



بررسی مفاهیم هوشمندسازی صنایع و مطالعه دو نمونه موفق هوشمندسازی در منطقه و دنیا



عنوان گزارش: بررسی مفاهیم هوشمندسازی صنایع و مطالعه دو نمونه موفق هوشمندسازی در منطقه و دنیا
کلمات کلیدی: صنعت ۴، هوشمندسازی، اتوماسیون، اسناد بالادستی، بلوغ فناوری، اینترنت اشیاء، هوش
مصنوعی، اقتصاد دیجیتال، صنعت در آلمان و عربستان سعودی.

تهیه کنندگان: مسعود حایری، مجید رسولی دیسفانی، سید محمود نعمت ... زاده

ناظر علمی: پژمان گودرزی، مریم محمودی

گروه پژوهشی: سکویای فناوری اطلاعات

سال نشر: ۱۴۰۳

حقوق معنوی این اثر متعلق به پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است و استفاده از آن با ذکر ماخذ بلامانع است.

خلاصه مدیریتی

ارتقا سطح استفاده از فناوری‌های پیشرفته هوشمندسازی یکی از رویکردهای اصلی و آینده نگر برای دستیابی به هدف توانمندسازی صنایع برای رفع موانع و مشکلات پیش روی افزایش بهره وری و حرکت صنایع به سمت انقلاب چهارم صنعتی یا صنایع هوشمند در کشورهای توسعه‌یافته می باشد. صنایع هوشمند، به‌طور کلی، صنایعی هستند که از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، اتوماسیون صنعتی و داده‌کاوی بهره می‌برند. در ایران نیز توسعه صنایع هوشمند به عنوان یکی از اولویت‌های راهبردی در برنامه‌های توسعه کشوری قرار دارد

در کشور ما و در سال‌های اخیر، اسناد مختلفی مانند سند چشم‌انداز و سیاست‌های کلی موضوعی در سطح کلان، مصوبات شورای عالی فضای مجازی و سایر اسناد بالادستی در حوزه هوشمندسازی تدوین و ابلاغ شده است. درباره اسناد بالادستی موضوع اساسی و کلی توجه به جایگاه حقوقی و قانونی سیاست‌های مرتبط با حوزه هوشمندسازی کشور و همچنین حمایت قانونی از هوش مصنوعی در جهت نیل به توسعه اقتصاد دیجیتال است. همانطور که اشاره شد، بررسی‌ها حاکی از آن است که توسعه هوش مصنوعی در قوانین و مقررات کشورهای در حال توسعه، به‌طور ویژه‌ای موردتوجه قرار گرفته است. موضوعی که می تواند چالش برانگیز باشد عدم انطباق اسناد بالادستی نظیر قانون اساسی، سیاست‌های کلی نظام و برنامه‌های توسعه و همچنین عدم یکپارچگی این قوانین در انطباق با هوشمندسازی است. از طرفی موضوع گسترش و پیشرفت هوش مصنوعی در برنامه‌های مختلف توسعه، موردتوجه برنامه‌ریزان و سیاست‌مداران قرار گرفته است. علم به این که چه مقدار از تکالیف یک برنامه تحقق یافته است، یا اینکه چه میزان در اسناد بالادستی موضوع هوشمندسازی تأکید شده است، می‌تواند ما را به‌سوی برنامه‌ریزی بهتر در آینده رهنمون سازد.

به‌طور کلی با توجه به ضرورت تدوین برنامه برای بخش‌های مختلف کشور، بسیاری از مسئولان در کنار تصمیم‌گیران ارشد کشوری اقدام به نگارش برنامه‌ای جامع در حوزه‌های مختلف کرده‌اند تا بر اساس آن مسیر توسعه این بخش‌ها مشخص و شفاف شود.

به‌طور کلی برای دستیابی به پیشرفت در زمینه هوشمندسازی صنایع در کشورهای در حال توسعه، دو مانع اساسی وجود دارد که باید به خوبی و با دقت مورد بررسی قرار گیرند:

- مانع اول فاصله تاریخی و در نتیجه میزان بلوغ صنایع موجود به عنوان پذیرنده فناوری و شرکت‌های دانش‌بنیان اغلب نوبا به عنوان صاحبان و ارائه‌دهندگان فناوری است.

- مانع دوم تفاوت زیست‌بوم شرکت‌های دانش‌بنیان با محیط کسب و کار شرکت‌های بزرگ صنعتی است که

هر کدام واسطه‌ها و تسهیل‌گران متفاوتی برای ایجاد ارتباط در زیست‌بوم‌های خود دارا می‌باشند

بنابراین برای ایجاد ارتباط مؤثر باید هم از نظر نگاشت نهادی و ارتباط آنها راهکارهایی ارائه شود و هم از نظر ترجمه زبان عرضه و تقاضا فناوری بین ارائه‌دهنده فناوری و گیرنده فناوری با زیست‌بوم‌های متفاوت تمهیداتی اندیشیده شود. در این راستا ساختاری فراتر از یک فرایند و یا حتی نهاد مورد نیاز بوده و باید مجموعه‌ای اقدام به ایجاد این ارتباط نماید که دارای یک اکوسیستم به صورت بالقوه و بالفعل برای انجام این راه‌کارها در حوزه هوشمندسازی صنایع باشد. این اکوسیستم برای رفع موانع فوق و دستیابی به هدف افزایش اثربخشی استفاده از فناوری‌های پیشرفته هوش مصنوعی در صنایع بزرگ کشور باید اهداف اصلی زیر را محقق شود:

۱. درک و استخراج خواسته‌ها و تقاضای صنایع

۲. گسترش راه‌کارهای هوش مصنوعی شرکت‌های دانش‌بنیان در صنایع بزرگ

۳. توسعه بازار خدمات فعلی شرکتهای بزرگ فاوا به صنایع بزرگ مبتنی بر هوش مصنوعی

۴. استفاده بهینه از زیرساخت‌ها و توانمندی‌های شرکت‌های بزرگ فاوا در توانمندسازی صنایع برای پذیرش

راه‌کارهای هوش مصنوعی

۵. ایجاد اکوسیستم پایدار اقتصادی در زمینه هوشمندسازی

در این راستا مطالعات تطبیقی و بررسی اقدامات انجام‌شده و یا در حال انجام کشورهای منتخب در این حوزه و مقایسه آن با آنچه که در کشور ما در این زمینه وجود دارد از جمله بررسی وضعیت هوشمندسازی صنایع در کشور، می‌تواند ما را به سمت نتایج زیر رهنمون سازد:

- شناسایی فرایندهای اجرایی لازم جهت حرکت صحیح در مسیر هوشمندسازی صنایع

- شناسایی و معرفی پروژه‌های پیشران هوشمندسازی در صنایع منتخب

- ایجاد ساختار نظارت/راهبری در زمینه هوشمندسازی صنایع

- مصوبات موردنیاز در زمینه هوشمندسازی صنایع

فهرست مطالب

۱	مقدمه	۱
۳	مفاهیم و تعاریف کلیدی در حوزه هوشمندسازی	۲
۴	۱-۲ اتوماسیون، کارخانه هوشمند و تولید هوشمند	۲-۱
۵	۱-۱-۲ اتوماسیون	۲-۱-۲
۵	۲-۱-۲ کارخانه هوشمند	۳-۱-۲
۵	تولید هوشمند	۴-۱-۲
۵	تفاوت‌های کلیدی	۳
۶	بررسی اسناد بالادستی در خصوص هوشمندسازی	۳-۱
۶	۱-۳ ضرورت بررسی اسناد بالادستی و فرآیند پژوهش مربوطه	۴
۱۱	بررسی معیارهای بلوغ فناوری هوشمندسازی در سازمان	۴-۱
۱۳	۱-۴ جایگاه هوش مصنوعی در هوشمندسازی صنعتی	۴-۲
۱۷	۲-۴ ملاحظات و الزامات هوشمندسازی در صنایع	۴-۲-۱
۱۸	۱-۲-۴ الزامات مرتبط با فرهنگ سازمانی	۴-۲-۲
۱۸	۲-۲-۴ الزامات مرتبط با نیروی انسانی	۵
۱۹	مطالعه موردی: بررسی برنامه کشورهای آلمان و عربستان سعودی در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و هوشمندسازی صنعتی	۱۹
۲۰	۱-۵ بررسی کشور آلمان در خصوص هوشمندسازی	۱-۱-۵
۲۱	۱-۱-۵ اهداف آلمان در توسعه انقلاب چهارم صنعتی	۲-۱-۵
۲۱	۲-۱-۵ فناوریهای کلیدی و توانمندسازهای انقلاب چهارم صنعتی در آلمان	۵-۱-۳
۲۳	۵-۱-۳ کلان طرحهای همکاریهای صنعتی در آلمان	۵-۱-۴
۲۵	۵-۱-۴ بازیگران کلیدی توسعه انقلاب چهارم صنعتی در آلمان و نقش آنها	۵-۱-۵
۲۵	۵-۱-۵ چالش‌ها و ملاحظات در پیاده سازی انقلاب چهارم صنعتی	۶-۱-۵
۲۷	۶-۱-۵ راهبردهای دیجیتال و هوشمندسازی آلمان بر اساس برنامه ۲۰۲۵	۷-۱-۵
۲۷	۷-۱-۵ راهبردهای اصلی برنامه ۲۰۲۵	

۲۹	۸-۱-۵ برنامه‌های اصلی تامین مالی و حمایتی در آلمان در ۲۰۲۵
۳۱	۲-۵ بررسی کشور عربستان در خصوص هوشمندسازی
۳۳	۱-۲-۵ نقش هوشمندسازی در راهبردهای تنوع اقتصادی عربستان سعودی
۳۴	۲-۲-۵ نقش برنامه توسعه صنعتی و لجستیک ملی در تنوع اقتصادی
۳۴	۳-۲-۵ اهداف کلیدی، سیاستها و ابتکارات انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند در عربستان
۳۵	۴-۲-۵ اولویت‌بندی ابتکارات و برنامه‌های عربستان در حوزه انقلاب چهارم صنعتی
۳۶	۵-۲-۵ پروژه‌های کلیدی در حوزه هوشمندسازی در عربستان
۳۹	۶-۲-۵ چالش‌ها و فرصت‌های انقلاب چهارم صنعتی در عربستان سعودی
۴۱	۷-۲-۵ بازیگران و نقش‌های کلیدی در انقلاب چهارم صنعتی عربستان سعودی

۴۲ **۶ نتیجه‌گیری**

۱ مقدمه

صنعتی شدن سریع، روند رو به رشد تولید هوشمند و اتصال متقابل، افزایش تمرکز بر اتوماسیون کارخانه، تقاضای فزاینده برای روبات‌های صنعتی، از عوامل اصلی رشد درآمد بازار هستند. طبق آخرین تجزیه و تحلیل بازار توسط Emergen Research در سال ۲۰۲۲ تخمین زده می‌شود که بازار جهانی صنعت ۴,۰ تا سال ۲۰۲۷ به اندازه بازار عظیم ۲۷۹,۷۵ میلیارد دلار برسد و نرخ رشد مرکب سالانه^۱ یا CAGR معادل ۱۶,۳٪ را ثبت کند [۱]. پذیرش سریع فناوری‌های اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، روباتیک، محاسبات لبه و فناوری‌های بلاک‌چین در صنایع مختلف از جمله تولید، داروسازی، حمل و نقل و تدارکات، صنایع شیمیایی، و صنایع غذایی و آشامیدنی، باعث رشد درآمد بازار جهانی صنعت ۴,۰ می‌شود. در جدول ۱، مقایسه و جایگاه کشورها در حوزه هوشمندسازی مبتنی بر مراجع مختلف آورده شده است.

جدول ۱. مقایسه وضعیت و جایگاه کشورها در حوزه‌های هوشمندسازی در مراجع مختلف

ردیف	نام کشور	مرجع	
		Statista [۴]	BNEF [۲,۳]
۱	آلمان	۲	۳
۲	کره جنوبی	۶	۱
۳	ژاپن	۳	۶
۴	آمریکا	۱	۷
۵	چین	۵	۵
۶	انگلیس	-	۴
۷	فرانسه	۴	۸
۸	کانادا	-	۹
۹	سنگاپور	-	۲
۱۰	استرالیا	-	-
۱۱	اتریش	-	-
۱۲	هلند	۷	-
۱۳	سوئیس	-	-
۱۴	سوئد	-	۱۰

با پیشرفت فناوری اطلاعات در عصر انقلاب صنعتی چهارم که توسط هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و داده‌های بزرگ اتفاق افتاده است، محیط کسب و کار شرکت‌های تولیدی سریع‌تر از قبل در حال تغییر است. زنده ماندن شرکت‌ها، بدون دگرگونی دیجیتال دشوار است و رقابت کارخانه‌های تولیدکننده نیز بی‌نهایت بقای خود را در بازار دشوار می‌یابند، مگر اینکه از فناوری اطلاعات برای افزایش بهره‌وری و نوآوری استفاده کنند مانند پیش‌بینی در تجزیه و تحلیل و

^۱ . Compound annual growth rate

به کارگیری سیستم‌های فیزیکی-سایبری. به همین دلیل، از اواسط ۲۰۱۰، صنایع تولیدی، از قدرت نفوذ فناوری‌های دیجیتال با ادغام کردن، خودکارسازی و مدیریت هوشمند فرآیندها در برنامه‌ریزی محصول، طراحی، تولید، حمل‌ونقل، کنترل موجودی و مدیریت فروش، برای افزایش بهره‌وری تولید و چابکی در سرعت پاسخ دادن به تغییر بازارها، تحت نام "کارخانه هوشمند" استفاده می‌کند. تفاوت اصلی کارخانه‌های هوشمند در مقایسه با کارخانه‌های سنتی، استفاده از تکنیک‌های نوآورانه مانند اینترنت اشیا و یادگیری ماشینی با قدرت پیشرفت‌های فناوری است.

مفهوم صنعت ۴,۰ نیز بیشتر در مورد سیستم‌های تولید هوشمند مانند فرآیندهای خودسازگار و ارتباطات بلادرنگ است که فراتر از اتوماسیون سنتی است. چشم‌انداز صنعت ۴,۰ زنجیره ارزش را در طول چرخه عمر محصول مدیریت می‌کند که شامل سفارش، توسعه، تولید و ارائه سفارش‌های محصول می‌شود. نظارت بر در دسترس بودن تمام اطلاعات از طریق اتصال همه اشیاء در زنجیره ارزش و امکان پیش‌بینی دقیق در مورد ظرفیت جریان بهینه ارزش را فراهم می‌کند. بر اساس این پیش‌بینی‌ها، می‌توان عملیات را با توجه به معیارهای مختلفی مانند هزینه، در دسترس بودن و مصرف منابع بهینه کرد.

از این رو تأمین‌کنندگان راه‌حل‌های کارخانه هوشمند^۱ با قابلیت‌های تخصصی مختلف برای خدمت به شرکت‌های تولیدی پدید آمده‌اند و به تحلیل محیط کارخانه و ارائه خدمات از برنامه‌ریزی تا طراحی، توسعه، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری کارخانه‌های هوشمند می‌پردازند. در واقع منظور از شرکت‌های اپراتور هوشمندسازی، شرکت‌هایی هستند که خدمات طراحی، اجرا و استقرار کارخانه هوشمند را با استفاده از ابزارها و تجهیزات مورد نیاز صنایع مختلف تأمین می‌کنند.

با این حال، مشکلات متعددی در این رویکرد تأمین‌محور برای تبدیل کارخانه‌های هوشمند وجود دارد که یکی از آن‌ها کمبود اطلاعات در زمینه‌های فناوری‌های اصلی و قابلیت‌های تأمین‌کنندگان است. علاوه بر این، ممکن است اطلاعات موجود برای شرکت‌های متقاضی استاندارد نباشد، و یافتن مناسب‌ترین و تواناترین تأمین‌کننده را برای پیاده‌سازی راه‌حل‌های کارخانه هوشمند دشوار می‌سازد. بر اساس نظرسنجی انجام شده ۷۰,۵ درصد از شرکت‌هایی که راه‌حل‌های کارخانه هوشمند را از طریق تأمین‌کنندگان تخصصی مستقر نموده‌اند، مایل‌اند اطلاعاتی در مورد قابلیت‌های عینی تأمین‌کنندگان داشته باشند و ۳۶,۵ درصد از شرکت‌هایی که راه‌حل‌های کارخانه هوشمند ارائه می‌دهند، ترجیح می‌دهند که قابلیت‌هایشان به طور عینی ارزیابی شود.

در راه استفاده از فناوری‌های نوین هوشمند و به عبارتی هوشمندسازی در صنایع، دو مانع اساسی وجود دارد:

- مانع اول فاصله تاریخی و در نتیجه میزان بلوغ صنایع موجود به‌عنوان پذیرنده فناوری و شرکت‌های دانش‌بنیان اغلب نوپا به‌عنوان صاحبان و ارائه‌دهندگان فناوری است.

^۱ Smart Manufacturing Service Provider (SMSP)

• مانع دوم تفاوت زیست‌بوم شرکت‌های دانش‌بنیان با محیط کسب‌وکار شرکت‌های بزرگ صنعتی است که هرکدام واسطه‌ها و تسهیلگران متفاوتی برای ایجاد ارتباط در زیست‌بوم‌های خود دارا می‌باشند. بنابراین برای ایجاد ارتباط مؤثر در این زمینه، باید هم از نظر نگاشت نهادی و ارتباط آنها راهکارهایی ارائه شود و هم از نظر ترجمه زبان عرضه و تقاضا فناوری بین ارائه‌دهنده فناوری و گیرنده فناوری با زیست‌بوم‌های متفاوت تمهیداتی اندیشیده شود. برای اجرای موفق پروژه‌های هوشمندسازی در صنایع بزرگ و توسعه بازار شرکت‌های داخلی، اقدامات زیر ضروری است.

۱- درک و استخراج خواسته‌ها و تقاضای صنایع

۲- گسترش راهکارهای هوشمندسازی در شرکت‌های داخلی متناسب با نیاز صنایع بزرگ

۳- توسعه بازار خدمات فعلی شرکت‌های بزرگ فاوا به صنایع بزرگ در حوزه هوشمندسازی

۴- استفاده بهینه از زیرساخت‌ها و توانمندی‌های شرکت‌های بزرگ فاوا در توانمندسازی صنایع برای پذیرش راهکارهای هوشمندسازی

۵- ایجاد زیست‌بوم پایدار اقتصادی در زمینه هوشمندسازی

انجام این اقدامات، نیازمند ساختارها و سازوکارهای مناسب اجرایی است که در گزارش‌های تحلیلی آتی بدان می‌پردازیم.

۲ مفاهیم و تعاریف کلیدی در حوزه هوشمندسازی

هوشمندسازی: نحوه بهره‌برداری از سیستم‌های هوشمند جهت حل مسائل محیطی می‌باشند که به صورت یک فرایند بسیار کاربردی در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته و می‌تواند به انجام بسیاری از فرایندها و فعالیت‌های هوشمند و مبتنی بر فناوریهای روز که در گذشته به صورت سنتی و انسانی انجام می‌گرفته کمک نمایند. به عبارتی هوشمندسازی استفاده از روشها، ابزارها و فناوریهای فنی و اطلاعاتی جهت بهینه‌سازی مدیریت و تسهیل فعالیت‌ها، ارتقا و اصلاح محیط پیرامون، شتاب بخشیدن به اجرای دقیق و حرفه‌ای تر امور، ایجاد بهره‌وری و کاهش مصرف منابع (مانند انرژی) و بهره‌برداری حداکثری از خدمات سیستم‌های هوشمند در راستای ارتقا شاخص‌های محیط پیرامون مساله است. پس می‌توان گفت هوشمندسازی فرایند خودکار کردن عملیات در محیط‌های مختلف، هوشمند کردن تجهیزاتی که در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شوند و استفاده بهینه از تجهیزات و دستگاه‌های مختلف را نیز شامل می‌شود. عملیات هوشمند کردن تجهیزات مختلف ممکن است در کارخانه، انبار، کشاورزی یا هر محیط دیگری با عناوین کشاورزی هوشمند، بیمارستان هوشمند، نیروگاه هوشمند کارخانه هوشمند، ساختمان هوشمند و ... باشد و از این نظر محدودیت خاصی ندارد. از مزایای هوشمندسازی می‌توان به حذف برخی عوامل انسانی و صرفه‌جویی در

هزینه‌های مالی و زمانی، نظارت و کنترل دقیقتر میزان مصرف منابع و انرژی و جلوگیری از اتلاف ناخواسته آن، کاهش ریسک بروز خطاهای انسانی، افزایش بازدهی و طول عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری آن‌ها، امکان مدیریت از راه دور و بازبینی و کنترل پیوسته خطا و ثبت پیوسته و آنی وقایع و امکان تصمیم‌گیری در سناریوهای پیش‌بینی نشده اشاره نمود.

سیستم‌های هوشمند: مجموعه‌ای از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، الگوریتم‌ها و... هستند که عموماً در قالب یک راهکار solution مورد استفاده قرار گرفته و می‌توانند وقایع دنیای پیرامون خود را درک کرده و در قبال آن‌ها به صورت هدف‌مند واکنش نشان دهند. در واقع این سیستم‌ها به طور منطقی و همانند یک انسان تفکر نموده و عمل می‌کنند. هرچه اعمال این سیستم‌ها دقیق‌تر و به نمونه‌های انسانی نزدیک‌تر باشد؛ هوشمندتر قلمداد می‌شوند. یک خودرو خودران یا یک ابزار تشخیص چهره و تعیین هویت نمونه سیستم هوشمند است.

اپراتور هوشمند: منظور از اپراتور هوشمند شرکت‌های بزرگ یا enterprise هستند که توانایی ایجاد یک زیست بوم پایدار در حوزه ارائه خدمات هوشمندسازی را داشته باشند. این شرکت‌ها به واسطه توان اقتصادی و شبکه‌ای خود قابلیت سرمایه‌گذاری، خرید و توسعه انواع سیستم‌های هوشمند که توسط استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های فناور ارائه می‌شود را داشته و امکان یکپارچه‌سازی این فناوریهای مجزا را در قالب یک کسب و کار متمرکز برای حل مساله هوشمندسازی در یک حوزه کاربرد مشخص دارند. در دنیا به این شرکت‌ها که بیشتر در حوزه هوشمندسازی در صنایع بوده و پیشران تحقق انقلاب چهارم صنعتی می‌باشند Industry 4.0 Solution provider گفته می‌شود. این شرکت‌ها یا از شرکت‌های معروف صنعتی مانند بوش هستند که در حوزه دیجیتال نیز وارد شده‌اند یا شرکت‌های معروف فاوا مانند زیمنس و مایکروسافت هستند که در حوزه محصولات دیجیتال در صنعت هم فعالیت می‌کنند.

اتوماسیون: اتوماسیون به فناوری‌ای اشاره دارد که در آن یک فرآیند یا رویه با حداقل کمک انسانی انجام می‌شود. این شامل استفاده از سیستم‌های کنترل مختلف برای کارکرد تجهیزاتی مانند ماشین‌آلات، فرآیندها در کارخانه‌ها و سایر کاربردها با حداقل یا کاهش مداخله انسانی است. اتوماسیون از طریق وسایل مکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی، الکتریکی، الکترونیکی و کامپیوترها، معمولاً در ترکیب با یکدیگر، به دست آمده است.

۱-۲ اتوماسیون، کارخانه هوشمند و تولید هوشمند

در این بخش به معرفی ویژگیها و تفاوت‌های بین سه عبارت پرتکرار در حوزه هوشمندسازی صنایع می‌پردازیم که هر کدام معنا و جایگاه خود را دارند و نبایستی با یکدیگر اشتباه گرفته شوند. در خصوص هر عبارت با توضیح سه مولفه اصلی (تمرکز، دامنه و هدف) جایگاه اصلی آرایه شده و تفاوتها آشکار می‌گردد.

۲-۱-۱ اتوماسیون

- تمرکز: بر روی فناوری که وظایف سنتی انجام شده توسط انسان‌ها را انجام می‌دهد.
- دامنه: قابل اعمال در هر بخشی، محدود به تولید نیست.
- هدف: افزایش کارایی و کاهش نیروی کار انسانی.

۲-۱-۲ کارخانه هوشمند

- تمرکز: بر ایجاد یک محیط تولیدی پیشرفته و متصل که در آن فناوری‌های پیشرفته مانند ^۱IoT، ^۲AI و رباتیک یکپارچه شده‌اند.
- دامنه: خاص در محدوده یک کارخانه یا تاسیسات تولیدی مشخص.
- هدف: بهبود کارایی فرآیند، انعطاف‌پذیری و کیفیت محصول از طریق یکپارچه‌سازی داده‌ها و تحلیل‌های پیشرفته.

۲-۱-۳ تولید هوشمند

- تمرکز: شامل دامنه‌ای گسترده‌تر که درگیر یکپارچه‌سازی فناوری‌های هوشمند در سراسر فرآیند تولید است.
- دامنه: فراتر از یک کارخانه واحد، شامل کل شبکه تولید و زنجیره تأمین.
- هدف: ارتقاء عملیات تولید کلی با اتصال، هوشمندی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها، که منجر به بهبود انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی به تغییرات بازار می‌شود.

۲-۱-۴ تفاوت‌های کلیدی

اتوماسیون لایه پایه‌ای است که به ماشین‌ها امکان می‌دهد بدون راهنمایی دائمی انسان، وظایف را انجام دهند. کارخانه هوشمند بر اساس اتوماسیون، با افزودن حسگرها و تجهیزات شبکه‌ای، محیط تولیدی منسجم و پاسخ‌گو در داخل یک کارخانه ایجاد می‌کند. تولید هوشمند با یکپارچه‌سازی این فناوری‌های هوشمند در تمام جنبه‌های فرآیند تولید و زنجیره تأمین، کارایی و نوآوری را در مقیاس بزرگ‌تر ترویج می‌کند. بنابراین، در حالی که اتوماسیون جزء هر دو مفهوم کارخانه هوشمند و تولید هوشمند است، مفاهیم بعدی اتوماسیون را در چارچوب گسترده‌تری از تحول دیجیتال و

^۱ Internet of Things

^۲ Artificial Intelligence

اتصال راهبردی جای می‌دهند.

۳ بررسی اسناد بالادستی در خصوص هوشمندسازی

در زمینه هوشمندسازی، بررسی و مطالعه اسناد بالادستی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. هدف از مطالعه این اسناد، بررسی ظرفیتهای قانونی و فرصتهای مرتبط با توانمندسازی و توسعه هوشمندسازی در صنایع می‌باشد.

۱-۳ ضرورت بررسی اسناد بالادستی و فرآیند پژوهش مربوطه

اسناد بالادستی و قوانین مادر در حوزه دامنه موضوع پژوهش و برنامه‌ریزی مشخص‌کننده دورنمای حرکت یک فرد، سازمان و کشور پیرامون آن حوزه است. این اسناد که منبعث از جایگاه قانونی و مورد احترام سازمان‌ها و کشورها است، نقشه راه و مسیر تعالی را تعیین می‌کند. به عبارتی می‌توان گفت اسناد بالادستی به‌نوعی راهگشا و مشخص‌کننده مسیر پیشرفت در حوزه‌های مختلف در کشور هستند. اسناد بالادستی کشور در زمان‌های مختلف با توجه به نیاز کشور تدوین و تنظیم شده‌اند. بنابراین این اسناد شامل برنامه‌های کلی و جامع می‌شوند که استراتژی‌های خردتر با جزئیات بیشتر و در راستای این قوانین شکل می‌گیرند. باید توجه داشته باشید که وجود اسناد بالادستی در حوزه‌های مختلف برای هر کشور ضروری بوده و به‌نوبه خود برای برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های خردتر راهگشا است.

در کشور ما و در سال‌های اخیر، اسناد مختلفی مانند سند چشم‌انداز و سیاست‌های کلی موضوعی در سطح کلان، مصوبات شورای عالی فضای مجازی و سایر اسناد در حوزه هوشمندسازی تدوین و ابلاغ شده است.

درباره اسناد بالادستی موضوع اساسی و کلی توجه به جایگاه حقوقی و قانونی سیاست‌های مرتبط با حوزه هوشمندسازی کشور و همچنین حمایت قانونی از هوش مصنوعی در جهت نیل به توسعه اقتصاد دیجیتال است. بررسی‌ها حاکی از آن است که توسعه هوش مصنوعی در قوانین و مقررات کشورهای در حال توسعه، به‌طور ویژه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. موضوعی که می‌تواند چالش برانگیز باشد عدم انطباق اسناد بالادستی نظیر قانون اساسی، سیاست‌های کلی نظام و برنامه‌های توسعه و همچنین عدم یکپارچگی این قوانین در انطباق با هوشمندسازی است. از طرفی موضوع گسترش و پیشرفت هوش مصنوعی در برنامه‌های مختلف توسعه، مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌مداران قرار گرفته است. علم به این که چه مقدار از تکالیف یک برنامه تحقق یافته است، یا اینکه چه میزان در اسناد بالادستی موضوع هوشمندسازی تأکید شده است، می‌تواند ما را به‌سوی برنامه‌ریزی بهتر در آینده رهنمون سازد.

به‌طور کلی با توجه به ضرورت تدوین برنامه برای بخش‌های مختلف کشور، بسیاری از مسئولان در کنار تصمیم‌گیران ارشد کشوری اقدام به نگارش برنامه‌ای جامع در حوزه‌های مختلف کرده‌اند تا بر اساس آن مسیر توسعه این بخش‌ها مشخص و شفاف شود. برای مثال تصمیم‌سازان و برنامه‌ریزان برای تبیین چشم‌انداز کشور در حوزه هوشمندسازی

اقدام به تدوین برنامه‌هایی با عنوان " نقشه راه هوش مصنوعی کشور " کرده‌اند که چارچوب و راه را برای توسعه هوشمندسازی کشور مشخص می‌کند. اسناد و احکامی که باید مورد توجه قرار گیرند را می‌توان در جدول ۲ ملاحظه کرد.^۱

جدول ۲. تحلیل بندهای مربوط به هوشمندسازی در پیش‌نویس احکام برنامه هفتم توسعه

ماده و بند	خلاصه متن	تحلیل مربوطه
ماده ۶۵- الف	وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است امکان اتصال اماکن اداری، تجاری و مسکونی شهرهای هر استان به شبکه ملی اطلاعات از طریق شبکه دسترسی مبتنی بر فیبرنوری و دسترسی پرسرعت روستاهای بالای بیست خانوار را فراهم کند	ایجاد ظرفیت و توسعه شبکه ارتباطی در سطح کشور جهت توسعه برنامه‌های هوشمندسازی
ماده ۶۵- پ	دستگاههای اجرائی موضوع ماده (۲۹) مکلفند با اعلام «وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات» مجوز استفاده از ابنیه و زیرساختهای خود از قبیل تیرهای انتقال، مسیرهای ارتباطی زمینی و زیرزمینی، مجرا (داکت)ها و فضاهای مناسب، شامل فضاهای دولتی، عمومی، تفریحی و غیره جهت نصب تجهیزات ارتباطی را وفق تعرفه‌های مصوب کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات در اختیار کارور (اپراتورهای) مخابراتی قرار دهند.	ایجاد ظرفیت و توسعه شبکه ارتباطی در سطح کشور جهت توسعه برنامه‌های هوشمندسازی
ماده ۶۵- الحاقی	مرکز ملی فضای مجازی و وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات با همکاری سایر دستگاههای اجرائی مرتبط، موظف است در راستای حمایت از توسعه زیست بوم تحول آفرین هوش مصنوعی قابل اعتماد و پایدار، ظرف مدت شش ماه از زمان لازم الجرا شدن این قانون، «برنامه ملی توسعه هوش مصنوعی» را به منظور تعیین چارچوب‌ها و سازوکار تعامل تمامی ذینفعان، فراهم نمودن دانش و زیرساختهای پایدار فنی، اجتماعی، اخلاقی و حقوقی، ترویج و افزایش آگاهی نسبت به کارکردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف و همچنین آگاهی نسبت به خطرات بالقوه آن را تدوین و به تصویب شورای عالی فضای مجازی برساند	ایجاد ظرفیت برنامه‌ای در سطح کشور برای کاربردهای هوش مصنوعی و هوشمندسازی
ماده ۶۶- ب	وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات موظف است با مشارکت و سرمایه گذاری بخش غیردولتی از طریق سازمان توسعه‌ای زیرمجموعه خود نسبت به تأمین زیرساختهای لازم برای توسعه اقتصاد رقومی (دیجیتال)، اعم از ارتباطی و اطلاعاتی (ابری) و ذخیره‌سازی و پردازش سریع برای حضور و رقابت در بازارهای داخلی و بین‌المللی، اقدام نماید.	ایجاد ظرفیت و توسعه زیرساخت اطلاعاتی و ذخیره‌سازی و پردازشی در سطح کشور جهت توسعه برنامه‌های هوشمندسازی
ماده ۶۶- ج	وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است با رعایت قانون مدیریت داده‌ها و اطلاعات ملی به منظور فراهم کردن و تسهیل نوآوریهای مبتنی بر داده‌ها در خدمات و محصولات، دسترسی کسب و کارهای رقومی به داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز را از طریق مرکز ملی تبادل اطلاعات و با حفظ امنیت داده‌های شخصی، فراهم نماید.	ایجاد ظرفیت قانونی در سطح کشور برای بهره‌برداری از داده‌ها جهت کاربردهای هوش مصنوعی و هوشمندسازی

^۱ <https://www.shenasname.ir/wp-content/uploads/۲۰۲۴/۰۷/قانون-برنامه-هفتم-پیشرفت.pdf>

ایجاد ظرفیت و توسعه زیرساخت اطلاعاتی در سطح کشور جهت توسعه برنامه‌های هوشمندسازی در دولت	به منظور هوشمندسازی و تحقق دولت الکترونیک، وزارتخانه‌ها و موسسات دولتی موظفند اقدامات زیر را انجام دهند: مراکز داده اصلی و پشتیبان خود را به زیرساخت یکپارچه ابری دولت هوشمند متصل نمایند.	ماده ۱۰۷- الف
ایجاد ظرفیت ساختاری و نهادی در سطح کشور جهت توسعه و استقرار هوشمندسازی در دولت	وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف استنسبت به ایجاد معاونت یا مرکز یا سازمان «نوآوری، هوشمندسازی و امنیت» متناسب با مأموریت هر یک از دستگاههای اجرایی کشور تا پایان سال اول برنامه اقدام نماید.	ماده ۱۰۷- ب
ایجاد ظرفیت برنامه‌ای و فرآیندی در سطح کشور جهت توسعه و استقرار هوشمندسازی در دولت	برنامه عملیاتی استقرار و پیاده‌سازی چرخه هوشمندسازی، اصلاح فرایندها و استقرار نظام حکمرانی داده مبنای طرف سال اول برنامه تهیه و به مرحله اجرا در آورند.	ماده ۱۰۷- پ
الزام تهیه برنامه تحول دیجیتال برای دستگاههای دولتی و ایجاد ظرفیت برنامه‌ای هوشمندسازی در دولت	به منظور ارتقای بهره‌وری و افزایش سهم اقتصاد دیجیتال، کلیه وزارتخانه‌ها، سازمانهای برنامه و بودجه کشور، ادارای و استخدامی کشور، حفاظت محیط زیست کشور، بانک مرکزی و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری مکلفند، تا پایان سال اول این برنامه، نسبت به تهیه برنامه تحول رقومی (دیجیتال) بخش خود و طرح (پروژه)های پیشران با سازوکارهای تأمین مالی آن منطبق با پیشنهادهای و توانمندیهای اجرایی بخش غیردولتی اقدام و به تصویب هیئت وزیران برسانند.	ماده ۱۰۷- الحاقی
الزام به اجرای برنامه تحول دیجیتال شهری در تهران و توسعه کاربرد هوشمندسازی شهری	سازمان با همکاری وزارتخانه‌های ذیربط مکلف است چند طرح بزرگ اقتصادی ملی و پیشران از جمله موارد زیر را تهیه و ظرف شش‌ماه پس از ابلاغ این قانون به تصویب هیأت وزیران برساند: ۴- تحول رقومی با اولویت ایجاد شهر فناوری رقومی (دیجیتال) ایران در تهران ۱۰- هوشمندسازی و دستیابی به توانمندی تزیق ماهواره به مدارهای زمین آهن	ماده ۴۸- الف
ایجاد ظرفیت (اپراتوری) سلامت الکترونیکی و تنظیم‌گری این حوزه و توسعه کاربردهای هوشمندسازی سلامت	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مکلف است با هدف توسعه ظرفیت و فضای کسب و کار رقابت‌پذیر به ویژه در بخشهای غیردولتی ظرف شش‌ماه اول اجرای این قانون، کمیسیون تنظیم مقررات و تعرفه‌های جز فناوری اطلاعات را با عضویت تمامی نمایندگان ارکان مرتبط با حوزه سلامت الکترونیکی شامل نمایندگان وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، سازمان، بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سازمانهای بیمه‌گر پایه و سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران راه‌اندازی نماید. این کمیسیون موظف است تا پایان سال اول اجرای این قانون، مقررات لازم برای ارائه خدمات یکپارچه سلامت الکترونیکی مبتنی بر نظام تنظیم‌گری (رگولاتوری)- کاروری (اپراتوری) سلامت الکترونیکی و نیز تعرفه‌های جز فناوری اطلاعات این خدمات را تدوین، تصویب و ابلاغ نماید. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مکلف است حداکثر از ابتدای سال دوم اجرای این قانون از طریق فراخوان و ارزیابی به شرکتهای دارای صلاحیت، مجوز کاروری (اپراتوری) سلامت الکترونیکی را اعطا نماید.	ماده ۶۹- الف
ایجاد ظرفیت و تامین مالی سامانه هوشمند توزیع دارو و توسعه کاربردهای هوشمندسازی سلامت	به منظور پیش‌بینی و پیشگیری از کمبود دارو و کاهش واردات... سازمان غذا و دارو مکلف به تکمیل سامانه ردیابی، رهگیری و پایش اصالت کالاهای سلامت محور برای تهیه دارو و تجهیزات و ملزومات پزشکی اقدام نماید به طوری که ظرف سه سال ارزش ریالی تحت پوشش سامانه قرار گیرد.	ماده ۷۱- پ

الحاقی	معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری مکلف است با همکاری فرهنگستان زبان و ادب فارسی، وزارتخانه‌های فرهنگ و ارشاد اسلامی، ارتباطات و فناوری اطلاعات و علوم، تحقیقات و فناوری و با نظارت مرکز ملی فضای مجازی در طی اجرای برنامه، اقدامات لازم را در خصوص تأمین و تقویت زیرساختهای فناوری توسعه خط و زبان فارسی در فضای مجازی (از قبیل پیکربندی داده، پردازش زبان طبیعی، واژه‌سازی، واژه پرداز، خط و قلم، مترجم‌ها، مبدلها، تشخیص صدا و دستیار صوتی) انجام دهد.	توسعه ابزارها و فناوریهای هوش مصنوعی در کاربردهای هوشمندسازی
ماده - ۱۱۱	به منظور تحقق سهم سی و پنج درصدی (۳۵٪) رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در رشد اقتصادی هدف برنامه (هشت درصد ۸٪) و تحقق رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخشی مندرج در جدول زیر، دولت و دستگاه‌های اجرایی مکلف به اجرای تکالیف شاخص بهره‌وری به تفکیک بخش (کشاورزی، نفت، معدن، صنعت ساخت، آب، برق، گاز، ساختمان، حمل و نقل، و انبارداری و اطلاعات و ارتباطات سایر خدمات) می‌باشند	الزام تحقق بهره‌وری و ظرفیت و فرصت توسعه کاربردهای هوشمندسازی در صنایع و حوزه‌های هدف و کاربردهای عمودی
ماده الحاقی ۷۶	با توجه به تحولات نوظهور رایانه‌ای و توسعه روزافزون هوش مصنوعی و ابزارهای فناوری اطلاعات در همه ابعاد بشری، تا پایان سال برنامه وزارتخانه‌های آموزش و پرورش، علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مکلفند نسبت به اصلاح چهارچوب آموزشی مقاطع و رشته‌های مختلف تحصیلی به نحوی اقدام نمایند که مهارت فارغ التحصیلی مقاطع مختلف تحصیلی در بکارگیری ابزارهای فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی در رشته‌های مختلف متناسب با نیاز جامعه افزایش یابد. همچنین برای نظام سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری هوشمندانه و کارگاههای تخصصی، برنامه‌ریزی لازم را بعمل آورند.	ایجاد ظرفیت نیروی انسانی متخصص و کارپرداز هوشمندسازی
ماده الحاقی - ۸۰	فرماندهی انتظامی جمهوری اسلامی ایران مکلف است سه سال پس از لازم الاجرا شدن این قانون نسبت به پلاک خودروهایی اقدام نماید که مجهز به نقطه‌یاب بومی ایرانی شده‌اند. تبصره ۱- خودروهایی که مجهز به نقطه‌یاب بومی ایرانی شده باشند، نقل و انتقال مالکیت آنها به صورت الکترونیکی و بر اساس سامانه می‌باشد.	ایجاد ظرفیت و توسعه کاربردهای هوشمندسازی در حمل و نقل و صنایع خودرو
ماده ۳۳ بند (ت) جز ۳:	ت- برای تولید محصولات اساسی: ۳- نسبت به بهره‌برداری از سامانه کشاورزی هوشمند پیشرفته آبیاری (طرح نهاد پیشران)، مبتنی بر رطوبت‌رسانی، تغذیه خاک و هوارسانی زیرسطحی در اراضی کشت و صنعت کارون و اراضی کشاورزی بالای ده هکتار کل کشور به‌نحوی اقدام نماید که در اراضی مذکور، مصرف آب کشاورزی حداقل پنجاه درصد (۵۰٪) و بهره‌وری تولید حداقل یک و نیم برابر ارتقا یابد	الزامات قانونی و ایجاد فرصت توسعه کاربردهای سامانه کشاورزی هوشمند پیشرفته آبیاری
ماده ۳۸ ت-	به‌منظور بهبود نظام تصمیم‌گیری، استقرار حکمرانی مطلوب منابع آب کشور، ایجاد وحدت رویه در انجام امور و سیاست‌گذاری و مدیریت به هم پیوسته منابع و مصارف آب در سطح ملی سالانه نیم درصد از ارزش محصولات کشاورزی و غذایی پر آب بر صادراتی خلاف الگوی کشت را اخذ و هرسال نیم درصد به این عوارض اضافه نماید..... سی درصد (۳۰٪) مابقی به‌منظور نصب شمارشگر (کنتور)های هوشمند چاههای آب کشاورزی در اختیار وزارت نیرو قرار می‌گیرد.	الزامات قانونی و ایجاد فرصت و تأمین منابع مالی هوشمندسازی آبیاری کشاورزی (کنتور هوشمند آب)

ماده ۳۸ - جز ۳-	شرکتهای ارائه‌دهنده خدمات آب و فاضلاب موظفند نسبت به نصب ابزار اندازه‌گیری هوشمند دارای استاندارد معتبر برای مشترکین جدید شهری و روستایی اقدام کنند. به شرکتهای مزبور اجازه داده می‌شود نسبت به تعویض این ابزار برای مشترکین موجود (با اولویت پرمصرف) اقدام کنند. پرداخت هزینه نصب ابزارهای هوشمند برای مشترکین بالاتر از الگوی مصرف بر عهده مشترکین یا بهره‌برداران بوده و به‌صورت اقساطی مجاز است. منابع مالی هزینه‌های نصب ابزارهای اندازه‌گیری هوشمند برای مشترکین در حد الگوی مصرف و پایین‌تر در بودجه سنواتی لحاظ می‌گردد.	الزامات قانونی و ایجاد فرصت و تامین منابع مالی هوشمندسازی مصرف آب (کنتور هوشمند آب عمومی)
ماده ۳۹ - بند(ت)-	به منظور اصلاح الگوی مصرف بهینه آب و ارتقای بهره‌وری: وزارت نیرو مکلف است بر اساس نیاز آب محصولات کشاورزی مطابق نظر وزارت جهاد کشاورزی نسبت به اخذ آب‌بها اقدام نماید. آب‌بها برای مصارف کشاورزی از سال دوم اجرای این قانون تا سطح الگوی مصرف به صورت یارانه‌ای و مازاد بر الگوی مصرف به صورت پلکانی تا معادل بهای تمام‌شده آب منطقهای سطحی خواهد بود. مبلغ مازاد دریافتی، برای تأمین اعتبار مورد نیاز جهت بهبود زیرساختهای آب کشاورزی از جمله ترمیم و توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و نصب شمارشگر (کنتور) هوشمند اختصاص می‌یابد.	الزامات قانونی و ایجاد فرصت و تامین منابع مالی هوشمندسازی آبیاری کشاورزی (کنتور هوشمند آب)
ماده ۴۰ - الف	به‌منظور حفظ منابع آبی، تعادل بخشی و مهار افت سطح آبهای زیرزمینی و جلوگیری از اضافه‌برداشت از منابع آبی کشور اقدامات زیر انجام می‌شود: الف- دستگاههای اجرائی، نهادهای عمومی غیردولتی، نهادهای انقلاب اسلامی جمهوری اسلامی ایران و نیروهای مسلح مکلفند با همکاری وزارت نیرو، در سال اول اجرای برنامه تمامی منابع آبی در اختیار خود را به ابزار اندازه‌گیری هوشمند استاندارد تحت پایش این وزارت، مجهز و مصارف آب خود را در سقف مجاز اعلامی وزارت تنظیم نمایند.	الزامات قانونی کنتور هوشمند آب
ماده ۴۲ -	اهداف کمی سنج‌های عملکردی انرژی (برق) سهم اندازه‌گیری برای مصرفی مشترکان از طریق شمارشگرهای هوشمند ۹۰ درصد (هدف کمی در سال پایان برنامه و سال اول ۶۰ درصد)	الزامات قانونی و توسعه کاربرد کنتور هوشمند برق (هوشمندسازی انرژی)
ماده ۵۵ - الف	به منظور بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌های ساخت و ساز مسکن، اقدامات زیر انجام میشود: وزارت راه و شهرسازی موظف است تا پایان برنامه، حداقل پانزده درصد (۱۵٪) از برنامه‌های تأمین مسکن را با استفاده از فناوریهای نوین و صنعتی‌سازی و هوشمندسازی سازگار با اقلیم و بافت کشور با اولویت احداث شهرکهای مسکونی، انبوه‌سازی و توسعه شهرهای جدید عملیاتی نماید.	الزامات قانونی و توسعه کاربرد هوشمندسازی ساختمانی و فرصت کاربردهای خانه هوشمند
ماده ۵۹ - الف	به‌منظور توسعه زیرساختهای گذری (ترانزیتی) ایران، اقدامات زیر انجام میشود: به وزارت راه و شهرسازی اجازه داده میشود با استفاده از ابزارهای هوشمند از کلیه وسایل نقلیه (به‌استثنای وسایل نقلیه عمومی دارای صورت وضعیت و بارنامه با پلاک عمومی) که در راههای شریانی تردد می‌نمایند بر مبنای میزان پیمایش به ازای هر کیلومتر و بر اساس نو خودرو، با تصویب هیأت وزیران عوارض دریافت نموده و به حساب سازمان راهداری و حمل و نقل جادهای نزد خزانه‌داری کل کشور واریز نماید تا در قالب بودجه سالانه صرف توسعه، به‌سازی، نگهداری، ایمن‌سازی و هوشمندسازی جاده‌های کشور شود.	الزامات قانونی و تامین مالی توسعه کاربرد هوشمندسازی حمل و نقل و ترانزیت جاده هوشمند

الزامات قانونی و تامین مالی توسعه کاربرد هوشمندسازی در صنایع نفت و گاز	دولت موظف است از طریق وزارت نفت و با استفاده از منابع داخلی ارزی و ریالی شرکت‌های تابعه ذریبط وزارت نفت، ماهانه حداقل شصت درصد (۶۰٪) از عواید حاصل از صادرات و فروش داخلی کلیه محصولات فرعی گازی را به حساب «سرمایه‌گذاری نفت و گاز کشور» واریز نماید. باقیمانده از عواید فوق‌الذکر در شرکت‌های تابعه وزارت نفت، به تشخیص وزارت نفت و صرفاً در چهارچوب بودجه مصوب شرکت‌های تابعه وزارت نفت هزینه میشود. برای طرح‌های ذیل با مشارکت سرمایه‌گذار خارجی یا بخش غیردولتی داخلی اختصاص دهد: ۵- تأمین تجهیزات و احداث تأسیسات هوشمند اندازه‌گیری و رصد لحظه‌ای مبادلات نفت، گاز، میعانات گازی و فرآورده‌های نفتی و گازی	ب-
--	---	----

در کنار احکام مرتبط با برنامه هفتم توسعه، اسناد بالادستی مانند مصوبات مجلس شورای اسلامی، شورای عالی فضای مجازی و ستاد^۱ و کارگروه ویژه اقتصاد دیجیتال در «حوزه اقتصاد دیجیتال و فناوری های مرتبط با حوزه هوشمندسازی»^۲ در کشور نیز وجود دارند.

۴ بررسی معیارهای بلوغ فناوری هوشمندسازی در سازمان

سازمان‌ها در صنایع مختلف به‌طور گسترده مدل بلوغ هوش مصنوعی را به عنوان یک رویکرد سیستماتیک استفاده می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین مدل‌ها برای حوزه‌ها و اهداف خاص طراحی شده‌اند. برای توسعه مدل بلوغ، معمولاً از یک رویکرد طراحی از پایین به بالا استفاده می‌شود و بیشتر مدل‌ها دارای ویژگی توصیفی هستند. این نشان می‌دهد که سازمان‌ها همچنان به بهبود توانایی هوش مصنوعی و تقویت بلوغ هوشمندی نیاز دارند. هوش مصنوعی رگ حیات یک سازمان در صنایع مختلف در انقلاب صنعتی چهارم در نظر گرفته می‌شود. این یک فناوری متحول‌کننده است، که شیوه مرسوم کار در یک سازمان را به‌طور پایدار و اساسی تغییر می‌دهد.

فناوری‌های مختلفی تحت هوش مصنوعی از جمله اینترنت اشیا، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، مدل‌های پردازش زبان طبیعی، بینایی ماشین و غیره وجود دارد، که می‌تواند این دانش چند وجهی را ایجاد کند. بنابراین هوش مصنوعی را می‌توان به عنوان توانایی یک سیستم برای تفسیر صحیح داده‌های سازمانی و تولید دانش از آن داده‌ها، برای تحقق اهداف و اجرای وظایف خاص از طریق سازگاری با سیستم‌ها تعریف کرد.

در عصر انقلاب صنعتی چهارم با افزایش تصاعدی دارایی‌های اطلاعاتی در سازمان‌ها، اندازه‌گیری و پیش‌بینی آینده برای بسیاری از سازمان‌ها ارزش پیدا می‌کند. بنابراین بسیاری از سازمان‌ها در حال سرمایه‌گذاری در استفاده از هوشمندسازی برای افزایش توانایی‌های خود هستند. اهمیت بکارگیری هوش مصنوعی، از توانایی سازمان در افزودن

^۱ <https://aimatch.ir/>

^۲ <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/۱۶۸۰۳۴۳>

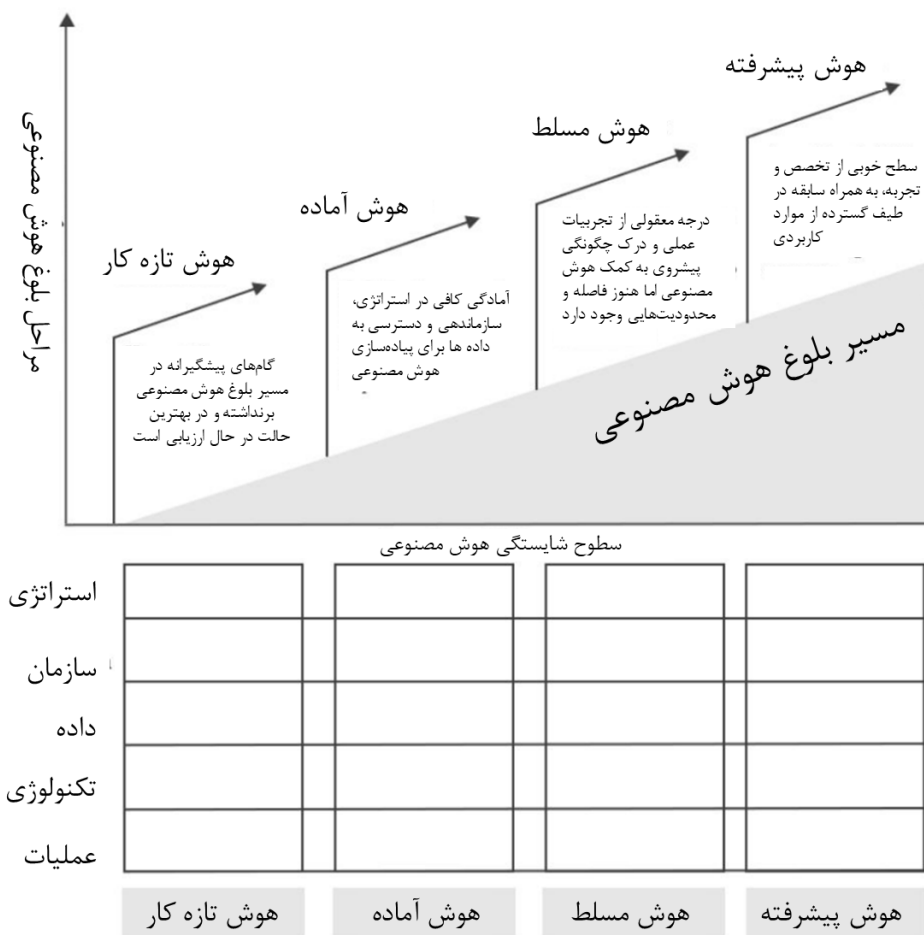
مزیت رقابتی به سازمان‌ها نسبت به رقبای خود، ایجاد ارزش افزوده از طریق افزایش عملکرد و بهره‌وری و اثربخشی با هزینه کمتر و افزایش بهره‌وری مدیران و کارکنان، سرعت و دقت بخشیدن به فرایند و ارائه خدمات بهتر به مشتری ناشی می‌شود. اما علی‌رغم مزایای استفاده از هوش مصنوعی، برخی از سازمان‌ها هنوز با استفاده از هوش مصنوعی در کسب و کار یا زنجیر ارزش خود فاصله دارند.

بنابراین برای کمک به سازمان‌ها جهت یافتن مسیری برای ارتقای عملکرد و دستیابی به اهدافشان از طریق ارزیابی قابلیت‌ها، مفهوم مدل بلوغ ابداع شد. مدل‌های بلوغ استانداردهایی عملیاتی هستند که در همه سطوح یا برای دسته‌ای از فرایندها یا سازمان‌ها ایجاد شده‌اند. این موضوع نشان دهنده افزایش توانایی‌ها، در ابعاد کمی یا کیفی فرایندها یا سازمان‌ها، برای ارزیابی زمینه‌های بکارگیری هوش مصنوعی است. بنابراین تعیین سطح بلوغ فعلی، به یک عامل مهم برای انتخاب ابتکارات مناسب تاکید می‌کند، که منجر به افزایش کارایی بهره‌وری و پایداری برای دستیابی به اهداف شود.

در شکل ۱ و شکل ۲ دو مورد مطالعاتی برای شناخت معیارهای بلوغ و ارزیابی آمادگی هوشمندسازی را ملاحظه می‌نمایید:

اثر	شرح	نشانه	نام	سطح
خیلی زیاد	مدیریت مشترک هوش مصنوعی و هوش انسانی، سیستم‌های خودآگاه شامل هوشیاری، هوش هیجانی و نبوغ		خلاقیت شهودی	+
	تجدید و ترکیب نو بین هوش مصنوعی و هوش انسانی، ادغام اهرمی، همراستا با وابستگی متقابل برای راه حل‌های کاملاً جدید		هوش یکپارچه	5
	تأکید بر هوش مصنوعی فراتر از کارایی، گاهی وابستگی متقابل هوش انسانی و هوش مصنوعی در یک راستا، اغلب هماهنگی اجزای شرکت برای هم‌افزایی		نوآوری وابسته	4
	بهره‌گیری از راه حل‌های متعدد هوش مصنوعی، ایجاد تعامل بین هوش انسانی و هوش مصنوعی در برخی موارد، هماهنگی اغلب فعالیت‌ها در واحدهای مختلف سازمان		پیاده‌سازی تعاملی	3
	اجرای ابتکارات حوزه هوشمندسازی، تأکید بر اتوماسیون پیشرفته و افزایش اثربخشی فرایندهای استقرار یافته، اغلب در واحدهای منتخب اجرایی می‌شود		ابتکارات مستقل	2
	مراحل اولیه با آزمایش فناوری‌های منتخب هوش مصنوعی، کاوش امکان‌پذیری و امکان‌سنجی، اجرای محدود در زمینه‌های غیرقطعی		هدف‌گذاری اولیه	1
خیلی کم	نادیده گرفتن حرکت رو به رشد هوش مصنوعی، تأکید استراتژی بر روی موارد دارای ارزش کمتر و اثر کوتاه مدت، عدم فعالیت در حوزه هوش مصنوعی		بدون اهمیت	0

شکل ۱. مدل بلوغ هوش مصنوعی در سازمان [۲۰]



شکل ۲. مدل بلوغ هوش صنعتی در سازمان [۲۱]

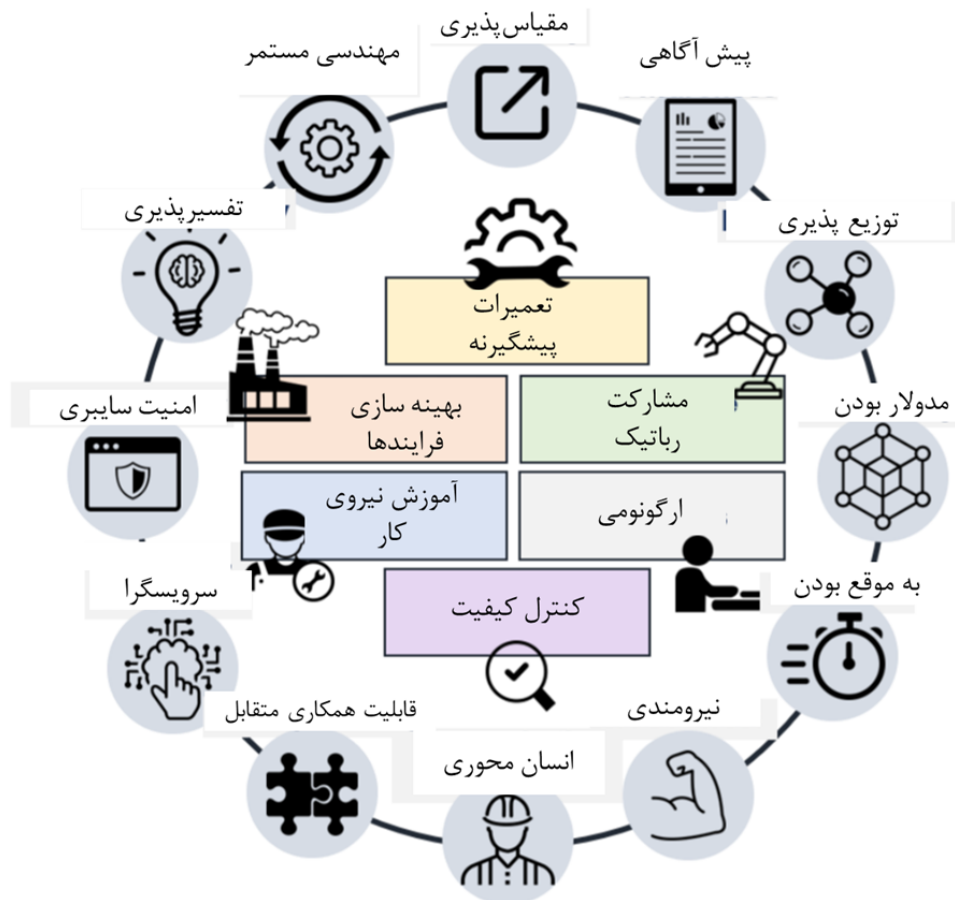
۴-۱ جایگاه هوش صنعتی در هوشمندسازی صنعتی

هوش صنعتی صنعتی را می‌توان به عنوان یک رشته با تمرکز بر توسعه، اعتبار سنجی، استقرار و نگهداری راه حل‌های هوش صنعتی (در اشکال و راه حل‌های مختلف آن)، برای کاربردهای صنعتی با عملکرد پایدار تعریف کرد.

از این رو، هوش صنعتی صنعتی یک حوزه تحقیقاتی بین رشته‌ای شامل زمینه‌هایی مانند یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و رباتیک است. تلاش‌های تحقیقاتی قابل توجهی در چند سال گذشته در مورد چگونگی ترکیب و جاسازی این مفاهیم در زنجیره ارزش تولیدی صنعت ۴,۰ انجام شده است:

- زیرساخت‌ها: در رابطه با سخت‌افزار و نرم‌افزار، تاکید زیادی بر قابلیت‌های پردازش بلادرنگ، تضمین قابلیت اطمینان در سطح صنعتی با الزامات امنیتی بالا و اتصال متقابل وجود دارد.

- داده‌ها: هوش مصنوعی صنعتی به داده‌هایی نیاز دارد که با حجم زیاد، تنوع سرعت بالا، منشاء واحد تولید محصولات، سیستم‌ها و غیره مشخص می‌شود.
- الگوریتم‌ها: نیاز به ادغام دانش فیزیکی، دیجیتالی و اکتشافی دارد. پیچیدگی بالا ناشی از مدیریت مدل، استقرار و حاکمیت.
- تصمیم‌گیری: با توجه به محیط صنعتی، تحمل خطا به‌طور کلی بسیار کم است و عدم قطعیت بسیار مهم است. کارایی برای بهینه‌سازی مسائل در مقیاس بزرگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- اهداف: هوش مصنوعی صنعتی عمدتاً از طریق ترکیبی از عواملی مانند کاهش ضایعات، بهبود کیفیت، افزایش عملکرد اپراتور یا افزایش زمان افزایش سرعت به ایجاد ارزش واقعی می‌پردازد.
- ترکیبی از این زمینه‌ها، سیستم را با قابلیت تطبیق و حل مشکلات در محدوده‌های از پیش تعریف‌شده توانمند می‌کند. هوش مصنوعی صنعتی خود را در پنج بعد خاص در حوزه هوش مصنوعی متمایز می‌کند.
- به‌طور طبیعی چندین اصل طراحی رایج که در ادبیات هوش مصنوعی صنعتی یافت می‌شود با دیدگاه‌های صنعت ۴ مشترک است. این اصول شامل تمرکز زدایی، مودولار بودن و قابلیت بلارد رنگ است. سایر اصول به زمینه هوش مصنوعی کاربردی اختصاص دارد. این موارد تفسیرپذیری، استحکام، امنیت سایبری از منظر هوش مصنوعی و حفظ حریم خصوصی می‌باشد. شکل ۳ اصول طراحی به عنوان ستون‌های هوش مصنوعی صنعتی را در زمینه حوزه‌های کاربردی نشان می‌دهد.



شکل ۳. اصول طراحی به عنوان ستون‌های هوش مصنوعی صنعتی در زمینه حوزه‌های کاربردی آن

به‌طور کلی اپراتورهای انسانی و مهندسان در حال حاضر نقش اصلی را در بیشتر برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی صنعتی ایفا می‌کنند، که در محیط‌های تولید واقعی استفاده می‌شود.

حتی اگر سطح پذیرش انسان در حوزه به کارگیری هوش مصنوعی در سطح بالایی باشد، اما هنوز با یک رابطه کاملاً همزیستی بین انسان و هوش مصنوعی فاصله وجود دارد، به طوریکه اولی عمدتاً مسئولیت کامل عمل را بر عهده می‌گیرد و دومی فقط به عنوان یک تصمیم گیر عمل می‌کند.

فناوری هوش مصنوعی به عنوان یکی از مهم‌ترین پیشران‌های انقلاب چهارم صنعتی شناخته می‌شود. با توانایی‌های یادگیری عمیق و پردازش داده‌ها، این فناوری در حال تحول بنیادین فرآیندها، محصولات و خدمات در صنایع مختلف است. این فناوری نه تنها به افزایش کارایی و بهره‌وری کمک می‌کند، بلکه در ارتقاء پایداری و کاهش هزینه‌ها نیز نقش موثری دارد. هوش مصنوعی، با استفاده از الگوریتم‌های پیچیده یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، قادر است الگوهای پنهان در داده‌های عظیم را کشف کند و تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده را بهبود بخشد. این تکنولوژی در صنایع مختلف از جمله تولید، انرژی، حمل‌ونقل و بهداشت به کار گرفته می‌شود تا با دقت و سرعت بیشتری به خودکارسازی و افزایش بهره‌وری بپردازد.

- بهینه‌سازی فرآیندهای تولید: در صنایع تولیدی، هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی خطوط تولید استفاده می‌شود. این بهینه‌سازی شامل افزایش سرعت تولید، کاهش ضایعات، و بهبود کیفیت محصولات است. سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به طور مداوم داده‌های حاصل از فرآیندهای تولید را تجزیه و تحلیل کرده و پیشنهاداتی برای بهبود داده‌شده‌ها ارائه دهند.
 - نگهداری پیشگیرانه: یکی از مزایای کلیدی استفاده از هوش مصنوعی در صنعت، توانایی انجام نگهداری پیشگیرانه است. سیستم‌های مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند با تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از سنسورهای ماشین‌آلات، نشانه‌های اولیه خرابی را شناسایی کرده و قبل از بروز مشکل، تعمیرات لازم را انجام دهند. این امر منجر به کاهش زمان توقف ماشین‌آلات و افزایش طول عمر آن‌ها می‌شود.
 - اتوماسیون و رباتیک: ربات‌های مدرن، که اغلب با هوش مصنوعی همراه هستند، قادرند وظایف پیچیده‌ای را در محیط‌های صنعتی انجام دهند. این ربات‌ها می‌توانند با دقت و سرعت بالا، کارهای تکراری یا خطرناک را بدون خستگی انجام دهند. استفاده از ربات‌ها در صنعت نه تنها به کاهش هزینه‌های تولید کمک می‌کند بلکه ایمنی کارگران را نیز افزایش می‌دهد.
 - کنترل کیفیت دقیق: هوش مصنوعی در کنترل کیفیت نیز نقش بسزایی دارد. سیستم‌های مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند با بررسی مداوم محصولات در حال تولید، هرگونه نقص یا انحراف از استانداردهای کیفیت را به سرعت شناسایی کنند. این سیستم‌ها قادرند با دقت بسیار بالا، محصولات نامطلوب را قبل از رسیدن به مشتریان حذف کنند.
 - تحلیل پیشرفته داده‌ها: هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از سراسر زنجیره تأمین نقش دارد. این تحلیل‌ها می‌توانند به شناسایی روندها، پیش‌بینی تقاضا و مدیریت بهینه منابع کمک کنند. به علاوه، AI می‌تواند در شناسایی و پیش‌بینی تغییرات بازار نقش داشته باشد، که این امر به شرکت‌ها کمک می‌کند تا استراتژی‌های خود را به طور موثر تطبیق دهند.
- با این وجود، استفاده از هوش مصنوعی در صنعت نیز با چالش‌هایی همراه است. مسائل مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، امنیت سایبری و تأثیرات بر بازار کار، مواردی هستند که باید به دقت بررسی شوند. علاوه بر این، مسائل اخلاقی مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی، مانند شفافیت و عدالت در تصمیم‌گیری‌های ماشینی، نیز باید مورد توجه قرار گیرند.

۲-۴ ملاحظات و الزامات هوشمندسازی در صنایع

اجرای پروژه های هوشمندسازی و حرکت به سمت تحول دیجیتال با چالش ها و مشکلاتی روبرو هستند. این الزامات و ملاحظات را می توان در چند دسته کلی فناوری، رگولاتوری، تامین مالی و اقتصادی، امنیت، فرهنگ سازمانی و منابع انسانی تقسیم بندی نمود.

از منظر فناوری، انتخاب فناوری های مناسب برای نیازهای خاص هر صنعت، مثلاً استفاده از اتوماسیون، رباتیک، اینترنت اشیا (IoT)، و هوش مصنوعی (AI). از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین یکپارچگی سیستم ها به طور مؤثر با سیستم های موجود، پایداری و نگهداری تکنولوژی های جدید به نحوی که بتوانند برای مدت طولانی مورد استفاده قرار گیرند و تحلیل داده ها و بهینه سازی فرایندها از چالش ها و الزامات از منظر فناوری در هوشمندسازی صنایع به حساب می آیند.

از منظر رگولاتوری، قوانین و مقررات، استانداردها و مجوزها و تاییدیه از الزامات اصلی در هوشمندسازی صنایع به حساب می آیند. صنایع باید اطمینان حاصل کنند که فناوری های مورد استفاده مطابق با قوانین ملی و بین المللی در زمینه هایی مانند حفظ حریم خصوصی، امنیت داده ها و استانداردهای زیست محیطی هستند.

همچنین پیروی از استانداردهای صنعتی و تکنولوژیک برای تضمین سازگاری و یکپارچگی سیستم ها و اخذ مجوزهای لازم برای استفاده از تجهیزات و فناوری های جدید در محیط های صنعتی از دیگر الزامات در هوشمندسازی صنعتی هستند.

تامین مالی و الزامات اقتصادی اجرای پروژه های هوشمندسازی و تحول دیجیتال در صنایع بزرگ یکی از الزامات جدی است. این الزامات و نیازمندی ها عبارتند از:

- سرمایه گذاری اولیه: هوشمندسازی می تواند نیازمند سرمایه گذاری قابل توجهی در تجهیزات، نرم افزار و آموزش باشد. هزینه های اولیه برای تجهیز و ارتقا فناوری های هوشمند می تواند بسیار بالا باشد، که این امر می تواند برای برخی از شرکت ها مانعی جدی باشد. تأمین این سرمایه از طریق منابع داخلی، وام ها، یا سرمایه گذاری های خطرپذیر امکان پذیر است.
- یارانه ها و کمک های دولتی: برخی دولت ها برای تشویق به کارگیری فناوری های پیشرفته و پایدار در صنایع، یارانه یا کمک های مالی ارائه می دهند.
- بازگشت سرمایه: توجیه اقتصادی سرمایه گذاری ها در فناوری های پیشرفته ممکن است نیازمند زمان باشد و در کوتاه مدت قابل مشاهده نباشد.
- نوسانات اقتصادی: نوسانات در اقتصاد کلان می تواند بر تصمیم گیری های سرمایه گذاری تأثیر بگذارد و سرمایه گذاری های بزرگ را با ریسک بیشتری مواجه سازد.

- درک و مدیریت ریسک: شرکت‌ها باید ریسک‌های مرتبط با پذیرش فناوری‌های جدید را درک کرده و برنامه‌هایی برای مدیریت این ریسک‌ها داشته باشند. همچنین سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید بایستی با توجه به عملکرد قابل اطمینان و پایداری طولانی مدت آن‌ها صورت گیرد.
 - امنیت: امنیت در هوشمندسازی صنعتی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها و الزامات است که نقش کلیدی در موفقیت پروژه‌های فناوری پیشرفته دارد. امنیت در این زمینه نه تنها داده‌ها و اطلاعات را شامل می‌شود بلکه به حفاظت از دارایی‌های فیزیکی و تجهیزات نیز توجه دارد. چالش‌های امنیتی در هوشمندسازی صنعتی شامل تهدیدات سایبری، استانداردهای امنیتی متفاوت و نگهداری و به‌روزرسانی سامانه‌های هوشمند است. افزایش اتصال دستگاه‌ها به اینترنت، تهدیدات سایبری مانند حملات هکرها، بدافزارها و ویروس‌ها افزایش می‌یابد و استانداردهای امنیتی در صنایع مختلف می‌تواند متفاوت باشد، که هماهنگی بین این استانداردها را دشوار می‌سازد. همچنین حفظ امنیت سیستم‌های هوشمند نیازمند به‌روزرسانی‌های مداوم نرم‌افزاری و سخت‌افزاری است که گاهی اوقات نادیده گرفته می‌شود.
- از طرقی دیگر، در فرایند هوشمندسازی صنعتی، فرهنگ سازمانی و نیروی انسانی نقش مهمی دارند و الزامات خاصی را برای موفقیت این پروژه‌ها به همراه می‌آورند. این الزامات به دو بخش اصلی تقسیم می‌شوند: توسعه فرهنگ سازمانی مناسب و مدیریت نیروی انسانی.

۴-۲-۱ الزامات مرتبط با فرهنگ سازمانی

- ۱ پذیرش تغییر: فرهنگ سازمانی باید تغییر و نوآوری را تشویق کند. این شامل ایجاد یک محیط کاری است که در آن کارکنان احساس راحتی در برابر تغییرات فناوری و به‌روزرسانی‌های مداوم داشته باشند.
- ۲ توانمندسازی و مشارکت کارکنان: فرهنگی که در آن کارکنان احساس کنند صدایشان شنیده می‌شود و در تصمیم‌گیری‌ها مشارکت دارند، به موفقیت طرح‌های هوشمندسازی کمک می‌کند.
- ۳ آموزش مداوم: سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مداوم کارکنان برای اطمینان از اینکه آن‌ها مهارت‌های لازم برای کار با فناوری‌های جدید را دارند.
- ۴ نگرش مثبت نسبت به خطا: ایجاد یک فرهنگ که در آن خطاها به عنوان فرصت‌هایی برای یادگیری دیده می‌شوند و نه تنها به عنوان شکست.

۴-۲-۲ الزامات مرتبط با نیروی انسانی

- ۱ جذب و حفظ استعدادها: توانایی جذب و حفظ افرادی که دارای مهارت‌های خاص در زمینه‌های تکنولوژیکی و دیجیتال هستند.

- ۲ انعطاف‌پذیری در نقش‌ها: توانایی تطبیق نقش‌های شغلی با تکنولوژی‌های در حال تغییر و امکان انتقال کارکنان به نقش‌های جدید که ممکن است نیاز به مهارت‌های متفاوتی داشته باشند.
 - ۳ مدیریت تعارض و استرس: توسعه استراتژی‌های مدیریتی برای کمک به کارکنان در مقابله با تعارضات و استرس‌های ناشی از تغییرات فناوری و نوآوری‌های سریع.
 - ۴ حمایت روانی و حرفه‌ای: فراهم کردن حمایت‌های روانی و حرفه‌ای برای کارکنان به منظور کمک به آنها برای سازگاری با تغییرات و حفظ بهزیستی عمومی.
- این الزامات نشان می‌دهند که فرایند هوشمندسازی صنعتی فقط درباره فناوری نیست، بلکه به طور گسترده‌ای به مدیریت انسانی و فرهنگی نیز وابسته است. این دو عنصر باید با هم پیش روند تا پروژه‌های هوشمندسازی بتوانند به طور کامل به نتیجه برسند و پایدار باشند.

۵ مطالعه موردی: بررسی برنامه کشورهای آلمان و عربستان سعودی در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و هوشمندسازی صنعتی

مطالعات تطبیقی کشورها و نمونه‌های موفق به عنوان راهکاری موثر جهت هدفگذاری موثر، شناخت مسیر درست پیاده‌سازی و رفع چالش‌های اجرایی به حساب می‌آیند. بدین منظور در این بخش دو کشور را مورد بررسی قرار می‌دهیم. ابتدا کشور آلمان را به عنوان بنیانگذار و یکی از کشورهای پیشرو در انقلاب چهارم صنعتی را بررسی می‌کنیم. با توجه به اهداف چشم‌انداز بیست ساله کشور که جایگاه مناسب منطقه‌ای را هدف قرار داده است، توجه به کشورهای منطقه با اولویت تشابه فرهنگی و اسلامی می‌تواند از عوامل توجه به مطالعات تطبیقی در راستای جامعیت مطالعات قرارگیرد. این فضای رقابتی با کشورهای منطقه می‌تواند یکی عوامل توجه باشد. هر چه شرایط توسعه‌یافتگی و خیز اقتصادی و دستگاه‌های اجتماعی، سیاسی، قانونی و فرهنگی کشور موردنظر با ایران شباهت و نزدیکی بیشتری داشته باشد، شرایط آن کشور نیز به شرایط ایران شبیه‌تر بوده است. از کشورهای منطقه و اسلامی می‌توان به کشورهای عربستان، ترکیه، عراق، امارات، قطر، مصر، و حتی مالزی به عنوان کشور مشابه فرهنگی و اسلامی و الگوی توسعه اشاره کرد. برای مطالعه تطبیقی دوم، کشور عربستان به عنوان یکی از کشورهای منطقه‌ای که دارای برنامه‌ای بلندمدت در زمینه هوشمندسازی است را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۵-۱ بررسی کشور آلمان در خصوص هوشمندسازی

دولت آلمان به عنوان پیشگام انقلاب چهارم صنعتی در دنیا، در سال ۲۰۱۳ برنامه‌ای به نام "Industrie ۴,۰" را راه‌اندازی کرده^۱ که یک ابتکار استراتژیک ملی از سوی دولت آلمان از طریق وزارت آموزش و تحقیقات (BMBF) و وزارت امور اقتصادی و انرژی (BMWi) است. هدف آن پیشبرد تولید دیجیتال با افزایش دیجیتالی‌شدن و ارتباط متقابل محصولات، زنجیره‌های ارزش و مدل‌های تجاری است. همچنین حمایت از تحقیقات، شبکه‌سازی شرکای صنعتی و استانداردسازی و ارتقای دیجیتالی‌شدن فرایندهای تولید و ادغام فناوری‌های جدید مانند اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و کلان داده‌ها بود. دولت آلمان همچنین نقش مهمی در توسعه صنعت ۴,۰ ایفا کرده و بودجه قابل توجهی برای تحقیق و توسعه و همچنین ایجاد مشارکت بین صنعت و دانشگاه ایجاد کرده‌است. به عنوان مثال، وزارت امور اقتصادی و انرژی فدرال آلمان از سال ۲۰۱۵ بیش از ۲۰۰ میلیون یورو در پروژه‌های تحقیقاتی صنعت ۴,۰ سرمایه‌گذاری کرده است. یکی دیگر از عوامل کلیدی که باعث موفقیت صنعت ۴,۰ در آلمان شده‌است، همکاری بین صنعت، دانشگاه و دولت است. پلتفرم صنعت ۴,۰، یک مشارکت عمومی و خصوصی که در سال ۲۰۱۴ تأسیس شد، بیش از ۳۰۰ شرکت، انجمن و مؤسسه تحقیقاتی را گرد هم آورده است تا درک مشترکی از صنعت ۴,۰ ایجاد کنند و نقشه راهی برای اجرای آن ایجاد کنند.

مفهوم صنعت ۴,۰ در آلمان سرچشمه گرفته و توجه قابل توجهی را در سراسر جهان به خود جلب کرده است. آلمان مدت‌هاست که به‌عنوان یک رهبر جهانی در تولید شناخته شده است و پذیرش صنعت ۴,۰ موقعیت این کشور را به‌عنوان یک اقتصاد نوآورانه و از نظر فناوری پیشرفته بیشتر کرده است. اصطلاح "صنعت ۴,۰" برای اولین بار در سال ۲۰۱۱ در نمایشگاه تجاری Hannover Messe معرفی شد، جایی که برای نشان دادن مرحله بعدی توسعه صنعتی ابداع شد و در حال حاضر شرکت‌ها و مؤسسات تحقیقاتی آلمانی به بازیگران کلیدی در پیشبرد پذیرش جهانی Industry ۴,۰، همکاری با شرکای بین‌المللی و به اشتراک گذاشتن بهترین شیوه‌ها برای سرعت بخشیدن به تحول دیجیتالی تولید در سراسر جهان تبدیل شده‌اند.

پیشینه صنعت ۴,۰ در آلمان نشان دهنده قدرت تاریخی تولید این کشور و تعهد مداوم آن به نوآوری‌های فناورانه است. آلمان با پذیرش اصول و فناوری‌های صنعت ۴,۰ قصد دارد در بخش تولید خود انقلابی ایجاد کند و موقعیت خود را به عنوان یک رهبر جهانی در تولید صنعتی حفظ کند. بخش تولید کشور آلمان برای چندین دهه سنگ بنای اقتصاد این کشور بوده است. این کشور به دلیل مهندسی باکیفیت، ساخت دقیق و تأکید بر صنایع دستی شناخته شده است. داشتن چنین پیشینه‌ای، پایه محکمی برای پذیرش اصول و فن آوری‌های صنعت ۴,۰ فراهم کرده است.

۵-۱-۱ اهداف آلمان در توسعه انقلاب چهارم صنعتی

اهداف صنعت ۴,۰ چند وجهی است و جنبه‌های مختلف بخش تولید را در بر می‌گیرد. اهداف صنعت ۴,۰ در آلمان شامل توانمندسازی نیروی کار، هدایت رشد اقتصادی، تضمین امنیت داده‌ها و حفظ حریم خصوصی، ارتقای استانداردسازی و قابلیت همکاری، پرداختن به پیامدهای اخلاقی و اجتماعی، و تقویت همکاری جهانی است. این اهداف منعکس کننده یک رویکرد کل نگر هستند که بر پتانسیل تحول آفرین صنعت ۴,۰ نه تنها برای تولید بلکه برای کل جامعه تأکید می‌کند. هدف آلمان با پیگیری این اهداف ایجاد یک زیست بوم تولیدی پایدار، فراگیر و دیجیتالی پیشرفته است. اهداف اولیه این کشور در صنعت ۴,۰ به شرح زیر است:



شکل ۴. اهداف اولیه کشور آلمان در صنعت ۴,۰

۵-۱-۲ فناوریهای کلیدی و توانمندسازهای انقلاب چهارم صنعتی در آلمان

چندین فناوری کلیدی و توانمندساز، اجرای صنعت ۴,۰ در آلمان را هدایت می‌کنند. این فناوری‌ها، هنگامی که یکپارچه و ترکیب شوند، پایه و اساس تبدیل تولید سنتی به سیستم‌های هوشمند و متصل را فراهم می‌کنند:

- اینترنت اشیا: اینترنت اشیا ستون فقرات صنعت ۴,۰ را تشکیل می‌دهد و امکان اتصال و ارتباط بین اشیاء فیزیکی و سیستم‌های دیجیتال را فراهم می‌کند.

۲. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین: هوش مصنوعی و فناوری‌های یادگیری ماشین، ماشین‌ها و سیستم‌ها را قادر می‌سازند یاد بگیرند، تطبیق دهند و تصمیم‌گیری کنند. در آلمان، الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده‌های تولید شده توسط دستگاه‌های اینترنت اشیا، کشف الگوها و استخراج بینش‌های ارزشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳. رباتیک و اتوماسیون: فناوری‌های رباتیک و اتوماسیون در دستیابی به فرآیندهای تولید کارآمد و انعطاف‌پذیر نقش اساسی دارند. آلمان در خط مقدم توسعه رباتیک صنعتی پیشرفته قرار دارد که می‌تواند وظایف پیچیده را با دقت و قابلیت اطمینان انجام دهد. روبات‌های مشارکتی یا کوبات‌ها در کنار اپراتورهای انسانی کار می‌کنند و بهره‌وری و ایمنی را افزایش می‌دهند. سیستم‌های اتوماسیون، از جمله اتوماسیون فرآیند رباتیک^۱ و وسایل نقلیه هدایت‌شونده خودکار^۲، عملیات حمل و نقل مواد، تدارکات و مونتاژ را ساده می‌کنند.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها و داده‌های بزرگ: صنعت ۴,۰ مقادیر زیادی داده را از منابع مختلف، از جمله حسگرها، ماشین‌ها و سیستم‌ها تولید می‌کند. تجزیه و تحلیل داده‌ها و فناوری‌های کلان داده برای استخراج بینش‌های معنادار، شناسایی الگوها و هدایت تصمیم‌گیری آگاهانه به کار گرفته می‌شوند. در آلمان، تکنیک‌های تحلیلی پیشرفته، مانند داده‌کاوی، مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده، و تجزیه و تحلیل بلادرنگ، برای بهینه‌سازی تولید، بهبود کیفیت، و امکان نگهداری پیش‌بینی‌کننده استفاده می‌شوند. پلتفرم‌های کلان داده ذخیره، پردازش و تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ را تسهیل می‌کنند و امکان نظارت در زمان واقعی و بینش عملی را فراهم می‌کنند.

۵. محاسبات ابری و محاسبات لبه: رایانش ابری و فناوری‌های محاسبات لبه، زیرساخت و قدرت محاسباتی مورد نیاز برای صنعت ۴,۰ را فراهم می‌کنند. در آلمان، شرکت‌ها از پلتفرم‌های ابری برای ذخیره، پردازش و به اشتراک گذاری داده‌ها به طور ایمن و کارآمد استفاده می‌کنند. رایانش ابری مدیریت متمرکز داده‌ها، منابع محاسباتی مقیاس پذیر و دسترسی از راه دور به برنامه‌ها و خدمات را امکان‌پذیر می‌کند.

۶. دوقلوهای دیجیتال: دوقلوهای دیجیتال نمایش مجازی اشیاء، فرآیندها یا سیستم‌های فیزیکی هستند. در آلمان، دوقلوهای دیجیتال به طور گسترده برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید استفاده می‌شود. با ایجاد یک کپی دیجیتال از یک محصول یا یک خط تولید، شرکت‌ها می‌توانند آزمون مجازی، مدل‌سازی پیش‌بینی و بهینه‌سازی سیستم را انجام دهند. دوقلوهای دیجیتال شناسایی مسائل بالقوه، ارزیابی سناریوهای مختلف و اعتبارسنجی استراتژی‌های تولید را قبل از اجرای فیزیکی امکان‌پذیر می‌کنند. این فناوری باعث افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها و تسریع نوآوری می‌شود.

^۱ Robotic process automation (RPA)

^۲ Automated guided vehicles (AGV)

۷. امنیت سایبری: از آنجایی که صنعت ۴,۰ به شدت به اتصال و تبادل داده متکی است، اطمینان از اقدامات امنیت سایبری قوی بسیار مهم است. آلمان اهمیت حفاظت از سیستم‌های تولیدی و داده‌ها را در برابر تهدیدات سایبری تشخیص می‌دهد. شرکت‌ها استراتژی‌های امنیت سایبری جامعی را اجرا می‌کنند که شامل امنیت شبکه، کنترل‌های دسترسی، رمزگذاری و تشخیص ناهنجاری می‌شود. آلمان همچنین بر نیاز به پروتکل‌های ارتباطی امن، مدیریت هویت و آموزش کارکنان برای ترویج فرهنگ آگاهی از امنیت سایبری و بهترین شیوه‌ها تاکید می‌کند.

۸. استانداردسازی و قابلیت همکاری: استانداردسازی و قابلیت همکاری نقشی محوری در اجرای موفقیت آمیز صنعت ۴,۰ دارد. در آلمان، تلاش‌هایی برای توسعه و اتخاذ استانداردها، پروتکل‌ها و رابط‌های مشترکی انجام می‌شود که ارتباطات و تبادل داده‌ها را بین سیستم‌ها و دستگاه‌های مختلف امکان‌پذیر می‌سازد. استانداردسازی قابلیت همکاری، مقیاس‌پذیری و مدولار بودن را تسهیل می‌کند و به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا فناوری‌ها و اجزای مختلف را از چندین فروشنده ادغام کنند. این رویکرد باعث ترویج همکاری، کاهش پیچیدگی یکپارچه‌سازی و تسریع اجرای راه‌حل‌های صنعت ۴,۰ می‌شود.

۵-۱-۳ کلان طرح‌های همکاری‌های صنعتی در آلمان

در آلمان توسعه و پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ به شدت توسط ابتکارات و همکاری‌های صنعتی مختلف حمایت شده است. هدف این تلاش‌ها تقویت همکاری بین ذینفعان مختلف، از جمله شرکت‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و ارگان‌های دولتی، برای هدایت نوآوری و پیشبرد پذیرش فناوری‌های صنعت ۴,۰ است. برخی از ابتکارات و همکاری‌های قابل توجه در آلمان در ادامه آمده است.

۵-۱-۳-۱ سکوی انقلاب چهارم صنعتی^۱:

سکوی انقلاب چهارم صنعتی یا ۴,۰ Plattform Industrie که در سال ۲۰۱۳ تأسیس شد، یک مشارکت عمومی-خصوصی است که به عنوان یک محرک کلیدی برای اجرای صنعت ۴,۰ در آلمان عمل می‌کند. این سکوی پلتفرم در شکل دادن به جهت استراتژیک صنعت ۴,۰ در آلمان مؤثر بوده و شامل بیش از ۳۰۰ سازمان عضو، از جمله شرکت‌های بزرگ، شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs)، مؤسسات تحقیقاتی و انجمن‌ها است. گروه‌های کاری این پلتفرم، بر جنبه‌های خاص صنعت ۴,۰ مانند معماری مرجع، امنیت، استانداردسازی و تعامل انسان و ماشین تمرکز می‌کنند. از طریق پروژه‌های مشترک، مطالعات تحقیقاتی و پیاده‌سازی آزمایشی، سکوی قصد دارد توسعه و پذیرش راه‌حل‌های صنعت ۴,۰ را هدایت کند.

^۱ Plattform Industrie ۴,۰

۵-۱-۳-۲ کارخانه هوشمند الکترونیکی

کارخانه هوشمند الکترونیکی، ابتکاری است که توسط انجمن تولیدکنندگان برق و الکترونیک آلمان (ZVEI) و سایر شرکای صنعتی راه اندازی شده است. هدف آن توسعه و نشان دادن راه‌حلهایی برای تحول دیجیتال صنعت تولید الکترونیک است. این ابتکار بر ادغام جنبه‌های مختلف ۴,۰ Industry, مانند سیستم‌های فیزیکی سایبری، تجزیه و تحلیل داده‌ها، و اتصال، در فرآیند تولید الکترونیک تمرکز دارد. کارخانه الکترونیک هوشمند به عنوان یک بستر آزمایشی برای فناوری‌های جدید عمل می‌کند و بستری را برای همکاری و به اشتراک گذاری دانش بین سهامداران صنعت فراهم می‌کند.

۵-۱-۳-۳ شبکه آزمایشگاهی انقلاب چهارم صنعتی^۱

شبکه آزمایشگاهی انقلاب چهارم صنعتی یا باختصار ۴,۰ LNI، مجموعه‌ای از مراکز و آزمایشگاه‌های شایستگی منطقه‌ای در سراسر آلمان است. این آزمایشگاه‌ها به عنوان قطب‌های نوآوری عمل می‌کنند و بستری را برای شرکت‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و استارت‌آپ‌ها فراهم می‌کنند تا با فناوری‌های صنعت ۴,۰ همکاری و آزمایش کنند. این شبکه، شامل بیش از ۵۰ آزمایشگاه است که در مناطق مختلف آلمان توزیع شده است. این آزمایشگاه‌ها به عنوان بستر آزمایشی برای آزمایش فناوری‌های صنعت ۴,۰ و اعتبارسنجی مفاهیم نوآورانه عمل می‌کنند.

۵-۱-۳-۴ همکاری‌های پژوهشی

دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی آلمان به طور فعال با شرکای صنعتی برای پیشبرد توسعه صنعت ۴,۰ همکاری می‌کنند. پروژه‌های تحقیقاتی مشترک برای کشف فناوری‌های جدید، توسعه نمونه‌های اولیه و رسیدگی به چالش‌های خاص در بخش‌های مختلف صنعتی انجام می‌شود. دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی در آلمان پروژه‌های تحقیقاتی مشترکی را با شرکت‌هایی در هر اندازه از جمله استارت‌آپ‌ها انجام می‌دهند تا فناوری‌های نوظهور و کاربردهای آن‌ها را در صنایع خاص بررسی کنند. این پروژه‌ها اغلب از برنامه‌های دولتی و انجمن‌های صنعتی بودجه دریافت می‌کنند و تلاش‌های تحقیق و توسعه را در صنعت ۴,۰ تسهیل می‌کنند.

۵-۱-۳-۵ مشارکت‌های دولتی و خصوصی

مشارکت‌های دولتی و خصوصی، نقش مهمی در پیشبرد توسعه و پذیرش صنعت ۴,۰ در آلمان ایفا می‌کند. این مشارکت‌ها شامل همکاری بین ارگان‌های دولتی، انجمن‌های صنعتی و شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری مشترک در پروژه‌های تحقیق، توسعه و زیرساخت است. این مشارکت‌ها از تخصص و منابع بخش‌های دولتی و خصوصی برای تسریع پذیرش فناوری‌های صنعت ۴,۰ استفاده می‌کنند. آنها اغلب شامل ایجاد بسترهای آزمایشی، آزمایشگاه‌های

^۱ Labs Network Industrie ۴,۰

زنده یا مراکز نوآوری می‌شوند که در آن شرکت‌ها می‌توانند با مؤسسات دانشگاهی و تحقیقاتی برای توسعه و آزمایش راه‌حل‌های جدید همکاری کنند. مشارکت‌های دولتی و خصوصی نیز از انتشار دانش و بهترین شیوه‌ها از طریق برنامه‌های آموزشی، کارگاه‌ها و کنفرانس‌ها حمایت می‌کنند.

۴-۱-۵ بازیگران کلیدی توسعه انقلاب چهارم صنعتی در آلمان و نقش آنها

توسعه و اجرای صنعت ۴,۰ در آلمان شامل مشارکت فعال بازیگران کلیدی مختلف از بخش‌های مختلف است. این بازیگران تخصص، منابع و نوآوری خود را برای پذیرش فناوری‌های صنعت ۴,۰ مشارکت می‌دهند. برخی از بازیگران کلیدی در توسعه صنعت ۴,۰ در آلمان عبارتند از:

- شرکت‌های صنعتی
- ارائه دهندگان فناوری
- دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی
- سازمان‌های دولتی
- انجمن‌های صنعتی

۵-۱-۵ چالش‌ها و ملاحظات در پیاده سازی انقلاب چهارم صنعتی

طبق بررسی‌های انجام گرفته، برخی از چالش‌ها و ملاحظات در پیاده‌سازی انقلاب چهارم صنعتی شامل یکپارچگی و سازگاری فناوری، امنیت و حریم خصوصی داده‌ها، شکاف مهارت‌ها و انتقال نیروی کار، هزینه و بازده سرمایه گذاری و پیامدهای اخلاقی و اجتماعی شناسایی شده است.

۱-۵-۱-۵ یکپارچگی و سازگاری فناوری

یکی از چالش‌های کلیدی در پیاده‌سازی صنعت ۴,۰، یکپارچه‌سازی و سازگاری فناوری‌ها و سیستم‌های مختلف است. صنعت ۴,۰ متکی بر زیست بوم پیچیده‌ای از دستگاه‌ها، ماشین‌ها، پلت فرم‌های نرم افزاری و پروتکل‌های ارتباطی به هم پیوسته است. اطمینان از یکپارچگی و سازگاری یکپارچه بین این اجزا می‌تواند یک کار دله‌ره‌آور باشد. از جمله چالش‌های این بخش می‌توان به مواردی از قبیل سیستم‌های قدیمی در صنعت، تعامل پذیری بین سیستم‌های قدیمی و فناوری‌های جدید، مقیاس‌پذیری، پیچیدگی یکپارچه‌سازی و همکاری تامین‌کنندگان اشاره کرد.

۲-۵-۱-۵ امنیت و حریم خصوصی داده‌ها

پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ افزایش قابل توجهی در جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها به همراه دارد. در حالی که این رویکرد مبتنی بر داده مزایای متعددی را ارائه می‌دهد، نگرانی‌هایی را در مورد امنیت و حریم خصوصی داده‌ها

نیز ایجاد می‌کند. حفاظت از اطلاعات حساس، محافظت در برابر تهدیدات سایبری، و اطمینان از رعایت مقررات حفظ حریم خصوصی به ملاحظات حیاتی تبدیل می‌شود. از جمله مسائل جدی در این زمینه می‌توان به **نقض داده‌ها و امنیت سایبری، آسیب پذیری در سیستم‌های متصل، تهدیدهای داخلی، تهدیدهای پایدار پیشرفته^۱ و واکنش و بازیابی حادثه اشاره کرد**. برای رسیدگی به نقض داده‌ها و چالش‌های امنیت سایبری در صنعت ۴,۰، سازمان‌ها باید رویکردی فعال و چند لایه برای امنیت سایبری اتخاذ کنند. این شامل اجرای اقدامات امنیتی قوی شبکه، انجام ارزیابی‌های منظم ریسک، آموزش کارکنان در مورد آگاهی از امنیت سایبری، و به‌روز ماندن در مورد تهدیدهای نوظهور و تکنیک‌های کاهش تهدید و مخاطره است. همکاری با کارشناسان امنیت سایبری، مشارکت در اشتراک‌گذاری اطلاعات و شبکه‌های اطلاعاتی تهدید و پیروی از بهترین شیوه‌ها و استانداردهای صنعت برای حفظ وضعیت امنیت سایبری قوی در زمینه صنعت ۴,۰ بسیار مهم است.

۳-۵-۱-۵ یکپارچگی و قابل اعتماد بودن داده‌ها

اطمینان از یکپارچگی و قابل اعتماد بودن داده‌های جمع‌آوری شده و استفاده شده در سیستم‌های صنعت ۴,۰ حیاتی است. داده‌ها می‌توانند در معرض دستکاری یا تغییرات غیرمجاز قرار گیرند که منجر به بینش‌های نادرست یا تصمیم‌گیری اشتباه گردیده و داده‌ها به خطر بیفتند. پیاده‌سازی مکانیسم‌هایی مانند رمزگذاری داده‌ها، امضای دیجیتال و فناوری بلاک چین می‌تواند به ایجاد یکپارچگی و قابلیت ردیابی داده‌ها کمک کند و اطمینان حاصل کند که داده‌ها در طول چرخه عمر آن قابل اعتماد باقی می‌مانند. اطمینان از یکپارچگی و قابل اعتماد بودن داده‌های جمع‌آوری شده و مورد استفاده در سیستم‌های صنعت ۴,۰ برای تصمیم‌گیری دقیق و حفظ قابلیت اطمینان عملیات بسیار مهم است. یکپارچگی داده به دقت، سازگاری و قابلیت اطمینان داده‌ها در طول چرخه عمر آن اشاره دارد، در حالی که قابل اعتماد بودن تضمین می‌کند که داده‌ها می‌توانند برای اهداف تصمیم‌گیری مورد اتکا قرار گیرند.

۴-۵-۱-۵ امنیت زنجیره تامین

صنعت ۴,۰ شامل افزایش همکاری و تبادل داده در سراسر زنجیره تامین است که چالش‌های امنیتی جدیدی را معرفی می‌کند. به اشتراک‌گذاری داده‌های حساس تولید، مالکیت معنوی و اسرار تجاری با تامین‌کنندگان و شرکا می‌تواند خطراتی را ایجاد کند. تضمین کانال‌های ارتباطی امن، اجرای کنترل‌های دسترسی، و انجام بررسی‌های لازم در مورد رویه‌های امنیت سایبری شرکا برای حفظ امنیت زنجیره تامین و محافظت در برابر نقض داده‌ها یا دسترسی غیرمجاز بسیار مهم است.

^۱ . Advanced persistent threats (APT)

امنیت زنجیره تامین یک جنبه حیاتی در پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ است، زیرا سازمان‌ها به شبکه‌های به هم پیوسته تامین‌کنندگان، شرکا و فروشندگان متکی هستند. ایمن‌سازی زنجیره تامین برای جلوگیری از اختلال، دسترسی غیرمجاز و به خطر انداختن اجزا یا داده‌های حیاتی است.

۵-۵-۱-۵ انطباق با مقررات

پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ مستلزم رعایت مقررات و استانداردهای مختلف مربوط به امنیت داده‌ها و حریم خصوصی است. سازمان‌ها باید چارچوب‌های قانونی پیچیده، مانند ^۱GDPR، مقررات خاص صنعت، و الزامات بین‌المللی انتقال داده را دنبال کنند. اطمینان از انطباق با این مقررات، ایجاد چارچوب‌های حاکمیت داده‌ها، و انجام ممیزی‌های منظم برای جلوگیری از خطرات قانونی و اعتباری ضروری است.

پیاده‌سازی فناوری‌ها و شیوه‌های صنعت ۴,۰ سازمان‌ها را ملزم می‌کند که چشم‌انداز پیچیده‌ای از مقررات و الزامات انطباق را دنبال کنند. پایبندی به قوانین و مقررات قابل اجرا برای جلوگیری از مجازات‌های قانونی، آسیب به شهرت و اختلالات عملیاتی بسیار مهم است. درک مقررات قابل اجرا، مقررات حفاظت از داده‌ها و حریم خصوصی، مقررات امنیت سایبری، حفاظت از مالکیت معنوی، ایمنی و انطباق محصول و مقررات زیست محیطی و پایداری از جمله چالش‌های مطرح در زمینه انطباق با قوانین به حساب می‌آید. مطابقت با الزامات نظارتی در پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ نیازمند یک رویکرد فعال و جامع است. سازمان‌ها باید در تخصیص حقوقی سرمایه‌گذاری کنند، ارزیابی‌های انطباق منظم را انجام دهند، اقدامات قوی حفاظت از داده‌ها و امنیت سایبری ایجاد کنند و از پایبندی به مقررات و استانداردهای خاص صنعت اطمینان حاصل کنند. با به‌روز ماندن در مورد تغییرات نظارتی و ادغام انطباق با عملیات خود، سازمان‌ها می‌توانند خطرات قانونی را کاهش داده و وضعیت نظارتی قوی را حفظ کنند.

۶-۱-۵ راهبردهای دیجیتال و هوشمندسازی آلمان بر اساس برنامه ۲۰۲۵

راهبرد دیجیتال ۲۰۲۵ آلمان چارچوب جامعی را برای هدایت تحول دیجیتال این کشور در بخش‌های مختلف ترسیم می‌کند. به عبارتی یک نقشه راه جامع برای هدایت تحول دیجیتال این کشور ارائه می‌دهد.

۷-۱-۵ راهبردهای اصلی برنامه ۲۰۲۵

هدف این استراتژی با تمرکز بر زیرساخت‌های دیجیتال، تحقیق و توسعه، مهارت‌های دیجیتال، اقتصاد دیجیتال، حفاظت از داده‌ها، خدمات عمومی دیجیتال و همکاری‌های بین‌المللی است تا آلمان را به عنوان یک کشور دیجیتال

^۱ General Data Protection Right

پیشرو قرار دهد و رشد اقتصادی پایدار را در عصر دیجیتال هدایت کند. در اینجا برخی از نکات کلیدی استراتژی آمده است:

۱. **زیرساخت دیجیتال:** این استراتژی بر اهمیت توسعه و گسترش زیرساخت‌های دیجیتال، از جمله شبکه‌های پهن‌بند پرسرعت و اتصال ۵G تأکید می‌کند. هدف آن اطمینان از دسترسی همه مناطق آلمان به زیرساخت دیجیتال قابل اعتماد و با کیفیت برای حمایت از پذیرش گسترده فناوری‌های دیجیتال است.
۲. **تحقیق و توسعه:** این استراتژی باعث افزایش سرمایه‌گذاری در فعالیتهای تحقیق و توسعه (R&D) مرتبط با فناوری‌های دیجیتال می‌شود. بر تقویت نوآوری، حمایت از همکاری‌های بین رشته‌ای و تقویت موقعیت آلمان به عنوان یک رهبر جهانی در زمینه‌های کلیدی فناوری تمرکز دارد.
۳. **مهارت‌ها و آموزش دیجیتال:** این استراتژی نیاز به نیروی کار ماهر که قادر به ایجاد تحول دیجیتال باشد را تشخیص می‌دهد. این برنامه بر اهمیت آموزش و برنامه‌های آموزشی دیجیتال برای تجهیز افراد به مهارت‌های لازم برای عصر دیجیتال تأکید می‌کند. این استراتژی همچنین یادگیری مادام‌العمر و توسعه مستمر مهارت‌های دیجیتالی را در میان نیروی کار تشویق می‌کند.
۴. **اقتصاد دیجیتال و استارت‌آپ‌ها:** هدف این استراتژی ترویج رشد اقتصاد دیجیتال و حمایت از توسعه استارت‌آپ‌ها و کسب و کارهای نوآورانه است. بر ایجاد محیطی مطلوب برای کارآفرینی، تقویت اکوسیستم‌های نوآوری و تسهیل دسترسی به منابع مالی و منابع برای استارت‌آپ‌های دیجیتال تمرکز دارد.
۵. **اقتصاد داده‌ها و حفاظت از داده‌ها:** این استراتژی پتانسیل داده‌ها را به عنوان یک منبع ارزشمند برای رشد اقتصادی و نوآوری تایید می‌کند. بر اهمیت حفاظت از داده‌ها و حفظ حریم خصوصی، مطابق با اصول مقررات حفاظت از داده‌های عمومی (GDPR) تأکید می‌کند. هدف این استراتژی اطمینان از تعادل بین استفاده از داده و حفاظت برای ایجاد اعتماد در زیست بوم دیجیتال است.
۶. **خدمات عمومی دیجیتال:** این استراتژی اهمیت دیجیتالی کردن خدمات عمومی برای بهبود کارایی، دسترسی و مشارکت شهروندان را برجسته می‌کند. هدف آن ارتقای کیفیت و تجربه کاربری خدمات دولتی از طریق استفاده از فناوری‌های دیجیتال، از جمله پلت فرم‌های دولت الکترونیک و راه‌حل‌های هویت دیجیتال است.
۷. **همکاری بین المللی:** این استراتژی نیاز به همکاری بین‌المللی برای رسیدگی به چالش‌های جهانی و استفاده از فرصت‌ها در حوزه دیجیتال را تشخیص می‌دهد و بر مشارکت با سایر کشورها، سازمان‌های بین‌المللی و سهامداران صنعت برای توسعه استانداردهای مشترک، به اشتراک گذاشتن بهترین شیوه‌ها و ترویج اقتصاد دیجیتال در مقیاس جهانی تأکید دارد.

۵-۱-۸ برنامه‌های اصلی تامین مالی و حمایتی در آلمان در ۲۰۲۵

استراتژی دیجیتال ۲۰۲۵ آلمان اهمیت ارائه حمایت مالی و انگیزه برای هدایت نوآوری دیجیتال، تحقیق و توسعه، و پذیرش فناوری‌های دیجیتال را تشخیص می‌دهد. برای دستیابی به این اهداف، برنامه‌های مالی و حمایتی مختلفی ایجاد شده است. در اینجا برخی از ابتکارات کلیدی وجود دارد:

۱. شبکه نوآوری دیجیتال^۱: هدف شبکه نوآوری دیجیتال ایجاد شبکه‌ای از مراکز نوآوری دیجیتال در سراسر آلمان است. این‌ها به عنوان مراکز منطقه‌ای برای استارت‌آپ‌ها، شرکت‌های تاسیس شده، موسسات تحقیقاتی و سرمایه‌گذاران برای همکاری و تقویت نوآوری عمل می‌کنند. این ابتکار برای تسهیل تبادل دانش، کارآفرینی و توسعه اکوسیستم‌های دیجیتال، بودجه و حمایت از این مراکز را فراهم می‌کند.

این هاب، شبکه‌ای از ۱۲ مرکز نوآوری دیجیتال در سراسر آلمان است که هر کدام بر بخش‌های صنعتی یا حوزه‌های فناوری خاص تمرکز دارند. این‌ها یک زیست بوم فیزیکی و مجازی را برای استارت‌آپ‌ها، شرکت‌های تاسیس شده، محققان و سرمایه‌گذاران برای همکاری، به اشتراک گذاری دانش و هدایت نوآوری فراهم می‌کنند. این ابتکار برنامه‌های مالی و حمایتی را برای کمک به استارت‌آپ‌ها و کارآفرینان برای تسريع رشد، دسترسی به مشاوره و مربی‌گری و ارتباط با سرمایه‌گذاران و شرکای بالقوه ارائه می‌دهد. هاب دیجیتال همچنین رویدادها، کارگاه‌ها و فرصت‌های شبکه‌ای را برای تقویت همکاری و تبادل دانش در زیست بوم دیجیتال محلی سازماندهی می‌کند.

۲. استراتژی فناوری پیشرفته ۲۰۲۵: استراتژی فناوری پیشرفته ۲۰۲۵ یک برنامه تحقیقاتی و نوآوری جامع است که اولویت‌های استراتژیک را برای پیشرفت‌های فناوری آلمان تعیین می‌کند. این برنامه بر حوزه‌های فناوری کلیدی مانند هوش مصنوعی، فناوری‌های کوانتومی، رباتیک، انرژی پایدار و تولید دیجیتال تمرکز دارد. این برنامه بودجه برای پروژه‌های تحقیقاتی، ابتکارات مشترک بین صنعت و دانشگاه و فعالیت‌های انتقال فناوری فراهم می‌کند. از تجاری سازی نتایج تحقیقات پشتیبانی می‌کند و توسعه محصولات، خدمات و مدل‌های تجاری نوآورانه را ترویج می‌کند.

۳. گرنِت استارت‌آپی^۲: یک برنامه تامین مالی است که از تاسیس و توسعه استارت‌آپ‌های مبتنی بر فناوری در آلمان حمایت می‌کند به عبارتی در مراحل اولیه سرمایه گذاری، به کارآفرینان کمک مالی می‌کند. این بودجه می‌تواند برای توسعه کسب و کار، استخدام پرسنل، نمونه سازی اولیه، تحقیقات بازار و سایر فعالیت‌های ضروری استفاده شود. کمک‌های مالی را در قالب کمک‌های بلاعوض ماهانه به کارآفرینان تا یک سال ارائه می‌دهد. این کمک هزینه‌های زندگی، هزینه‌های نمونه سازی، تحقیقات بازار و سایر فعالیت‌های ضروری مورد نیاز برای ایجاد و توسعه یک استارت‌آپ

^۱ Digital Hub Initiative

^۲ Exist Start-up Grant

را پوشش می‌دهد. علاوه بر حمایت مالی، این برنامه مربی‌گری، راهنمایی و دسترسی به شبکه‌ها و منابع را برای کمک به کارآفرینان برای اصلاح ایده‌های تجاری خود و تسریع سرمایه‌گذاری ارائه می‌دهد.

۴. جایزه بایرن^۱: یک برنامه تامین مالی ویژه ایالت بایرن است که توسط وزارت امور اقتصادی، توسعه منطقه‌ای و انرژی باواریا آغاز شده و از شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) برای پروژه‌های دیجیتالی‌سازی حمایت مالی می‌کند. هدف این برنامه افزایش رقابت‌پذیری کسب و کارها از طریق ترویج پذیرش فناوری‌های دیجیتال، مانند پیاده‌سازی پلتفرم‌های تجارت الکترونیک، دیجیتالی‌کردن فرآیندهای تولید، یا بهینه‌سازی زیرساخت‌های فناوری اطلاعات است. کمک‌های مالی بخشی از هزینه‌های پروژه واجد شرایط را پوشش می‌دهد و به کسب و کارها کمک می‌کند تا بر موانع مالی مرتبط با تحول دیجیتال غلبه کنند.

۵. برنامه تامین مالی INVEST: برنامه تامین مالی INVEST سرمایه‌گذاری خصوصی در استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های نوآور در آلمان را تشویق می‌کند. مشوق‌های مالی مانند معافیت‌های مالیاتی را برای سرمایه‌گذاران خصوصی که در شرکت‌های جوان و نوآور سرمایه‌گذاری می‌کنند، فراهم می‌کند. هدف این برنامه، جذب سرمایه بیشتر به زیست بوم استارت‌آپی آلمان، تحریک کارآفرینی و حمایت از رشد کسب و کارهای نوآورانه است.

۶. برنامه نوآوری مرکزی برای SMEها (ZIM): برنامه نوآوری مرکزی برای SMEها (ZIM) یک طرح بودجه توسط وزارت امور اقتصادی و انرژی فدرال است. ZIM از پروژه‌های تحقیق و توسعه که توسط شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) با همکاری موسسات تحقیقاتی انجام می‌شود، حمایت می‌کند. این برنامه برای پروژه‌های مشترک، پروژه‌های فردی و همکاری‌های بین‌المللی در زمینه‌های مختلف فناوری با ماهیت نوآورانه با هدف توسعه محصولات، فرآیندها یا خدمات جدید کمک مالی می‌کند. بودجه می‌تواند برای پوشش هزینه‌های مربوط به پروژه مانند پرسنل، مواد و خدمات خارجی استفاده شود. ZIM همچنین خدمات پشتیبانی از جمله مشاوره تخصصی، رویدادهای شبکه و پشتیبانی انتقال فناوری را ارائه می‌دهد.

۷. تأمین مالی تحقیق و نوآوری: آلمان طیف وسیعی از برنامه‌های تأمین مالی تحقیق و نوآوری را در سطح ملی و اتحادیه اروپا ارائه می‌دهد. اینها شامل برنامه‌های وزارت آموزش و تحقیقات فدرال (BMBF)، وزارت امور اقتصادی و انرژی فدرال (BMWi)، شورای تحقیقات اروپا (ERC) و Horizon Europe، برنامه چارچوب تحقیق و نوآوری اتحادیه اروپا است. این برنامه‌های مالی از پروژه‌های تحقیقاتی حمایت می‌کنند، همکاری بین دانشگاه و صنعت را ترویج داده و پیشرفت‌های فناوری را تقویت می‌کنند. نمونه‌هایی از طرح‌های تأمین مالی شامل برنامه "نوآوری برای تولید، خدمات و کار فردا" یا BMBF است که بر تحول دیجیتال در تولید و خدمات متمرکز است و برنامه "دنیای خدمات هوشمند" که از توسعه خدمات دیجیتال پشتیبانی می‌کند. این برنامه‌های تأمین مالی و حمایتی، از جمله، نقش مهمی در هدایت

^۱ Digitalbonus Bayern

نوآوری دیجیتال، حمایت از استارت‌آپ‌ها، ترویج تحقیق و توسعه، و ترویج پذیرش فناوری‌های دیجیتال در آلمان ایفا می‌کند. آنها منابع مالی، راهنمایی و فرصت‌های شبکه‌سازی را برای کارآفرینان، محققان و کسب‌وکارها فراهم می‌کنند و آنها را قادر می‌سازند در اقتصاد دیجیتال شکوفا شوند و در تلاش‌های تحول دیجیتال آلمان مشارکت کنند.

۸. برنامه‌های تحقیق و نوآوری اروپا: آلمان فعالانه در برنامه‌های تحقیق و نوآوری اتحادیه اروپا (EU) مانند Horizon Europe، برنامه چارچوب اتحادیه اروپا برای تحقیق و نوآوری شرکت می‌کند. Horizon Europe فرصت‌های مالی قابل توجهی را برای پروژه‌های تحقیقاتی مشترک، فعالیت‌های نوآوری و توسعه فناوری فراهم می‌کند. محققان، دانشگاه‌ها، مشاغل و سایر سازمان‌های آلمانی می‌توانند در پروژه‌های مبتنی بر کنسرسیوم شرکت کنند و برای حوزه‌های تحقیقاتی مختلف از جمله فناوری‌های دیجیتال، انرژی، سلامت و پایداری به بودجه دسترسی داشته باشند. آلمان همچنین با سایر کشورهای عضو اتحادیه اروپا از طریق طرح‌ها و شبکه‌های مالی مشترک برای حمایت از فعالیت‌های تحقیقاتی و نوآوری فرامرزی همکاری می‌کند.

۹. برنامه‌های تامین مالی منطقه‌ای: علاوه بر ابتکارات مالی در سطح ملی، آلمان دارای برنامه‌های بودجه منطقه‌ای است که توسط دولت‌های ایالتی و مقامات محلی ارائه می‌شود. هدف این برنامه‌ها حمایت از توسعه اقتصادی منطقه ای، نوآوری و کارآفرینی است که شامل صندوق‌های نوآوری منطقه‌ای، برنامه‌های انتقال فناوری، و طرح‌های حمایت از استارت‌آپ‌های خاص برای ایالت‌ها یا شهرهای خاص است. این برنامه‌های منطقه‌ای حمایت مالی، خدمات مرکز رشد، مشاوره و فرصت‌های شبکه‌ای را متناسب با نیازها و نقاط قوت هر منطقه ارائه می‌کنند که در سطح ملی، اروپایی یا منطقه‌ای، تحقیقات، نوآوری و کارآفرینی را در بخش‌های مختلف تقویت می‌کند. آنها منابع مالی، تخصص، فرصت‌های همکاری و زیرساخت را برای امکان توسعه و رشد پروژه‌های نوآورانه، استارت‌آپ‌ها و ابتکارات مبتنی بر فناوری فراهم می‌کنند.

۵-۲ بررسی کشور عربستان در خصوص هوشمندسازی

عربستان سعودی یک برنامه ملی برای صنعت ۴,۰ و هوشمندسازی صنایع دارد. این طرح بخشی از استراتژی تنوع اقتصادی بلندپروازانه کشور به نام چشم انداز عربستان سعودی ۲۰۳۰ یا Vision ۲۰۳۰ است. هدف این چشم انداز، متحول کردن اقتصاد عربستان سعودی، کاهش وابستگی آن به نفت و هدایت توسعه پایدار در بخش‌های مختلف است. یکی از ارکان کلیدی Vision ۲۰۳۰، توسعه بخش صنعتی پر جنب و جوش و متنوع است و صنعت ۴,۰ نقش مهمی در دستیابی به این هدف دارد.

دولت، تحت برنامه توسعه صنعتی و لجستیک ملی^۱، که یک ابتکار کلیدی چشم انداز عربستان سعودی ۲۰۳۰ است، فعالانه در حال ترویج پذیرش فناوری‌های صنعت ۴,۰ و شیوه‌های تولید هوشمند است. هدف این برنامه افزایش رقابت پذیری بخش صنعتی، جذب سرمایه‌گذاری و ایجاد فرصت‌های شغلی است که بر چهار رکن اصلی زیر تمرکز دارد.

۱- معدن	هدف این برنامه توسعه بخش معدن با اجرای فناوری‌های پیشرفته، اتوماسیون و دیجیتالی سازی برای افزایش بهره وری و کارایی است.
۲. صنعت	تمرکز بر توسعه صنایع پیشرفته و پرورش نوآوری است. این برنامه پذیرش فناوری‌هایی مانند ریاتیک، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا (IoT) و تجزیه و تحلیل داده های بزرگ را برای پیشبرد تولید هوشمند و بهبود فرآیندهای صنعتی تشویق می کند.
۳. لجستیک	هدف این برنامه ایجاد عربستان سعودی به عنوان یک مرکز لجستیکی جهانی با توسعه زیرساخت های لجستیکی کارآمد و یکپارچه است. این شامل پیاده سازی راه حل های لجستیک هوشمند، بهبود مدیریت زنجیره تامین و استفاده از فناوری های مابند بلاک چین برای بهبود شفافیت و کارایی است.
۴. انرژی	هدف این برنامه بهینه سازی مصرف انرژی و تنوع بخشیدن به ترکیب انرژی از طریق ترویج منابع انرژی تجدیدپذیر و اقدامات بهره وری انرژی در صنایع است.

شکل ۵. حوزه های اصلی تمرکز عربستان در هوشمندسازی

عربستان سعودی پتانسیل تحول آفرین صنعت ۴,۰ و توانایی آن در افزایش بهره وری، هدایت نوآوری و ایجاد فرصت های اقتصادی جدید را می شناسد. بنابراین، صنعت ۴,۰ نزدیک به اهداف و آرزوهای چشم انداز ۲۰۳۰ است. در اینجا برخی از ارتباطات کلیدی بین صنعت ۴,۰ و چشم انداز ۲۰۳۰ عربستان سعودی آورده شده است:

۱. تنوع اقتصادی: چشم انداز ۲۰۳۰ بر لزوم کاهش وابستگی عربستان سعودی به درآمدهای نفتی و تنوع بخشیدن به اقتصاد تاکید دارد. صنعت ۴,۰ با ترویج تولید پیشرفته، نوآوری و پذیرش فناوری در صنایع مختلف، به عنوان یک عامل حیاتی برای تنوع اقتصادی در نظر گرفته می شود.

۲. ایجاد شغل و توسعه نیروی کار: هدف چشم انداز ۲۰۳۰، ایجاد فرصت های شغلی برای اتباع سعودی و ارتقای مهارت های آنها برای برآورده کردن خواسته های اقتصاد مدرن است. پذیرش صنعت ۴,۰ نیازمند نیروی کار بسیار ماهر و مسلط به فناوری های دیجیتال است که با اهداف چشم انداز ۲۰۳۰ برای توسعه اقتصاد مبتنی بر دانش و توانمندسازی جوانان سعودی همسو است.

^۱ NIDLP

۳. نوآوری و کارآفرینی فناورانه: صنعت ۴,۰ نوآوری و کارآفرینی را از طریق ادغام فناوری‌های پیشرفته تقویت می‌کند. چشم انداز ۲۰۳۰ به دنبال ارتقای نوآوری، تحقیق و توسعه و کارآفرینی در عربستان سعودی است و صنعت ۴,۰ را به یک محرک کلیدی برای دستیابی به این اهداف تبدیل می‌کند.
۴. افزایش بهره‌وری و رقابت‌پذیری جهانی: هدف چشم انداز ۲۰۳۰ افزایش بهره‌وری و رقابت در صنایع عربستان است. فناوری‌های صنعت ۴,۰ شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا عملیات خود را بهینه کنند، کارایی را بهبود بخشند و محصولات و خدمات با کیفیت بالا ارائه دهند. عربستان سعودی با پذیرش صنعت ۴,۰ می‌تواند رقابت‌پذیری جهانی خود را افزایش داده و سرمایه‌گذاری در تولید پیشرفته را جذب کند.
۵. توسعه زیرساخت: چشم انداز ۲۰۳۰ شامل ابتکاراتی برای توسعه زیرساخت‌ها، مانند اتصال دیجیتال و شهرهای هوشمند است که از اجرای صنعت ۴,۰ پشتیبانی می‌کند. این پیشرفت‌های زیرساختی، پایه‌ای را برای پذیرش موفق فناوری‌های صنعت ۴,۰ در سراسر کشور فراهم می‌کند.
- به طور کلی، صنعت ۴,۰ بخشی جدایی ناپذیر از چشم انداز ۲۰۳۰ عربستان سعودی است که تحول اقتصاد، صنایع و نیروی کار این کشور را تسهیل می‌کند. پذیرش و ادغام فناوری‌های صنعت ۴,۰ با اهداف متنوع‌سازی اقتصادی، ایجاد شغل، نوآوری و بهره‌وری افزایش یافته در چشم‌انداز ۲۰۳۰ همسو می‌شود.

۵-۲-۱ نقش هوشمندسازی در راهبردهای تنوع اقتصادی عربستان سعودی

استراتژی تنوع اقتصادی عربستان سعودی، همانطور که در چشم انداز ۲۰۳۰ این کشور بیان شده است، یک طرح جامع با هدف کاهش وابستگی این کشور به درآمدهای نفتی و ایجاد یک اقتصاد متنوع تر و پایدارتر می‌باشد. این استراتژی نیاز به توسعه بخش‌های غیرنفتی، جذب سرمایه‌گذاری خارجی، ارتقای رشد بخش خصوصی، و تقویت نوآوری و پیشرفت‌های فناوری را تشخیص می‌دهد. برنامه توسعه صنعتی و لجستیک ملی^۱ نقش مهمی در اجرای این استراتژی و ایجاد تحول در بخش‌های صنعتی و لجستیکی عربستان سعودی دارد.

NIDLP یک برنامه کلیدی تحت چشم انداز عربستان سعودی ۲۰۳۰ است که بر توسعه صنایع استراتژیک، تقویت قابلیت‌های صنعتی، افزایش رقابت و نوسازی زیرساخت‌های لجستیکی تمرکز دارد. این برنامه به دنبال ایجاد یک محیط کسب و کار مطلوب، جذب سرمایه‌گذاری و ارتقای پیشرفت فناوری برای پیشبرد رشد اقتصادی و ایجاد شغل است. ابتکارات این برنامه با اصول صنعت ۴,۰ و تولید هوشمند مطابقت دارد که بر ادغام فناوری‌های پیشرفته و دیجیتالی سازی برای بهینه‌سازی فرآیندهای صنعتی، افزایش بهره‌وری و تقویت نوآوری تأکید دارد.

^۱ National industrial and logistics development program (NIDLP)

۵-۲-۲ نقش برنامه توسعه صنعتی و لجستیک ملی در تنوع اقتصادی

نقش برنامه توسعه صنعتی و لجستیک ملی NIDLP در استراتژی تنوع اقتصادی عربستان سعودی را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

۱. توسعه صنعتی محرک: هدف NIDLP تحریک رشد صنایع استراتژیک مانند پتروشیمی، خودروسازی، هوافضا، انرژی‌های تجدیدپذیر و معدن است. این برنامه با حمایت از توسعه و گسترش این صنایع باعث کاهش اتکای کشور به نفت و ایجاد منابع جدید درآمد و فرصت‌های شغلی می‌شود.
۲. افزایش رقابت پذیری: NIDLP بر بهبود رقابت پذیری صنایع عربستان از طریق ارتقای نوآوری، پذیرش فناوری و توسعه مهارت‌ها تمرکز دارد. هدف این برنامه با استفاده از فناوری‌های پیشرفته تولید، تحول دیجیتال و ادغام راه‌حل‌های هوشمند، افزایش بهره‌وری، کیفیت محصول و کارایی عملیاتی است.
۳. جذب سرمایه گذاری: هدف NIDLP جذب سرمایه گذاری‌های داخلی و خارجی در بخش‌های صنعتی و لجستیکی است. برای ایجاد یک محیط تجاری جذاب برای سرمایه‌گذاران، مشوق‌ها، مقررات کارآمد و پشتیبانی زیرساختی را فراهم می‌کند. این برنامه با تنوع بخشیدن به منابع سرمایه‌گذاری، وابستگی به درآمدهای نفتی را کاهش می‌دهد و مشارکت بخش خصوصی را تشویق می‌کند.
۴. توسعه نیروی کار ماهر: NIDLP اهمیت نیروی کار ماهر را در پیشبرد رشد صنعتی و نوآوری تشخیص می‌دهد. این برنامه بر توسعه برنامه‌های آموزش فنی و حرفه‌ای، افزایش قابلیت‌های نیروی کار محلی، و ارتقای کارآفرینی در بخش صنعتی تمرکز دارد. این برنامه با پرورش یک مخزن استعداد ماهر، از نیازهای صنعت ۴,۰ پشتیبانی می‌کند و فرهنگ نوآوری و کارآفرینی را تقویت می‌کند.
۵. نوسازی زیرساخت لجستیک: NIDLP نیاز به یک زیرساخت لجستیک قوی برای حمایت از توسعه صنعتی و تسهیل تجارت را برطرف می‌کند. بر گسترش و نوسازی بنادر، فرودگاه‌ها، شبکه‌های حمل و نقل و هاب‌های لجستیکی تمرکز دارد. این برنامه با بهبود اتصال و کارایی در زنجیره تامین، موقعیت عربستان سعودی را به عنوان یک مرکز لجستیکی منطقه‌ای ارتقا داده و رقابت جهانی آن را تقویت می‌کند.

۵-۲-۳ اهداف کلیدی، سیاستها و ابتکارات انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند در عربستان

تنوع و جامعیت ابتکارات، سیاست‌ها و برنامه‌ها به طور جمعی رویکرد جامع دولت سعودی را در جهت ارتقای صنعت ۴,۰ و هوشمندسازی صنایع نشان می‌دهند. دولت با تمرکز بر تحول دیجیتال، نوآوری، توسعه مهارت‌ها، اصلاحات نظارتی و همکاری بین‌المللی، هدف خود را ایجاد یک زیست بوم صنعتی پر جنب و جوش و از نظر فن‌آوری پیشرفته

است که موجب تنوع اقتصادی، افزایش رقابت‌پذیری و کمک به اهداف توسعه کلی کشور می‌شود. در اینجا ۱۵ مورد از اقدامات و برنامه‌های کلیدی شناسایی شده، در قالب چهار دسته اصلی مطابق شکل ۶ تقسیم بندی شده است.



شکل ۶. دسته‌بندی سیاستها و ابتکارات عربستان در هوشمندسازی

۵-۲-۴ اولویت‌بندی ابتکارات و برنامه‌های عربستان در حوزه انقلاب چهارم صنعتی

در حالی که تعیین اولویت دقیق ۱۵ ابتکار، بدون اطلاعات خاص در مورد اولویت‌بندی دولت سعودی چالش‌برانگیز است، برخی از ابتکارات را می‌توان اساسی و فراگیر در نظر گرفت، در حالی که برخی دیگر ممکن است بیشتر بر حوزه‌های خاص متمرکز باشند. در اینجا یک اولویت‌بندی پیشنهادی بر اساس اهمیت و تأثیر بالقوه آنها ارائه شده است:

اولویت ۱: چشم انداز عربستان سعودی ۲۰۳۰

چشم انداز عربستان سعودی ۲۰۳۰ به عنوان نقشه راه کلی برای تحول اقتصادی و اجتماعی کشور، پایه و اساس همه ابتکارات دیگر را تعیین می‌کند. چشم انداز بلندمدت و جهت گیری استراتژیک را برای ارتقای صنعت ۴,۰ و هوشمندسازی صنایع ایجاد می‌کند و آن را به بالاترین اولویت تبدیل می‌کند.

اولویت ۲: برنامه ملی توسعه صنعتی و لجستیک (NIDLP)

NIDLIP نقش اساسی در هدایت پذیرش فناوری، تحقیق و توسعه، و ایجاد یک چارچوب نظارتی توانمند کننده دارد. بر تقویت رقابت صنعتی و حمایت از تحول صنایع تمرکز دارد. با توجه به ماهیت جامع آن، NIDLIP از اولویت بالایی برخوردار است.

اولویت ۳: ابتکار تحول دیجیتال

ابتکار تحول دیجیتال برای تسریع پذیرش فناوری‌های دیجیتال در سراسر بخش‌ها، از جمله صنعت، حیاتی است. بر اتوماسیون، تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا تأکید دارد. با توجه به پتانسیل تحول آفرین دیجیتالی شدن، این ابتکار از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

اولویت ۴: خوشه‌های صنعتی و مناطق ویژه اقتصادی

ایجاد خوشه‌های صنعتی و مناطق ویژه اقتصادی باعث رشد خاص بخش، جذب سرمایه‌گذاری و تسهیل انتقال فناوری می‌شود. این مناطق اکوسیستمی ایجاد می‌کنند که همکاری و نوآوری را تقویت می‌کند. در حالی که ممکن است خوشه‌های خاص در اولویت متفاوت باشند، تمرکز کلی بر خوشه‌های صنعتی برای توسعه هدفمند ضروری است. ابتکارات باقی مانده در عین حال که قابل توجه است، می‌تواند مکمل و پشتیبان اولویت‌های فوق باشد. آنها به اهداف کلی ترویج نوآوری، توسعه مهارت‌ها، تسهیل سرمایه‌گذاری، تحقیق و توسعه، اصلاحات نظارتی و همکاری بین‌المللی کمک می‌کنند. توجه به این نکته مهم است که اولویت بندی ممکن است بسته به اهداف استراتژیک دولت و نیازهای در حال تحول متفاوت باشد.

۵-۲-۵ پروژه‌های کلیدی در حوزه هوشمندسازی در عربستان

عربستان سعودی به طور فعال پروژه‌های کلیدی، مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها را در بخش‌های مختلف دنبال می‌کند تا تنوع اقتصادی، ارتقای قابلیت‌های صنعتی و ارتقای نوآوری را افزایش دهد. در اینجا چند نمونه قابل توجه در بخش‌های تولید، معدن، لجستیک و انرژی آورده شده است:

۵-۲-۵-۱ بخش تولید

شرکت صنایع پایه عربستان (SABIC): سابیک، یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های پتروشیمی جهان، چندین پروژه بزرگ را در عربستان سعودی انجام داده است. شایان ذکر است، این شرکت با ExxonMobil برای ساخت یک مجتمع پتروشیمی جدید در Jubail، معروف به خلیج فارس رشد سرمایه‌گذاری^۱ شریک شده است. این پروژه نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری قابل توجهی در بخش تولید است و هدف آن تولید اتیلن، پلی اتیلن و سایر محصولات تخصصی است.

^۱ Gulf Coast Growth Investments (GCGI)

پارک انرژی ملک سلمان (SPARK): یک پارک بزرگ صنعتی است که در استان شرقی عربستان سعودی در حال توسعه است. هدف آن جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی و داخلی در بخش‌های تولید، لجستیک و انرژی است. این پارک زیرساخت‌ها، خدمات و مشوق‌هایی را برای حمایت از صنایع مختلف از جمله پتروشیمی، ساخت پیشرفته و ساخت تجهیزات فراهم می‌کند.

خودروسازی: عربستان سعودی به طور فعال در حال ترویج رشد بخش تولید خودرو بوده است. این کشور با همکاری شرکای بین‌المللی سرمایه‌گذاری‌هایی را برای ایجاد کارخانه‌های مونتاژ خودرو جذب کرده است. به عنوان مثال، صندوق سرمایه‌گذاری عمومی عربستان سعودی با خودروساز ژاپنی تویوتا برای ایجاد یک کارخانه مونتاژ خودرو در این کشور همکاری کرد و به بومی‌سازی تولید خودرو و ایجاد فرصت‌های شغلی کمک کرد.

ساخت پیشرفته: عربستان سعودی فناوری‌های پیشرفته تولیدی مانند چاپ سه بعدی، رباتیک و هوش مصنوعی را در اولویت قرار داده است. این کشور ابتکاراتی را برای توسعه قابلیت‌های تولیدی پیشرفته و ایجاد مراکز تعالی با مشارکت شرکت‌های فناوری پیشرو آغاز کرده است. هدف این تلاش‌ها افزایش بهره‌وری، ترویج نوآوری و حمایت از رشد صنایع تولیدی با ارزش بالا است.

۲-۵-۲-۵ بخش معدن

معادن (شرکت معدن عربستان سعودی): Maaden یک شرکت معدنی پیشرو در عربستان سعودی است که در زمینه اکتشاف، توسعه و تولید مواد معدنی مختلف فعالیت دارد. این کشور چندین پروژه کلیدی دارد، از جمله شهر صنعتی وعد الشمال، که بر استخراج و فرآوری سنگ‌های فسفات و بوکسیت تمرکز دارد. معادن همچنین بزرگ‌ترین مجتمع یکپارچه آلومینیوم در جهان را اداره می‌کند که بوکسیت را به آلومینا تبدیل می‌کند و آلومینیوم تولید می‌کند. سازمان زمین‌شناسی عربستان (SGS) و همکاری USGS: سازمان زمین‌شناسی عربستان (SGS) با سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (USGS) برای همکاری در نقشه‌برداری زمین‌شناسی، ارزیابی منابع و پروژه‌های اکتشاف معدنی در عربستان سعودی همکاری کرده است. هدف از این مشارکت، بازگشایی پتانسیل‌های معدنی کشور و جذب سرمایه‌گذاری در بخش معدن با ارائه داده‌ها و تخصص‌های جامع زمین‌شناسی است.

ترویج سرمایه‌گذاری در معدن: عربستان سعودی اقداماتی را برای جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در بخش معدن انجام داده است. دولت قوانین و مقررات سرمایه‌گذاری معدنی را برای فراهم کردن فضای کسب و کار مطلوب معرفی کرده است. علاوه بر این، قانون سرمایه‌گذاری معدنی عربستان سعودی به سرمایه‌گذاران خارجی اجازه می‌دهد تا مالک ۱۰۰ درصد پروژه‌های معدنی در این کشور شوند و سرمایه‌گذاری در این بخش را تسهیل می‌کند.

تولید لیتیوم و باتری: عربستان سعودی از نظر منابع لیتیوم غنی است و هدف این کشور تبدیل شدن به یک بازیگر اصلی در بازار جهانی لیتیوم است. این شرکت پروژه‌هایی را برای توسعه تاسیسات استخراج و پردازش لیتیوم با هدف

ایجاد صنعت تولید باتری لیتیوم یونی آغاز کرده است. این ابتکار با افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه الکتریکی و سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی همسو می‌شود.

۳-۵-۲-۵ بخش لجستیک

بندر ملک عبدالله: بندر ملک عبدالله، واقع در شهر اقتصادی ملک عبدالله (KAEC)، یکی از بزرگترین بنادر خاورمیانه است. این مرکز به عنوان یک مرکز لجستیکی کلیدی عمل می‌کند و تجارت و اتصال بین آسیا، اروپا و آفریقا را تسهیل می‌کند. این بندر سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی را جذب کرده و زیرساخت‌ها و خدمات پیشرفته‌ای را برای حمایت از صنایع مختلف از جمله تولید و لجستیک ارائه می‌دهد.

شرکت راه آهن عربستان (SAR): شرکت راه آهن عربستان (SAR) مسئولیت توسعه و بهره‌برداری از شبکه ریلی این کشور را بر عهده دارد. یکی از پروژه‌های قابل توجه راه آهن شمال-جنوب است که مناطق شمالی و جنوبی عربستان را به هم متصل می‌کند. این خط آهن نقش مهمی در افزایش قابلیت‌های لجستیکی، حمایت از رشد صنعتی و تسهیل جابجایی کالاها و منابع ایفا می‌کند.

تجارت الکترونیک و زیرساخت لجستیک: عربستان سعودی شاهد رشد قابل توجهی در تجارت الکترونیک بوده است که باعث سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های لجستیکی شده است. شرکت‌ها در حال ایجاد مراکز تکمیل، انبارها و شبکه‌های تحویل آخرین مایل برای حمایت از بخش تجارت الکترونیک در حال رشد هستند. توسعه زیرساخت‌ها و راه‌حل‌های لجستیک برای تسهیل مدیریت کارآمد زنجیره تامین و پاسخگویی به تقاضای فزاینده مصرف‌کننده برای خرید آنلاین بسیار مهم است.

خدمات دریایی و توسعه بندر: عربستان سعودی برای ارتقای خدمات دریایی و توسعه ظرفیت بندری، پروژه‌هایی را برای بهبود بنادر موجود و توسعه بنادر جدید انجام داده است. به عنوان مثال، ترمینال دروازه دریای سرخ در بندر اسلامی جده برای گنجاندن کشتی‌های بزرگتر و رسیدگی به حجم محموله افزایش یافته‌است. هدف این ابتکارات تقویت موقعیت عربستان سعودی به عنوان یک مرکز لجستیکی منطقه‌ای و افزایش اتصال آن به مسیرهای تجاری جهانی است.

۴-۵-۲-۵ بخش انرژی

پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر: عربستان سعودی سرمایه‌گذاری قابل توجهی در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، به ویژه در انرژی خورشیدی و بادی انجام داده است. به عنوان مثال، پادشاهی عربستان سعودی دفتر توسعه پروژه انرژی‌های تجدیدپذیر عربستان سعودی (REPDO) را راه اندازی کرده است تا بر توسعه پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر

نظارت کند، از جمله هدف بلندپروازانه چشم انداز عربستان سعودی ۲۰۳۰ برای تولید ۵۰ درصد از برق خود از منابع تجدیدپذیر.

NEOM: یک شهر و منطقه اقتصادی آینده‌نگر است که در شمال غربی عربستان سعودی در حال توسعه است. هدف آن تبدیل شدن به یک قطب جهانی برای صنایع مختلف از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید پیشرفته، بیوتکنولوژی و رباتیک است. تمرکز NEOM بر پایداری و نوآوری با اهداف عربستان سعودی برای تنوع بخشیدن به اقتصاد و ارتقای صنایع پیشرفته هماهنگ است.

تولید هیدروژن سبز: عربستان سعودی برنامه‌های بلندپروازانه ای برای تبدیل شدن به یک رهبر جهانی در تولید هیدروژن سبز دارد. این کشور پروژه‌هایی را برای توسعه تاسیسات تولید هیدروژن سبز در مقیاس بزرگ راه اندازی کرده است و از منابع انرژی تجدیدپذیر فراوان خود استفاده می‌کند. هدف این پروژه‌ها تولید هیدروژن سبز (به هیدروژنی گفته می‌شود که در جریان تولید آن از سوخت‌های فسیلی استفاده نمی‌شود) از طریق الکترولیز است که می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی پاک برای کاربردهای مختلف از جمله حمل و نقل و فرآیندهای صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

بهره وری انرژی و مقاوم سازی: عربستان سعودی اقدامات بهره‌وری انرژی و مقاوم‌سازی زیرساخت‌های موجود را برای کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن در اولویت قرار داده است. این کشور برنامه‌هایی را برای ترویج فناوری‌ها و شیوه‌های کارآمد انرژی در صنایع، ساختمان‌ها و حمل و نقل اجرا کرده است. این ابتکارات به تعهد عربستان سعودی به پایداری و همسویی با تلاش‌های جهانی برای کاهش تغییرات آب و هوایی کمک می‌کند.

این پروژه‌ها، مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های کلیدی در بخش‌های تولید، معدن، لجستیک و انرژی نشان‌دهنده تعهد عربستان سعودی به توسعه بخش‌های استراتژیک و جذب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی است. هدف عربستان سعودی با استفاده از منابع طبیعی، موقعیت استراتژیک و مشارکت با شرکت‌های جهانی، ارتقای قابلیت‌های صنعتی، ایجاد فرصت‌های شغلی و رشد اقتصادی پایدار است.

۵-۲-۶ چالش‌ها و فرصت‌های انقلاب چهارم صنعتی در عربستان سعودی

این بخش شامل چالش‌ها و موانع اجرای صنعت ۴,۰، شکاف مهارت‌ها، زیرساخت‌های مورد نیاز، نگرانی‌های امنیت سایبری فرصت‌ها و پتانسیل رشد آینده در تولید هوشمند یا صنعت ۴,۰ در عربستان سعودی می‌باشد.

۵-۲-۶-۱ چالش‌ها و موانع اجرای صنعت ۴,۰ در عربستان سعودی

علیرغم تلاش‌های قابل توجهی که برای ارتقای صنعت ۴,۰ در عربستان سعودی انجام شده است، چندین چالش و موانع مانع اجرای هموار آن می‌شود. این چالش‌ها عبارتند از:

- ۱- **زیرساخت دیجیتال محدود:** اجرای موفقیت آمیز صنعت ۴,۰ به شدت به زیرساخت‌های دیجیتال قوی، از جمله اتصال به اینترنت پرسرعت و شبکه‌های ارتباطی قابل اعتماد متکی است. در برخی از مناطق عربستان سعودی، به‌ویژه مناطق دورافتاده، زیرساخت‌های دیجیتال توسعه نیافته که چالش‌هایی را برای پذیرش گسترده فناوری‌های پیشرفته ایجاد می‌کند.
- ۲- **شکاف‌های مهارتی و آمادگی نیروی کار:** انتقال به صنعت ۴,۰ به نیروی کار ماهری نیاز دارد که قادر به کارکرد و حفظ فناوری‌های پیشرفته باشد. با این حال، نیاز به پر کردن شکاف‌های مهارتی در بازار کار عربستان سعودی وجود دارد. این شامل توسعه برنامه‌های آموزشی مرتبط، آموزش حرفه‌ای و ابتکارات ارتقای مهارت برای تجهیز افراد به مهارت‌های دیجیتال لازم برای عصر جدید اتوماسیون و فناوری‌های مبتنی بر داده است.
- ۳- **حریم خصوصی داده‌ها و امنیت سایبری:** صنعت ۴,۰ به شدت به جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل، و استفاده از حجم وسیعی از داده‌ها متکی است. اطمینان از حفاظت قوی از حریم خصوصی داده‌ها و اقدامات امنیت سایبری برای محافظت از اطلاعات حساس و حفظ اعتماد در سیستم‌های دیجیتال بسیار مهم است. رسیدگی به نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، مالکیت داده‌ها و امنیت سایبری برای اجرای موفقیت‌آمیز صنعت ۴,۰ در عربستان سعودی حیاتی است.
- ۴- **چارچوب‌ها و استانداردهای نظارتی:** توسعه چارچوب‌ها و استانداردهای نظارتی جامع برای اجرای فن‌آوری‌های صنعت ۴,۰ ضروری است. عربستان سعودی به دستورالعمل‌ها و مقررات روشنی نیاز دارد که به موضوعاتی مانند حاکمیت داده‌ها، حقوق مالکیت معنوی و استانداردهای قابلیت همکاری بپردازد. ایجاد مقررات حمایتی که ضمن پرداختن به ریسک‌ها و چالش‌های بالقوه، نوآوری را تشویق می‌کند،
- ۵- **تغییر فرهنگی و سازمانی:** پذیرش صنعت ۴,۰ مستلزم تغییر قابل توجهی در فرهنگ و طرز فکر سازمانی است. رویه‌های صنعتی سنتی و ساختارهای سلسله‌مراتبی ممکن است نیاز به ارزیابی مجدد و دگرگونی برای پذیرش کامل تحول دیجیتال داشته باشند. تشویق فرهنگ نوآوری، همکاری و باز بودن در برابر تغییر برای غلبه بر مقاومت و اجرای موفقیت‌آمیز آن ضروری است.
- ۶- **سرمایه‌گذاری و دوره بازگشت سرمایه:** هزینه‌های پیاده‌سازی می‌تواند مانع مهمی برای پذیرش فناوری‌های صنعت ۴,۰، به ویژه برای شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) باشد. سرمایه‌گذاری‌های اولیه در ارتقاء زیرساخت‌ها، دستیابی به فناوری‌های جدید و آموزش نیروی کار می‌تواند قابل توجه باشد. نشان دادن مزایای ملموس و بازگشت سرمایه ابتکارات صنعت ۴,۰ برای تشویق پذیرش گسترده در بین مشاغل بسیار مهم است.

۷- **همکاری و هماهنگی ذینفعان:** اجرای موفقیت آمیز صنعت ۴,۰ مستلزم همکاری و هماهنگی بین ذینفعان مختلف از جمله نهادهای دولتی، بازیگران صنعت، مؤسسات آموزشی و ارائه دهندگان فناوری است. اطمینان از ارتباطات مؤثر، همکاری و همسویی اهداف بین این ذینفعان می‌تواند یک چالش باشد، اما هدایت تلاش‌های هماهنگ و به حداکثر رساندن مزایای طرح‌های صنعت ۴,۰ حیاتی است.

۵-۲-۷ بازیگران و نقش‌های کلیدی در انقلاب چهارم صنعتی عربستان سعودی

چندین بازیگر کلیدی در عربستان سعودی فعالانه در پیشبرد پذیرش و توسعه فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی مشارکت دارند. این نهادها، هر کدام با نقش‌ها و مشارکت‌های منحصربه‌فرد خود، برای ایجاد اکوسیستمی که نوآوری را تقویت می‌کند و از تحول دیجیتال صنایع حمایت می‌کند، همکاری می‌کنند. با مطالعات و بررسی‌های انجام گرفته ۱۴ بازیگر کلیدی در ترویج صنعت ۴,۰ در عربستان سعودی شناسایی شده که در چهار گروه ارائه شده است:

۱. **دولت و نهادهای نظارتی:** شامل وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات (MCIT) سازمان سرمایه گذاری عمومی عربستان سعودی (SAGIA)، سازمان استاندارد، متروپولی و کیفیت عربستان (SASO)، کمیسیون ارتباطات و فناوری اطلاعات (CITC)، می‌باشد.

۲. **مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاهی:** شامل دانشگاه علم و صنعت ملک عبدالله (KAUST)، پارک ملک عبدالعزیز برای علم و فناوری (KACST)، و دیگر دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی عربستان سعودی می‌باشد.

۳. **انجمن‌ها و شرکت‌های صنعتی:** شامل شرکت نفتی آرامکو، فدراسیون عربستان سعودی برای امنیت سایبری، برنامه نویسی و هواپیماهای بدون سرنشین (SAFCSP)، شرکت معدنی عربستان سعودی (معادن)، صندوق توسعه صنعتی عربستان (SIDF) می‌باشد.

۴. **زیست‌بوم پشتیبان:** شامل انکوباتورها و شتاب دهنده‌ها (به عنوان مثال، برنامه بدیر برای مراکز رشد فناوری، ۵۰۰ استارت‌آپ MENA)، استانداردها و نهادهای صدور گواهینامه (به عنوان مثال، SASO، CITC)، انجمن‌های حرفه ای و ارائه دهندگان آموزش (به عنوان مثال، جامعه مدیریت بهداشت عربستان، سازمان حسابداران رسمی عربستان سعودی) و استارت‌آپ‌ها و زیست بوم کارآفرینی می‌باشد.

این دسته بندی نمای کلی گسترده ای از بازیگران کلیدی در چشم انداز صنعت ۴,۰ عربستان سعودی ارائه می‌دهد و به شناسایی نقش‌ها و مشارکت‌های مختلف هر گروه در ایجاد تحول دیجیتال و نوآوری کمک می‌کند. توجه به این نکته مهم است که اولویت بازیگران ممکن است بسته به ابتکارات، پروژه‌ها و اهداف خاص متفاوت باشد. هر نهاد به روش خود مشارکت و با دیگران همکاری می‌کند تا به پذیرش و پیشرفت صنعت ۴,۰ در عربستان سعودی منجر شود. اولویت بندی ذهنی است و باید به عنوان یک دستورالعمل کلی به جای رتبه بندی قطعی در نظر گرفته

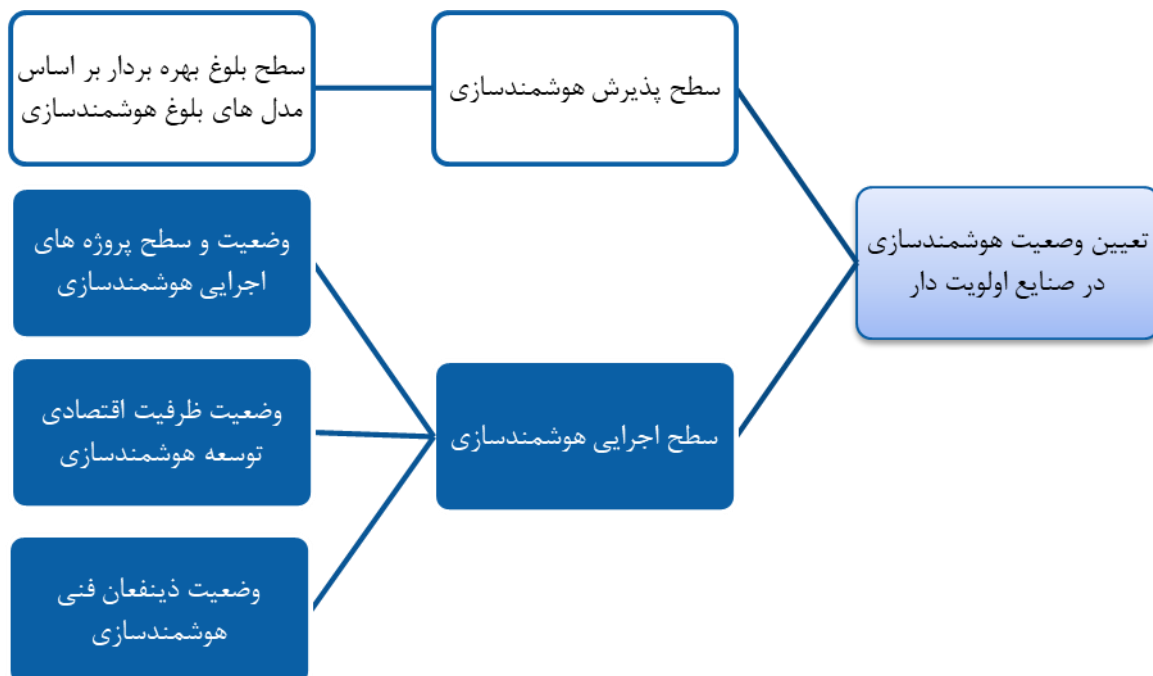
شود.

۶ نتیجه‌گیری

امروزه عواملی مانند تشدید رقابت‌های بین‌المللی، افزایش نوسانات بازار، تقاضا برای محصولات کاملاً سفارشی (شخصی‌سازی شده) در کوتاه‌ترین زمان ممکن، چالش‌هایی جدی برای شرکت‌ها و سازمان‌ها ایجاد کرده است و رویکردهای موجود برای تولید محصولات و خدمات، دیگر به اندازه گذشته ارزش‌آفرینی نمی‌کنند. موضوع هوشمندسازی و انقلاب چهارم صنعتی در دنیا یکی از روندهای روز فناوری است و در نتیجه شرکت‌ها و سازمان‌ها شروع به استفاده هوشمندانه از فناوری کردند تا بتوانند بر چنین چالش‌هایی غلبه نمایند، در نتیجه آن، امروزه کل بازار و صنعت تولید رقابتی‌تر، مولدتر و کارآمدتر شده است. با این وجود، انقلاب صنعتی چهارم ممکن است هنوز برای بسیاری از شرکت‌ها جدید باشد. همانطور که بیان شد، موضوع اصلی و مطرح در صنعت ۴،۰ در مورد استفاده از فناوری‌های نوین و پیشرفته برای افزایش بهره‌وری و کارایی در صنایع است. فناوری‌های نوینی همچون هوش مصنوعی (AI)، اینترنت اشیا (IoT)، زنجیره بلوکی (BC)، رایانش ابری (CC)، کلان داده‌ها (BD) و همزاد دیجیتال، از جمله فناوری‌های دیجیتال محسوب می‌گردند که می‌توانند شیوه کار یک صنعت را تغییر دهند. ارتقا سطح استفاده از فناوری‌های پیشرفته هوشمندسازی، یکی از رویکردهای اصلی و آینده‌نگر برای دستیابی به هدف توانمندسازی صنایع برای رفع موانع و مشکلات پیش روی افزایش بهره‌وری و حرکت صنایع به سمت انقلاب چهارم صنعتی می‌باشد. رویکردها و برنامه‌ها در زمینه حرکت به سمت هوشمندسازی صنایع در کشور را می‌توان در دو دسته کلی فناوری و کسب و کار تقسیم بندی نمود. بخشی از اقدامات و برنامه‌ها با تمرکز بر کسب فناوری و کاربردپذیر نمودن آن در صنعت می‌توانند تعیین گردند و بخش دیگری از فعالیت بر اساس توسعه کسب و کار و شکل دهی مشارکت و توانمندسازی نیروی انسانی متمرکز گردد. دارا بودن ساختار مناسب، تسلط همزمان بر صنعت و فناوری برای شناسایی و رفع چالش‌های واقعی صنایع، ارتقاء توانمندی نیروی انسانی و شکل دهی مشارکت با بازیگران زیست بوم و دارا بودن محصولات برتری بخش را میتوان نقطه اشتراک شرکت‌های برتر در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند دانست.

از آنجا که هوشمندسازی صنعت مفهوم گسترده و وسیعی است که وسعت آن به وسعت تمام صنایع بر می‌گردد لازم است به طور خاص موضوع را به چند صنعت محدود نموده تا بتوان در خصوص آن صنایع هوشمندسازی را با تحلیل بهتری مورد نظر قرارداد و نتیجه گرفت. برای بررسی و انتخاب یک صنعت می‌توان از معیارهای بلوغ هوشمندسازی و کاربرد هوش مصنوعی در صنایع استفاده کرد به طوریکه بر اساس نظرات خبرگان، هر صنعتی که دارای آمادگی و بلوغ بیشتری برای هوشمندسازی و کاربردی نمودن آن داشته باشد در اولویت بررسی و مطالعه قرار گیرد. معیارهای

تعیین بلوغ (و یا تعیین وضعیت) میزان آمادگی هر صنعت در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۷. معیارهای تعیین وضعیت هوشمندسازی در صنایع اولویت دار در کشور

در این گزارش با مروری بر مفاهیم و تعاریف کلیدی در حوزه هوشمندسازی و انقلاب چهارم صنعتی، پیش نویس برنامه هفتم توسعه کشور از منظر هوشمندسازی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین برنامه ها و اقدامات دو کشور آلمان به عنوان کشور پیشرو در سطح بین المللی و کشور عربستان به عنوان کشور منطقه ای دارای برنامه بلندمدت اجرایی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

مراجع

۱. <https://www.emergenresearch.com/industry-report/industry-۴-market>
۲. <https://about.bnef.com/blog/south-korea-singapore-germany-lead-bnef-ranking-of-top-digitalization-markets>
۳. <https://about.bnef.com/blog/bloombergnefs-country-ranking-reveals-models-industrial-digitalization/>
۴. <https://www.statista.com/statistics/۶۶۷۶۳۴/leading-countires-industry-۴۰-worldwide/>
۵. <https://ati.ec.europa.eu/reports/policy-briefs/germany-industry-۴۰>
۶. <https://shenasname.ir/wp-content/uploads/۲۰۲۲/۱۱/%D۸%B۶%D۹%۸۸%D۸%A۷%D۸%A۸%D۸%B۷-%D۹%BE%DB%۸C%D۸%B۴-%D۹%۸۶%D۹%۸۸%DB%۸C%D۸%B۳-%D۸%A۷%D۸%AD%DA%A۹%D۸%A۷%D۹%۸۵-%D۸%A۸%D۸%B۱%D۹%۸۶%D۸%A۷%D۹%۸۵%D۹%۸۷-%D۹%۸۷%D۹%۸۱%D۸%AA%D۹%۸۵.pdf>
۷. Germany's Industry ۴.۰ Strategy, Wolfgang Schroeder, ۲۰۱۶
https://uk.fes.de/fileadmin/user_upload/publications/files/FES-London_Schroeder_Germanys-Industrie-۴۰-Strategy.pdf
۸. Plattform Industrie ۴.۰, https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/۲۰۱۶_۲۷/۱۰_pi۴۰_diemer_۱۶۴۹۴.pdf
۹. <https://www.plattform-i۴۰.de/IP/Navigation/EN/Services-Results/Results/results.html>
۱۰. <https://lni۴۰.de>
۱۱. Labs Network Industrie ۴.۰, https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a۲-hahn-labs_network_industrie_۴۰۰.pdf
۱۲. Lessons learned from Industry ۴.۰ implementation in the German manufacturing industry, <https://www.emerald.com/insight/content/doi/۱۰.۱۱۰۸/JMTM-۰۸-۲۰۱۸-۰۲۷۰/full/html>
۱۳. The Challenges of Industry ۴.۰ for Small and Medium-sized Enterprises, <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/۱۲۶۸۳.pdf>
۱۴. <https://www.de-hub.de/en/>
۱۵. <https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Meta/Englisch/englisch.html>
۱۶. <https://www.vision۲۰۳۰.gov.sa/en/vision-۲۰۳۰/vrp/national-industrial-development-and-logistics-program/>

۱۷. National Industrial Development and Logistics Program Delivery Plan ۲۰۲۱-۲۰۲۵, <https://www.vision2030.gov.sa/media/٥hlpbuuq/٢٠٢١-٢٠٢٥-national-industrial-development-and-logistics-program-delivery-plan-en.pdf>
۱۸. <https://ussaudi.org/overview-of-the-national-industrial-development-and-logistics-program/>
۱۹. <https://solidedge.siemens.com/en/solutions/initiatives/digital-transformation/>
۲۰. Lichtenthaler, Ulrich. (۲۰۱۹). An Intelligence-Based View of Firm Performance: Profiting from Artificial Intelligence. *Journal of Innovation Management*
۲۱. Pringle, T., and E. Zoller. ۲۰۱۸. "How to Achieve AI Maturity and Why It Matters." Ovum, June (۲۰۱۸). Accessed February ۲۲, ۲۰۱۹. <https://www.amdocs.com>.



نشانی: تهران، انتهای کارگر شمالی، پژوهشگاه
ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت پژوهش و
توسعه ارتباطات علمی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۵

نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۶