلوی دیجیتال برای دیجیتالی کردن عملیات، فراتر رفتن از اتوماسیون و ادغام با تجزیه و تحلیل‌های پیش نگرانه
ردیابی موجودی‌ها	❖ واقعیت افزوده، برای کمک به کارکنان با وظایف همچون گذاشتن و برداشتن اجسام ^۵
	❖ ربات های مستقل، برای اجرای عملیات انبار
کیفیت	❖ سنسورها، برای پیگیری حرکات در زمان واقعی و مکان‌های مواد اولیه، کارهای در حال پیشرفت و کالاهای آماده و ابزارهای دارای ارزش بالا.
	❖ تجزیه و تحلیل، برای بهینه‌سازی موجودی در دست و ارسال سیگنال یه صورت خودکار برای شارژ مجدد
تعمیرات و نگهداری	❖ تست کیفیت در خط تولید در حال کار با استفاده از تجزیه و تحلیل اپتیک ^۶
	❖ نظارت بر تجهیزات در زمان واقعی برای پیش بینی مسائل کیفیت محتمل
زیست محیطی، سلامت و ایمنی	❖ واقعیت افزوده، برای کمک به پرسنل تعمیر و نگهداری در زمینه تعمیرات و نگهداری تجهیزات
	❖ سنسورها، در تجهیزات برای تجزیه و تحلیل تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه و شناختی
زیست محیطی، سلامت و ایمنی	❖ سنسورها برای اطلاع از قرارگیری تجهیزات خطرناک در نزدیکی فرایند تولید و پرسنل
	❖ سنسورهای پرسنلی، برای نظارت بر شرایط محیطی، عدم حرکت و یا سایر تهدیدات بالقوه

دسترسی پیدا کرد. به کمک شبیه‌سازی در یک کارخانه هوشمند می‌توان قبل از اجرای فرایند تولید در دنیای واقعی، آنرا در دنیای مجازی آزمایش نمود. با این کار علاوه بر رفع خطاها قبل از تولید، می‌توان تنظیمات دستگاه‌ها را در بهینه‌ترین حالت قرار داد که در نهایت منجر به افزایش کیفیت محصولات و کاهش خسارات می‌گردد.

استفاده از چاپگرهای سه بعدی به عنوان یک فناوری کاربردی در انقلاب صنعتی چهارم می‌تواند باعث کاهش حجم انبار، افزایش کیفیت برخی محصولات، امکان تحویل سریع محصول و افزایش قابلیت سفارشی سازی محصولات گردد. واقعیت افزوده نیز یکی از فناوری‌های مورد استفاده در کارخانجات هوشمند خواهد بود که امکانات و دسترسی‌های زیادی را برای کارکنان ایجاد خواهد کرد.

ربات‌های خودکار که قبل از انقلاب صنعتی چهارم وارد صنعت شده‌اند و سطوح بالایی از اتوماسیون صنعتی را در کارخانجات ایجاد کرده‌اند در انقلاب صنعتی چهارم مورد توجه جدی قرار می‌گیرند. ربات‌ها مستقل‌تر، انعطاف‌پذیرتر و دارای قابلیت همکاری بیشتری می‌شوند. در نهایت آن‌ها با یکدیگر همکاری می‌کنند و از طرف دیگر با انسان‌ها کار می‌کنند و از آنها یاد می‌گیرند. این ربات‌ها هزینه کمتری دارند و توانایی بیشتری نسبت به آنچه در ساخت و تولید امروز استفاده می‌شود، دارند [۲].

به‌طور کلی استفاده از اینترنت اشیا صنعتی^۱، چاپ سه‌بعدی، رباتیک و استفاده روز افزون از لیزرهای صنعتی و به عبارت دیگر افزودن فناوری‌های جدید به یک کارخانه، تولید را مستقل‌تر، ارزانتر و کارآمدتر می‌کند. استفاده از اینترنت اشیا صنعتی به عنوان برهم‌زننده بازی، برای کارخانه‌های مدرن به حساب می‌آید [۴۲].

نکته مهمی که بایستی باید به آن توجه کرد این است که کارخانه هوشمند، در این محیط به سرعت متغیر ناشی از تکنولوژی، یک تعریف و مفهوم پایانی نیست. بلکه این یک تکامل مداوم و یک سفر مداوم به سوی تولید و نگهداری یک سیستم یادگیری انعطاف‌پذیر است و نه یک رویکرد مدرنیزه از کارخانه که "یکبار وقوع یافته" است.

1. IIOT

2. One and Done

3. Cognitive bots

4. Autonomous Robots

5. Pick-and-place tasks

6. Optical-based analytics



۵-۲) نمایی از آینده‌ی کارخانه‌های هوشمند

کارخانه‌های هوشمند با افزایش ۷ برابری در بهره‌وری کلی تا سال ۲۰۲۲، انقلابی در تولید ایجاد می‌کنند. همچنین کارخانه‌های هوشمند این توانایی را دارند که زمان تحویل کالاهای ساخته شده را تا ۱۳ برابر سرعت بخشند. موسسه کپجمنی در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیده است که صنایع تولید، صنعت هوا فضا و دفاع و صنایع خودروسازی و حمل‌ونقل بیشترین درصد تولیدکنندگانی هستند که اجرای کارخانه هوشمند را در دستور کار خود دارند.

صنایع تولیدی، ۶۷ درصد و صنعت هوا فضا و دفاع، ۶۲ درصد در زمینه راه‌اندازی کارخانه هوشمند گام برداشته‌اند. در مقابل، تولیدکنندگان در زمینه علوم زیستی، بیوتکنولوژی و دارو تنها ۳۷ درصد از فناوری‌های هوشمندساز کارخانه بهره‌می‌گیرند. و این درصد برای صنایع خودرو و حمل‌ونقل، ۵۰ درصد و در زمینه انرژی و تاسیسات، ۴۲ درصد را شامل می‌شود [۹۲].

۶) گزارش ویژه فولاد

۶-۱) فولاد جهان در یک نگاه

فولاد یکی از مهمترین محصولات دنیای مدرن است که برای هر کشور صنعتی، اهمیت استراتژیکی دارد. صنعت فولاد، صنعتی با تکنولوژی‌های متنوع، بر اساس ماهیت و میزان استفاده از مواد خام است. بخش فولاد جهانی در اوایل قرن حاضر، رشد قابل توجهی داشته است. تقاضای فولاد و ظرفیت در دو دهه‌ی گذشته تقریباً سه برابر شده، این میزان از رشد در تاریخ بشری بی سابقه بوده است. اگرچه تقاضای فولاد در چین تعدیل شده، اما همچنان برخی از نقاط در جهان وجود دارد که احتمال احیای رشد را در میان مدت تا بلند مدت افزایش می‌دهد. یکی از عوامل تعیین کننده رشد آینده، رشد اقتصادی هند و ایجاد زیرساخت‌های مرتبط با آن خواهد بود. همچنین، آفریقا به عنوان یکی دیگر از محرک‌های بالقوه رشد، با اختصاص اکثریت جمعیت به خود، هنوز به زیرساخت‌های اساسی دسترسی ندارد. ممکن است گفته شود که هرگونه رشدی به وسیله اصلاحات سیاسی و اقتصادی ایجاد خواهد شد [۱۸]. یکی دیگر از محرکان بالقوه رشد می‌تواند تقویت زیرساخت‌ها در کشورهای توسعه یافته باشد. این ممکن است به دلیل افزایش جمعیت شهرنشینی، درصد مهاجرت جمعیت، تغییر نیاز به دلایل جمعیت شناختی (مانند پیری جمعیت) و غیره باشد [۱۸].

صنعت آهن و فولاد، پایه‌ای برای توسعه صنایع قابل توجهی در اقتصاد جهانی از جمله صنایع دفاعی، حمل و نقل سنگین و مهندسی، انرژی و ساخت‌وساز است. علاوه بر این، صنعت آهن و فولاد به صنعت شیمی و

صنایع سبک نیز مرتبط است و این نشان می‌دهد که صنایع آهن و فولاد توانایی کمک به بهبود رقابت‌پذیری تولیدکنندگان ملی و رشد اقتصاد ملی را دارند [۵۲].

با توجه به گزارش WORLDSTEEL در رتبه‌بندی کشورهای برتر تولیدکننده فولاد در سال ۲۰۱۸، چین با ۹۲۸/۳ میلیون تن، مقام اول در تولید فولاد در سال ۲۰۱۸ را داشته است و هند، ژاپن، آمریکا، کره جنوبی و روسیه به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. ایران در میان تولیدکنندگان فولاد جهان با تولید ۲۵ میلیون تن فولاد در سال ۲۰۱۸ از رتبه سیزدهم در سال ۲۰۱۷ به رتبه دهم ارتقا یافته است. این در حالی است که ترکیه رتبه هشتم را حفظ کرده و جزء ده کشور برتر تولیدکننده فولاد جهان است.

علاوه بر این، تولید جهانی فولاد خام از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۷ رشدی نزدیک به ده‌برابر داشته است.

از منظر توزیع جغرافیایی تولید و مصرف فولاد در ۲۰۰۷ و ۲۰۱۷، سهم چین در تولید فولاد خام در دنیا در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال ۲۰۰۷، از حدود ۳۶ درصد به حدود ۴۹ درصد رسیده است. این یعنی اینکه چین تقریباً نصف تولید فولاد خام جهان را از در اختیار دارد. سهم ژاپن و نفتا در این بازه زمانی کاهش، اما سهم بقیه کشورهای آسیایی افزایش یافته است. همین‌طور سهم اتحادیه اروپا و بقیه کشورها نیز کاهش یافته است [۵۳].

۶-۱-۱) تقاضای جهانی فولاد همچنان افزایش می‌یابد

انجمن جهانی فولاد^۱ گزارش داد که تقاضای جهانی فولاد در سال ۲۰۱۸ نسبت به ۲۰۱۷ به میزان ۱/۸ درصد افزایش یافته و به ۱۶۱۶ میلیون تن رسیده است. در سال ۲۰۱۹ پیش‌بینی می‌شود که تقاضای جهانی فولاد ۰/۷ درصد افزایش یابد تا به ۱۶۲۶،۷ میلیون تن برسد. ۱۳۰ همان‌طور که از شکل ۶-۵، قابل مشاهده است، تقاضای فولاد نهایی در کشورهای آسیا و اقیانوسیه در سال ۲۰۱۹ کاهش خواهد یافت [۵۳].



شکل ۶-۱. تقاضای جهانی فولاد نهایی

۶-۲) روندهای کلیدی موثر بر فولاد

روندهای عمده تاثیرگذار بر صنعت فولاد با توجه به بعد زمانی به دو دسته روندهای فعلی یا روندهای جاری و روندهای در حال ظهور تقسیم می‌شوند.

۶-۲-۱) روندهای فعلی

چهار پیشران در حال جریان صنعت فولاد عبارتند از: ۱. شهرنشینی^۱، ۲. موتور سازی^۲، ۳. جهانی سازی^۳ و ۴. صنعتی سازی^۴.

۱. شهرنشینی مهم ترین روند موثر بر صنعت فولاد است. به طور دقیق با افزایش جمعیت و درآمد، تعداد ساکنان شهرها همواره افزایش یافته است.

۲. روند کلیدی دیگر در صنعت حمل و نقل موتوری شدن است. نرخ موتوری شدن (وسایل نقلیه^۵ به ازای هر ۱۰۰۰ نفر) که عموماً توسط افراد پر درآمد هدایت می‌شود، از دهه ۱۹۶۰ تا سال ۲۰۱۵ تعداد خودروهای شخصی ۱۰ برابر شد و از ۱۲۷ میلیون به ۱،۲۶۲ میلیون دستگاه افزایش یافت و با افزایش سطح درآمد خانوار و کاهش نسبی قیمت خودروها بیشتر نیز تقویت شد. نرخ جهانی موتوری شدن (وسایل نقلیه به ازای هر ۱۰۰۰ نفر) نیز به طور قابل توجهی از ۴۲ واحد به ۱۷۲ واحد در طول همان دوره افزایش یافت، که نشان دهنده عصر فراگیری استفاده از وسایل نقلیه موتوری است.

۳. جهانی سازی مهم ترین روند در صنعت کشتی سازی است، زیرا جهانی سازی با افزایش تجارت بین کشورها تعریف می‌شود و افزایش تجارت یعنی رشد صنعت کشتی سازی.

۴. پس از جنگ جهانی دوم، محیط تجارت جهانی به لطف همکاری داوطلبانه میان کشورهای عضو موافقتنامه گات^۶ (۱۹۴۸) و سازمان تجارت جهانی (۱۹۹۵) به تدریج بهبود یافت. در نتیجه، نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی به میزان قابل توجهی افزایش یافت و از ۱۲ درصد در سال ۱۹۶۰ به ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۵ رسید و در نهایت، تحت تاثیر سرعت صنعتی شدن و افزایش تقاضای صنایع ماشین سازی و لوازم خانگی، تقاضا برای صنایع جهانی فولاد به صورت چشمگیری افزایش یافت. این روندها همچنان به صورت مداوم در صنعت فولاد در آینده تاثیر خواهند گذاشت.

در سال ۲۰۱۷، بزرگترین مصرف کننده صنعت فولاد در جهان، صنعت ساخت و ساز است که تقریباً ۵۰ درصد تولید جهانی فولاد را به خود اختصاص داده و سهم بزرگی از اقتصاد جهانی را تشکیل می‌دهد. دومین و سومین صنایع عمده مصرف کننده فولاد، صنایع ماشین آلات و صنایع فلزی بوده که به ترتیب ۱۵ درصد و ۱۴ درصد از فولاد جهانی را مصرف کرده‌اند. همچنین صنعت کشتی سازی، سایر صنایع مربوط به حمل و

۶-۲-۲) روندهای در حال ظهور

تغییرات جهانی آب و هوا و انقلاب صنعتی چهارم، روندهای در حال ظهوری هستند که بر آینده صنعت فولاد تاثیر خواهند گذاشت.

تغییرات آب و هوایی، روندهای مربوط به تغییرات محیط زیستی در عصر آنتروپوسین مانند گرمایش زمین اولین روند کلیدی در حال ظهور است. طبق توافقنامه آب و هوایی پاریس، انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان باید تا سال ۲۰۳۰ حداقل ۱۰ درصد و تا سال ۲۰۵۰، ۵۵ درصد کاهش یابد و کشورها باید وظایف خود را در این زمینه انجام دهند. این توافقنامه از نظر تقاضا، محصولات و فرایند تولید تاثیر بلندمدتی بر صنعت فولاد خواهد داشت.

انقلاب صنعتی چهارم، دومین روند در حال ظهور است که بر اساس تکنولوژی‌های کلیدی مانند اینترنت اشیا، کلان داده‌ها و هوش مصنوعی تسریع خواهد شد. با پیشرفت این فناوری شرکتها خود را به شرکت‌های هوشمند تبدیل می‌کنند و به دنبال کارخانه‌های هوشمند و مدیریت هوشمند می‌روند. در نتیجه، صنایع و خدمات جدید مانند اتومبیل‌های هوشمند، انرژی هوشمند و ساختمان‌های هوشمند پدیدار می‌شوند که این مسئله به نوبه خود به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب تغییرات عمده در صنعت فولاد خواهد شد [۱۶].

۶-۳) تاثیر روندهای کلیدی بر صنعت فولاد

روندهای نو ظهور، در تغییر ترکیبی چشم‌انداز صنایع مصرف کننده فولاد و در نهایت بر کل اکوسیستم فولاد تاثیر می‌گذارند. تغییرات در روندها بر هر دو مورد تقاضای محصول یا سرمایه گذاری و حجم فولاد اثر گذار است و در صنایع مربوطه نیز بر شدت فولاد^۷ اثر خواهد گذاشت. شکل ۶-۲، را نگاه کنید [۱۶].



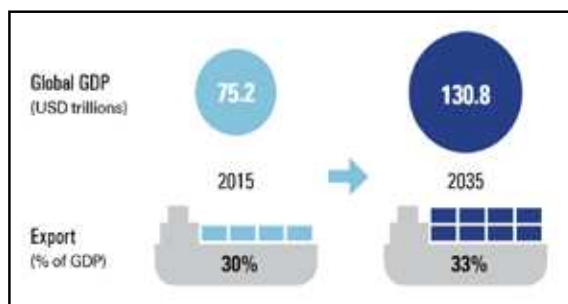
شکل ۶-۲. تاثیر روندهای کلیدی بر صنعت فولاد

1. urbanization
2. Motorization
3. Globalization
4. Industrialization

5. در اینجا وسیله نقلیه یک معنای عام برای هر وسیله‌ای است که انسان‌ها برای جابه‌جایی خودشان یا بار استفاده می‌کنند از قضاپیما تا دوچرخه.

6. General Agreement on Tariffs and Trade (GATT)

7. شدت فولاد، مقدار فولاد مورد استفاده در هر واحد تولید یا سرمایه‌گذاری تعریف می‌شود.



شکل ۳-۶. رشد تجارت جهانی

علاوه بر این، افزایش تقاضا برای کشتی‌های سازگار با محیط زیست و تقاضا برای انرژی‌های جدید و تجدیدپذیر همزمان با مسائل زیست‌محیطی افزایش و در عوض تقاضا برای زغال سنگ و نفت کاهش خواهد یافت. نگرانی‌های زیست‌محیطی اثرات مثبتی بر صنعت کشتی‌سازی دارد، مانند افزایش حامل‌های دی‌اکسید کربن^۲ و افزایش تقاضا برای حامل‌های گاز مایع، اما تقاضا برای حامل‌های باربری معمولی مانند حامل‌های زغال سنگ و نفت، کاهشی خواهد بود. در چنین شرایطی، تقاضا برای تانکرهای گاز و کشتی‌های کانتینری به صورت چشمگیری افزایش خواهد داشت.

کشتی‌ها می‌توانند از سوخت‌های سازگار با محیط زیست مانند LNG، متانول و بیودیزل استفاده کنند. در آینده‌ی دور کشتی‌ها نیز مانند ماشین‌های الکتریکی، با استفاده از باتری‌های الکتریکی و یا سلول‌های سوخت هیدروژن کار می‌کنند و از نفت سنگین به عنوان سوخت^۳ استفاده نخواهند کرد. لذا کشتی‌ها باید به طرح‌های خلاقانه‌تر مجهز شوند تا امکان تبدیل آسان‌تر یا استفاده از تکنولوژی‌های مختلف را داشته باشند.



نمودار ۲-۱. تقاضای جهانی کشتی‌سازی

همچنین، گرمایش جهانی اثر دیگری ایجاد خواهد کرد. پتانسیل استفاده از مسیر قطب شمال^۴ در حال افزایش است. کد قطبی IMO، که یک کد اجباری برای کشتی‌های فعال در آب‌های قطبی است، در تاریخ یکم ژانویه ۲۰۱۷ به اجرا در آمد. مسیر قطب شمال فاصله

۳-۶-۱) صنعت خودرو

اول، در مورد صنعت خودرو هم‌زمان با توسعه موتوری شدن، در بلند مدت تقاضای جهانی برای اتومبیل‌های جدید به سرعت افزایش می‌یابد. انتظار می‌رود همانگونه که قطعات خودروها به دلیل استانداردهای کارایی، سختگیری در مصرف سوخت، برق و نگرانی‌های امنیتی، سبک‌تر و قوی‌تر می‌شوند، فولاد به کار رفته در هر وسیله نقلیه کاهش یابد. صنعت خودرو ۱۲ درصد از تقاضای جهانی فولاد را به خود اختصاص داده است.

از جمله پیشران‌های صنعت خودروسازی می‌توان به افزایش فروش خودروهای الکتریکی و ظهور خودروهای خودران اشاره کرد. همچنین پیشرفت چشمگیر فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، کلان داده‌ها اینترنت اشیا و چاپ سه بعدی پیشران‌های تغییرات اساسی در این ساختار صنعتی است که همان اجزای انقلاب صنعتی چهارم هستند. تغییر در نیازها و در نتیجه تغییر در مواد اولیه از دیگر پیشران‌های این صنعت محسوب می‌شود. تکنولوژی خودروهای خودران و گسترش اقتصاد اشتراکی، تقاضای خودرو و به تبع آن مواد اولیه را تغییر خواهد داد. خودروهای الکترونیکی مانند بسیاری از قطعات خودرو به ICE های معمولی نیاز ندارد. به طور خاص، قطعات فلزی مانند اجزای ترانسفورماتور، موتور، سیستم ورودی خودرو و سیستم اگزوز و انتقال با باتری، موتور و قطعات الکترونیکی جایگزین خواهند شد. از آنجایی که برای بهبود رانندگی، اتومبیل‌ها در حال سبک‌تر شدن هستند، مواد جایگزین مانند آلومینیوم و پلاستیک تقویت شده فیبر کربن^۱ در بعضی از مدل‌های لوکس استفاده می‌شود.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، اتومبیل‌های خودران بر تقاضای خودرو تاثیر می‌گذارند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تقاضای خودرو با افزایش خودروهای خودران کاهش می‌یابد. اگر این امر به واقعیت تبدیل شود، صنعت فولاد باید در برابر دو مورد کاهش تقاضای خودرو و تهدید مواد جایگزین مقاومت کند.

۳-۶-۲) صنعت کشتی‌سازی

دوم، در صنعت کشتی‌سازی، عرضه بیش از حد است و این وضعیت تا سال ۲۰۲۵ ادامه خواهد داشت. با این وجود، بازار کشتی‌سازی پس از این نقطه به دلیل گسترش تجارت جهانی و افزایش تقاضا برای جایگزینی کشتی رشد خواهد کرد. شدت فولاد به تناسب ظرفیت کشتی مدام کاسته خواهد شد و با افزایش نیروی برق و کشتی‌های بدون سرنشین و خودران کاهش بیشتری خواهد یافت.

تقاضا در صنعت کشتی‌سازی به شدت تحت تأثیر افزایش تجارت دریایی، چرخه عمر کشتی، مسائل زیست محیطی، تغییر مقررات و پیشرفت‌های فناورانه است

1. CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastic
2. CO₂carriers
3. HFO: Heavy Fuel Oil
4. NPR: North Pole Route

چقرمگی بالا افزایش می‌یابد. تقاضای مواد فولادی برای تجهیزات و دستگاه‌های متنوع سازگار با محیط زیست نیز وجود خواهد داشت. بنابراین این تغییرات کیفی شدت فولاد را تحت تاثیر قرار خواهند داد. همان گونه که کشتیها بزرگتر و سبکتر می‌شوند، شدت فولاد در کشتی سازی به طور مداوم کاهش می‌یابد. کاهشی که با ورود کشتی‌های دارای پیش‌رانش الکتریکی، و کشتیهای بدون سرنشین سرعت بیشتری نیز به خود خواهد گرفت. بنابراین به‌نظر می‌رسد شدت فولاد در سال ۲۰۳۵ تا ۶ درصد در کشتی‌های بزرگتر و سبکتر کاهش یابد. اگر موتورهای دیزلی بزرگ از سال ۲۰۲۵ با موتورهای الکتریکی جایگزین شوند، وزن موتورها به طور چشمگیری کم می‌شود. از آنجا که اتاق روی عرشه کشتی برای کشتی‌های بدون سرنشین لازم نیست، باز شدت فولاد حدود ۴ درصد کاهش خواهد یافت. شرکت‌های کشتیرانی و شرکت‌های فولادی که قادر به پشتیبانی از انواع مختلف کشتی و فناوری هستند، از مزایای قابل توجهی در آینده بهره‌مند خواهند شد. بنابراین، صنعت فولاد می‌بایست با همکاری کارخانه‌های کشتی‌سازی، حمل و نقل و صنایع تجهیزات دریایی راه‌حل‌های مختلفی را طراحی کند.

۳-۳-۶) ساخت‌وساز جهانی

سوم، روند شهرسازی، سرمایه‌گذاری در ساخت‌وساز جهانی را مرتباً و در بلندمدت افزایش خواهد داد، گرچه روندهای شهر هوشمند و شهر سبز شدت فولاد در صنعت ساختمان و زیرساخت‌های شهری را کاهش خواهد داد. زیر ساخت‌های شهری در ساختمان‌های تجاری و مسکونی، پل‌ها و خطوط لوله در شهرهای بزرگ دنیا و مسکن تقاضای فولاد برای ساخت‌وساز را به‌صورت مداوم افزایش می‌دهند.

کلان روند شهرنشینی یک پیش‌ران کلیدی در توسعه صنعت ساخت‌وساز جهانی است. در آینده، با صنعتی شدن کشورهای در حال توسعه و حرکت به سمت اقتصاد دانشی در کشورهای پیشرفته، شهرنشینی شتاب بیشتری خواهد یافت. شهرنشینی نگرانی‌های موجود مانند مسکن، حمل‌ونقل، تامین آب و فاضلاب و تامین برق را تشدید می‌کند که به نوبه خود باعث سرمایه‌گذاری در ساخت‌وساز می‌شود. در سال ۲۰۱۵، سرمایه‌گذاری جهانی در بخش ساخت‌وساز، تقریباً به ۹ تریلیون دلار رسید؛ اما انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۵ با ۲ درصد نرخ رشد ترکیبی سالیانه به ۱۳.۴ تریلیون دلار افزایش یابد.

شایان ذکر است، رشد سرمایه‌گذاری در ساخت‌وساز جهانی در هر بخش متفاوت خواهد بود؛ سرمایه‌گذاری در بخش مسکونی، تجاری و زیرساخت‌ها در حال افزایش

سفر را از بوسان به روتردام به میزان ۳۲ درصد (۲۲۰۰۰ کیلومتر به ۱۵۰۰۰ کیلومتر) در مقایسه با کانال سوئز کاهش می‌دهد و این یعنی کاهش زمان سفر به میزان ۱۰ روز (۴۰ روز به ۳۰ روز). در نتیجه، کشتی‌های بیشتری از طریق مسیر قطب شمال سفر خواهند کرد.

عوامل کلیدی انقلاب صنعتی چهارم در صنایع کشتی‌سازی و حمل و نقل در حال فراگیر شدن است. دقیقاً مانند خودروهای خودران، کشتی‌های کنترل از راه دور یا کاملاً مستقل، در آینده قابل دستیابی خواهند بود. چنین کشتی‌هایی می‌توانند با بهره‌گیری از مسیرهای عملیاتی مطلوب براساس شرایط آب و هوایی و دریایی، بهره‌وری عملیاتی را بهبود بخشند.

مهمتر از همه، مسئله خدمه کشتی است که خودران کردن کشتیها منجر به کاهش هزینه‌های نیروی کار خواهد شد که اکنون سهم عمده‌ای از کل هزینه‌های عملیات را تشکیل می‌دهند. امروزه خدمه‌ها برای زندگی طولانی مدت در کشتی با مشکلاتی مواجه می‌شوند، اما شرایط کار در آینده در زمانی که ناوگان از مراکز کنترل ساحلی مدیریت می‌شود، بهبود خواهد یافت.

فناوری‌های در حال ظهور نه تنها کشتی‌ها را تغییر خواهد داد بلکه کارخانه‌های کشتی‌سازی به منظور ارتقاء بهره‌وری و ایمنی، به کارخانه‌های هوشمند تبدیل می‌شوند. واقعیت مجازی و واقعیت افزوده^۱ باعث بهبود بهره‌وری در کار می‌شود و تکنولوژی مهندسی سه‌بعدی مجازی خطاهای طراحی را کاهش می‌دهد. با استفاده از کلاه‌های هوشمند کارگران قادر خواهند بود در محیط کار امن‌تری کار کنند. مشاغل دشوار که نیاز به سطوح بالای تمرکز دارند، مانند جوشکاری و نقاشی، به تدریج توسط ربات‌ها انجام می‌شوند، که این خود منجر به بهبود بهره‌وری و کیفیت کار می‌شود.

۱-۲-۳-۶) تغییرات کیفی در محصولات فولاد و

کاهش شدت فولاد

با توسعه کشتی‌های ویژه کانتینر، کشتی‌های سوخت LNG، کشتی‌های الکتریکی، مخازن ذخیره دی‌اکسیدکربن، کشتی‌های قطبی و تجهیزات سازگار با محیط زیست، صنعت کشتی‌سازی نیاز به تغییرات کیفی و ضروری دارد. فولاد با مقاومت بالا^۲ برای کشتی‌های فوق‌سنگین و سبکتر و فولاد کم آلیاژ با مقاومت بالا مانند فولاد منگنز پوسکو، برای مخازن ذخیره سازی LNG و دی‌اکسیدکربن لازم است. همچنین به ورق‌های فولادی الکتریکی با کارایی بالا^۳ در موتورهای الکتریکی نیاز خواهد بود و نیز تقاضا برای فولادهای دما پایین و با

1. VR/AR

2. AHSS: Advanced High-Strength Steel

3. High-efficiency electrical steel sheets

شهرهای متعارف می‌توانند به مکان‌های مبتنی بر اینترنت اشیا تبدیل و باعث تحولات گسترده‌ای در سبک زندگی مردم شوند. زیرساخت هوشمند و طراحی و مهندسی خودرو به طور چشمگیری با استفاده از هوش مصنوعی پیشرفت می‌کند. در ارتباط با انقلاب انرژی، شهرهای زیست‌محیطی بدون کربن ظهور خواهند کرد. شهرها قادر خواهند بود بهره‌وری را با استفاده از سیستم‌های ذخیره انرژی^۲ و سیستم‌های چرخشی انرژی^۳ بیشینه کنند.

۶-۳-۳-۲) تغییرات کیفی و کمی در مواد فولادی ساختمان‌ها

تغییرات کیفی و کمی در مواد فولادی ساختمان‌ها، روندهای در حال ظهور کلان‌شهرها، شهرهای سبز و شهرهای هوشمند و روند فعلی شهرنشینی باعث نوآوری در محصولات و تکنولوژی ساخت‌وساز خواهد شد که این خود به محصولات فولادی جدید برای ساخت‌وساز و همچنین مواد جدید نیاز دارد.

وقتی جوامع به‌صورت چشمگیر نیاز به محصولات پیشرفته در ساخت‌وساز دارند، با توجه به روند در حال ظهور، تقاضای فولاد در صنعت ساخت‌وساز به شرح زیر تغییر می‌کند.

اول. مواد فولادی متعارف، مانند میلگرد و تیرآهن، بهبود خواهند یافت تا به استحکام بالاتری برسند، قابلیت رسانایی گرمای بالاتری پیدا کنند و ایزوله‌سازی صدا را بهتر انجام دهند. همچنین برای افزایش کارایی، در کامپوزیت‌هایی که از ترکیب فولاد و بتن ساخته میشوند نیز استفاده خواهند شد.

دوم. مواد جدید مانند نانولوله‌های کربنی و آلیاژهای دارای حافظه به‌طور گسترده در فرایندهای ساخت‌وساز به کار گرفته می‌شوند. استفاده از مواد جدید با عملکرد بالا، ساخت‌وساز ساختمان‌های فوق بلند، سازگار با محیط زیست و هوشمند را سرعت خواهد بخشید.

۴-۳-۶) انرژی

چهارم، در صنعت انرژی، سرمایه‌گذاری جهانی بر روی انرژی به دلیل افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی در کشورهای در حال توسعه ادامه خواهد یافت. شدت فولاد در سرمایه‌گذاری انرژی با افزایش سرمایه‌گذاری در انتقال و توزیع (بخش با شدت زیاد فولاد) با وجود کاهش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی (با شدت فولاد کم) ادامه خواهد یافت [۱۶].

۶-۳-۴) سرمایه‌گذاری انرژی و محصولات فولادی

همان‌طور که در شکل ۴-۶، دیده می‌شود، سرمایه‌گذاری انرژی عمدتاً در دو بخش سوخت فسیلی و تولید برق انجام

است، در حالی که به‌دلیل تمرکز بر انرژی‌های جدید و تجدیدپذیر در واکنش به گرمایش جهانی و آلودگی محیط زیست، سرمایه‌گذاری در ساخت کارخانه‌جات تقریباً متوقف شده است.

۶-۳-۳-۱) پیش‌رانی‌های شهرهای سبز و شهرهای هوشمند

همان‌طور که پارادایم رقابت از رقابت بین کشورها به رقابت بین شهرها تغییر می‌کند، بسیاری از کشورها به طور فعال در حال تدوین سیاست‌هایی برای توسعه شهرهای خود به عنوان کلان شهرهای رقابتی در سطح جهانی هستند. این در حالی است که با رشد احساس مسئولیت در جهت بهبود محیط زیست، پارادایم فعلی شهری به پارادایم شهرهای دوست‌دار محیط زیست تبدیل می‌شود.

شهرهای سبز فرصت‌های تجاری زیادی را برای شرکت‌های خصوصی فراهم می‌کنند؛ زیرا شرکت‌ها قادر خواهند بود تا کسب و کار خود را با فرصت‌هایی زیر توسعه دهند:

۱. توسعه فناوری‌های سازگار با محیط زیست، ۲. توسعه مواد ساختمانی برای کاهش تاثیرات زیست محیطی، ۳. توسعه انرژی‌های جدید و تجدیدپذیر، ۴. ساخت خانه‌هایی با مصرف انرژی ناچیز که به توسعه شهرهای سبزتر و امن‌تر کمک می‌کند.

سرمایه‌گذاری عمومی در ساخت‌وساز سنتی مانند جاده‌ها و پل‌ها کاهش می‌یابد، اما بخش‌های سبز مانند راه آهن، انرژی سبز و ساخت‌وساز عمومی سبز افزایش می‌یابد.

صنعت ساخت‌وساز، محصول یکپارچگی و همگرایی است. این حوزه نیازمند مشارکت تعداد زیادی صنایع وابسته پشتیبان مانند طراحی، مهندسی، فناوری و تجهیزات برای ساختن ساختمان‌ها براساس تقاضا است. صنعت ساخت‌وساز می‌تواند به دنبال همگرایی با فناوری اطلاعات در جهت ایجاد ارزش افزوده باشد، یکی از این موارد همگرایی، مربوط به شهرهای هوشمند است. این ادغام و همگرایی بین ساخت‌وساز و فناوری اطلاعات، با به کارگیری فناوری‌های جدید برای تحول ساختارهای تولید و سیستم‌های ساخت‌وساز، به پیشرفت خود ادامه خواهد داد. به عنوان مثال، مدل‌سازی اطلاعات ساخت ۵بعدی^۱ و چاپ سه بعدی در ساخت‌وساز در مقیاس تجاری ظهور خواهد کرد. مواد فولادی، قوی‌تر و سبک‌تر می‌شوند و حتی مواد فولادی هوشمند مجهز به فناوری برچسب RFID در صنعت ساخت‌وساز به طور گسترده‌ای به کار گرفته می‌شود.

یک شهر هوشمند دارای دو مشخصه کلیدی است: تحول دیجیتال و انقلاب انرژی. از چشم‌انداز تحولات دیجیتال،

1. BIM: 5D Building Information Modeling

2. ESS: Energy Storage Systems

3. energy circulation systems

شبکه‌های خرد و سیستم‌های ذخیره انرژی که همراه با انرژی‌های تجدیدپذیر رشد می‌کنند، بازارهای جدید را هدف قرار دهند. شکل ۵-۶ نمای از جایگاه مصرف فولاد در ساخت تجهیزات مربوط به تولید انرژی بادی را نمایش می‌دهد.



شکل ۵-۶. نمای کلی از جایگاه فولاد در انرژی بادی

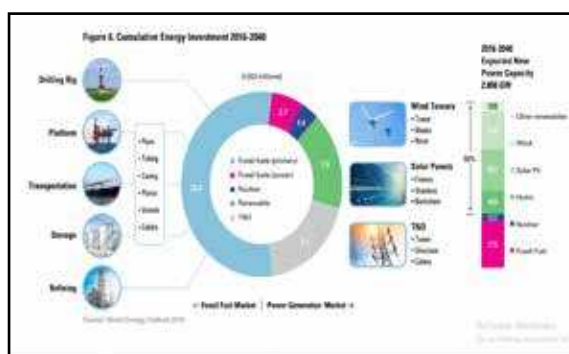
۴-۶ صنعت فولاد

اساساً، صنعت فولاد جهانی در طی بیست سال آینده با چهار چالش عمده مواجه خواهد شد که ناشی از افزایش مستمر تقاضای جهانی فولاد است. ۱. کاهش رشد تقاضای فولاد به دلیل کاهش شدت فولاد، ۲. نیاز به محصولات پیشرفته‌تر فولادی، ۳. ارتقاء فرایندهای سازگار با محیط زیست و ۴. فرایندهای فولادسازی هوشمند بر اساس تغییر در تولید در انقلاب صنعتی چهارم.

۴-۶-۱) کاهش رشد تقاضای فولاد با کاهش شدت فولاد

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۵، تولید جهانی در صنعت خودرو، طی نرخ رشد مرکب سالیانه حدود ۱/۶ درصد افزایش یابد؛ اما در مقایسه با سال ۲۰۱۵، شدت فولاد به ازای هر وسیله نقلیه تا سال ۲۰۳۵ حدود ۲۰ درصد کم شود. این بدان معناست که در صنعت خودروسازی، افزایش تقاضا برای فولاد به سختی اتفاق خواهد افتاد. اما انتظار می‌رود که تقاضای فولاد در بخش کشتی‌سازی به آرامی رشد کند؛ زیرا تقاضای کشتی‌سازی از حدود ۲۰۲۵ شروع به بهبود خواهد کرد و کاهش شدت فولاد حدود ۱۰ درصد باقی خواهد ماند. در مورد صنعت ساخت‌وساز، افزایش مداوم سرمایه‌گذاری در ساخت‌وساز جهانی باعث کاهش شدت فولاد می‌شود و منجر به افزایش ثابت تقاضای فولاد می‌شود. در بخش انرژی، تنها تغییراتی جزئی در شدت فولاد و سرمایه‌گذاری انرژی دیده می‌شود؛ بنابراین افزایش تقاضای فولاد را به دنبال خواهد داشت. پیش‌بینی تقاضای فولاد جهانی در نمودار ۲-۶، قابل مشاهده است.

می‌شود. بخش سوخت فسیلی، از جمله اکتشاف و تولید، حمل و نقل، ذخیره‌سازی، پالایش و تولید پتروشیمی و بخش تولید برق از منابع زغال سنگ، گاز، هسته‌ای و منابع تجدیدپذیر. انتظار می‌رود سرمایه‌گذاری تجمعی جهانی انرژی در طول دوره ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۰ به ۴۳/۶ تریلیون دلار برسد که ۲۳/۹ تریلیون دلار از آن به بخش سوخت فسیلی اختصاص داده می‌شود و باقیمانده ۱۹/۷ تریلیون دلار برای بخش برق است. به صورت جزئی‌تر در بخش انرژی الکتریسیته، انتقال و توزیع برق سهم عمده‌ای از سرمایه یعنی حدود ۸/۱ تریلیون دلار را به خود اختصاص می‌دهد، که نیمی از آن در چین به علت مساحت وسیع آن و تقاضای مداوم برای توسعه اتفاق می‌افتد.

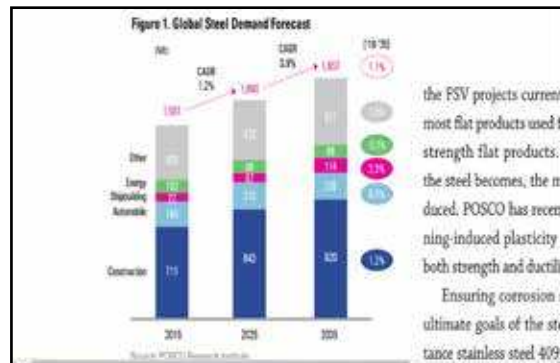


شکل ۴-۶. سرمایه‌گذاری انرژی تجمعی از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۰

در توزیع و انتقال انرژی شامل شبکه‌های انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های ذخیره انرژی، انتظار می‌رود که سرمایه‌گذاری در این گروه سهم بیشتری در آینده داشته باشد. سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش انرژی به میزان ۷/۵ تریلیون دلار، دو برابر سرمایه‌گذاری ۲/۷ تریلیون دلار در زمینه سوخت فسیلی است.

در بخش سوخت فسیلی، طیف گسترده‌ای از محصولات فولادی از قبیل لوله‌ها، تیوب‌ها، صفحات و کابل‌ها برای حمل و نقل، لوازم حفاری، پلت‌فرم‌های دریایی، کشتی‌های LNG، و هزارات سازه‌ی کوچک و بزرگ دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. بخش انرژی تجدیدپذیر نیز انواع مختلفی از محصولات فولادی را استفاده می‌کنند. بر جی که ۶۵ درصد وزن توربین بادی را تشکیل می‌دهد، عمدتاً از فولاد ساخته شده است، همچنین ورق‌های نازک از جنس فولاد ضد زنگ برای صفحات خورشیدی مورد نیاز است. این کاربرد وسیع محصولات فولادی فرصت‌های تجاری بیشتری برای شرکت‌های فولادی فراهم می‌کند.

بخش توزیع و انتقال شامل برج‌های انتقال ولتاژ بالا، به‌طور متعارف از فولاد استفاده می‌کنند. شرکت‌های فولادی باید با ایجاد محصولات فولادی نوین برای



نمودار ۲-۶. پیش‌بینی تقاضای فولاد جهانی

عملکرد بهتر نسبت به گذشته نیاز دارند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، کاهش وزن ماشین‌ها در صنعت خودرو، به دلیل فشارهای زیست‌محیطی و مقررات مربوط به اقتصاد سوخت، به موضوع مهمی تبدیل شده است. همچنین فولاد با مقاومت بالا در پاسخ به قوانین سختگیرانه استفاده می‌شود. برای رعایت این الزامات، شرکت‌های فولادی استفاده از فولادهای با استحکام بالا را توسعه داده‌اند. استحکام فولادی که در خودرو استفاده می‌شود، به طور مداوم در حال بهبود است. علاوه بر این، اکثر محصولات تخت مورد استفاده در خودروها، محصولات تخت با استحکام بالا هستند. با این حال، هرچه فولاد محکم‌تر می‌شود، شکل‌پذیری آن کاهش می‌یابد. پوسکو به تازگی تولید انبوه فولاد TWIP^۱ را آغاز کرده که استحکام و انعطاف‌پذیری را همزمان دارد.

مقاومت در برابر خوردگی یکی از اهداف نهایی صنعت فولاد است. فولاد ضد زنگ و کم کربن ۴۰۹، با مقاومت بالا برای سیستم‌های آگزوز خودرو، از جمله خنک‌کننده‌ها، به منظور مقاومت در برابر اکسیداسیون حرارتی استفاده می‌شود. کاربرد این فولاد به تازگی به منیفرولدهای گسترش یافته است؛ زیرا منیفرولد نزدیک به موتور است و در معرض دمای بالا قرار دارد. علاوه بر این، تقاضا برای محصولات فولادی با کاربردهای متنوع در حال افزایش است مانند فولاد الکتریکی غیر گرانشی^۲ برای موتورهای وسایل نقلیه الکتریکی و سپر زیستی و فولاد دارای میرایی ارتعاش (لرزه میرایی) برای سنسورها.

در صنایع انرژی و کشتی‌سازی، توسعه، تولید و انتقال نفت و گاز به طور فزاینده‌ای تحت شرایط غیرعادی مانند آبهای عمیق و در قطب شمال انجام می‌شود. برای مقاومت در چنین شرایط سختی، به فولاد با استحکام و چقرمگی بالا نیاز است. چون سازه‌های دریایی بزرگتر شده‌اند، نیاز به فولادهای فوق ضخیم و با مقاومت بالا یعنی استحکام بیش از ۵۰۰ مگاپاسکال وجود دارد. فولاد با چقرمگی شکست بالا، باید در سرمای شدید آب و هوا با دمای زیر منفی شصت درجه سانتیگراد مقاومت داشته باشد تا بتوان از آن در مناطق قطبی استفاده کرد. به طور خاص، فولاد ترد و ضد ترک^۳ در حال توسعه است و برای تامین چقرمگی شکست در اتصالات جوش فولاد کشتی‌سازی استفاده می‌شود.

فولادی که در خط لوله به کار می‌رود، باید در برابر افزایش فشار مقاوم شود و میزان فولاد به کار رفته در لوله کاهش یابد. علاوه بر این، تقاضا برای فولاد فوق ضخیم و قابلیت تغییر شکل بالا نیز افزایش می‌یابد تا چقرمگی کم‌دما (تا منفی ۲۰ درجه سانتیگراد) برای آب‌های عمیق یا مقاومت در برابر حرکت زمین در زمین‌لرزه افزایش یابد.

با توجه به اثر روندهای نوظهور یعنی تغییرات جهانی آب و هوایی و انقلاب صنعتی چهارم، تقاضای جهانی فولاد همچنان افزایش خواهد یافت، اگر چه نرخ رشد آن در حد متوسط است. از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۲۵، نرخ رشد مرکب سالیانه تقاضای فولاد، ۱/۲ درصد رشد خواهد کرد، در حالی که انتظار می‌رود که در دهه پس از آن ۰/۹ درصد باقی بماند. صنعت ساخت‌وساز، پیشران اصلی افزایش تقاضای فولاد است. تقاضای فولاد در صنعت ساخت‌وساز به سرعت در سال ۲۰۳۵ به ۹۲۰ میلیون تن افزایش می‌یابد که تقریباً ۵۰ درصد کل تقاضای فولاد را تشکیل می‌دهد. با این حال، تقاضای فولاد در صنعت خودرو و انرژی ثابت خواهد ماند، در حالی که تقاضای فولاد در ساخت کشتی پس از ۲۰۲۵ به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت. تقاضای فولاد در بخش‌های دیگر مانند وسایل مکانیکی و خانگی به طور دقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار نمی‌گیرد. با این حال، به عنوان یک نتیجه از تجزیه و تحلیل رگرسیون با استفاده از پیش‌بینی شاخص تولید صنعتی، احتمالاً حدود یک درصد افزایش یابند. در مجموع، تقاضای جهانی فولاد تا سال ۲۰۲۵ به ۱/۶۹ میلیارد تن و تا سال ۲۰۳۵ به ۱/۸۶ میلیارد تن خواهد رسید. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تقاضای جهانی فولاد هنوز به نقطه بیشینه نرسیده و در دو دهه آینده نیز نخواهد رسید. بنابراین صنعت فولاد ناگزیر، از «رشد کمی» که در بیست سال گذشته داشته به «رشد کیفی» در آینده نیاز دارد.

۲-۴-۶ نیاز به محصولات فولادی پیشرفته‌تر

مشکل دوم صنعت فولاد جهانی این است که چگونه به طور مناسب به نیازهای متنوع صنایع مصرف‌کننده فولاد پاسخ دهد. این نیازها به خصوص در سه زمینه پیچیده‌تر می‌شود: استحکام و چقرمگی بالا، مقاومت بالا در برابر خوردگی و عملکرد بالا. البته این‌ها در گذشته نیز مورد نیاز بود؛ اما امروزه صنایع مصرف‌کننده فولاد به فولاد با استحکام بالاتر، مقاوم‌تر در برابر خوردگی با

1. TWIP: Twinning-Induced Plasticity

2. NO: Non-Oriented

3. brittle crack-arrest steel

فناوری‌های صرفه‌جویی در انرژی، بازیافت و توسعه فرایندهای تولید فولاد جدید برای جایگزینی عملیات مرسوم کوره بلند^۶ استفاده کند. چنین تلاش‌هایی در آینده نیز ادامه خواهد یافت.

عملیات کوره بلند بیشترین سهم مصرف انرژی را در فرایند تولید فولاد دارد. اکنون شاهد توسعه انواع مختلفی از فناوری‌هایی هستیم که منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این عملیات می‌شوند. تزریق اکسیژن داغ، یکی از انواع این فناوری‌ها است که در آن اکسیژن به طور مستقیم به کوره بلند تزریق می‌شود تا بهره‌وری را ۱۵ درصد نسبت به کوره بلند معمولی افزایش دهد. این فناوری در حال حاضر در مرحله آزمایش توسط وزارت انرژی ایالات متحده آمریکا^۷ است.

احیاگر گرمای BF، گاز خروجی BF را در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد به سمت یک سوزاننده بازیافت می‌کند تا هوای احتراق بخار را پیش گرم کند. این فناوری، هزینه‌های سوخت را کاهش و بهره‌وری سوخت را افزایش می‌دهد. تحقیق در زمینه این تکنولوژی در دهه ۱۹۸۰ شروع شد و یک کارخانه به عنوان نمونه نیز ساخته شد. علاوه بر این، کوره‌های انفجاری پلاسما، پلاسما را به کار می‌برند که به طور گسترده‌ای مورد استفاده در صنایع شیمیایی و فلزات است و به فرایند BF برای به حداقل رساندن تلفات فلزات کمک می‌کند. این فناوری در درجه اول توسط انجمن فولاد اروپا توسعه داده شد و در حال اعتبارسنجی است.

یکی از موضوعات مهم تحقیقات در زمینه فرایند تولید فولاد، بازیافت سرباره، گرد و غبار و سایر اکسیدهای مازاد تولید شده به عنوان ضایعات در طی فرایند تولید فولاد است. وزارت انرژی ایالات متحده و موسسه فناوری ماساچوست^۸ تحقیقات مشترکی را در مورد روش‌های افزایش نرخ بازیافت آهن از سرباره انجام داده‌اند. جی‌اف‌ای^۹ در ژاپن نیز تحقیقات خود را بر روی فناوری‌های بازیافت سرباره فولاد با «بلوک‌های دریایی»^{۱۰} انجام داده است. این دو تحقیق در زمینه فناوری‌هایی انجام شده که برای جدا کردن آهن و روی از گرد و غبار تولید شده در یک کوره گرم دورانی است. وزارت انرژی آمریکا و موسسه فناوری‌ها و علوم صنعتی پیشرفته^{۱۱}، در حال توسعه فناوری‌هایی برای کاهش اکسیدهای ضایعات در روند تولید فولاد و بهبود سرعت بازیابی آهن هستند. علاوه بر این، فناوری‌های جدید ساخت آهن برای جایگزینی عملیات کوره بلند سنتی در حال توسعه هستند. از جمله FINEX در پوسکو، شرکت زیمنس

VAI's COREX، فرایند Tecored و KOBELCO's ITmk3. این فرایندها از سنگ آهن خالص یا ذغال سنگ پودر شده برای کاهش مصرف انرژی و به حداقل رساندن مواد خطرناک مانند اکسید گوگرد و اکسید نیتروژن استفاده

برای صنعت کشتی‌سازی، کشتی‌هایی نظیر کشتی‌های کانینر، تانکرها و حامل‌ها، نیاز به فولاد با استحکام بالا و فوق ضخیم دارند تا بهره‌وری حمل و نقل با کشتی بهبود یابد و فولاد با چقرمگی بالا، ایمنی آن‌ها را افزایش دهد.

خط لوله وقتی نفت و یا گاز طبیعی را از پایگاه‌های تولید به مشتریان منتقل می‌کند، در معرض انواع مختلف خوردگی است. به خصوص در محیط‌های اسیدی که در آن سولفید هیدروژن^۱ به عنوان ناخالصی موجود در نفت یا گاز با آب حضور دارد. مواد فولادی، مستعد ابتلا به ترک خوردگی هستند و باید نسبت به ترک خوردگی ناشی از هیدروژن^۲ و ترک خوردگی ناشی از خوردگی استرس سولفید^۳ مقاوم شوند. همچنین صفحات محافظ تابشی در نیروگاه‌های برق هسته‌ای و صفحات فوق ضخیم در برج‌های توربین بادی که بیش از ۸۰ درصد اجزای تشکیل دهنده توربین بادی را تشکیل می‌دهند، استفاده می‌شود. بنابراین زمانی که باد شدید می‌وزد، استفاده از فولاد با استحکام و چقرمگی بالا پذیرش بیشتری پیدا می‌کند.

در بخش ساخت و ساز، مواد فولادی باید قوی‌تر و در برابر خوردگی مقاوم‌تر شوند تا نگرانی‌های ناشی از ایمنی برطرف شود و هزینه‌های چرخه عمر این مواد نیز کاهش یابد. از آنجایی که ذیل روند رو به رشد کلان شهرها، ساختمان‌ها بیشتر و بزرگتر می‌شوند و پل‌ها طولانی‌تر خواهند شد، مواد فولادی با استحکام بالاتری مورد نیاز است. در کره جنوبی، فولاد ضد زنگ ۸۰۰ مگا پاسکال، برای خراب‌ها و ستون‌های برج جهانی^۴ با ۱۲۰ مغازه و ۵۵۵ متر ارتفاع استفاده شده و کابل‌های فولادی ۲،۱ گیگا پاسکال در پلی^۵ با طول ۱۵۴۵ متر به کار برده شده است.

صرفه‌جویی در صنعت ساخت‌وساز با توسعه فناوری‌های مهندسی از جمله طراحی و اجرای سازه‌های سبک امکان‌پذیر است. همچنین با انتخاب مواد بهینه می‌توان عمر ساختمان‌ها و سازه‌ها را افزایش داد. علاوه بر این، محصولات فولادی با عملکردهای مختلف، از قبیل عایق حرارتی، خودتمیزشوندگی، ضد باکتری و ضد صدا، به عنوان مصالح و مواد ساختمانی داخلی و خارجی در حال توسعه هستند.

۶-۴-۳ ارتقاء فرایندهای ساخت فولاد هوشمند و سازگار با محیط زیست

افزایش اثرات کلان‌روند زیست‌محیطی باعث انجام اقداماتی در راستای کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی شده است. از جمله این که فرایند تولید فولاد، با محیط زیست سازگارتر شود. با توجه به نگرانی‌های زیست‌محیطی، صنعت فولاد تلاش می‌کند تا از

1. H2S

2. HIC

3. SSCC: Sulfide Stress Corrosion Cracking

4. Lotte World Tower

5. Yi Sun-sin Bridge

6. BF: Blast Furnace

7. DOE: U.S. Department of Energy

8. MIT: Massachusetts Institute of Technology

9. Japan's JFE Steel

10. marine blocks

11. AIST: Advanced Industrial

Science and Technology

می‌کنند. برای رفع نگرانی‌های زیست محیطی، فرایند تولید فولاد نه تنها باید فناوری‌های صرفه‌جویی در انرژی و بازیافت و فناوری‌های جایگزین جدید را گسترش دهد، بلکه باید به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن نیز توجه کند. در کوتاه مدت، فناوری‌های جذب دی‌اکسیدکربن می‌تواند در هر فرایندی برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن اعمال شود، اما در دراز مدت صنعت فولاد به دنبال توسعه فناوری‌های بدون کربن مانند فرایند کاهش هیدروژن است.

۴-۴-۶ خلق ارزش از طریق تحول هوشمند با استفاده از داده‌های بزرگ، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی

ویژگی کلیدی انقلاب صنعتی چهارم، دیجیتالی کردن تولید با استفاده از فناوری پیشرفته اطلاعات و ارتباطات، از جمله داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی است. این پدیده در مقایسه با انقلاب‌های صنعتی گذشته که تغییرات ناگهانی و رادیکالی را به بار آورد، سیر آرام‌تری دارد. پیشرفت فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در آینده، کارخانه‌های فولادی را به کارخانجات هوشمند تبدیل خواهد کرد. کارخانه‌های فولادی با استفاده از اینترنت اشیا و حسگر هوشمند، داده‌ها را جمع‌آوری و بر اساس داده‌های بزرگ وضعیت فرایندهای تولید را تحلیل و پیش‌بینی می‌کنند و با استفاده از هوش مصنوعی که به طور خودکار فرایندهای کلی را کنترل می‌کند، تولید را بهینه می‌کنند.

هوشمندسازی صنعت فولاد در سه حوزه موثر خواهد بود: اتوماسیون صنعتی پیشرفته، سیستم تولید هوشمند و درونی‌سازی دانش فنی.

جدول ۶-۱. حوزه‌های هوشمندسازی فولاد

سیستم‌های تحول هوشمند صنعت فولاد	عملکرد
اتوماسیون کارخانه پیشرفته	سنجش و نظارت بی‌سیم، از جمله اندازه گیری دما با استفاده از سنسور، برش کاری ربات‌ها و جرثقیل‌های مستقل با استفاده از سنسورهای تشخیص مکان و نرم افزار.
سیستم‌های تولید هوشمند	پیش‌بینی نقص‌های تولید بالقوه و خرابی‌های تجهیزات با استفاده از داده‌های بزرگ، برنامه‌ریزی تولید موثر با استفاده از هوش مصنوعی و ادغام امکانات و سیستم‌های فولاد با استفاده از اینترنت اشیا (سیستم‌های تولید فعلی توسط کارخانه‌های جداگانه اداره می‌شوند).
درونی‌سازی دانش فنی	تبدیل دانش ضمنی به دانش صریح در قالب راهنماها و بهبود سبک‌های کاری از طریق تحقق کارگاه‌های هوشمند.

بنابراین صنعت فولاد نیاز به افزایش توانایی برای تحولات هوشمند و نوآوری مداوم در محصول و فرآیند دارد و با تقویت مشارکت با صنایع مصرف‌کننده فولاد و ایجاد نوآوری باز در توسعه محصولات و راه حل‌های فولادی، باید یک

هم‌اکنون در حال انجام است و فرصت‌های بی شماری برای تغییرات مثبت به همراه خواهد داشت. فولاد نقشی اساسی در این گذار و تقویت اقتصاد سبز بازی می‌کند. فولاد برای بخش‌ها و فناوری‌هایی که پیشران اقتصاد سبز هستند، بسیار مهم است. انرژی‌های تجدیدپذیر، ساختمان‌های کارآمد منابع و انرژی، حمل و نقل کم کربن، زیرساخت برای بهره‌وری سوخت، انرژی پاک برای وسایل نقلیه و امکانات بازیافت به فولاد بستگی دارد. این بخش‌ها نیز فرصت‌های شغلی را فراهم می‌کنند.

۶-۶) بازیافت فولاد

فولاد منحصر به فرد و همیشه در حال تکامل است. دو عنصر کلیدی صنعت فولاد عبارت‌اند از آهن که از فراوان‌ترین عناصر زمین است و فولاد بازیافتی. هنگامی که فولاد تولید می‌شود، به یک منبع دائمی در دسترس تبدیل می‌شود؛ زیرا ۱۰۰ درصد قابل بازیافت و دارای چرخه زندگی نامحدود و بالقوه است. این قابلیت بازیافت بی رویه بدون از دست دادن خواص، همراه با استحکام، تنوع‌پذیری، قابلیت دسترسی و مقرون به صرفه بودن، فولاد را منحصر به فرد می‌کند. هزاران نوع مختلف از فولاد وجود دارد که برای پاسخگویی به نیازهای خاص کاربران طراحی شده است. تنوع فولادها نه تنها با ترکیب شیمیایی تعریف شده، بلکه با انواع مختلف ریزساختارها در مقیاس نانو و کوچکتر هم شناخته شده است. که همین منجر به دستیابی به طیف وسیعی از خواص می‌شود و تضمین می‌کند که دامنه وسیعی برای توسعه فولادهای جدید، نوآورانه، سبک وزن و با مقاومت بالا به وجود آید.

تمام روش‌های تولید فولاد (کوره قوس الکتریکی و کوره اکسیژن) می‌تواند از ضایعات فولادی بازیافتی به عنوان ورودی استفاده کند. بیشترین مقدار فولاد جدید شامل فولاد بازیافتی است [۵۴].

فولاد صد در صد قابل بازیافت است و این یعنی می‌توان بارها و بارها با همان مواد و همان کیفیت آن را بازتولید کرد. همچنین، از طریق جداسازی مغناطیسی به راحتی قابل بازیابی است. بازیافت به ویژه در اقتصاد سبز اهمیت دارد؛ زیرا منابع ارزشمندی را حفظ می‌کند و مانع از انتقال مواد مفید به محل دفن فاضلاب می‌شود. دو منبع اصلی از فولاد بازیافتی وجود دارد که ضایعات فولاد نیز نامیده می‌شود: مواد اضافی از تولید فولاد و تولید نهایی (ضایعات قبل از مصرف) و فولاد در پایان عمر محصول (ضایعات بعد از مصرف). فولاد، قابل بازیافت‌ترین ماده صنعتی در جهان است که سالانه بیش از ۵۰۰ میلیون تن بازیافت می‌شود، از جمله ضایعات قبل و بعد از مصرف. ضایعات پس از مصرف‌کننده، باید جمع آوری و آماده شود. به دلیل ارزش بالای ضایعات

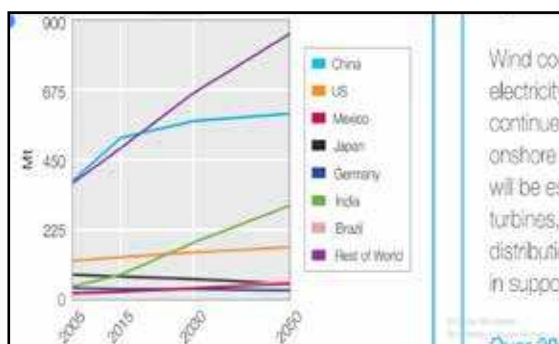
اکوسیستم سالم فولادی ایجاد کند. صنعت جهانی فولاد برای این که یک صنعت کلیدی باقی بماند باید به طور خستگی‌ناپذیر بر مشکلات آینده غلبه کند.

۶-۵) چشم‌انداز اقتصادی در صنعت فولاد

۱-۵-۶) فولاد رشد اقتصادی را بهبود می‌بخشد

فولاد به طور جدایی‌ناپذیری با رشد اقتصادی و رفاه ارتباط دارد. جوامع در حال توسعه نیاز به فولاد برای ساخت جاده‌های جدید، خطوط راه آهن، ساختمان‌ها و پل‌ها دارند. آنها همچنین نیاز به نصب خط لوله جدید برای گاز، آب و بهداشت و ساخت کارخانجات و ماشین آلات دارند. فولاد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، در کاربردهای پیشرفته و جدید همچنان مورد نیاز است؛ کاربردهایی که از توسعه پایدار و اقتصاد سبز حمایت می‌کنند [۵۴].

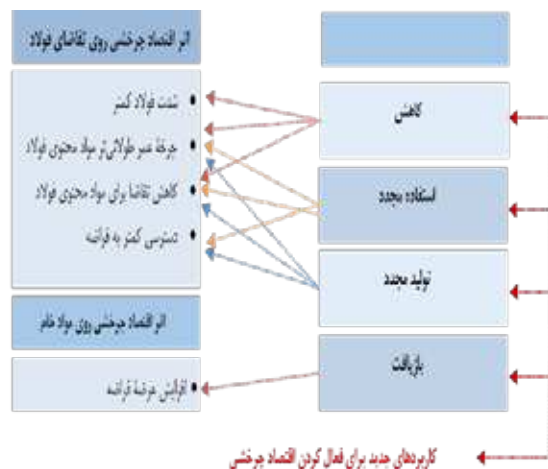
تا سال ۲۰۵۰، مصرف فولاد ۱/۵ برابر سطح فعلی رشد خواهد داشت تا نیازهای جمعیت جهانی رو به رشد را تامین کند. نمودار ۶-۲، پیش‌بینی مصرف فولاد را تا سال ۲۰۵۰، بر اساس منطقه نشان می‌دهد.



نمودار ۶-۳. گذشته و پیش‌بینی آینده مصرف فولاد بر حسب منطقه

۶-۵-۲) فولاد از اقتصاد سبز^۱ حمایت می‌کند

ما با کمبود منابع، استرس آب و زمین، تضعیف محیط زیست و تغییرات اقلیمی مواجه هستیم. نیازهای زیادی نیز باید برطرف شود؛ از ریشه کنی فقر تا کاهش بلایای طبیعی. با افزایش جمعیت مشکلات نیز افزایش می‌یابد و شهرنشینی سرعت می‌گیرد. واضح است که ما نمی‌توانیم به روند کنونی ادامه دهیم و باید به سمت اقتصاد سبز حرکت کنیم که در آن رشد اقتصادی و مسئولیت اجتماعی و زیست‌محیطی دست‌به‌دست هم می‌دهند. توسعه پایدار باید نیازهای فعلی انسان را بدون از بین بردن سهم نسل‌های آینده در جهت رفع نیازهای خود برآورده سازد. در این میان، اقتصاد سبز برای همه ملت‌ها، ثروتمندان و فقرا به صورت یکسان، منابع زمین را حفظ و تقویت می‌کند. گذار به اقتصاد سبز



شکل ۶-۶. اثرات اقتصاد چرخشی بر تقاضای فولاد [۳۳].

۶-۷) کاهش اثرات زیست محیطی تولید فولاد

تولید فولاد تأثیرات مختلفی بر محیط زیست دارد. تأثیرات اصلی ناشی از استفاده از انرژی و مواد خام است که منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر دی‌اکسیدکربن، اکسید گوگرد، اکسید نیتروژن، ایجاد گرد و غبار در هوا و همچنین مصرف آب و دفع مایعات مرتبط با آن می‌شود. به جهت کاهش اثرات زیست محیطی، تاکنون شرکت‌های فولادی اقدامات زیادی را انجام داده‌اند و می‌توانند الگویی برای دیگر کارخانه‌های فولادی باشند. این اقدامات به صورت زیر شرح داده می‌شود.

سازمان‌ها می‌توانند با استفاده از سیستم‌های مدیریت محیط زیست^۱ عملکرد زیست محیطی خود را نظارت و بهبود داده و برای افزایش کارایی آن اقدام نموده‌اند. مدیریت مناسب آب، بخشی از یک سیستم مدیریت موثر محیط زیست است. همچنین نقش مهمی در زیست‌پذیری کارخانه فولادی، به ویژه در مناطق کم آب دارد. مسائل مربوط به آب و نحوه مدیریت آن‌ها در کارخانه‌های خاص به علت جنبه‌های محلی مانند دسترسی به آب، کیفیت آب، پیکربندی کارخانه و قوانین، بسیار متفاوت است. صنعت فولاد از آب نمک، آب شور و آب شیرین استفاده می‌کند. ۸۱ درصد آب عمدتاً برای خنک کردن استفاده می‌شود. به طور کلی، آب دریا

فولادی، انگیزه‌های اقتصادی نیز به حفظ سطح بازیافت بالا کمک می‌کند. نرخ بازیابی پس از مصرف فولاد در مناطق و بخش‌های مختلف متفاوت است. در جدول ۶-۲، بررسی اخیر انجمن جهانی فولاد درباره نرخ بازیابی پس از مصرف آمده است.

جدول ۶-۲. نرخ بازیابی تولید فولاد پس از مصرف بر حسب بخش

بخش	درصد نرخ بازیافت در ۲۰۰۷	درصد نرخ بازیافت در ۲۰۵۰	چرخه عمر در سال
ساخت و ساز	۸۵	۹۰	۷۰ تا ۴۰
خودرو	۸۵	۹۰	۱۵ تا ۷
ماشین‌آلات	۹۰	۹۵	۲۰ تا ۱۰
ابزار برقی و خانگی	۵۰	۶۵	۱۰ تا ۴
میانگین کلی وزن	۸۳	۹۰	نامشخص

نرخ بازیابی متفاوت با نرخ بازیافت است. برای مثال، در حالی که حدود ۸۵ درصد از اتومبیل‌ها برای بازیابی، بازیافت می‌شوند، به لطف خواص مغناطیسی فولاد و سهولت جداسازی مغناطیسی، تقریباً ۱۰۰ درصد فولاد در این وسایل نقلیه بازیافتی، بازیابی شده است.

بازیافت به صرفه‌جویی قابل توجهی در انرژی و مواد خام منجر می‌شود؛ یعنی بیش از ۱۴۰۰ کیلوگرم سنگ آهن، ۷۴۰ کیلوگرم زغال سنگ و ۱۲۰ کیلوگرم سنگ آهک برای هر تن از ضایعات فولاد تبدیل شده به فولاد جدید، ذخیره می‌شود [۵۴].

۶-۶-۱) اقتصاد چرخشی در صنعت فولاد، می‌تواند انتشار کربن را کاهش دهد

مفهوم اقتصاد چرخشی بر تقاضای جهانی فولاد تأثیر می‌گذارد. تا حدی که در گزارش انجمن جهانی فولاد^۲، در سال ۲۰۱۷، از اقتصاد چرخشی به‌عنوان یک کلان‌روند موثر بر تقاضای جهانی فولاد یاد شده است [۳۳].



1. worldsteel association
2. EMS: Environmental management systems

به تغییر آب و هوایی اولویتی کلیدی است و صنعت متعهد است که اقدامات لازم برای کاهش قابل توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از اقدامات خود را داشته باشد. پیشرفت‌های تکنولوژیکی طی ۲۵ سال گذشته، کاهش قابل توجهی در میزان انتشار دی‌اکسیدکربن از تولید فولاد داشته است. این پیشرفت‌ها عبارت‌اند از:

۱. افزایش بهره‌وری انرژی در روند تولید فولاد، ۲. بهبود نرخ بازیافت فولاد، ۳. افزایش بازیافت و بهره‌برداری از محصولات فرعی از تولید فولاد، ۴. گسترش اتوماسیون فرآیند برای کنترل دقیق فرایندهای تولید فولاد [۵۴].

۶-۸) آینده صنعت فولاد

در ادامه برخی روندهای پیش بینی شده در حوزه تولید فولاد ارائه شده اند.

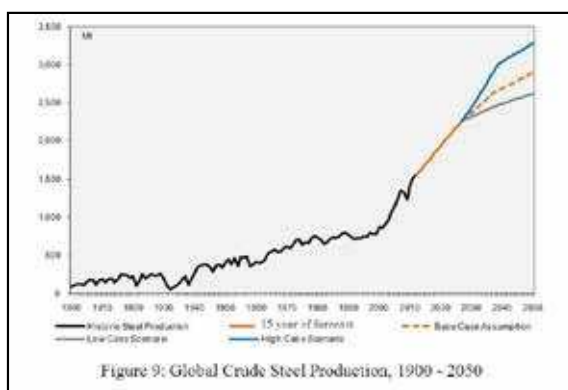
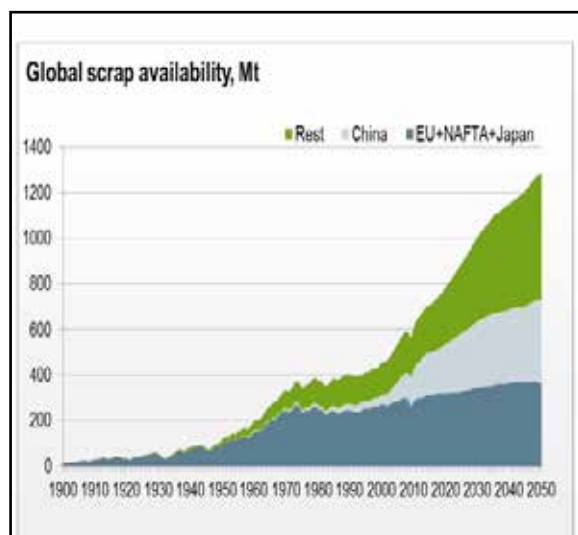


Figure 9: Global Crude Steel Production, 1900 - 2050

نمودار ۴-۶، پیش بینی تولید فولاد خام تا سال ۲۰۵۰ است.

نمودار ۶-۵ نیز دسترسی به فولاد قراضه را تا سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهد.



نمودار ۶-۵. دسترسی به قراضه تا سال ۲۰۵۰

گزینه مناسبی برای این فرایند است؛ زیرا در دسترس و از نظر هزینه مناسب است و به طور مستقیم و بدون هیچ گونه دستکاری در کیفیت به منبع برگشت داده می‌شود. با استفاده از فناوری‌های پیشرفته، کارخانه‌های فولادی در مناطق کم آب قادر به بازیافت و استفاده مجدد از حدود ۹۸ درصد از آب می‌باشند.

۶-۷-۱) استفاده از محصول فرعی و بازیافت

محصولات فرعی بازیابی شده (محصول فرعی) می‌توانند در طول فرایند تولید فولاد بازیافت شوند یا برای استفاده در صنایع دیگر به فروش برسند. استفاده از محصولات فرعی از پایداری صنعت فولاد حمایت می‌کند. این امر باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و کمک به حفظ منابع طبیعی می‌شود و مانع دفع زباله است. فروش محصولات فرعی از لحاظ اقتصادی پایدار است و برای تولیدکنندگان فولاد، تولید درآمد می‌کند و پایه صنعتی سودآور در سراسر جهان است.

بعضی از شرکت‌ها نرخ مصرف و بازیافت محصولات فرعی را تا ۹۹ درصد گزارش داده‌اند. مهمترین محصولات فرعی تولید آهن و فولاد خام عبارت‌اند از: سرباره، گازهای فرایند، گرد و غبار و لجن. هر ساله بیش از ۴۰۰ میلیون تن سرباره آهن و فولاد تولید می‌شود. سرباره مخلوطی از سیلیس، اکسید کلسیم، اکسید منیزیم، اکسید آلومینیوم و آهن است. سرباره‌ها به عنوان محصولات قابل فروش شناخته شده‌اند. نرخ بازیابی متوسط در سرتاسر جهان برای سرباره فولاد بیش از ۸۰ درصد و برای سرباره آهن تا تقریباً ۱۰۰ درصد، متغیر است. هنوز هم پتانسیل بالایی برای بهبود بازیابی و استفاده از سرباره در بسیاری از کشورها، به خصوص به دلیل مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی وجود دارد.

۲-۷-۶) سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته

تولید فولاد کم‌کربن

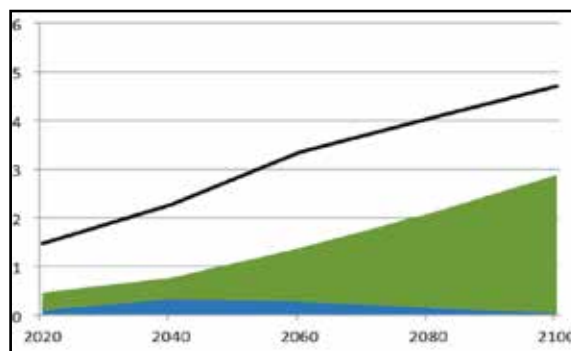
بر اساس گزارش‌ها، برای ثابت نگه‌داشتن افزایش دمای جهانی زیر ۲/۴ درجه سانتی‌گراد، انتشار جهانی دی‌اکسید کربن باید تا سال ۲۰۵۰ به میزان قابل توجهی کاهش یابد.

بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای از صنعت فولاد جهان، دی‌اکسید کربن است؛ زیرا ۹۳ درصد از کل تولید گازهای گلخانه‌ای را در صنعت فولاد تشکیل می‌دهد. به طور متوسط ۱/۸ تن دی‌اکسیدکربن برای تولید هر تن فولاد، تولید می‌شود. صنعت آهن و فولاد تقریباً ۶/۷ درصد کل انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را ایجاد می‌کنند. استفاده از فولاد تا سال ۲۰۵۰ از سطح فعلی به میزان ۱/۵ برابر افزایش خواهد یافت، از این رو، انتشار دی‌اکسیدکربن می‌تواند با همان مقدار افزایش یابد. با این حال، توجه

نتیجه گیری

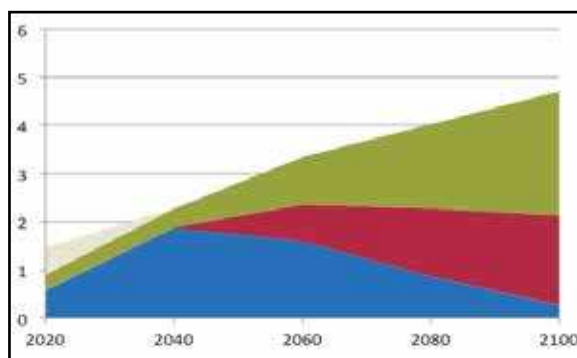
مطالعه‌ی روندها و کلان روندها در آینده نگاری، نقش مهمی دارند. کلان روندها فضای کلی حاکم بر آینده‌های محتمل را به ما نشان می‌دهند و به عنوان عناصر نسبتاً مشخص از آینده، فضای معلوم آینده را ترسیم می‌کنند. بنابراین هر برنامه ریزی برای آینده و به خصوص آینده‌های بلندمدت ناگزیر باید بخش مهمی را کلان روندها اختصاص دهد. در واقع کلان روندها، خطوط کلی آینده‌های بلندمدت را مشخص می‌سازند. در این پژوهش این کلان روندها تا افق‌های زمانی فراتر از ۲۰ سال مورد بررسی قرار گرفتند و اثر هر کدام از آنها بر روی مدل کسب و کار شرکت فولاد مبارکه به بحث گذارده شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کلان روند محیط زیست حاوی مهم‌ترین تهدیدها و کلان روند فناوری حاوی مهمترین فرصت‌های پیش رو برای شرکت فولاد مبارکه است. البته ذکر این نکته لازم است که پایش روندها و کلان روندها بایستی به عنوان یک روتین به صورت مستمر صورت پذیرد. بنابراین یکی از اقدامات پیشنهادی برای آینده نگاری در شرکت‌های بزرگ، راه اندازی مرکز رصد راهبردی به منظور بررسی مداوم آینده‌ها و ارائه تحلیل‌های روزآمد به مدیران این شرکت‌ها است.

و نمودار ۶-۶ نشان دهنده ی ردپای رکود تقاضا برای فولاد در سال ۲۱۰۰ است
مصرف قراضه و تولید فولاد خام، میلیارد تن



نمودار ۶-۶ کاهش نرخ رشد مصرف فولاد تا سال ۲۱۰۰

همچنین در نمودار زیر انتخاب فناوری‌های آینده تولید اولیه فولاد قابل مشاهده است [۹۳].



نمودار ۶-۷. فناوری‌های آینده‌ی تولید فولاد



منابع و مأخذ:

- [۱]. رضوی. ع، سلیمی. فر. م، (۲۹۳۱)، اثر جهانی شدن اقتصاد بر رشد اقتصادی با استفاده از روش خود توضیحی-پرداری، دانشگاه فردوسی مشهد.
- [۲]. عرفانی، امیرحسین، (۶۹۳۱)، کارخانجات هوشمند مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم، دومین کنفرانس ملی تحقیقات بین‌رشته‌ای در مهندسی کامپیوتر، برق، مکانیک و مکاترونیک.
- [۳]. فتحی، الهام، (۳۸۳۱)، پدیده تورم جوانی در ایران و آثار جمعیت‌شناسی مرتبط با آن، دومین همایش انجمن جمعیت‌شناسی ایران، شیراز، انجمن جمعیت‌شناسی ایران، دانشگاه شیراز.
- [۴]. مرکز پژوهشی مدیریت فناوری و راهبردی آینده‌اندیشان، (۶۹۳۱)، سلسله گزارش‌های آینده‌نگاری ملی، شماره ۴، برنامه ملی آینده‌نگاری علم و فناوری.
- [5]. the upside of disruption Megatrends shaping 2016 and beyond
- [6]. Megatrends, Beyond-Tomorrow-Megatrends, scenario 2030, PRODUCT DEVELOPMENT TOWARDS 2030 TREND PERSPECTIVES,
- [7]. Global megatrends and implications for leader, Dominic Barton | Global Managing Director, McKinsey & Company
- [8]. our future world Global megatrends that will change the way we live
- [9]. Five Megatrends and Their Implications for Global Defense & Security, November 2016.
- [10]. Future State 2030: The global megatrends shaping governments
- [11]. GLOBAL TRENDS 2030: ALTERNATIVE WORLDS
- [12]. McKinsey Special Collections Trends and global forces
- [13]. Megatrends affecting science, technology and innovation, OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION OUTLOOK 201
- [14]. Fulfilling the promise of globalization: advancing sustainable development in an interconnected world
- [15]. Responding to megatrends
- [16]. ASIAN STEEL WATCH
- [17]. Top 20 Global Mega Trends and Their Impact on Business, Cultures and Society
- [18]. India steel 2017. <http://yon.ir/kj56D>
- [19]. Fa. Wikipedia.org/wiki/تغییر اقلیم
- [20]. Oppenheimer M, K. Anttila-Hughes J. (2016). The Science of Climate Change. The future of children, 26(1), 11-30.
- [21]. Oppenheimer M. (2013). Climate Change Impacts: Accounting for the Human Response. Climatic Change 117(3), 439-449
- [22]. <http://yon.ir/JsGKP>.
- [23]. Norman Myers. 2005. "Environmental Refugees: an emergent security issue". Paper presented at OSCE 13th Economic Forum. Prague, 23-27 May 2005. <http://www.osce.org/eea/14851>.
- [24]. UK Government. 2006. "Stern Review: The Economics of Climate Change". <http://yon.ir/NQLZY>
- [25]. 2018 Outlook for Energy: A View to 2040, <http://yon.ir/bm2iO>.
- [26]. IRENA_Report_GET_2018, GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION. <http://yon.ir/vAFo4>.
- [27]. OECD Environmental Outlook to 2050 Climate Change Chapter, 2011. <http://yon.ir/XgxZU>.
- [28]. <http://hamshahrionline.ir/details/39088>.
- [29]. Energy_Trends_June_2018
- [30]. World economic forums.
- [31]. IMD WORLD COMPETITIVENESS CENTER
- [32]. PWC analysis
- [33]. Platt_ Mumbai_ world steel_ 2017_11_09..
- [34]. Trend One, Megatrend <http://yon.ir/XOe5G>
- [35]. Moradzadeh.m, Digital Twins, <http://yon.ir/HuKDq>
- [36]. The Fourth Industrial Revolution,
- [37]. The Third Industrial Revolution, <https://futurism.media/the-third-industrial-revolution>.
- [38]. Industrial Robotics: Global Market Report 2018-2025 - Rise in Aging Population Resulting in Labor Shortage is Driving the Market. (2018). Cision: <http://yon.ir/DGk0E>. ((date of view: 10/05/2018).
- [39]. <https://www.pwc.com/us/en/industries/industrial-products/mobility.html>
- [40]. <https://www.trendone.com/en/trend-universe/mega-trends/mega-trend-detail/artificial-intelligence.html>.
- [41]. <http://yon.ir/bDC8g>
- [42]. IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News, <http://yon.ir/98R4y>.
- [43]. <http://iranaict.ir/>
- [44]. چگونه-پهپادها-در-۵-سال-آینده-جهان-ما-را-تغییر-خواهند-داد/731654 <https://www.fardanews.com/fa/news/731654>
- [45]. Fintech trends that will revolutionise business, <http://yon.ir/YAIqN>.



- [46]. Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040, WORLD RESOURCE INSTITUTE, <http://yon.ir/pySuM>.
- [47]. 2016 Food, Water, Energy & Climate Outlook.
- [48]. united nation world population prospect. Mckinsey Global Institute analyses
- [49]. united nation department of economic and social affairs, population division
- [50]. Future of Dating 2050: the impact of a changing society. <http://yon.ir/IFHsd>.
- [51]. yon.ir/8RxTj
- [52]. <http://yon.ir/HYm8P>
- [53]. <http://yon.ir/7lzop>.
- [54]. SUSTAINABLE STEEL At the core of a green economy.
- [55]. Sadeghu R. [Population and development in Iran: Dimensions and challenges (Persian)]. Tehran: National Population Studies & Comprehensive Management Institute; 2009.
- [56]. meeting and convention 2030: a study of megatrends shaping our industry
- [57]. The Growth of the World's Middle Class May Be the Greatest Story of Our Age. <http://yon.ir/Z4yj2>.
- [58]. <https://partnersforsustainability.ch/climate-change-could-force-over-140-million-to-migrate-by-2050/>
- [59]. https://en.wikipedia.org/wiki/Low-carbon_economy.
- [60]. <http://yon.ir/6pbIS>.
- [61]. <http://yon.ir/8gUx6>.
- [62]. <http://yon.ir/JTyZP>.
- [63]. <http://yon.ir/HqM2s>.
- [64]. Beyhan, F., & Selçuk, S. A. (2017, March). 3D Printing in Architecture: One Step Closer to a Sustainable Built Environment. In International Sustainable Buildings Symposium (pp. 253-268). Springer, Cham.
- [65]. <http://yon.ir/jBrgj>
- [66]. <http://yon.ir/Y4L2V>
- [67]. <http://yon.ir/bK6YQ>
- [68]. <http://yon.ir/ikVUN>
- [69]. <http://yon.ir/GjY4K>
- [70]. <http://yon.ir/vjVby>
- [71]. <http://yon.ir/K20kB>
- [72]. Wwww. Tractica.com, <http://yon.ir/XHmtC>
- [73]. <https://witanworld.com/autonomousvehicles/>.
- [74]. http://www.bbc.com/persian/science/2016/03/160330_u04_sea_level_rise
- [75]. <http://yon.ir/8Hpqg>
- [76]. <http://yon.ir/z5qBt>
- [77]. <http://yon.ir/cFFPJ>
- [78]. WEF, Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Life on Land, 2018.
- [79]. <http://yon.ir/Yb5N7>
- [80]. <http://yon.ir/QMRdN>
- [81]. <http://yon.ir/h0vfd>
- [82]. <http://yon.ir/YIW09>
- [83]. <http://yon.ir/IWBdX>
- [84]. <http://yon.ir/CZ3qR>
- [85]. <http://yon.ir/PHYRV>
- [86]. Deloitte, 2018 Global health care outlook The evolution of smart health care.
- [87]. <http://yon.ir/4d8vV>
- [88]. <http://yon.ir/WjIxD>
- [89]. <http://yon.ir/QmJdx>
- [90]. <http://yon.ir/KJLWj>
- [91]. <http://yon.ir/5UJ0A>
- [92]. <http://yon.ir/Q1ZcF>
- [93]. The Future of Global Steel Production, Johannes Morfeldt , Wouter Nijs and Semida Silveira.
- [94]. <http://yon.ir/ikVUN>
- [95]. Michener, William K., Elizabeth R. Blood, Keith L. Bildstein, Mark M. Brinson, and Leonard R. Gardner. "Climate change, hurricanes and tropical storms, and rising sea level in coastal wetlands." *Ecological Applications* 7, no. 3 (1997): 770-801.
- [96]. Silva, Raquel A., J. Jason West, Yuqiang Zhang, Susan C. Anenberg, Jean- François Lamarque, Drew T. Shindell, William J. Collins et al. "Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change." *Environmental Research Letters* 8, no. 3 (2013): 034005.
- [97]. Chiappetta, A. (2017). Hybrid ports: the role of IoT and CyberSecurity in the next decade. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 2(2), 47-56.

راهنمای تهیه و تدوین مقالات دو ماهنامه‌ی آهن و فولاد

اهداف فصلنامه:

- ✓ انتقال تجرب علمی و کمک به نشر دانش
- ✓ فراهم کردن زمینه‌های ارتباط علمی بین صنایع و دانشگاهها
- ✓ انتشارات مفاهیم تجربه شده در میدان عمل
- ✓ معرفی فعالیت های علمی و اجرایی فولاد مبارکه
- ✓ انتشار اخبار مهم فولاد در جهان، ایران و اخبار داخلی شرکت فولاد مبارکه اصفهان

شرایط پذیرش مقالات:

- مقاله باید در یکی از موضوعات زیر باشد :
- ✓ محصولات فولادی
- ✓ تکنولوژی تولید فولاد
- ✓ فنی و مهندسی
- ✓ مدیریت
- ✓ ایمنی، بهداشت و محیط زیست
- ✓ کاهش هزینه
- دارای جنبه های علمی و پژوهشی قوی باشد.
- حاوی ایده های جدید، نکات کاربردی، عملی، جدید و نو باشد.
- اصول و قواعد نگارش مورد نظر این مجله رعایت گردد.
- مسئولیت صحت مطالب مندرج در مقاله به عهده نویسنده یا نویسندگان می باشد.

شرایط تدوین مقالات:

- مقاله در محیط نرم افزاری WORD و دارای حاشیه از بالا و پایین ۳ سانتیمتر و چپ و راست ۲.۵ سانتیمتر و فاصله خطوط ۰.۸ سانتیمتر به زبان فارسی تایپ و از طریق سامانه-<http://ironand-steel.msc.ir> بارگذاری گردد.
- مقاله دارای چکیده حداکثر ۱۵۰ کلمه و حجم مقاله حداکثر ۱۵ صفحه باشد و واژگان کلیدی حداقل ۴ و حداکثر ۸ کلمه.
- مقاله های ارسالی باید دارای بخش های زیر باشد:
- عنوان کامل مقاله، نام نویسنده یا نویسندگان، رشته علمی و مسئولیت نویسنده یا نویسندگان، نام مؤسسه یا دانشگاه، محل کار، نشانی کامل (آدرس، تلفن، پست الکترونیک و)...
- بیان مسأله، اهمیت مسأله، اهداف پژوهش، ادبیات موضوع، چهارچوب نظری، فرضیه های پژوهش، روش تحقیق، فنون تجزیه و تحلیل، نتیجه گیری و ذکر منابع (مقالات پژوهشی)
- برای مقاله های مروری چکیده، مقدمه، متن مقاله، ارائه چارچوب ادراکی، جمع بندی و ذکر منابع لازم است.
- ارجاعات در متن و پایان مقاله به روش های زیر باشد:

- الف - مرجع نویسی داخل متن باید در داخل پرانتز و به صورت نام خانوادگی نویسنده، تاریخ انتشار و شماره صفحه باشد.
- ب - مرجع نویسی پایان مقاله بایستی براساس نمونه های زیر به ترتیب الفبایی نام خانوادگی نویسنده مرتب شود.
- ج - در مورد مقالات، نام خانوادگی، نام، تاریخ انتشار، عنوان مقاله، نام مجله، شماره مجله، شماره صفحه
- د - در مورد کتاب، نام خانوادگی، نام، تاریخ انتشار، عنوان کتاب، محل انتشار، ناشر
- عنوان، توضیحات و شماره جداول، الگوها و اشکال، در بالای آن ذکر شود.
- مجله در ویرایش مقاله ها، بدون تغییر در اصل و محتوا آزاد است.
- مقاله های رسیده برگشت داده نمی شود.
- به پیوست یک قطعه عکس با ۳۰۰ dpi از نویسنده یا نویسندگان به همراه ایمیل و شماره تلفن همراه دریافت می شود.

دستورالعمل داوری مقالات مجله آهن و فولاد

اهداف:

- داوری علمی مقالات واصل شده
- حرکت در جهت علمی تر شدن محتوای فصلنامه
- استفاده از نظرات صاحب نظران در غنی کردن فصلنامه

مراحل:

- مقالات واصله که در راستای موضوعات فصلنامه می باشند استخراج و مقوله بندی می شوند.
- مقالات بر حسب تخصص علمی برای دو نفر از اعضاء داوران علمی جهت داوری ارسال می گردد.
- حداکثر دو هفته به داوران فرصت داده می شود که نظرات و نتیجه داوری خود را مطابق فرم پیوست ارائه نمایند.
- در صورتی که دو نفر داور در مورد قابل چاپ بودن مقالات در مجله نظر مثبت داشته باشند، مقالات به صورت مقدماتی پذیرش می شوند.
- مقالاتی که معدل نمرات دو نفر داور بر اساس فرم داوری بین ۳۹-۵۰ باشد به صورت چاپ برای فصلنامه انتخاب می گردند (در صورت زیاد بودن مقالات، مقالات دارای رتبه بالاتر در الویت چاپ هستند)
- جهت اشتراک دو ماهنامه آهن و فولاد فرم زیر را به نشانی پستی زیر ارسال فرمائید :
- استان اصفهان ، شهر مبارکه، صندوق پستی ۱۶۱-۸۴۸۱۵ واحد اطلاعات و انتشارات روابط عمومی - دو ماهنامه آهن و فولاد.

فرم اشتراک

نام: نام خانوادگی: نام پدر: تاریخ تولد:
قسمت یا واحد فعالیت: تحصیلات: شغل:
نشانی:
کد پستی: