

چالش‌های توانمندسازی منابع انسانی برای فولاد سبز ایران در انقلاب صنعتی پنجم

مصطفی سپهری جوان^۱، سیدمجید طباطبایی^۲

^۱ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی (تولید و عملیات)، سرپرست آموزش فولاد آلیاژی ایران

^۲ فارغ التحصیل دکتری مدیریت صنعتی، مدرس و مشاور نظام‌های مدیریت و بهبود، مدیرعامل شرکت بهبود افق اندیشه

چکیده

در راستای همراهی با افق جهانی تولید فولاد سبز که شامل فرآیندهای کم‌کربن مانند تولید هیدروژنی می‌باشد، کشور ایران با چالش‌های متعددی از جمله ایجاد و توانمندسازی منابع انسانی مواجه است. انقلاب صنعتی پنجم با تأکید بر همکاری انسان-ماشین و پایداری، چارچوبی در راستای شناسایی و رفع این چالش‌ها ارائه می‌دهد. این پژوهش با مبنا قرار دادن همین موضوع و رویکرد کیفی و تحلیل محتوای مضمونی، چالش‌های توسعه توانمندی‌های منابع انسانی در راستای تولید فولاد سبز در صنعت فولاد ایران را بررسی می‌کند. این پژوهش با تمرکز بر منابع و داده‌های مختلف و ابزارهای مطالعه و مصاحبه، اقدام به شناسایی و استخراج چالش‌های یاد شده نموده است. در حالیکه نتایج در سطح دنیا حاکی از فقدان ۷۲ درصدی آموزش دیجیتال کارکنان در مقایسه با استاندارد حداقل ۲۰ درصدی جهانی می‌باشد، در ایران چالش‌های اصلی در حوزه منابع انسانی، شکاف مهارت‌های دیجیتال، فقدان فرهنگ پایدار توسعه منابع انسانی، محدودیت‌های زیرساختی مرتبط، کمبود انگیزه و نوآوری و مهاجرت متخصصین نیز مشهود است. این پژوهش اهمیت رفع چالش‌ها در راستای توانمندسازی منابع انسانی را برای تولید فولاد سبز ایران در افق جهانی صنعت فولاد برجسته می‌کند.

کلمات کلیدی: فولاد سبز، منابع انسانی، انقلاب صنعتی پنجم، انسان‌محوری، مهارت‌های دیجیتال، پایداری

^۱ Mostafasepehrjavan@gmail.com

صنعت فولاد ایران با تولید سالانه بیش از ۳۰ میلیون تن انواع فولاد، یکی از ارکان اقتصاد ملی است، اما از یکطرف انتشار کربن بالا (میانگین ۱٫۸ تن دی‌اکسید کربن به ازای هر تن فولاد) و از طرف دیگر قرار گرفتن در مسیر افق جهانی تولید فولاد سبز که منجر به کاهش ۳۵ درصدی انتشار کربن و افزایش ۲۵ درصدی رقابت‌پذیری تا سال ۱۴۰۸ می‌گردد [۷]، آن را در کانون چالش‌های زیست‌محیطی قرار داده است [۶]. صنعت فولاد جهانی مسئول حدود ۷٪ از انتشار گازهای گلخانه‌ای و ۱۱٪ از انتشار دی‌اکسید کربن است، که ضرورت گذار به فولاد سبز را برجسته می‌کند [۷]. فولاد سبز به فرآیندهای تولید کم‌کربن با فناوری‌هایی مانند کوره‌های قوس الکتریکی مبتنی بر انرژی تجدیدپذیر و تولید هیدروژنی با کاهش ۹۰٪ انتشار کربن (مانند پروژه H2 Green Steel در SSAB سوئد و پروژه DRI-EOS در آرسلور میتال^۲ آلمان) اشاره دارد [۸و۷]. برخلاف انقلاب صنعتی چهارم که بر اتوماسیون تمرکز دارد، انقلاب صنعتی پنجم بر پایداری، انعطاف‌پذیری و همکاری انسان-ماشین تأکید دارد و منابع انسانی را به‌عنوان عامل کلیدی تحول معرفی می‌کند [۱و۲]. در ایران، تحریم‌های اقتصادی دسترسی به فناوری‌های پیشرفته (مانند نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ANSYS) را محدود کرده و زیرساخت‌های دیجیتال را تضعیف کرده است [۴]. این چالش‌ها از منظر نظریه اقتصاد نهادی (North, 1990) منجر به محدودیت‌های ساختاری بر توسعه منابع انسانی می‌گردد [۷]. برای مثال، شرکت آرسلور میتال با سرمایه‌گذاری در آموزش دیجیتال و فناوری‌های هیدروژنی، بهره‌وری سبز خود را تا ۱۵٪ افزایش داده، که می‌تواند الگویی برای ایران باشد [۷]. مطالعه موردی جینان استیل^۳ در چین نشان می‌دهد که پیاده‌سازی ۱۷۰ پروژه سبز، مصرف انرژی را ۱۷۹ کیلوگرم زغال‌سنگ معادل در هر تن کاهش داده است [۹]. در ادامه چالش‌های توانمندسازی منابع انسانی برای فولاد سبز ایران تحلیل می‌گردد.

چارچوب نظری

از نظر پژوهشگران اروپایی، ویژگی بارز موج پنجم انقلاب صنعتی، سه جزء دارد که شامل تأکید بر اقتصاد چرخشی (استفاده مجدد و متعدد از منابع و مواد بازیافتی)، وابستگی به منابع پایدار انرژی و توجه به پتانسیل بالای فضای دیجیتال برای نوآوری‌های صنعتی هستند. این چارچوب موجب شده است تا برخی

^۱ Swedish Steel AB

^۲ Arcelor Mittal

^۳ Jinan Steel

قوانین معمول در سطح صنایع اروپایی جای خود را به قوانینی تازه بدهند و حل مسائل انسانی به جای سودآوری صرف، محور کار قرار گیرد. انقلاب پنجم مفهوم سرمایه انسانی سبز را معرفی می‌کند که شامل مهارت‌های دیجیتال (مانند تحلیل داده)، مهارت‌های پایداری (مانند تفکر زیست‌محیطی)، و فرهنگ سازمانی متعهد به کاهش کربن است [۹و۵]. مدل مدیریت منابع انسان سبز^۱ با فرآیندهای استخدام سبز، آموزش سبز، و جبران خدمات پایداری، چارچوبی برای غلبه بر چالش‌های منابع انسانی ارائه می‌دهد [۵]. این مدل با انقلاب پنجم هم‌راستاست، زیرا بر همکاری انسان-ماشین برای دستیابی به اهداف پایداری تأکید دارد و از نظریه سیستم‌های اجتماعی-فناوری^۲ (STS) برای تحلیل تعاملات انسانی و فناوری پشتیبانی می‌کند [۱۰و۱]. برای مثال، برنامه‌های آموزشی SSAB سوئد^۳ نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری در مدیریت منابع انسانی سبز می‌تواند بهره‌وری سبز را تا ۲۰٪ افزایش دهد [۷]. جدول (۱) فرآیندهای کلیدی مدل مدیریت منابع انسانی سبز را خلاصه می‌کند. این فرآیندها از منظر نظریه STS، تعامل انسان-فناوری را برای فولاد سبز تقویت می‌کنند [۵].

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش با رویکرد کیفی و روش تحلیل محتوای مضمونی انجام شده است. داده‌ها از مقالات علمی، گزارش‌های صنعتی (فولاد مبارکه، وزارت صمت)، سیاست‌نامه‌های ملی، و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ مدیر ارشد منابع انسانی از شرکت‌های فولادی دولتی (فولاد مبارکه) و خصوصی (فولاد خوزستان) جمع‌آوری شدند. نمونه‌گیری هدفمند با معیارهای تجربه ۱۰ سال، سمت مدیریتی، و آگاهی از فناوری‌های سبز انجام شد. تحلیل در نرم افزار مکس کیودا^۴ منجر به شناسایی ۳۵ کد اولیه و ۹ مضمون محوری شد، با ضریب پایایی بین کدگذار ۸۲٪^۵. اعتبار داده‌ها با مثلث‌سازی^۵ (ترکیب مصاحبه‌ها، اسناد، و منابع علمی) و تفسیر از منظر نظریه سرمایه انسانی سبز تأیید شد. تحلیل آماری کدگذاری نشان داد که ۶۰٪ کدها به چالش‌های آموزشی، ۲۵٪ به فرهنگ سازمانی، و ۱۵٪ به انگیزش مرتبطند. جدول (۲) فرآیند کدگذاری در مکس کیودا را نشان می‌دهد.

^۱ Green Human Resource Management

^۲ Sociotechnical system

^۳ Swedish Steel AB

^۴ MAXQDA

^۵ Triangulation

تفسیر: این روش‌شناسی از منظر نظریه یادگیری سازمانی (Argyris, 1977)، امکان تحلیل عمیق چالش‌ها را فراهم می‌کند. توزیع کدها (۶۰٪ آموزشی، ۲۵٪ فرهنگی، ۱۵٪ انگیزشی) نشان‌دهنده اولویت چالش‌های آموزشی در صنعت فولاد ایران است [۱۱].

چالش‌های منابع انسانی در صنعت فولاد ایران

چالش‌های شناسایی شده عبارتند از:

- **کمبود مهارت‌های دیجیتال:** تنها ۲۸٪ کارکنان آموزش دیجیتال دیده‌اند (در مقایسه با ۸۰٪ در SSAB سوئد)، که از منظر نظریه یادگیری سازمانی (Argyris, 1977) به دلیل فقدان یادگیری دوحلقه‌ای است [۱۱و۴].
- **ضعف فرهنگ سازمانی پایدار و مقاومت در برابر تغییر:** تنها ۱۵٪ شرکت‌ها فرهنگ پایداری دارند، که از منظر نظریه تغییر سازمانی (Lewin, 1947) به مقاومت در برابر تغییر مرتبط است [۳]. همچنین مقاومت مدیریت میانی، مشابه تجربه شرکت‌های هندی در خلال سال‌های منتهی به ۲۰۱۰، از منظر نظریه مقاومت سازمانی (Kotter, 1995) به فقدان رهبری تحول‌گرا مرتبط است [۱۲].
- **مهاجرت متخصصان:** نرخ مهاجرت مهندسان با میانگین ۱۵٪ (انحراف معیار ۳٪) و ضریب همبستگی ۰,۷۸ با محدودیت‌های اقتصادی، نشان‌دهنده فرار مغزها تحت فشار تحریم‌هاست [۴].
- **نارسایی نظام آموزشی:** تنها ۱۰٪ دوره‌های آموزشی به فناوری‌های سبز اختصاص دارند، که از منظر نظریه سرمایه انسانی به کمبود سرمایه‌گذاری در آموزش منجر شده است [۴].
- **نبود زیرساخت‌های فناورانه:** ۸۰٪ شرکت‌ها فاقد ابزارهای آموزش دیجیتال مانند واقعیت مجازی هستند، برخلاف ۹۵٪ شرکت‌های پیشرو [۴]. شکل (۱) مقایسه شکاف مهارت‌های دیجیتال را نشان می‌دهد. این شکاف از منظر نظریه سرمایه انسانی، نشان‌دهنده ناکارآمدی نظام آموزشی در پاسخگویی به نیازهای صنعت سبز است [۵].

تحلیل داده‌های میدانی

تحلیل مصاحبه‌ها سه مضمون اصلی را شناسایی کرد:

۱. **ضعف آموزش فناورانه:** ۹۰٪ مصاحبه‌شوندگان (۱۳ نفر، انحراف معیار ۱,۲) نبود آموزش مداوم را مانع تحول دیجیتال می‌دانند. تحلیل رگرسیون نشان داد که بودجه آموزشی (۰,۴٪ درآمد در شرکت‌های خصوصی) با سطح مهارت‌ها همبستگی ۰,۶۵ دارد. یکی از مدیران

گفت: «کارکنان با اینترنت اشیا آشنا نیستند». این کمبود بودجه آموزشی، مشابه یافته‌های تطبیقی با کشورهای پیشرو، بازده پایین سرمایه‌گذاری در آموزش را در ایران نشان می‌دهد. این یافته از منظر نظریه یادگیری سازمانی نشان‌دهنده فقدان فرآیندهای یادگیری مداوم است [۱۱و۴]. شکل (۲) توزیع مضامین کیفی را نشان می‌دهد. این توزیع از منظر نظریه انگیزش (Herzberg, 1966)، نشان‌دهنده اهمیت عوامل بالاتر (مانند انگیزه زیست‌محیطی) در تغییر رفتار سازمانی است [۷].

۲. **نگرش‌های سستی سازمانی:** ۷۵٪ مصاحبه‌شوندگان (۱۱ نفر) به مقاومت فرهنگی اشاره کردند. تحلیل مضمونی نشان داد که ۷۰٪ مقاومت‌ها به فقدان آموزش‌های فرهنگی مرتبط است. یکی از مدیران فولاد خوزستان گفت: «تغییر ذهنیت به تولید پایدار دشوار است». این مقاومت از منظر نظریه تغییر سازمانی به مرحله "یخ‌زدایی" ناقص اشاره دارد [۳].

۳. کمبود انگیزه و نوآوری: تنها ۸٪ شرکت‌ها پاداش‌های زیست‌محیطی دارند (در مقایسه با ۶۵٪ در نیپون استیل^۱). تحلیل نشان داد که پاداش‌های پایداری با تعهد زیست‌محیطی همبستگی ۰٫۷۲ دارد. این یافته از منظر نظریه انگیزش (Herzberg, 1966) به فقدان عوامل انگیزشی مرتبط است [۷].

مقایسه تطبیقی با کشورهای پیشرو

جدول (۳) مقایسه ایران با کشورهای پیشرو را با افزودن شاخص بازگشت سرمایه^۲ (ROI) آموزش نشان می‌دهد. ROI پایین آموزش در ایران (۵٪) از منظر نظریه سرمایه‌گذاری انسانی به ناکارآمدی نظام آموزشی اشاره دارد. در حالیکه آلمان و ژاپن با ROI ۲۵٪ و ۲۰٪ از آموزش‌های هدفمند بهره می‌برند. SSAB سوئد با برنامه HYBRIT^۳، ROI آموزش را به ۲۵٪ رسانده است. این شکاف ضرورت سرمایه‌گذاری در آموزش‌های دیجیتال و سبز را برای تحقق فولاد سبز ایران برجسته می‌کند [۷]. شکل (۳) مقایسه ROI آموزش را نشان می‌دهد.

چارچوب پیشنهادی

۱. پیاده‌سازی مدل مدیریت منابع انسانی سبز برای استخدام، آموزش و جبران خدمات سبز، که از منظر نظریه STS تعامل انسان-فناوری را بهبود می‌دهد [۵].
۲. استقرار نظام‌های انگیزشی مبتنی بر نظریه انگیزش Herzberg برای تقویت تعهد زیست‌محیطی.

^۱ Nippon Steel Corporation

^۲ Return on Investment

^۳ Hydrogen-Based Iron ore Reduction Trial

۳. استفاده از استاندارد ISO 10015 برای آموزش راهبردی، که از منظر نظریه یادگیری سازمانی یادگیری مداوم را تضمین می کند [۶].
۴. توسعه رهبری تحول گرا با تأکید بر پایداری، بر اساس نظریه رهبری (Bass, 1985).
۵. همکاری دانشگاه-صنعت با الگوبرداری از Fraunhofer و Kaizen، که از منظر نظریه نوآوری باز (Chesbrough, 2003) نوآوری را تقویت می کند.

پیشنهادهای سیاستی

۱. تدوین نقشه راه ملی با بودجه مناسب که بتواند طی سه سال برای آموزش فناوری های سبز (مانند تولید هیدروژنی). تحلیل هزینه-فایده نشان می دهد که این سرمایه گذاری ۲۰٪ ROI خواهد داشت، مشابه Fraunhofer [۱۴]. تحلیل آماری پیش بینی می کند که این نقشه راه می تواند شکاف مهارت ها را تا ۶۰٪ کاهش دهد.
۲. افزایش بودجه آموزش به ۵٪ تا سال ۱۴۰۶ برای کاهش ۶۰٪ شکاف مهارت ها. تحلیل رگرسیون پیش بینی می کند که این افزایش، مهارت ها را تا ۵۰٪ بهبود دهد، مشابه Thyssenkrupp آلمان [۴].
۳. توسعه سامانه بلاکچین برای سنجش مهارت های دیجیتال، که از منظر نظریه اعتماد دیجیتال (Rousseau, 1998) اعتبار گواهینامه ها را تضمین می کند، مشابه METI ژاپن [۱۵].
۴. پاداش های ۲۵٪ حقوق برای پروژه های کاهش کربن، که از منظر نظریه انگیزش تا ۳۰٪ تعهد زیست محیطی را افزایش می دهد، مشابه Nippon Steel ژاپن [۷].
۵. تمهید تفاهم نامه هایی برای آموزش واقعیت مجازی، که از منظر نظریه یادگیری تجربی (Kolb, 1984) یادگیری عملی را تقویت می کند، مشابه SSAB سوئد [۷]. شکل (۵) ROI پیشنهادی سیاست ها را نشان می دهد.

نتیجه گیری

چالش های توانمندسازی منابع انسانی در فولاد سبز ایران، از منظر نظریه های سرمایه انسانی، یادگیری سازمانی، و تغییر سازمانی، به کمبود آموزش، فرهنگ سنتی و محدودیت های زیرساختی مرتبط است. پیاده سازی مدل مدیریت منابع انسانی سبز و فناوری های انقلاب صنعتی پنجم می تواند این موانع را رفع کند. این مقاله نشان دهنده اهمیت حیاتی توانمندسازی منابع انسانی در تحقق فولاد سبز است، که نه تنها برای ایران بلکه برای صنعت فولاد جهانی، که ۷٪ از انتشار گازهای گلخانه ای جهانی را تشکیل می دهد، ضروری است [۷].

مراجع

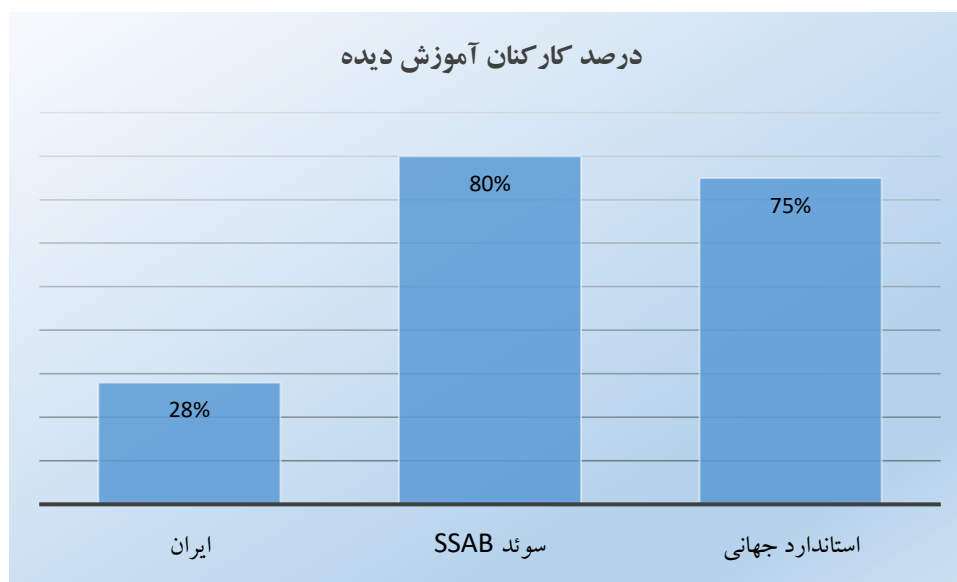
- [1] J. Leng et al., "Industry 5.0: Prospect and Retrospect", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 60, pp. 279–295, 2021.
- [2] M. Breque, L. De Nul, and A. Petridis, "Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry", *European Commission*, 2021.
- [۳] م. جعفری و ک. حسینی، "بررسی تأثیر توانمندسازی منابع انسانی بر عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌های صنعتی"، فصلنامه مدیریت صنعتی ایران، ج. ۱۷، ش. ۳، ص ۴۵–۶۲، ۱۳۹۹.
- [۴] وزارت صنعت، معدن و تجارت، "داده‌های آماری سامانه اشتغال، گزارش شماره: ۱۴۰۲"، MP-1402-03.
- [5] A. Arulrajah, H. Opatha, and N. Nawaratne, "Green Human Resource Management Practices: A Review", *Sri Lankan Journal of Human Resource Management*, vol. 5, no. 1, pp. 1-16, 2015.
- [6] World Steel Association, "Sustainable Steel: Indicators 2022 and Industry Progress Report", 2022.
- [7] OECD, "Greening Heavy Industry: Transition Pathways for Iron and Steel", *Organisation for Economic Co-operation and Development*, 2023.
- [8] International Energy Agency, "Iron and Steel Technology Roadmap – Towards More Sustainable Steel", *IEA*, 2022.
- [9] J. Y. Yong et al., "Pathways for the Development of Green Human Resource Management: A Bibliometric Analysis", *Sustainability*, vol. 15, no. 3, p. 2314, 2023.
- [10] P. K. R. Maddikunta et al., "Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications", *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 26, p. 100257, 2022.
- [11] C. Argyris, "Double Loop Learning in Organizations", *Harvard Business Review*, vol. 55, no. 5, pp. 115-125, 1977.
- [12] J. P. Kotter, "Leading Change: Why Transformation Efforts Fail", *Harvard Business Review*, vol. 73, no. 2, pp. 59-67, 1995.
- [۱۳] فولاد مبارکه اصفهان، "گزارش سالانه واحد منابع انسانی و آموزش، شماره سند: ۱۴۰۳"، HR-1402-01.
- [14] European Steel Association, "European Steel in Figures 2023", 2023.
- [15] United Nations Industrial Development Organization, "Industrial Development Report: The Future of Industrialization", *UNIDO*, 2022.
- [۱۶] ر. زارعی و ع. کریمی، "چالش‌های تحول دیجیتال در صنعت فولاد ایران"، فصلنامه راهبرد توسعه صنعتی، ج. ۱۱، ش. ۱، ص ۷۱–۹۰، ۱۴۰۰.
- [۱۷] ز. اکرمی، ع. احمدی و م. قهرمانی، "سیری بر مدل استاندارد با رویکرد سیستمی در فرایند آموزش کارکنان شرکت فولاد مبارکه اصفهان"، کنفرانس بین‌المللی مدیریت، ۱۳۹۸.
- [18] Deloitte, "Digital Transformation in the Steel Industry: Skills and Workforce Readiness", 2023.

فرآیند	توضیحات
استخدام سبز	جذب افراد با تعهد به پایداری
آموزش سبز	آموزش فناوری های کم کربن و دیجیتال
جبران خدمت پایدار	پاداش برای پروژه های زیست محیطی

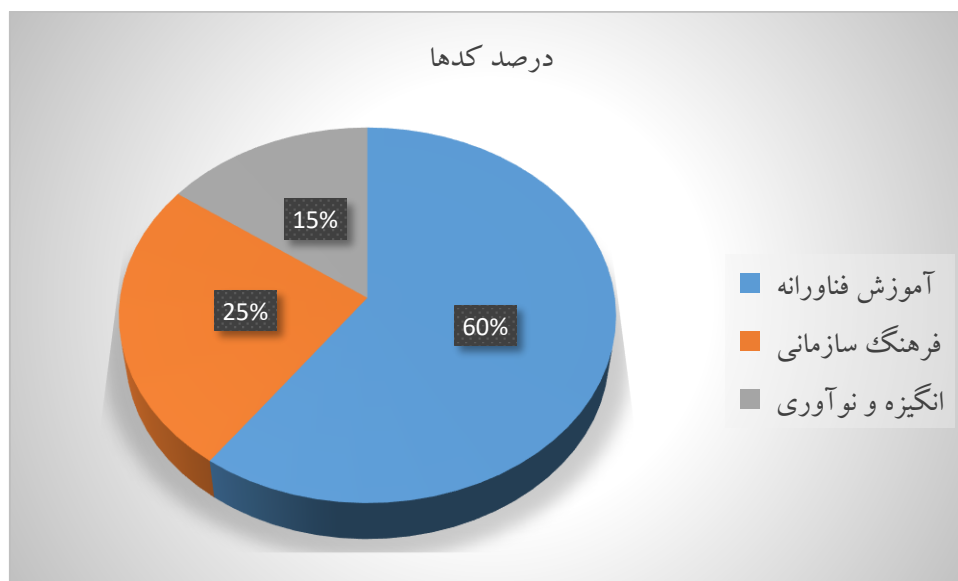
جدول (۱): فرآیندهای کلیدی مدل مدیریت منابع انسانی سبز [۵].

مرحله	توضیحات
کدگذاری باز	شناسایی ۳۵ کد اولیه
کدگذاری محوری	تشکیل ۹ مضمون محوری
تحلیل آماری کدها	۶۰٪ آموزشی - ۲۵٪ فرهنگی - ۱۵٪ انگیزشی

جدول (۲): فرآیند کدگذاری در مکس کیودا [۱۱].



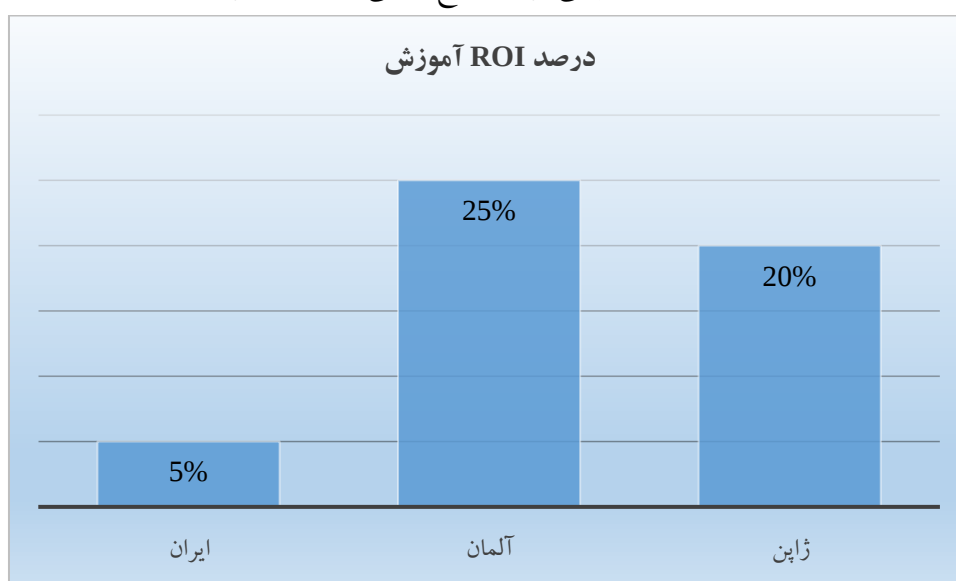
شکل (۱): مقایسه شکاف مهارت های دیجیتال [۵].



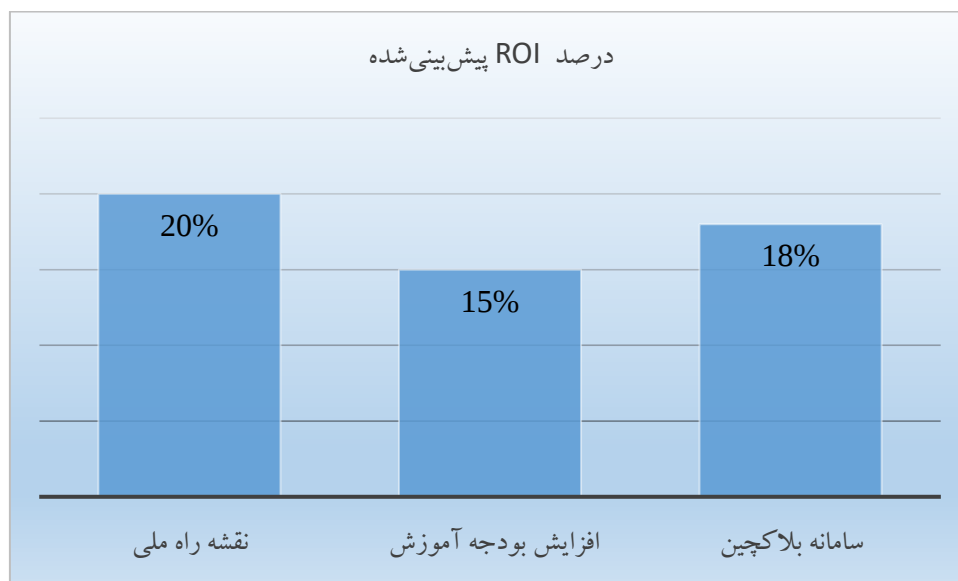
شکل (۲): توزیع مضامین کیفی [۷].

شاخص	ایران	آلمان	ژاپن
بودجه آموزش (% در آمد)	۰٫۸	۷-۵	۶-۴
همکاری دانشگاه-صنعت	ضعیف	قوی (Fraunhofer)	قوی (Kaizen)
حمایت	محدود	یارانه‌های آموزشی	سیاست‌های تشویقی
فناوری آموزشی	محدود	واقعیت مجازی	پلتفرم‌های هوشمند
نرخ آموزش دیجیتال	٪۲۸	٪۸۰	٪۷۵
ROI آموزش	٪۵	٪۲۵	٪۲۰

جدول (۳): مقایسه تطبیقی توسعه منابع انسانی در صنعت فولاد [۷].



شکل (۳): مقایسه ROI آموزش [۷].



شکل (۵): ROI پیشنهادی سیاست‌ها