نشریه مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز، شماره پیاپی ۱۱۴، جلد ۵۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحه ۱۰۹-۱۱۸ – پژوهشی کامل - DOI: 10.210.22034/jmeut.2026.63821.3471

سیستم تولید اجتماعی: ابزاری استراتژیک برای دستیابی به اهداف پایداری صنعت ۵/۰ در ایران

پریسا جورابچی امیرخیزی دانشجوی دکتری طراحی صنعتی، دانشکده طراحی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران، p.jourabchi@tabriziau.ac.ir

سیامک پدرام مهر* استادیار، دانشکده طراحی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران، s.pedrammehr@tabriziau.ac.ir

سجاد پاکزاد دانشیار، دانشکده طراحی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران، s.pakzad@tabriziau.ac.ir

احد شاه حسینی دانشیار، دانشکده طراحی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران، ahad.shahhoseini@tabriziau.ac.ir

چکیده

این مقاله به بررسی نقش سیستم تولید اجتماعی به‌عنوان ابزاری استراتژیک برای دستیابی به اهداف پایداری صنعت ۵/۰ در ایران می‌پردازد. پژوهش به دنبال پاسخ به این است که آیا تولید اجتماعی می‌تواند به تحقق اهداف زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی صنعت ۵/۰ کمک کند. در این راستا، ابتدا تحلیل محتوایی اهداف پایداری صنعت ۵/۰ بر اساس بررسی ۷۶ مقاله علمی انجام شده و سپس با تحلیل تطبیقی، میزان هم‌پوشانی مفاهیم تولید اجتماعی و صنعت ۵/۰ ارزیابی می‌شود. در ادامه، مطالعه تطبیقی در چین، هند و برزیل با استفاده از چارچوب مزیت رقابتی پورتر، راهبردهایی عملی برای پیاده‌سازی تولید اجتماعی در ایران ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تولید اجتماعی، به‌ویژه در ابعاد زیست‌محیطی و اقتصادی، با اهداف صنعت ۵/۰ هم‌راستا بوده و می‌تواند به عنوان مدلی انعطاف‌پذیر، تحقق این اهداف را در ایران ممکن سازد. این تحقیق چارچوبی راهبردی برای سیاست‌گذاران ایرانی فراهم می‌کند تا از تولید اجتماعی به‌عنوان راهکاری برای رشد پایدار بهره گیرند. نوآوری پژوهش در پیشنهاد تولید اجتماعی به‌عنوان ابزاری عملیاتی برای کشورهای دارای محدودیت زیرساختی است.

واژه‌های کلیدی: سیستم تولید اجتماعی، صنعت ۵/۰، پایداری، سیستم تولید، سیستم تولید در ایران، اهداف پایداری صنعت ۵/۰.

Social Manufacturing System: A Strategic Tool for Achieving Industry 0/5 Sustainability Goals in Iran

P. Jourabchi Amirkhizi Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

S. Pedrammehr Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

S. Pakzad Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

A. Shahhoseini Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

Abstract

This article examines the role of social manufacturing systems as a strategic tool for achieving Industry 5.0 sustainability goals in Iran. The research aims to determine whether social manufacturing can contribute to the environmental, social, and economic objectives of Industry 0/5. In this context, a content analysis of Industry 0/5 sustainability goals is conducted based on a systematic review of 76 academic articles, followed by a comparative analysis to evaluate the alignment between social manufacturing and Industry 0/5. Subsequently, a comparative study in China, India, and Brazil, utilizing Porter's Competitive Advantage framework, is employed to propose practical strategies for implementing social manufacturing in Iran. The findings indicate that social manufacturing, particularly in environmental and economic dimensions, aligns with Industry 0/5 goals and can serve as a flexible model for realizing these objectives in Iran. This study provides a strategic framework for Iranian policymakers to leverage social manufacturing as an approach for sustainable industrial growth. The research's innovation lies in proposing social manufacturing as an operational tool for adapting Industry 0/5 goals in countries with infrastructural constraints.

Keywords: Social Manufacturing System, Industry 0/5, Sustainability, Manufacturing System, Manufacturing system in Iran

۱- مقدمه

صنعت ۵/۰ به‌عنوان رویکردی تحول‌آفرین، چشم‌انداز جدیدی را در تولیدات صنعتی ایجاد کرده و بر محوریت انسان، سفارشی‌سازی و پایداری تأکید دارد [۱]. در حالی که صنعت ۴/۰ بر سیستم‌های فیزیکی-سایبری و اتوماسیون متمرکز بود [۲]، صنعت ۵/۰ با تلفیق فناوری‌های نوین مانند روباتیک و هوش مصنوعی، بهره‌وری را افزایش داده و تولیدات را سفارشی‌تر کرده است [۳]. این تغییرات، کشورهای پیشرو را قادر ساخته تا نقش پررنگ‌تری در اقتصاد جهانی ایفا کنند [۴, ۵]. برای ایران، پرسش کلیدی این است که آیا نبود زیرساخت‌های پیشرفته، توجیهی برای عدم ورود به این عرصه است؟ یا می‌توان با مدل‌های جایگزین، اهداف صنعت ۵/۰ را در چارچوب تولید کنونی محقق ساخت؟ مطالعات اخیر نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه می‌توانند با بهره‌گیری از مدل‌های جایگزین مانند سیستم تولید اجتماعی، حتی در شرایط کمبود زیرساخت‌های پیچیده، به اهداف کلان صنعت ۵/۰ دست یابند و تاب‌آوری اقتصادی خود را افزایش دهند. [۲, ۶]. این پژوهش به بررسی نقش سیستم تولید اجتماعی به‌عنوان مدلی جایگزین در دستیابی به اهداف پایداری صنعت ۵/۰ در ایران می‌پردازد.

این پژوهش با تحلیل تطبیقی ساختار تولیدی چین، هند و برزیل بر اساس مدل پورتر، نقاط قوت و ضعف آن‌ها را بررسی کرده و راهکارهایی عملی برای پیاده‌سازی تولید اجتماعی در ایران ارائه

* نویسنده مکاتبه کننده، آدرس پست الکترونیکی: s.pedrammehr@tabriziau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۰۳/۰۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۰۴/۰۸/۲۶

می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد این مدل حتی بدون زیرساخت‌های پیشرفته می‌تواند بهره‌وری را افزایش، اتلاف منابع را کاهش و اهداف پایداری را محقق کند. در پایان، چارچوبی بومی برای تطبیق سریع‌تر با صنعت ۵/۰ پیشنهاد می‌شود که به‌عنوان ابزاری واسط، مسیر پایداری و رقابت‌پذیری جهانی ایران را هموار می‌کند.

۲- مبانی نظری و مرور ادبیات

سیستم‌های تولید همواره تحت تأثیر تحولات فناورانه بوده‌اند. انقلاب صنعتی اول با مکانیزاسیون بخار، انقلاب دوم با تولید انبوه و برق، و انقلاب سوم با ورود رایانه‌ها و اتوماسیون، تولید را متحول کردند [۷-۹]. امروزه، گذار از صنعت ۴/۰ به ۵/۰ با ترکیب فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی همراه است [۱۰]. فناوری‌های تولید افزایشی و یکپارچگی دانش میان تولیدکنندگان، نوآوری و بهره‌وری را بهبود بخشیده‌اند [۱۱-۱۳]. صنعت ۴/۰ بر اتوماسیون و بهبود کارایی متمرکز بود، درحالی‌که صنعت ۵/۰ با ادغام توانمندی‌های انسانی و فناوری، بر خلاقیت، تولید شخصی‌سازی‌شده و پایداری تأکید دارد [۱۴-۱۸]. این رویکرد، به‌ویژه پس از همه‌گیری کووید-۱۹، بر تاب‌آوری و رقابت‌پذیری جهانی متمرکز است. صنعت ۵/۰ به دنبال توازن میان رشد صنعتی و مسئولیت اجتماعی است [۱۹].

۲-۱- سیستم تولید اجتماعی

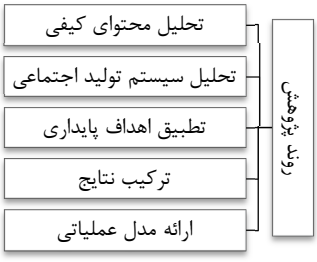
سیستم‌های تولید اجتماعی در صنعت ۵/۰ با تکیه بر فناوری‌های دیجیتال مانند اینترنت اشیاء، زنجیره‌بلوک و هوش مصنوعی، همکاری بین تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و دیگر ذی‌نفعان را ممکن می‌سازند. این سیستم‌ها با تأکید بر انعطاف‌پذیری، کاهش ضایعات، بهره‌وری انرژی و مشارکت فعال ذی‌نفعان، رویکردی متفاوت از تولید سنتی ارائه می‌کنند. در صنعت ۵/۰، آن‌ها ابزاری کلیدی برای ایجاد توازن میان فناوری و رفاه انسانی و تحقق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی هستند.

گذار به صنعت ۵/۰ چرخشی انسان‌محور در تولید است که با یکپارچه‌سازی فناوری و نقش فعال کارکنان تعریف می‌شود [۲۰]؛ در این میان، سیستم تولید اجتماعی به‌سبب همکاری مشارکتی، بهینه‌سازی منابع و تاب‌آوری، «ابزار استراتژیک» تحقق اهداف ۵/۰ است [۲۰, ۲۱]. صنعت ۴/۰ با اتوماسیون کارایی را بالا برد اما انسان را کم‌رنگ کرد [۲۱, ۲۲]؛ تجربه کووید-۱۹ نیز ضرورت هم‌نوا کردن فناوری و خلاقیت انسانی و اولویت‌دادن به رفاه و محیط‌های کاری فراگیر را برجسته ساخت. تولید اجتماعی با پلتفرم‌های دیجیتال شفافیت، نوآوری و همکاری را تقویت می‌کند [۶, ۲۳, ۲۴]، آثار زیست‌محیطی را می‌کاهد و بهره‌وری منابع و عدالت اجتماعی را بهبود می‌دهد [۲۵-۲۷] و پایداری اقتصادی–زیست‌محیطی–اجتماعی را تقویت می‌نماید [۲۸-۳۲]. چون صنعت ۴/۰ در توازن انسان–فناوری ناکام ماند [۳۳, ۳۴]، گذار به ۵/۰ نیازمند طراحی انسان‌محور و فرهنگ همکاری برای بهره‌گیری از هوش جمعی و تاب‌آوری است [۳۵, ۳۶]. بااین‌حال، ادبیات هنوز چارچوبی یکپارچه و عملیاتی برای پیوند اهداف پایداری صنعت ۵/۰ با تولید اجتماعی، متناسب با شرایط کشورهای درحال‌توسعه مانند ایران، ارائه نکرده است؛ این پژوهش با مدلی مفهومیِ بومی به این خلأ پاسخ می‌دهد.

۳- روش پژوهش

این پژوهش با رویکرد ترکیبی تحلیل محتوا و مطالعه تطبیقی، ارتباط صنعت ۵/۰ و سیستم تولید اجتماعی را در راستای اهداف پایداری بررسی می‌کند. ابتدا، تحلیل محتوای کیفی مبتنی بر روش براون و کلارک [۳۷] برای استخراج مفاهیم کلیدی مانند پایداری زیست‌محیطی، اجتماعی و بهره‌وری اقتصادی در صنعت ۵/۰ انجام می‌شود. سپس، ویژگی‌های تولید اجتماعی مانند تعامل ذی‌نفعان و انعطاف‌پذیری تولید تحلیل می‌گردد. در ادامه، تطبیق مفهومی به ارزیابی هم‌راستایی اهداف پایداری در این دو حوزه می‌پردازد. برای تقویت مبانی نظری، مطالعه تطبیقی پیرامون سه کشور چین، هند و برزیل بر اساس مستندات بانک جهانی (طبقه‌بندی اقتصادهای نوظهور/بادرآمدِ میانی و سهم بخش ساخت ازGDP، اسناد UNIDO [1] و برنامه‌های ملی توسعه خوشه‌ها/بنگاه‌های خرد، کوچک و متوسط، و گزارش‌های معتبر درباره به‌کارگیری سفارشی‌سازی شبکه‌ای انجام شد؛ هدف، قیاس معنادار است نه ادعای هم‌ساختی کامل با ایران [۴۰-۳۸]. در این مطالعه، چارچوب مزیت رقابتی پورتر برای مقایسه استراتژی‌های تولید اجتماعی در چین، هند و برزیل به‌کار رفته است. یافته‌ها نشان می‌دهد چین بر فناوری، هند بر مهارت انسانی و برزیل بر اقتصاد چرخه‌ای تمرکز دارند. این مقایسه مبنایی برای پیشنهاد راهبردهای متناسب با ایران فراهم می‌کند و نشان می‌دهد تولید اجتماعی حتی بدون زیرساخت‌های پیشرفته می‌تواند به ارتقای تولید و تحقق اهداف صنعت ۵/۰ در کشور کمک کند.

مدل مفهومی این پژوهش از طریق فرایندی چندمرحله‌ای توسعه یافته است. ابتدا با تحلیل محتوایی ۷۶ مقاله درباره اهداف پایداری صنعت ۵/۰ و ۱۲۸ مقاله در حوزه تولید اجتماعی، مفاهیم کلیدی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی استخراج شد. سپس یک مطالعه تطبیقی بر اساس مدل پورتر برای بررسی چین، هند و برزیل انجام گرفت. در نهایت، نتایج این دو مرحله با رویکردی استقرایی–استنتاجی تلفیق و مدل مفهومی نهایی شامل لایه‌های زیرساختی، عملیاتی و اهداف پایداری طراحی شد. روند پژوهش در شکل ۱ نمایش یافته است.



شکل ۱- روند انجام پژوهش

1 United Nations Industrial Development Organization

جدول ۱-تم های مربوط به پایداری در صنعت ۵/۰

بعد پایداری	تم اصلی	زیرتم	مفهوم کلیدی
پایداری زیست‌محیطی	کاهش اثرات زیست‌محیطی	فناوری‌های سبز	استفاده از مواد قابل‌بازیافت، فرآیندهای سازگار با محیط زیست
		مدیریت انرژی هوشمند	بهینه‌سازی مصرف انرژی با استفاده از هوش مصنوعی، کاهش ضایعات
	چرخه تولید پایدار	طراحی چرخه عمر محصول	طراحی محصولات با عمر طولانی و مدیریت پایان عمر
پایداری اجتماعی	عدالت اجتماعی و فراگیری	مشارکت ذی‌نفعان	مشارکت همه ذی‌نفعان در تصمیم‌گیری
		طراحی انسان‌محور	ایجاد محیط‌های امن و کاربرپسند
	توسعه مهارت و آموزش	آموزش مداوم کارکنان	توانمندسازی کارکنان برای انطباق با فناوری‌های جدید
		پیشرفت حرفه‌ای	ایجاد فرصت‌های پیشرفت شغلی
		تعامل انسان و فناوری	توانمندسازی کارکنان در تعامل با فناوری
پایداری اقتصادی	بهره‌وری اقتصادی و نوآوری	بهینه‌سازی زنجیره تأمین	کاهش هزینه‌ها و بهبود بهره‌وری در زنجیره تأمین
		نوآوری در مدل‌های کسب‌وکار	ایجاد استراتژی‌های نوآورانه کسب‌وکار
	تاب‌آوری اقتصادی	مدیریت ریسک	شناسایی و مدیریت ریسک‌های مالی و عملیاتی
		انعطاف‌پذیری در بحران‌ها	ایجاد سیستم‌های انعطاف‌پذیر برای واکنش به بحران‌ها

۴- تحلیل محتوایی اهداف پایداری صنعت ۵/۰

تحلیل محتوایی اهداف پایداری در صنعت ۵/۰ با بررسی ۷۶ مقاله منتخب از میان ۸۳ مقاله علمی نشان داد که سه بُعد اصلی زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در این حوزه نقش اساسی دارند. تحلیل کیفی بر مبنای چارچوب شش‌مرحله‌ای براون و کلارک انجام شد (آشنایی با داده، کدگذاری اولیه، جست‌وجوی مضامین، بازبینی، نام‌گذاری/تعریف، گزارش). رویکرد کدگذاری ترکیبی بود: کدهای راهنمای قیاسی از ادبیات صنعت ۵/۰ و زیرکدهای استقرایی از واحدهای معنایی (جمله/عبارت) واحد تحلیل معنای مستقل بود و امکان چندکدی‌بودن وجود داشت. در بُعد زیست‌محیطی (۳۸٪ مقالات)، تمرکز بر کاهش اثرات زیست‌محیطی تولید است. زیرتم‌های کلیدی شامل فناوری‌های سبز (۲۳٪)، مدیریت انرژی هوشمند (۱۵٪) و کاهش ردپای کربنی (۱۸٪) هستند. فناوری‌های سبز با استفاده از رباتیک زیست‌سازگار و مواد بازیافتی به کاهش ضایعات کمک می‌کنند. مدیریت انرژی هوشمند با هوش مصنوعی، مصرف انرژی را بهینه‌سازی کرده و هدررفت را کاهش می‌دهد. کاهش ردپای کربنی نیز از طریق مدل‌سازی چرخه عمر و تکنیک‌های نوین به ارزیابی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌پردازد (جدول ۱).

تحلیل اهداف پایداری در صنعت ۵/۰ نشان می‌دهد که بُعد زیست‌محیطی، علاوه بر کاهش اثرات مخرب، توسعه چرخه تولید پایدار را نیز در بر می‌گیرد (۲۸٪ مقالات). منظور از چرخه تولید پایدار، مدیریت کل چرخه محصول از طراحی و تأمین تا تولید، توزیع/استفاده و پایان‌عمر با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی و در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی–اجتماعی بر پایه ارزیابی چرخه‌عمر و ارزیابی پایداری چرخه‌عمر و هم‌راستا با اصول اقتصاد چرخشی و تولید پاک است [۴۱]. این تم بر طراحی چرخه عمر محصول با ملاحظات زیست‌محیطی از ابتدا تا انتهای حیات محصول تأکید دارد. زیرتم‌های اصلی شامل طراحی چرخه عمر (۱۷٪) و مدیریت پسماند (۱۱٪) هستند. طراحی چرخه عمر به توسعه محصولاتی با طول عمر بیشتر و قابلیت بازیافت یا استفاده مجدد پرداخته و فشار بر منابع طبیعی را کاهش می‌دهد. مدیریت پسماند نیز بر ایجاد سیستم‌های بازیافت و استفاده مجدد مواد اولیه برای کاهش هدررفت تمرکز دارد. در بُعد اجتماعی، دو تم اصلی عدالت اجتماعی و فراگیری و توسعه مهارت و آموزش شناسایی شده‌اند. عدالت اجتماعی و فراگیری (۳۴٪ مقالات) به تضمین دسترسی برابر به فرصت‌ها و ایجاد محیط‌های کاری امن و فراگیر اشاره دارد. زیرتم مشارکت ذی‌نفعان (۲۲٪) بر نقش فعال کارکنان و مصرف‌کنندگان در تصمیم‌گیری‌ها تأکید کرده و منجر به افزایش رضایت شغلی و بهبود کیفیت محصولات می‌شود. .صنعت ۵/۰ فراتر از صنعت ۴/۰، بر هم‌افزایی بین انسان و فناوری تأکید دارد و این جنبه باید در اهداف پایداری اجتماعی بازتاب یابد. این هم‌افزایی به‌خصوص در توسعه مهارت‌های انسانی و بهبود تعاملات میان انسان و سیستم‌های فناورانه اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین، توجه به توانمندسازی نیروی انسانی در کنار فناوری‌های پیشرفته، ضروری است. طراحی انسان‌محور (۱۲ درصد) نیز نیازهای انسانی را در اولویت قرار داده و بر سازگاری طراحی‌ها با قابلیت‌ها و محدودیت‌های انسانی تمرکز دارد (شکل ۲).

شکل ۲- مفاهیم کلیدی صنعت ۵/۰ و ارتباط آنها که شاخص‌ها، تم‌ها و زیرتم‌ها بر اساس تحلیل محتوای کیفی از مقالات منتخب استخراج شده‌اند.

تحلیل محتوایی بعد پایداری اقتصادی در صنعت ۵/۰ نشان می‌دهد که این بعد شامل دو تم اصلی بهره‌وری اقتصادی و نوآوری (۴۱٪ مقالات) و تاب‌آوری اقتصادی (۲۹٪ مقالات) است. بهره‌وری

اقتصادی به معنای دستیابی به حداکثر سود با حداقل هزینه و منابع، بر بهینه‌سازی زنجیره تأمین (۲۵٪ مقالات) به‌عنوان راهبردی کلیدی برای کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری تأکید دارد. استفاده از فناوری‌های پیشرفته در زنجیره تأمین به کاهش زمان تحویل و بهبود مدیریت انبار به بهینه‌سازی فرآیندهای ذخیره‌سازی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند. نوآوری در مدل‌های کسب‌وکار (۱۶٪ مقالات) با تکیه بر اقتصاد دیجیتال و شبکه‌های هوشمند، انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری کسب‌وکارها را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، تاب‌آوری اقتصادی با تمرکز بر واکنش سریع به بحران‌ها اهمیت دارد. مدیریت ریسک (۱۷٪ مقالات) بر شناسایی و کنترل ریسک‌های مالی و عملیاتی و انعطاف‌پذیری در بحران‌ها (۱۲٪ مقالات) بر طراحی فرآیندهایی برای انطباق سریع با تغییرات محیطی و اقتصادی تأکید دارند. این دو تم باهم، زیرساختی پایدار و انعطاف‌پذیر برای مقابله با چالش‌های پیش‌رو ایجاد می‌کنند. برای ارزیابی همسویی بین اهداف تولید اجتماعی و صنعت ۵/۰، معیارهایی نظیر بهره‌وری انرژی، کاهش ضایعات، و بهبود تعاملات اجتماعی انتخاب شده‌اند. این معیارها برگزیده شدند چرا که نه تنها به سنجش پیشرفت در ابعاد زیست‌محیطی و اقتصادی کمک می‌کنند، بلکه توانایی تولید اجتماعی برای ترویج مشارکت و افزایش کیفیت زندگی را نیز مد نظر قرار می‌دهند. این انتخاب به دلیل تأکید صنعت ۵/۰ بر پایداری جامع و ادغام انسان در فرآیندهای فناورانه می‌باشد.

۵- تحلیل محتوایی اهداف پایداری سیستم تولید اجتماعی

تحلیل محتوایی اهداف پایداری سیستم تولید اجتماعی با رویکرد تحلیل تماتیک و مرور ۱۲۸ مقاله منتخب از ۱۷۳ مقاله پایگاه‌های اسپرینگر، ویلی و ساینس دایرکت، بر اساس ارتباط موضوعی، سال انتشار (پس از ۲۰۱۰) و کیفیت پژوهش انجام شد. مقالات در چهار محور: پایداری اجتماعی، تولید و مصرف پایدار، تولید پایدار و ارزیابی و اندازه‌گیری پایداری کدگذاری شدند (جدول ۲). در محور پایداری اجتماعی، دو تم عدالت اجتماعی (۴۵٪) و ایمنی (۳۲٪) بر توزیع عادلانه منابع، ایجاد محیط‌های امن و مفاهیمی مانند بازشناسی هویت‌ها و مشارکت عمومی تأکید داشتند. مطالعات نشان دادند طراحی شهری پایدار و فضاهای عمومی امن به انسجام اجتماعی و کاهش آسیب‌ها کمک می‌کنند. در این میان، تعامل نیروی انسانی با فناوری‌های تولید اجتماعی به‌عنوان یکی از الزامات کلیدی در تحقق اهداف پایداری اجتماعی شناخته می‌شود. این تعامل از طریق آموزش‌های تخصصی، توسعه مهارت‌های فناورانه، و طراحی انسان‌محور فناوری‌ها تقویت می‌شود. توجه به این جنبه می‌تواند به بهبود بهره‌وری فرآیندهای تولید، کاهش خطاهای عملیاتی، و ایجاد محیط‌های کاری انعطاف‌پذیر منجر شود. سیستم تولید اجتماعی، با تسهیل همکاری انسان و فناوری، نه‌تنها به تحقق اهداف پایداری اجتماعی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت شغلی کارکنان نیز بیانجامد.

جدول ۲- تم ها و زیر تم های مربوط به مباحث پایداری در سیستم تولید اجتماعی

تم های اصلی	زیرتم‌ها	مفاهیم کلیدی	اهداف پایداری
پایداری اجتماعی	عدالت اجتماعی	توزیع عادلانه منابع، مشارکت عمومی، بازشناسی هویت‌های گوناگون	ایجاد جوامع فراگیر و کاهش نابرابری‌های اجتماعی
	تعامل نیروی انسانی با فناوری‌های	هم‌افزایی انسان و فناوری، توسعه مهارت‌های فناورانه، انعطاف‌پذیری انسانی-فناوری	افزایش بهره‌وری و انعطاف‌پذیری فرآیندهای تولید، کاهش خطاهای عملیاتی و بهبود کیفیت تولید، افزایش انگیزه و رضایت شغلی کارکنان
	ایمنی	امنیت عمومی، انطباق اجتماعی، پیشگیری از مخاطرات	ایجاد محیط‌های امن و پایدار
	تولید پایدار	مسئولیت اجتماعی، مصرف مسئولانه، تولید در سطح محلی	ترویج سبک زندگی پایدار و مصرف بهینه
	شکل‌گیری شهری	طراحی فیزیکی فضا، بهبود تعاملات اجتماعی، ارتقاء بهداشت و سلامت	طراحی شهری پایدار و بهبود انسجام اجتماعی
تولید و مصرف پایدار	اقتصاد چرخه‌ای	استفاده مجدد، بازیافت، استفاده از مواد قابل تجدید	کاهش ضایعات و افزایش طول عمر محصولات
	کاهش انتشار کربن	بهینه‌سازی زنجیره تأمین، کاهش ردپای کربن، مدیریت انتشار	دستیابی به انتشار خالص صفر
	بهره‌وری منابع	استفاده کارآمد از مواد خام، مدیریت انرژی، کاهش ضایعات	استفاده بهینه از منابع و کاهش هزینه‌ها
	رشد و کاهش پایدار	تعادل رشد اقتصادی، مدیریت محدودیت منابع، کاهش اقتصادی کنترل‌شده	دستیابی به رشد پایدار و جلوگیری از استهلاک منابع طبیعی
تولید پایدار	ارزیابی چرخه عمر	ارزیابی زیست‌محیطی، تحلیل اثرات تولید، بهینه‌سازی چرخه محصول	کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهبود کیفیت محصول
	تولید سبز	فرآیندهای سازگار با محیط زیست، کاهش انتشار و ضایعات	پیاده‌سازی روش‌های تولید پایدار
	طراحی محصول پایدار	توسعه محصولات بادوام، قابل تعمیر، و بازیافت‌پذیر	افزایش دوام و کاهش ضایعات تولید
	ادغام اجتماعی در تولید	حمایت از کارکنان، بهبود سلامت و رفاه اجتماعی	توسعه تولیدات اجتماعی مسئولانه
ارزیابی و اندازه گیری پایداری	تحلیل چندمعیاره	ترکیب شاخص‌های مختلف، تحلیل جامع، تصمیم‌گیری بر مبنای شواهد	ایجاد معیارهای ارزیابی جامع و دقیق
	مشارکت ذی‌نفعان	شناسایی ذی‌نفعان، مشارکت در تصمیم‌گیری، ایجاد توافق	تسهیل همکاری ذی‌نفعان و تعیین اولویت‌های مشترک
	شاخص‌های بومی	شاخص‌های فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی خاص	ارزیابی بر مبنای شرایط و نیازهای محلی
	شبکه تحلیلی توسعه پایدار	ارزیابی پروژه‌ها بر اساس اهدافSDGs ، تحلیل اثرات سیاست ها	دستیابی به اهداف توسعه پایدار در مقیاس محلی و جهانی

شکل ۳- مولفه های کلیدی تولید اجتماعی و ارتباط آنها که شاخص‌ها، تم‌ها و زیرتم‌ها بر اساس تحلیل محتوای کیفی از مقالات منتخب استخراج شده‌اند.

در محور تولید و مصرف پایدار (۶۸٪ مقالات)، سه تم اصلی اقتصاد چرخه‌ای، بهره‌وری منابع (۵۲٪) و کاهش انتشار کربن (۴۷٪) شناسایی شده‌اند. اقتصاد چرخه‌ای بر افزایش عمر محصولات و کاهش ضایعات، بهره‌وری منابع بر استفاده بهینه از منابع طبیعی و مدیریت انرژی و کاهش انتشار کربن بر مقابله با تغییرات اقلیمی تأکید دارند. در محور تولید پایدار، سه مفهوم کلیدی ارزیابی چرخه عمر (۷۴٪)، تولید سبز (۶۱٪) و طراحی محصول پایدار (۶۵٪) بر بهینه‌سازی فرآیندها و توسعه محصولات بادوام تمرکز دارند. در محور ارزیابی و اندازه‌گیری پایداری، ابزارهایی مانند مشارکت ذی‌نفعان (۵۲٪)، تحلیل چندمعیاره (۴۸٪) و شاخص‌های بومی (۳۳٪) معرفی شده‌اند و شبکه تحلیلی توسعه پایدار (۴۲٪) به‌عنوان چارچوبی جامع برای ارزیابی پروژه‌ها و سیاست‌ها به‌کار می‌رود. (شکل ۳).

۶- تطبیق مفاهیم و اهداف پایداری در صنعت ۵/۰ و تولید اجتماعی

تحلیل تطبیقی پایداری صنعت ۵/۰ و تولید اجتماعی نشان می‌دهد که هر دو در ابعاد زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی هم‌پوشانی دارند. در بُعد زیست‌محیطی، هر دو بر کاهش اثرات زیست‌محیطی، مدیریت انرژی و اقتصاد چرخه‌ای تأکید دارند. در بُعد اجتماعی، صنعت ۵/۰ بر توسعه مهارت‌ها و تولید اجتماعی بر عدالت اجتماعی و مشارکت عمومی تمرکز دارد. در بُعد اقتصادی، هر دو با بهینه‌سازی زنجیره تأمین به بهره‌وری و تاب‌آوری اقتصادی کمک می‌کنند. در ارزیابی پایداری، صنعت ۵/۰ از مدل‌های تحلیلی پیشرفته و تولید اجتماعی از شاخص‌های محلی و مشارکت ذی‌نفعان بهره می‌برد. در نتیجه، تولید اجتماعی با اصلاح رویکردهای اجتماعی و مدیریتی می‌تواند به‌عنوان چارچوبی مکمل برای صنعت ۵/۰ عمل کند هم‌راستاسازی بیشتری است تا بتواند به‌طور کامل با اهداف گسترده‌تر و پیچیده‌تر صنعت ۵/۰ منطبق شود. در نتیجه، تولید اجتماعی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر و مکمل برای تحقق اهداف صنعت ۵/۰ به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و فاقد زیرساخت‌های پیشرفته مانند ایران مورد استفاده قرار گیرد. این سیستم با انعطاف‌پذیری بالا و توجه به اصول مشارکتی و اجتماعی، می‌تواند به‌عنوان اولین گام در مسیر دستیابی به صنعت ۵/۰ عمل کرده و بستر مناسبی برای توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های پیچیده‌تر فراهم آورد.

۷- تحلیل تطبیقی سیستم‌های تولیدی کشورهای منتخب

تحلیل ساختار تولیدی کشورها از منظر رقابت‌پذیری و پتانسیل توسعه با استفاده از مدل الماس پورتر [۴۲]، که شامل چهار شاخص اصلی شرایط عوامل تولید، شرایط تقاضای داخلی، صنایع مرتبط و پشتیبان، و استراتژی و رقابت‌پذیری است، انجام می‌شود. این مدل با توجه به جامعیت در ارزیابی جنبه‌های تولیدی و ارائه یک چارچوب دقیق برای درک مزیت رقابتی، به عنوان ابزار استاندارد در این تحلیل انتخاب شده است. در این مقاله، سه کشور چین، هند و برزیل به دلیل پتانسیل بالا و شباهت‌های ساختاری در مسیر توسعه صنعتی و جایگاه آن‌ها در بازار جهانی، به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند.

جدول ۳-میزان هم‌پوشانی مفاهیم پایداری در تولید اجتماعی و نحوه ارتباط آن‌ها

بعد پایداری	تم ها و زیرتم های صنعت ۵/۰	تم ها و زیرتم های تولید اجتماعی	سطح هوشمندی	توضیحات
پایداری زیست محیطی	تولید سبز (کاهش انتشار، بهره‌وری انرژی و اقتصاد دایره‌ای)	تولید پایدار (بهره‌وری و کاهش ضایعات)	بالا	هر دو در کاهش اثرات زیست محیطی نقش دارند، اما بهره‌وری بیشتری را در صنعت ۵/۰ می‌توان انتظار داشت.
	تولید و مصرف پایدار	مدیریت پایدار منابع	متوسط	استفاده بهینه از منابع و مواد.
پایداری اجتماعی	کار تیمی و ارتباطات	اشتراک دانش و تیم‌سازی	متوسط	افزایش تعاملات اجتماعی و تیمی.
	اقتصاد هوشمند، بهبود شرایط کاری، اشتغال هوشمند	ارتقاء تعاملات (کارگران، نیروی کار ماهر)	بالا	پایداری اجتماعی از طریق بهبود کیفیت کار و زندگی در هر دو حالت.
	توسعه منابع انسانی، مهارت‌آموزی هوشمند	توسعه مهارت‌ها (آموزش و ارتقاء)	متوسط	تمرکز بر بهبود منابع انسانی و مهارت‌های هوشمند.
پایداری اقتصادی	اقتصاد دیجیتال، تولید مقیاس‌پذیر، کاهش هزینه‌ها	توزیع سود و رشد اقتصادی	بالا	ایجاد ارزش اقتصادی پایدار در هر دو.
	رشد و کاهش فقر (کاهش عدم توازن‌ها)	تولید پایدار و رشد اقتصادی	متوسط	تمرکز بر بهبود درآمدها و کاهش فقر.

جدول ۴ تطبیق سیستم‌های تولید کشورهای چین، هند، برزیل، و ایران

شاخص‌های پورتر	چین	هند	برزیل	ایران
شرایط عوامل تولید	دسترسی به نیروی کار ماهر، منابع طبیعی غنی، و زیرساخت‌های دیجیتالی پیشرفته. فناوری‌های پیشرفته و زیرساخت‌های توسعه یافته.	نیروی کار ارزان، زیرساخت‌های سنتی، ضعف در نوآوری و عدم دسترسی به فناوری‌های پیشرفته.	اتکا به منابع طبیعی و نیروی کار ارزان، ضعف در زیرساخت‌های فناوری و صنعتی.	وابستگی به منابع نفت و گاز، ضعف در زیرساخت‌های دیجیتال و صنعتی، شکاف مهارتی.
شرایط تقاضای داخلی	بازار داخلی بزرگ، سطح درآمد بالا، تقاضا برای محصولات با ارزش افزوده بالا و پیچیده.	بازار داخلی متنوع، توزیع نابرابر درآمد، نیاز به تولید محصولات با هزینه پایین.	وابستگی به صادرات مواد خام، نوسانات اقتصادی و کاهش ثبات در تقاضای داخلی.	بازار بزرگ و در حال رشد، تحریم های اقتصادی، بی‌ثباتی در تقاضا.
صنایع مرتبط و پشتیبان	صنایع مرتبط دیجیتالی شده، ادغام زنجیره‌های تأمین جهانی، استفاده از فناوری‌های جدید.	صنایع مرتبط کوچک و متوسط، عدم انعطاف‌پذیری کافی، ضعف در همکاری‌های صنعتی.	صنایع سنتی و کوچک، عدم توانایی در ایجاد زنجیره‌های تأمین پیچیده.	صنایع مرتبط سنتی، ضعف در همکاری‌های زنجیره تأمین، محدودیت در تولیدات فناورانه.
استراتژی، ساختار و رقابت‌پذیری	تمرکز بر تولید محصولات با ارزش افزوده بالا، نوآوری، توسعه فناوری و رقابت‌پذیری جهانی.	تمرکز بر صادرات ارزان، جذب سرمایه‌گذاری خارجی، کمبود نوآوری در محصولات.	تمرکز بر صادرات مواد خام، محدودیت در تولید محصولات با ارزش افزوده بالا.	تمرکز بر کاهش هزینه‌ها، ضعف در نوآوری، عدم استراتژی بلندمدت برای توسعه صنعتی.

این کشورها به دلیل تجربیات متنوع در استفاده از سیستم‌های تولید مدرن و پیاده‌سازی سیستم‌های تولید اجتماعی، می‌توانند برای سایر کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، درس‌های مفیدی در مسیر توسعه پایدار ارائه دهند. در این پژوهش، کشورهای چین، هند و برزیل به‌عنوان نمونه‌های تطبیقی انتخاب شدند. معیار این انتخاب، شباهت ساختاری و اقتصادی آن‌ها با ایران، از جمله وابستگی به منابع طبیعی، وجود نیروی کار جوان و چالش‌های زیرساختی مشابه بوده است . چین با اجرای برنامه‌هایی مانند *"Made in China 2025"* به تحول زیرساخت‌های صنعتی و فناوری دست یافته است [۴۲, ۴۳]. هند با توسعه صنایع کوچک و متوسط و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال توانسته است بهره‌وری و انعطاف‌پذیری را افزایش دهد [۴۴, ۴۵]. برزیل نیز با تمرکز بر اقتصاد چرخه‌ای و استفاده بهینه از منابع، به بهبود بهره‌وری و کاهش وابستگی به صادرات مواد خام پرداخته است. ایران، با توجه به بازار داخلی بزرگ و در حال رشد، منابع طبیعی غنی و چالش‌های زیرساختی مشابه، می‌تواند از این الگوها برای توسعه مدل بومی تولید اجتماعی بهره گیرد [۴۶] . مدل پورتر با بررسی عوامل تولید، تقاضای داخلی، شبکه تأمین، صنایع مرتبط و استراتژی رقابتی، توانایی کشورها در پاسخ به تغییرات جهانی را ارزیابی می‌کند و برای تحلیل تطبیقی ساختار تولید و بررسی چالش‌ها و موفقیت‌ها در پیاده‌سازی تولید اجتماعی مناسب است (جدول ۴).

در گذشته، شرایط عوامل تولید چین بر منابع طبیعی، نیروی کار ارزان و زیرساخت‌های سنتی متمرکز بود و سطح نوآوری و بهره‌وری آن نسبت به کشورهای پیشرفته پایین‌تر بود. تقاضای داخلی به دلیل درآمد سرانه پایین، به محصولات ارزان‌قیمت با کیفیت متوسط محدود می‌شد [۴۷]. صنایع مرتبط نیز انعطاف‌پذیری کمی داشتند و استراتژی رقابتی چین بر تولید انبوه کالاهای ارزان استوار بود، که این ساختار، چین را به یکی از تأمین‌کنندگان اصلی زنجیره‌های جهانی تبدیل کرده بود [۲۷]. اما با اجرای برنامه "Made in China 2025" و توسعه تولید اجتماعی، چین با استفاده از فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، ساختار تولیدی خود را تغییر داد. این تحول به تولیدکنندگان امکان تولید محصولات سفارشی و باکیفیت‌تری را داد و زیرساخت‌های دیجیتال

و نیروی کار متخصص، شرایط تولید را تقویت کرد. در نتیجه، تقاضای داخلی نیز به سمت محصولات با فناوری بالا و سفارشی هدایت شد [۴۸]. صنایع مرتبط با دیجیتالی شدن، سریع‌تر به تغییرات پاسخ دادند و استراتژی رقابتی چین از تولید انبوه ارزان‌قیمت به تولید محصولات نوآورانه و با ارزش افزوده بالا تغییر یافت که این کشور را به رهبر جهانی تولید پیشرفته تبدیل کرد [۱۸].

۷-۱- سیستم تولید هند

پیش از پیاده‌سازی سیستم‌های تولید اجتماعی، ساختار تولیدی هند بر صنایع کوچک و متوسط و نیروی کار ارزان متمرکز بود [۴۹]. این کشور به دلیل زیرساخت‌های ضعیف، کمبود مهارت‌های تخصصی و عدم دسترسی به فناوری‌های نوین، در مسیر توسعه صنعتی با چالش‌های فراوانی مواجه بود [۵۰]. بهره‌گیری از نیروی کار ارزان و صنایع دستی، شرایط تولیدی هند را محدود کرده و مانع تولید محصولات باکیفیت و استانداردهای بین‌المللی می‌شد.تقاضای داخلی نیز به دلیل توزیع نابرابر درآمد و تنوع فرهنگی، پراکنده و متنوع بود، که این امر مانع بهره‌برداری کامل از فرصت‌های بازار داخلی می‌شد [۵۱]. همچنین، صنایع مرتبط شامل تأمین‌کنندگان کوچک با انعطاف‌پذیری پایین بودند و استراتژی رقابتی هند عمدتاً بر جذب سرمایه‌گذاری خارجی و تولید ارزان‌قیمت برای صادرات استوار بود [۵۲].

با پیاده‌سازی سیستم‌های تولید اجتماعی، تمرکز بر دیجیتالی‌سازی صنایع کوچک و توسعه زیرساخت‌های فناوری، اتصال این صنایع به زنجیره‌های جهانی را ممکن ساخت. استفاده از فناوری‌هایی مانند سیستم‌های مدیریت تولید دیجیتال و تجزیه و تحلیل داده‌ها، به بهبود شرایط تولید کمک کرد [۵۳]. دسترسی به آموزش‌های فنی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، شرایط عوامل تولید را بهبود بخشید و تقاضای داخلی به سمت محصولات باکیفیت‌تر و خدمات سفارشی سوق یافت [۵۴]. صنایع مرتبط نیز با ادغام در زنجیره‌های تأمین دیجیتال، بهره‌وری و انعطاف‌پذیری بیشتری پیدا کردند. در نهایت، استراتژی رقابتی هند به سمت تولید سفارشی و توسعه بازارهای داخلی و منطقه‌ای تغییر جهت داد و از تمرکز صرف بر صادرات ارزان‌قیمت فاصله گرفت [۵۵].

۷-۲- سیستم تولید برزیل

پیش از پیاده‌سازی سیستم‌های تولید اجتماعی، ساختار تولیدی برزیل عمدتاً بر صنایع کشاورزی، استخراج معادن، و صادرات مواد خام متمرکز بود [۵۶]. اتکا به منابع طبیعی و نیروی کار ارزان، برزیل را به یکی از بزرگ‌ترین صادرکنندگان مواد خام جهان تبدیل کرده بود، اما ضعف در زیرساخت‌های صنعتی و توزیع نابرابر منابع، مانع از رشد بهره‌وری و توسعه پایدار می‌شد [۵۷]. شرایط تقاضای داخلی نیز به دلیل وابستگی به بازارهای خارجی و نوسانات اقتصادی، ثبات نداشت و صنایع بیشتر بر صادرات تمرکز داشتند [۵۸]. صنایع مرتبط و پشتیبان محدود به تأمین‌کنندگان سنتی بودند و توانایی ایجاد زنجیره‌های تأمین پیچیده را نداشتند، و استراتژی رقابتی کشور بر تولید مواد خام متمرکز بود، که رقابت در محصولات با ارزش افزوده را دشوار می‌کرد.

با اجرای سیستم‌های تولید اجتماعی، برزیل بر توسعه پایدار و فناوری‌های سبز تمرکز کرد و از پلتفرم‌های دیجیتال و همکاری محلی بهره گرفت تا تولیدات خود را با نیازهای اجتماعی و محیط‌زیستی هماهنگ سازد. شرایط عوامل تولید با توسعه فناوری‌های جدید و دسترسی بهتر به آموزش‌های فنی بهبود یافت. تقاضای داخلی نیز با افزایش‌آگاهی از مسائل محیط زیستی و اجتماعی، به سمت محصولات پایدار و سازگار با محیط زیست تغییر کرد. صنایع مرتبط و پشتیبان با ادغام در زنجیره‌های تأمین پایدار، به بهبود بهره‌وری و کاهش مصرف منابع کمک کردند. استراتژی رقابتی برزیل نیز از صادرات مواد خام به سمت تولید محصولات با ارزش افزوده و توسعه پایدار تغییر یافت [۵۹].

۸- تحلیل وضعیت سیستم تولیدی ایران

شرایط عوامل تولید، شرایط تقاضای داخلی، صنایع مرتبط و پشتیبان، و استراتژی و رقابت‌پذیری استوار است. ایران به دلیل برخورداری از منابع طبیعی غنی مانند نفت و گاز شناخته می‌شود، اما وابستگی به این منابع و ضعف زیرساخت‌های فناورانه، مزیت رقابتی را کاهش داده است [۶۰]. بازار بزرگ داخلی ایران پتانسیل رشد صنایع را دارد، اما تحریم‌ها و بی‌ثباتی سیاسی، قدرت خرید را کاهش داده و بازار را ناپایدار کرده است [۶۱]. صنایع مرتبط و پشتیبان نیز فاقد تأمین‌کنندگان باکیفیت و شبکه منسجم هستند که این امر به کندی در واکنش به نیازهای بازار منجر شده است. در بخش استراتژی، تمرکز بر کاهش هزینه‌ها و کمبود نوآوری، رقابت‌پذیری جهانی را تضعیف کرده است [۶۲, ۶۳]. اجرای سیستم‌های تولید اجتماعی در ایران با چالش‌های فناورانه، زیرساختی و فرهنگی روبروست. از نظر فناوری، دسترسی محدود به فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های دیجیتال، بهره‌وری را کاهش داده است [۶۴, ۶۵]. از نظر زیرساختی، تمرکز حمل‌ونقل در مناطق شهری و ضعف توسعه در مناطق محروم، همکاری میان صنایع را محدود کرده [۶۶]. در بعد فرهنگی، فرهنگ صنعتی محافظه‌کارانه و عدم تمایل به نوآوری مشترک، پذیرش سیستم‌های همکاری را دشوار کرده است [۶۷]. بنابراین، اصلاحات ساختاری و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و آموزش نیروی کار برای افزایش توان رقابتی و تحقق اهداف صنعت ۵/۰ ضروری است [۶۸, ۶۹].

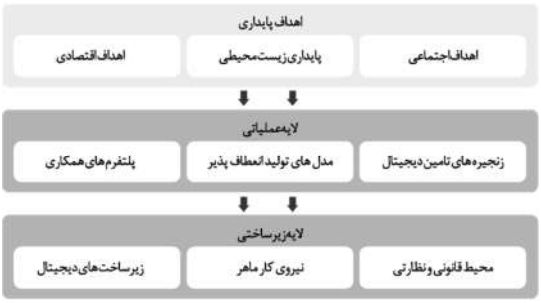
۹- پیشنهادهای استراتژیک برای پیاده‌سازی تولید اجتماعی در ایران

پیاده‌سازی سیستم تولید اجتماعی در ایران نیازمند چارچوبی بومی است که با محدودیت‌های ساختاری و ظرفیت‌های داخلی سازگار باشد. ابتدا باید زیرساخت‌های دیجیتال بهبود یابد تا فناوری‌های تولید اجتماعی مانند پلتفرم‌های دیجیتال و مدیریت زنجیره تأمین اجرا شوند. دیجیتالی‌سازی صنایع کوچک و متوسط و ایجاد شبکه‌های محلی میان تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان و مصرف‌کنندگان از اولویت‌های اصلی است. این مدل با استفاده از پلتفرم‌های تولید مشترک، این کسب‌وکارها را به زنجیره‌های جهانی متصل و بر آموزش نیروی کار برای تطبیق با فناوری‌ها تأکید می‌کند. با توجه به چالش‌های خاص ایران از جمله محدودیت‌های قانونی و فناوری، ایجاد انگیزه‌های دولتی برای توسعه زیرساخت‌ها، تقویت همکاری‌های بین‌المللی برای انتقال دانش، و برگزاری برنامه‌های آموزشی به منظور افزایش پذیرش و آگاهی عمومی نسبت به تولید اجتماعی ضروری است. همچنین توسعه قوانین مداوم که از نوآوری‌ها پشتیبانی کند، می‌تواند در غلبه بر موانع کمک کننده باشد.

تجربیات چین، هند و برزیل نشان می‌دهد که موفقیت در تولید اجتماعی به توسعه زیرساخت‌های بومی و دیجیتالی‌سازی وابسته است. چین بر تولید سفارشی، هند بر توسعه مهارت‌ها و برزیل بر تولید پایدار تمرکز داشته‌اند. ایران می‌تواند با الگوبرداری از این کشورها، توسعه زیرساخت‌ها، بهبود مهارت‌ها و رفع موانع اداری را پیش ببرد. مدل تولید اجتماعی پیشنهادی برای ایران (شکل ۴) شامل سه لایه زیرساختی، عملیاتی و اهداف پایداری است. در لایه عملیاتی، سه بخش اصلی شامل پلتفرم‌های همکاری، مدل‌های تولید انعطاف‌پذیر و زنجیره‌های تأمین دیجیتال تعریف شده‌اند. پلتفرم‌های همکاری با استفاده از شبکه‌های دیجیتال، تعامل میان تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و جوامع محلی را تسهیل می‌کنند. مدل‌های تولید انعطاف‌پذیر، تولید را متناسب با تقاضای بازار تنظیم می‌کنند و زنجیره‌های تأمین دیجیتال با بهره‌گیری از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا و زنجیره‌بلوک، شفافیت و کارآمدی را ارتقاء می‌دهند. شایان ذکر است چارچوب حاضر از منظر فناوری خنثی[1] بوده و نیازمند استقرار FMS[2] تمام‌عیار نیست؛ انعطاف موردنیاز می‌تواند از طریق سلول‌های نیمه‌خودکار، و ارکستراسیون شبکه تولید نیز محقق شود.

مدل پیشنهادی (شکل ۳) از طریق فرآیند سه‌مرحله‌ای استخراج شده است. نتایج تحلیل محتوایی اهداف پایداری صنعت ۵/۰ و تولید اجتماعی، عناصر کلیدی مدل را تعیین کرده‌اند. سپس، تطبیق مفهومی ارتباط و هماهنگی میان این اهداف را ارزیابی کرده و عناصر تطبیق‌پذیر در شرایط ایران شناسایی شده‌اند. در نهایت، مطالعه تطبیقی بر مبنای مدل پورتر راهبردهای عملیاتی و نقاط قوت کشورهای منتخب را برای طراحی این مدل بومی فراهم کرده است.

[1] Technology-agnostic
[2] Flexible Manufacturing system



شکل ۴- مدل پیشنهادی برای پیاده‌سازی سیستم تولید اجتماعی در ایران

در لایه اهداف پایداری، سه بُعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی دنبال می‌شود. پایداری اقتصادی بر بهره‌وری، کاهش هزینه و رشد صنایع کوچک و متوسط متمرکز است. پایداری زیست‌محیطی کاهش ردپای کربنی از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر را هدف می‌گیرد و پایداری اجتماعی بر توزیع عادلانه منافع و ایجاد اشتغال در مناطق محروم تأکید دارد. منظور از ردپای کربنی، مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای منتسب به محصول، بیان‌شده به CO_2e و در مرز سیستم مشخص مانند گهواره‌تاگور/گهواره‌تادرب است. این مدل با اتکا به زیرساخت‌های دیجیتال و تقویت همکاری میان ذی‌نفعان، چارچوبی بومی برای توسعه پایدار و تحقق اهداف صنعت ۵/۰ در ایران ارائه می‌دهد. بنابراین، وابستگی به FMS کامل پیش‌فرض ما نیست و مسیر مرحله‌ای/هیبریدی با استفاده از زیرساخت موجود، گزینه مرجح در محیط‌های قیوددار است.

۱۰- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی امکان‌پذیری استفاده از سیستم تولید اجتماعی به‌عنوان راهکاری برای دستیابی به اهداف پایداری صنعت ۵/۰ در ایران انجام شد. ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که هرچند در کشورهای پیشرو مانند چین، هند و برزیل، گام‌های مهمی برای تلفیق مفاهیم پایداری و تولید اجتماعی برداشته شده، اما در ایران هنوز چارچوب مشخص و عملیاتی برای این ادغام وجود ندارد. مطالعات مشابه در چین بر نقش زیرساخت‌های فناورانه و دیجیتال در توسعه پایدار تأکید داشته‌اند، در حالی که در هند، تمرکز بر توسعه سرمایه انسانی و مهارت‌های فنی نیروی کار بوده است. برزیل نیز با تکیه بر الگوهای اقتصاد محلی و انعطاف‌پذیر، توانسته بخشی از اهداف پایداری را محقق کند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هر کشور متناسب با ظرفیت‌ها و محدودیت‌های خود، رویکردهای متفاوتی در پیش گرفته است. پژوهش حاضر تلاش کرد تا با بهره‌گیری از این تجربیات جهانی و در نظر گرفتن شرایط بومی ایران، مدلی مفهومی برای پیاده‌سازی سیستم تولید اجتماعی در راستای اهداف پایداری صنعت ۵/۰ ارائه دهد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تولید اجتماعی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار بومی در ایران برای تحقق اهداف پایداری صنعت ۵/۰ عمل کند، حتی در شرایطی که کشور با چالش‌های زیرساختی و محدودیت‌های فناوری روبرو است. در بُعد زیست‌محیطی، استفاده از اصول اقتصاد چرخه‌ای، مدیریت بهینه انرژی و کاهش ضایعات صنعتی به‌عنوان راهکارهایی مؤثر در کاهش ردپای کربنی و بهبود بهره‌وری منابع طبیعی شناسایی شدند. در بُعد اجتماعی، تأکید بر عدالت اجتماعی، توسعه مشارکت عمومی و ارتقاء مهارت‌های نیروی کار از الزامات کلیدی برای تحقق این مدل هستند. نتایج این پژوهش پیامدهای عملی مهمی برای سیاست‌گذاران، کارآفرینان و صنایع کوچک و متوسط در ایران به همراه دارد. سیاست‌گذاران می‌توانند از یافته‌های این تحقیق برای تدوین سیاست‌های حمایتی جهت توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و ارتقاء همکاری‌های بین صنعتی استفاده کنند. صنایع کوچک و متوسط قادر خواهند بود از طریق پلتفرم‌های تولید مشترک و دیجیتالی‌سازی فرآیندها، هزینه‌های تولید را کاهش و بهره‌وری را افزایش دهند. علاوه بر این، توسعه برنامه‌های آموزشی تخصصی و ارتقاء مهارت‌های نیروی کار می‌تواند به افزایش مشارکت نیروی انسانی در فرآیندهای تولید اجتماعی کمک کند. در نهایت، تأکید بر اصول پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی، فرصت‌هایی برای کاهش ردپای کربنی و تقویت عدالت اجتماعی در محیط‌های تولیدی فراهم خواهد کرد.

پیاده‌سازی سیستم تولید اجتماعی در ایران می‌تواند پیامدهای اجتماعی قابل‌توجهی به همراه داشته باشد. این سیستم با ایجاد فرصت‌های شغلی پایدار به‌ویژه در مناطق کمتر توسعه‌یافته، توانمندسازی نیروی کار از طریق آموزش‌های تخصصی و توسعه مهارت‌های مرتبط با فناوری‌های نوین، و همچنین ارتقاء شمول اجتماعی از طریق افزایش مشارکت گروه‌های مختلف در فرآیند تولید، به کاهش نابرابری‌ها و تقویت همبستگی اجتماعی کمک می‌کند. تجربیات کشورهای مشابه نشان می‌دهد که تولید اجتماعی می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای توسعه عدالت اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی شهروندان عمل کند. در بُعد اقتصادی، تولید اجتماعی با تکیه بر مدل‌های انعطاف‌پذیر، حمایت از صنایع کوچک و متوسط و تقویت زنجیره تأمین محلی می‌تواند به بهبود تاب‌آوری اقتصادی و کاهش وابستگی به منابع خارجی کمک کند. پیشنهادات ارائه‌شده در این پژوهش به‌طور مستقیم با یافته‌های اصلی تحقیق و ابعاد مختلف مدل مفهومی ارتباط دارند. به‌عنوان مثال، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال به‌عنوان یکی از پیشنهادهای کلیدی، مستقیماً با بُعد زیست‌محیطی و مدیریت بهینه منابع مرتبط است. همچنین، تمرکز بر توسعه سرمایه انسانی و ارتقاء مهارت‌های نیروی کار، به‌عنوان پیشنهادی در راستای بُعد اجتماعی مدل مفهومی در نظر گرفته شده است. در بُعد اقتصادی نیز پیشنهاد تقویت سیاست‌های حمایتی و تسهیل مقررات برای صنایع کوچک و متوسط، در راستای دستیابی به اهداف پایداری مورد تأکید قرار گرفته است.

در مقایسه با مطالعات مشابه، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که سیستم تولید اجتماعی در ایران به دلیل چالش‌های ساختاری و زیرساختی، نیازمند یک چارچوب عملیاتی مشخص و بومی است. این چارچوب باید ضمن بهره‌گیری از تجربیات جهانی، متناسب با شرایط داخلی کشور تدوین شود. در این راستا، مدل مفهومی ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان راهنمایی عملی برای سیاست‌گذاران، مدیران صنعتی و برنامه‌ریزان توسعه پایدار در نظر گرفته شود. نتایج حاکی از آن است که تولید اجتماعی، با توجه به انعطاف‌پذیری و تأکید بر همکاری و مشارکت عمومی، می‌تواند به‌عنوان راهکاری برای تحقق

اهداف صنعت ۵/۰ در ایران و کشورهای مشابه عمل کند و مسیری بومی برای توسعه پایدار ترسیم نماید. پژوهش حاضر به شناسایی نقاط قوت و ضعف پیاده‌سازی سیستم تولید اجتماعی در ایران پرداخته و پیشنهادهایی عملی برای سیاست‌گذاران و مدیران ارائه داده است. همچنین، بر اساس یافته‌ها، مشخص شد که تولید اجتماعی نه‌تنها یک ابزار اجرایی برای اهداف صنعت ۵/۰ است، بلکه چارچوبی استراتژیک برای دستیابی به توسعه پایدار محسوب می‌شود. با توجه به محدودیت‌های این پژوهش، تحقیقات آینده می‌توانند به تحلیل تجربی تأثیر تولید اجتماعی بر ابعاد خاص پایداری زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی صنعت ۵/۰ بپردازند. همچنین، مطالعات مقایسه‌ای در کشورهای در حال توسعه مشابه ایران می‌تواند به شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های مشترک کمک کند. بررسی نقش فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و بلاک‌چین در بهینه‌سازی فرآیندهای تولید اجتماعی و توسعه چارچوب‌های سیاست‌گذاری محلی برای حمایت از این سیستم نیز از دیگر حوزه‌های قابل بررسی است. ارزیابی اقتصادی ریزبینانه FMS در برابر گزینه‌های ماژولار/هیبریدی خارج از دامنه این مقاله است و به پژوهش‌های آتی واگذار می‌شود

.

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری نگارنده اول با عنوان طراحی سیستم تولید اجتماعی تطبیقی با رویکرد پایداری در راستای اهداف صنعت ۵/۰ است.

۱۱- مراجع

[1] Abikoye OC, Bajeh AO, Awotunde JB, Ameen AO, Mojeed HA, Abdulraheem M, Oladipo ID, Salihu SA. Application of internet of thing and cyber physical system in Industry 4.0 smart manufacturing. InEmergence of Cyber Physical System and IoT in Smart Automation and Robotics: Computer Engineering in Automation 2021 May 5 (pp. 203-217). Cham: Springer International Publishing.

[2] Alves J, Lima TM, Gaspar PD. Is industry 5.0 a human-centred approach? A systematic review. Processes. 2023 Jan 7;11(1):193.

[3] Leng J, Sha W, Wang B, Zheng P, Zhuang C, Liu Q, Wuest T, Mourtzis D, Wang L. Industry 5.0: Prospect and retrospect. Journal of Manufacturing Systems. 2022 Oct 1;65:279-95.

[4] Jourabchi Amirkhizi P, Pedrammehr S, Pakzad S, Shahhoseini A. Generative Artificial Intelligence in Adaptive Social Manufacturing: A Pathway to Achieving Industry 5.0 Sustainability Goals. Processes. 2025 Apr 12;13(4):1174.

[۵] پیره بابی س, یعقوبی عا, زندی م. مروری بر انقلاب‌های صنعتی: انقلاب صنعتی پنجم، عصر انرژی. مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز. ۲۰۲۴ Jul 22;54(2):79-88.

[6] Jourabchi Amirkhizi P, Pedrammehr S, Pakzad S, Shahhoseini A. Generative Artificial Intelligence in Adaptive Social Manufacturing: A Pathway to Achieving Industry 5.0 Sustainability Goals. Processes. 2025 Apr 12;13(4):1174.

[7] Rojko A. Industry 4.0 concept: Background and overview. International journal of interactive mobile technologies. 2017 Nov 1;11(5).

[8] Stearns PN. The industrial revolution in world history. Routledge; 2020 Nov 16.

[9] Zhong R, Wu W, Akbar MW, Zia Z. How environmental protection activities and industrial revolution contributes in the nexus of energy security and environmental sustainability?. Environmental Science and Pollution Research. 2023 Oct;30(47):104620-32.

[10] Demir A, Pesqué-Cela V, Altunbas Y, Murinde V. Fintech, financial inclusion and income inequality: a quantile regression approach. The European Journal of Finance. 2022 Jan 2;28(1):86-107.

[11] Gepek E. Additive manufacturing technologies and its future in industrial applications. International Journal of Integrated Engineering. 2021 Sep 25;13(7):245-57.

[12] Sannö A, Ahlskog M. Integrating knowledge for manufacturing technology development. International Journal of Product Development. 2019;23(1):65-83.

[13] Stock GN, Tatikonda MV. External technology integration in product and process development. International Journal of Operations & Production Management. 2004 Jul 1;24(7):642-65.

[14] Amirkhizi PJ, Pedrammehr S, Pakzad S, Asady Z, Arogbonlo A, Asadi H. Emerging synergies: industry 5.0 integration of complex systems. In2024 IEEE International Systems Conference (SysCon) 2024 Apr 15 (pp. 1-8). IEEE.

[15] Lager T, Frishammar J. Equipment supplier/user collaboration in the process industries: in search of enhanced operating performance. Journal of Manufacturing Technology Management. 2010 Jul 27;21(6):698-720.

[16] Longo F, Padovano A, Umbrello S. Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: A human-centric perspective for the design of the factory of the future. Applied sciences. 2020 Jun 18;10(12):4182.

[17] Medojevic M, Medic N, Marjanovic U, Lalic B, Majstorovic V. Exploring the impact of industry 4.0 concepts on energy and environmental management systems: Evidence from Serbian manufacturing companies. InIFIP international conference on advances in production management systems 2019 Aug 24 (pp. 355-362). Cham: Springer International Publishing.

[18] Qian F, Tang Y, Yu X. The future of process industry: A cyber–physical–social system perspective. IEEE Transactions on Cybernetics. 2023 Aug 22;54(7):3878-89.

[19] Mingaleva Z, Chernova O, Mitrofanova IV. Bibliometric analysis of research trends in water management aimed at increasing the sustainability of the socio-economic development of a region. Water. 2023 Oct 22;15(20):3688.

[20] Agote-Garrido A, Martín-Gómez AM, Lama-Ruiz JR. Manufacturing system design in Industry 5.0: Incorporating sociotechnical systems and social metabolism for human-centered, sustainable, and resilient production. Systems. 2023 Nov;11(11):537.

[21] Pivoto DG, De Almeida LF, da Rosa Righi R, Rodrigues JJ, Lugli AB, Alberti AM. Cyber-physical systems architectures for industrial internet of things applications in Industry 4.0: A literature review. Journal of manufacturing systems. 2021 Jan 1;58:176-92.

[22] Ejsmont K. The impact of industry 4.0 on employees—insights from Australia. Sustainability. 2021 Mar 11;13(6):3095.

[23] Maddikunta PK, Pham QV, Deepa N, Dev K, Gadekallu TR, Ruby R, Liyanage M. Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. Journal of industrial information integration. 2022 Mar 1;26:100257.

[24] Saari LM, Kääriäinen J, Ylikerälä M. Maturity Model for the Manufacturing Industry with Case Experiences. Intelligent and Sustainable Manufacturing. 2024 Aug;1(2):10010.

[25] ElMaraghy H, Monostori L, Schuh G, ElMaraghy W. Evolution and future of manufacturing systems. Cirp Annals. 2021 Jan 1;70(2):635-58.

[۲۶] سپه وند, فصیح فر. بررسی فنی و اقتصادی استفاده از سیستم هیبرید (تقطیر چندمرحله‌ای+ اسمز معکوس) برای شیرین سازی آب دریا. مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز. ۲۰۱۹ Jun 22;49(2):131-40.

[27] Zhang K, Shi H, Peng J, Wang Y, Xiong X, Wu C, Lam PK. Microplastic pollution in China's inland water systems: a review of findings, methods, characteristics, effects, and management. Science of the Total Environment. 2018 Jul 15;630:1641-53.

[28] Abdul-Rashid SH, Sakundarini N, Raja Ghazilla RA, Thurasamy R. The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance: Empirical evidence from Malaysia. International Journal of Operations & Production Management. 2017 Feb 6;37(2):182-204.

[29] Ahmad S, Wong KY, Tseng ML, Wong WP. Sustainable product design and development: A review of tools, applications and research prospects. Resources, Conservation and Recycling. 2018 May 1;132:49-61.

[30] Badurashvili I. Achievement of Sustainable Manufacturing From Industry 4.0 Technologies-Future Perspective. Journal of Enterprise and Business Intelligence. 2023 Jul;3(3):145-56.
[31] Fittamami BM, Pujiyanto E, Priyandari Y. Multi-objective optimization of machining parameters for multi-pass CNC turning to minimize carbon emissions, energy, noise and cost. Jurnal Teknik Industri. 2021 Jun 1;23(1):25.
[32] Mubin O, Alnajjar F, Arsalan M. HCI research in the Middle East and North Africa: A bibliometric and socioeconomic overview. International Journal of Human–Computer Interaction. 2022 Oct 2;38(16):1546-62.
[33] Bajic B, Medojevic M, Simeunovic N, Rikalovic A. Digital Kaizen: Opportunities and challenges in industry 5.0. In19th Int. Sci. Conf. Ind. Syst.(IS) 2023 Oct.
[34] Rikalovic A, Suzic N, Bajic B, Piuri V. Industry 4.0 implementation challenges and opportunities: A technological perspective. IEEE Systems Journal. 2021 Sep 16;16(2):2797-810.
[35] Adel A. Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. Journal of Cloud Computing. 2022 Sep 8;11(1):40.
[36] Morozov D, Lezoche M, Panetto H. Multi-paradigm modelling of cyber-physical systems. IFAC-PapersOnLine. 2018 Jan 1;51(11):1385-90.
[37] Braun V, Clarke V. Thematic analysis: A practical guide.
[38] Eren B, Demir F. Child rights and structural abuse by income level: A global comparative analysis based on World Bank classification. Journal of Awareness. 2025;10.
[39] World Bank Open Data, "Manufacturing, value added (% of GDP), Indicator NV.IND.MANF.ZS," accessed 2025.
[40] World Bank DataBank (WDI), Metadata, "Manufacturing, value added (% of GDP), NV.IND.MANF.ZS (glossary/definitions)," accessed 2025.
[41] Padilla-Rivera A, Hannouf M, Assefa G, Gates I. A systematic literature review on current application of life cycle sustainability assessment: A focus on economic dimension and emerging technologies. Environmental Impact Assessment Review. 2023 Nov 1;103:107268
[42] Porter ME. Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance, Simon and schuster.
[43] Varma A, Vajpayee A, Sanghani P. Strategic Insights: Understanding the Interplay of Adaptability and Consistency in Multinational and National Organizations. International Journal of Indian Psychology. 2024 Jan 22;12(1):080-94.
[44] El Kouari O, Lazaar S, Achoughi T. Fortifying industrial cybersecurity: a novel industrial internet of things architecture enhanced by honeypot integration. International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708). 2025 Feb 1;15(1).
[45] Verma A, Das KC, Misra P. Digital finance and MSME performance in India: evidence from World Bank Enterprise Survey data. Journal of Economic Studies. 2025 Jun 30;52(5):887-903.
[46] Wulan TS, Putri RA, Solihin DA. Digital Transformation as a Catalyst for SMEs Productivity and Profitability in the Digital Era. Journal of Economic Education and Entrepreneurship Studies. 2024 Nov 14;5(4):601-11.
[47] Olivo ML, Martins C. Current scenarios of circular economy in Brazil and Ecuador. Regional and Business Studies. 2023 Dec 29;15(2):17-36.
[48] Li L. China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0". Technological forecasting and social change. 2018 Oct 1;135:66-74.
[49] Qi Y. Research on the position and influencing factors of Chinese manufacturing industry in the evolution of global value chain. In8th International Conference on Management and Computer Science (ICMCS 2018) 2018 Oct (pp. 389-393).
[50] Sahoo P, Dash RK. Infrastructure development and economic growth in India. Journal of the Asia Pacific economy. 2009 Sep 11;14(4):351-65..
[51] Gupta P, Kumar U. Performance of Indian Manufacturing in the Postreform Period. 2012
[52] Mitra A, Sharma C, Véganzonès-Varoudakis MA. Estimating impact of infrastructure on productivity and efficiency of Indian manufacturing. Applied Economics Letters. 2012 May 1;19(8):779-83..
[53] Kailthya S, Kambhampati U. Road to productivity: Effects of roads on total factor productivity in Indian manufacturing. Journal of Comparative Economics. 2022 Mar 1;50(1):174-95.
[54] Bhattacharjee S, Chakrabarti D. Investigating India's competitive edge in the IT-ITeS sector. IIMB Management Review. 2015 Mar 1;27(1):19-34.
[55] Juhos A. What to Make of 'Make in India'?. KKI Studies Series of the Institute for Foreign Affairs and Trade, Budapest, Hungary, available at: http://kki. gov. hu/download/e/d1/51000/02_KKI-Studies_IND_Growth_Juhos_20160310. pdf. 2016.
[56] Ghosh D, Mehta P, Avittathur B. Supply chain capabilities and competitiveness of high-tech manufacturing start-ups in India. Benchmarking: An International Journal. 2021 May 21;28(5):1783-808.
[57] Matlaba VJ, Holmes M, McCann P, Poot J. Agglomeration externalities and 1981-2006 regional growth in Brazil. Studies in Regional Science. 2012;42(1):145-61.
[58] Thürer M, Godinho Filho M, Stevenson M, Fredendall L. Small and medium sized manufacturing companies in Brazil: is innovativeness a key competitive capability to develop?. Acta Scientiarum. Technology. 2015;37(3):379-87.
[59] Rocha AD, Darzé A, Kury B, Monteiro J. The emergence of new and successful export activities in Brazil: four case studies from the manufacturing and the agricultural sector.
[60] Jenkins R. Is Chinese competition causing deindustrialization in Brazil?. Latin American Perspectives. 2015 Nov;42(6):42-63.
[61] Talebi K, Rabiei M. The process of formation of manufacturing in small and medium-sized enterprises in Iran. African Journal of Business Management. 2011 Sep 30;5(22):9031.
[62] Fathali A. Examining the impact of competitive strategies on corporate innovation: An empirical study in automobile industry. international Journal of Asian social science. 2016;6(2):135-45.
[63] Ali Jamali M, Md Nor NG. Growth of firms in manufacturing sector: A panel data analysis in Iran. Global Business Review. 2012 Feb;13(1):51-68.
[64] Kamalian AR, Rashki DM, Arbabi ML. Barriers to innovation among Iranian SMEs. Asian Journal of Development Matters. 2011;5(2):251-65.
[65] Moghaddam NB, Mousavi SM, Nasiri M, Moallemi EA, Yousefdehi H. Wind energy status of Iran: Evaluating Iran's technological capability in manufacturing wind turbines. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011 Oct 1;15(8):4200-11.
[66] Ziaei Nafchi M, Mohelská H. Industry 4.0 and Labor Market in Iran as a Developing Country 2018.
[67] Roy S, Ghorbanzadeh S. Regional transformation via rail: A historical and analytical examination of Iran's railway network and its socio-economic impacts. Mechatron. Intell Transp. Syst. 2023;2(3):146-57.
[68] Heshmati A, Dibaji SM. Science, technology, and innovation status in Iran: Main challenges. Science, Technology and Society. 2019 Nov;24(3):545-78.
[69] Afsharzade N, Papzan A, Ashjaee M, Delangizan S, Van Passel S, Azadi H. Renewable energy development in rural areas of Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 Nov 1;65:743-55.